



Bibliothèque technologique

Lucien Lévy

*Les Mouîts
et les Vins
en distillerie*

C. NAUD. Éditeur

LES MOUTS
ET LES VINS
EN
DISTILLERIE

LES MOULTS ET LES VINS

EN

DISTILLERIE

PAR

LUCIEN LÉVY

Docteur ès-sciences; Ingénieur agronome;
Professeur de distillerie à l'École nationale des Industries agricoles.



PARIS

C. NAUD, ÉDITEUR

3, RUE RACINE, 3

1903

PRÉFACE

A une époque où la sucrerie, menacée d'une crise, tend les yeux vers la distillerie, et, où celle-ci souhaite de voir l'accord s'établir entre les différents producteurs d'alcool, il n'est pas inutile de dresser le tableau de tous les procédés qu'emploie l'industrie de l'alcool et d'établir l'inventaire des ressources qu'elle présente.

Tous les procédés aboutissent à la formation de moûts qu'on fait fermenter et qu'on transforme ainsi en ce que l'on appelle du nom générique de vins.

Dans ce livre, m'aidant des notions chimiques indispensables, je me suis proposé d'étudier le plus complètement possible la technique des méthodes de travail aboutissant à la création de ces moûts et de ces vins.

Les notions empruntées à l'art du malteur et à la microbiologie sont, malgré leur importance indiscutable, résumées le plus possible; car elles ont été développées avec toute l'ampleur désirable dans

deux livres de la même collection, la *Pratique du Maltage et Microbes et Distillerie*.

Les renseignements statistiques et fiscaux ⁽¹⁾ sont

(1) LOIS RELATIVES A L'ALCOOL, PARUES DEPUIS LA RÉDACTION DE L'OUVRAGE.

a) En Allemagne, une loi du 7 juillet 1902 modifie les lois du 24 juin 1887, du 16 juin 1895 résumées dans le corps de ce livre. Voici quelques-unes des modifications les plus importantes.

Le droit de distillation est appliqué dans les usines qui font plus de 200 hectolitres au lieu de 300 ; il est identique pour toutes les distilleries d'une même sorte, il est progressif à partir d'un minimum de 2 marks au lieu de 0 m. 5.

La loi favorise les quatre grains nationaux au détriment du maïs, en abaissant le droit de distillation de moitié.

Les distilleries de mélasse voient leur droit de fabrication abaissé de 15 à 6 marks pour la quantité qui dépasse le contingent de plus de 20 p. 100.

Le droit de distillation est destiné à payer une prime de 6 marks à l'alcool exporté ou dénaturé pour usages industriels.

L'alcool dénaturé pour usages scientifiques et médicaux est exonéré de l'impôt de fabrication et de l'impôt de consommation, mais ne touche pas la prime.

Le calcul du contingent est simplifié ; autrefois, pour que le contingent soit maintenu, il fallait que, pendant trois années au moins, il ait été atteint. D'après la nouvelle loi, il suffit de l'atteindre une fois.

La nouvelle loi modifie le régime de la distillerie agricole.

Autrefois il suffisait d'utiliser les résidus de pommes de terre ou de grains quelle que soit l'origine de ces matières premières.

Aujourd'hui les pommes de terre doivent, pour la plus grande partie, être produites par le distillateur.

Le droit de fabrication est très réduit pour les distilleries agricoles.

Il est perçu à la cuve matière seulement pour les distilleries agricoles ; le droit maximum est de 1 m. 3 par hectolitre (les fractions inférieures à un quart ne comptant pas) ; mais cet impôt est de fait réduit dans la plupart des cas : Il faut que l'usine ne travaille que huit mois et demi du 16 septembre au 15 juin ; la réduction est aux 6/10 pour une production de 1050 litres par jour ; aux 8/10 pour 1500 litres et aux 9/10 pour 3000 litres. Si pendant un mois du calendrier les moyennes sont dépassées l'impôt est élevé proportionnellement, et si on travaille plus de huit mois et demi l'impôt total est perçu.

L'impôt de la consommation est perçu à la matière première dans les distilleries qui pendant toute la campagne travaillent des substances non farineuses à l'exception des mélasses, betteraves, etc. Cet impôt est alors par hectolitre de marcs de 0 m. 25, de fruits 0 m. 35, de baies de 0 m. 45, de déchets de brasserie 0 m. 50, de vins ou de cidres 0 m. 85. Il est réduit aux 4/10, si on fait moins de 50 litres par an et aux 8/10, si on fait moins de 100 litres.

donnés avec beaucoup de détails, car ils expliquent les différences quelquefois énormes qui existent entre les procédés usités dans tel ou tel pays pour traiter une même matière première. Ils intéressent d'ailleurs, tout particulièrement, ceux qui accordent un grand intérêt aux connaissances économiques.

L'étude de ces matières premières a été également traitée d'une manière complète ; car l'ensemble des renseignements indispensables se trouve éparés dans un grand nombre d'ouvrages ou de mémoires, et il m'a semblé utile de les grouper systématiquement, avant d'entamer l'objet principal de ce livre, la description des procédés techniques relatifs aux moûts et aux vins.

Pour compléter cette étude dans un prochain ouvrage, j'envisagerai l'extraction de l'alcool des moûts fermentés et jetterai un coup d'œil d'ensemble sur les diverses applications de l'alcool en m'attachant surtout à celles de ces applications encore peu connues et qu'il est désirable de voir prendre une grande extension, je veux parler des applications à l'éclairage, au chauffage et à la force motrice.

Enfin dans ces deux sortes de distillerie on peut remplacer l'impôt de consommation ainsi perçu à la cuve matière ou à la matière première par une taxe supplémentaire au droit de consommation. Pour les distilleries frappées à la cuve matière le droit supplémentaire varie de 0 m. 1 à 0 m. 16 suivant qu'on y fait de 100 à 500 hectolitres par an ; il varie de 0 m. 14 à 0 m. 20 dans les mois où on fait de la levure. Pour les distilleries frappées à la matière première, la taxe de remplacement varie de 0 m. 04 à 0 m. 20 suivant que les quantités varient de 50 à 200 litres par an.

b) En Belgique une loi du 28 juillet 1902 donne une nouvelle définition de la distillerie agricole qui en restreint la portée. (culture dans un rayon de 5 kilomètres de 10 hectares de terre ou de 20 hectares de prairie par hectolitre d'alcool 50° fabriqué en 24 heures.)

c) En Angleterre, une loi du 11 juin 1902 permet aux industriels de demander l'exonération pour l'alcool industriel qui ne peut être remplacé par de l'alcool méthylique.

En résumé, les quatre ouvrages, *la Pratique du Maltage, Microbes et Distillerie, les Mouls et les Vins, l'Extraction de l'Alcool et ses applications* constitueront un vaste *Traité de Distillerie* comprenant les principes scientifiques, les méthodes techniques et l'étude des applications de l'alcool.

LES MOUTS ET LES VINS

EN DISTILLERIE

DÉFINITIONS

La distillerie a pour but la production de l'alcool; ce n'est pas toujours une industrie agricole. Comme ce dernier terme a des sens multiples, il convient de le préciser. Dans le sens le plus général, l'industrie agricole c'est l'agriculture elle-même, c'est-à-dire l'ensemble des procédés propres à la production et à la transformation des matières agricoles. Dans un sens moins général, une industrie agricole est l'ensemble de certains procédés qui ont pour but de transformer telle ou telle matière agricole. Enfin, dans un sens encore plus restreint, une industrie agricole est une industrie qui transforme une matière première agricole et qui, de plus, rend ses résidus à l'agriculture pour les utiliser.

La distillerie est souvent une industrie agricole. Elle peut en effet emprunter à l'agriculture des betteraves, des pommes de terre, etc., et lui rendre des pulpes, des drèches, etc.

Quelquefois de pareilles distilleries sont dites industrielles lorsque leurs résidus trop abondants ne sont pas employés chez l'industriel lui-même, dont l'usine est alors ordinairement trop importante pour que cette uti-

lisation soit faite d'une manière complète avec tout l'ordre désirable.

C'est une qualification erronée; une telle distillerie pratique réellement une industrie agricole au même titre que les moins importantes, où l'on utilise les résidus sur place.

La distillerie industrielle véritable, c'est-à-dire celle qui ne donne pas de résidus à l'agriculture, existe. C'est par exemple le cas de la distillerie de mélasses, dont les résidus sont envoyés aux potasseries.

D'après cela, la distillerie est ou n'est pas, suivant les cas, une industrie agricole ayant pour but la fabrication de l'alcool.

Dans le commerce, l'alcool porte d'ailleurs des noms variés :

Si le degré est compris entre 85 et 100 et si l'alcool a pour origine le vin, on l'appelle *esprit*; si l'alcool a une autre origine, on l'appelle *alcool*.

Si le degré est inférieur à 85 et si l'alcool a pour origine les fruits (le degré étant ordinairement de 50 à 70), on l'appelle *eau-de-vie*; si l'alcool a une autre origine, on l'appelle *flegme*.

HISTORIQUE DE LA DISTILLERIE

L'historique de la distillerie étant fort long, nous n'en exposerons que les points principaux :

ANCIENNETÉ DES BOISSONS FERMENTÉES

1° *Les boissons fermentées, c'est-à-dire contenant de l'alcool, sont connues depuis la plus haute antiquité. Les Grecs et les Romains connaissaient le vin, les Égyptiens buvaient le hacq, sorte de bière fabriquée avec la graine.*

d'un sorgho, et le zythum obtenu avec l'orge. Les peuples scandinaves ont toujours absorbé l'hydromel provenant du miel, tandis que les Gaulois transformaient l'orge en vin et que les Tartares avaient le koumyss obtenu du lait de jument.

ANCIENNETÉ DE LA DISTILLATION

2° *La distillation, en tant qu'opération physique, est connue de toute antiquité.*

Aristote a proposé de rendre l'eau de mer potable par l'évaporation et la transformation de la vapeur en un fluide humide, et il a ajouté :

« Le vin et tous les liquides peuvent être traités de même ; ils redeviennent liquides après avoir été réduits en vapeurs humides. »

C'est bien la distillation, mais appliquée au vin, d'après Aristote, non pour faire de l'alcool, mais de l'eau.

Il ne parle pas de l'appareil dont il faut se servir, mais son commentateur Alexandre d'Aphrodisie dit qu'il faut condenser les vapeurs *sur un couvercle*. Ce point de technique n'est donc pas une indication d'Aristote ; il n'est pas non plus de son commentateur, car 150 ans plus tôt que celui-ci, Pline recueillait l'essence de térébenthine tirée de la gemme du pin en condensant les vapeurs sur des couvertures de laine et en essorant celles-ci.

Plus tard, la distillation est devenue une opération classique.

Ainsi Géber (viii^e siècle), dans un traité didactique tout à fait comparable à nos manuels actuels, distingue la distillation *per ascensum* de la distillation *per descensum* ou décantation des huiles extraites à chaud.

Avicenne, au xii^e siècle, décrit aussi la distillation.

APPLICATION DE LA DISTILLATION A L'EXTRACTION DE L'ALCOOL

3° *L'application de la distillation* à l'extraction de l'alcool des boissons fermentées est une découverte plus moderne.

Période ancienne.

Le premier auteur qui en parle est un écrivain du XII^e siècle, Marcus Græcus. Dans son traité *Liber ignium* il indique entre autres formules de feux grégeois (eaux ardentes), celle qui est rapportée dans le passage suivant : « Pour cela, on doit préparer une eau ardente provenant de la distillation d'un vin rouge et épais sur du soufre, du tartre et du sel. » Il est bien évident que l'eau ardente dont il s'agit ici est en grande partie de l'alcool.

Vers 1235, Raymond Lulle a parlé le premier de la rectification de l'alcool en employant pour la première fois le mot alcool, dont l'étymologie bien connue est d'ailleurs fort curieuse.

Kohol, dans les langues orientales, signifiait au début le fard spécialement utilisé pour s'agrandir les yeux. C'était forcément une poudre fine et le mot kohol prit la signification plus générale de poudre fine. Puis à cette signification d'espèce se substitua la signification de qualité, le mot kohol désigna la finesse, la subtilité. Enfin, par modification nouvelle et de sens contraire à la précédente, le mot signifia la matière subtile et en particulier celle du vin, l'alcool proprement dit.

Jusqu'à Chaptal, en 1801, on s'est beaucoup servi du mot : eau ardente ; le mot eau-de-vie a depuis pris la prépondérance ; on donne à cette expression deux étymologies : soit *aqua vitæ*, soit *aqua vitis* (eau de vigne).

Vers 1240, Arnaud de Villeneuve a parlé de l'alcool et on a longtemps cru qu'il était le premier auteur traitant

du sujet ; mais en particulier, depuis la découverte du *Liber ignium* de M. Græcus, on a dû reconnaître l'erreur commise.

La description du premier alambic est de Savonarole (1440). C'était un appareil en métal. Le même auteur a d'ailleurs indiqué deux règles pour juger de la force de l'alcool : 1^o essayer de faire brûler un papier imbibé du liquide à étudier ; 2^o l'agiter avec de l'huile.

Jusqu'au xvi^e siècle, l'alcool n'a été qu'un produit alchimique. Tous les élixirs contenaient de l'alcool. Ce n'est qu'au xvi^e siècle (1) que l'alcool est devenu une boisson, mais une boisson de luxe seulement.

A mesure que l'usage de l'alcool est devenu plus général, le nombre des auteurs qui s'en sont occupés est naturellement devenu plus grand.

On peut citer parmi les plus connus :

Libavius (1560), qui a parlé d'eau-de-vie faite avec des grains des fruits, des glands, des châtaignes, et qui savait que dans le vin on trouve de l'eau, de l'alcool et du tartre.

Jérôme Rubeus (1586) et Conrad Klumrath, de Leipzig (1605), ont donné des traités didactiques de la distillation ; par exemple, dans ce dernier, l'auteur parle de la distillation à feu nu, au bain de sable et au bain d'huile, et il recommande de faire suivre aux vapeurs des chemins très compliqués.

Cette idée se trouve réalisée d'autre part par Porta en 1609, qui construit un alambic surmonté d'une tubulure en zigzag aboutissant à un réfrigérant.

En 1660, Nicolas Lefebvre et Arnaud de Lyon ont encore donné des indications sur l'alambic.

En 1661, J. Sachs fournit un traité du vin, de la vigne

(1) Cependant, en 1252, *Aboul Ghazi* a cité le menu d'un festin où figurait un koumyss clair fait avec des céréales distillées deux fois.

et de l'eau-de-vie, sujet qui est traité également en 1636 par Kircher dans un traité de chimie.

En 1671, Charas parle dans sa pharmacopée de la distillation en général et, en 1697, Lémery indique la distillation du cidre.

Plus près de nous, Berthusen et Boerhave (1733) indiquent des procédés pour concentrer l'alcool, et Macquer, l'illustre inventeur du bleu de Prusse, a recommandé dans le même but les distillations successives.

On le voit, jusqu'à cette époque, la fabrication de l'alcool n'a rien d'industriel : on ne cherche pas le meilleur rendement, on ne cherche pas l'économie, on ne cherche pas la continuité.

1780.

C'est en 1780 que l'industrie de l'alcool a pris réellement naissance, car les premières brûleries du Languedoc datent de cette année, qui a, de plus, vu la découverte du chauffe-vin par Argand de Lyon.

Qu'est-ce que le chauffe-vin ? Le vin qu'on doit distiller doit être chauffé à la température d'ébullition. D'autre part, les vapeurs produites, en se condensant, échauffent le liquide ou les parois qui le refroidissent.

Argand a eu l'idée d'employer le vin lui-même pour obtenir la condensation, de sorte que ce vin arrive chaud dans l'appareil et qu'on économise la chaleur correspondante.

A peu près à la même époque, Chaptal a indiqué les règles de la réfrigération méthodique.

Un deuxième progrès véritablement industriel a été indiqué le 2 juillet 1802 par Ed. Adam. Jusqu'alors, pour obtenir de l'alcool concentré, on le distillait plusieurs fois. Adam indiqua la méthode pour obtenir un alcool fort de premier jet. Son appareil se compose d'une série

de chaudières ovoïdes réunies entre elles de telle manière que les vapeurs de la première aillent barbotter au fond de la deuxième, que les vapeurs de la deuxième aillent barbotter au fond de la troisième et ainsi de suite. Toutes ces chaudières sont au début remplies de vin. Pour faire une opération, on chauffe la première. La vapeur qui s'en dégage va se condenser dans la deuxième chaudière. Or, un liquide alcoolique émet des vapeurs plus riches en alcool que lui-même. Les vapeurs de la première chaudière vont par conséquent enrichir le liquide de la seconde.

De plus, en se condensant dans ce liquide, elles l'échauffent. A un certain moment, ce liquide se mettra donc à bouillir, et cela d'autant plus facilement qu'il sera devenu plus riche en alcool. En même temps, il émettra des vapeurs plus riches que son contenu et par conséquent, *a fortiori*, plus riches que le vin.

La deuxième chaudière jouera alors vis-à-vis de la troisième le même rôle que la première avait joué vis-à-vis d'elle-même, et ainsi de suite, de sorte que de la dernière chaudière se dégagera un alcool beaucoup plus fort que celui de la première. L'opération ne peut cependant pas continuer indéfiniment. On l'arrête au moment où l'épuisement du liquide de la première chaudière est tel qu'elle n'émet plus que des vapeurs de même titre que le liquide qui se trouve alors dans la deuxième chaudière. On vide la première chaudière, on la remplit de vin nouveau, on la relie à la dernière chaudière de manière que la vapeur de celle-ci aille barbotter dans la première, et on chauffe la deuxième chaudière.

Cette invention fut améliorée par Cellier Blumenthal, qui eut l'idée de substituer, aux chaudières ovoïdes, des chaudières cylindriques disposées en gradins. Voici l'avantage de cette disposition. Dans l'appareil d'Adam, il faut à un certain moment évacuer la première chaudière, et

pour que l'opération puisse continuer, il faut chauffer successivement les différentes chaudières.

Supposons qu'au moment où la première chaudière est évacuée, on profite de la disposition en gradins pour faire écouler le liquide de la deuxième dans la première, celui de la troisième dans la deuxième, et ainsi de suite. Il suffira de continuer à chauffer la première chaudière pour que l'opération elle-même se prolonge.

Période actuelle.

Une autre amélioration a été apportée à l'appareil par Derosne et Cail, en 1818. Au lieu de mettre les chaudières en gradins, il les ont disposées en pile, et au lieu de faire circuler le vin d'une manière discontinue et par grands volumes, ils l'ont fait arriver d'une façon continue par petites quantités. C'est là le principe de la colonne actuelle.

Un nouveau progrès a été accompli vers 1860. Les appareils étaient jusque-là chauffés à feu nu. A ce mode de chauffage, on a substitué le chauffage à la vapeur.

C'est grâce, d'une part, à ces améliorations dans le matériel, d'autre part, aux progrès réalisés dans les fermentations (voir *Microbes et Distillerie*), et enfin dans l'extension du nombre des matières premières employées que l'industrie de l'alcool a pris toute l'importance qu'elle a aujourd'hui.

A l'origine on tirait l'alcool du raisin et des fruits. Mais on a dû chercher d'autres sources de production. On s'est adressé aux mouts de betterave, aux mélasses et aux mouts provenant de la saccharification des matières amylacées, telles que les grains et les pommes de terre.

Cette substitution a été amenée par deux sortes de causes.

La première est l'augmentation de la consommation

générale. La deuxième ce sont les maladies qui, a deux époques différentes, ont frappé la vigne. En 1854, l'épidémie de l'oïdium, et en 1875, le phylloxéra, ont diminué dans une forte proportion la production du vin, et par contre coup celle de l'alcool qu'on en tirait.

Quoi qu'il en soit des causes de variations dans les procédés de fabrication de la distillerie, celle-ci n'en est pas moins des plus importantes ainsi qu'il résulte de l'étude des statistiques.

STATISTIQUE GÉNÉRALE

FRANCE

Nous nous étendrons assez longuement sur ce qui regarde la France (fig. 1) et nous donnerons des indications plus succinctes relativement à l'étranger.

Jusqu'en 1840, année que l'on peut regarder comme celle de la création des chemins de fer en France, l'industrie de l'alcool a été peu importante. Cette année 1840 a vu la production de 76 500 hect. d'alcool de vin.

Mais les débouchés nouveaux desservis par les chemins de fer ne tardèrent pas à faire croître la production générale, puisqu'en 1850 la production s'élève à 891 000 hectolitres, dont 815 000 issus du vin ; 36 000 des matières farineuses ; 40 000 des mélasses. Enfin la betterave figure pour 500 hectolitres, ce sont les premiers essais d'alcoolisation de la betterave sous l'influence probable de la maladie des pommes de terre qui a sévi en 1845.

En 1851, l'oïdium s'est déclaré sur le vignoble français, ayant une répercussion presque instantanée sur la production d'alcool.

En effet, la moyenne quinquennale 1853-1857 montre la production tombant à 671 000 hectolitres, dont seulement 165 000 fournis par le vin, tandis que les farineux

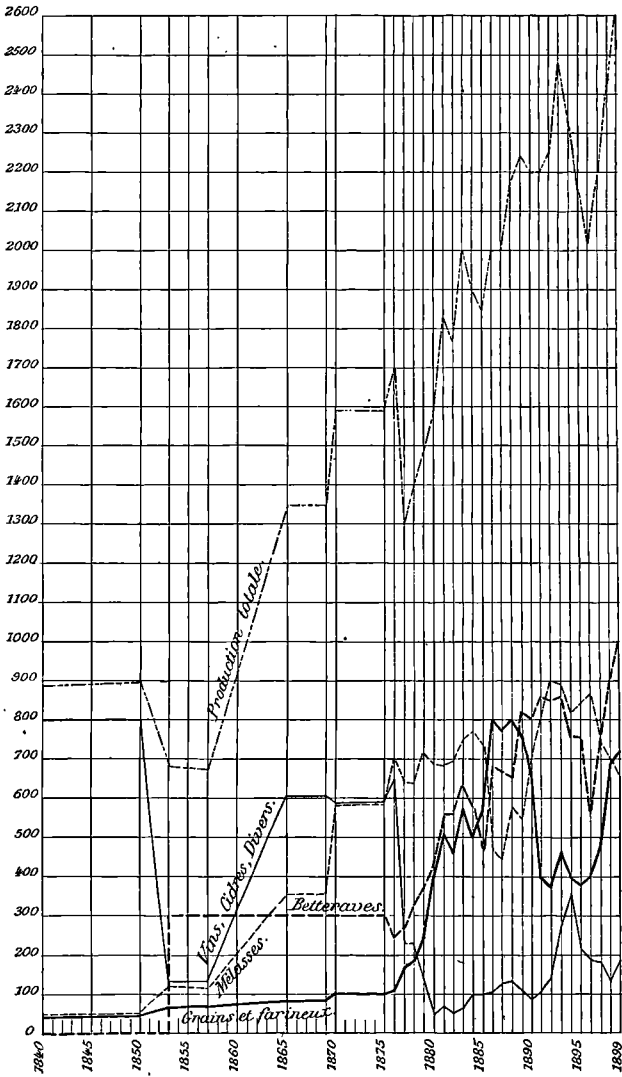


Fig. 1. — Graphique de la production de l'alcool en France de 1840 à 1899.

donnent 49 000, les mélasses 137 000, et la betterave 300 000.

Il est donc parfaitement juste de dire que l'industrie de l'alcool de betteraves est née des maladies de la pomme de terre et de la vigne.

Mais l'oïdium n'ayant pas tardé à être vaincu, la production de l'alcool de vin redevint prospère sans cependant reprendre toute son importance.

En effet, dans la période quinquennale 1865-1869, alors que la production moyenne s'élève à 1 844 000 hectolitres, le vin n'en donne que 554 000, alors que les farineux, les mélasses et la betteravé en fournissent respectivement 84 000 ; 346 000 ; 300 000.

Citons encore la période 1870-1874.

Production moyenne	1 591 000 hectol.
» du vin	530 000 »
» des farineux	108 000 »
» des mélasses	583 000 »
» de la betterave	314 000 »

Tous ces nombres prouvent que l'excédent de production est obtenu désormais par les matières premières autres que le vin.

De plus, 1874 est la date néfaste entre toutes pour la viticulture, c'est l'année où le phylloxéra commence ses ravages.

Un coup d'œil sur le tableau suivant dira suffisamment l'importance du désastre sans qu'il soit besoin de plus de commentaires.

ALCOOLS DE	1876	1880	1883
Vin	545 000	270 000	23 000
Farineux	101 000	412 000	561 000
Mélasses	710 000	685 000	750 000
Betterave	243 000	429 000	629 000
Divers (lies, etc.)	101 000	29 000	37 000
Total	1 700 000	1 825 000	1 900 000

En 1884, la législation sucrière ayant été modifiée, la culture eut intérêt à envoyer ses betteraves en sucrerie, de sorte qu'en 1884 la production de l'alcool de betterave tend à baisser et qu'en 1885 c'est celle de l'alcool de mélasses qui fléchit, et cela au profit des farineux. Ces mouvements de baisse ont été arrêtés dès 1886 pour la betterave, et 1888 pour les mélasses.

ALCOOLS DE	1884	1885	1886	1887
Vin	35 000	23 000	19 500	32 000
Farineux	485 000	567 000	789 000	765 000
Mélasses	778 000	728 000	471 000	451 000
Betterave	569 000	465 000	683 000	672 000
Total (1)	1 864 000	2 052 000	2 005 000	2 162 000

(1) Ce total est le total général, il est plus grand que la somme des 4 nombres partiels parce que l'on a négligé de faire figurer dans les tableaux la rubrique « divers ».

A partir de 1888, les mélasses et la betterave remontant, les farineux baissent; par exemple, en 1890, la situation a été la suivante :

Alcool de vin	38 000 hectol.
» farineux	682 000 »
» mélasses	800 000 »
» betterave	645 000 »
Total (1)	2 214 000 hectol.

Production d'ailleurs en léger recul sur l'année 1889 (2 246 000).

Au point de vue auquel nous nous plaçons, l'année 1891 a présenté trois phénomènes intéressants : 1° Etablissement d'un droit sur le maïs (3 francs); 2° Modification de

la législation sucrière, empêchant la sucraterie ; et
3° Reprise de la culture de la vigne.

De sorte que la situation de la distillerie est de nouveau
modifiée.

Alcool de vin	51 000 hectol.
» farineux	393 000 »
» mélasses	838 000 »
» betterave.	866 000 »
» divers	60 000 »
Total	<u>2 208 000 hectol.</u>

Les années 1892 et 1893 ressemblèrent fort à celle-ci
sauf qu'en 1893 eut lieu une surproduction due au vin,
aux fruits et aux farineux.

ALCOOLS DE	1892	1893	1894
Vins	69 000	100 000	162 000
Farineux	366 000.	457 000	415 000
Mélasses	902 000	896 000	817 000
Betterave.	844 000	861 000	753 000
Divers	72 000	162 000	192 000
Total.	<u>2 263 000</u>	<u>2 476 000</u>	<u>2 329 000</u>

L'année 1894 a eu une production un peu plus faible
(2 329 000), à cause des bas cours de l'alcool. Cette année
1894 a vu établir le droit de douane sur les mélasses
de 10 c le degré au lieu de 5 c. Cela a fait baisser l'im-
portation de

156 000 000 kg. en 1893.
à 96 000 000 » 1894.

On peut, à ce sujet, faire une remarque intéressante.
Laissons de côté les alcools de vin et de fruits ; en 1894,
on a fait 1 980 000 hectolitres d'alcool industriel contre
2 220 000 en 1893, soit environ les 9/10 de 1893.

Si la diminution avait porté également sur les différentes branches, l'on aurait dû avoir les chiffres suivants :

ALCOOLS DE	1893	1893 × 0,9	1894
Farineux	457 000	411 300	415 000
Mélasses	896 000	786 400	817 000
Betterave	861 000	774 900	753 000

On voit qu'au point de vue relatif les farineux et les mélasses ont gagné aux dépens de la betterave.

Est-ce donc que la loi sur les mélasses étrangères n'a pas eu d'effet ? nullement, puisque l'importation est tombée de 156 millions à 96. D'ailleurs, 1893 a produit 356 000 hectolitres d'alcool de mélasses étrangères, tandis que 1894 en a donné 217 000 seulement. Mais il faut conclure de ce qui précède qu'à cette époque sous l'influence des bas cours de l'alcool, la culture de la betterave de distillerie s'est ralentie.

Les années 1895 et 1896 ont vu baisser encore la production totale ; 1896 est un minimum (2 028 000), tandis qu'il y a eu reprise en 1897 avec 2 200 000 hectolitres.

Les chiffres correspondants aux farineux baissent proportionnellement beaucoup, surtout en 1894 et 1895, et les statistiques indiquent que le déficit provient du maïs frappé du droit de 3 francs.

Les mélasses étrangères importées en 1895 n'ont été que de 62 000 000 hectolitres et leur importation n'a pas cessé de baisser depuis cette époque.

1896 a vu importer	56 000 000	kg.
1897	23 000 000	»
1898	2 600 000	»
1899	460 000	»
1900	6 300	»

Il faut dire que la loi du 14 juillet 1897, fixant le droit à 20 c, au tarif minimum ⁽¹⁾, au lieu de 10 (loi de novembre 1894) est absolument prohibitive.

Cette diminution de l'importation des mélasses est d'autant plus remarquable que depuis 1897, la production de l'alcool est remontée.

En 1899, la situation a été la suivante :

Alcool de vin	76 000 hectol.
» farineux	714 000 »
» mélasses.	667 000 »
» betterave	1 047 000 »
» divers	91 000 »
Total	<u>2 599 000 hectol.</u>

Cet alcool a été fabriqué en 1899 chez 5 864 distillateurs ou bouilleurs de profession (en augmentation de 1 764 sur 1898) et chez un grand nombre de bouilleurs de cru auxquels on a attribué une fabrication de 91 000 hectolitres.

Parmi ces 5 864 professionnels, ont fabriqué de l'alcool de

Pomme de terre	8 *
Grains	182 (*)
Mélasses et betterave.	328
Vin.	595
Cidre.	2 078
Marc et lies	2 379
Fruits	191
Divers (glucoses, etc.)	83

(1) 30 centimes au tarif maximum.

(2) En 1899, les quantités de grains mises en œuvre ont été de :

Orge.	200 955 quintaux.
Seigle.	354 117 »
Avoine.	219 »
Maïs	1 411 302 »
Divers	264 102 »
Total.	<u>2 230 685 quintaux.</u>

La production ayant été de 714 000 hectolitres, cela fait par quintal de grains un rendement de

$$\frac{71\,400\,000}{2\,230\,685} = 32 \text{ litres.}$$

Mais parmi eux il en est à peine 250 ayant de véritables usines, et sur ces 250, 56 seulement ont fabriqué plus de 10 000 hectolitres, car

15	ont fabriqué entre	10 000 et 15 000	hectol.
8	»	15 000 et 20 000	»
10	»	20 000 et 30 000	»
5	»	30 000 et 40 000	»
7	»	40 000 et 60 000	»
11	»	plus de 60 000	»

Ces grandes usines sont situées surtout dans les départements du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme, de l'Aisne, de la Seine, de la Seine-Inférieure, de la Seine-et-Oise.

Le département du Nord compte un peu plus de 20 de ces établissements (1).

L'alcool est bu presque en totalité car on peut estimer qu'en 1899 on a dénaturé, transformé en vinaigre, ajouté au vin, ou perdu 450 000 hectolitres d'alcool.

D'après les écritures de la régie on peut faire facilement le compte de la consommation apparente de l'alcool en 1899.

Production	2 600 000	hectol.
Importation	117 000	»
Stock de 1898	908 000	»
	<hr/>	
	3 625 000	hectol.

(1) Depuis la rédaction de ces pages les chiffres relatifs à 1900 ont été publiés.

La production générale a été de 2 656 258 hectolitres dont 145 407 par les vins ; 562 455 par les farineux ; 796 675 par la mélasse ; 977 225 par la betterave et 174 000 par les divers.

Sur ce chiffre 220 000 hectolitres ont été dénaturés. A ce propos on peut rappeler qu'en 1893 on a dénaturé 107 000 hectolitres : en 1894, 120 000 ; en 1899, 216 000. Environ 55 p. 100 de cet alcool passe au chauffage ou à l'éclairage.

Ajoutons qu'à partir du 1^{er} janvier 1902, il est accordé aux dénaturateurs pour l'alcool de chauffage, éclairage, force motrice, 9 francs par hectolitre d'alcool pur dénaturé. Cette prime sera prélevée à l'aide d'une taxe de fabrication de 0,80 fr par hectolitre d'alcool pur sortant des distilleries autrement qu'exportés ou à l'état de flegmes conduits chez les dénaturateurs.

A défalquer :

Dénaturé, vinaigre, vinage, pertes. . .	450 000 hectol.
Exporté	303 000 »
Stock de 1899.	1 017 000 »
Total.	1 760 000 hectol.

Différence 1 865 000 hectolitres, ce qui fait par tête d'habitant 4,85 litres.

Cette consommation est loin d'être également répartie sur le territoire, elle dépasse 14 litres dans la Seine-Inférieure et dépasse à peine 1 litre dans la Corrèze.

ÉTRANGER

Les chiffres cités plus haut indiquent bien l'importance de la distillerie française. Celle-ci n'est cependant pas au premier rang.

Allemagne.

L'Allemagne fabrique des quantités autrement importantes.

	ANNÉE du 1 ^{er} octobre 1897 au 30 septembre 1898.	MOYENNE décennale 1888 - 1897.
Alcool de pomme de terre en distilleries agricoles.	2 546 000	2 303 000
Alcool de pomme de terre en distilleries industrielles	4 500	5 600
Alcool de grains en distilleries agricoles	252 000	193 000
Alcool de grains en distilleries industrielles	325 000	340 400
Mélasses	134 000	142 000
Divers.	26 000	30 000
Total.	3 287 500(1)	3 014 000

(1) En 1899-1900 la production a été de 3 655 000 hectolitres.

Ce qui correspond à 5,9 litres par tête d'habitant, mais 890 000 hectolitres étant dénaturés pour les usages industriels, la consommation réelle n'est que de 4,3 litres.

Belgique.

La Belgique a fabriqué en 1891, 279 000 hectolitres et en 1890, dans 270 établissements, 358 000 hectolitres, dont à peu près le quart vient des mélasses, un peu plus d'un quart des fabriques de levure, et le reste de distilleries agricoles auxquelles la loi crée de nombreux avantages.

Environ 52 000 hectolitres sont exportés, dénaturés, ou transformés chimiquement, il en résulte que la consommation réelle a été de 306 000 hectolitres ou de 4,35 litres par tête d'habitant.

Autriche-Hongrie.

L'Autriche-Hongrie a dans l'année du 1^{er} septembre 1896 au 31 août 1897 fabriqué 1 373 000 hectolitres en Autriche et 1 026 000 hectolitres en Hongrie.

Dans environ :	Usines soumises au droit de consommation.	
	Autriche.	Hongrie.
Faisant moins de 1 000 hectolitres . .	730	310
Faisant plus de 1 000 » . .	210	195

Et dans 41 000 pour l'Autriche et 83 000 pour la Hongrie usines soumises au droit de fabrication.

La première catégorie d'usines travaille surtout la pomme de terre et les grains (maïs). La deuxième comporte soit de petites usines de grains soit des installations pour les fruits divers.

Divers.

En 1898 on peut estimer ainsi la production des autres pays :

Grande-Bretagne	1 378 000 hectol.
Russie	3 616 000 »
Norvège	43 000 »
Suède	200 000 »
Espagne	500 000 »
Danemark	166 000 »
Roumanie	234 000 »
Hollande	345 000 »
Italie	190 000 »
Suisse ⁽¹⁾	13 000 »
Portugal ⁽²⁾	58 000 »
États-Unis	1 525 000 »
Luxembourg ⁽³⁾	7 000 »

DES IMPOTS EN DISTILLERIE

Quelques mots, sur l'assiette de l'impôt dans les différents pays, sont indispensables.

Il est important de fixer les idées sur ce point car le mode de perception de l'impôt joue un rôle dans le choix des procédés de fabrication.

Dans certains pays tel que la France et la Belgique, l'impôt se perçoit sur l'alcool fabriqué, on a donc intérêt à tirer de la matière première tout ce qu'elle peut

(1) Le monopole Suisse a livré environ 60 000 hectolitres dont les deux tiers environ viennent d'Autriche-Hongrie et le reste d'Allemagne.

(2) Sans les Açores.

(3) Voici des chiffres plus récents : Grande-Bretagne (1900-1901) 1 480 000 hectolitres ; Russie (1899-1900), 3 912 000 ; Suède (1899-1900) 250 000 ; Danemark (1900), 169 000 ; en Egypte en 1900, on a fait environ 19 000 hectolitres d'alcool de mélasses de canne.

donner sans perdre trop de temps et sans augmenter les frais d'extraction. Il en était naguère différent en Belgique où l'impôt était perçu à la capacité des cuves pour un temps déterminé et d'ailleurs court. On avait intérêt à aller très vite et à ne pas terminer les opérations.

Enfin dans beaucoup de pays on favorise la distillerie agricole qui est le plus souvent peu importante. Or on conçoit que les procédés de fabrication ne sont pas les mêmes suivant l'importance des quantités fabriquées.

L'assiette de l'impôt dans les différents pays était au début de 1901 la suivante :

FRANCE

En France, l'impôt est un impôt de consommation fixé à 220 fr l'hectolitre et qui est d'ailleurs augmenté du droit d'entrée touché pour l'Etat à l'entrée des villes et de droits d'octroi perçu par les villes.

RUSSIE

En Russie, l'impôt est payé sous forme de vente de l'alcool monopolisé par l'Etat. C'est donc un véritable impôt de consommation (le monopole n'a dû être général qu'à partir du 1^{er} juillet 1900). Au point de vue de la production la loi favorise la distillerie agricole.

SUISSE

En Suisse, l'impôt est également l'effet d'un monopole représentant environ un droit de 90 fr l'hectolitre.

L'alcool indigène est payé environ 55 fr à 95°. Mais dans le but de favoriser l'agriculture toute usine qui justifie avoir, sur le pied de 12 litres d'alcool par quintal de pommes de terre, travaillé plus de 80 p. 100 de pommes de terre indigènes peut être autorisée à fabri-

quer un quart en plus de son contingent; le prix à payer est calculé au prorata des dépenses (à l'exception de la valeur des pommes de terre d'un prix inférieur à 3 fr). Ce prix ne peut dépasser une limite variable, avec l'importance du lot, depuis 39 fr jusqu'à 47 fr 50.

ITALIE

En Italie, existe un droit de fabrication de 180 fr. Ce droit est atténué dans différents cas pour l'alcool de première distillation, d'une quantité variant de 7 p. 100 (distilleries de betterave, mélasses, grains) à 30 p. 100 (distilleries coopératives de fruits). L'alcool de vinaigrierie est taxé à 90 fr.

BELGIQUE

En Belgique, l'impôt est de 200 fr l'hectolitre, mais le régime favorise singulièrement les distilleries agricoles. Il faut d'ailleurs remarquer que l'impôt est perçu sur le flegme à 50°.

GRANDE-BRETAGNE

En Grande-Bretagne, l'impôt atteint 501 fr 30 l'hectolitre perçus à la consommation. De plus les licences sont très coûteuses; l'année fiscale finit le 31 mars.

ESPAGNE

En Espagne, il y a un droit de consommation de 25 fr l'hectolitre.

ROUMANIE

En Roumanie, un droit de fabrication de 20 fr par hectolitre est perçu.

ÉTATS-UNIS

Aux États-Unis, il y a un droit de consommation d'environ 300 fr. De plus il y a des droits de licence.

ALLEMAGNE

En Allemagne, l'impôt est réglé comme il suit :

Il y a trois impôts ; d'abord un impôt de consommation de 0 fr 625 par litre d'alcool pur pour toute production inférieure à une limite fixée tous les cinq ans et qui est la moyenne des cinq dernières années ; le droit est de 0 fr 875 pour toute production supplémentaire. Chaque fabrique a un contingent d'alcool à 0 fr 625 calculé d'après sa production des cinq dernières années.

A ce droit s'ajoute un droit de fabrication qui s'applique différemment suivant les cas.

La base en est de 1 fr 65 par hectolitre de cuve matière et par encuvage, mais cet impôt est dans plusieurs cas remplaçable par une surtaxe additionnelle à l'impôt de consommation.

TAXE DE FABRICATION

Distilleries agricoles :

Le taux est abaissé lorsqu'on travaille du 16 septembre au 15 juin ; il est réduit aux 6/10 si la cuvée est inférieure à 1 050 litres par jour ; aux 8/10 pour une limite de 1 500 litres et aux 9/10 pour une limite de 3 000 litres.

Distilleries de fruits :

Le taux est abaissé aux 4/10 si la production est inférieure à 50 litres par an.

Aux 8/10 si la production est inférieure à 100 litres d'alcool pur par an.

Distilleries industrielles :

La taxe de fabrication n'est pas appliquée.

TAXE DE REMPLACEMENT

Si l'usine fait moins de 100 hectolitres d'alcool par an :

0 fr 15 par litre ;

0 fr 20 par litre si on fait de la levure.

Si l'usine fait moins de 150 hectolitres d'alcool pur par an ;

0 fr 175 par litre ;

0 fr 225 par litre si on fait de la levure.

Dans ce cas le taux de remplacement est de 0 fr 10 par litre.

Dans ce cas, le taux de remplacement est 0 fr 20.

La taxe de remplacement est de 0 fr 25.

Un troisième impôt frappe l'alcool en Allemagne, c'est l'impôt de distillation.

Il frappe graduellement les quantités supérieures à 300 hectolitres par an (il est progressif de 0 fr 625 à 7 fr 50 pour 3000 hectolitres): Les distilleries agricoles coopératives existant avant cette loi (avril 1895) touchent un quart de ce droit sur le montant de leur production antérieure à la loi. Au contraire les distilleries industrielles de mélasses et de betterave paient 18 fr 75 pour toute quantité dépassant leur contingent du cinquième.

Ce dernier impôt sert à établir une caisse qui fournit 7 fr 50 de prime d'exportation ou de prime à l'alcool des vinaigrieres; l'excédent est distribué à l'alcool dénaturé.

AUTRICHE-HONGRIE

En Autriche-Hongrie l'assiette de l'impôt est dans ses grandes lignes représentée dans le tableau suivant :

I. <i>Distillerie agricole de farineux.</i>	Évaluation de l'alcool par le volume des moûts (6° d'alcool à l'hectolitre).
Droit de fabrication de 94 fr 50 l'hectolitre.	
II. <i>Distillerie non agricole de farineux.</i>	Dans les petites usines (boni de 20 p. 100).
Droits de consommation de 115 fr 50 et 94 fr 50 l'hectolitre avec détaxe de 5 fr 25 si on fait de la levure.	Si les appareils ne permettent pas la mesure, transaction.
III. <i>Distilleries d'amidon, de cellulose, topinambour, betterave et mélasses.</i>	Mesure de l'alcool vendu.
<i>Idem.</i>	
	<i>Idem.</i>

III bis. <i>Distilleries agricoles du type précédent</i>	}	Mesure de l'alcool vendu.
Sur les impôts calculés à la base 94 fr 50, bonis variables suivant l'importance.		
IV. <i>Distilleries de vin.</i>	}	Mesure de l'alcool fabriqué.
Droit de fabrication à 94 fr 50 l'hectolitre.		
V. <i>Distilleries de fruits et divers.</i>	}	Évaluation par le volume du moût, ou par transaction (petites usines) ou par la mesure de l'alcool fabriqué (boni de 15 p. 100).
<i>Idem.</i>		

En résumé, à l'heure actuelle l'impôt a surtout pour assiette la quantité d'alcool fabriqué ou vendu. Souvent on favorise la distillerie agricole. Enfin, dans quelques pays, pour certains cas particuliers on trouve encore l'impôt au volume de moût mis en œuvre.

D'ailleurs, dans un but de contrôle, les administrations fiscales exigent un rendement minimum.

QUESTIONS THÉORIQUES

Le chapitre précédent nous a montré l'histoire et l'état actuel de la situation économique de la distillerie.

Avant d'entrer dans l'étude technique de notre sujet, il est nécessaire de jeter un coup d'œil rapide sur quelques questions théoriques indispensables.

Nous parlerons d'abord de l'alcool au point de vue de ses propriétés, puis des éléments chimiques et bactériologiques que l'on rencontre en distillerie.

Cela nous conduira à l'étude de la composition des matières premières, chapitre qui servira pour ainsi dire de début à la technique.

ALCOOL. — MODES DE PRODUCTION

On peut obtenir l'alcool par deux voies différentes, dont une seule est jusqu'à présent industrielle.

Procédés chimiques (1).

1) En partant de l'éthane, lequel s'obtient sans passer par l'alcool ou de dérivés de celui-ci.

}	de l'iodure de méthyle et du sodium	{
	$2\text{CH}_3\text{I} + 2\text{Na} = \text{C}^2\text{H}^6 + 2\text{NaI}$	
	de l'éthylène, ou de l'acétylène	

}	traités par l'hydro-
	gène en présence du
	noir de platine.

Cet éthane est transformable par le chlore en $\text{C}^2\text{H}^5\text{Cl}$ qui par la potasse donne de l'alcool.

2) En partant des dérivés de l'éthane, obtenus par l'action de l'acide iodhydrique sur l'éthylène ou l'acétylène.



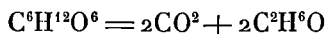
3) En partant de l'éthylène qui peut être transformé comme plus haut en dérivés de l'éthane ou qui, traité par l'acide sulfurique donne $\text{SO}^4\text{HC}^2\text{H}^3$ qui, saponifié, conduit à l'alcool.

Ces procédés, même le dernier, ne sont pas devenus industriels car ils emploient des réactifs coûteux et donnent de l'alcool très dilué.

Procédés microbiens.

C'est par cette deuxième voie que l'on arrive pratiquement à l'alcool.

Lorsque dans une solution de certains sucres, tels que la glucose, dans des conditions déterminées de milieu et de température, on ajoute le champignon, levure de bière, le sucre pour environ 95 p. 100 de son poids se dédouble d'après l'équation



(1) Je ne cite pas les procédés partant de corps dérivés de l'alcool, comme, par exemple, l'acide acétique ou l'aldéhyde.

La dose qu'elle indique pour 180 de sucre est donc environ 95 p. 100 de 88 ou 83,6 d'acide carbonique et 95 p. 100 de 92 ou 87,4 d'alcool.

Le rendement en poids d'alcool par rapport au sucre est par suite

$$\frac{8740}{180} = 48,55$$

en tenant compte de la densité 0,794 de l'alcool pur, cela fait pour 100 en poids de sucre 63,69 volumes d'alcool.

Propriétés physiques.

L'alcool est un liquide mobile, incolore, d'odeur agréable, possédant un pouvoir réfringent assez grand.

Au point de vue de la densité, il a :

$$d_0 = 0,809 \quad d_{15} = 0,794.$$

Refroidi, il devient visqueux et se congèle à -130° . Sa chaleur spécifique est de 0,615. Il bout à $78^\circ 1$ ($d_v = 1,58$). Dissolvant énergique il dissout I, Br, Ph, S, les huiles, les résines, les éthers, les bases azotées naturelles, un grand nombre de sels (les sulfates et les carbonates exceptés). Il dissout les mêmes gaz que l'eau, mais il dissout AzO qui est insoluble dans l'eau. On a mesuré les quantités d'acide carbonique absorbées par lui; sous 760, il absorbe à -65° , 40 volumes; à 0° , 4 volumes; à 48° , 2 volumes; tous ces volumes mesurés à 0 et 760.

Corps très hygrosopique, il possède une saveur brûlante.

Le mélange d'alcool et d'eau subit une contraction dont le maximum a lieu pour la proportion de 54 d'alcool et 49,78 d'eau. Au lieu d'avoir un volume total de 103,78 on n'obtient que 100.

La chaleur spécifique d'un mélange d'alcool et d'eau

n'est pas la moyenne des chaleurs spécifiques de ces corps, on la trouve dans les tables de Dupré.

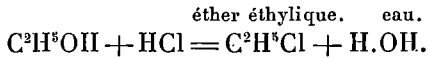
Le point d'ébullition d'un mélange d'eau et d'alcool est compris entre 78 et 100 et la tension de vapeur du mélange n'est pas non plus la moyenne des tensions de vapeurs de ces corps pour une température déterminée, mais un nombre toujours plus grand que la moyenne.

Des expériences ont déterminé les valeurs de ces tensions pour chaque cas particulier. On les a réunies dans des tables telles que celles de Gröning et de Sorel.

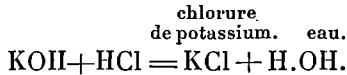
Propriétés chimiques de l'alcool.

Je n'insisterai que sur la plus importante.

Si l'on chauffe l'alcool avec un acide, il y a production d'un éther éthylique avec élimination d'eau. En cela, il se comporte, ainsi que Dumas l'a fait observer pour la première fois en 1845 comme les hydrates des bases minérales. Comparons en effet les deux expériences suivantes : dans un tube scellé on chauffe à 100° un mélange d'alcool ordinaire et d'acide chlorhydrique sec, on a la réaction



Au lieu d'alcool, mettons de l'hydrate de potasse, nous aurons



On voit le parallélisme des deux réactions, l'une aboutissant au chlorure d'éthyle, l'autre au chlorure de potassium et toutes deux à l'eau.

Il y a cependant des différences.

1° Si on prend la potasse à une température trop basse, il n'y a pas combinaison ; si on élève la température, la combinaison s'effectue totalement.

Avec l'alcool il n'en est pas de même ; quelle que soit la température de l'opération, la réaction commence.

C'est là une première différence.

2° Une seconde différence se trouve dans la durée de la réaction. La potasse et l'acide chlorhydrique se combinent immédiatement, tandis que l'alcool et le même acide se combinent lentement en tendant vers un équilibre déterminé très lentement atteint.

3° Une troisième différence est celle-ci :

Prenons 1 molécule de KOH et 1 de HCl, il y a combinaison et formation de 1 molécule de KCl.

Prenons n molécules de KOH et 1 de HCl il y a combinaison et formation de 1 molécule de KCl, et il reste $(n - 1)$ molécules de KOH libres.

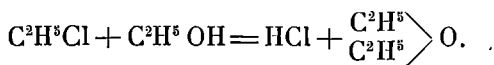
Inversement, prenons 1 molécule de KOH et n de HCl il y a $(n - 1)$ molécules de HCl libres et formation de 1 molécule de KCl.

Il y a donc ici saturation complète de l'élément qui se trouve en plus petite quantité.

Il n'en est jamais ainsi pour l'alcool et l'acide chlorhydrique. La quantité d'éther qui se forme est fonction des quantités d'alcool et d'acide en présence.

Si l'on chauffe l'éther chlorhydrique avec de l'eau, la réaction inverse se produit dans les mêmes conditions.

Remarquons enfin que si on continue à chauffer l'éther chlorhydrique C^2H^5Cl avec un nouvel excès d'alcool on a une réaction nouvelle :



Ce dernier corps est l'éther ordinaire ou éther sulfurique (1).

(1) L'alcool, au bout de six mois, ne paraît pas attaquer le cuivre ; mais il attaque le fer, le plomb, le zinc et un peu l'étain. L'alcool

Pour reconnaître la présence de petites quantités d'alcool on opère de la façon suivante :

On chauffe un mélange d'iode et de potasse avec le liquide alcoolique, il se produit de l'iodoforme très caractéristique. Son odeur est désagréable, sa couleur est jaune; il est cristallisé en lamelles hexagonales (visibles toujours au microscope).

Mais il y a d'autres corps que l'alcool qui donnent cette réaction. Elle n'est donc pas absolument caractéristique, mais néanmoins très utile.

Lorsque l'alcool à essayer n'est pas hydraté, en le chauffant avec le chlorure de benzoïle, il se produit du benzoate d'éthyle d'odeur caractéristique.

Grassini a indiqué dernièrement la réaction suivante : Dans un tube contenant un mélange de chlorure de cobalt et de sulfocyanure de potassium, on verse, sans agiter, de l'alcool; on a une belle coloration bleue que l'eau oxygénée détruit et que le nickel ne gêne pas; cette réaction a également lieu pour les alcools méthylique, propylique, amylique, isobutylique; elle n'a pas lieu avec l'éther ordinaire.

Dosage de l'alcool; alcoométrie.

Le dosage de l'alcool dans un liquide à base d'eau se fait toujours par distillation d'un volume déterminé du liquide à essayer; on recueille une partie plus ou moins grande du liquide qui distille de manière à être sûr que tout l'alcool a passé et on le mesure dans de l'eau alcoolisée recueillie.

Lorsqu'il s'agit de liquide alcoolique contenant d'autres corps volatils que l'alcool, l'analyse devient très

n'est antiseptique qu'au titre 55-70°, car plus haut il durcit la surface des microbes et n'agit pas sur les matières internes.

complexe et chaque cas particulier exige une méthode spéciale.

Il ne sera question ici que des solutions aqueuses d'alcool.

Toutes les propriétés physiques ont été proposées pour déterminer la composition d'un mélange d'eau et d'alcool.

On a particulièrement étudié l'emploi de l'indice de réfraction, celui du coefficient de dilatation, celui de la mesure de la chaleur dégagée par un mélange de l'alcool avec un volume d'eau déterminé, celui de la solubilité de telle ou telle substance dans un volume déterminé de l'alcool, celui des propriétés capillaires, celui de la température de la vapeur, celui de la tension de la vapeur, celui de la densité.

Les quatre dernières séries de méthodes sont celles qui sont réellement entrées dans la pratique et d'ailleurs c'est de beaucoup la dernière qui est la plus employée.

Nous citerons quelques-uns des appareils utilisés en alcoométrie.

Compte-gouttes de Duclaux.

Cet appareil, basé sur les propriétés capillaires, se compose d'une pipette de volume déterminé d'où l'on peut faire couler le liquide goutte à goutte. L'appareil est tel que 5 cm³ d'eau à 15° donnent exactement 100 gouttes. Si on opère sur un mélange d'eau et d'alcool, le nombre de gouttes est d'autant plus grand que le liquide est plus riche en alcool. Au moyen d'une table de corrélation on détermine facilement le titre lorsque celui-ci est inférieur à 10° ou 20°. Pour des titres plus élevés on fait des dilutions préalables.

Ebullioscope.

C'est un appareil destiné non pas à mesurer les tensions de vapeur, mais les températures d'ébullition d'un

mélange d'eau et d'alcool ; il semble qu'il suffit de prendre la température d'ébullition du mélange et de passer au titre au moyen d'une table appropriée. Mais la température d'ébullition dépend de la pression atmosphérique et l'appareil doit être construit de façon à faire la correction nécessaire.

L'appareil se compose toujours d'une chaudière à grande surface de chauffe placée sur un petit réchaud ; elle porte un tube de dégagement refroidi qui empêche la perte des vapeurs.

Un thermomètre précis plonge dans celle-ci. Une plaque de cuivre placée contre le thermomètre porte l'échelle des températures.

Supposons que l'on opère sous 760 de pression, de l'eau bouillirait à 100°, de l'alcool pur à 78°, et un mélange d'eau et d'alcool à T° intermédiaire entre 0 et 100. Une table de corrélation donnerait facilement la valeur du titre alcoolique connaissant T.

Mais les températures d'ébullition dépendent de la pression extérieure et pour opérer exactement, il faudrait : 1° joindre à l'appareil un baromètre et 2° autant de tables de corrélation qu'il y a de pressions atmosphériques possibles.

Ce serait trop compliqué et on simplifie le problème par l'hypothèse suivante : une variation de pression produit sur tous les mélanges alcooliques la même variation de température d'ébullition. On détermine cette variation pour l'eau pure et on en tient compte pour les mélanges à examiner.

L'organisation de l'appareil permet de faire cette correction d'une manière automatique.

La table de corrélation des températures et des titres est constituée : 1° par l'échelle des températures tracée sur la règle de cuivre citée plus haut et 2° par une autre échelle placée sur une 2^e règle contiguë à la 1^{re} et portant les titres.

Cette 2^e règle est mobile par rapport à la 1^{re} et si l'on place son 0 en face du point 100° de la 1^{re}, son point 100 est inversement vis à vis du 0 de la 1^{re}. Dans cette position la table de corrélation est constituée pour opérer à 76° (fig. 2).

Si l'on veut opérer par exemple à 77°, où les températures d'ébullition sont plus élevées, et, nous l'admet-

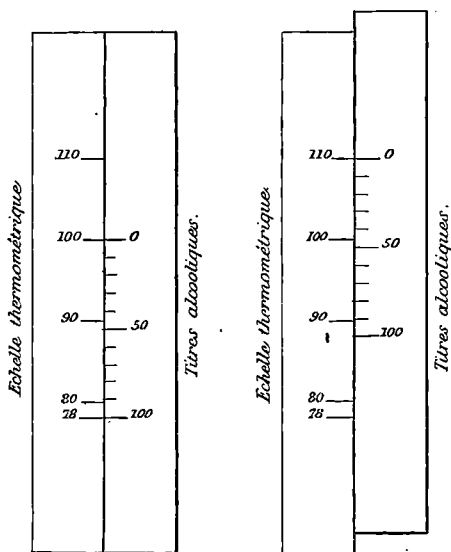


Fig. 2. — Lecture de l'ébullioscope.

tons, plus élevées toutes de la même quantité que pour l'eau ; il faut abaisser toutes ces températures de l'excédent constant que nous admettons, c'est-à-dire monter d'une quantité déterminée l'échelle thermométrique, ou, ce qui revient au même, relever l'échelle des titres de cette même quantité. Or le relèvement est par hypothèse tel que le titre 0 sera à hauteur de la température $100 + \epsilon$ de l'eau bouillante à 77°. Pour déterminer cette position, on fait une expérience avec de l'eau pure et

quand celle-ci bout il suffit, en déplaçant l'échelle mobile des tables, d'amener le titre 0 à hauteur du niveau supérieur de la colonne de mercure du thermomètre.

Pour tous les mélanges étudiés au même moment on opérera sans déplacer l'échelle ainsi placée et la correction se trouvant toute faite, il suffira de faire une lecture pour connaître le titre alcoolique d'un mélange étudié à ce moment.

Densimètres et aréomètres.

En général, pour déterminer le titre alcoolique d'un liquide on s'adresse à la densité et on peut faire usage d'appareils quelconques donnant la densité, pourvu qu'on ait une table de corrélation entre les densités et les titres. Tous les densimètres et tous les aréomètres peuvent par conséquent servir à déterminer le titre d'un liquide alcoolique.

Parmi les aréomètres nous ne citerons que les plus employés (fig. 3) :

En France on employait autrefois l'aréomètre Baumé pour liquides plus légers que l'eau. Il est construit de façon à marquer 10° dans l'eau pure et 0° dans un mélange de densité 1,084 contenant 10 de sel marin pour 90 d'eau. L'intervalle 0 — 10 est partagé en dix parties égales et la graduation se continue sur la tige.

L'appareil primitif était gradué à la température de

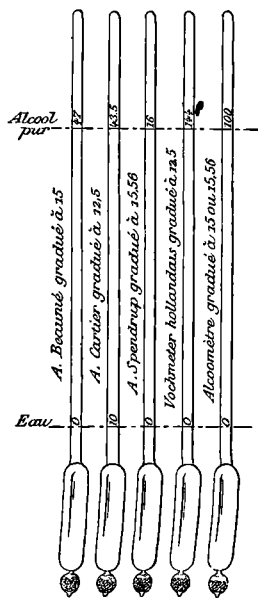


Fig. 3. — Comparaison des aréomètres et alcoomètres.

12,5° C ou 10° R. Aujourd'hui on le gradue à 15°; il marque un peu moins de 47° dans l'alcool absolu.

Un autre appareil employé d'une manière courante en Espagne est l'aréomètre de Cartier qui est du même genre que le précédent. Il marque 10° dans l'eau pure et 42° dans ce qu'on croyait alors être de l'alcool absolu. Ce n'était en réalité que de l'alcool à 97°. Il marquerait 43°5, dans l'alcool absolu. Il est gradué à 12°5.

L'appareil Beck a été autrefois employé en Allemagne; il est analogue au précédent, mais marque 0 dans l'eau pure.

En Danemark, on emploie officiellement l'appareil Spendrup qui marque 0 dans l'eau pure et 16 dans l'alcool absolu. Il est gradué à la température 60° F. ou 15°56 C.

En Hollande l'appareil (ou *wochmeter*) employé officiellement marque 0 dans l'eau pure et 144 dans l'alcool absolu, il est construit à 12°5 C.

Enfin nous citerons deux appareils employés en France, dans les campagnes :

L'aréomètre Tessa marquant 0° dans l'eau pure et 17° dans l'eau-de-vie des Charentes. Chaque degré est subdivisé en 8.

L'aréomètre Bories employé dans le Languedoc est gradué à peu près de la même façon.

Tous ces instruments présentent un inconvénient : Ils exigent le concours d'une table de corrélation.

On a évité ces tables de corrélation en construisant un genre particulier d'appareils qui portent comme graduation les titres eux-mêmes. Ce sont les alcoomètres.

Alcoomètres.

Les premières études d'alcoométrie datent de 1790 et de 1794. Elles ont été faites par Blagden et Gilpin. Un

peu plus tard Tralles en 1811 a repris en Allemagne cette étude. Gay-Lussac en 1824 a fait une série d'études qui sont encore aujourd'hui la base de l'alcoométrie en France et en Autriche. Ces travaux ont été améliorés de nos jours par les services des poids et mesures des différents pays.

Alcoomètre Gay-Lussac.— En France l'alcoométrie est effectuée au moyen d'un alcoomètre dérivé de celui de Gay-Lussac amélioré, construit et employé d'après les indications fournies par les lois des 17 juillet 1881, 27 septembre 1884 et 20 novembre 1889.

En Autriche, l'emploi de l'appareil de Gay-Lussac est réglé par la loi du 20 juin 1880.

L'alcoomètre français est une sorte de flotteur constitué par une tige et une carène lestée. Les dimensions en sont déterminées par les lois citées plus haut. La tige doit avoir un calibre *supérieur* à 5 mm ; la lecture dépend en effet, du calibre de la tige. Quand on plonge une tige dans de l'eau ou dans un mélange d'eau et d'alcool, le liquide tend à monter le long des parois. Cet effet de capillarité a deux résultats :

1° Le poids de l'appareil est augmenté du poids de la petite couronne de liquide qui s'y attache, et cela proportionnellement au rayon soit λr cette augmentation.

2° Le poids de l'appareil est diminué ; en effet, la poussée se trouve augmentée puisque la partie immergée est plus grande. Cette augmentation est proportionnelle au volume mouillé, c'est-à-dire au carré du rayon. Elle peut être représentée par $\lambda' r^2$.

De sorte que l'effet de la capillarité est tel que le poids de l'appareil varie de $\lambda r - \lambda' r^2$, quantité qui se trouve de fait négative. Le poids tend donc à diminuer d'autant plus que r est plus grand. Il en résulte qu'avec un appareil à mince tige l'instrument paraîtra plus lourd qu'avec

un appareil à tige plus grosse. Mais si l'appareil est plus lourd, il s'enfoncera davantage et l'alcool paraîtra plus riche qu'il ne l'est en réalité.

Il faut donc définir le minimum du calibre de la tige.

Il faut en outre que la lecture se fasse avec précision. La loi exige que l'on marque sur la tige la division en degrés et en $1/5$ de degrés, et que les divisions soient au moins espacées de 3 mm ce qui exige une certaine relation entre le volume de la carène et la section de la tige. Si toutes les divisions de la tige étaient de même grandeur, comme il y en a 100, cela ferait pour la tige une longueur de 300 mm. L'appareil serait fragile et encombrant. On le subdivise alors en plusieurs alcoomètres allant de 0 à 20, de 20 à 40, etc.

Il faut aussi que ces appareils soient contrôlés. Le contrôle s'effectue par comparaison avec des étalons et se reconnaît à certaines marques tracées par le service du contrôle ; ce sont le signe « à la bonne foi », deux mains entrelacées, une lettre représentant le mois et deux chiffres qui sont les deux derniers du millésime de l'année du contrôle.

Enfin l'alcoomètre doit être accompagné d'un thermomètre également contrôlé.

Nous allons maintenant entrer dans quelques détails de construction.

1° *Dans un alcoomètre quelconque, les divisions du bas se resserrent depuis le zéro jusque vers 50° ; puis elles se dilatent de 50° vers 100*

Pour démontrer ce fait nous établirons d'abord que s'il n'y avait pas contraction, les divisions se dilateraient d'une manière continue depuis le zéro jusqu'à 100.

En effet ; considérons un alcoomètre de poids P et de volume V_0 jusqu'au zéro (fig. 4).

Soit e la densité de l'eau à 15°.

On a $P = V_0 e$.

Mettons l'appareil dans un liquide alcoolique de densité d et supposons qu'il plonge de manière à mouiller un volume ν de la tige nous aurons encore

$$P = (V_0 + \nu) d$$

De ces deux équations on tire

$$\nu = \frac{V_0 (e - d)}{d} = V_0 \left(\frac{e}{d} - 1 \right)$$

Prenons maintenant un alcool de densité $d - \delta$. L'appareil va s'enfoncer davantage d'une quantité supplémentaire u .

Nous pourrions écrire comme précédemment

$$P = (V_0 + \nu + u) (d - \delta)$$

d'où

$$\nu + u = V_0 \left(\frac{e}{d - \delta} - 1 \right)$$

$$u = V_0 e \frac{\delta}{d(d - \delta)} - V_0 e \frac{1}{d \left(\frac{d}{\delta} - 1 \right)}$$

u représente l'écart qu'il y a entre la division correspondant à la densité d et la division correspondant à la densité $(d - \delta)$; δ est une constante quel que soit d , lorsque le titre des deux liquides diffère de 1. En effet, soit t le titre du liquide de densité d . Comme nous supposons qu'il n'y a pas contraction, on a, en représentant par Δ la densité de l'alcool pur.

$$t \Delta + (100 - t) 1 = 100 d.$$

On a de même

$$(t + 1) \Delta + [100 - (t + 1)] 1 = 100 (d - \delta)$$

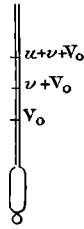


Fig. 4.

D'où en retranchant

$$-\Delta + 1 = 100 \delta$$

$$\delta = \frac{1 - \Delta}{100}$$

Ce qui prouve bien que δ est une constante quelque soit d , si l'on suppose qu'il n'y a pas contraction.

Revenons à u et prenons sa valeur pour le cas où les liquides d et $(d - \delta)$ ont des titres différents de 1, c'est-à-dire où δ est toujours égal à $\frac{1 - \Delta}{100}$.

On a alors

$$u = V_0 e \frac{1}{d \left[\frac{100 d}{1 - \Delta} - 1 \right]}$$

On voit que u est d'autant plus petit que d est plus grand.

Donc si l'on admet que les mélanges d'alcool et d'eau se font sans contraction, la distance u de deux divisions de l'alcoomètre correspondant à des titres différent de 1, c'est-à-dire la distance de deux divisions consécutives, sera d'autant plus grande que d sera plus petit ou que l'alcool sera plus riche.

Si l'on fait intervenir la contraction, la loi précédente est modifiée.

Dans la partie de l'alcoomètre qui s'étend de zéro à 50° l'effet de la contraction est de sens contraire à l'effet de l'enrichissement et l'emporte sur cet effet, de sorte que dans la partie inférieure de l'alcoomètre les divisions se resserrent de zéro à environ 50°. Au delà de 50° l'effet perturbateur de la contraction ne change plus le sens de l'effet de l'enrichissement de sorte que de 50 à 100° les divisions se dilatent progressivement.

2° On peut graduer un alcoomètre au moyen d'une

construction géométrique et d'un alcoomètre étalon plus grand (fig. 5).

Considérons un alcoomètre étalon et plaçons-le parallèlement à l'alcoomètre à graduer. Nous supposons que les points 0 et 100 ont été déterminés au préalable.

Tirons les deux droites passant par les points 0 et 100. Ces droites se coupent en A. Considérons une division n de l'alcoomètre étalon et tirons nA .

Cette droite coupe l'alcoomètre à graduer en un point I. Je dis que l'on doit marquer le chiffre n au point I.

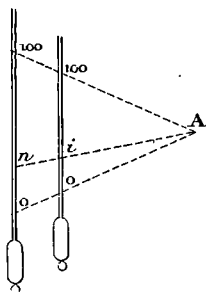


Fig. 5. — Graduation géométrique d'un alcoomètre.

Soient en effet $\left\{ \begin{array}{l} P \text{ le poids de l'alcoomètre étalon.} \\ V_0 \text{ son volume jusqu'à zéro.} \\ V_0 + v \text{ son volume jusqu'à 100.} \\ V_0 + u \text{ son volume jusqu'à } n^0. \end{array} \right.$

Soient $\left\{ \begin{array}{l} P' \text{ le poids de l'alcoomètre à graduer.} \\ V_0' \text{ son volume jusqu'à zéro.} \\ V_0' + v' \text{ son volume jusqu'à 100.} \\ V_0' + u' \text{ son volume jusqu'à I.} \end{array} \right.$

Soient $\left\{ \begin{array}{l} d \text{ la densité de l'alcool absolu.} \\ e \text{ la densité de l'eau.} \\ \delta \text{ la densité de l'alcool pour lequel l'étalon marque } n. \\ \delta' \text{ la densité de l'alcool dans lequel l'alcoomètre à} \\ \text{ graduer marquerait I.} \end{array} \right.$

Je veux démontrer que $I = n$ donc que $\delta' = \delta$.

Ecrivons l'expression du principe d'Archimède pour les deux alcoomètres, on a :

Pour le premier :

$$P = V_0 e = (V_0 + u) \delta = (V_0 + v) d$$

d'où

$$\begin{aligned} v &= \frac{V_0(e-d)}{d} \\ u &= \frac{V_0(e-\delta)}{\delta} \\ \frac{v}{u} &= \frac{e-d}{e-\delta} \cdot \frac{\delta}{d} \end{aligned}$$

Pour le second :

$$P = V_0'e = (V_0' + u')\delta' = (V_0' + v')d$$

d'où

$$\frac{v'}{u'} = \frac{e-d}{e-\delta'} \cdot \frac{\delta'}{d}$$

Mais notre construction graphique nous donne :

$$\frac{u}{v} = \frac{u'}{v'}$$

On peut donc écrire

$$\frac{e-d}{e-\delta} \cdot \frac{\delta}{d} = \frac{e-d}{e-\delta'} \cdot \frac{\delta'}{d}$$

ou

$$\frac{\delta}{e-\delta} = \frac{\delta'}{e-\delta'}$$

d'où

$$\delta = \delta'$$

Donc l'alcool qui fera affleurer le 2^e alcoomètre au point I à la densité δ , on doit donc désigner le point I par n° .

Tables de correction. — Toute l'alcoométrie de Gay-Lussac suppose les mesures faites à 15°. Lorsqu'on effectue une lecture à une température plus élevée, le liquide est plus léger, l'alcoomètre s'enfonce plus qu'il ne plon-

gerait si la température était de 15°. Il indique donc un nombre trop fort qu'il faut diminuer. Inversement si la température est inférieure à 15°, l'alcoomètre indique un nombre trop faible qu'il faut augmenter.

Gay-Lussac a donné une table permettant de passer d'une *force apparente* quelconque, lue à une température quelconque, à la *force réelle* qui serait lue à 15°. Cette table a la forme des tables de Pythagore. La première ligne horizontale comporte les forces apparentes de 1 en 1. La première ligne verticale comporte les températures de 1 en 1.

Pour trouver une force réelle correspondant à une force apparente déterminée pour une température déterminée, on cherche cette force apparente sur la première ligne horizontale et on descend la colonne jusqu'à la ligne horizontale qui commence par la température de la lecture.

Le nombre auquel on s'arrête est la force réelle exprimée pour un volume 100.

Dans le commerce on a besoin de connaître non seulement la force réelle du liquide alcoolique, c'est-à-dire la quantité d'alcool contenu dans le volume 100, mais encore la richesse, c'est-à-dire la quantité qui se trouve contenue dans la masse totale. Pour connaître cette quantité, il suffirait, puisqu'on connaît la force réelle, de connaître le volume total à 15°. Or on ne le connaît pas, mais on connaît le volume à la température de la lecture. Il a donc fallu trouver le moyen de passer d'un volume mesuré à une température quelconque au volume supposé mesuré à 15°.

Pour cela Gay-Lussac a établi une table basée sur la relation suivante. Il écrit que le poids d'une masse liquide est le même à t° et à 15°.

Ce qu'il exprime inexactement en posant P, poids des poids de la balance, $= V_t d_t = V_{15} d_{15}$.

d'où

$$V_{15} = V \frac{d_t}{d_{15}}$$

il suffit donc de connaître le rapport $\frac{d_t}{d_{15}}$ et de multiplier ce rapport par V_t , pour avoir V_{15} . Cette quantité $\frac{d_t}{d_{15}}$ se trouve dans une deuxième table.

Gay-Lussac a donné à cette table la forme à double entrée c'est-à-dire qu'il l'a disposée comme la précédente. Elle donne pour toutes forces apparentes et à toutes les températures les valeurs de $\frac{d_t}{d_{15}} \times 1000$.

Souvent cette table est superposée à la première. Une disposition typographique permet de distinguer à première vue les nombres appartenant à la première table de ceux appartenant à la deuxième.

Si on veut trouver la richesse réelle en litres d'une masse d'alcool, il faudra :

1° mesurer V_t en litres;
2° évaluer la force réelle au moyen de la première table ;

3° tirer $\frac{d_t}{d_{15}} \times 1000$ de la deuxième table ;

4° multiplier la force réelle par $\frac{d_t}{d_{15}} \times 1000$ et par V_t ;

5° diviser le produit par 10 000.

Gay-Lussac a commis plusieurs erreurs :

1° Il n'a pas employé de l'alcool véritablement absolu, inconnu de son temps. Les nombres qu'il a trouvés sont donc trop forts.

2° En écrivant la relation $V_t d_t = V_{15} d_{15}$ il a voulu écrire que le poids à t est le même qu'à 15. Gay-Lussac n'a pas remarqué qu'on n'obtient pas le même poids en

pesant un volume déterminé à t° et à 15° sans tenir compte de la poussée de l'air sur les poids.

Cherchons donc quelle serait l'équation exacte. Supposons qu'un volume V_t soit trouvé peser P . Soit e la densité du laiton, a celle de l'air. Le poids trouvé ne sera en réalité que de

$$P - \frac{P}{e} a.$$

Donc :

$$V_t d_t = P \left(1 - \frac{a}{e} \right)$$

De même on aurait

$$V_{15} d_{15} = P \left(1 - \frac{a'}{e'} \right)$$

On est donc amené à écrire :

$$\frac{V_t d_t}{1 - \frac{a}{e}} = \frac{V_{15} d_{15}}{1 - \frac{a'}{e'}}$$

d'où

$$V_{15} = V_t \frac{d_t}{d_{15}} \frac{1 - \frac{a'}{e'}}{1 - \frac{a}{e}}$$

Table de la régie. — La régie a constitué une table spéciale qui a les particularités suivantes :

1° Elle corrige les erreurs de Gay-Lussac.

2° Comme dans le calcul avec les tables de Gay-Lussac on est toujours amené à multiplier la force réelle par le rapport $\frac{d_t}{d_{15}}$ la régie a effectué la multiplication de sorte que l'on n'a qu'une seule table et que le nombre qui s'y trouve n'est pas la force réelle mais un coefficient par lequel il faut multiplier le volume V_t pour avoir la richesse.

Ce coefficient lorsque la température est inférieure à 15° est plus grand que la force réelle et inversement.

3° L'unité employée par la régie n'est pas la même que celle de Gay-Lussac. Le nombre de la régie exprime la richesse en litres dans 100 litres de sorte que pour exprimer la richesse d'un volume d'alcool en litres on doit mesurer ce volume en litres, le multiplier par le nombre de la régie et diviser par 100 (1).

L'alcoométrie en Autriche. — En Autriche, l'alcoométrie est faite avec un Gay-Lussac accompagné d'un thermomètre Réaumur. On lit le niveau au ménisque supérieur et non inférieur.

Alcoomètre Tralles. — En Allemagne, jusque dans ces derniers temps, on a employé l'alcoomètre de Tralles qui est officiel encore en Italie et toléré en Russie. C'est un appareil construit d'après les mêmes idées que celui de Gay-Lussac, mais il est gradué à 15°56. Les tables de correction actuelles sont de Brix, elles sont semblables à celles de Gay-Lussac ; il y en a une de plus qui donne 1° la corrélation entre la densité, le pour cent en poids, le pour cent en volumes et la contraction.

(1) *Etablissement des factures dans le commerce des spiritueux en France.* — 1° Dans la mesure de la richesse on convient qu'on force à une demi-unité en plus ou en moins la force apparente, d'où l'on doit tirer la richesse, de plus on force de la même manière la richesse lue.

On lit le thermomètre ordinairement dans le sens le plus favorable à l'acheteur.

2° Le cours s'entend pour 90° lorsqu'il s'agit d'alcool, pour 100° lorsqu'il s'agit de flegmes.

3° On rédige la facture ainsi :

<i>n</i>	hectolitres pour 90°.	<i>n</i> × le cours
<i>n</i>	» pour surforce de <i>x</i> °.	.	$\frac{nx}{90^{\circ}} \times \text{le cours}$
	Total.	_____

Remarque. — Un alcoomètre allemand plongé dans un liquide à 15° (plus lourd qu'à 15°56) plonge moins et indique un nombre trop faible de

0,05 pour le titre	0
0,18 »	20
0,23 »	40
0,21 »	50
0,17 »	70
0,14 »	90
0,09 »	100

Réciproquement, un alcoomètre français plongé dans un liquide à 15°56, marque un nombre trop fort.

Hydrométrie en Angleterre. — On emploie un aréomètre à poids et à volume variables : l'hydromètre de Sykes. Cet aréomètre en cuivre est formé d'une carène surmontée d'une tige portant une graduation de 0 à 10°. En dessous de la carène se trouve une deuxième tige terminée par un bouton et sur laquelle on enfle des poids additionnels en forme de disques, marqués 10, 20.....

On opère à 10°5. L'affleurement a lieu au zéro dans un alcool dit standart alcool qui marque en réalité 91°564. Si l'affleurement a lieu en n , on dit que l'alcool est au degré n de l'hydromètre. Si l'alcool est trop lourd, l'affleurement se fait en dessous du numéro 10. On alourdit alors l'appareil avec un des poids additionnels, de manière à ramener l'affleurement entre 0 et 10, à n par exemple. Si p est le poids additionnel employé, on dit que le degré est $p + n$.

Il existe des tables de passage entre les degrés Sykes et les titres alcooliques. Ces tables sont inutiles, car l'unité commerciale anglaise n'est pas l'alcool absolu, mais un alcool dit proof spirit qui est du 57°2 GL (1).

(1) Densité $\frac{12}{13}$ à 10°,5 préparé avec 103,09 d'eau et 100 d'alcool pur comptés en poids.

On dit qu'un alcool est n over proof si 100 cm^3 de cet alcool doivent être additionnés de $n \text{ cm}^3$ d'eau pour devenir du proof spirit. On dit qu'un alcool est n under proof s'il faut retrancher $n \text{ cm}^3$ d'eau de 100 cm^3 pour l'amener au proof spirit.

Ce qui est intéressant au point de vue commercial, c'est une table de passage entre les degrés Sykes et les différents alcools exprimés en fonction du proof spirit. Il y a des tables de passage des alcools exprimés en fonction du proof spirit et des alcools exprimés au moyen des titres centésimaux. Ces tables sont utiles pour les transactions internationales.

Preuve de Hollande. — L'alcool à 51° GL ou à $43,44 \text{ p. } 100$ en poids agité dans un flacon fait la perle. Un alcool plus fort ne perle pas. Cet alcool, de densité $0,931$, est d'ailleurs capable d'enflammer de la poudre. Il est pris pour type, pour *preuve*, en Hollande.

Soit n grammes d'un alcool ne faisant pas la perle. On y ajoute de l'eau jusqu'à ce qu'il perle. Il pèse alors m .

On le dit alcool $\frac{n}{m}$. Quel est le titre x de cet alcool. Soit

d sa densité. Puisque la densité est d et le poids n , le volume est $\frac{n}{d}$. Le volume de l'alcool pur est $\frac{n}{d} \frac{x}{100}$ et le

poids de cet alcool pur est $\frac{n}{d} \frac{x}{100} \times 0,794$. Quand l'alcool perle après addition d'eau, il pèse m . Il est donc au titre en poids $43,44$. Or, ce titre est alors

$$\frac{\frac{n x \cdot 0,794}{100 d}}{m}$$

$$\text{Donc } \frac{n x \cdot 0,794}{100 m d} = 43,44, \text{ d'où } \frac{x}{d} = \frac{43,44 m}{n \times 0,794}$$

En cherchant dans la table de corrélation des titres et des densités, l'alcool pour lequel le rapport du titre à la densité est $\frac{43,44 m}{n.0,794}$, le problème sera résolu.

En particulier pour le $\frac{3}{6}$ on trouve $\frac{x}{d} = \frac{43,44 \times 6}{3 \times 0,794} = \frac{0,8688}{0,794} = 1,093$.

Cela correspond à l'alcool 90°9 GL⁽¹⁾, ou 86°,88 en poids.

Alcoométrie pondérale. — L'alcool mis en tonneau voit son titre baisser et son volume augmenter; mais il est difficile de vérifier le volume, alors qu'on vérifie toujours le titre. D'où de nombreuses contestations.

De plus, en petites quantités, il est toujours difficile de faire le jaugeage du volume. Enfin, en matière d'analyse il est utile de procéder en poids.

Pour toutes ces raisons, il est bon d'avoir recours à l'alcoométrie en poids qui est officielle en Allemagne depuis le 15 juillet 1889.

On peut la pratiquer avec des alcoomètres pondéraux spéciaux.

Mais on peut continuer à employer les alcoomètres en volume, pour cela :

1° On prend à T° la force apparente ;

(1) On dit quelquefois que de l'alcool 3/6 est celui dont 3 volumes amenés à 6 tombe à la preuve. Mais alors si x est le titre de cet alcool on devrait avoir $3 \times x = 6 \times 51$ d'où $x = 102^\circ$, ce qui est absurde.

Si on comprenait l'expression 3/6 ainsi : 3 volumes additionnés de (6 - 3) volumes d'eau tombent à la preuve, il faudrait si on appelle x le titre, d la densité d'un pareil alcool, et V le volume du mélange que l'on eût $3 \times x = V \times 51$; $3 \times d + (6 - 3) \times 1 = V \times 0,931$ et par conséquent $\frac{x}{d + 1} = \frac{51}{0,931} = 54,67$. Or c'est le cas d'un alcool à 97-98° et non à 85° comme on le dit souvent et pour lequel le rapport est seulement 46,5.

2° A l'aide d'une table, on déduit le volume V_t de 100 kilogr. ;

3° A l'aide de la table habituelle de correction, on passe à la richesse : force réelle $\times \frac{D_t}{D_{18}}$;

4° On multiplie V_t par la richesse.

Alcoométrie officielle allemande. — Voici quelques détails sur l'alcoométrie officielle allemande.

1° Les alcoomètres sont gradués à 15° et l'ont été en s'aidant des densités de Mendéléeff, à 5 décimales ;

2° La table de correction des températures a été établie en étudiant les densités aux températures différentes par la méthode de la balance hydrostatique ;

3° Un thermomètre (— 12 à 30) est inclus dans la carène ;

4° La tige est graduée en rouge pour éviter la confusion avec le Tralles ;

5° Il a trois sortes d'appareils ;

Au-dessous de 67°	{	graduation par 1/2 degré.
		le thermomètre gradué en degrés.
Au-dessus de 65°	{	graduation par 1/5 de degré.
intervalle complet		le thermomètre par 1/2 degré.
Au-dessus de 65°	{	graduation au 1/20 de degré.
par intervalles de 20°		le thermomètre par 1/2 degré.

Il n'y a pas d'appareils en dessous de 10°.

6° On lit le ménisque inférieur ;

7° Dans l'usage des tables de correction, qui sont à double entrée (degré lu et température), on admet les interpolations ;

Il y a des barèmes tout faits indiquant le produit du poids par la force réelle ;

8° Si l'on n'a pas la tare des vases, la douane allemande admet

Jusqu'au poids brut 250 kg	une tare de 21 p. 100
»	400 » 18 »
Au delà	» 17 »

1° Appendice (1). — Les cours de bourse sont dans les différents pays exprimés en unités de volumes de qualités variées, de titres variés, et en monnaies diverses.

Il est utile de savoir comparer ces diverses unités.

Le tableau suivant permet d'établir la comparaison :

PAYS	VOLUME	QUALITÉ adoptée.	RICHESSE étalon.	MONNAIE
Grande-Bretagne . . .	Imperial gallon = 4,54 l	Alcool à la preuve = 57° GL	$4,54 \times 0,57 = 2,61 \text{ l}$ $3,78 \times 0,6685 = 2,52 \text{ l}$	schilling = 1,20 fr
		pour flegmes, 10 over proof = 66° 85		
États-Unis . . .	Standard gallon = 3,78 l	pour liqueurs 40 over proof = 80°	$3,78 \times 0,8 = 2,804 \text{ l}$ $3,78 \times 0,93 = 3,52 \text{ l}$	dollar = 5 fr et cents = 0,05 fr
		pour alcools 93°		
Allemagne . . .	hectolitre ou 100 k	alcool absolu tit. 85-90, etc.		mark = 1,25 fr
Autriche . . .	hectolitre	alcool absolu		
» Trieste	»	alcool 90°		florin = 2,60 fr roubl ^{ie} = 4 fr » pap = 2 fr
Russie . . .	Wedro = 12,30 l	au degré		kop. = $\frac{1}{100}$ du précédent = 0,02
Espagne . . .	Pipe = 500 l	39° Cartier = 96° GL		peseta = 1 fr

(1) Il est bon de se rappeler la formule des tonneaux. Si l est la hauteur, D le grand diamètre, d le petit pour les tonneaux à forte courbure tels que les pipes, on a

$$V = 0,05236 \text{ l} (8D^2 + 4Dd + 3d^2)$$

ou plus exactement

$$V = 0,7854 \text{ l} (d + m (D - d)^2)$$

dans laquelle m est un coefficient qui dépend de la forme des tonneaux et qui est 0,555 pour les pipes.

LÉVY. — Les mûts et les vins.

2° Appendice. — Problème du mouillage. — On mélange v d'un alcool au titre t à la densité d avec v' d'un alcool au titre t' à la densité d' ; on demande le volume V , le titre T et la densité D du mélange.

En écrivant que l'alcool des éléments se retrouve dans le mélange, on a

$$vt + v't' = VT \quad (1)$$

En écrivant que le poids n'a pas changé, on a

$$vd + v'd' = VD \quad (2)$$

Cela ne fait que deux équations pour trois inconnues.

On pourrait avoir une troisième équation. C'est celle qui établit la relation entre les titres et les densités, ou entre $\frac{T}{D}$ et le titre, soit :

$$\frac{T}{D} = f(T)$$

La solution numérique à l'aide de ces trois équations n'est pas possible, car la troisième équation est très compliquée et d'ailleurs inconnue. On résout le problème de la manière suivante. On détermine en divisant la première par la deuxième le rapport $\frac{T}{D} = C$ et l'on cherche la valeur de T qui fait prendre à $f(T)$ c'est-à-dire à $\frac{T}{D}$, cette valeur C . Or, si la forme de la fonction $f(T)$ est inconnue, les différentes valeurs qu'elle acquiert pour les différentes valeurs de T sont connues; on peut les déduire de la table de corrélation entre les titres et les densités.

Cette recherche n'est pas longue : 1° parce que l'on peut compléter, une fois pour toutes, la table en y faisant figurer les rapports $\frac{T}{D}$ et 2° parce que les rap-

ports $\frac{T}{D}$ croissent constamment de 0 à $\frac{100}{0,794}$ et qu'il est facile de trouver des limites entre lesquelles se trouve comprise la valeur de C qui doit satisfaire à l'équation et qu'il est très facile de resserrer ces limites.

CAS PARTICULIERS, ALCOOL ET EAU. — I. Si on mélange de l'alcool avec de l'eau, les équations se simplifient un peu, puisque $t' = 0$ et $d' = 1$.

II. *Cas des spiritueux.* — Les spiritueux qui contiennent des alcools à peu près de même titre, subissent, lorsqu'on les mélange, des contractions négligeables. On a alors

$$v + v' = V$$

ce qui fournit une troisième équation qui permet la résolution numérique du système d'équations.

III. Dans le problème du mouillage, on peut remplacer l'équation des volumes d'alcool $vt + v't' = VT$ par, une équation exprimant les poids d'alcool, soit p et p' les titres en poids des alcools que l'on mélange, on a alors, si P est le titre du mélange

$$vdp + v'd'p' = VDP$$

On trouve les valeurs de p , p' dans les tables de Fownes.

CHIMIE DES PRINCIPES IMMÉDIATS INTERVENANT EN DISTILLERIE

Nous allons commencer l'étude chimique des éléments jouant un rôle dans la fabrication des mouts de distillerie comme constituant des matières premières. Nous

ne poursuivrons cette étude qu'à notre point de vue spécial, en ne donnant que les propriétés intéressantes et, en particulier, celles qui servent à l'établissement des méthodes d'analyse.

Ces substances sont ou minérales ou organiques.

MATIÈRES MINÉRALES

Dans les matières premières de la distillerie on trouve un certain nombre d'éléments minéraux tels que silice, acides sulfurique, chlorhydrique, nitrique, phosphorique, potasse, soude, chaux, magnésie, fer, alumine.

On a signalé dans les mélasses le titane et la lithine.

Nous ne nous occuperons pas autrement de ces corps aux propriétés bien connues, et nous passerons de suite aux corps organiques.

SUBSTANCES ORGANIQUES

Les substances qui vont nous occuper sont pour la plupart à côté de sucres, d'amidon, de dextrines, de cellulose, en d'autres termes à côté d'hydrates de carbone, soit des acides, soit des matières grasses, soit des matières azotées.

Comme l'étude de toutes ces substances entraîne l'usage de la lumière polarisée, je crois utile de débiter par quelques lignes sur cette question,

Polarisation rotatoire.

Supposons un miroir ordinaire M perpendiculaire au plan du papier. Imaginons un rayon lumineux SI tombant sur ce miroir dans le plan de la feuille et faisant un angle de $35^{\circ}25'$ avec la normale IH . Ce rayon se réfléchit suivant IA , d'après les lois ordinaires de la réflexion.

En un point A du rayon réfléchi élevons la perpendiculaire AP au plan d'incidence.

Nous formons ainsi un plan IAP perpendiculaire au plan SIH, et dans ce plan IAP, traçons la ligne AN faisant avec IA un angle de $35^{\circ}25'$. Au point A plaçons un miroir perpendiculaire à AN. Le rayon IA devrait se réfléchir en AR contenu dans IAP et en faisant un angle NAR de $35^{\circ}25'$. Il n'en est rien. Le rayon AR n'apparaît pas. On dit qu'il est *polarisé*.

Intercalons sur le parcours de IA une lame de quartz taillée perpendiculairement au grand axe. Immédiatement le rayon AR apparaît.

Supposons maintenant qu'on fasse tourner le plan IAP autour de IA servant de charnière. A un certain moment le rayon AR va de nouveau disparaître.

On peut donc considérer l'introduction du quartz comme ayant eu pour effet de faire tourner d'un certain angle la position du plan dans lequel le rayon AR est éteint.

Le plan IAP est appelé *plan de polarisation* et l'on dit que le quartz est doué du *pouvoir rotatoire*.

Ce phénomène a été étudié par Biot qui a énoncé la loi suivante :

L'angle de rotation est proportionnel à l'épaisseur du quartz et inversement.

Il faut remarquer dès à présent que tous les quartz n'agissent pas de la même façon sur la lumière polarisée. Pour les uns, la rotation a lieu vers l'avant, pour d'autres vers l'arrière du plan IAP. Il existe donc deux sortes de quartz, ceux qui dévient la lumière à droite de ce plan et ceux qui dévient la lumière à gauche.

Les premiers sont dits *quartz dextrogyres* et les seconds *quartz lévogyres*.

Le quartz n'est pas le seul corps possédant le pouvoir rotatoire. On a découvert qu'un grand nombre de matières organiques possèdent cette propriété.

Telles sont par exemple certaines solutions sucrées qui sont les unes douées du pouvoir rotatoire à droite et les autres à gauche ; pour les observer on les place dans des tubes fermés par 2 lamelles de verre et que l'on fait traverser par la lumière polarisée. L'angle de rotation est proportionnel à l'épaisseur et au poids de matière dans l'unité de volume.

On a eu l'idée d'appliquer ce phénomène à l'analyse des sucres.

Polarimètres.

Un polarimètre est un instrument de physique qui permet de produire la rotation du plan IAP pour observer l'effet des différentes substances sur la lumière polarisée et de mesurer cette rotation.

Au point de vue des mesures, on appelle *pouvoir rotatoire* d'une substance la rotation que cette substance ferait subir au plan de polarisation si elle avait l'épaisseur un et la densité un (poids de matière un , dans l'unité de volume).

Cette longueur unité est d'un décimètre pour les corps liquides et d'un millimètre pour les corps solides.

Cette définition nous permet de déterminer le poids d'un corps contenu dans une solution qu'on étudie au polarimètre, pourvu que le pouvoir rotatoire soit connu.

Désignons par A le pouvoir rotatoire, par p le poids de la matière soluble contenu dans 100 cm^3 de la solution, par l la longueur du tube polarimétrique.

Soit α la déviation donnée par le polarimètre pour une épaisseur l du liquide contenu dans le tube polarimétrique.

Je dis qu'il existe une relation entre A , p , α et l . En effet :

Puisque nous avons une déviation α pour une longueur

l , la déviation aurait été de $\frac{\alpha}{l}$ pour une longueur un .

D'autre part, nous avons un poids p dans un volume 100. Cela revient à dire que la substance possède une densité $\frac{p}{100}$. Cette densité nous fournit une déviation α .

Il est alors évident que si la densité avait été un , on aurait eu une déviation plus petite. La déviation aurait été

$$\frac{\frac{\alpha}{l}}{\frac{p}{100}} = \frac{\alpha \times 100}{p \cdot l}.$$

C'est là ce que nous avons désigné par A . On peut donc écrire :

$$A = \frac{\alpha \cdot 100}{p \cdot l}$$

formule fondamentale des polarimètres.

Remarques. — 1° Il faut remarquer ici que la déviation n'est pas la même pour les rayons des différentes couleurs du spectre.

La déviation en lumière blanche est représentée par α_J ; celle pour la lumière jaune par α_D et l'on a $\alpha_J > \alpha_D$.

Pour le sucre de canne :

$$\begin{aligned}\alpha_J &= 1,13 \alpha_D \\ \alpha_D &= 66^{\circ}50\end{aligned}$$

2° Remarquons également que α est un angle exprimé en degrés et minutes.

Or notre système de numération étant à base décimale nous devons avant d'introduire α dans les calculs l'exprimer en degrés et fractions décimales de degrés.

Par exemple $\alpha = 10^{\circ}27'$ correspond à $10^{\circ}45$ centièmes. C'est ce dernier nombre qu'il faudra introduire dans les formules.

Saccharimètres.

On a eu l'idée de construire un appareil qui au lieu de donner la rotation du plan de polarisation donne le p. 100 de sucre contenu dans une solution. La graduation porte au lieu de degrés des titres en sucre. Ces appareils portent le nom de *saccharimètres*.

Les saccharimètres français sont gradués de la façon suivante :

En interposant dans un polarimètre une lame de quartz de 1 mm d'épaisseur on obtient une déviation de $21^{\circ}40' = 21^{\circ}66$ centièmes. Sur un saccharimètre on inscrit 100 au lieu de $21^{\circ}40$. Donc 1° polarimétrique vaut $\frac{100}{21,66}$ degrés saccharimétriques (en réduisant 40 minutes en centièmes de degré).

Voyons maintenant comment on se sert du saccharimètre pour trouver le p. 100 de sucre contenu dans une solution.

On commence par peser un poids de sucre brut qu'on appelle *poids normal* et qui vaut 16 gr 29⁽¹⁾. Je suppose que l'échantillon à essayer soit en sucre pur au titre de s p. 100. Il contient donc une quantité

$$s \times 0,1629$$

de sucre pur.

Je dissous cette quantité de sucre dans 100 cm³ d'eau. Je remplis le tube polarimétrique avec une partie de la solution.

(1) M. Pellat en se préoccupant du poids de l'air et des dilatations a calculé le nombre 16, 275.

Supposons qu'on opère avec un polarimètre proprement dit. La déviation est donnée par la formule :

$$A = \frac{\alpha \cdot 100}{lp}$$

où A est 66°50 et α l'inconnue. On a donc :

$$66^{\circ}50 = \frac{\alpha \cdot 100}{2 \cdot s \times 0,1629}$$

d'où

$$\alpha = \frac{66,50 \times 2 \times 0,1629s}{100}$$

Supposons qu'au lieu de faire la lecture au polarimètre on l'ait faite au saccharimètre, on aurait lu un nombre β plus grand que α tel que

$\beta = \frac{\alpha \cdot 100}{21,66}$ puisque 100° et 21°66 sont les expressions de la même déviation du quartz avec les 2 unités du saccharimètre et du polarimètre. En remplaçant α par sa valeur

$$\beta = s$$

Le nombre lu sur l'échelle saccharimétrique donne donc le p. 100 en sucre contenu dans la solution.

Le nombre 16,29 a été calculé de façon que le numérateur de s soit égal au dénominateur. C'est en effet à cette seule condition que le numéro lu sur l'échelle saccharimétrique donne le p. 100 en sucre.

Mais nous pouvons supposer qu'on ait employé le saccharimètre en ne prenant pas un poids de 16 gr 29.

Par exemple en partant de 100 gr de matière; alors on ne lit pas β mais β' . Cette lecture β' se rapporte à 100 gr.

Pour 1 gr on aurait lu $\frac{\beta'}{100}$ et si on avait pris 16,29 on

aurait lu

$$\frac{\beta'}{100} \times 16,29$$

donc

$$s = \beta' \times 0,1629.$$

Ces formules exigent quelques remarques :

1° Le poids normal 16,29 a varié avec les époques. On voit en effet qu'il dépend du pouvoir rotatoire attribué au sucre.

2° Le poids normal dépend de la mesure des volumes. Le chiffre 100 qui se trouve en dénominateur dans l'équation (1) représente des centimètres cubes.

Malheureusement, en France et en Allemagne, pour les mesures de physique courante on ne comprend pas le centimètre cube de la même façon.

En France, le centimètre cube est le volume de 1 gr d'eau distillée pesée à 4° dans le vide.

En Allemagne, c'est le volume de 1 gr d'eau distillée pesé à 17°5 dans l'air.

Il y a donc dans ce cas deux causes d'erreur dues à la température et la poussée. De fait 1 cm³ des instruments allemands vaut 1 cm³ 002 des instruments français (4).

Cas d'un sucre quelconque.

Admettons maintenant que pour faire l'analyse d'un *sucre quelconque* on emploie le saccharimètre. Supposons qu'on connaisse le pouvoir rotatoire A et que la solution contienne s p. 100 du sucre.

(4) Il est question d'unifier la saccharimétrie. Le poids normal serait de 26 gr. pesés dans l'air avec des poids de laiton et portés à 100 cc métriques mesurés à 20° C.

Si on effectuait la lecture au polarimètre, l'angle lu serait donné par

$$A = \frac{\alpha \cdot 100}{2s \times 0,1629}$$

d'où

$$\alpha = A \frac{2 \times 0,1629}{100} s.$$

En faisant la mesure au saccharimètre, on aurait

$$\beta = \frac{100 \cdot \alpha}{21,66} = \frac{100}{21,66} \cdot A \cdot 2 \cdot \frac{0,1629}{100} s.$$

Nous avons vu que par hypothèse dans un saccharimètre

$$21,66 = \frac{66,5 \times 2 \times 16,29}{100} = 66,5 \times 2 \times 0,1629$$

d'où

$$= \frac{A \cdot 2 \times 0,1629 \times s}{66,5 \times 2 \times 0,1629}.$$

et

$$\beta = \frac{A}{66,5} \times s.$$

Donc si l'on prend le saccharimètre pour un sucre *q c q* autre que le sucre de canne le p. 100 sera donné par

$$s = \frac{\beta 66,5}{A} \text{ au lieu de } s = \beta.$$

Si au lieu de partir du poids 16,29 l'on part du poids 100 l'on trouvera pour *s*

$$\frac{\beta' \times 0,1629 \times 66,5}{A}.$$

Cas d'un mélange de sucres.

Le polarimètre ou le saccharimètre peuvent être utilisés pour faire l'analyse d'un mélange de sucres, mais l'analyse ne peut être faite complètement. Ces instruments peuvent donner au moins une équation entre les quantités de sucre en présence. Cette relation provient du principe suivant :

Quand des corps mélangés sont en solution, ils agissent sur la lumière polarisée comme s'ils étaient seuls, c'est-à-dire comme s'ils occupaient tout le volume. La déviation lue est la somme des déviations qu'aurait données chacun des corps supposés seuls.

1° *Emploi du polarimètre.* — Je suppose que dans le mélange on ait des corps dont les pouvoirs rotatoires soient A, A', A'' ... et que la solution en contienne des quantités q, q', q'', ... par 100 cm³.

Le corps de pouvoir rotatoire A étant supposé seul donnera une rotation

$$\alpha = \frac{l}{100} \cdot A q.$$

Nous aurons de même pour les autres sucres

$$\alpha' = \frac{l}{100} A' q'$$

$$\alpha'' = \frac{l}{100} A'' q''.$$

La déviation totale D est la somme des déviations partielles

$$D = \alpha + \alpha' + \alpha'' + \dots = \frac{l}{100} \left[Aq + A'q' + A''q'' + \dots \right]$$

D est observé au polarimètre.

Exemple. — Dans 100 cm³ d'eau, on a mélangé 30 gr de saccharose et 10 gr de glucose. Quelle est la déviation ?

Nous aurons :
pour la saccharose

$$\alpha = \frac{l}{100} \times 66,50 \times 30$$

pour la glucose

$$\alpha' = \frac{l}{100} \times 53 \times 10$$

d'où

$$\begin{aligned} D = \alpha + \alpha' &= \frac{l}{100} \left[66,50 \times 30 + 53 \times 10 \right] \\ &= l \times 25,85 \end{aligned}$$

si

$$\begin{aligned} l &= 2 \\ D &= 50^{\circ}5 = 51^{\circ}30'. \end{aligned}$$

2° *Par le saccharimètre.* — Soient $s s' s'' \dots$ les p. 100 de chaque sucre du mélange.

Nous aurons

$$\beta = \frac{A}{66,5} s$$

$$\beta' = \frac{A'}{66,5} s'$$

d'où

$$B = \beta + \beta' + \dots = \frac{A s + A' s' + \dots}{66,5}$$

Or B est donné par le saccharimètre.

Si on opère sur un poids 100 au lieu d'opérer sur un poids 16 gr 29 on aura

$$B' = \frac{A s + A' s' + \dots}{66,5 \times 0,1629}.$$

Revenons à l'étude des principes immédiats.

Hydrates de carbone.

Sucres.

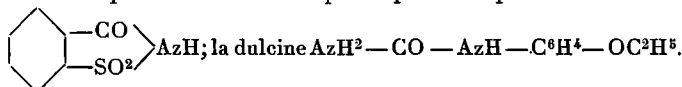
En chimie, on désigne sous le nom de *sucres* toute substance ayant les mêmes fonctions chimiques que quelques substances réellement sucrées comme la saccharose, la glucose, la mannite (1).

Au point de vue chimique, nous devons distinguer deux catégories.

La première classe comprend les sucres qui, traités par un acide étendu ne se dédoublent pas en d'autres sucres de condensation moindre en carbone. Exemple : la glucose.

La seconde classe comprend les sucres qui sous l'action des acides étendus se dédoublent en deux ou plusieurs sucres de condensation moindre en carbone. Exemple : le sucre de canne. Traité par HCl étendu il se dédouble, *s'invertit* en glucose et lévulose.

(1) Il est des substances réellement sucrées qui ne sont pas des sucres au point de vue chimique : par exemple la saccharine



On trouve dans certaines plantes, telles que le haricot vert, des sucres de la série aromatique : par exemple l'inosite $(\text{CHOH})_6$ en cristaux efflorescents.

En distillerie, on rencontre un certain nombre de ces sucres.

Dans le premier groupe : la mannite, la xylose, la glucose, la galactose, la glutose, la lévulose, la mannose...

Dans le second groupe : la saccharose, la maltose, la lactose, la raffinose....

Étudions rapidement ces différents sucres :

Première classe. — Sucres indédoublables.

Sucres non réducteurs.

Mannite. — Elle a pour formule $\text{CH}^2\text{OH} (\text{CHOH})^4 \text{CH}^2\text{OH}$, elle a été découverte en 1806 par Proust dans la manne de frêne. Elle est généralement cristallisée en prismes, orthorhombiques soyeux, solubles dans l'eau et l'alcool, insolubles dans l'éther, fusibles à 166° . Elle est douée d'un pouvoir rotatoire lévogyre très faible.

Quand on ajoute à une solution de mannite du borax, on obtient un éther qui dévie à droite le plan de polarisation.

La mannite ne fermente pas directement. Elle n'offre d'intérêt en distillerie que parce qu'elle apparaît dans certaines mauvaises fermentations.

Elle ne réduit pas la liqueur de Fehling. Les groupements caractéristiques de sa formule ne sont pas en effet des groupements réducteurs.

Elle est oxydée par l'eau de brome qui la transforme en un aldéhyde correspondant, la mannose (CH^2OH). $(\text{CHOH})^4$. CHO que l'hydrogène naissant retransforme en mannite.

Cet aldéhyde réduit la liqueur de Fehling.

Caractère analytique. — La mannite traitée par l'aldéhyde benzoïque donne, en présence de SO^4H^2 , un composé d'addition qu'on peut isoler facilement.

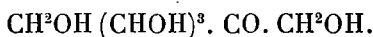
Sorbite. — Existe dans les sorbes, dans la poire (8/1 000), les pruneaux (7/1 000) et la plupart des fruits de la famille des rosacées. Donne un composé caractéristique avec l'aldéhyde benzoïque en présence de l'acide sulfurique.

Sucres réducteurs.

Abstraction faite de l'arabinose, la xylose et la lévulose, tous les autres sucres de ce groupe qui nous intéressent répondent à la formule :



La xylose est un sucre aldéhydique en C⁵ et la lévulose un composé acétonique qui répond à la formule :



Tous ces sucres réduisent les sels métalliques en solution et en particulier la liqueur de Fehling, le nitrate d'argent ammoniacal, les sels de bismuth et de mercure. Ils ont tous une propriété commune : quand on les traite par l'hydrogène naissant, les groupements aldéhydique COH ou acétonique CO fixent l'hydrogène qui les transforme en CH²OH ou CHOH, de sorte que les sucres qui étaient réducteurs se transforment alors en d'autres sucres non réducteurs : la xylite provient de la xylose, la mannite de la mannose, la dulcité de la galactose, la sorbite de la glucose. La lévulose donne sorbite et mannite.

Ils se combinent tous avec la phénylhydrazine.

Avec une molécule de réactif on a une hydrazone + H²O.

Avec deux molécules, on a une osazone + H²O + H². Il y a toujours une osazone commune à deux sucres aldéhydiques et à un sucre cétonique.

Ces hydrazones et osazones sont souvent caractéristiques.

Caractères analytiques. — En général, les réactifs appartiennent à la classe des phénols.

La *phloroglucine* (poudre blanche) versée à l'état de poussière dans un tube où se trouve bouillant un mélange d'un de ces sucres dissous dans peu d'eau et d'un volume égal d'acide chlorhydrique fumant donne une coloration. Si l'on veut que la coloration persiste il faut refroidir.

Avec la xylose on obtient une coloration rose particulièrement importante : Quand on envoie sur un prisme un rayon de lumière blanche on obtient un spectre. Si, sur le trajet de la lumière, on interpose avant le prisme ce liquide rose, on obtient un spectre à bandes d'absorption particularisé par deux lignes noires dans la région DE (vert). Ces bandes caractérisent la xylose.

Avec la glucose, la galactose, la lévulose, on obtient une coloration jaune brun non caractéristique et ne donnant pas de bandes d'absorption.

Le *naphtol* α est aussi un réactif important. Si, dans un tube où se trouvent deux volumes de SO^4H^2 , on verse sans agiter un volume d'une solution de sucre à laquelle on a ajouté quelques gouttes d'une solution alcoolique de *naphtol* α , on voit apparaître une coloration rouge précédée d'une coloration verdâtre à la tranche de contact.

Le *thymol* donne également des colorations rouges. Ces colorations ne persistent pas quand on les chauffe.

Xylose, $\text{C}^5\text{H}^{10}\text{O}^5$. — Sucre tiré de la paille ou du bois, et qui se trouve également dans les mélasses, il est doué du pouvoir rotatoire

$$\alpha_D = + 18^\circ.$$

Si on prend de la xylose, qu'on la dissolve et qu'on

LÉVY. — Les mûts et les vins.

5

mesure son pouvoir rotatoire, le nombre sera plus grand que celui qu'on trouvera en refaisant l'opération quelques jours après ($\alpha_D = 18^\circ$).

Ce phénomène est le phénomène de la *multirotation* dont il faut se défier dans les analyses par voie polarimétrique. Chauffée avec de l'acide chlorhydrique, la xylose donne un produit appelé furfurol, aldéhyde huileux et nauséabond qui a pour caractère essentiel d'être coloré en rouge foncé par l'acétate d'aniline. La xylose ne paraît pas fermentescible.

Arabinose, $C^5H^{10}O^5$. — Sucre existant dans les matières pectiques de la betterave et tiré de la gomme de cerisier et d'autres gommés, il est doué du pouvoir rotatoire $+ 105^\circ 4$; mais, immédiatement après solution celui-ci est $+ 156^\circ$. Son pouvoir réducteur est égal ou un peu supérieur à celui de la glucose.

Glucose. — Elle s'obtient soit en saccharifiant l'amidon par les acides, soit en invertissant la saccharose et faisant cristalliser dans l'alcool.

Elle cristallise à l'état anhydre dans l'alcool chaud et avec une molécule d'eau, dans l'eau.

Traitée par l'acide nitrique, elle donne l'acide saccharique soluble dans l'eau et l'alcool.

Le pouvoir rotatoire d'une glucose impure se détermine assez difficilement. Certaines matières étrangères, comme le sous-acétate de plomb, sans avoir par elles-mêmes un pouvoir rotatoire, agissent par leur présence surtout sur les impuretés et rendent assez difficile la détermination du pouvoir de la glucose impure.

La glucose présente à un haut degré le phénomène de la multirotation. Récemment dissoute, elle a un pouvoir rotatoire de 106° . C'est une première variété de glucose (α). Si on prend une solution de glucose, si on l'évapore

ou qu'on la traite soit par la potasse, soit par l'alcool à 60°, ou qu'on attende huit heures à 15° ou trente heures à 0°, le pouvoir rotatoire se trouve égal à 52°5. Ce pouvoir rotatoire dépend de la concentration. Si le liquide contient en poids p pour cent de sucre, le pouvoir rotatoire est donné par la formule

$$\alpha_D = 52^{\circ}5 + 0,018796 p + 0,00517 p^2.$$

La glucose ainsi obtenue constitue une seconde variété (β). Une troisième variété (γ) s'obtient en prenant de la glucose ordinaire et en la chauffant à 90°. Elle perd son eau et n'est plus fusible qu'à 196°, et recristallisable qu'à 110°. Dissolvons cette glucose fondue et prenons son pouvoir rotatoire. Il est égal à 22°5.

Caractères analytiques. — La glucose réduit les sels métalliques et en particulier la liqueur de Fehling, le sous-nitrate d'argent ammoniacal et les sels de bismuth.

Il existe un réactif spécial, celui de Barfeld (1), formé par une solution d'acétate de cuivre dans de l'eau acidulée d'acide acétique. Ce qui donne une importance toute particulière à ce réactif, c'est qu'il n'est réduit ni par la maltose, ni par la lactose, qui réduisent la liqueur de Fehling.

En traitant une solution de glucose par de la soude et du ferricyanure de potassium on obtient une coloration jaune vert (2).

Une solution d'indigo est décolorée par la glucose additionnée d'un alcali.

Une solution de bleu de méthylène au 1/1 000 est décolorée en présence de soude et de glucose.

(1) 1,66 gr d'acétate dans 100 cm³ d'eau + 2,5 cm³ d'acide acétique à 38 p. 100.

(2) Proportions, 0,0005 gr glucose, 0,0005 gr ferricyanure, 0,06 gr soude, 1 cm³ eau.

En chauffant, une solution alcaline d'acide picrique donne une coloration rouge-sang.

En traitant à l'ébullition le nitroprussiate de soude (0,05 gr) additionné de soude (1 cm³) par une solution de glucose, on obtient une coloration orange ou brun rouge.

Dosages. — Une première méthode empirique est la suivante :

On prend une solution de glucose et on la mélange avec une quantité déterminée d'une soude titrée ; on

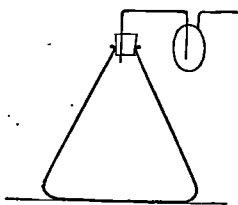


Fig. 6.
Appareil Hayduck pour le dosage
du sucre par fermentation.

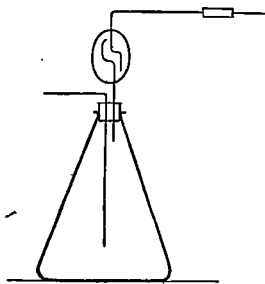


Fig. 7.
Appareil Bauer pour le dosage
du sucre par fermentation.

chauffe, le mélange brunit. Cette coloration est due aux acides qui se sont formés aux dépens de la glucose. On pousse la réaction jusqu'à obtenir une teinte type. Les acides formés ont dû neutraliser une partie de la soude. On dose alors la quantité de soude restant dans le liquide et par différence la quantité disparue. Du nombre trouvé on déduit la quantité de glucose.

Une seconde méthode est celle de la liqueur de Fehling sur laquelle nous reviendrons plus loin en détail.

Une troisième consiste à faire fermenter la glucose. On obtient ainsi de l'alcool et un dégagement de gaz carbonique. On peut ou : 1° évaluer la perte de poids due au

dégagement de CO^2 (en retenant l'eau dans des appareils spéciaux tels que ceux représentés aux figures 6 et 7); ou 2° recueillir CO^2 préalablement desséché; ou 3° doser l'alcool. Des nombres obtenus on déduit la quantité de glucose, mais ils dépendent de la nature de levure employée.

100 gr de glucose donne environ 61,15 cm^3 d'alcool et 46,36 gr de CO^2 .

Galactose. Sucre réducteur obtenu en invertissant la lactose du lait, laquelle se dédouble en galactose et glucose. On obtient la galactose par cristallisation, elle fond à 140°, est insoluble dans l'alcool et l'éther. Récemment dissoute a le pouvoir rotatoire $\alpha_D = 140^\circ$. Ce pouvoir rotatoire tombe à 81°60 par le temps, le chauffage, l'addition d'alcool.

La galactose chauffée à 100° pendant trois heures avec un alcali se transforme partiellement en glucose. Elle fermente facilement.

Remarque. — Chauffée avec l'acide nitrique, la galactose donne un acide bibasique de formule



C'est l'acide mucique insoluble dans l'eau et l'alcool. Cela distingue de la glucose qui donne un acide de même genre mais soluble.

Mannose. — On l'obtient en faisant agir un alcali sur la glucose ou la lévulose. Se trouve dans les mélasses de cannes. Sa véritable préparation consiste à invertir les hydrates de carbone des graines à album corné (Corrozzo) et à la séparer par cristallation.

Corps amorphe $\alpha_D = + 15^\circ$. Soluble dans l'eau, l'alcool; insoluble dans l'éther. Fermente assez facilement. Son hydrazone, peu soluble, sert à son dosage.

Glucose. — Mal connue. Existe dans les mélasses de cannes où elle constitue une cause d'erreur dans les analyses polarimétriques.

Levulose. — Se prépare en traitant la saccharose par un acide étendu. On obtient de la glucose et de la lévulose. La glucose est éliminée par cristallisation. Pour obtenir la lévulose on la combine à de la chaux. Le lévulosate de chaux se précipite à froid (-5°). On le décompose ensuite par CO^2 .

Cristaux soyeux solubles dans l'alcool. $\alpha_D = -92^{\circ}$.

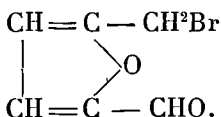
Le pouvoir rotatoire dépend de la température et de la concentration de la liqueur. Si p est le poids pour cent centimètres cubes, p étant inférieur à 40, t étant inférieur à 40, on a

$$\alpha_D = - [101,38 - 0,56 t + 0,108 (p - 10)].$$

Fermente très facilement.

Caractères analytiques. — Elle agit sur la liqueur de Fehling, etc. Tandis que les sucres précédents, tels que la glucose, donnent, par l'eau de brome, un acide par simple fixation d'oxygène, la lévulose se disloque et donne de l'acide oxalique, de l'acide glycolique et du bromoforme à odeur caractéristique.

La lévulose et les corps qui en donnent par l'action des acides, traités par l'acide bromhydrique donnent une coloration pourpre intense, qui, en liqueur, neutralisée au carbonate de soude et extraite à l'éther, donne des prismes jaunes de ω -bromométhylsulfurof



La glucose n'a pas cette réaction.

Sorbose. — C'est un sucre qui se forme de la sorbite sous des influences bactériennes et que l'on a des raisons de considérer comme très voisin de la lévulose ; son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -43^{\circ}4$.

Deuxième classe : Sucres dédoublables.

Cette classe comprend les sucres dédoublables sous l'action des acides étendus.

Les principaux sucres dédoublables dont nous aurons à nous occuper en distillerie sont les suivants :

La saccharose, la maltose, la lactose, la raffinose, la mélibiose ; mais il en est quelques autres dont il faut dire un mot.

Saccharose, $C^{12}H^{22}O^{11}$. — La saccharose est un corps soluble dans l'eau ⁽¹⁾ et l'alcool étendu, insoluble dans l'alcool absolu et l'éther. Par inversion, elle donne de la glucose et de la lévulose en fixant H^2O



Son pouvoir rotatoire est $\alpha_D = 66,5$ ⁽²⁾.

Traitée par l'acide nitrique, elle s'invertit tout d'abord puis elle tend à s'oxyder. Si on opère avec de l'acide de densité 1,25 et à une température inférieure à 50° on obtient surtout de l'acide saccharique CO^2H $(CHOH)^4$. CO^2H . A une température plus élevée l'acide saccharique se transforme en acide oxalique, qui, en présence de la chaux, donne un précipité d'oxalate de chaux insoluble. De là un moyen de caractériser la saccharose.

⁽¹⁾ Il y a contraction ; la chaleur spécifique d'une solution de sucre à n p. 100 est $1 - 0,0044n$.

⁽²⁾ Pour tenir compte des températures, les rotations saccharimétriques à 20° et à t° doivent être reliées par la relation $R_{20} = R_t (1 + 0,00037 (t-20))$.

Traitée par un mélange oxydant de $\text{SO}^4\text{H}^2 + \text{MnO}^2$, la saccharose s'oxyde et donne un composé encore plus simple, l'acide formique H.COOH .

Une réaction intéressante et en même temps caractéristique est celle obtenue par l'emploi d'un sel de cobalt. Si l'on prend une solution de saccharose et qu'on y ajoute un peu de soude et deux ou trois gouttes d'un sel de cobalt, le mélange prend une couleur améthyste.

La saccharose ne réduit pas la liqueur de Fehling directement, mais elle la réduit après inversion puisqu'il se forme de la glucose et de la lévulose; on ne doit faire l'essai qu'après neutralisation de l'acide ayant servi à l'inversion, car, sans cela, il y a une décoloration de la liqueur de Fehling produite non pas par la glucose ou la lévulose, mais par l'acide.

Le sucre inverti possède le pouvoir rotatoire puisqu'il est le mélange de deux sucres qui le possèdent. Nous avons vu que lorsque l'on fait une analyse d'un mélange de sucres au polarimètre, la déviation lue est la somme des déviations dues à chacun des sucres considéré comme seul.

Par application de cette règle, l'inversion de 342 gr de sucre devrait produire la rotation d'un mélange de 180 gr de glucose et de 180 gr de lévulose.

C'est-à-dire, en supposant la température de 20° et les dilutions convenables

$$\frac{52,5 \times 180 \times 2}{V} - \frac{91,2 \times 180 \times 2}{V} = - \frac{360}{V} 38,7.$$

Ce qui ferait pour le pouvoir rotatoire du sucre inverti (360 gr)

$$A = - \frac{\frac{360}{V} \times 38,7 \times V}{2 \times 360} = - \frac{38,7}{2} = - 19,35,$$

et pour le pouvoir rotatoire du sucre primitif mais mesuré inverti (342 gr)

$$\Lambda' = - \frac{\frac{360}{V} \times 38,7 \times V}{2 \times 342} = - 1,05 \times \frac{38,7}{2} = - 20,38.$$

On adopte ordinairement le chiffre

$$- [20,1 - 0,3 (t - 20)]$$

qui pour $t = 20$ donne $- 20,1$, mais qui se rapporte ici à 360 gr de sucre inverti. Cette différence ne peut s'expliquer que de deux manières, ou bien il y a des réactions spéciales dans l'inversion, ou bien le chiffre admis pour la lévulose au lieu d'être $- 91,2$ est $- 95,7$.

La saccharose ne fermente pas directement. Elle ne fermente qu'après inversion. Cependant, en mettant certaines races de levure dans une solution de saccharose la fermentation se produit. Cela tient à ce que dans ce cas la levure secrète une diastase qui invertit la solution et produit ainsi les sucres dont elle a besoin pour vivre.

M. Bourquelot a basé sur cette propriété de la diastase de la levure, une méthode de dosage fort élégante : il détruit les diastases qui peuvent persister, par de l'alcool fort ; il évapore cet alcool, puis ajoute de la diastase invertissante. L'étude du mélange inverti donne une ou deux relations pouvant conduire à la connaissance des éléments du mélange où se trouve la saccharose.

Comme 342 gr de saccharose fournissent 360 gr de glucose et lévulose, on doit admettre que 100 kg de saccharose doivent fournir $\frac{360}{342} \times 61,15 \text{ l} = 64,7$ litres d'alcool et $\frac{360}{342} \times 46,36 \text{ kg} = 49,08$ kg d'acide carbonique.

Maltose, $C^{12}H^{22}O^{11}$. — La maltose est un sucre dédoublable mais qui néanmoins peut réduire directement la liqueur de Fehling (non celle de Barfeld). Elle donne avant inversion une osazone.

La maltose se produit en saccharifiant l'amidon par la diastase du malt.

Elle cristallise en aiguille. Elle est soluble dans l'eau et l'alcool ; insoluble dans l'éther. Son pouvoir rotatoire $\alpha_D = + 140^\circ$.

Invertie par SO^4H^2 , elle se dédouble en deux molécules de glucose.

La maltose ne se colore pas en bleu par l'iode. Elle fermente très bien par la levure de bière.

Tréhalose. — Est un sucre que la betterave et beaucoup de moisissures produisent. Sa formule en fait un isomère de la saccharose mais que l'inversion transforme comme la maltose en deux molécules de glucose ; mais, même après trente-sept heures à 70° l'inversion est incomplète. Cristallise dans l'eau ; fond vers 95° , cristallise avec $2H^2O$. Son pouvoir rotatoire cristallisé est $\alpha_D = + 178^\circ 3$.

Mélibiose. — Voir plus loin, à la suite de la raffinose.

Lactose $C^{12}H^{22}O^{11}$. — Elle est tirée du petit lait. Elle cristallise en prismes orthorhombiques. Elle est soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool et l'éther. $\alpha_D = + 52^\circ$. Ce pouvoir rotatoire est exalté par le formol. Elle réduit le fehling avant inversion.

Par inversion, on obtient une molécule de glucose et une de galactose. Avant inversion elle donne une osazone.

Une réaction intéressante et qui dépend de sa constitution est la suivante :

Quand on la traite par AzO^3H étendu on obtient de l'acide saccharique et de l'acide mucique insoluble.

Ce caractère permet de la distinguer de la maltose.

Raffinose $\text{C}^{18}\text{H}^{32}\text{O}^{16}$. — Elle se trouve surtout dans les mélasses de betterave et de canne.

En s'invertissant elle fixe trois molécules d'eau et donne trois groupements $\text{C}^6\text{H}^{12}\text{O}^6$ différents. L'un est de la glucose, un autre de la galactose et le dernier de la lévulose. Mais il y a ici quelque chose de particulier. Si l'on fait agir l'eau acidulée pendant un temps très court, l'inversion complète n'a pas lieu. Il n'y a fixation que d'une molécule d'eau et formation d'une molécule de lévulose $\text{C}^6\text{H}^{12}\text{O}^6$ et d'une molécule $\text{C}^{12}\text{H}^{22}\text{O}^{11}$, la mélibiose qui, comme la lactose, donne par inversion un mélange de glucose et de galactose. Ce n'est que si l'on pousse plus loin l'inversion que la mélibiose s'invertit à son tour.

La raffinose cristallisée avec 5 molécules d'eau a alors un pouvoir rotatoire $\alpha_D = + 104^\circ$ (poids moléculaire $504 + 90 = 594$).

Lorsqu'on invertit la raffinose, elle fixe deux molécules d'eau, son pouvoir rotatoire est alors $58,3$ (pour un poids moléculaire 540). En admettant le poids moléculaire 594 le pouvoir rotatoire est 53 .

La raffinose fermente complètement par les levures basses, les levures hautes l'invertissent en lévulose qui fermente et en mélibiose qui ne fermente pas.

Cette mélibiose cristallise avec $2\text{H}^2\text{O}$, fond à 86° , est très soluble dans l'eau et l'alcool méthylique mais non dans l'alcool ordinaire; son pouvoir rotatoire, cristallisée avec $2\text{H}^2\text{O}$ est $\alpha_D = + 129^\circ 38$.

Gentianose. — Dans ces derniers temps, MM. Bourquelot et Hérissé ont vu que le sucre de la gentiane est un sucre dédoublable par faible inversion en lévulose et gen-

tianose laquelle à son tour s'invertit en deux molécules de glucose.

C'est donc un sucre dédoublable en trois molécules, comme la raffinose.

Glucosides.

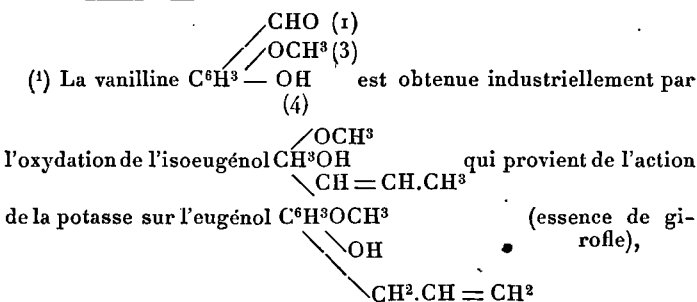
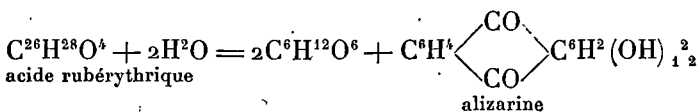
Il convient de rattacher aux sucres des produits mixtes qui par inversion donnent une substance non sucre et un sucre (qu'on a jusqu'à présent pris pour de la glucose parce qu'en général on n'a pas songé à l'examiner par les méthodes actuelles).

Parmi ceux qui nous intéressent plus ou moins, citons :

1° L'amygdaline des amandes amères que les acides ou un enzyme l'émulsine scinde en HCy, glucose et aldéhyde benzoïque.

2° La coniférine provenant du sucre cambial des conifères et qui se scinde en glucose et alcool coniférylique qui par oxydation donne de la vanilline (1).

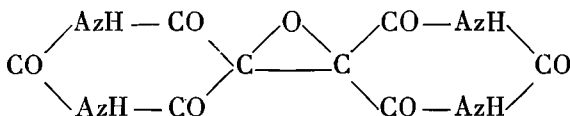
3° Les glucosides de la garance qui par inversion donnent de la glucose et des matières colorantes



elle existe dans le jus de betterave.

la purpurine $C^6H^4(CO)^2C^8H(OH)_{12}$, est sans doute dans la garance sous un état analogue.

4° La vicine, glucoside qui existe dans la betterave, résultant de la combinaison d'un sucre avec l'alloxanthine (produit de la réaction de l'acide nitrique sur l'acide urique)



Qui par l'ammoniaque donne la coloration rouge de la murexide.

Analyse des Sucres.

Liqueur de Fehling.

La liqueur de Fehling est un mélange qui contient du tartrate double de potasse et de soude, un excès de potasse et du sulfate de cuivre.

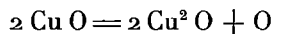
Ordinairement on met par litre :

Lorsqu'il s'agit de la glucose 34,64 gr de $SO^4Cu + 5H^2O$.

Lorsqu'il s'agit de la saccharose 36,46 gr de $SO^4Cu + 5H^4O$.

Il y a du reste un grand nombre de formules de liqueur de Fehling.

Cette liqueur, portée à l'ébullition, est réduite par différents sucres. Cette réduction s'effectue sur l'oxyde cuivrique CuO qui se transforme en oxyde cuivreux Cu^2O



L'oxygène qui se forme se porte sur les sucres et les transforme en acides, Or, CuO dissous dans KOH est bleu tandis que Cu^2O est rouge et insoluble. Il en résulte que

la liqueur se décolore et qu'un précipité rouge apparaît au fond de l'appareil où a lieu la réduction.

La liqueur ne reste pas longtemps incolore, car Cu^2O se réoxyde à l'air, se transforme en CuO et se redissout.

Par la réduction de CuO , les sucres qui tendent à s'oxyder forment entre autres une série d'acides dont les formules sont les suivantes :

H. COOH	acide formique
$\text{CH}^2\text{OH. COOH}$	acide glycolique
$\text{CH}^2\text{OH. CHO. COOH}$	acide glycérique
.	

$\text{CH}^2\text{OH. (CHOH)}^4. \text{COOH}$ acide gluconique ou un isomère.

A chaque degré de combustion un groupement CHOH se détache en s'oxydant et donne comme terme limite l'acide formique H. COOH.

La réaction dépend de plusieurs conditions :

1° De la nature du sucre et n'exige pas le même poids des différents sucres même isomères. Par exemple la réduction s'effectuant avec 1 de glucose ne s'effectuera qu'avec 1,6 de maltose.

2° De la concentration de la liqueur sucrée. On ne trouve pas le même résultat dans deux opérations faites sur le même poids de glucose en partant pour la première d'une solution à $\frac{1}{2}$ p. 100 et pour la seconde d'une solution à 2 p. 100.

3° De l'influence de l'air, qui tend par lui-même à réoxyder l'oxydure, action contraire à la réduction par les sucres.

Il résulte de là que dans la pratique le dosage doit être effectué dans des vases de forme bien déterminée.

4° De la quantité de potasse contenue dans la liqueur de Fehling. Les différentes formules contiennent sensi-

blement la même quantité de cuivre, mais différent par la quantité de potasse.

Quand il y a peu d'alcali, la réduction s'opère avec une quantité de sucre moins grande parce que la potasse tend toujours à altérer plus ou moins par elle-même les sucres. L'action est peu sensible avec la glucose, mais elle prend de l'importance lorsqu'il s'agit, par exemple, de la maltose.

Il ya quelque chose d'analogue relativement au tartrate double de potasse et de soude. En augmentant la proportion de ce sel, la quantité de sucre à employer pour opérer la réduction est moindre.

5° De la durée de l'ébullition, car les sucres peuvent s'altérer plus ou moins par l'ébullition, en présence de la potasse. Indépendamment de cela la liqueur de Fehling chauffée trop longtemps peut se réduire d'elle-même. En voici la raison : au contact des parties très chaudes du ballon, l'acide tartrique se décompose et agit comme réducteur de l'oxyde de cuivre.

Il résulte de ces remarques que si l'on veut faire un dosage précis, il faut toujours opérer de la même façon. En effet un dosage par la liqueur de Fehling nécessite deux opérations :

1° On détermine le titre de la liqueur de Fehling dont on veut se servir en opérant sur un volume déterminé de liqueur et en faisant agir une solution sucrée de titre connu.

2° La liqueur de Fehling étant titrée on la fait agir sur le sucre de titre inconnu.

Il faut donc procéder de la même manière dans les deux opérations. Mais de ces deux opérations la première est faite une fois pour toutes et la deuxième se répète à chaque analyse. Il faut donc dans toutes les analyses procéder de la même manière que celle employée dans le titrage.

En outre, l'effet de la liqueur dépend, nous l'avons dit, de la concentration de la solution sucrée, la quantité de CuO réduit n'est donc pas proportionnelle à la quantité de sucre en solution. Pour opérer avec précision il faut donc non seulement titrer la liqueur pour une concentration en sucre déterminée, mais encore pour toutes les concentrations.

Les résultats de ces différents titrages sont résumés dans des tables qu'on n'a le droit d'employer qu'à la condition d'opérer les dosages d'après la méthode même des auteurs des tables qu'on doit utiliser.

Emploi de la liqueur de Fehling. Analyse rapide. — On peut l'employer dans une analyse rapide pour obtenir une première approximation. On en prend 10 cm^3 , on les fait bouillir et on ajoute goutte à goutte la solution sucrée provenant d'une burette graduée, jusqu'à décoloration. On note le volume de solution sucrée employée.

Même dans cette méthode approchée il faut se défier de l'effet de la concentration. C'est pour cela qu'il ne faut employer que des solutions à 0,5 p. 100 ou 1 p. 100 de sucre au plus.

Comme *a priori*, on ignore la concentration de la solution, on fait à tout hasard, un premier dosage qui donne une idée approximative de la concentration, et on dilue en conséquence.

Malgré la précaution de n'employer qu'une liqueur diluée, la méthode n'est qu'approchée :

1° Parce que la concentration varie dans le cours d'une analyse par suite de l'addition de la liqueur sucrée à la liqueur de Fehling.

2° Parce que les conditions d'ébullition sont mal déterminées.

3° Parce qu'il est très difficile de saisir exactement le moment où la décoloration est complète.

On améliore déjà la méthode en réglant les conditions de chauffage. Pour la glucose, on porte la liqueur de Fehling à la température d'ébullition et on l'y maintient par de légers chauffages.

Pour la maltose, on fait une forte ébullition.

Une deuxième amélioration est celle de Sohlet. On part de 50 cm³ de liqueur de Fehling équivalant à 0,25 gr de sucre et d'une liqueur sucrée voisine de 1 p. 100. On fait une série d'opérations successives avec 23, 24, 25, 26, 27..... cm³ de liqueur sucrée. On recherche à l'aide du ferrocyanure en liqueur acétique si dans chacune des opérations il reste du cuivre en solution. On s'arrête dès que le volume de sucre employé dans une opération est assez grand pour ne pas laisser de cuivre en solution, alors que l'opération précédente en contenait encore. Si cela a lieu pour 26 cm³, cela veut dire que 25 cm³ de liqueur sucrée ne contiennent pas 0,25 gr de sucre et que 26 cm³ en contiennent plus. Un litre de liqueur contient donc une quantité de sucre comprise entre $\frac{250}{25}$ gr et $\frac{250}{26}$ gr (erreur inférieure à 0,4 gr par litre).

Dans cette méthode on fait bouillir la glucose 2 minutes et la maltose 4 minutes.

Calcul de la teneur en sucre. — Pour tirer parti de la liqueur de Fehling il faut d'abord la titrer.

1° *Titration de la liqueur de Fehling.* — On pèse 0,5 gr de sucre candi pulvérisé et séché à l'étuve. On les dissout dans 100 cm³ d'eau. On inverse en chauffant avec quelques gouttes d'acide. On neutralise avec quelques gouttes de potasse.

Les 100 cm³ contiennent 0,5 gr $\times \frac{360}{342} = 0,5262$ gr de sucre inversé. On réduit 10 cm³ de la liqueur de Fehling

à titrer avec cette solution de sucre inverti. Soit n le nombre de centimètres cubes nécessaires ; 10 de Fehling correspondent à $n \times 0,005262$ gr de sucre inverti et par conséquent 0,05 gr d'inverti correspondent à $\frac{10 \times 0,05}{n \times 0,005262}$ de liqueur de Fehling.

On dilue de manière à ramener ce volume à 10 cm³ et l'on a alors une liqueur de Fehling dont 10 cm³ correspondent à 0,05 gr de sucre inverti (0,0475 gr de sucre avant inversion).

2° Pour tirer parti de la liqueur de Fehling il faut connaître le sucre que l'on doit doser. En effet lorsque

10 cm³ de Fehling correspondent à 0,05 gr d'inverti

ils correspondent à $0,05 \text{ gr} \times \frac{1}{1,022}$ de glucose.

» à $0,05 \text{ gr} \times \frac{1}{0,95}$ de lévulose.

» à $0,05 \text{ gr} \times \frac{1}{0,939}$ de galactose.

» à $0,05 \text{ gr} \times \frac{1}{0,623}$ de maltose.

» à $0,05 \text{ gr} \times \frac{1}{0,633}$ de lactose.

» à $0,05 \text{ gr} \times \frac{1}{0,664}$ de raffinose invertie⁽¹⁾.

» à $0,05 \text{ gr} \times \frac{1}{0,585}$ de mélibiose anhydre.

Ces nombres 1,022 ; 0,95 ; 0,623 ; 0,633 ; 0,664, sont dits les pouvoirs réducteurs par rapport au sucre inverti des différents sucres. On les désigne par la lettre r . Ce

(1) En supposant le poids moléculaire égal à celui de la raffinose cristallisée et hydratée à 5 molécules d'eau.

sont en définitive les quantités de Fehling que réduisent les poids des différents sucres identiques au poids de sucre inverti qui réduit 1 de Fehling.

Souvent on emploie des pouvoirs réducteurs plus grands que les précédents et désignés par R. Ce sont des quantités analogues rapportées à la quantité de maltose qui réduit 1 de Fehling. R est égal pour la glucose à 1,64, pour le sucre inverti à 1,6, pour la lévulose à 1,56, pour la lactose à 1,016, pour la raffinose invertie à 1,065, pour la mélibiose à 0,0935.

3° Ayant titré le Fehling, connaissant le pouvoir réducteur r d'un sucre et le volume n employé pour la réduction, on peut calculer la teneur par litre de la solution sucrée.

Si c'était du sucre inverti de même richesse, le volume n de ce sucre agissant sur 10 cm³ de Fehling contiendrait 0,05 gr d'inverti.

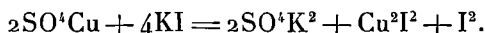
Mais puisque c'est un sucre réducteur de pouvoir r , le volume n contient $\frac{0,05}{r}$ gr de sucre et par suite le litre en

contient $\frac{0,05}{nr} \times 1\ 000 = \frac{50}{nr}$ gr.

Emploi de la liqueur de Fehling. Méthodes précises. — On emploie un excès de Fehling. On y ajoute une quantité de liqueur sucrée représentant un poids de sucre presque constant. On amène le volume total à être constant. On opère toujours dans la même sorte de vase. On fait bouillir un temps déterminé et on évalue le Fehling réduit, soit directement, soit en désalquant de la quantité primitive la quantité résiduelle. Pour se faire une idée du cuivre précipité, *Allihn* filtre la liqueur dans un entonnoir cylindrique garni d'amiante; après avoir filtré et lavé à l'alcool et à l'éther, il réduit le contenu de l'entonnoir par l'hydrogène et pèse le cuivre; *Mærker*,

après avoir recueilli le précipité sur un filtre en papier, et l'avoir lavé, le calcine et le pèse à l'état de CuO .

Quand on veut se faire une idée du cuivre résiduel on filtre le résidu, on l'acidule par 20^{es} de SO^4H^2 (1/2 volume d'acide, 1/2 volume d'eau); on y ajoute de l'iodure de potassium (10 cm^3 à 10 p. 100) ce qui donne lieu à la réaction



On voit qu'il y a autant d'atomes d'iode libre que d'atomes de Cu résiduel. On dose cet excès d'I à l'aide d'une liqueur titrée d'hyposulfite de soude (à 2 p. 100) en présence d'amidon soluble. Celui-ci se décolore au moment où tout l'iode a disparu. On peut aussi doser le cuivre résiduel par voie électrolytique.

Un autre procédé consiste à doser l'excès de cuivre dans la liqueur en la rendant ammoniacale et en ajoutant du cyanure de potassium; il se forme un cyanure double CuCy^2 (KCy)² soluble et incolore.

L'interprétation des résultats a lieu en consultant les tables de corrélation des poids de cuivre et des poids de sucre fournies par les auteurs dont on emploie la méthode. Les tables les plus usuelles sont celle d'Allihn pour la glucose, celle de Wein pour la maltose, celles de Lehmann pour la lévulose et le sucre inverti, celle de Maquenne pour le dosage de la glucose à l'iode. Kjedal a également fourni un certain nombre de tables.

Application de la liqueur de Fehling aux sucres en mélange. — 1^o Méthode approchée. — Soit un litre de liquide contenant s d'un sucre de pouvoir réducteur r , s' d'un autre sucre de pouvoir réducteur r' etc..... Soit n le volume employé pour réduire 10 de Fehling. Ce volume n contient $\frac{n}{1000}s$ du premier sucre. Or, 0,05 de

ce sucre réduit par définition 10r de Fehling. Donc $\frac{ns}{1000}$

en réduit $\frac{10r}{0,05} \times \frac{n}{1000} s = \frac{n}{5} rs$.

Le deuxième sucre en réduit..... $\frac{n}{5} r's'$, etc.

La totalité réduite est donc $\frac{n}{5} [rs + r's' + \dots]$.

Or elle est égale à 10. D'où une première équation.

$$10 = \frac{n}{5} (rs + r's' + \dots).$$

On peut en trouver une deuxième dans quelques cas particuliers, où il n'y a pas de maltose ou de lactose dans le mélange. On invertit le mélange et on recommence le dosage; seulement cela exige la connaissance du pouvoir réducteur des sucres invertis. On les connaît pour la saccharose et pour la raffinose. On ne les connaît pas pour la lactose et la maltose; cette dernière ne s'invertit d'ailleurs jamais complètement.

Méthode précise. — On détermine le poids du cuivre réduit en employant le mélange de sucres dans un excès de liqueur de Fehling comme on le fait pour un sucre unique. Soit P ce poids. On cherche dans chacune des tables relatives à chacun des sucres du mélange les poids S, S', S''..... de ces sucres qui auraient donné le poids P de cuivre s'ils avaient été seuls. Puisque S du premier sucre donne P de cuivre, s en donnerait $\frac{s}{S} P$.

De même pour les autres sucres; de sorte que la totalité du cuivre réduit P se trouve être égale à

$$P \left[\frac{s}{S} + \frac{s'}{S'} + \dots \right] \text{ d'où } 1 = \frac{s}{S} + \frac{s'}{S'} + \dots$$

On pourra dans certains cas se procurer une deuxième

équation en recommençant l'expérience avec une autre dilution et d'autres tables. Sous réserve de la présence de la maltose et de la lactose, on peut se procurer une troisième équation en opérant sur la liqueur invertie.

Intervention de la polarisation.

Lorsque l'on a un nombre de sucres plus grand que 3, s'il n'y a pas de maltose et de lactose, ou que deux s'il y a l'un de ces deux sucres ou les deux à la fois, on peut compléter le système d'équations en faisant intervenir la polarisation.

S'il n'y a pas de maltose ou de lactose, on pourra en polarisant la liqueur sucrée directement et après inversion se procurer 2 nouvelles équations, ce qui portera à 5 le nombre maximum de celles dont on dispose. S'il y a de la maltose ou de la lactose, l'inversion est impossible et l'on ne disposera que d'une équation en plus des deux qui peuvent être fournies par le Fehling.

En résumé, en l'absence de maltose ou de lactose on peut déterminer quelquefois 5 des sucres étudiés, et le plus souvent 4, et en présence de maltose et de lactose on ne peut en déterminer que 3, ou 2.

Méthode de Lindet.

Dans ces derniers temps, M. Lindet a proposé une méthode fort élégante, fournissant une équation supplémentaire. Il fait la combustion du mélange de sucres⁽¹⁾ (0,4 gr) et de la teneur en carbone ou du poids d'acide carbonique il tire une équation.

Cette méthode n'a de valeur que si les sucres analysés

(1) Meunier a recommandé d'ajouter au sirop à brûler dans la bombe quelques cristaux de naphthaline.

ne sont pas isomères. M. Lindet l'a appliquée au cas glucose + dextrine.

La glucose contient $\frac{6 \times 12}{180} = \frac{40}{100}$ de charbon.

La dextrine en contient $\frac{6 \times 12}{162} = \frac{44}{100}$.

Si on recueille c d'acide carbonique on doit avoir

$$g \times 0,4 + d \times 0,44 = c \times 0,273.$$

Méthode biologique.

Il est des levures qui détruisent tel sucre en présence de tel autre. Cela peut permettre de doser ce dernier.

Dans l'application de cette méthode il faut tenir compte de l'acclimatation qui permet souvent à un sucre en mélange d'être absorbé par une levure alors que seul il ne le serait pas. C'est par exemple souvent le cas de la galactose.

Amidon.

Au point de vue chimique l'amidon est un corps assez mal défini. On connaît seulement sa composition centésimale. La formule de l'amidon peut être représentée par $(C^6H^{10}O^5)^n$.

L'amidon existe à l'état de grains dans un grand nombre de plantes qui en contiennent plus ou moins. Les graines de céréales, les tubercules de pommes de terre en contiennent une très grande quantité.

Fécule.

La forme du grain d'amidon diffère suivant son origine. Le grain d'amidon contenu dans la pomme de terre ou grain de féculé présente une forme allongée plus étroite

à une extrémité qu'à l'autre et rappelle la forme d'une moule. A la surface du grain apparaissent des stries alternativement claires et opaques. A une extrémité se trouve un point plus réfringent : le *hile*. On admet que c'est par cet endroit que le grain effectue sa nutrition.

La grandeur du grain dans la pomme de terre varie entre 60 μ et 100 μ (1). Mais il faut remarquer qu'il y a des grains de toutes les tailles intermédiaires.

Microscope polarisant.

On appelle *Nicol* une combinaison de prismes jouissant de la propriété suivante : un rayon de lumière traversant l'appareil s'y réfracte et en sort unique et polarisé (2). Recevons ce rayon polarisé sur un second Nicol.

Si les sections principales des Nicols sont parallèles, le rayon apparaît à la sortie du second, mais si les deux sections principales sont perpendiculaires le rayon est éteint par le second Nicol.

Supposons deux nicols, à l'extinction, et interposons entre eux une lame de quartz. Le rayon lumineux qui était éteint réapparaît.

Si au lieu d'une lame de quartz on interpose une substance douée du pouvoir rotatoire, cette substance agit comme le quartz.

Un microscope polarisant est un appareil qui permet d'interposer entre deux nicols une lamelle chargée de la substance à étudier, et de l'observer avec un grossissement suffisant.

Examinons un grain de fécule au microscope polari-

(1) $\mu = \frac{1}{1000}$ de millimètre.

(2) Cela est dû à la construction du nicol, car fait de spath il devrait donner deux rayons réfractés; c'est le rayon ordinaire qui disparaît.

sant. Si les deux nicols sont à l'extinction, nous verrons apparaître sur un champ brillant une croix noire coupant le grain. Si, au contraire, les deux nicols ont leurs plans principaux parallèles, on observera une croix blanche sur un champ sombre.

Amidons de blé, de seigle et d'orge.

Le seigle, l'orge, le blé contiennent de l'amidon. Les grains n'ont pas la forme allongée des grains de fécule ; ils sont lenticulaires et si on les observe au microscope ils présentent différentes apparences. Si le petit axe du grain est parallèle à celui du microscope on aperçoit un cercle ; si au contraire cet axe est perpendiculaire à celui du microscope, on voit un fuseau.

Les stries, surtout pour l'orge et le blé, sont peu visibles. Le hile est peu marqué. Quelquefois on aperçoit autour du hile rayonner des fentes. Dans l'orge ces fentes sont rares, dans le blé il y en a 1 ou 2, dans le seigle 3 ou 4.

Ces fentes proviennent de la dessiccation du grain. Souvent sur les gros grains on voit une sorte de réseau provenant de l'impression des petits grains.

Les grains sont en réalité, de deux grosseurs différentes sans qu'il y en ait de grosseurs intermédiaires. Voici les valeurs moyennes de ces différentes grosseurs.

Dans le seigle la grosseur des petits grains est 6, μ ; et celle des gros grains 36,7 μ ;

Dans le blé la grosseur des petits grains est 2,2 μ ; et celle des gros grains 28,2 μ ;

Dans l'orge la grosseur des petits grains est de 4,6 μ ; et celle des gros grains 20,3 μ .

On a proposé différentes méthodes pour distinguer ces trois sortes d'amidon. Voici une de ces méthodes (Wiesner).

On place une goutte d'eau sur une lame du microscope. On projette sur cette goutte d'eau les grains qu'on veut observer. Si l'on a des grains provenant de l'orge, ils prennent tous immédiatement un mouvement giratoire. Si, au contraire, on a affaire à des grains provenant du blé ou du seigle, certains grains s'imprègnent d'eau plus facilement et tombent au fond de la goutte d'eau, de sorte qu'ils n'ont pas de mouvement giratoire.

Amidons des légumineuses.

Les graines de légumineuses contiennent également une grande quantité d'amidon. Les grains réniformes se présentent avec un hilé allongé.

Dans le haricot, la forme est assez régulière. La grosseur atteint 40 μ . Dans la fève, elle atteint 36 μ . Dans le pois la forme est un peu plus courbée et la grandeur n'atteint que 25 μ . Enfin dans la lentille on a une forme presque elliptique qui atteint également 25 μ .

Ces différents grains d'amidon (orge, blé, seigle, haricots, etc.), examinés au microscope polarisant présentent les phénomènes de polarisation, mais moins marqués que pour la fécule.

Grains composés.

Dans un certain nombre de plantes, les grains d'amidon sont plus serrés et il en résulte en général une agglomération en paquets. Si on regarde au microscope, on observe alors deux sortes d'aspects : des grains simples et des grains composés. La forme de ces agglomérations est assez caractéristique.

Dans l'avoine, les grains complexes sont arrondis (31 μ) et les grains simples sont ronds (8 μ).

Dans le riz, les grains complexes sont arrondis (26 μ) et les grains simples sont polyédriques (5 μ).

Dans le maïs, les grains complexes sont polygonaux (45 μ) et les grains simples sont ronds (20 μ).

Propriétés physiques. — L'amidon est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, etc. La densité de l'amidon séché à l'air est 1,505 et séché dans le vide, 1,6; à l'état d'empois $D = 1,66$.

Si, d'une part, on admet que dans un empois d'amidon il y a un empois de densité 1,66 et d'autre part que le mélange avec l'eau s'est effectué sans contraction, on peut conclure de la densité du mélange, la quantité d'amidon qui s'y trouve.

Soit par exemple 100 litres d'empois dilué de densité D et par suite de poids 100 D .

Soient P le poids de l'empois et E le poids de l'eau.

Le poids du mélange est $P + E = 100 D$.

D'autre part, si nous admettons qu'il n'y a pas eu contraction, nous pouvons écrire la relation suivante, exprimant la non contraction du volume.

$$100 = \frac{P}{1,66} + E.$$

De ces deux équations on tire

$$100 (D - 1) = P - \frac{P}{1,66}$$

d'où •

$$P = \frac{5}{2} 100 (D - 1)$$

Cette formule joue un rôle important dans l'industrie : ordinairement, quand on travaille des mouës amyliacés, on prend la densité au Balling.

Le Balling est un appareil qui donne le pour cent

d'une solution de saccharose, et son emploi pour les moûts amylicés ne s'explique que par l'erreur où l'on a longtemps été relativement à la nature du sucre contenu dans ces moûts.

Mais voyons s'il n'y a pas une relation entre le Balling et la formule précédente.

Supposons que dans 1 kg d'eau nous mettions un poids s de sucre et que ce sucre se dissolve sans contraction (ce qui n'est pas). Quel sera le pour cent en sucre de la dissolution.

Nous avons dissous un poids s de sucre dans un poids 1 d'eau. Le poids total est $1 + s$. Dans un poids 1 de la solution on a donc $\frac{s}{1+s}$ de sucre et dans un poids 100 on aurait

$$\Delta = \frac{100s}{1+s}$$

qui est le nombre donné par le Balling,

d'où

$$s = \frac{\Delta}{100 - \Delta}$$

D'autre part, en dissolvant un poids s de sucre dans un poids 1 d'eau, le poids est devenu $(1 + s)$; mais le volume n'a pas changé par hypothèse, la densité D du système est donc $(1 + s)$.

On peut donc écrire

$$D = 1 + s$$

d'où

$$s = D - 1$$

et en tenant compte de la valeur de s , en fonction de Δ

$$D - 1 = \frac{\Delta}{100 - \Delta}$$

La valeur P prend la forme $\frac{500}{2} \frac{\Delta}{100-\Delta}$

ou

$$\frac{5}{2} \frac{\Delta}{1 - \frac{\Delta}{100}}$$

D'où approximativement

$$P = \frac{5}{2} \Delta.$$

Donc lorsqu'un moût amylicé indique Δ au Balling il contient $\frac{5}{2} \Delta$ kg d'empois d'amidon par hectolitre.

L'amidon est très hygroscopique.

De l'amidon de blé séché à l'air retient 45 p. 100 d'eau.

De l'amidon de blé séché sur de la porcelaine retient 35 à 45 p. 100 d'eau.

De l'amidon de blé séché à 20° dans l'air retient 12 à 18 p. 100 d'eau.

De l'amidon de blé séché à 100° dans l'air retient 6 p. 100 d'eau.

Il faut chauffer à 120° pour le rendre anhydre. Même dans le vide à 20° il retient encore 10 p. 100 d'eau.

La féculé de pomme de terre retient toujours un peu plus d'eau que l'amidon de blé (dans l'air à 20°, 20 p. 100). De l'amidon sec humecté de quelques gouttes d'eau les absorbe avec un grand dégagement de chaleur.

Néanmoins il ne peut s'emparer de l'eau de l'alcool ; c'est le contraire qui a lieu. On a basé une méthode de dosage de l'amidon sur cette propriété. On prend une certaine quantité d'amidon que l'on verse dans de l'alcool. Celui-ci s'empare de l'eau de l'amidon. On mesure le titre de l'alcool avant et après. On admet que l'eau absorbée par l'alcool représente l'eau de l'amidon.

Constitution. — Les grains d'amidon ne présentent pas une constitution homogène. Si on ouvre des grains d'amidon en les meurtrissant dans un mortier, on constate que la partie interne est relativement soluble dans l'eau où elle se dissout partiellement. Elle possède la propriété de bleuir par l'iode. On lui a donné le nom de granuleuse.

Au contraire, la partie externe n'est pas soluble dans l'eau et ne bleuit pas, mais jaunit par l'iode : elle est saccharifiable par les acides et le malt.

Or la cellulose est un corps insoluble dans l'eau ; elle jaunit par l'iode ; saccharifiable par les acides elle ne l'est pas par le malt. Donc l'enveloppe du grain a des propriétés intermédiaires entre celles de l'amidon et celles de la cellulose proprement dite ; d'où le nom d'*amidon-cellulose* qu'on lui donne. Elle est du reste en faible proportion par rapport au grain entier.

Pour Syniewski, il n'y a pas en réalité 2 substances dans le grain d'amidon, l'une d'elle se modifierait en l'autre.

Mais ce qu'il appelle amylo-cellulose ou α amylose de Meyer paraît avoir la propriété de devenir inattaquable à la diastase.

Enfin dans le grain d'amidon on trouve à côté de l'amidon de formule $(C^6H^{12}O^5)^n$, environ un tiers pour cent de matières albuminoïdes, un quart pour cent de matières minérales, mais en quantités variables avec la nature de l'amidon.

Il est probable que ces matières sont seulement fixées à la surface du grain.

Si l'on chauffe de l'amidon avec de l'eau, on voit les grains se gonfler, se fendiller autour du hile, dans des directions qui deviennent de plus en plus nombreuses. A mesure que de nouvelles fentes se produisent, les anciennes s'allongent et finissent par atteindre la périphérie.

L'amidon prend alors l'aspect d'empois. Cet empois doit être considéré comme une solution de granulose échappée de l'intérieur du grain, dans laquelle nage : 1° le reste de la granulose qui, n'ayant pas trouvé assez d'eau pour se dissoudre est plus ou moins gonflée et 2° les squelettes d'amidon-cellulose insoluble.

Siniewski pense que dans l'action de l'eau sur l'amidon il se produit des phénomènes d'hydrolyse : Par exemple en traitant à l'autoclave, sous une pression de 3 à 4 kilog, un empois contenant plus de 50 p. 100 d'amidon, tout se dissout ; mais par refroidissement on a une gelée insoluble dans l'eau froide et inattaquable par la diastase.

Si l'on répète les chauffages et refroidissements alternatifs, la gelée devient insoluble à froid et l'auteur la compare à l'amylocellulose.

L'empois, surtout lorsqu'il est étendu, filtre à travers le papier ; même lorsqu'il est très étendu, il ne filtre pas à travers la porcelaine, le plâtre et le parchemin. De plus si on prend de l'empois ayant l'apparence liquide et si on le congèle il se forme un dépôt qui ne se redissout plus. L'empois ne doit donc pas être considéré comme une véritable solution.

Pour les différentes sortes d'amidon, les températures de formation de l'empois sont différentes.

Pour la pomme de terre, l'orge, le riz, le maïs, la température varie entre 62 et 64° ; pour le seigle elle est de 55°.

Lintner a trouvé des températures plus élevées. Cela tient sans doute à ce qu'il n'a pas opéré sur les amidons isolés mais sur les cellules végétales les contenant.

Ces températures sont celles où l'empois est parachevé ; il commence à se former à 4-5° plus bas, suivant les espèces ; l'amidon commence à absorber l'eau encore plus bas par exemple à 46° pour la fécula, à 38° pour l'orge, à

55° pour le seigle, à 50° pour le maïs et à 50° pour le riz.

Enfin, après avoir formé un empoids, si on continue à le chauffer il devient fluide. Si on refroidit, il se prend en masse. La granulose partiellement soluble à la température de 60-65°, devient plus soluble dans l'eau bouillante, et le liquide prend alors une fluidité plus grande.

Propriétés chimiques. — *Action de la chaleur.* — A 100° l'amidon prend une couleur légèrement jaunâtre en même temps qu'il acquiert une nouvelle propriété. Il devient soluble.

Chauffé à 110 ou 120°, il est à peu près anhydre. A 160° l'amidon est jaune, soluble et peut être précipité de sa solution par l'alcool, il est alors transformé en *dextrines* (corps solubles, précipités par l'alcool et dextrogyres).

Enfin à température plus élevée il se caramélise et réduit alors la liqueur de Fehling.

L'amidon est combustible; 1 gr d'amidon dégage en brûlant 4,182 calories.

Action de l'iode. — L'amidon bleuit par l'iode. En réalité c'est la coloration bleue due à la granulose qui l'emporte sur la coloration jaune fournie par l'amidon-cellulose. On donne le nom d'iodure d'amidon à ce composé bleu, quoiqu'il ne soit pas de composition constante. Les opinions sur sa constitution sont très variées. La plus probable est qu'il y a plusieurs iodures d'amidon, l'un se formant le premier et qui serait incolore et un deuxième qui serait bleu et soluble dans l'autre.

La présence de la potasse ou de l'acide sulfurique, de l'hydrogène sulfuré, du tanin, du malt, du nitrate d'argent gêne la coloration et pour l'obtenir il faut mettre un excès ou d'iode ou d'amidon, suivant que le corps étranger agit sur l'iode (KOH) ou sur l'amidon (malt). L'io-

dure de potassium et l'acide iodhydrique la rendent rougeâtre, les dextrines et les matières albuminoïdes la rendent violette.

A 60° la coloration tend à disparaître. Si on chauffe davantage, l'iode se volatilise mais reste, à cause de son poids, dans le voisinage de la solution d'amidon, si bien que lorsqu'on refroidit, l'iode peut se redissoudre de nouveau et faire réapparaître la coloration bleue. Pour que cela n'ait pas lieu il faut en même temps que l'on chauffe faire passer dans la solution un courant gazeux qui entraîne les vapeurs d'iode.

Action des oxydants. — Chauffé avec AzO^3H étendu et bouillant, l'amidon donne de l'acide oxalique $(COOH)^2$; chauffé avec SO^4H^2 et MnO^2 on obtient de l'acide formique $H. COOH$. Ces réactions sont les mêmes que pour la saccharose.

Action des bases. — Gélifié par un alcali, l'amidon se combine en un composé dextrogyre précipitable par l'éther et contenant environ 1 d'alcali pour 4 ou 5 d'amidon. Ce précipité redissous dans l'eau et neutralisé par l'acide acétique, dépose un corps insoluble colorable par l'iode.

Par un séjour de quatre mois, dans la potasse, l'amidon se dissout complètement. En neutralisant par l'acide acétique, ramenant la solution à 5 p. 100 et précipitant par l'alcool, on a une matière blanche, soluble dans l'eau froide.

La baryte, la chaux, l'acétate de plomb précipitent aussi l'empois d'amidon.

Le peroxyde de sodium donne, après une heure d'action, une matière soluble, non réductrice, agissant sur la diastase et déposant à la longue des sphérocristaux. Wroblezky la prend pour un produit d'oxydation du

produit obtenu par la soude, mais Siemens Rigla la considère comme un produit d'hydrolyse.

Action des acides. — Avec un acide concentré, SO^4H^2 par exemple, il y a dissolution d'amidon et élimination d'eau. On peut dire qu'il s'est formé des éthers acides aux dépens de l'acide et de l'amidon. Cette dissolution est dextrogyre. Si on ajoute $\text{Ba}(\text{OH})^2$ pour neutraliser l'acide, il se précipite des sels de baryte qui sont la combinaison de la base avec ces éthers acides et qui sont des corps instables et décomposables par l'eau. Cette même solution d'amidon dans SO^4H^2 , bouillie avec de l'alcool, redonne SO^4H^2 et laisse déposer des corps analogues aux dextrines.

Chauffés avec les acides étendus, les grains d'amidon crèvent. L'acide agit pour transformer une partie de la granulose et une partie de l'amidon-cellulose. On obtient une matière fluide qui se colore en bleu par l'iode, car elle contient encore de la granulose non attaquée; la solution précipite par l'alcool en donnant des dextrines.

Si on prolonge l'action de l'acide étendu, on obtient finalement de la glucose, mais il est évident qu'il y a des transformations intermédiaires. Ainsi, au début, l'iode colore en bleu; plus tard la coloration due à l'iode est successivement violette, rouge et nulle. Le pouvoir rotatoire du mélange qui était d'abord voisin de 200 tombe à 74. Donc les corps très dextrogyres du début se sont modifiés. En même temps le pouvoir réducteur qui était nul devient assez grand.

Si l'on suit l'opération en précipitant de temps en temps par l'alcool, on voit, qu'au commencement, il se forme un gros précipité tandis qu'à la fin il ne s'en produit plus. On admet, qu'au début, la transformation de l'amidon se fait en donnant différentes dextrines insolubles dans l'alcool, mais que peu à peu ces dextrines se décomposent et donnent finalement de la glucose qui ne colore plus l'iode.

Amidon soluble. — Nous avons vu que : 1° l'amidon à 100° devient soluble ; 2° l'amidon trituré dans l'eau froide devient soluble en partie ; 3° un empois dilué avec de l'eau paraît liquide ; 4° les acides étendus dissolvent l'amidon ; 5° certains précipités alcalins restent solubles. De plus, l'amidon traité par $ZnCl^2$ neutre se dissout à 100° et par la glycérine à 190°. Toutes ces solutions bleussent par l'iode et à cause de cela on les désigne sous le nom d'amidon soluble. Il faut remarquer que les différents amidons solubles sont en réalité très distincts les uns des autres.

Ainsi les pouvoirs rotatoires en sont très variés, par exemple en :

Solution dans HCl	$\alpha_D = 190-192^\circ$
» » » en excès, amidon à 4 p. 100.	$\alpha_D = 239^\circ$
» » » » 10 p. 100.	$\alpha_D = 220^\circ$
Solution alcaline	$\alpha_D = 150-153^\circ$
» » en excès, amidon 4 p. 100.	$\alpha_D = 170^\circ$
» » » 10 p. 100.	$\alpha_D = 150-153^\circ$

Action de la diastase. — Lorsqu'on fait agir la partie active du malt sur l'amidon, celui-ci se transforme et on obtient :

1° Des corps de même composition centésimale, dextrogyres. La cryoscopie indique pour certains d'entre eux la formule $(C^6H^{10}O^5)^{20}$. Une action prolongée de diastase donne avec eux une certaine quantité de maltose. 2° De la maltose.

En étudiant le produit brut de la saccharification par précipitation avec des alcools de différentes concentrations, on peut classer les dextrines ainsi :

1° Celles qui restent dissoutes dans l'alcool à 70° ; séchées à l'état de poudres blanches, elles sont solubles dans l'eau froide et non colorables à l'iode.

On peut les appeler achroodextrines.

2° Celles qui précipitent dans l'alcool à 65° et restent dissoutes dans l'alcool à 55° ; elles sont solubles dans l'eau froide et colorées en rouge par l'iode.

On peut les appeler érythro-dextrines.

3° Celles qui précipitent dans l'alcool à 40° et restent dissoutes dans l'alcool à 25° ; elles sont solubles dans l'eau froide, en solutions opalescentes et colorées en bleu par l'iode ; on les désigne souvent sous le nom d'amylodextrines. Dans les produits d'une saccharification, bien dépourvus d'amidon, les amylodextrines se colorent en bleu avant les érythro-dextrines. Il en résulte que peu d'iode donne du bleu et plus d'iode du rouge ⁽¹⁾.

Toutes ces dextrines traitées par la diastase donnent de la maltose, les premières plus que les troisièmes. Leur pouvoir rotatoire est voisin de 200 et leur pouvoir réducteur 0.

Toutes ces dextrines paraissent scindables ; en particulier :

L'amylodextrine paraît scindable en deux sortes de produits.

1° Une partie non diffusible, devenant limpide à chaud et coagulable à froid.

2° Une partie ayant les propriétés contraires.

Mais il faut remarquer que ces fractionnements, faits par la méthode des précipitations fractionnées, donnent nécessairement des mélanges.

Cela explique pourquoi les différents auteurs décrivent un certain nombre de dextrines différentes entre elles ; la série d'un auteur étant formée de produits intermédiaires à ceux de la série d'un autre.

Cela s'aggrave encore par ce fait que : 1° il n'est pas démontré que tous les amidons donnent la même saccha-

(1) Cependant en présence de beaucoup d'eau on a du rouge, la matière bleue paraissant moins stable.

rification et que 2° celle-ci dépend de la diastase employée, et des circonstances.

Les descriptions n'ont donc de signification que pour les produits obtenus exactement comme les auteurs l'indiquent.

C'est sans doute en raison de la difficulté signalée plus haut, que des auteurs ont décrit des produits intermédiaires entre les dextrines et les maltoses, et que, parmi ces auteurs, les uns ont vu tel produit, les autres tel autre (1).

Deux de ces produits ont été l'objet de discussions passionnées.

Isomaltose et malto-dextrine. — 1° Lindner a isolé un produit intermédiaire entre les dextrines et la maltose, qu'il a cru pouvoir identifier à l'isomaltose de Fischer.

2° Ce produit, nié par Brown-Morris-Milar cède pour ces auteurs la place à une dextrine particulière dite malto-dextrine.

Ils l'obtiennent par une saccharification à l'aide d'un malt peu actif, elle n'est fractionnable ni par précipitation, ni par dialyse ; la diastase la résout en maltose sans dextrines ce qui est aussi le cas de l'isomaltose. Son pouvoir rotatoire serait $\alpha = 180$ et elle réduirait la liqueur de Fehling.

Toujours est-il que cette maltodextrine, oxydée par l'oxyde de mercure et traitée par la baryte, donne le sel de baryte d'un acide (A) non réducteur et de pouvoir rota-

(1) Syniewski dans un travail récent considère que l'hydrolyse de l'amidon par le malt donne d'abord, à côté de la maltose, des dextrines non réductrices colorées par l'iode en bleu et qu'il appelle amylo-dextrines. Celles-ci, hydrolysées à leur tour, conduisent aux dextrines limites, mais par l'intermédiaire des malto-dextrines. Les dextrines limites par séparation de glucose conduisent aux gluco-dextrines ; la plus simple d'entre elles serait l'isomaltose.

toire + 192. Par la diastase, cet acide A se scinde en 40 p. 100 de maltose et 60 p. 100 d'un autre acide B qui par les acides minéraux donne 67 p. 100 de glucose et un troisième acide en C⁵. L'acide A traité directement par les acides donne 85 p. 100 de glucose et l'acide en C⁵.

Cela indiquerait pour cette malto-dextrine une formule dérivant de 3 molécules de maltose.

Dextrine stable. — Les auteurs qui admettent cette maltodextrine admettent en même temps une dextrine stable non transformable en maltose, obtenue par l'action des malts puissants : elle aurait $\alpha_D = 195$ et un pouvoir réducteur de 0,03 ou 0,04 (par rapport à la glucose).

Oxydée, elle conduit à un acide dextrinique qui, par les acides, donne de la glucose et un acide en C⁵ et qui par la diastase, préparée à chaud et n'ayant plus d'action sur la maltose, donne glucose + maltose.

M. Petit a signalé dernièrement ce fait que le produit d'une saccharification à 70°, bien lavé, séché et traité à 50° par une très vieille diastase, a donné surtout de la glucose.

En résumé, ces faits sont encore bien obscurs : 1° parce qu'il s'agit de fractionnements, 2° parce que les actions dépendent de la température, de l'acidité, du temps, de la nature de la diastase, tant au point de vue de son origine (espèce et procédé de préparation du malt) qu'à celui de son extraction et de sa conservation.

On trouvera au chapitre enzymes, des renseignements sur les conditions d'action du malt.

Hydrates de carbone divers.

Avant d'étudier les méthodes d'analyse de l'amidon, je crois qu'il est utile de finir l'étude des hydrates de carbone.

Pentosanes.

On appelle pentosanes des corps qui par hydrolyse aboutissent à des sucres en C⁵ tels que la xylose ; voici une liste de quelques-uns d'entre eux.

NOMS	AUTEURS	ORIGINES	PRODUITS de l'hydrolyse.
Arabane . .	Steiger et Schulze.	Gommes ; en mélange avec des galactanes.	D'abord arabino-biose, puis arabinose.
Xylane . . .	Poumarède et Figuier.	Bois.	Xylose.
Gomme de levure	Schutzenberger	Levures ; en mélange avec des mannanes.	Mannose et pentoses.

Hexanes.

On appelle hexanes des produits plus ou moins complexes qui, par hydrolyse aux acides, donnent des sucres en C⁶. L'amidon est donc par le fait une hexane dérivée de la glucose. Les dextrines en sont d'autres.

Voici la liste de quelques-uns d'entre eux.

NOMS	AUTEURS	ORIGINES	RÉSULTATS de l'hydrolyse.
Amylanes . .	O. Sullivan.	Orge, blé, seigle.	Glucose.
Cellulosine .	Villiers.	Fermentation butyrique de l'empois.	Glucose.
Dextrane . .	Dœumichen.	Culture du leuconostoc sur saccharose.	Glucose.
Glycogène . .	Cl. Bernard.	Foie.	D'abord des dextrines ; puis glucose.
Caroubine . .	Effront.	Caroube.	Mannose.
Mannane . . .	»	Corrozzo.	Mannose.
Galactanes . .	Muntz Schultze.	Graines de légumineuses et gommes.	Galactose.
Gélose	Payen.	Agar-agar.	Galactose.

On peut encore citer les *hydrates de carbone tirés du topinambour*.

On tire de cette plante :

1° Deux sucres fermentescibles, lévogyres : la synanthrine 8 ($C^6H^{10}O^5$) + H^2O ; l'hélianthénine 12 ($C^6H^{10}O^5$) + $3H^2O$.

2° La pseudo-inuline $16C^6H^{10}O^5 + H^2O$ soluble dans l'eau à chaud et à froid, insoluble dans l'alcool, non réductrice, de pouvoir rotatoire -32 et donnant, par inversion, glucose et lévulose.

3° L'inuléine $10C^6H^{10}O^5 + 2H^2O$, cristallisée en sphéroïdes, de pouvoir rotatoire $-29,6$ et donnant par inversion de la lévulose.

4° L'inuline $30C^6H^{10}O^5 + 5H^2O$, substance d'aspect amylacé, de densité 1,478, peu soluble dans l'eau froide, mais soluble à chaud, de pouvoir rotatoire $\alpha = -39,5$ et qui invertie donne 10 molécules de lévulose pour 1 de glucose.

Lichénine.

La mousse d'Islande (*Cetraria Islandica*) abandonne à l'eau bouillante :

1° La lichénine et 2° la lichénine-amidon.

On prépare surtout la première, en épuisant la mousse par HCl concentré et précipitant par l'alcool, ou en traitant par CaO , pour enlever un principe amer, dissolvant ensuite dans l'eau chaude et laissant refroidir et prendre en gelée.

C'est une masse gélatineuse, inactive, non colorée par l'iode et qui hydrolysée donne de la glucose et une sorte de dextrine.

Sur les matières pectiques.

Dans les anciens auteurs, on trouve la description des différents corps suivants :

Pectose. — Très semblable aux hémicelluloses actuelles ; donne par les acides étendus la pectine.

Pectine. — Solution visqueuse précipitable par l'alcool et le sous-acétate, paraît donner par hydrolyse de l'arabinose (métapectine) ; à l'ébullition se transforme en parapectine précipitable à l'acétate. Par les alcalis étendus, elle donne de l'acide pectonique. Par les alcalis concentrés, ou par une diastase spéciale, la peptase, on a l'acide pectique gélatineux et insoluble, qui par une longue ébullition avec l'eau donne l'acide parapectique et l'acide métapectique solubles ; le premier est précipitable par la baryte à l'inverse du deuxième.

Tous ces corps ont besoin d'être réétudiés ; il est vraisemblable qu'ils sont des mélanges de corps gommeux (car Bourquelot et Herissey en ont isolé de la galactose et de l'arabinose) et de corps analogues aux gommes, mais où l'un des éléments condensés, au lieu d'être un sucre se trouve être un acide dérivé. Ce qui comme l'a fait remarquer Tollens, n'influe pas sur les analyses, étant donnée la grosseur des molécules.

Cellulose, $C_6H^{10}O_5$

Le bois est formé de quatre sortes de corps :

1° On trouve des corps dits *ligno-celluloses* qui appartiennent à la série aromatique ;

2° On trouve des corps d'aspect gommeux. Ce sont des *pentosanes*, produits qui, ainsi que nous le savons, sont à l'amidon ce qu'une pentose est à la glucose. Ce sont des produits de condensation de sucres en C^5 . Or, la présence de ces corps fausse tous les dosages d'amidon. Quand on invertit celui-ci, on invertit en même temps les pentosanes en xylose qui réduit la liqueur de Fehling, comme la glucose. Le poids de *Cu* réduit est alors trop grand ;

3° On trouve la *Cellulose* (l'ouate est de la cellulose presque pure). Elle est insoluble dans les dissolvants ordinaires, mais se dissout dans le réactif de Schweitzer (résultat de l'action, à l'air, de l'ammoniaque sur le cuivre). Elle est inattaquable par le mélange de chlorate de potasse et d'acide nitrique. Elle est insoluble dans $Zn Cl^2$ neutre (distinction avec l'amidon), mais soluble dans $Zn Cl^2 + HCl$. Inattaquable par la diastase et les acides étendus ; elle est saccharifiée par les acides suffisamment concentrés.

Elle se dissout dans SO^4H^2 concentré d'où l'eau en précipite une poudre blanche qui bleuit par l'iode. L'action de HBr qui aboutit, comme pour la lévulose, à l'isobromométhylfurfurol, semble indiquer dans la cellulose la présence de groupes lévulosiques. En tout cas, il est probable que la cellulose contient des groupements cétoniques ; car, en particulier, les premiers produits d'oxydation, connus sous le nom d'oxycelluloses, ne donnent jamais par oxydation nouvelle d'acides en C^6 .

Traitée par AzO^3H fumant et SO^4H^2 , elle forme la *nitrocellulose* ou *coton poudre* ; base du collodion, du celluloid, de la poudre sans fumée, etc.

En saponifiant par la potasse le produit qui résulte de l'action de l'anhydride acétique sur la cellulose, on obtient un nouveau sucre la cellose, $C^{12}H^{23}O^{11}$ hydrolysable en glucose ; ce sucre cristallise, il est soluble dans l'eau froide et insoluble dans l'alcool absolu. Il est réducteur ; $\alpha_D = 33^{\circ},7$ avec multirotation, ce n'est donc pas de la maltose.

4° On trouve enfin les *hémicelluloses*, corps attaquables par les acides étendus bouillants et qui s'invertissent en un mélange de sucres en C^6 et C^5 . Ce sont des corps intermédiaires entre l'amidon et les pentosanes.

Longtemps, on a confondu en un seul corps la cellu-

lose mêlée d'hémicelluloses⁽¹⁾. Cette cellulose brute dissoute dans l'acide sulfurique concentré, puis précipitée par l'eau, donne une poudre blanche qui bleuit par l'iode et laisse en solution différents sucres qui proviennent des hémicelluloses.

La cellulose de la levure, lorsque le lavage à la potasse n'est pas complètement fait, contient de l'azote. De plus la cellulose obtenue n'est pas soluble dans le réactif de Schweitzer. Si on traite par la potasse bouillante, il n'y a plus d'azote; mais il est probable que la cellulose résiduelle contient un groupe CII² de plus que la cellulose ordinaire. D'ailleurs, d'un grand nombre de champignons, on a isolé des corps azotés, tels que la chitine, qui paraissent combinés à la cellulose.

Nous pouvons maintenant revenir aux dosages des hydrates de carbone autres que les sucres.

Dosage des hydrates de carbone, autres que les sucres.

Dosage des pentosanes. — Le dosage des pentosanes est basé sur les deux réactions suivantes :

1° Quand on traite une pentosane par un acide, elle s'invertit en donnant des sucres réducteurs en C⁵ ;

2° Quand on traite une pentose par HCl étendu, il se produit du furfurol qu'on peut caractériser et doser assez facilement⁽²⁾. Pour effectuer ce dosage, on combine le furfurol, soit à la phénylhydrazine, soit à la phloroglucine.

La méthode la plus courante pour doser les pentosanes est basée sur la formation du furfurol et sa combinaison

(1) La cellulose se prépareit en lavant successivement le bois à la potasse, aux acides étendus, à l'eau, à l'alcool, à l'éther; c'était donc forcément un mélange des corps 3 et 4.

(2) Nous avons vu que la lévulose et la cellulose paraissent aboutir à un résultat comparable.

avec la phloroglucine. On opère de la façon suivante : Dans un ballon de 250 à 300 cm³, muni d'un tube à entonnoir et d'un tube de dégagement relié à un réfrigérant, on introduit 3 grammes de la matière à étudier si elle est à 10 p. 100 environ de pentosanes. Si la matière est moins riche, on en mettra une plus grande quantité. Si elle est plus riche, on en mettra moins. On ajoute 100 cm³ de HCl à 12 p. 100. On chauffe alors assez vite pour obtenir à la distillation 30 cm³ en dix ou quinze minutes. Quand on les a obtenus, on change le matras et, par le tube à entonnoir, on ajoute 30 cm³ de HCl ; puis l'on continue à distiller jusqu'à ce qu'on obtienne de nouveau 30 cm³ et ainsi de suite. On arrête lorsqu'il ne distille plus de furfurol, ce que l'on constate à l'aide d'un papier imprégné d'acétate d'aniline qui ne doit plus rougir.

Les parties distillées sont alors filtrées pour les débarrasser des matières huileuses et sont introduites dans un grand ballon jaugé de 400 cm³. Au liquide, on ajoute de la phloroglucine et du HCl à 12 p. 100, de manière à compléter à 400 cm³. On laisse déposer. Il se forme une combinaison de phloroglucine et de furfurol avec élimination d'eau. On recueille le précipité sur un filtre taré. On lave avec très peu d'eau, car le précipité est légèrement soluble ; on sèche et on pèse le filtre. Du poids trouvé, on conclut le poids de furfurol (Tables).

Par suite de la solubilité du précipité, la quantité de matière pesée n'est pas proportionnelle au poids de furfurol proprement dit. Pour faire l'analyse, il est donc nécessaire d'avoir une table de corrélation.

Connaissant le poids de furfurol contenu dans un poids déterminé de pentosane, on peut calculer facilement le poids de celle-ci. On admet, et l'expérience semble le prouver, que 1 de furfurol correspond à 1,84 de pentosane.

Néanmoins, la méthode est peu précise.

Dosage de l'amidon. — Méthode par dosage direct de la glucose. — La plupart des méthodes de dosage sont basées sur la transformation de l'amidon en glucose et sur le dosage direct de celle-ci ; mais il faut remarquer que le dosage de la glucose ne peut déterminer d'une manière absolue la proportion d'amidon.

En effet, à côté de l'amidon, il peut déjà exister, dans la matière analysée, de la glucose libre qui sera dosée plus tard comme si elle provenait de l'amidon ; il en sera de même des produits de l'inversion des dextrines, de la saccharose et de la raffinose, qui peuvent également exister à côté de l'amidon. Les pentosanes donnent naissance à des sucres réducteurs qui, passant pour de la glucose, élèveront la teneur en amidon.

La quantité de saccharose, de glucose, de raffinose et de dextrines existant à côté de l'amidon est toujours faible et la glucose provenant de ces corps sera elle-même, par conséquent, en faible quantité ; l'erreur qui en résultera sera donc toujours peu importante. Pour les pentosanes, il n'en est plus de même, car, au moins, dans les grains ils sont en forte quantité. Longtemps, on a ignoré l'existence de ces corps et l'on ne pouvait tenir compte de l'erreur produite par leur présence. Les méthodes employées, même celles réputées les plus précises, n'étaient donc que des méthodes erronées que nous devons considérer comme des méthodes de première approximation.

Méthodes de première approximation.

Nous allons étudier les plus importantes.

Méthode de Sachsse. — Cette méthode consiste à inverser l'amidon par HCl. Dans un ballon surmonté d'un long tube, on met 3 gr. de la substance amyliacée,

200 cm³ d'eau, 20 cm³ de HCl, de densité 1,125. On chauffe deux heures au bain-marie, après lesquelles on suppose, l'inversion terminée. On défèque, s'il y a lieu, d'après les règles habituelles (1). On complète alors à 400 cm³ avec de l'eau distillée. C'est dans ce liquide que l'on dose la glucose par les procédés ordinaires.

Si la glucose obtenue provenait exclusivement de l'amidon et si cette glucose ne s'altérait pas un peu pendant l'inversion, le calcul serait très simple. On dirait :

180 de glucose sont donnés par 162 d'amidon.

1 d'amidon donne $\frac{180}{162} = \frac{1}{0,9}$ de glucose.

Si donc, toute la glucose provenait de l'amidon et s'il n'y avait pas altération de la glucose, en multipliant par 0,9 le nombre obtenu pour celle-ci, on aurait la quantité d'amidon cherché.

Mais il n'en est pas ainsi. D'une part, il y a de la glucose ne provenant pas de l'amidon. Donc, en multipliant le chiffre total de la glucose par 0,9, on risque d'obtenir un poids trop fort ; d'autre part, l'ébullition prolongée avec les acides a détruit une petite quantité de glucose et en multipliant alors par 0,9 le poids total de la glucose, on risque d'obtenir un poids trop faible. Le deuxième effet l'emporte sur le premier. On doit alors prendre un coefficient plus élevé (0,915).

Il y a d'autres causes d'erreur que les précédentes. L'ébullition de deux heures produit, non seulement une altération de la glucose, mais une inversion des pentosanes et même une altération de la cellulose proprement dite. Dans les méthodes de première approximation, il est convenu que l'on ne s'occupe pas des pentosanes ;

(1) Précipiter par le minimum nécessaire de sous-acétate de plomb, filtrer, précipiter l'excès de plomb par le carbonate de soude sec.

mais on a songé à protéger la cellulose. Pour ce faire, on a divisé en deux parties l'opération :

1° Isolement et gonflement de l'amidon dans des conditions où la cellulose n'a pas le temps de s'altérer ;

2° Inversion rapide de l'amidon.

Les méthodes principales basées sur cette idée sont au nombre de deux.

Méthode de Reinke. — Dans cette méthode, on place dans un flacon de Lintner ⁽¹⁾ 3 gr de matière amylacée, 25 gr d'acide lactique à 10 p. 100 et 30 cm³ d'eau. On ferme le flacon et on chauffe pendant deux heures et demie sous pression dans un bain-marie de paraffine, de manière à porter la température de 140°. La pression monte alors à 3 atmosphères et demie.

On admet que, pendant le chauffage sous pression, l'amidon se transforme en amidon soluble, mais que la cellulose n'est pas attaquée. L'opération terminée, on complète le volume à 200 cm³ et on ajoute 20 cm³ de HCl de densité 1,125. On continue alors l'opération comme précédemment, mais en ne chauffant que quelques minutes avec l'acide. On utilise le coefficient de passage 0,92 au lieu de 0,915.

Dans cette méthode, la quantité de glucose préexistant a des chances d'être altérée pendant le chauffage sous pression. C'est pour éviter cet inconvénient qu'on a proposé la méthode suivante :

Méthode de Märker. — Cette méthode consiste à saccharifier l'amidon par le malt, à invertir la maltose et à doser la glucose. Elle présente des inconvénients. Elle

(1) Flacon solide, fermé par une rondelle de caoutchouc ou de plomb, serrée sur le goulot par une rondelle de cuivre maintenue elle-même par un étrier et une vis de pression.

nécessite deux analyses, car il faut retrancher du résultat trouvé la glucose introduite par le malt.

Pour opérer, on prend 3 gr de matière amylacée, 50 cm³ d'eau à 70°. On ajoute 5 gr d'extrait de malt sec et on maintient à 70° pendant vingt minutes. On complète le volume à 200 cm³, puis on invertit par HCl comme plus haut. Le coefficient de passage est pris égal à 0,92. Dans ces trois méthodes on néglige les pentosanes.

Méthodes de deuxième approximation.

Dans ces méthodes, on dose à part les pentosanes et on admet que ces pentosanes, en fixant H²O, se transforment en sucres en C⁵ ayant un pouvoir réducteur égal à celui de la glucose. De plus, on admet que 1 de pentosane donne 1,12 de sucre réducteur.

D'autre part, on applique les méthodes précédentes, mais du poids de glucose trouvé on déduit le poids de pentosane multiplié par 1,12. Il reste un poids de glucose provenant de l'amidon. Pour passer de ce poids de glucose au poids correspondant d'amidon, il faudrait (en supposant que la glucose n'a pas subi d'altération) le multiplier par 0,9. Comme il y a eu altération, on devrait multiplier par un coefficient plus grand. Mais d'autre part, il faut tenir compte de la saccharose invertie, dont les produits d'inversion viennent augmenter la glucose. On devrait de ce fait multiplier par un coefficient inférieur à 0,9. Par compensation, on est convenu d'adopter 0,9.

Quand on a dosé les pentosanes et qu'on veut doser l'amidon, on constate que du moment que l'on tient compte des pentosanes, la méthode qui donne encore les meilleurs résultats est celle de Sachsse, parce que les méthodes qui attaquent la cellulose sont celles qui attaquent le plus les pentosanes dont il faut amener l'hydrolyse complète.

Méthodes de dosage de l'amidon par fermentation de la glucose. — Il semble *a priori* que ces méthodes doivent être plus précises que les méthodes par le Fehling. En effet, les sucres réducteurs provenant des pentosanes agissent sur la liqueur de Fehling, mais ne sont pas fermentescibles. En fait, les méthodes par fermentation ne sont pas aussi précises qu'elles paraissent. Le rendement en alcool dépend d'une foule de circonstances dont la plus importante est la nature de la levure employée. On n'est jamais sûr qu'une quantité donnée de glucose fermente complètement; on ne sait pas évaluer le degré de fermentation, et par suite calculer la quantité de glucose en fonction de la quantité d'alcool ou d'acide carbonique.

On emploie cependant souvent cette méthode parce qu'elle est facile et donne en fait des résultats comparables à ceux de la pratique de la distillerie. Ce qui intéresse, en effet, l'industriel, c'est le rendement en alcool d'une matière première travaillée par une méthode déterminée et à l'aide d'une levure déterminée. La méthode par fermentation est donc ici toute indiquée, à la condition d'opérer comme dans la *pratique industrielle*. Quand on veut avoir, non plus un résultat indiquant simplement au point de vue industriel la valeur relative d'une matière première dans des conditions déterminées et immuables, mais un résultat indépendant du système de fabrication, on opère de la manière suivante :

On met dans un grand ballon muni d'un long tube servant de réfrigérant un poids de matière correspondant à 30 gr environ d'amidon. On ajoute 600 cm³ d'eau, puis 10 cm³ de HCl à 1,125. On chauffe dix heures au bain-marie. On ajuste alors le volume à 1 litre, on neutralise partiellement en ne laissant que 1,5 gr d'acidité évaluée en SO⁴H². Cela fait, on ajoute 2 gr de levure pressée et délayée, puis on abandonne le ballon à lui-même, pendant trois jours, dans une pièce à 25° environ. L'alcool se produit

et on le dose par distillation. Or, 100 gr d'amidon donnent $\frac{100}{0,9}$ de glucose, et 100 gr de glucose peuvent donner 61,15 l d'alcool. Donc, 100 gr d'amidon doivent donner :

$$\text{par fermentation } \frac{100}{0,9} \times \frac{61,15}{100} = 67,9 \text{ l d'alcool.}$$

Ici on suppose complètes les transformations de l'amidon en glucose et de la glucose.

Pratiquement, on n'obtient avec les meilleures levures qu'un minimum de 64 l d'alcool. On a essayé d'effectuer des dosages plus précis par cette méthode de la fermentation. Pour cela, on a eu l'idée : 1° d'employer une levure bien définie et très active (levure acclimatée aux antiseptiques), et 2° de compléter la fermentation de l'amidon inattaqué. Cet amidon se retrouve dans les vinasses. On les reprend et on les traite comme un nouveau moût. L'amidon se transforme alors complètement.

Pour appliquer la méthode, on emploie la saccharification de la méthode de Märker. Cette méthode est fort longue, car elle nécessite un dosage préalable du malt, ce qui fait en tout quatre opérations.

Méthode Effront. — Dans toutes les méthodes décrites jusqu'ici, existe un inconvénient. La glucose formée au commencement de l'opération reste en contact, pendant toute l'expérience, avec l'acide, de sorte qu'une partie s'altère. Si l'on pouvait faire instantanément cette transformation en glucose, l'inconvénient disparaîtrait, mais ce n'est pas possible. Au lieu de doser la glucose à la fin de l'opération, on la dose à un moment donné pendant la saccharification et on mesure en même temps la dextrine. Mais le dosage de la dextrine en présence d'un sucre exige l'emploi du polarimètre, et pour se servir du polarimètre, il faut connaître les pouvoirs rotatoires des corps qu'on va

essayer. On connaît bien celui de la glucose et des dextrines isolées, mais on ne connaît pas le pouvoir rotatoire du mélange de dextrines, qui se produit dans l'opération précédente ; on a dû le déterminer empiriquement.

On prend 5 gr de grains. On les triture six minutes dans un mortier en verre avec 20 cm³ de HCl à 40 gr par litre. On complète le volume à 100 cm³. On met au frais ; on laisse déposer et on filtre. Il faut alors se débarrasser rapidement de HCl, qui reste dans le mélange et qui tend à continuer son action. On recueille 75 cm³ de liqueur filtrée et on la fait bouillir de manière à en réduire à peu près le volume de moitié. On admet que HCl est alors disparu et on ramène au volume primitif (75) avec de l'eau distillée. On a alors un liquide qui provient de la saccharification de l'amidon et qui contient une certaine quantité de glucose et de dextrine.

On dose la glucose à la liqueur de Fehling. Pendant les six minutes de trituration, il ne s'est d'ailleurs formé qu'une petite quantité de glucose ; aussi ne prend-on que 5 cm³ de liqueur de Fehling, qui correspondent à 0,025 gr de glucose. Soit n le nombre de centimètres cubes de la liqueur sucrée nécessaires pour réduire les 5 cm³ de liqueur de Fehling. Dans 100 cm³ de liqueur, on avait un poids g de glucose représenté par

$$g = \frac{0,025}{n} \times 100$$

Examinons maintenant la solution au polarimètre, dans un tube de 40 cm, au lieu de 20, car la solution est peu concentrée.

La glucose donnerait, si elle était seule, une déviation α telle que

$$52,5 = \frac{\alpha \times 100}{4 \cdot g}$$

d'où

$$\alpha = 2,1g$$

Au polarimètre, nous lisons une déviation D qui sera telle que

$$D = \alpha + \delta$$

δ étant la déviation due à la dextrine d . De là on tire

$$\delta = D - \alpha$$

Or, on admet que la dextrine dans les conditions de l'expérience a un pouvoir rotatoire de 196.

Nous aurons donc

$$196 = \frac{\delta \times 100}{4.d}$$

$$d = \frac{\delta \times 100}{196 \times 4} = \frac{(D - \alpha)}{7,84}$$

Quel est, d'après cela, le poids d'amidon ?

1 de glucose provient de 0,9 d'amidon.

g de glucose proviennent de $0,9 \times g$ d'amidon.

d de dextrine proviennent de d d'amidon.

Le poids d'amidon est donc

$$g \times 0,9 + d.$$

Méthode Lindet. — Elle consiste à peser l'amidon isolé. L'amidon se trouve renfermé à l'intérieur des cellules au milieu du protoplasma, corps de nature albuminoïde. On fait digérer le corps réduit en farine avec de la pepsine. Celle-ci, en présence d'acide chlorhydrique très étendu, dissout les matières albuminoïdes et l'amidon devient libre. On estime qu'au bout de vingt-quatre heures à 50°, l'amidon est complètement libéré. On le fait alors passer à travers un tamis à mailles très fines, puis on le lave, on le filtre, on le sèche et on le pèse. Il est bon de le protéger par un peu de formol.

Cette méthode présente quelques causes d'erreur. On risque de laisser passer à travers les mailles du tamis un amidon mélangé de débris de cellules et de retenir au contraire sur le tamis de l'amidon. Cependant, en général, les erreurs se compensent.

M. Lindet vient de modifier sa méthode ; il se borne à plusieurs décantations des eaux de lavage de l'amidon en les espaçant de 12 à 24 heures. Puis il saccharifie l'amidon en chauffant pendant une heure avec une solution sulfurique à 1/2 — 1 p. 100 ; il neutralise et dose la glucose et la dextrine par le fehling et le polarimètre en prenant pour la dextrine le pouvoir rotatoire 195°.

Dosage des dextrines. — Lorsqu'on a une solution de dextrines isolées, par un essai au polarimètre on trouve la quantité de dextrines contenues dans la solution. Il suffit de connaître le pouvoir rotatoire de ces dextrines. Les dextrines proprement dites ont un pouvoir rotatoire de 202.

On peut encore les invertir en glucose par ébullition avec HCl ; mais l'ébullition durant plusieurs heures est une cause d'erreur.

Dosage d'un mélange de dextrines et de glucose. Un dosage au Fehling et une polarisation donnent le résultat. Ou bien, comme l'a proposé M. Lindet, une mesure polarimétrique et une combustion peuvent résoudre très facilement la question.

Par exemple, soit une solution contenant dans 100 cm³ g de glucose et *d* de dextrine.

Le polarimètre donnera :

$$D = \frac{52,5 \times g \times 2}{100} + \frac{202 \times d \times 2}{100}$$

La matière évaporée et brûlée indiquera *c* de charbon.

Or, 180 de glucose contiennent 72 de charbon, de même que 162 de dextrines.

Donc, dans notre échantillon on aura

$$g \times \frac{72}{180} + d \times \frac{72}{162} = c$$

La méthode peut avoir une variante en employant la liqueur de Fehling au lieu de la polarisation.

Dosage d'un mélange de dextrine et de maltose. — On peut à volonté employer deux des trois méthodes suivantes : réduction directe, polarisation directe, combustion.

Dosage d'un mélange de dextrine, de glucose et de maltose. — La réduction de la liqueur de Fehling donne une première équation. Une seconde est fournie par le polarimètre. Enfin, pour en obtenir une troisième, on chauffe la solution avec de l'ammoniaque, qui détruit les sucres. Pour se débarrasser de l'excès de réactif, on chauffe avec de l'hypochlorite de soude et on se débarrasse de l'excès d'hypochlorite en ajoutant de l'acide chlorhydrique, qui donne du chlore et de l'eau. On obtient donc un mélange qui est supposé ne contenir que de la dextrine. De là résulte la troisième équation. La méthode de combustion serait plus précise.

Dosage de la cellulose. — La cellulose se dose par différence. On prend une certaine quantité de matière première. On y dose l'amidon, les pentosanes, les dextrines, les sucres, les matières grasses, les acides, les matières azotées, les cendres et l'eau. Supposons qu'on trouve un total de 94,5 p. 100. On admet qu'il reste 5,5 p. 100 de cellulose.

Quelquefois on élimine les parties solubles. On dose

dans la partie insoluble les éléments précédents et la différence donne la cellulose.

Enfin, disons que le glycogène peut se doser ainsi : on l'extrait en traitant les substances par de l'eau alcalinisée bouillante ; puis on précipite par de l'alcool alcalinisé, on dissout le précipité et on l'invertit par l'acide chlorhydrique et on dose au fehling.

Matières différentes des hydrates de carbone

Acides.

Les acides que l'on rencontre souvent en distillerie sont les suivants ⁽¹⁾ :

Acide formique

Chauffé avec de l'acide sulfurique, il dégage CO, qui brûle avec une flamme bleue. Chauffé avec le même acide et de l'alcool, il donne l'odeur de rhum.

Quelques gouttes de cet acide dans 3 cm³ de sulfate mercurique donne un précipité de sulfate mercurieux cristallisé en feuilles de fougère (au microscope) et noirissant par addition d'ammoniaque.

A chaud, il réduit le nitrate d'argent en donnant de l'argent métallique en poudre noire devenant miroitante ; ce qui n'a pas lieu en présence d'ammoniaque. Il est réduit immédiatement par le rhodium en acide carbonique et hydrogène.

Coloré en rouge par FeCl³.

Acide acétique.

Chauffé avec de l'acide sulfurique et de l'alcool, il donne une odeur agréable.

(1) La plupart des réactions suivantes ont été indiquées ou modifiées par M. Denigès.

L'acide acétique, surtout neutralisé, donne par l'azotate mercurieux un acétate en paillettes solubles dans un excès de réactif.

Coloré en rouge par FeCl^3 .

L'acétate de soude chauffé avec As^2O^3 donne l'odeur de cacodyle (¹).

Acides gras supérieurs.

L'acide butyrique, est reconnaissable à son odeur rance et au précipité bleu verdâtre donné par les sels de cuivre.

Les termes élevés de la série grasse se trouvent dans les corps gras des matières premières ; ils sont peu solubles dans l'eau, peu volatils, ont des points de fusion caractéristiques.

Acide oléique.

L'acide oléique qui se trouve dans les huiles est analogue, mais liquide jusqu'à 14° ; l'acide nitreux le solidifie.

Acide lactique.

L'acide lactique, chauffé avec SO^4H^2 concentré, dégage CO et le mélange brunit.

Avec Fe Cl^3 très dilué (coloré ou non en violet par du phénol), on a une coloration jaune.

A l'ébullition de la solution avec PbO^2 ou MnO^4K acidulé il se dégage de l'aldéhyde (odeur, brunissement d'une baguette trempée dans le réactif de Nessler). Neutralisé par les carbonates de Ca ou de Zn, après filtration, refroidissement et addition d'alcool et d'éther, il donne des

(¹) Pour séparer les acides gras volatils on a proposé diverses méthodes ; par exemple : évaporer le mélange sur PbO , pour éliminer le propionate ; puis transformer les autres acides en sels de zinc. (Haberland).

cristaux de lactate de chaux (deux touffes en pinceaux, accolées par leur sommet) ou de lactate de zinc (prismes, masses tronquées, sortes de tonnelets).

Acide tartrique.

Par calcination il dégage une odeur de pain brûlé.

Denigès a indiqué la réaction suivante : dans 3 cm³ de SO⁴H² on met 3 gouttes de résorcine à 2 p. 100, 1 goutte de solution tartrique et on chauffe à 130°; on a alors une magnifique coloration rose violacé, qui étendue d'acide acétique montre une bande d'absorption (K = 527,5). Cette réaction est masquée par les sucres, les nitrites, les nitrates et les chlorates.

Fewters a indiqué que les tartrates traités par du sulfate ferreux, H²O² et une ou deux gouttes de potasse donnent une couleur noire.

L'acide tartrique, agité avec une solution concentrée d'acétate potassique, donne des précipités cristallins de bitartrate.

Le chlorure de Ca précipite l'acide tartrique, lentement en présence des sels ammoniacaux; le précipité se dissout dans la soude exempte de carbonate, il se dépose à l'état gélatineux à l'ébullition et se redissout à froid.

L'eau de chaux en excès donne un dépôt floconneux qui tend à devenir cristallin.

L'acide tartrique donne avec le nitrate d'argent ammoniacal un dépôt miroitant.

Acide malique.

Dégagement d'aldéhyde comme pour l'acide tartrique mais sous l'influence du bichromate rendu acide.

Evaporé plusieurs fois à sec avec AzO³II il donne de l'acide oxalique (oxalate de chaux, insoluble dans l'acide acétique).

Acide citrique.

Avec un très grand excès de chaux, à l'ébullition on a un dépôt qui tend à disparaître par refroidissement.

La solution acidulée par HCl, alcalinisée par AzH^3 et additionnée de $CaCl^2$ donne un précipité tricalcique.

Denigès a encore indiqué les réactions suivantes :

Une solution alcalinisée puis rendue légèrement acide par l'acide acétique bouillant est additionnée d'un quart de son volume d'hypobromite de soude et de quelques gouttes d'acide acétique, on refroidit brusquement et on voit des gouttelettes de bromoforme.

Si au lieu de refroidir on ajoute du permanganate, il se forme de l'acétone reconnaissable soit par la coloration rouge obtenue par l'action du nitro-prussiate de soude, de la soude et de l'acide acétique, soit par le précipité donné en moins de 1' par du sulfate acide de mercure ajouté volume pour volume.

Acide oxalique (1).

Avec un excès de SO^4H^2 à chaud, on a un mélange de CO^2 et CO combustible en bleu. Cette réaction a lieu à froid par addition de MnO^2 ou de permanganate.

Avec le sulfate ferreux on a un précipité blanc jaunâtre d'oxalate ferreux.

Avec le sulfate acide de mercure (SO^4Hg) on a un précipité d'oxalate de mercure qui ne se produit pas en présence de HCl ou des chlorures.

La solution alcalinisée à l'ammoniaque, acidulée par

(1) On a proposé d'extraire des plantes l'acide oxalique libre par extraction étherée et l'acide oxalique combiné aux alcalis par extraction à l'eau. Enfin on se fait une idée des oxalates insolubles en extrayant l'acide oxalique total par traitement sulfurique et lavage à l'éther.

l'acide acétique, précipite par les sels de chaux; le précipité est soluble dans les acides minéraux.

Acide succinique.

Peut être bouilli pendant 30 minutes avec AzO^3H sans être oxydé et il résiste à l'action du permanganate acide. Cela le rapproche de l'acide acétique; mais chauffé il se sublime et avec $FeCl^3$ donne un précipité rouge brun.

Recherche des acides organiques.

La recherche des acides organiques doit être conduite ainsi (Denigès).

La liqueur qui contient les acides (ordinairement à l'état de sels de soude) est acidulée par SO^4H^2 ; on distille, on recueille le distillat et s'il est acide on essaie sur lui les réactifs des acides formique, acétique, et butyrique.

Le résidu de la cornue est divisé en plusieurs portions :

1° On commence par réduire tous les oxydants, par une ébullition avec SO^4H^2 chargé de quelques gouttes de SO^4Cu et additionné de 2 gr de zinc; alors on recherche l'acide tartrique à la résorcine.

2° Une autre portion est étudiée successivement au point de vue des autres acides.

Dosage des acides organiques.

En général on se borne à un dosage global des acides libres ou au dosage global des acides fixes et des acides volatils ⁽¹⁾.

(1) Comme mode de séparation de l'acide tartrique et de l'acide citrique, on a préconisé l'action précipitante de KCl et de l'acide citrique sur le bitartrate; la méthode n'est qu'approximative.

On a préconisé pour doser l'acide succinique, en présence des

Le dosage des acides volatils se fait en distillant le liquide qui les contient sur un acide fixe, comme l'acide phosphorique. Il faut prolonger l'opération très longtemps, remplacer au fur et à mesure l'eau distillée.

Dans le distillat on dose par acidimétrie les acides (1).

Au point de vue de la composition des matières premières on titre les acidités à l'aide de liqueurs normales ou décinormales de soude ou de chaux. Mais dans les moûts, pour faciliter le calcul on emploie une soude dont 1 litre est équivalent à 5 gr d'acide sulfurique.

En opérant sur 50 cm³ de liqueur, tout centimètre cube de soude employé signifie que dans les 50 cm³ il y a l'équivalent de $\frac{5 \text{ gr}}{1000}$ d'acide sulfurique.

Donc dans 1 litre de liqueur il y a l'équivalent de $\frac{5 \text{ gr}}{1000} \times 20 = 0,1 \text{ gr}$ d'acide sulfurique.

Les indicateurs employés sont variables ; mais c'est

acides tartrique et lactique, de précipiter par un sel d'argent et de bien laver pour redissoudre le tartrate et le lactate. Puis on dose l'argent du succinate par décomposition au chlorure de sodium.

Lindet a indiqué une méthode de séparation des acides végétaux.

Il distingue l'acide tartrique par son précipité de bitartrate insoluble dans l'alcool éthéré.

Il isole les autres acides par la méthode des sels de plomb et de H²S. Il les reprend par l'alcool méthylique ; dans une partie il ajoute de la quinine qui précipite l'acide citrique dans des conditions déterminées de dilution.

A une autre partie, il ajoute de la cinchonine qui précipite l'acide malique.

Les sels organiques sont traités par l'ammoniaque, la baryte et SO⁴H². On a ainsi leur acide.

(1) Au lieu de distiller longtemps la masse, on peut en distiller par exemple un quart ; remplacer ce quart par de l'eau ; recueillir encore à la distillation le même volume et recommencer une troisième fois ; si *a*, *b*, *c* sont les acidités des trois fractions, on peut prendre $a + b + 2c$ pour acidité totale.

encore le tournesol qui est le plus employé (méthode de la touche sur papier).

Comme dans un moût de betteraves il y a à la fois de l'acide sulfurique et des acides organiques, au moment où la soude versée correspond à l'acide sulfurique libre, la liqueur subit un noircissement qui peut servir d'avertissement.

Corps gras.

Les corps gras que l'on peut trouver dans les matières premières de la distillerie sont souvent des acides gras purs tels que les acides oléique, palmitique etc., ou leurs éthers glycériques.

Le dosage de ces corps gras peut se faire par extraction à l'éther ou au sulfure de carbone qui en donnent la totalité. Pour se faire une idée de leur composition on y dose :

- 1° Les acides libres, volatils et fixes ;
- 2° L'acidité volatile et fixe après saponification, d'où l'on déduit par différence les acides volatils et fixes engagés dans les glycérides.

On peut être amené à doser la glycérine, si elle est en liberté. Les méthodes consistent en général à amener la liqueur à être à 1 p. 100 environ, à la déféquer à l'oxyde de plomb, la filtrer, l'évaporer presque complètement. On défèque à nouveau, et on chasse l'excès de plomb par CO^2 , on évapore au bain-marie, ce qui reste est la glycérine.

Quand il s'agit de la glycérine combinée on fait la saponification à la soude. On reprend par l'acide chlorhydrique pour rendre le liquide acide, on filtre sur du papier mouillé pour retenir les acides gras, on lave à l'eau acidulée, on neutralise par le carbonate de soude, on évapore à 3 ou 4 cm^3 , on reprend par l'alcool fort,

on filtre, on recommence le traitement à l'alcool et on évapore cet alcool. On considère le résidu comme de la glycérine ; mais il faut vérifier qu'il n'y a pas de sels de soude entraînés.

A côté des corps gras dans les extraits étherés ou autres se trouvent la lécithine, la cholestérine, etc.

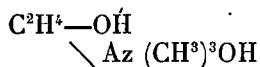
Lécithine.

Est un éther glycérique : 1° d'acide oléique ;

2° D'acide palmitique ;

3° De phosphate acide de choline.

La choline ayant pour formule



Le dosage de la lécithine se fait en épuisant la matière sèche pendant 60 heures à l'éther, puis par l'alcool. On évapore les deux sortes d'extraits.

Cholestérine $\text{C}^{26}\text{H}^{48}.\text{OH}$.

La cholestérine est un alcool en feuillets nacrés qui existe dans la plupart des matières grasses ; la lanoline est un éther de ce corps et d'acides gras. Il semble qu'il y ait plusieurs homologues de la cholestérine.

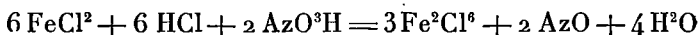
Matières azotées.

Les matières azotées qui existent dans les plantes sont à l'état de : nitrates, ammoniacque, amines, amides, matières protéiques diverses, alcaloïdes.

Nitrates.

Des nitrates il n'y a rien de particulier à dire, ils sont

caractérisés par la présence de l'acide nitrique⁽¹⁾, dont on fait le dosage par la méthode de Schlœsing, basée sur l'action du chlorure de fer sur les nitrates en présence de l'acide chlorhydrique; le fer se peroxyde et il se dégage du bioxyde d'azote



La méthode peut être utilisée de deux manières : 1° doser le fer au minimum restant; 2° mesurer AzO, ou le comparer à celui donné par une solution type.

Ammoniaque.

Se caractérise en la faisant dégager par un alcali tel que la soude ou la magnésie. On peut alors la mettre en évidence par le réactif de Nessler ou par son odeur.

Son dosage se fait ordinairement par distillation sur la magnésie.

On la recueille et on la titre avec un acide titré, ou bien par comparaison colorimétrique avec des échantillons-types en utilisant la réaction de Nessler.

Amines.

Les *amines simples* sont peu représentées dans les plantes. On peut citer quelques bases alcooliques.

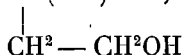
(1) Les réactifs les plus sensibles de l'acide nitrique sont (Denigès) :

a) La formation d'azotate de cinchonamine insoluble (Arnaud. et Padé);

b) Le dérivé nitré du quinquéfol dissous dans l'eau acidulée par SO_3H^2 précipite à froid;

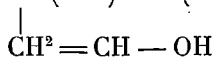
c) 2 volumes de nitrate, 1 volume d'antipyrine à 5 p. 100, 2 volumes d'acide sulfurique donnent en agitant une coloration rouge devenant carmin par addition d'eau.

Choline. — La choline est $\text{Az}(\text{CH}^3)^3\text{OH}$; elle existe dans



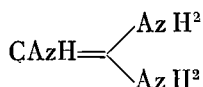
la lécithine, le houblon (elle n'est pas vénéneuse).

Neurine. — La neurine est $\text{Az}(\text{CH}^3)^3\text{OH}$ (très véné-



neuse).

Guanidine. — La guanidine (vesces) a pour formule



à l'ébullition avec les alcalis elle donne de l'urée.

Elle est précipitée par l'acide phosphotungstique, mais soluble dans un excès de réactif.

Amides.

Les amides sont le plus souvent des acides amidés précipitables par le nitrate acide de mercure. Cependant on trouve quelques amides véritables.

Glycocolle. — Le glycocolle (canne à sucre) s'isole par la méthode générale du nitrate acide de mercure qui donne un précipité qu'on décompose par H^2S ; on évapore; le résidu est inactif, ne réduit pas le fehling, n'est décomposé par KOH qu'en solution très alcaline, il reste HCy .

Analine. — L'analine ou acide amidopropionique $\text{CH}^3\text{CH}(\text{AzH}^2)\text{CO}^2\text{H}$ est sublimable, assez soluble dans l'eau chaude.

Acide aspartique. — L'acide aspartique ou succinique

monoamidé $\text{CO}^2\text{H} \cdot \text{CH}^2 \cdot \text{CH} (\text{AzH}^2) \text{CO}^2\text{H}$ est soluble dans l'eau.

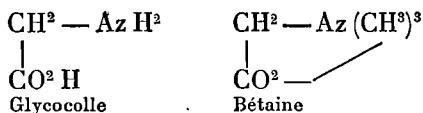
Acide glutamique. — L'acide glutamique est l'homologue supérieur du précédent

Asparagine. — L'asparagine ou amide de l'acide aspartique est peu soluble dans l'eau froide et plus à chaud; elle est lévogyre en solution alcaline et dextrogyre en solution acide; elle réduit le fehling et est décomposable facilement par la potasse en laissant un résidu d'acide aspartique; ces caractères la distinguent du glycocole.

Glutamine. — La glutamine est l'amide de l'acide glutamique.

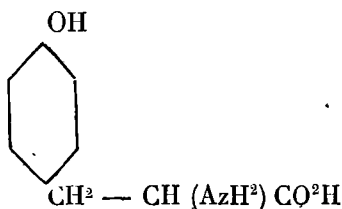
Leucine. — La leucine ou acide α amidocaproïque $\text{CH}^3 (\text{CH}^2)^3 \text{CH} (\text{AzH}^2) \text{CO}^2\text{H}$ est sublimable à 170° et peu soluble.

Betaine. — La Betaine est un dérivé du glycocole existant dans la betterave



Sarcosine. — De même, la sarcosine $\text{CH}^2 - \text{AzH} (\text{CH}^3) \text{CO}^2\text{H}$ est soluble dans l'eau.

Tyrosine. — La tyrosine ou oxyphénylanaline

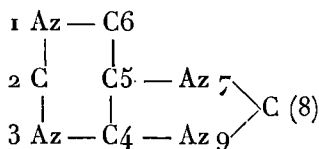


LÉVY. — Les moûts et les vins.

est en fines aiguilles brillantes, peu solubles dans l'alcool et insolubles dans l'éther. Sous l'influence d'une oxydase spéciale, la tyrosinase, elle s'oxyde.

Série de la purine. — Parmi les corps amidés, il faut citer un certain nombre de ceux de la *série de la purine* de E. Fischer.

Par suite de considérations théoriques, cet auteur a envisagé le noyau



qu'il a appelé purine.

L'acide urique, qui d'ailleurs ne nous intéresse pas, devient une trioxypurine (2, 6, 8).

Xanthine. — Un dérivé dioxypurique (2, 6) est la xanthine, qui se trouve souvent dans les plantes. Peu soluble dans l'eau froide, insoluble dans l'alcool et l'éther, soluble dans les alcalis; précipitée par l'acide phosphotungstique, elle est soluble dans un excès réactif. Elle réduit le fehling.

Elle est précipitée par un mélange de sel de magnésie et de nitrate d'argent ammoniacal en un sel argento-magnésien insoluble. En dosant l'argent résiduel par la méthode au cyanure, on peut évaluer la xanthine (mais d'autres corps et l'acide urique sont dans le même cas; en recueillant le précipité, en le traitant par Na_2S , évaporant la solution filtrée, la reprenant par HCl , l'acide urique cristallise).

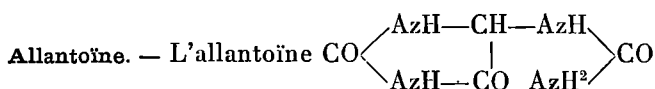
Une diméthylxanthine 1-7 est la théobromine du thé et du café. Elle ne nous intéresse pas plus que la caféine, qui est la triméthylxanthine 1, 3, 7.

Hypoxanthine. — Un dérivé oxypurique (6) est l'hypoxanthine ou sarcine anhydre qui se trouve souvent dans les plantes ; elle est soluble dans l'eau chaude et les alcalis.

Divers. — Un dérivé aminé en 8 de la purine est l'adénine soluble dans l'eau et les alcalis.

Le dérivé amino-2-oxy 6 purine est la guanine insoluble dans l'eau, peu dans l'ammoniaque, beaucoup dans la potasse.

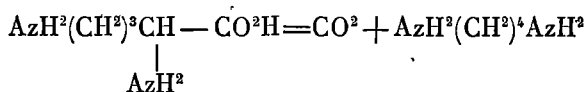
A ces dérivés on peut rattacher le suivant qui aboutit à l'urée de même que l'acide urique, le premier par l'action des alcalis, le deuxième par oxydation.



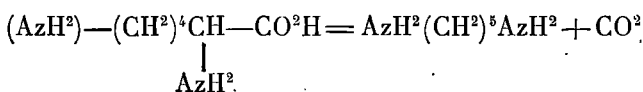
est en prismes brillants résultant de la réaction de l'urée sur l'acide glyoxylique, très solubles dans les alcalis qui, même à froid, les transforment en urée. L'allantoïne est précipitée par l'acide phosphotungstique et le nitrate de mercure.

Enfin il faut rattacher à ce groupe deux corps usuels connus.

Carnine et arginine. — La Carnine est une poudre soluble dans l'eau chaude. L'arginine $\text{C}^6\text{H}^{14}\text{Az}^4\text{O}^2$ (lupin, topinambour, betterave) qui est également soluble dans l'eau chaude est un des produits d'hydrolyse des albuminoïdes. Par hydrolyse elle donne à son tour de l'urée et une autre base, l'ornithine qui par putréfaction aboutit à la putrescine ou tétraméthylénediamine.



Lysine. — La lysine $C^6H^{14}Az^2O^2$ est un des produits de dédoublement des matières albuminoïdes qui est sans doute l'acide diamido-caproïque lequel par hydrolyse aboutit à la cadavérine ou pentaméthylènediamine.



Hystidine. — L'hystidine $C^6H^9Az^3O^2$ est un autre produit de dédoublement des albuminoïdes.

Exemple de séparation de quelques amides. — L'extrait, privé des albuminoïdes est soumis à la dialyse et concentré. L'asparagine mêlée de tyrosine précipite. On peut les séparer par fractionnement, cette dernière étant la moins soluble.

La tyrosine redissoute à chaud dans de l'eau ammoniacale, déféquée à l'acétate de plomb, filtrée à chaud, neutralisée par l'acide sulfurique et enfin filtrée à chaud, laisse déposer la plus grande partie de la tyrosine (aiguilles en touffes) présentant les réactions suivantes :

a) D'Hoffmann. Dans un tube à essai on met la tyrosine, de l'eau, quelques gouttes de nitrate acide de mercure, deux gouttes d'acide nitrique fumant, on porte à l'ébullition, on voit d'abord une coloration rose, puis un précipité rouge.

b) De Péria. Dans un verre de montre on place de la tyrosine, deux gouttes d'acide sulfurique concentré, on chauffe, on étend d'eau, on neutralise par un carbonate, on filtre, on concentre au bain-marie et on ajoute quelques gouttes de chlorure de fer. Il se produit une coloration violette.

Les 2 bases précédentes étant isolées on peut isoler à son tour la leucine. A cet effet, l'eau-mère de la tyrosine et de l'asparagine est additionnée de beaucoup d'alcool ;

on filtre, on évapore à l'état de sirop d'où la leucine impure précipite ; on la filtre sur du coton et on la reprend par de l'alcool ammoniacal d'où elle cristallise.

Elle présente les deux réactions suivantes :

a) De Scherer, Sur une lame de platine, on met un peu de leucine et une goutte d'acide nitrique, on évapore ; on ajoute une goutte de soude, on chauffe ; la masse se colore en jaune, puis se transforme en une goutte huileuse très mobile.

b) Un peu de leucine chauffée à sec dans un tube à essai donne une goutte huileuse, ayant l'odeur de l'amylamine, en même temps qu'une partie de la leucine se sublime.

Caractères de l'asparagine et de la glutamine. — L'extrait est additionné d'acétate de plomb, filtré et additionné de nouveau d'une solution peu acide de nitrate de mercure. Le précipité ainsi obtenu est lavé avec H^2S puis filtré. En présence d'asparagine ou de glutamine, le liquide dégage de l'ammoniaque sous l'influence de l'eau de baryte.

Au contraire, le liquide neutralisé à l'ammoniaque et à la soude, évaporé, laisse déposer l'asparagine qui cristallise. La glutamine, est réduite en acide glutamique par l'ébullition de l'eau-mère avec HCl ; on ajoute de l'acétate de plomb, on concentre, on traite par l'alcool ; le précipité est décomposé par H^2S , on concentre de nouveau et on a de l'acide glutamique, dont le chlorhydrate est peu soluble dans l'acide chlorhydrique concentré et cristallise en aiguilles brillantes.

La solution concentrée d'acide glutamique traitée par l'hydrate d'oxyde de cuivre et évaporée donne une poudre bleue, tandis que l'acide aspartique donne des aiguilles fines et bleues brillantes.

L'acide glutamique en solution neutralisée par l'ammoniaque ne précipite pas par les sels de plomb, au contraire de l'autre acide.

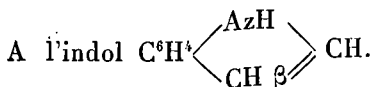
Un autre exemple d'extraction d'amide d'un végétal est celui du glyocolle de la canne à sucre : on précipite par le nitrate acide de mercure, on décompose par H^2S et on évapore. Les cristaux sont identifiés à ceux du glyocolle, entre autre par la formation d'acide hippurique à l'aide de l'acide benzoïque à 60° .

Matières albuminoïdes (type albumine de l'œuf).

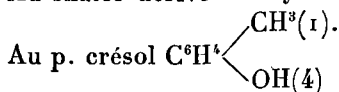
Propriétés générales des albuminoïdes. — Traitées par les acides ou la baryte elles donnent du glyocolle, de la leucine, de l'acide aspartique, de l'acide glutamique, de la leucine ($C^4O^7AzO^3$) (polymérisation de l'aldéhyde aspartique), de la lysine ($C^6H^{14}Az^2O^3$) (acide diamido-caproïque ?), de l'acide acétique diamidé (AzH^2) $^2CH CO^2H$, de l'acide phénylamidopropionique, de l'acide oxyphénylamidopropionique, de l'oxyphénylanaline, de la tyrosine, de l'ornithine, de l'arginine, etc.

La putréfaction des matières albuminoïdes conduit :

Aux acides amidés des acides gras ou aromatiques



Au skatol dérivé méthylé du précédent en β .



A des ptomaines, de la neurine, de la cadavérine, etc.

Constitution vraisemblable. — Dans l'état actuel de nos connaissances sur les matières albuminoïdes, on peut se figurer des noyaux d'arginine, d'hystidine, de lysine groupés avec différents acides : par exemple, dans la gélatine, avec des acides amidés depuis le glyocolle jusqu'aux acides les plus élevés ; il y a aussi des acides amidés d'acides-alcools, en particulier en C^6 .

.. Dans certaines peptones, les mêmes noyaux et dans les albumines ces mêmes noyaux auxquels il faut ajouter la tyrosine, sont combinés aux mêmes acides amidés et à des acides sulfurés amidés, tel que l'acide thiolactique amidé ou cystéine que l'on retire de la putréfaction des albuminoïdes, et dont un dérivé, la cystine, existe dans l'urine, à côté de sulfocyanures et de sulfoconjugués aromatiques.

Classification des matières albuminoïdes végétales.

— 1° Albumines végétales; solubles dans l'eau, coagulables par la chaleur, lévogyres ne précipitant pas par l'acide acétique, précipitant par les acides minéraux moyennement concentrés ;

2° Protéoses ; à peu près les mêmes propriétés, mais non coagulables ;

3° Globulines ; peu solubles dans l'eau, solubles dans HCl, précipitent par NaCl étendu ou saturé (non de concentration moyenne), précipitent par le sulfate d'ammoniaque, coagulables par la chaleur ;

4° Caséines végétales ; légumine des légumineuses ; conglutine du lupin ou du blé, gluten-caséine du blé (1) ; peu solubles dans l'eau, solubles dans les acides étendus même dans l'acide acétique, précipitées par les acides concentrés et par les phosphates, elles sont insolubles dans

(1) La légumine, insoluble dans l'eau salée à 5 p. 100, précipite de sa solution aqueuse par l'alcool; elle est soluble dans l'acide acétique concentré; par l'ébullition, elle devient insoluble dans le précédent et les alcalis. Elle se dissout dans l'acide sulfurique concentré.

La glutencaséine est soluble dans l'alcool à 75° bouillant; à part cela elle a les mêmes propriétés que plus haut.

La conglutine est insoluble dans l'eau salée à 5 p. 100. Soluble dans alcool 70° en présence des alcalis, d'où une neutralisation ou une dilution la font précipiter.

l'alcool froid, solubles dans les alcalis étendus et coagulables par la chaleur;

5° Glutines végétales; glutenfibrine du blé (gliadine) ⁽¹⁾; mucédine; Zéine du maïs ⁽²⁾; elles forment empois avec l'eau chaude et finissent par se coaguler; elles sont insolubles dans l'alcool, mais solubles dans l'alcool étendu et difficilement solubles dans l'eau acidulée ou alcalinisée.

Elles donnent par SO^4H^2 plus d'acide aspartique ou glutamique que les autres;

6° Crisalloïdes; ce sont des corps cristallins, dédoublables, gonflés par l'eau, solubles dans les alcalis étendus, insolubles dans l'alcool et l'éther;

7° Enzymes (voir plus loin);

8° Peptones; solubles dans l'eau, diffusibles, insolubles dans l'alcool et l'éther; non coagulables par les acides, elles sont douées du pouvoir rotatoire à gauche;

9° Nucléines; combinaisons probables d'albuminoïdes avec l'acide métaphosphorique. Traitées à froid par l'acide nitrique, filtrées et bouillies, elles présentent la réaction de l'acide phosphorique. Non dissoutes par la pepsine; réaction acide au papier.

Les corps 1, 2, 3, 4, 5 constituent plus particulièrement ce que l'on appelle les matières albuminoïdes.

Réactions des matières albuminoïdes (1, 2, 3, 4, 5).

— 1° Chauffées avec l'acide nitrique fort: coloration jaune (réaction non caractéristique);

(1) On appelle souvent glutine la partie du gluten soluble dans l'alcool; d'après certains auteurs, ce serait le mélange de mucédine et de gliadine; la mucédine étant la plus soluble, la glutine précipiterait par refroidissement.

(2) La caséine est soluble dans l'alcool 85° à 50° de température, en concentrant la liqueur, on la précipite par l'éther; elle est soluble à chaud dans l'acide acétique concentré et à froid dans HCl.

Une longue ébullition la rend insoluble.

2° Avec le réactif de Millon (1 de mercure dans 1 d'acide nitrique froid, et volume égal d'eau) : coloration pourpre surtout à chaud (sensibilité au $\frac{1}{20\ 000}$);

3° La réaction du biuret se produit : on rend la solution fortement alcaline, on y ajoute quelques gouttes de sulfate de cuivre et on a une coloration rose (sensible au $\frac{1}{2\ 000}$); mais c'est aussi une réaction des peptones;

4° Quelques albuminoïdes se coagulent par la chaleur d'autres par l'addition d'acides;

5° Les albumines précipitent par les acides minéraux, de même par l'alcool, l'éther, les sels métalliques, les oxydes métalliques, les deux acétates de plomb, le sulfate de cuivre, le sublimé, l'acétate de fer, le chlorure de fer, etc;

6° Le ferrocyanure et l'acide acétique ajoutés ensemble à une solution au $\frac{1}{50\ 000}$ donnent un trouble;

7° Le tanin, une solution chlorhydrique de phosphotungstate de soude, l'iodure double de mercure et de potassium ou celui de bismuth et de potassium dans une solution au $\frac{1}{100\ 000}$ donnent également un trouble;

8° Le réactif de Méhu (1 de phénol, 1 d'acide acétique, 2 d'eau) est aussi à recommander;

9° Par la pepsine on a l'anti-albumose et l'hémi-albumose qui se transforment en peptones.

Avec la trypsine l'anti-albumose conduit à la peptone mais l'hémi-albumose conduit à la leucine, à la tyrosine, etc.

Enzymes. — Les ferments solubles ou diastases ou enzymes sont des corps organiques qui donnent naissance à certaines réactions sur d'autres matières organiques,

tout en étant toujours en très petite quantité par rapport au poids des matières décomposées. C'est pour rappeler leur faible proportion qu'on les a longtemps désignés sous le nom de ferments solubles. L'épithète soluble indique non seulement leur solubilité, mais leur propriété de ne pas être figurés, c'est-à-dire de ne pas posséder une forme comme les ferments proprement dits ; en outre ces deux sortes de ferments diffèrent en ce que les ferments proprement dits, étant des végétaux, peuvent se reproduire, tandis que les ferments solubles étant des produits chimiques ne peuvent se reproduire par eux-mêmes.

Ces enzymes prennent naissance à l'intérieur des cellules végétales ou animales et en particulier à l'intérieur des microbes.

Ordinairement une même cellule produit plusieurs enzymes, de sorte que l'étude des produits de l'intérieur des cellules porte sur un mélange d'enzymes. Cette idée du mélange d'enzymes est récente. Il y a encore quelques années, on admettait que dans une cellule déterminée il n'y avait qu'un seul enzyme spécial à la cellule. Cependant, on avait remarqué que la cellule possédait plusieurs genres de réactions chimiques et on disait alors que l'enzyme qu'elle renfermait avait des fonctions multiples. Mais on s'est aperçu que les cellules pouvaient donner un très grand nombre de réactions chimiques variables avec les circonstances. Pour ne pas donner à un seul enzyme un trop grand nombre de propriétés différentes, on a été conduit à penser qu'une même cellule renfermait plusieurs enzymes ayant chacun une propriété déterminée. Il est probable en réalité, qu'à l'intérieur des cellules, il y a un corps unique jouant au point de vue chimique le rôle d'un noyau dont les modifications possibles seraient les différents enzymes.

Il est difficile de préparer les enzymes purs, une même cellule en produisant plusieurs espèces à la fois.

Par exemple : la levure de bière secrète un enzyme, *l'invertine* qui possède la propriété d'invertir la saccharose. Mais on s'est aperçu qu'elle doit également contenir un enzyme capable d'invertir la maltose, enzyme que l'on désigne sous le nom de *maltase*.

On a découvert dans la levure un troisième enzyme qui fait fermenter directement la glucose et il y en a d'autres.

Il est donc difficile d'isoler les différents enzymes d'une même cellule, puisqu'ils s'y trouvent à l'état de mélange.

De plus, si on veut précipiter les enzymes en ajoutant à la solution qui les contient un corps convenable, ils ne se précipitent pas seuls, mais accompagnés de matières organiques et la séparation des enzymes et de ces matières organiques est pour ainsi dire impossible, par suite d'un phénomène analogue à celui qui produit les laques colorées.

Une autre difficulté tient à ce que les enzymes sont de nature albuminoïde. Or les matières albuminoïdes ne sont pas en général diffusibles. De sorte que, pour isoler les enzymes, on est souvent obligé de broyer les cellules et d'en traiter directement le suc intérieur. Il est évident que dans ce cas, l'enzyme risque d'être beaucoup moins pur, puisqu'il est mélangé à une foule de matières albuminoïdes.

L'invertine de la levure, l'amylase du malt, sont relativement diffusibles et peuvent se préparer par lavage des cellules qui les contiennent.

Au contraire, la maltase de la levure est fort peu diffusible et on ne l'obtient que par broyage.

Nous reviendrons plus loin sur la préparation de ces corps.

Une quatrième difficulté pour isoler les enzymes est la suivante :

Un enzyme qu'on veut préparer n'existe pas à tout

moment dans la cellule d'où on doit l'extraire. Il faut que la cellule soit dans des conditions particulières pour produire l'enzyme cherché en proportion prédominante par rapport aux autres enzymes. Donc suivant qu'on sera dans telle ou telle condition, on aura un mélange où dominera tel ou tel enzyme, et, par conséquent, on fera ou on ne fera pas en proportion suffisante l'enzyme désiré.

En particulier certains enzymes ne prennent naissance que par suite d'un état d'étiollement provoqué dans les cellules.

Il est bien évident que pour obtenir de pareils enzymes, il faut au préalable placer les cellules dans les conditions d'affaiblissement voulues. Comme composition chimique les enzymes sont voisins des albuminoïdes.

Propriétés. — En général ils en ont la plupart des propriétés. Ainsi la diastase du malt (diastase brute) ne réduit pas la liqueur de Fehling ; bouillie, sa solution se trouble en se coagulant ; l'acide chlorhydrique fumant donne la coloration violette de la syntonine ; l'acide nitrique donne une coloration jaune ; le réactif de Millon produit la coloration rouge due à la tyrosine ; l'acétate de plomb, le sublimé, le tannin, le ferrocyanure en liqueur acétique donnent des précipités.

Toutes ces propriétés appartiennent aux matières albuminoïdes. Au contraire, tandis qu'une matière albuminoïde fortement alcaline, additionnée de sulfate de cuivre, donne une coloration rose (réaction du biuret). La diastase brute ne la donne pas.

La teinture de résine de gaïac et l'eau oxygénée donnent par les enzymes une coloration bleue, propriété que n'ont pas en général les albuminoïdes.

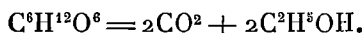
Enfin les albuminoïdes proprement dits ne sont pas dialysables, ce que sont dans une certaine proportion certains enzymes.

On peut distinguer les enzymes en quatre groupes, suivant la nature de leurs réactions.

Classification. — 1° *Enzymes hydrolisants* capables de fixer de l'eau sur le corps sur lequel ils agissent. Exemple : l'invertine, la maltase.

2° *Enzymes oxygénants*. Exemple : la laccase.

3° *Enzymes de dislocation*, ne fixant rien en agissant sur les corps dont ils scindent les molécules : par exemple, sous l'action d'un enzyme extrait de la levure, on obtient de l'acide carbonique et de l'alcool par dédoublement de la glucose,



4° Les *enzymes peptonisants* analogues à la *pepsine*, capables de digérer les matières albuminoïdes. Il en existe un dans la levure de bière.

Enzymes de l'Orge. Dans l'orge naturel ainsi que dans le maïs, le blé, le seigle, il existe entre autres un enzyme particulier auquel on a donné le nom de *diastase de translocation*. C'est cette diastase qui agit en premier lieu lorsque l'orge commence à germer. Elle est différente des diastases proprement dites qui se produisent plus tard.

Elle n'attaque ni les grains ni l'empois d'amidon ; mais elle est capable d'agir sur l'amidon soluble. Elle agit donc surtout sur les dextrines. Ce qui la différencie encore de la diastase proprement dite, c'est qu'elle agit assez énergiquement à basse température tandis que la diastase proprement dite n'agit que difficilement.

Un deuxième enzyme semble préexister dans l'embryon de l'orge avant la germination, c'est la *spermase* de Grüss laquelle empêcherait, au début de la germination en milieu aéré, la formation d'amidon aux dépens de la saccharose du scutellum.

Supposons que l'on fasse germer l'orge. Une diastase

apparaît, corrode les cellules de manière à s'introduire à l'intérieur où elle agit sur les grains d'amidon. C'est la *Cytase* qui sert au travail préliminaire de la germination. A mesure que la germination se développe, la véritable diastase, l'*amylase* commence à prendre naissance. C'est la diastase de sécrétion. Elle liquéfie l'amidon et l'empois et agit à toute température jusqu'à 88° en donnant les différentes dextrines et finalement la maltose.

A côté de ces diastases il faut placer une sorte de peptase solubilisant les matières albuminoïdes dès le début de la germination.

D'après M. Weiss, il y aurait aussi, dans le malt vert, une diastase coagulant le lait comme la présure.

Enzymes de l'orge. — DÉTAILS SUR LA SACHARIFICATION. —

1° Au début, la quantité de maltose est proportionnelle à la quantité d'amylase; la proportion susdite se conservant jusqu'à ce que 40 p. 100 environ de l'amidon soient transformés.

2° Au point de vue des températures, Kjédahl a montré qu'après 15 minutes, les quantités de maltose obtenues augmentent avec la température de l'opération, jusqu'à 63°; mais elles décroissent si la température employée est de plus en plus grande.

3° Au même point de vue des températures, si on attend la fin de l'opération, on constate qu'il y a des proportions différentes de maltose et de dextrines suivant la température.

$$\text{A } 60^{\circ} \frac{\text{dextrines}}{\text{maltose}} = 0,25 \text{ à } 0,35.$$

$$\text{A } 75\text{-}80^{\circ} \frac{\text{dextrines}}{\text{maltoses}} \text{ est supérieur à } 2.$$

4° Les extraits des malts préalablement chauffés, employés ensuite à une autre température ne se comportent

pas comme un malt normal employé à cette même température. Mais ils se rapprochent de ce que serait le malt normal travaillé à la température où ils ont été préalablement chauffés.

Ansi un malt chauffé 10 minutes à 63° a donné à 50°, 63 p. 100 de maltose.

$$\frac{D}{M} = \frac{2}{5} = 0,41$$

$$\text{A } 68^\circ, 35 \text{ p. } 100 \quad \frac{D}{M} = 1,9$$

$$\text{A } 78^\circ, 17 \text{ p. } 100 \quad \frac{C}{M} = 4.$$

Un malt chauffé 35 minutes à 80° ne donne presque pas de maltose.

D'où l'idée des deux diastases, celle qui résiste à 80° qui donne surtout de la dextrine et l'autre détruite à cette température et détruisant la dextrine pour en faire de la maltose.

Si on suit la marche d'une saccharification aux températures de 50 à 60°, on constate qu'elle se fait en deux temps très marqués : 1° une période de quelques minutes (15) très active et 2° une période lente.

On a cru expliquer ce point par une usure de la diastase.

Cela n'est pas probable puisqu'une nouvelle addition de diastase n'accélère pas la transformation.

On a aussi fait intervenir l'action contraire de la maltose (réaction inverse). Sans nier cette action, il faut observer qu'une addition préalable de maltose agit peu.

Ce qui paraît intervenir dans le ralentissement, c'est la difficile attaque de certaines dextrines, lesquelles proviendraient de parties différentes des grains d'amidon.

Dans cette hypothèse, la saccharification n'est plus une dégradation par plusieurs échelons de l'amidon vers la

maltose, mais une série de dégradations de *plusieurs amidons* vers la maltose.

Cette vue serait d'accord avec le fait que les grains d'amidon cru sont attaqués par la diastase par points et que les portions qui résistent donnent des empois qui se dextrinisent et se saccharifient moins vite et en laissant des dextrines résiduelles qui seraient soit enclavées, soit combinées aux points de plus grande résistance ⁽⁴⁾.

G.-H. Morris a étudié l'action simultanée de l'amidon et de la levure ; l'action est bien plus active sur le produit de la saccharification de l'amidon et sur les grains d'amidon crû attaquant. La dextrine stable non touchée ni par l'amylase, ni par la levure, disparaît sous l'influence des deux.

SUBSTANCES ACTIVANTES ET RETARDATRICES. — Un point des plus importants de la saccharification est celui des substances dites activantes et des substances nuisibles.

Pour rendre compte de ce point, il suffit de résumer les travaux d'Effront.

1° Les acides minéraux à très faible dose ont une action activante ; à mesure que la dose d'acide augmente l'effet s'atténue pour changer de sens lorsque la dose devient plus forte.

Il y a donc une dose optima. Cette dose dépend de la nature de l'acide et du milieu, car l'acide réagit en partie sur le milieu ; elle dépend aussi de la température, l'effet tendant à diminuer lorsque celle-ci augmente.

Pour SO^4H^2 , la dose est voisine des $\frac{3}{(10)^5}$ du poids d'amidon et la température favorable voisine de 30°.

(4) Remarque. Dans la saccharification aux acides, le résidu est de la glucose, on a des dextrines intermédiaires qui par le malt donnent de la glucose et de la maltose.

2° Les acides organiques agissent dans le même sens ; le cas de l'acide lactique est des plus importants en distillerie.

A 30°, Effront a constaté qu'en augmentant la dose d'acide lactique de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{40}{1000}$, le pouvoir saccharifiant d'un malt, c'est-à-dire la quantité de maltose qu'il peut produire sur un échantillon type est monté après une heure de 48 à 57 ; il est descendu après douze heures de 42 à 21.

Ce qui prouve que les doses activantes pour une période de une heure ne le sont plus après douze heures.

Mais à 55°, l'action n'est plus la même, car en une heure le pouvoir saccharifiant a baissé de 40 à 20.

En outre, cette action activante est plus fictive que réelle au point de vue des résultats pratiques, car ce qui intéresse la distillerie, ce n'est pas la dose de maltose mise en présence de la levure, c'est la dose de maltose augmentée de la dextrine à condition que la diastase soit indemne.

On a appelé pouvoir saccharifiant la puissance d'un malt à ce point de vue.

Or à 30°, tandis qu'en une heure le pouvoir saccharifiant a passé de 48 à 57, le pouvoir liquéfiant a baissé de 100 à 51°. Et après douze heures de 100 à 20, tandis que le pouvoir saccharifiant baissait de 42 à 21.

Donc, en une heure, le pouvoir saccharifiant a bien monté, mais le pouvoir liquéfiant a baissé, dans une certaine mesure compensatrice,

3° Parmi les substances favorisantes, il faut citer le phosphate et l'alun d'ammoniaque, l'acétate d'alumine et l'asparagine.

Le phosphate acide de chaux et l'alun ordinaire ont une particularité, tandis que les corps précédents agissent toujours de même, que l'on mette le réactif dans la

diastase ou dans l'empois, les deux substances en question donnent des résultats différents dans les deux cas.

On peut dire des substances activantes :

1° Qu'il y a un maximum pour chaque substance.

2° Que l'effet ne se fait sentir qu'au début.

3° Que l'effet ne se fait sentir que s'il y a peu de diastase par rapport à l'amidon, et que si l'opération ne dure pas trop longtemps.

Ainsi à 50° pendant une heure, sur 100 cm³ d'empois, 0,05 gr d'asparagine ont donné avec 1 cm³ d'infusion de malt, 2 p. 100 de maltose (témoin 18); avec 10 cm³ d'infusion de malt, on a eu 79 p. 100 de maltose (témoin 79).

À 30°; sur 100 cm³ d'empois, 0,05 gr d'asparagine ont donné avec 1 cm³ d'une infusion de malt très faible, après une heure, 45 p. 100 de maltose (témoin 6,4), après douze heures, 75 p. 100 de maltose (témoin 75).

Donc les opérations sans asparagine et avec asparagine s'équivalent si on met 10 cm au lieu de 1 cm de malt ou si l'on prolonge par exemple douze heures au lieu d'une.

Les alcalis nuisent à la diastase, mais neutralisés ils lui restituent sa puissance; en particulier le carbonate de soude est très actif ($\frac{2}{10^5}$ diminuent la maltose des $\frac{3}{4}$).

Un grand nombre de sels abaissent l'action saccharifiante: le sublimé, le chlorure de calcium, certains sels de zinc, de fer, etc., sont dans ce cas.

De même l'alcool, le formol, le phénol, l'acide salicylique (1).

POSSIBILITÉ DE DEUX ÉLÉMENTS DANS L'AMYLASE. — Suivant les températures où l'on fait l'extrait de malt et par

(1) Pas l'acide picrique.

suite l'extrait de diastase, l'action de l'extrait n'est pas la même. On a alors été amené à penser que ce qu'on appelle *amylase* est un mélange de plusieurs corps résistant plus ou moins aux différentes températures surtout en présence des acides qui existent toujours dans le malt.

En fait, on admet souvent le mélange de deux enzymes, l'un agissant sur la dextrine et donnant la maltose et qu'on devrait appeler dextrinase ; il ne résisterait pas aux hautes températures ; et l'autre agissant sur l'amidon soluble et auquel il conviendrait de conserver le nom d'amylase ; et qui résisterait à 80°.

Cette hypothèse est d'ailleurs d'accord avec une expérience curieuse de Wissmann qui n'est pas admise par tous les auteurs.

Une plaque est couverte d'une gélatine à base d'amidon soluble ; on dépose au centre une trace de diastase, et on attend trois jours, après lesquels on trempe la plaque dans l'eau iodée : le centre est blanc ; autour un cercle violet ; le reste de la plaque est bleu.

Ceci peut s'expliquer de deux manières :

1° Ou les dextrines et la maltose sont inégalement diffusibles ;

2° Ou il y a deux enzymes inégalement diffusibles.

Pour éclaircir ce point, Wissmann prend une deuxième plaque et l'ensemence avec un fragment violet de la première. Après traitement à l'iode, il n'y a qu'un cercle violet, le blanc manque. Or s'il n'y a qu'une diastase, produisant des corps inégalement diffusibles, dans cette deuxième expérience, on devrait encore avoir les deux sortes de corps, c'est-à-dire le centre blanc et le cercle violet.

Au contraire, s'il y a deux diastases inégalement diffusibles, le fragment violet n'a importé que l'une de ces diastases et elle n'a pu produire qu'une région violette.

Enfin, sur une troisième plaque, ensemencée par une

parcellé blanche, nous n'aurons qu'un centre blanc, ce qui est encore d'accord avec la deuxième hypothèse.

L'auteur croit même avoir mis en évidence, sur ces taches non colorées par l'iode, de la maltose, par la phosphorescence de bactéries se développant en gélatine maltosée et non en gélatine dextrinée.

PRÉPARATION D'AMYLASE SUPPOSÉE PURE. — La diastase du malt doit être fortement impure, c'est ce qui explique pourquoi les différents auteurs ont décrit des produits différents.

Le premier qui l'ait isolée est O. Sullivan. La méthode a été améliorée par Lintner. On fait un extrait de malt sec dans l'alcool à 20 p. 100. La diastase s'y dissout. On ajoute alors à la solution alcoolique un grand volume d'alcool concentré pour remonter le titre. La diastase soluble dans l'alcool à 20 p. 100 est maintenant insoluble et se précipite. On lave le précipité à l'alcool, puis à l'éther, on sèche et ce que l'on obtient est considéré comme diastase. Quand on en fait l'analyse, on trouve qu'il y a 34 p. 100 d'oxygène, c'est-à-dire une plus grande quantité que dans les matières albuminoïdes qui n'en contiennent que 22 p. 100 ; de plus le précipité est moins riche en azote ; on ne trouve que 10 p. 100 au lieu de 16 p. 100.

Cette étude a été reprise par différents auteurs.

Faisons, avec Osborne, un extrait de malt sec dans de l'eau et ajoutons du sulfate d'ammoniaque. Il se précipite des matières albuminoïdes parmi lesquelles la diastase. Prenons ce précipité, redissolvons-le dans l'eau et mettons-le dans un dialyseur. La diastase dialyse. Si alors on ajoute de l'alcool à l'eau diffusée où se trouve la diastase, celle-ci précipite.

Nous avons ainsi un produit qui n'est pas obtenu comme le précédent et qui n'a pas les mêmes propriétés.

Le second possède un pouvoir diastasique six fois plus grand que le premier. Il a sensiblement la même composition que les albuminoïdes, ce qui n'avait pas lieu pour le produit obtenu par la méthode de Lintner.

Néanmoins ce précipité n'est pas pur et doit être considéré comme un mélange. En effet :

Dissolvons-le dans l'eau et chauffons. Une partie seulement se coagule.

Au lieu d'opérer comme on vient de le faire, intervenons les opérations. Précipitons par l'alcool. Dissolvons le précipité dans l'eau et précipitons de nouveau par le sulfate d'ammoniaque. On obtient un nouveau produit possédant le pouvoir diastasique. C'est donc une diastase. Si on la fait bouillir avec HCl, on obtient un précipité et la partie restée soluble réduit la liqueur de Fehling. La matière en solution est un sucre. C'est une pentose : l'*Arabinose*. En même temps que la matière albuminoïde on a donc précipité une pentosane : ce qui rend évident que ce que nous avons appelé diastase n'est qu'un mélange.

On a été plus loin. On a pris ce mélange contenant une pentosane et par précipitations fractionnées, on a isolé cette pentosane du mélange. On a donc obtenu un résidu qui était la soi-disant diastase.

Enfin on a préparé des diastases en faisant des extraits par l'eau à 2 p. 100 d'acétate de plomb qui précipite certaines matières albuminoïdes lesquelles se trouvent éliminées lorsqu'ensuite on précipite par l'alcool.

Autres diastases de l'orge : détails. — La spermase de Grüss est caractérisée par le fait qu'elle ne colore pas en bleu le gaïac, mais au contraire le chlorhydrate de tétraméthylparaphénylènediamine.

La peptase dans l'orge en germination se met en évidence facilement : des grains séchés à 35-40°, sont pulvé-

risés, épuisés à l'éther et extraits par l'eau à 35°. Au bout d'un certain temps on constate la solubilisation de l'azote. Or cela n'a pas lieu si on part de graines portées pendant 10 minutes à 100°. Le même extrait dissout facilement des plaques de gélatine thymolisée. Dans l'orge crue, il n'y a pas trace de cet enzyme. Le maximum d'action est obtenu après 20 heures, au bout de 48 ou de 120 heures, l'action n'est pas plus forte ; après dix jours elle n'est plus que sensible. Une température de 47° détruit la peptase.

L'optimum est à 50° ; mais en présence d'acide lactique, il a lieu à 40°, les antiseptiques influencent beaucoup la peptase du malt.

La présence des phosphates primaires est activante et celle des phosphates secondaires retardatrice, c'est la même influence que pour l'amylase.

Bourquelot et Hérissé ont avec de l'extrait de malt dissous des pectoses. Ils attribuent cette action à un enzyme la pectinase.

Autres diastases. — GLUCASE. — Parmi les autres diastases nous citerons la *Glucose* de Geduld qui a pour origine le maïs vert. Il est à remarquer ici que le nom de *glucose* est mal choisi, la nomenclature des diastases ayant pour base le corps transformé et non le corps obtenu. Elle transforme en effet l'amidon en glucose et en dextrine.

Il se peut que dans certains malts, il y ait un enzyme capable de donner de la glucose ; ce serait une glucase. Issaew fournit en faveur de cette thèse, les arguments suivants : 1° un malt lavé à l'alcool 80° donne moins de glucose au brassage ; 2° il en donne plus à 60° qu'à 70° ; 3° moins après touraillage qu'avant. Comme un extrait de malt n'agit pas tandis que les drèches agissent, l'enzyme serait insoluble.

TAKADIASTASE. — Dans une moisissure l'aspergillus-oryzæ existe une diastase qui sert au Japon à saccharifier le riz. Elle est assez voisine de celle de l'orge. Elle a été isolée pour la première fois par un Japonais qui lui a donné le nom de *Takadiastase*. Elle saccharifie le riz et transforme l'amidon non pas en maltose, mais en un mélange de maltose et de glucose.

L'action en paraît reversible.

Il se peut que cette Takadiastase ne soit qu'un mélange de glucase et d'amylase. Traitée comme la diastase ordinaire par l'alcool et le sulfate d'ammoniaque elle laisse, comme elle, un résidu de pentosane.

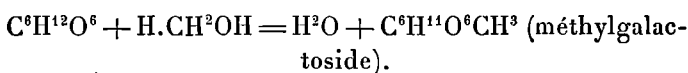
DIASTASE DES GERMES DE BLÉ. — M. Lindet a trouvé dans les germes de blé une diastase qui a des propriétés saccharifiantes et peut être liquéfiantes.

DIASTASES DIVERSES. — On trouve dans l'économie animale des diastases analogues à la diastase proprement dite. On en trouve dans la *salive*, dans le suc *pancréatique*, dans le suc *intestinal*, etc... Il semble en réalité qu'il existe dans l'économie animale deux diastases : l'une analogue à l'amylase et l'autre paraissant agir sur la maltose et à laquelle on a donné le nom impropre de *glucase* et qui n'est pas d'ailleurs analogue à celle dont on a parlé précédemment laquelle n'agit que sur l'amidon.

Comme autre diastase hydrolysante, nous parlerons de l'*Emulsine*. C'est un ferment soluble existant dans les amandes amères, dans lesquelles se trouve également de l'amygdaline, sorte de combinaison d'aldéhyde benzoïque, d'acide cyanhydrique et d'un sucre. Sous l'influence de l'émulsine ce produit se dédouble en donnant l'aldéhyde benzoïque, de l'acide prussique et un sucre.

L'émulsine invertit la lactose et les glucosides artificiels. Par exemple : lorsqu'on fait passer un courant

de HCl dans une solution de galactose et d'alcool méthylique il se produit un sucre plus complexe



On obtient toujours un mélange de deux composés de pouvoirs rotatoires différents. L'un est le composé α , l'autre le composé β .

Faisons agir l'émulsine sur ces composés. Elle scinde le sucre β pour donner de la galactose et de l'alcool méthylique et n'agit pas sur le composé α .

Un autre enzyme hydrolysant est la *myrosine* qui se trouve dans la farine de moutarde. Sous l'influence de ce ferment le myronate de potasse se dédouble en glucose, en bisulfate de potasse et en sulfocyanure d'éthyle.

M. Hanriot a indiqué dans les graines oléagineuses un enzyme hydrolysant des matières grasses, en les saponifiant.

L'action en paraît réversible. Cet enzyme a reçu le nom de *lipase*.

Enzymes hydrolysants des levures. — SUCRASE. — Le plus important est la sucrase ou invertine qui invertit la saccharose; elle paraît exister dans la salive (origine : bactéries de la bouche?), le suc gastrique, l'intestin grêle, le foie et un grand nombre de moisissures (1).

PRÉPARATION. — En faisant macérer dans de l'eau chloroformée des levures on a un liquide très actif, mais impur.

Si, après quatre ou cinq jours d'une culture sur

(1) Le raisin contient une sucrase infiltrable à la porcelaine dont la quantité diminue pendant la vinification. C'est la présence de cette sucrase qui a fait croire à certains auteurs que la sucrase de la levure est diffusible d'une manière sensible.

liquide Raulin d'*Aspergillus Niger*, on soutire le liquide pour le remplacer par de l'eau, celle-ci, au bout de trois ou quatre jours, est très riche en une sucrase qui n'est pas filtrable à la porcelaine, alors que la précédente a cette propriété.

On peut préparer une sucrase à l'état sec ; après avoir lavé à l'alcool absolu des levures, on les sèche, et on les met à macérer dans l'eau. Celle-ci est filtrée autant de fois qu'il est nécessaire pour, qu'il n'y reste pas de cellules. Alors on ajoute de l'éther qui se place sous une couche visqueuse qu'on isole, qu'on dilue et qu'on verse goutte à goutte dans de l'alcool absolu ; le précipité obtenu lavé à l'alcool absolu constitue une poudre blanche très active.

En réalité, pour obtenir le maximum de sucrase, il faut : 1° Mettre d'abord la plante qui doit la produire dans un milieu approprié (ordinairement riche en saccharose ; mais cela n'est pas indispensable, car la saccharose est insuffisante si les autres aliments manquent, de sorte qu'il vaut mieux sacrifier un peu le côté sucre au profit des autres aliments). Dans ce milieu les éléments ne sont pas forcément les mêmes que pour la vie normale de la plante. Aussi pour la levure l'exagération en peptone ou la diminution des phosphates sont favorables tous les deux à la sucrase ; 2° Mettre la plante dans un milieu où elle mange ses réserves à cause, soit de la pauvreté alimentaire, soit de l'aération contraire à l'espèce, soit de la température défavorable.

Ces conditions sont essentiellement liées à l'espèce cultivée. Ainsi, avec des levures hautes, la température optima dépasse de 3° celle des levures basses.

Facteurs de l'action de la sucrase. — 1° Quantité. — Lorsque la sucrase est à *faible dose* et seulement dans ce cas, il y a proportionnalité entre son poids et son action,

quelle que soit même la concentration de la solution sucrée.

2° Temps. — Pendant les quatre ou cinq premières heures de contact l'action est proportionnelle au temps, mais dès que 15 p. 100 de sucre se trouvent transformés, il y a ralentissement considérable.

3° Nature de la sucrase. — C'est évident d'après ce qu'on a dit plus haut.

4° Milieu. — Il intervient au point de vue de la température, (α), de l'acidité (β) et de la composition (γ).

(α) Température. — A 0° l'action est très faible, elle croît lentement jusqu'à 30°, rapidement jusqu'à 50°, passe par un optimum à 31-32°, puis se ralentit et s'annule entre 65 et 70°; chose remarquable, la levure perd toute action à 65° alors que la sucrase est encore un peu active.

(β) Acidité. — Fernbach a montré dans la sucrase de l'aspergillus une légère acidité oxalique, si on la fait varier, en plus ou en moins l'activité, diminue.

C'est sans doute à cause de cela qu'une sucrase concentrée n'a plus d'action proportionnelle.

En réalité, si on étudie les différents acides, on trouve une dose très faible, optima et spécifique pour chaque acide; si on déduit l'action propre de l'acide, le reste paraît constant pour une même quantité de diastase et une même température; mais il s'agit là de quantités ordinairement si faibles qu'il reste un doute sur l'expérience (SO^4H^2 , dose optima, 0,025 gr par litre; acide acétique, 10 gr par litre; acide oxalique, 0,066 gr).

Une dose d'acide légèrement plus forte que celle de l'optimum tend à en détruire l'effet et pour une dose encore un peu plus grande un effet nuisible se fait sentir (dose, 0,2 gr. pour SO^4H^2 , 0,1 gr pour l'acide oxalique, 50 gr pour l'acide acétique).

Il ne faut d'ailleurs pas oublier que la température intervient parallèlement.

A propos de ces actions, Bokorny a cité des chiffres intéressants : avec SO^4H^2 ; 0,5 p. 100 tue la levure dont la zymase isolée supporte 0,1 p. 100, dont l'invertine supporte très bien la dose de 0,5 p. 100 et dont la maltase est tuée par 0,3 p. 100.

Avec l'acide acétique, l'on voit les doses de 5 p. 100 tuer la levure ; 1 p. 100 ne pas nuire à la sucrase mais gêner la maltase ; 0,2 p. 100 tuer en 24 heures la zymase c'est-à-dire arrêter le pouvoir ferment ; enfin 0,88 p. 100 gênent la multiplication ; 0,5 p. 100 d'acide lactique, ne tuent pas en un jour, ni la sucrase ni la maltase.

(γ) Composition. — La concentration en sucre joue un petit rôle, mais la présence d'un certain nombre de corps est importante.

Les uns ont un effet activant, les autres un effet retardateur.

NaOH à 1 p. 100 tue en 8 heures, et à $1/2$ p. 100 ne tue pas la sucrase en 5 jours.

On peut citer encore les exemples suivants :

CaCl^2 , effet paralysant très grand ;

NaCl { dose $4/1\ 000$, effet activant ;

KCl { — plus élevée, effet paralysant ;

AzH^4Cl , dose 10 p. 100, effet activant ;

Salicylate de soude, dose $2/1\ 000$, sans action ;

Nitrate d'argent { dose $4/1\ 000$, effet retardateur ;
— $2/10\ 000$, effet retardateur ;
— $1/100$, effet accélérateur ;

L'arséniate de soude, le borate de soude, le cyanure de potassium, ont des actions défavorables ;

Le sublimé est presque sans action ;

L'alcool à 10 p. 100, le chloroforme, l'éther, etc., ont des effets retardateurs voisins de $1/10$.

Ici encore on peut constater que les corps ont un effet plus grand sur les levures, la zymase et la maltase que sur l'invertine.

Ce qu'il faut retenir de ces chiffres, c'est que l'invertine est peu sensible aux antiseptiques; elle l'est beaucoup moins que la maltase et en général que les levures elles-mêmes.

D'où la conséquence pratique que même en présence de levures mortes l'action invertissante peut continuer.

5° Aération. — L'air seul n'a pas d'action sur la sucrase, mais en présence d'acide, et à la lumière, il y a une grande altération qui n'a pas lieu à l'obscurité; au contraire, en milieu alcalin l'obscurité est fatale, tandis que la lumière n'a guère d'effet.

En réalité, on doit conserver la sucrase dans le vide.

Remarque. — On a cherché l'explication du ralentissement de l'action de la sucrase.

On a parlé d'usure, ce serait peu probable, puisque cette usure n'aurait pas lieu au début.

On a parlé d'altération de la sucrase; or, il faudrait, d'après les expériences faites à ce sujet, que l'altération dépendît de la concentration de la sucrase, ce qui est également peu probable.

On a aussi incriminé la présence du sucre inverti; or, il n'en est rien, car on ne modifie pas le début d'une opération en ajoutant du sucre inverti.

Reste une hypothèse, celle de O. Sullivan et Thompson, qui veut que l'effet produit soit proportionnel au sucre existant.

Mais nous avons dit que souvent la concentration primitive n'a pour ainsi dire pas d'influence sur la marche de l'opération.

Effront admet l'hypothèse précédente en faisant remarquer qu'il y a un autre facteur qui intervient, la quantité de sucrase dont l'action est prépondérante au début.

Quoi qu'il en soit de ces théories, il faut retenir le fait

du retard jusqu'à arrêt complet pour une proportion de sucre disparu de 15 p. 100 du sucre primitif (1).

MALTASE. — Fischer a montré que certaines levures agissent sur certains sucres dédoublables et qu'inversement tel ou tel sucre dédoublable est attaqué par telle ou telle levure. Il a alors émis l'idée que, si une levure déterminée attaque un sucre dédoublable déterminé, c'est qu'elle secrète une invertine convenable et appropriée ; il a cherché ces invertines dans chacune des races de levure. Il a été ainsi amené à rechercher la *maltase* qui doit dans la levure de bière, agissant sur les moûts amy-lacés, invertir la maltose.

Cette recherche a été assez pénible.

La première idée était de retrouver dans les moûts de maltose en fermentation trace de la glucose qui devait se former. Or, on n'en trouve pas.

Fischer pensa alors que la levure détruisait la glucose par fermentation aussi vite que la maltose la formait, et il crut éviter cet inconvénient en faisant agir sur de la maltose de la levure en présence de chloroforme. Celui-ci anesthésiant en effet la levure, doit par conséquent l'empêcher de détruire la glucose. Malheureusement il empêche aussi l'action de la maltase.

Fischer s'efforça alors d'extraire directement la maltase. Mais celle-ci n'est pas diffusible et les premiers essais restèrent sans résultat.

Ce n'est que par l'extraction de la levure séchée et broyée que Fischer obtint enfin la maltase. Et l'existence

(1) Dans ces derniers temps, on a discuté la question de savoir si un moût de saccharose dont la fermentation s'arrête, n'était pas victime du manque de sucrase. Il semble en effet, que dans de pareils moûts, il n'y ait pas de sucre inverti, faute de sucrase dont la production est arrêtée par suite de la mauvaise alimentation azotée.

de celle-ci prouve bien que la non apparition de la glucose est due à la fermentation instantanée de celle-ci.

Aujourd'hui, pour préparer la maltase, on emploie la méthode de Hill. On triture la levure avec de l'eau dans un mortier. On la sèche sur une plaque de porcelaine, et on la met dans une mousseline qu'on suspend dans une étuve à 40°; puis, de quart d'heure en quart d'heure on fait monter la température successivement à 50°, 60°, etc., jusqu'à 100°. On l'y maintient un quart d'heure. On met alors la mousseline dans un dessiccateur où l'on la laisse refroidir. On pèse la levure refroidie dans un flacon séché et fermé pour éviter qu'elle reprenne de l'humidité et l'on prend un poids de soude au $\frac{1}{1000}$ égal à 10 fois le poids de levure. On met alors celle-ci en présence de la soude, on ajoute du toluène, on abandonne le tout trois jours à la température ordinaire. Il se forme dans la soude un extrait que l'on filtre au papier et au filtre Chamberland. On obtient ainsi un liquide qui a les propriétés de la maltase. Il contient 3 p. 100 d'extrait et est très actif.

Prenons en effet 20 cm³ d'une solution de maltose à 20 p. 100 et mettons-y 1 cm³ de ce liquide filtré. Maintenons à 30°. Au bout de quarante minutes il manque 0,8 gr de maltose. Au bout de douze heures il en manque 3,6 gr. Le liquide contenait donc une *maltase*.

En présence de l'eau, l'alcool fait perdre rapidement à ce liquide ses propriétés. Le chloroforme nuit à son activité, ce qui explique l'insuccès des premières recherches de Fischer. Enfin, il est assez résistant à la chaleur. En chauffant une minute à 120°, ou six minutes à 105° l'activité ne disparaît pas. 55° pendant trente minutes, détruit la maltase dont l'optimum est 40°.

Il faut se rappeler que la maltase est plus sensible aux antiseptiques que l'invertiné. Outre les exemples

cités plus haut, on peut encore citer ceux-ci ; le sublimé au 1/1000 arrête l'action de la maltase et n'arrête pas celle de l'invertine même en vingt-quatre heures ; la maltase est fortement affaiblie par l'alcool à 10°, tandis que l'invertine l'est beaucoup moins et supporte même l'alcool absolu.

Hill pense que l'action hydrolysante de la maltase est reversible ; mais Emmerling objecte que le corps de régression n'est que de l'isomaltose.

Diatases oxydantes ou oxydases. — LACCASE. — Elle a été découverte dans la résine de l'arbre à laque. C'est une substance qui a la propriété des diastases d'agir sur l'eau oxygénée, de la décomposer et de la rendre oxydante ; mais de plus elle est oxydante par elle-même.

Pour mettre en évidence la décomposition de l'eau oxygénée par les diastases on fait l'opération en présence de résine de gaïac qui par oxydation devient bleue. Mais la laccase ayant la propriété oxydante par elle-même on n'a pas besoin d'ajouter d'eau oxygénée à la résine de gaïac pour obtenir la coloration bleue.

La laccase oxyde un certain nombre de corps de la série de la benzine comme par exemple l'acide pyrogallique.

Sa composition chimique présente une particularité. Comme toutes les matières albuminoïdes elle renferme Az, O, C, H ; mais si on fait l'analyse de ses cendres on y trouve du manganèse. Si on l'élimine, la laccase perd toutes ses propriétés oxydantes. C'est donc probablement à la présence de MnO que la laccase doit ses propriétés oxydantes.

La laccase paraît exister dans la plupart des sucres des plantes. En présence du tannin ou d'acide pyrogallique, elle tend à former une coloration brune. C'est cette coloration brune qui apparaît sur une pomme fraîche.

chement coupée ; elle est due à la laccase qui se trouve dans le suc du fruit.

. TYROSINASE. — On a trouvé dans la betterave un second corps qui a des propriétés voisines de la laccase mais qui en diffère par un point, celui d'agir sur la tyrosine, d'où son nom. Cette tyrosinase est relativement abondante dans le jus de betterave.

ŒNOXYDASE. — Certaines moisissures (*botrytis cinerea*) secrètent une oxydase qu'on a pu isoler aussi des vins atteints des maladies de la casse ⁽¹⁾. Le vin est agité avec de l'alcool, il se forme une gomme qu'on épuise à l'eau. Cette oxydase oxyde la matière colorante du vin et la rend insoluble.

Elle est destructible vers 72°, mais en présence d'alcool et d'acide tartrique, elle disparaît à 52°. Dès 60° son activité est très atténuée.

Une addition de SO² (dose 0,01 gr — 0,08 par litre) paralyse l'action de l'œnoxydase.

AUTRES OXYDASES. — Grüss a découvert dans la levure une oxydase voisine de la spermase.

On a comparé l'action des oxydases à une réaction chimique bien connue.

Prenons de l'indigo bleu. Ajoutons-y CO³Na³ pour rendre le milieu alcalin et traitons la liqueur par la glucose. Il y a décoloration. L'indigo se décolore en se réduisant lui-même au contact de la glucose qui s'oxyde, mais l'indigo blanc se recolore à l'air. La similitude de la réaction va plus loin. Une oxydase est diastasique. Elle doit donc agir en très petite quantité. L'indigo peut agir

(1) Il y a en réalité trois sortes de casse des vins : 1° la casse brune qui est celle dont il s'agit ; 2° la casse bleue due à la précipitation d'un sel de fer ; 3° la casse blanche moins connue.

dans les mêmes conditions, car il peut produire la décoloration d'une grande quantité de glucose tout en étant en très petite quantité. En effet, l'indigo blanc formé se réoxyde à l'air et repasse à l'état d'indigo bleu qui peut produire à nouveau l'effet d'oxydation de la glucose et ainsi de suite. Théoriquement il n'y a pas de limite.

On peut penser que les oxydases agissent de la même façon.

Peptases. — PEPSINE. — La pepsine est un des ferments solubles de l'estomac des animaux carnivores ; elle y dissout la viande en agissant en milieu acide. Elle digère les matières albuminoïdes. Cette digestion s'effectue en trois phases.

ACTION DE LA PEPSINE SUR LES ALBUMINOÏDES. — L'albumine perd sa coagulabilité : si on neutralise la solution, une partie se précipite (c'est la parapeptone ou syntonine) ; le reste est traité par du sulfate d'ammoniaque, en solution neutre, acide ou alcaline. Ce qui se dépose constitue les albumoses ; ce qui reste dissous ce sont les peptones.

Les albumoses sont redissoutes et traitées par l'acide nitrique additionné de NaCl.

Une partie se précipite, ce sont les albumoses primaires ; les unes solubles dans l'eau pure : albumoses primaires vraies ; les autres dans les sels : hétéro-albumoses ; une partie reste soluble : deutéro-albumoses.

Kuhne, l'un des principaux expérimentateurs qui se sont occupés de la question, croit à une dégradation de l'albumine en syntonine, de là en plusieurs albumoses primaires, qui donnent des deutéro-albumoses lesquelles aboutissent à des peptones. Il y aurait deux sortes de peptones différentes : l'hémipeptone qui se dégrade plus vite et l'antipeptone qui résiste plus longtemps, mais est décomposé par les acides forts.

TRYPSINE. — La trypsine est un ferment qui dissout la caséine du lait. Elle agit en milieu neutre acide ou basique. Elle paraît transformer la caséine en trois phases tout comme dans la peptonisation des albuminoïdes par la pepsine.

Le premier corps formé est la *globuline*, corps soluble dans l'eau, ce qui le distingue de la syntonine; il est également soluble dans l'alcool, le sel marin et coagulable par la chaleur.

La dégradation se continue et l'on obtient successivement des albumoses et des peptones.

Le résidu est formé de tyrosine, de leucine, etc.

La présence de la tyrosine distingue une digestion trypsique d'une digestion pepsique. Or il est facile de mettre en évidence la tyrosine par la tyrosinase.

PRÉSURE. — La présure est un ferment qui fait coaguler le lait en présence de la CaO à la température moyenne de 37°. Comment s'effectue cette coagulation? En réalité c'est plus qu'une coagulation; la caséine se dédouble en une partie toujours soluble et une partie qui reste soluble s'il n'y a pas de CaO et qui est probablement un acide dont le sel de CaO, insoluble, est le caillé de lait.

Ceci nous amène à dire incidemment que la coagulation du sang est un phénomène du même genre. Le sang se coagule en présence de CaO. La fibrine du sang se dédouble également en deux corps dont un seul précipite en présence de la chaux.

Dans le lait existe un autre ferment. Si l'on prend du lait naturel chargé de grandes doses d'antiseptiques, on est étonné de voir que malgré l'absence des microbes et la non augmentation de l'acidité après un temps assez long, le lait est caillé. Il est évident que ce phénomène ne peut s'expliquer, par exemple, par la présence d'acide

lactique dû à une fermentation, puisque le milieu est antiseptique. On a reconnu que cet effet est dû à un ferment entraîné par la caséine. Ce ferment a la propriété de coaguler le lait pour le redissoudre ensuite, de sorte que le lait se conserve intact pendant un certain temps, puis se caille, puis se liquéfie de nouveau.

Remarquons que ce corps n'est pas la présure qui agit plutôt en milieu alcalin, tandis qu'il agit en milieu acide.

ENZYME PROTÉOLYTIQUE DE LA LEVURE. — Arrivons aux ferments de même genre trouvés dans la levure. Pour mettre en évidence les peptases ou enzymes protéolytiques de la levure, nous allons citer quelques expériences faites à ce sujet.

Prenons du suc de levure préparé comme plus bas. Additionnons-le d'une grande quantité de chloroforme pour que le résultat ne puisse pas être imputé à des microbes étrangers. Mettons-en une goutte sur une plaque de gélatine où, pour plus de précautions encore, se trouve une forte dose de phénol ; ce sera bien le suc qui agira et non des microbes. Dans ces conditions, la gélatine se dissout : Preuve de l'existence d'une peptase agissant sur la gélatine.

Une deuxième expérience est la suivante : Prenons le suc chloroformé et portons-le à la température de 37°. Ce suc se trouble par la formation d'un dépôt de matières albuminoïdes. Mais ce qui est remarquable, c'est que ce dépôt tend à disparaître et finit par se redissoudre.

Si l'on fait de temps en temps l'analyse du dépôt, on trouve qu'à mesure que son poids diminue son titre en azote devient plus petit. Au contraire, si on étudie le liquide qui surnage, il contient de la leucine et son titre en azote va en augmentant. Il existe donc probablement dans le suc de levure une véritable peptase capable de

digérer les éléments mêmes du suc de levure. La température la plus favorable au phénomène est de 37° à 50°. Après 1 heure à 60°, il devient impossible.

Cette autodigestion explique l'expérience suivante :

Prenons deux tubes à essai. Dans l'un, mettons du suc de levure frais et dans l'autre du suc de levure conservé 8 jours en présence d'arsénite de potasse. Chauffons les deux tubes à 50°. Le premier se coagule, le second reste intact. D'où vient la différence ? Elle provient de ce fait que le premier tube contient du suc de levure frais et coagulable, tandis que le second contient du suc qui a subi l'autodigestion, qui ne contient plus de matières albuminoïdes proprement dites, mais des corps dégradés analogues à ceux qui se produisent dans la digestion physiologique et qui ne sont pas coagulables.

Ce n'est cependant pas une véritable digestion peptique, car on trouve bien au début des albumoses, mais on ne retrouve pas de peptones ; la dégradation va plus loin.

Cette peptase perd son action à 60° pendant 1 heure, ou après 15 jours à l'air (dans l'hydrogène la digestion par suc de levure va moins bien qu'à l'air).

Les antiseptiques à faibles doses ne la gênent pas ; l'alcool gêne, les sels neutres à très petites doses ont une action favorable de même qu'une acidité de 2/1000 ; cependant les chlorure, sulfate, nitrate de soude ; les sulfates de magnésie et d'ammoniaque ; les chlorures de calcium deviennent très rapidement gênants ; les réactions alcalines nuisent. Les nitrites perdent de l'azote.

Steffens a montré dans un grand nombre de moisissures, la présence d'enzymes protéolytiques.

Zymase. — Büchner s'est proposé il y a deux ans d'étudier le contenu des cellules de levure. Il eut d'abord l'idée d'ouvrir artificiellement celles-ci. Il essaya de con-

geler et de décongeler rapidement la levure pour en briser les cellules. Mais malheureusement l'opération ne réussit pas très bien. Il dut employer d'autres moyens. Il eut recours à un procédé qu'il a perfectionné depuis et qui est le suivant ; il additionne la levure de sable fin et en même temps de kieselguhr, (1 de levure, 1 de sable, 1/5 de kieselguhr); ensuite il la broie rapidement dans un mortier de dégourdi de porcelaine avec un pilon lourd, la passe sous une presse hydraulique et obtient une assez grande quantité de liquide (un kilogramme de levure peut en donner 800 gr mais on n'en recueille pratiquement qu'environ 450 cm³). Le jus est reçu sur un filtre en papier, puis recueilli dans un vase refroidi par de la glace. On obtient ainsi un liquide jaune, presque limpide, légèrement opalescent, ayant l'odeur de levure.

Ce liquide contient une grande quantité de CO₂, qui peut se dégager à 40°. Il est d'ailleurs assez complexe. On y trouve, en particulier, en assez grande quantité des matières albuminoïdes coagulables. Si on chauffe en effet le jus, il se prend en masse, quoique non coagulé totalement par lui-même.

Si l'on fait agir sur ce suc (1 vol. + 10 vol. d'eau) de l'eau oxygénée (6 vol. à 10 p. 100), on observe un dégagement d'oxygène tumultueux rendu plus visible par la teinture de gaïac.

Ceci démontre que le suc contient des diastases, mais ce n'est pas pour nous surprendre. Nous savons déjà qu'il y a de l'invertine puisqu'elle est diffusible et a été étudiée à part, de la maltase, de la peptase.

Si l'on ajoute du soufre à ce jus de levure on a un dégagement de H₂S. Il existe donc dans le suc de levure un élément particulier capable de fixer l'hydrogène sur le soufre, et qui pourrait être encore un enzyme.

Le suc de levure est capable de faire fermenter le sucre

de canne, la maltose, la glucose, la levulose, mais ne peut pas faire fermenter la lactose et la mannite.

Prenons par exemple 200 cm³ de ce jus fraîchement préparé et ajoutons-y 200 cm³ de saccharose à 75 p. 100. Au bout de 10 minutes, à peine, il y a un brusque dégagement de CO² qui peut se prolonger 7 ou 8 jours, si on opère à température assez basse (8°).

Comparons cette action à celle de la levure. La levure ne peut agir sur un milieu contenant de la saccharose à 70 p. 100 même au bout d'un temps très long ; puis en admettant qu'elle agisse, la réaction devrait s'effectuer graduellement et non brusquement.

Voici une autre expérience. Prenons un tube à essai et mettons-y 10 ou 15 cm³ de suc de levure ; faisons tomber sur celui-ci quelques grains de sucre en poudre. Immédiatement il se produit un dégagement de CO².

Si l'on opérerait avec la levure on n'observerait rien sur le moment.

On a objecté que ce n'est peut-être pas le suc de levure qui agit, mais peut-être les levures égarées qui peuvent s'y trouver contenues. Cela ne peut être, puisque de la levure même en grande quantité n'agirait pas ainsi, le dégagement s'effectuerait lentement et graduellement au milieu du suc de levure.

Enfin, ajoutons au liquide 2 p. 100 d'arsenite de potasse et répétons les expériences. Les phénomènes se passent absolument de la même manière. Il ne faut donc pas les attribuer à des cellules qui seraient tuées par l'arsenite de potasse. On a essayé d'ailleurs tous les antiseptiques, le toluène, le chloroforme, l'excès de sucre, l'excès de glycérine, l'azoimidate de soude, etc.

Büchner a encore fait une série d'expériences très probantes ; de la levure séchée dans le vide de 30 à 100° est maintenue plusieurs heures à 100-110°. Or tandis que cette levure ne produit aucune fermentation, son suc en

produit encore une très active et dont l'énergie peut atteindre la moitié de celle du suc frais.

On doit donc conclure de là que tous ces phénomènes sont dus au jus et non à la levure.

La décomposition de la glucose peut s'exprimer par l'équation suivante :



en effet 26 gr de saccharose ont donné en 23 heures 12,2 de CO^2 et 12,4 d'alcool (12,85 et 13,15 calculés).

Lorsqu'on effectue la fermentation avec de la levure cette réaction a lieu partiellement, 5 p. 100 du sucre ne sont pas décomposés suivant cette équation ; au contraire si on effectue la fermentation au moyen du jus du levure, l'équation est presque théorique. Puisqu'il reste à peine — 1,5 p. 100 de sucre ne se retrouvant pas en CO^2 et alcool.

Büchner a cité les nombres suivants : 100 de sucre donnent toujours 50,4 d'alcool ; 0,5 de glycérine ; 0,3 d'acide succinique, tandis que la fermentation cellulaire donne les chiffres 48,6 ; 2,5 à 3,6 ; 0,5 à 0,7.

Si on ne retrouve pas dans la fermentation par les zymases les mêmes impuretés que dans la fermentation par la levure, il faut peut-être admettre que la cellule produit par elle-même ces impuretés.

Une objection qui a été faite est celle-ci. Les sucres tirés des différentes levures n'ont pas la même activité. Or il y a des levures plus ou moins actives. Il n'y a donc rien d'extraordinaire à ce que le suc soit plus ou moins actif. On a même obtenu des succès en essayant de renouveler les expériences, cela tient à ce qu'on a laissé perdre au suc de levure toute activité, qu'il perd du reste très facilement. Si l'on conserve ce suc pendant un jour ou deux à la température ordinaire, il cesse d'être actif. On explique ce phénomène par l'autodigestion, pendant

laquelle la zymase active est un des corps attaqué par la peptase.

Mais on peut cependant conserver l'activité de la zymase par différents procédés.

On peut la conserver à froid en présence d'antiseptiques qui empêchent les microbes de se développer ⁽¹⁾.

Büchner a constaté qu'une zymase séchée sur SO^4H^2 était encore active après douze mois.

On peut la sécher aussi, d'abord dans le vide, puis à 20-25°. On obtient un extrait de zymase qui a toute l'activité du suc lui-même, car ici le manque d'eau empêche l'autodigestion.

Si l'on prend 2,5 gr de cet extrait, ce qui correspond à 17 cm³ du jus frais ; si on le dissout et si on y ajoute 8 gr de saccharose, la fermentation est immédiate et durable.

Van Lœr a montré que des cadavres de levures ont les principales propriétés enzymatiques, entre autres celles de la zymase.

Enfin on a objecté à la théorie de la zymase une autre série de faits.

Certaines zymases (levures anglaises) subissent une auto-fermentation qui donne plus de CO^2 qu'une fermentation de sucre. On a expliqué ce fait par la grande abondance de glycogène qui se trouve à la dose optima pour la fermentation ; de sorte qu'une addition de sucre ralentit l'effet de la zymase et qu'une addition d'eau doit l'accélérer.

Peptones. — Les peptones sont précipitées par les réactifs d'alcaloïdes, acide phosphotungstique, phosphomo-

(1) Disons que l'alcool et l'acétone précipitent la zymase sans lui enlever toute son activité ; mais le mélange alcool-éther donne un dépôt très actif auquel l'eau n'enlève que peu de la zymase, mais auquel la glycérine prend toute son activité.

lybdiqne, tanique, iodures doubles de potassium et de mercure ou de bismuth, etc.

Elles sont solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool et l'éther et non coagulables, donnent la réaction du biuret et ne précipitent pas par les sels de plomb, de cuivre ou de fer.

On les recherche ordinairement par la méthode Schulze-Barbieri; on précipite à chaud les albumines par l'acide acétique, on défèque avec l'acétate de plomb non en excès, le liquide filtré, acidulé d'acide sulfurique est traité par l'acide phosphotungstique; le précipité filtré et lavé à l'eau acidulée est passé au mortier avec de la baryte et repris par l'eau d'où un courant de CO^2 élimine l'excès de baryte (à chaud). C'est avec la solution restante qu'on peut faire la réaction du biuret, après concentration si c'est nécessaire.

Alcaloïdes véritables. — En chimie, on appelle, encore aujourd'hui, alcaloïde, une base azotée non classée; le nombre de ces corps tend à diminuer.

Dans les plantes utilisées en distillerie, on peut citer quelques alcaloïdes, tels que la solanine de la pomme de terre, base cristallisant dans l'alcool et qui par les acides étendus se dédouble en glucose et une nouvelle base la solanidine qui cristallise dans l'éther.

Dosage quantitatif des éléments azotés. — 1° On dose l'azote total par la méthode de Kjeldahl, soit A;

2° On dose les albuminoïdes.

20 cm³ de l'extrait, dilués à 100 cm seront neutralisés si cela est nécessaire, puis évaporés et refroidis. On ajoute alors 10 cm³ du réactif de Stütze⁽¹⁾ et on filtre à la

(1) 20 gr de sulfate de cuivre, 1 litre d'eau, 8 gouttes de glycérine sont additionnées de soude jusqu'à réaction alcaline, on lave par décantation avec l'eau à 5 p. 100 de glycérine et on place le précipité sous une eau à 10 p. 100 de glycérine dans un flacon bien bouché.

trompe; le précipité est lavé avec le moins possible d'eau et d'alcool, puis séché à basse température et traité avec son filtre au Kjédahl (on déduira la teneur en azote du filtre) soit B l'azote trouvé; il correspond à $B \times 6,25$ d'albuminoïdes.

3° On dose les amides.

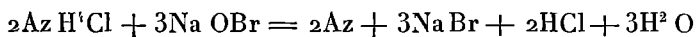
50 cm³ de l'extrait sont traités par un peu d'acide sulfurique et par un excès d'acide phosphotungstique, on amène à 200 cm³ et on filtre. A 50 cm du filtrat, on ajoute 20 cm³ d'acide sulfurique et une trace de paraffine; on chauffe dans un flacon bouché et chauffé dans un bain de paraffine.

L'acide phosphotungstique précipite les albuminoïdes, les peptones, l'ammoniaque et quelques alcaloïdes (bétaine, créatinine, sarcine). Donc l'azote qu'on trouvera par dosage de l'ammoniaque est attribuable seulement aux amides soit (C).

Une variante de la méthode consiste d'abord à précipiter par le tanin, les albuminoïdes et les peptones et dans ce qui reste on a l'azote de l'ammoniaque et des amides. Les deux méthodes ne concordent pas, il y a lieu d'indiquer celle qui a été employée.

Dans les amides on peut faire le départage de l'asparagine et de la glutamine.

Ces deux amides chauffées avec HCl donnent les acides aspartique et glutamique avec du chlorhydrate d'ammoniaque, dont on dose l'azote par décomposition à l'hypobromite



Dans les amides on peut faire le départage de ce qui revient d'azote aux amides primaires et aux acides amidés. Les amides primaires et les acides amidés traités par l'acide nitreux donnent le double de leur azote.

De sorte que l'on a l'azote provenant de la leucine, de

la tyrosine, etc., de l'acide aspartique et par différence ce qui revient aux autres amides.

4° On dose de l'azote ammoniacal ;

Il faut faire attention que l'asparagine et la glutamine donnent par la chaux ou la magnésie un peu d'ammoniaque.

On tient compte de ce fait en dosant, par la magnésie et la distillation, l'azote de la partie non précipitée par l'acide phosphotungstique.

Soit D l'azote de l'ammoniaque.

5° Peptones.

$E = A - B - C - D$ représente l'azote des peptones et de quelques alcaloïdes précipités par l'acide phosphotungstique.

Donc, il y a $B \times 6,25$ d'albuminoïdes ; $C \times 4,72$ d'amides comptées en asparagine ; $D \times 1,21$ d'ammoniaque ; $E \times 6,25$ de peptones.

6° Évaluation des enzymes.

L'évaluation consiste à mesurer l'effet produit sur la matière attaquée par l'enzyme. Par exemple, on dosera le sucre inverti par la sucrase, etc. Mais comme l'action dépend d'un très grand nombre de facteurs, il faudra toujours se mettre exactement dans les mêmes conditions. En particulier, pour être sûr de l'acidité, il conviendra de neutraliser les liquides et de les réaciduler artificiellement.

Enfin, le mode d'extraction de l'enzyme à doser doit être également toujours le même.

MICROBIOLOGIE

L'agent de la fermentation des moûts est la levure. D'autres microbes peuvent intervenir utilement en distillerie tels que certaines moisissures saccharifiantes ou

le ferment lactique. Enfin, un très grand nombre d'infiniment petits jouent un rôle défavorable qu'il convient d'éviter. Pour ces raisons, la microbiologie est une des bases fondamentales de la distillerie.

Mais, j'ai réservé à cette question un volume entier, *Microbes et distillerie*, auquel je renvoie le lecteur. Ici, je me bornerai à résumer les circonstances dont il faut tenir compte en distillerie.

LEVURE

Forme.

La levure, cellule plus ou moins ronde, qui prend d'ailleurs dans les voiles des formes allongées, se reproduit le plus souvent par bourgeonnement. Quelques espèces, telles que le *S. Pombe*, se cloisonnent. A côté de l'un de ces modes de reproduction, lorsque la levure a subi une période de souffrance, elle se reproduit par spores intérieures.

Cette faculté de sporuler se déclare, soit par excès ou manque de nourriture, soit par aération, soit par l'effet de la température. Il y a une température optima, c'est-à-dire où la sporulation se présente après un temps minimum.

Cette propriété de sporuler peut disparaître dans certaines conditions.

Les spores germent de plusieurs manières, ce qui peut servir à caractériser les levures.

Action de l'air.

Un des points les plus importants pour nous est l'action de l'air sur la levure.

La levure a toujours besoin d'une première action de l'air; après quoi, deux cas peuvent se présenter: ou bien,

on continue l'action de l'air et alors, la levure vit, pour ainsi dire, de n'importe quel aliment en produisant de l'acide carbonique et en se multipliant fortement, ou bien, on supprime l'action de l'air et dans ce cas, la levure ne vit, en outre des matières azotées et minérales, que de substances hydrocarbonées spéciales dites fermentescibles en produisant surtout de l'acide carbonique et de l'alcool et fort peu de nouvelles cellules.

Cette suppression de l'air peut être plus ou moins complète et l'on doit dire que chaque espèce comporte, sous ce rapport, un *modus vivendi* spécial.

Ainsi, une aération modérée augmente la multiplication et diminue l'activité de la levure Froberg; elle fait le contraire sur la levure Logos.

Alimentation.

Arrivons maintenant à l'alimentation de la levure. Au point de vue de l'alimentation minérale, les sels les plus utiles sont : le phosphate de potasse, le sulfate de chaux et le phosphate de magnésie; mais il y a dans la levure de petites quantités de silice, de fer et de chlore.

L'alimentation azotée ne peut être fournie par les nitrates; l'ammoniaque, les amides, les matières albuminoïdes (surtout les matières les plus dégradées), sont toutes nutritives pour la levure.

Mais il est un point sur lequel il convient d'insister.

L'assimilation de l'azote dans un moût dépend, non seulement de la matière azotée, mais aussi des aliments minéraux.

Lorsque l'alimentation saline est normale, si le moût est pauvre en azote, on aura moins de levure, moins d'azote total assimilé, moins de richesse en azote. Cette richesse, dans ce cas, est constante tant que le titre du moût est inférieur à 2/1000 d'azote; elle croît ensuite

proportionnellement à la richesse du moût jusqu'au titre 5/1000 où elle redevient constante.

Une augmentation de l'alimentation saline augmente le poids de levure et d'azote total assimilé, mais seulement dans le cas où le moût est suffisamment riche en azote.

Une augmentation parallèle de matière azotée et de matière minérale, au delà de certaines limites n'accroît ni le poids de levure, ni celui de l'azote assimilé. L'effet des aliments dépend d'ailleurs de la température en ce sens qu'au delà d'une certaine limite (25°), une augmentation de température amène une baisse des poids de levure et de l'azote assimilé.

A côté du titre, la nature de l'élément azoté intervient; cela tient en particulier à l'action coagulante de l'alcool.

En mélange avec d'autres, une matière azotée non assimilable par elle-même peut devenir assimilable par entraînement.

L'assimilation dépend également des races de levure, ainsi les levures basses en prennent toujours moins que les hautes.

L'alimentation hydrocarbonée des levures est de premier intérêt pour nous.

L'alcool, l'aldéhyde, l'éther, les acides gras, la cellulose, ne sont jamais nutritifs : en vie aérobie, un très grand nombre des corps hydrocarbonés le sont; mais en vie anaérobie, la liste des corps propres à la fermentation est très restreinte : ce sont toujours des sucres ou des dextrines.

On a, sur ce sujet, établi les points suivants :

1° Il y a, en général, spécificité d'action sur les sucres des diverses levures; telle levure attaque tels sucres et non tels autres.

Voici un extrait intéressant d'un travail de Lindner

plus récent que *Microbes et distillerie* et qui n'y est, par conséquent, pas indiqué.

LEVURES	MATIÈRES FERMENTÉES
Pombe	Glucose, lévulose, maltose, raffinose, dextrine, inuline.
Logos	Idem, mélibiose, galactose, mannose.
Levures de vin	A peu près tous les sucres, non les dextrines.
» hautes	A une exception près, respectent la mélibiose, fermentent les autres sucres y compris la tréhalose.
» basses	Fermentent la mélibiose, respectent en général l'inuline et les dextrines.
» sauvages	Attaquent la mélibiose; à peu près la moitié attaquent faiblement la dextrine.
» de distillerie	Attaquent difficilement les dextrines.
Levures de distillerie sélectionnées pour moûts amylicés	Attaquent les dextrines, la saccharose, la maltose, etc.
Aérolevures pressées	Attaquent les dextrines.

2° Mais cette spécificité n'est pas aussi absolue qu'on l'a cru longtemps, on peut, par substitution progressive, habituer une levure à vivre d'un sucre qui, *a priori*, ne lui plaît pas.

3° Non seulement les levures préfèrent certains sucres, mais elles attaquent inégalement les sucres qu'elles fermentent (l'atténuation du moût est une caractéristique souvent employée).

4° Les sucres en mélange fermentent autrement que seuls au point de vue de la rapidité et de la limite atteinte.

Autophagie.

Une particularité de la plus haute importance est le phénomène de l'autophagie. Des levures soumises à une

température un peu trop élevée, ou mises en trop grande proportion dans un moût, souffrent et mangent leur aliment de réserve, le glycogène. De ce fait résulte : 1° que la levure est impropre à continuer un bon travail, ce qu'il faut éviter avant la fin de ce travail et, par conséquent, ce qu'il faut toujours éviter dans la méthode par coupage des cuves où une partie de la levure, doit passer dans la cuve suivante ; 2° que la levure, subissant l'autophagie à la fin du travail augmente, le rendement en alcool, puisque le glycogène en donne alors une certaine quantité.

Résumé.

Dans toutes les fermentations, il faut tenir compte de la température convenant à la levure employée et du dégagement de chaleur que toute fermentation dégage. Cela régit la température de départ.

Il faut de plus réaliser les conditions suivantes :

- 1° Aération au début, puis aération ménagée et appropriée à la levure ;
- 2° Emploi d'une quantité de levure représentant de 1,5 à 3 p. 100 du poids du sucre à faire fermenter ;
- 3° Alimentation et températures appropriées ;
- 4° Quantité d'eau suffisante aux échanges (au moins 40 p. 100) ;
- 5° Éviter un excès d'alcool, d'acide, de sels toxiques ; les doses étant d'ailleurs en rapport avec l'espèce de levure employée.

Produits de la fermentation.

Parmi les produits accessoires de la fermentation, il faut citer la glycérine, l'acide succinique, certains acides gras (formique, acétique, valérianique), des alcools, des éthers.

La formation normale des acides cause une augmentation d'acidité dans le moût fermenté ; la plus grande partie de cette augmentation est due à l'acide succinique ; la proportion de celui-ci varie avec : 1° la nature du moût, au quadruple point de vue de la nature du sucre, de la matière azotée, de la nature de l'acidité et de la dose de celle-ci ; 2° la température ; 3° la durée et 4° la présence des anti-septiques.

Elle est ordinairement de 0,5 à 1 p. 100 de sucre ; il en résulte que l'augmentation d'acidité par litre de moût contenant P de sucre sera en acide succinique (5 à 10) $\times \frac{P}{1000}$.

Or, 5g d'acide succinique sont équivalents à 4g d'acide sulfurique, de sorte que l'augmentation d'acidité d'un moût, exprimée en acide sulfurique, sera normalement par litre de (4 à 8) $\frac{P}{100}$.

Exemple P = 60 gr : augmentation de 0,24 gr à 0,48 gr
 » P = 200 gr » 0,8 gr à 1,6 gr

En général en distillerie ce sont là les limites qui se présentent.

Toujours est-il que l'augmentation d'acidité est à peu près constante pour un travail déterminé et que si elle est dépassée, cela tient à des fermentations bactériennes.

Races de levure.

Il y a un très grand nombre de races de levure qui ont été isolées par les procédés généraux de la microbiologie et caractérisées par leurs formes, leur bourgeonnement, leur sporulation, etc.

Le meilleur classement à faire de ces levures est encore de les grouper suivant le milieu d'origine. Là, en effet, se produit une sélection naturelle qui rassemble des races

ayant des caractères communs (vie dans un même milieu, à la même température, etc.).

Il en résulte que l'on peut, à notre point de vue, citer :

1° Les levures de brasserie, dont il y a deux sortes de variétés : *a*) les levures basses qui ne surnagent pas et aiment ordinairement les basses températures (0° à 8°) ; *b*) les levures hautes, surnageant et préférant les températures de 12 à 15°.

Toutes ces levures respectent plus ou moins la dextrine.

2° Les levures pour distillerie de grains provenant d'une sélection en moûts amylicés concentrés. La race II de Berlin en est le type ; elle donne une fermentation primaire active et ne cesse pas son action lorsque la maltose ayant disparu, et la diastase continuant son action, une nouvelle et lente production de maltosé a lieu et fermente à son tour (fermentation secondaire).

3° Les levures sélectionnées pour distilleries de mélasses ou de betteraves, c'est-à-dire fermentant la saccharose en moût concentré et rapidement, et par conséquent supportant un fort titre alcoolique, une petite acidité, une forte température. On peut naturellement sélectionner à ce point de vue toute race travaillant bien le jus à fermenter. Ordinairement on prend comme point de départ une levure de rhum ou de vin alcoolique (Espagne, Italie).

4° Les levures de vins, dont on a sélectionné des espèces introduites en distillerie.

5° Les levures de cidre, de kirsch, de lait, etc.

Antiseptiques.

Une question très importante est celle des antiseptiques, c'est-à-dire des substances qui à faible dose gênent les microbes et à doses plus fortes les tuent. L'in-

tervention des antiseptiques en distillerie tient à ce que ces substances n'agissent pas de même sur tous les microbes et qu'on peut les utiliser pour détruire les microbes parasites au profit des microbes utiles.

Les différents acides minéraux et organiques, les alcools, les sels métalliques sont des antiseptiques.

Les plus employés en distillerie sont l'acide sulfurique, l'acide lactique et l'acide fluorhydrique.

L'action d'un antiseptique dépend : 1° de l'acidité ou de la pauvreté du moût dont les effets s'ajoutent, pour ainsi dire à celui de l'antiseptique ; 2° de la présence d'autres microbes qui plus aptes à se protéger contre l'antiseptique nuisent par cela seul au microbe principal.

Si on porte brusquement une levure, acclimatée à une dose d'antiseptique, dans un milieu moins riche, le pouvoir d'accroissement et le pouvoir ferment croissent ; si le nouveau milieu est plus fort en antiseptique, la levure s'endort, et si on la remet dans le premier milieu elle se réveille. Enfin met-on la levure dans des milieux gradués en force, elle ne s'endort pas et s'acclimate peu à peu à des doses considérables d'antiseptique. En partant de levures très différentes, on arrive alors presque au même résultat tant l'influence de l'antiseptique domine. Mais cette levure acclimatée est très sensible aux changements de milieu.

En général, une levure fluorée donne moins d'acide succinique que les autres.

L'acide fluorhydrique à la dose de 7,5 gr par hectolitre agit bien contre les ferments lactiques et butyriques sans nuire aux levures acclimatées.

Au point de vue spécial de l'acide lactique, d'après les expériences de Kayser et Gentil, on sait qu'une dose de 0,8 — 1,6 p. 100 d'acide lactique suivant les espèces de levure, n'est pas nuisible, mais que 2 p. 100 deviennent gênants pour la plupart des espèces.

D'ailleurs les levures supportent mieux l'acide formé peu à peu par fermentation lactique que l'acide ajouté en masse (acclimatation).

En milieu lactique, on a autant d'alcool qu'en milieu sulfurique, mais il y a plus d'acides volatils; on a plus d'alcool s'il n'y a pas de fermentation lactique que s'il y en a.

En cultures lactiques, les levures donnent moins d'alcool et supportent moins d'acidité qu'en milieu *stérilisé*, mais si on opère en milieu non stérile et non lactique où peuvent se développer des fermentations diverses, les levures donnent moins d'alcool qu'en milieu lactique.

Sources de levures.

Les différentes sources de levures à utiliser sont décrites avec beaucoup de détails dans « Microbes et Distillerie », je ne fais que les rappeler ici.

1° Achat de levure de brasserie présentant les caractères suivants :

- a. Moins de 80-85 p. 100 d'eau, être propre et sans mélange.
- b. Aspect d'une crème au café, petits yeux, reflets brillants.
- c. Onctueuse au toucher.
- d. Odeur de bière.
- e. Sans cellules mortes ou étrangères.
- f. Force fermentescible suffisante (environ 300 cm³ de CO² pour 20 gr.).

2° Achat de levure pressée présentant les caractères suivants :

- a. Moins de 70 p. 100 d'eau; sans amidon.
- b. Blanche, sans veines jaunes.
- c. Odeur aigrelette, non putride; pas plus de 0,7 p. 100 d'acidité sulfurique.

d. Sans cellules mortes, vieilles, de levures tarées ou étrangères.

e. Force fermentescible suffisante.

3° Achat de levure séchée.

4° Achat de levures pures, dont on ne peut constater que le bon état d'emballage et plus tard l'effet produit.

5° Multiplication à l'intérieur de l'usine, de levure ordinaire ; méthode très peu employée.

6° Multiplication à l'intérieur de l'usine de levures pures.

α. Avec sélection préalable.

β. Avec achat des premières amorces.

7° Multiplication par levain spécial, dont on n'isole pas la levure.

Un moût levain puissant doit avoir : 1° son sucre en rapport avec l'azote de la levure-mère pour créer le plus grand nombre possible de levures-filles à grande force fermentescible, mais souvent un peu paresseuses.

8° Multiplication par levain spécial, reproduit par coupage d'un levain antérieur.

Il doit avoir : 1° Son sucre et son azote en corrélation ; l'azote doit être à un titre supérieur à 5 p. 1000 (levure forte et lente) ou inférieure à 2 p. 1000 (levure faible et rapide) ; on en met plus et on va plus vite.

9° Multiplication par pied de cuve c'est-à-dire par un moût ayant la composition du moût principal lui-même.

Si l'on fait un pied par cuve, il faudra que l'azote de la levure soit en rapport avec le sucre du moût lui-même.

Mais si on fait le coupage des cuves, le sucre du moût doit être, non seulement, en corrélation avec la levure d'amorce, mais aussi avec l'azote de ce moût.

Dans toutes les questions de multiplication des levures il y a lieu de tenir compte de l'influence de la tempéra-

ture ; une température élevée donne les premiers jours une accélération à la multiplication, mais le huitième jour le résultat final est le même quelle que soit la température. Enfin l'aération pousse à la multiplication.

10° Multiplication par levain à base d'antiseptique (acide lactique ou fluorhydrique).

MOISSURES

A côté des levures, il y a lieu en distillerie de s'occuper de quelques autres microbes.

Un certain nombre de moisissures telles que l'*aspergillus oryzae*, les *amylomyces* (¹), etc., interviennent utilement ; d'autres sont parasites.

L'alimentation saline et azotée est la même que pour les levures, mais les nitrates suffisent. On a constaté parmi les sels des corps qui, à des doses très faibles, sont cependant indispensables, par exemple : les sels de zinc pour l'*aspergillus*.

L'alimentation hydrocarbonée est analogue à celle de la levure en milieu aéré ; cependant l'alcool peut être assimilé.

Les conditions de température sont les mêmes que pour la levure, il y a un optimum, ordinairement élevé ; la lumière suffisamment vive et prolongée paraît nuisible.

(¹) Depuis la publication de « Microbes et Distillerie, 1900. 1 vol. in-8°, carré de 324 pages avec 85 fig. — Cart. à l'Anglaise, 10 fr. C. Naud, éditeur », les *amylomyces* ont été particulièrement étudiés. (Schnikoff et Rommel) ;

a) Groupe de l'*A. Rouxii*, qui ne donne de sporanges qu'en gouttes renversées de mout gélatiné ;

b) Groupe du Koji des fabriques belges, à spores noires, très voisin de l'*aspergillus*.

Le 1^{er} groupe n'agit pas sur la saccharose et la raffinose ; dans le 2^e groupe il y a 2 catégories, l'une se comportant de même que dans le 1^{er} groupe, l'autre inversement.

Les moisissures secrètent un grand nombre de diastases qu'on peut recueillir en appliquant le principe donné au chapitre des enzymes.

L'*aspergillus* contient le plus de glucase, les amylomyces en donnent moins; le *botrytis cinerea* donne de l'œnoxydase, etc.

Lorsque les moisissures, de même que tous les organismes, après avoir subi l'influence de l'air, en sont privées dans une certaine mesure propre à chaque espèce, elles deviennent capables de faire fermenter certains sucres; mais la respiration continue au prorata de la dose d'air spécifique, et elle est souvent si active que le sucre, l'alcool et les acides de la fermentation diminuent, d'autant plus d'ailleurs que toutes les fermentations sont lentes.

Un autre caractère de ces fermentations est la basse teneur en alcool que les moisissures supportent.

Les moisissures parasites doivent être éloignées par tous les soins de propreté, et d'aseptie possibles.

Quant aux moisissures utiles, on les emploie surtout pour leurs diastases. C'est-à-dire qu'on les met dans les conditions de plus grande production de l'enzyme; d'abord, milieu riche contenant la matière à hydrolyser, très aéré, à température convenable; ensuite, conditions où la diastase diffuse: manque de matière alimentaire et d'air; abaissement de la température.

L'utilisation des moisissures à la fermentation est très rare, car dans la plupart des exemples connus, la moisissure est mêlée de levure.

En travail mixte les conditions sont les suivantes:

1° Développement intensif de l'enzyme par les moyens cités plus haut.

2° Diffusion de l'enzyme en milieu peu aéré, à température plus basse.

3° Emploi d'une levure supportant cette température (élevée en fait).

4° Utilisation des races de moisissures acclimatées à une forte dose d'alcool.

BACTÉRIES

La distillerie a encore à tenir compte d'une autre catégorie de microbes, mais appartenant au groupe des algues; ce sont des éléments entourés d'une gaine gélatineuse et se reproduisant, entre autres modes, par scissiparité; leur reproduction est excessivement rapide. Chez les uns, il y a des spores extérieures (leuconostoc, parasite des mélasses, ayant l'aspect d'un dessin d'intestins dans un livre d'anatomie); chez les autres, il y a des spores internes, ce sont les bactériacées. Leur alimentation est très voisine de celle des moisissures, cependant elles semblent moins difficiles; leur optimum de température est ordinairement entre 30 et 40°; la lumière les tue facilement.

Au point de vue de la forme on distingue :

- a). Les coccus, isolés ou en chaîne, en grappe, etc;
- b). Les bactéries, bâtonnets ($L=2-20 \mu$. $l=2-5 \mu$);
- c). Les clostrydiiums, bâtonnets ($L=2-20 \mu$. $l=2-5 \mu$) à renflement;
- d). Les bacilles, bâtonnets droits ($\frac{L}{l} = 4$);
- e). Les vibrions, bâtonnets ondulés ($\frac{L}{l} = 4$);
- f). Les spirilles, bâtonnets contournés en hélice ($\frac{L}{l} = 4$).

On a l'habitude de classer les bactériacées d'après la nature de leurs fonctions chimiques. C'est tout à fait relatif, car, suivant les conditions de vie, les produits éla-

borés sont essentiellement variables. Ils dépendent en particulier de la matière fermentescible.

Bactéries hydratantes.

On cite des bactéries hydratantes, dont un exemple intéressant pour nous est parmi les microbes de la putréfaction. Ce phénomène est dû à l'action : 1° d'une série de microbes (bactérium thermo; le champignon monas lens, etc.) qui absorbent l'oxygène des milieux et 2° d'une série anaérobie qui peut alors vivre dans les milieux privés d'air (algues : protococcus; bactéries, etc.).

Bactéries oxydantes.

Une autre catégorie de bactéries a des fonctions oxydantes. C'est le cas des bactéries acétiques qui fixent de l'oxygène sur l'alcool et sur un grand nombre d'autres corps. Elles agissent tant que la dose d'acide acétique n'a pas atteint une limite supérieure (spéciale au milieu et à l'espèce).

La sorbose extraite des sorbes n'est que le résultat de l'action d'un des microbes acétiques importé par des mouches sur le suc contenant de la sorbite.

Une autre bactérie du même genre est celle qui oxyde la glucose en acide gluconique ou plutôt en gluconate de chaux, car cela n'a lieu qu'en présence de chaux.

Bactéries réductrices.

Les bactéries réductrices sont des bactéries, qui dans les circonstances habituelles, dégagent de l'hydrogène et de l'acide carbonique. Elles vivent à des températures comprises entre 30 et 40°.

Il y en a trois, particulièrement anaérobies, qui don-

ment surtout de l'acide butyrique (bacille Pasteur, par exemple).

Un deuxième groupe donne, en même temps que l'acide butyrique, une faible proportion d'autres acides; tel le bacille rouge cilié de l'amertume des vins, qui donne à la fois des acides lactique, acétique et butyrique.

Enfin, il y a d'autres ferments réducteurs qui donnent, à côté des acides, des alcools, tels sont :

Le bacille butylicus de Fitz, qui donne : acides butyrique, lactique, succinique; alcools ordinaire, butylique, etc. ;

L'amylozyme de Perdrix, qui est le plus anaérobie de tous, donne de l'alcool ordinaire et de l'alcool amylique, etc.

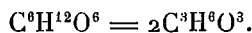
Ces différents microbes se distinguent par la nature des corps qu'ils attaquent, corps qui sont compris parmi certains acides, les sucres, l'amidon, la cellulose, etc.

Ils sont plus ou moins anaérobies, un seul est un peu aérobie. C'est le bacille amylobacter butylicus qui donne des acides acétique, butyrique, lactique, des alcools ordinaire et butylique, de l'aldéhyde, etc., et qui, au moment de la sporulation, est colorable en bleu par l'iode.

Cette propriété existe d'ailleurs chez un certain nombre des bactéries précédentes.

Bactéries de dédoublement.

Un dernier groupe de bactéries, dites de dédoublement, est le groupe des ferments lactiques qui, sans dégagement aucun, dédouble la glucose en acide lactique



La forme est ordinairement un bâtonnet, mais on connaît quelques coccus.

Beaucoup de ces ferments ont pour origine le lait ; on les a distingués par la forme, l'apparence des cultures, la résistance à la chaleur, à l'acidité, le temps nécessaire pour coaguler le lait, etc. Les uns sont aérobies, les autres anaérobies.

Leur optimum de température est compris entre 40 et 50°.

Une espèce a été sélectionnée pour le service de la distillerie (bacille *Delbrückii*). Cultivée sur gélatine, elle donne à 40° des chaînes peu visibles ; elle supporte difficilement une acidité lactique correspondant à 5 gr par litre d'acide sulfurique. Quoiqu'elle ne se développe bien qu'en milieu acide, elle exige pour sa nutrition des albuminoïdes proprement dits (ni peptones, ni albuminoïdes coagulés).

Elle agit sur la glucose et la maltose en donnant des acides lactique, formique, valérianique, de l'alcool, de la mannite et peut-être de la sorbite ; les deux derniers acides sont en proportions équivalentes.

Les bactéries, sauf les ferments lactiques, jouent, en distillerie, un rôle nuisible, introduisant dans les mûts des éléments destructeurs de sucres (ferment butyrique) ou d'alcool (ferment acétique), ou créateurs de corps nuisibles (fermentation nitreuse). Nous reviendrons sur la technique particulière des procédés employés à combattre ces accidents.

ÉTUDE DES PRODUITS NATURELS D'OU SE TIRE L'ALCOOL

Les principes étudiés dans les précédents chapitres se retirent d'un certain nombre de produits naturels dont nous allons entreprendre l'étude rapide.

CLASSIFICATION

On les divise en :

- A. Produits fournissant des sucres ;
- B. Produits fournissant de l'amidon ou des corps similaires ;
- C. Produits fournissant de la cellulose.

A. Produits fournissant des sucres.

On peut les grouper ainsi, ceux :

- A'. D'origine végétale ;
- A''. D'origine animale.

A'. Plantes fournissant des sucres.

Les sucres contenus dans les plantes sont assez variés, tantôt c'est de la saccharose, tantôt de la glucose, tantôt de la lévulose, etc.

Souvent ces sucres sont libres dans la plante, quelquefois à l'état de glucosides.

Les plantes sucrées peuvent se classer en trois groupes :

- 1° Celles dont le sucre est dans les racines ;
- 2° Celles dont le sucre est dans les tiges ;
- 3° Celles dont le sucre est dans les fruits.

Plantes à racines sucrées. — La plus importante est la betterave.

Betterave. — Nature, développement, composition. — Cette plante, originaire du Midi, quoique cultivée dans le Nord, appartient à la famille des chénopodiacées ; elle est bisannuelle et ne fleurit que la deuxième année, mais on l'utilise dès la première.

Les fleurs vertes, sans pétales, sont réunies en glomérules et soudées à la base.

Les fruits restent couronnés par le calice et agglomérés en glomérules (graine vulgaire).

A. Girard a montré que pendant les premiers mois de la végétation (juin-juillet) les feuilles dominant par le poids. Dans la souche c'est l'appareil racinaire qui l'emporte d'abord, mais qui diminue ensuite; pendant août et septembre, la proportion des feuilles diminue au profit de la souche ($2/3$ du poids total).

Si les conditions d'humidité sont convenables, les variations sont proportionnelles au temps. C'est ainsi que les poids des feuilles et des souches sont $f + \varphi t$ et $s + \sigma t$; au début l'on a $f > s$, mais plus tard $f + \varphi t < s + \sigma t$.

La saccharose contenue dans les feuilles varie sous l'influence du soleil; chaque jour 1 gr de sucre passe des feuilles dans les racines, tandis qu'environ 0,20 gr de matières salines passent de la racine dans les feuilles.

La richesse saccharine contenue dans la souche dépend des circonstances atmosphériques. En effet, on peut dire que le total sucre + eau dans la souche = 0,94 du poids de cette souche.

Donc en année pluvieuse, où le soleil a manqué et le sol a été humide; on aura peu de sucre, beaucoup d'eau et par suite une faible richesse saccharine.

À ce point de vue du développement de la betterave on peut citer l'opinion de Stoklasa.

Pour lui, au réveil de la vie dans la graine, la saccharose, les graisses et la lécithine de réserve existant dans l'embryon entretiennent le développement avant la formation de l'amidon; à mesure que la matière verte se forme, de la lécithine se produit pourvu qu'il y ait assez d'acide phosphorique, et cette lécithine s'accumule dans la racine avec la saccharose.

Les pentosanes augmentent en poids à partir de la graine quoique leurs proportions diminuent en raison inverse de celle de la saccharose. Ce qui tend à prouver

qu'elles se forment aux dépens de cette dernière et d'autant plus qu'il y a par exemple plus de chlore en présence (KCl).

Au point de vue du développement de la betterave, il convient de citer encore les expériences suivantes de M. Pellet :

DATES des analyses vers le :	POIDS moyen des betteraves.	RICHESSE moyenne.	AUGMENTATION		SUCRE total.
			de poids.	de sucre.	
20 juin	80	6,8	0	0	5,44
8 août	140	8,5	64	9,3	11,9
23 août	227	9,2	86	9,35	20,9
6 septembre.	332	10,4	105	13,62	34,5
20 septembre.	377	10,9	45	7,02	41,17
5 octobre. . .	430	11,2	53	5,75	48,3

La récolte a été de 58 000 pieds pesant 25 900 kg.

La composition moyenne de la betterave est très variable. On peut la représenter ainsi :

Eau	79-85 p. 100.
Saccharose ⁽¹⁾	10-20 p. 100.
Glucose	0,05-0,08 ⁽²⁾ p. 100.
Lévilose	0,05-0,08 p. 100.
Raffinose	0,02 p. 100.
Cellulose, pentosanes ⁽³⁾ , acides oxalique, citrique, malique, tartrique, succinique . . .	4-12 p. 100.
Corps voisins de la cholestérine	

⁽¹⁾ Pendant la conservation, il disparaît environ 1 p. 100 de sucre par mois, soit par respiration, soit par inversion, mais il se dégage moins de CO² que ce poids ne comporte ; il se forme sans doute de l'amidon et des pentosanes.

⁽²⁾ La dose trouvée dépend de la pression ; plus celle-ci est forte, moins il y a d'inverti. Il y en a moins dans la betterave que dans le jus de diffusion.

⁽³⁾ Ces deux sortes de produits jouent un grand rôle dans le développement de la betterave.

Produits résineux	
Matières azotées (dont les 2/3 environ insolubles), albumine végétale, légumine, produits nucléiques, produits xanthiques : guanine, hypoxanthine, xan- thine, allantoïne, adénine, carnine, guanidine, asparagine, glutamine, bétaine, choline, leucine, tyrosine, acide glutamique, vicine, lécithine . . .	1/2-1 p. 100.
Cendres (1) dont 3/4 en KOH ;	
	1/10 en NaOH ;
	1/10 en Ph ² O ³ ;
	1/12 en MgO ;
	1/20 en CaO ;

le reste en fer, silice, acide sulfurique, chlore. . . 2.5-6,5 p. 100.

Il faut remarquer que cette composition est variable avec la variété, le mode de culture, la grosseur (ordinairement les betteraves moyennes sont les plus riches en sucre). D'ailleurs à l'analyse, il faut se défier dans la confection des échantillons moyens, car les différentes régions d'une même betterave n'ont pas la même richesse (par exemple : le centre est ordinairement plus riche en sucre).

Maladies de la betterave. — Les betteraves sont sujettes à un grand nombre de maladies dont beaucoup sont causes de la diminution des récoltes et d'autres d'altérations profondes de la composition de la betterave.

Je me bornerai à donner un liste de ces maladies dont un grand nombre sont dues à des parasites :

1. Ver blanc (larve du hanneton) ;
2. Millepieds ;
3. Larve de l'atomaria linéris ;
4. Larve du sylphe opaque (sur les jeunes pousses) ;
5. Ver gris ou larve de la noctuelle des moissons (*agrostis segetum*) ;

(1) Dans les cendres il y a de l'acide carbonique qui n'existe pas dans la racine : c'est le résultat de la combustion.

6. Nématode (sur les racines, points blancs) ;

7. Maladie de la brûlure ou du pied noir ; la racine jeune devient étranglée, cassante, brune par cause mal connue : on recommande de stériliser les graines et de bien entretenir le sol (chaux et acide phosphorique) ;

8. Maladie noire chronique ; toute la racine est lacérée, l'épiderme ressemble à de la tourbe ; la cause serait le froid après périodes humides.

Elle n'atteint guère la richesse saccharine ;

9. Pourriture du cœur et pourriture sèche ; c'est la pourriture des feuilles centrales suivie de la pourriture sèche de la racine qui devient grise.

Elle atteint fortement la richesse saccharine. Elle semble résulter d'une grande sécheresse et paraît due à un champignon, le *Phoma betæ*. Les lavages antiseptiques des graines et l'arrachage des betteraves malades sont à recommander ;

10. Teigne de la betterave, la racine seule est atteinte, superficiellement d'ailleurs, il y a une perte énorme de sucre, quoique le poids de la betterave augmente souvent beaucoup ; la maladie serait due à un coccus.

On recommande les sols maintenus humides ;

11. Teigne profonde, zone circulaire renflée sur la racine ; la cause en est inconnue ;

12. Rhizoctone ou pourriture rouge ; elle monte le long de la racine depuis le sol, elle est due à des champignons ; éloigner tous les sujets atteints ;

13. Bactériose ou pourriture de la queue : la betterave est flasque, d'odeur de caroube, riche en albumine. La maladie paraît due à une bactérie ;

14. Goitre de la racine, excroissance de nuance plus foncée que la racine. Cela paraît être une hypertrophie due à une accumulation de matières alimentaires ; pour certains auteurs elle serait due à des parasites ;

15. Rouille, tache de rouille sous les feuilles, due à

un champignon ; il faut supprimer les feuilles malades ;

16. Plaques des feuilles (*Cercospora beticolæ*), taches brunes isolées, inégales, sur et sous les feuilles, dues aux champignons ; il faut stériliser les graines et arracher les feuilles malades ;

17. Fausse nielle (*peronospora*) ; les feuilles de cœur, puis les parties supérieures des autres feuilles prennent une teinte glauque, les feuilles se frisent (d'où le nom de frisoie donné quelquefois à cette maladie). Il faut extirper et détruire toute plante malade ;

18. Brunissement des feuilles, par place et jusqu'au noir dû au champignon *Sporidesmium putrefaciens* ;

19. Jaunisse des feuilles ; caractères : taches jaune-verdâtre sur les feuilles ; tiges cassantes, peu de sucre dans la racine (Troude).

Elle est due à des bactéries d'après Prilleux et Delacroix mais cette opinion n'est pas admise par tout le monde ⁽¹⁾ ;

20. Albinisme des feuilles qui paraît dû à une mauvaise nutrition ; la maladie est inoffensive et, à cause de cela, peu étudiée.

21. — La cuscute a quelquefois été signalée ainsi qu'une orobanche dont le bulbe s'implante sur la racine.

Betterave de distillerie. — On a beaucoup disserté sur le point de savoir s'il convient en distillerie d'employer des betteraves riches. Il est bien évident qu'à prix égal de sucre il faudrait utiliser les betteraves riches. La perte par épuisement qui est à peu près constante est en effet relativement plus petite ; de plus la main-d'œuvre pour

(1) La maladie sévit surtout sur les terres amendées à la chaux ; suivant Hollrung, cet effet serait dû à la plus grande perméabilité du terrain laissant l'azote des azotates s'infiltrer dans les couches profondes et manquer. D'après le même auteur, une addition de nitrate arrêterait la jaunisse.

le transport, le lavage, le découpage, etc., est la même que pour des betteraves moins riches. Enfin pour une même quantité de sucre les appareils sont plus petits. En effet :

100 kilos de betteraves contiennent environ 95 de jus. Soient D la densité réelle de la betterave et d la densité réelle du jus, V le volume soutiré.

100 kilos de betteraves donnent $\left(95 - \frac{95}{D}\right)$ de matières solubles.

Le jus en donne $Vd - V$. Ecrivons que les matières solubles de la betterave sont passées dans le jus, donc

$$Vd - V = 95 \frac{D - 1}{D}$$

$$V = \frac{95}{D} \frac{D - 1}{d - 1}$$

Or $\frac{D - 1}{d - 1}$ est ordinairement constant pour un procédé d'extraction déterminé : par exemple il peut être égal à $\frac{10}{8}$ dans la diffusion. Donc V est inversement proportionnel à D . Par suite les appareils devront être d'autant plus petits que D est plus grand.

Remarque. — Cela est absolu en sucrerie, mais en distillerie, avec la plupart des levures, on ne peut avoir de jus de densités supérieures à 1,035 — 1,04, on pourrait donc être obligé de diluer les jus et d'employer pour les jus des betteraves riches, des bacs de même taille que pour ceux des betteraves pauvres. En tout cas, les appareils d'extraction continueront à être plus petits.

Donc à prix égal de sucre en distillerie, il conviendrait de prendre une betterave riche.

Ainsi on préférerait

$$1000 \text{ kg à } 14 \text{ p. } 100 \text{ à } 21 \text{ fr.} = 21 \text{ fr.}$$

$$\text{à } 1400 \text{ kg à } 10 \text{ p. } 100 \text{ à } 15 \text{ fr.} = 21 \text{ fr.}$$

Cependant il faut remarquer que la betterave riche donne moins de pulpe, qui a une valeur propre en distillerie.

Malheureusement, au moins en France (1), le prix du sucre provenant d'une betterave riche est plus élevé que celui provenant d'une betterave pauvre, car les frais de culture sont plus grands, le rendement à l'hectare est moins élevé et les betteraves riches reçoivent une prime de par le régime fiscal de la sucrerie.

Celle-ci recherchant des betteraves de densité supérieure à 7, ne laisse à la distillerie que les betteraves de densités inférieures à 7. Cependant en cas de cours très élevé de l'alcool ou de cours très bas du sucre, il pourrait arriver que la distillerie fit concurrence à la sucrerie pour l'achat des betteraves à 7 (2).

En dessous de cette limite 7, la betterave de distillerie peut se définir : celle qui donne à l'hectare, pour le moins de frais, le plus de sucre et comme au-dessous de 6 de densité les frais de culture sont constants et beaucoup plus petits que ceux des betteraves supérieures à 6, la betterave de distillerie sera celle, qui ayant une densité inférieure à 6, donnera le plus de sucre à l'hectare ; ordinairement c'est une betterave à 5,5-6 de densité. Avec ces betteraves on peut obtenir 5 500 à 6 000 kg de sucre à l'hectare.

Cependant on peut s'écarter de cette définition dans deux cas opposés.

1° Dans une distillerie agricole où l'on recherche la

(1) Il est probable que cela changera à partir de 1903.

(2) Les betteraves de sucrerie contiennent non seulement le maximum de sucre, mais ont la plus grande pureté.

Elles manquent relativement de sels par rapport aux betteraves de distillerie ; par exemple, elles ont à peu près la moitié d'azote, le tiers de potasse, les 5/6 de phosphore de la betterave de distillerie.

pulpe. Dans ce cas une betterave pauvre est préférable si le rendement en sucre ne s'abaisse pas trop, puisque pour un poids donné de sucre elle donne plus de pulpe. On a intérêt à prendre du 5-5,5.

2° En grande distillerie, dans le but d'économiser de la main-d'œuvre et d'utiliser plus complètement le matériel, etc., on recherche (si le prix n'est pas exagéré) la betterave de 6 à 7 ; celle ayant plus de 7 étant fatalement inabordable.

Dans beaucoup de cas, la betterave de distillerie, celle qui donne le plus de sucre à l'hectare ne s'éloigne pas beaucoup de celle de sucrerie quant à la forme :

Elle doit être fusiforme, très pivotante, sortant peu de terre. La chair doit être blanche ou rose, la peau rugueuse, plissée circulairement comme le radis noir. Elle doit présenter 1 ou 2 sillons légèrement en spirales dans le sens de la longueur et d'autant plus marqués que la racine est plus riche en saccharose. Le chevelu doit être abondant.

La section doit présenter 7 zones concentriques. Plus elles sont régulières et intenses, plus il y a de sucre. Enfin la betterave doit présenter un pivot central ligneux.

Cette description s'applique surtout aux variétés dérivées de la betterave de sucrerie. Mais en distillerie on emploie fort bien des variétés tout autres ; je renvoie le lecteur aux cours d'agriculture lui faisant remarquer que la forme ne signifie pas grand chose en distillerie.

Je me bornerai simplement au point de vue de la culture, lorsque le distillateur cultive lui-même la betterave, d'attirer l'attention sur un point. On doit croiser les races prolifiques sur la terre dont on dispose avec des races à forte richesse.

Achat de la graine. — Que l'on cultive soi-même ou que l'on fasse cultiver par d'autres, on doit se procurer de la

graine de betteraves. A Magdebourg, grand centre betteravier, on a adopté les règles suivantes pour la réception des graines :

- 1° 1 kg doit fournir, en 15 jours, 70 000 germes ;
- 2° 1 kg doit fournir, en 6 jours, 46 000 germes ;
- 3° 75 p. 100 des graines doivent germer ;
- 4° Contenir moins de 14 p. 100 d'eau (jusqu'à 17, la livraison est admise, mais pour la valeur proportionnelle) ;
- 5° On tolère 3 p. 100 de matières étrangères, on n'admet 5 p. 100 qu'au prix proportionnel, au delà on n'accepte pas la graine ;
- 6° Les difficultés d'analyse sont tranchées par la moyenne de deux nouvelles analyses faites (ici la désignation préalable de laboratoires spéciaux).

MM. Vivien et Sellier ont indiqué les règles suivantes :

Humidité 15 p. 100 avec 2 p. 100 de tolérance et réfraction proportionnelle.

Impureté 3 p. 100 avec la même tolérance.

En 6 jours 66 p. 100 des bonnes graines germeront (énergie germinative).

En 12 jours 34 000 glomérules au kilogramme germeront (tolérance 1 500).

Après 15 jours pouvoir germinatif de 75 p. 100 au moins.

Achat des betteraves. — Ordinairement les achats ont lieu d'après des contrats signés à l'avance. On peut passer un *contrat à forfait*. Le distillateur donne la graine et paye les betteraves un prix fixé à l'avance pour les 1 000 kg ; quelquefois on donne une prime à la qualité.

On peut acheter à la *densité*. On fixe un prix pour 1 000 kg à telle densité (5 par exemple) avec une augmen-

tation de 0,10 à 0,15 fr suivant les cours de l'alcool par $\frac{1}{10}$ de degré.

$\frac{1}{10}$ de densité de plus fait environ un supplément de sucre de 2 kg par 1 000 kg de betteraves soit 1,2 litres d'alcool. Si le cours de l'alcool est de n centimes le litre, on peut prendre l'habitude de donner une prime de $\frac{n \text{ centimes}}{2}$ par $1/10$ de degré et par tonne.

Enfin on peut acheter à la richesse *saccharine vraie*. Ce mode est plus compliqué et donne lieu à contestation.

Dans les contrats on fixe :

Le mode de livraison (véhicules, lieux, etc.) ;

L'époque : à telle date il doit être livré tant, etc. ;

L'époque de paiement : par exemple la fin du mois pour les quantités livrées jusqu'au 20.

Le cultivateur a intérêt à livrer à maturité. Mais le distillateur peut avoir intérêt à travailler un peu tôt, parce que les betteraves travaillées à l'avance, n'étant pas conservées jusqu'à la fin de la campagne, ne perdent pas de sucre comme les betteraves conservées. Ce que l'on perd d'un côté, on peut le regagner complètement de l'autre. Cependant les betteraves non mûres fermentent mal.

Contrôle de l'achat. — Le contrôle des achats doit avoir pour but d'établir le poids des betteraves et leur qualité, c'est-à-dire les quantités de sucre introduites réellement dans l'usine.

POIDS DE LA BETTERAVE. — Le poids vrai de la betterave s'évalue comme en sucrerie, il est la différence du poids brut et de la tare dans laquelle on comprend le poids du collet des betteraves (1).

(1) En sucrerie on coupe le collet des betteraves parce qu'il y a

La tare de la livraison se fait ainsi. On prélève sur chaque livraison. 25 à 30 kg de betteraves, on les lave, on les brosse, et on coupe les collets : on en déduit la perte de poids et on calcule proportionnellement la tare pour la livraison.

Au point de vue de la fabrication, il est à recommander au fabricant d'alcool de déduire de cette tare commerciale le poids des collets, car ceux-ci introduits dans la fabrication y apportent une certaine quantité de saccharose ou de glucose dont il convient de retrouver la trace dans toute la série des opérations.

RICHESSE EN SUCRE DE LA BETTERAVE. — Cette richesse peut s'évaluer par un grand nombre de méthodes, mais il faut d'abord se procurer un échantillon moyen.

ECHANTILLONNAGE. — 1° *Betteraves sur champ.* — Prélever 30 à 40 betteraves à l'hectare sur les parcelles différant entre elles au point de vue de la culture, de l'espèce de betteraves, de la nature du sol.

Ces betteraves sont choisies parmi celles des lignes de développement moyen, que l'on arrache en tout ou en partie, que l'on range par ordre de grandeur, et dont on prélève toutes celles qui sont un multiple d'un nombre quelconque (5, 10, etc.). Si l'échantillon est trop fort, on en prélève un second par le même procédé.

2° *Betteraves en tas.* — On prélève les betteraves d'un

de la glucose et parce qu'ils permettent la pousse des feuilles. Or, la glucose est utilisable en distillerie. Malgré cela on les coupe, quitte à les employer à part. Cela tient à ce fait que les tas de betteraves non décolletées sont mal aérées et fermentent et cela par raison géométrique ; les betteraves ainsi préparées laissent entre elles des espaces libres qui facilitent l'aération, tandis que les betteraves non décolletées laissent entre elles un vide moins grand.

Cependant pour les betteraves récoltées en temps humide, il vaut peut-être mieux seulement les effeuiller parce que la plaie mise à nu par temps humide ne sèche pas et tend à pourrir.

1/3 ou d'un 1/4 des tas numérotés à l'avance et dont le numéro est le multiple d'un certain nombre.

3° *Betteraves en silos.* — Faire des prélèvements tout autour du silo à différentes hauteurs et jusqu'au centre, puis continuer comme plus haut.

4° *Betteraves à la réception à l'usine.* — Faire comme pour établir la tare.

5° *Betteraves à l'élevateur du coupe-racines.* — On prélève de temps en temps une betterave. On s'arrange pour avoir un échantillon de 10 kg environ par tonne de betteraves.

Après le prélèvement de l'échantillon à analyser, l'on doit réduire en pulpe les betteraves qui le composent. On peut se servir d'une rape cylindrique ou mieux d'une rape conique qui prélève l'échantillon sur toute la longueur de la betterave.

DOSAGE DU SUGRE DANS LE JUS (MÉTHODES INDIRECTES). — *Méthode par la densité* (1). — Le jus exprimé à l'aide d'une forte presse, est versé doucement, en coulant sur les bords pour éviter la mousse, dans une éprouvette à bec, assez large pour ne pas agir par capillarité sur le densimètre. On laisse l'air remonter à la surface, on souffle la mousse et on y plonge le densimètre contrôlé préalablement essuyé. On fait la lecture 2 fois à quelques minutes d'intervalle, si on trouve le même nombre on l'accepte, si non on recommence. Il faut en même temps prendre la température du jus et si elle est différente de 15° faire une correction à l'aide de tables.

Sensiblement cette correction est pour les tempéra-

(1) Sidorsky a dernièrement signalé ce fait que des betteraves de même densité présentaient un écart de 2 p. 100 dans le sucre alors que les cendres étaient à peu près identiques de part et d'autre, cela ne pouvait tenir qu'à la présence d'un sucre non organique plus abondant d'un côté que de l'autre.

tures t inférieures à 15 de $(t - 15) \times \frac{0,2}{15}$ et pour les températures T supérieures à 15 de $(T - 15) 0,03$.

Méthode par la liqueur de Fehling. — 1° Prélever, avec une pipette, 10 cm³ de jus et additionner de quelques gouttes d'acide sulfurique ou tartrique.

2° Invertir en chauffant 5', laisser refroidir, verser dans un ballon gradué de 100 cm³, y ajouter 10 cm³ de sous-acétate de Pb et compléter à 100 cm³.

3° Précipiter l'excès de Pb par du CO³Na² sec, filtrer, mettre le liquide dans une burette graduée et procéder au dosage d'après la méthode ordinaire.

Si pour 10 cm³ de Fehling il faut verser n cm³ de jus dilué au 1/10, il aurait fallu $\frac{n}{10}$ du jus lui-même, donc $\frac{n}{10}$ de jus contiennent 0,0475 gr de saccharose ; 100 cm³ contiennent $\frac{1000}{n} \times 0,475 = \frac{47,5}{n}$ gr de sucre et 100 gr de jus en contiennent $\frac{47,5}{D \times n}$ gr, D étant la vraie densité.

Evaluation de la quantité de jus de la betterave. — Les méthodes indirectes ne donnent de bons résultats que si l'on connaît la proportion de jus en p. 100 de la betterave.

Le mieux serait de l'évaluer pour chaque dosage de sucre.

On peut se servir par exemple de la méthode de Lippmann qui consiste : 1° A laver la pulpe contenue dans un petit panier métallique taré, avec de l'eau chaude (65-70°) jusqu'à épuisement complet ; 2° A laver cette pulpe à l'alcool et à l'éther, la sécher à l'air et la peser.

Mais c'est une opération délicate ; aussi dans la pratique, on admet que 100 gr de betteraves contiennent un poids fixe de jus. Ce poids varie avec la richesse de

la betterave ; il est de 96 pour les betteraves à 10 p. 100 ; de 89 pour les betteraves à 17 p. 100. Dans la pratique courante on prend généralement le chiffre de 95 voisin de la réalité pour les betteraves de distillerie. Soit P le poids des betteraves ; $P \times 0,95 =$ le poids du jus et si ce jus est à S p. 100 de sucre, la quantité de sucre entrée dans l'usine est de $\frac{P \times 0,95 \times S}{100}$.

DOSAGE PAR EXTRACTION AQUEUSE (MÉTHODES DIRECTES).

— *Méthode par extraction aqueuse, fermentation et distillation.* — 1° 50 gr de pulpes sont épuisés pendant 30' à 80° par 50 cm d'eau. On décante et on met à part le liquide.

2° On lave le résidu avec 25 cm d'eau à 80°, on décante et on ajoute ce liquide au 1^{er} liquide décanté.

3° On chauffe une 2^e fois avec 25 cm³ d'eau sans décantier.

4° On remet sur la pulpe les liquides décantés les 2 premières fois, on lave le vase qui les a contenus et cette eau de lavage est encore versée sur la pulpe. On ajoute 5 cm³ d'acide SO^4H^2 normal (ce qui fait une acidité d'un peu plus de 2 gr p. 1000).

5° On met dans le vase 1 gr de levure pressée et on l'abandonne à la fermentation dans une étuve à 25°.

Par fermentation et dosage de l'alcool. — On peut tirer parti de l'expérience de plusieurs manières.

Opérer dans un ballon fermé par un tampon d'amiante. Distiller le liquide fermenté, recueillir 50 cm³ et en prendre le titre alcoolique. Si on trouve n° G. L. cela veut dire que l'on a produit $\frac{n \text{ cm}^3}{2}$ d'alcool qui corres-

pond à $\times \frac{100}{63,7} \frac{n}{2}$ de sucre. Dans 100 gr de pulpe il y a donc $\frac{100}{63,7} n$ de sucre.

Par fermentation et perte de poids. — Au lieu de distiller on peut chercher à doser l'acide carbonique (49 gr de CO^2 correspondent à 100 gr de sucre).

L'acide se dose en poids. On pèse au début et à la fin de l'expérience le vase servant à la fermentation ; la différence donne le gaz dégagé.

On peut se servir de l'un des appareils suivants.

Appareil de Hayduck. — Vase de 250 cm^3 bouché par un bouchon de caoutchouc laissant passer un tube qui plonge dans une ampoule contenant de l'acide sulfurique.

Appareil de Bauer. — Vase surmonté d'une ampoule contenant de l'amianté imbibée de SO^4H^2 , le tube de dégagement qui part de la partie inférieure de l'ampoule, aboutit à un tube garni de chlorure de calcium ; l'appareil est disposé pour qu'on puisse faire barboter de l'air.

Méthode par extraction aqueuse et réduction de la liqueur de Fehling. — 1° On pèse 32,6 gr de pulpe qu'on introduit dans un ballon jaugé de 201,7 cm^3 .

2° On y ajoute 10 à 12 cm^3 de sous-acétate de Pb.

3° On complète jusqu'au trait et on chauffe à 80° pendant 30'.

4° On laisse refroidir, on abat la mousse avec de l'éther, on complète à 201,7 cm^3 , on filtre et on ajoute ensuite une pincée de CO^3Na^2 et l'on refiltre.

5° On dose après inversion le sucre par la liqueur de Fehling.

Mélasse de betterave. — A la betterave, comme matière première, il convient de rattacher la mélasse, qui est, comme on sait le résidu de la fabrication du sucre.

Suivant les opérations pratiquées en sucrerie, la composition des mélasses varie ; elles sont toujours alcalines et contiennent toujours environ de 45 à 50 p. 100 de sucre.

Les matières azotées de la mélasse constituent environ 9 p. 100 de son poids, ce sont naturellement celles de la betterave ; les autres matières organiques représentent environ 12 p. 100.

La mélasse contient 10 p. 100 de cendres. Ce sont les matières salines de la betterave moins l'acide phosphorique précipité par la chaux.

Voici des analyses de types différents de mélasse :

	I	II	III	IV
Eau	20	27	16,6	19
Sucre	52,7	44,5	50,1	45
Sels	8,6	11,5	10,8	11
Matières organiques (1) .	18,7 (2)	17	22,4 (3)	25 (4)

La mélasse de raffinerie, qui provient d'un mélange de sucre de canne et de betterave, contient de la glucose de 3,3 à 6,3 p. 100, à côté de 43 à 50 p. 100 de saccharose.

La mélasse d'osmose a naturellement une composition différente.

Sur 100 de sels d'une mélasse, il y a par exemple :

CO ²	29,6
SO ³ H ²	2,6
Ph ² O ³	0,35
Cl	3,70
SiO ²	0,70
KOH	45,90
MgO	13,80
CaO	1,70
NaOH	0,91
Al ² O ³ , Fe ² O ³ , etc.	1,50
A déduire O pris pour chlore .	0,80

100

(1) Il y a la plupart des matières organiques solubles de la betterave, moins les coagulées; il y a aussi des acides provenant de fermentations (acides lactique, butyrique, acétique, etc.)

(2) Dont 9,5 d'azotés.

(3) Dont 8,9 d'azotés.

(4) Dont 10 d'azotés.

En France, la loi (1) donne un déchet de 14 p. 100 aux mélasses entrant en distillerie ayant au moins 44 p. 100 de polarisation et ne provenant pas de l'osmose.

Il en résulte que l'on préférera 50 quintaux à 44 p. 100 à 44 quintaux à 50 p. 100, puisque dans le premier cas on bénéficie de 7 quintaux et dans le deuxième de 6,16 quintaux. Une conséquence (2) est à tirer de ces faits, c'est que toute mélasse destinée (3) à la distillerie est en fait

(1) Le syndicat des distillateurs industriels propose en ce moment les conditions suivantes pour les contrats de mélasse :

1° La mélasse saine, loyale et marchande ne pourra contenir plus de 0,50 de glucose ou substances réductrices; de 0,50 à 2 p. 100 de ces substances réductrices, la mélasse subira une réfaction de 0,50 fr par 100 kg de mélasses et par unité de glucose. Cette réfaction sera appliquée aux fractions d'unité. A 2 p. 100 et au-dessus, la mélasse sera nettement refusable et devra donner lieu à une entente spéciale et facultative entre les parties contractantes.

2° Le coefficient salin (rapport sucre à cendres) des mélasses, en cendres alcalines, ne sera pas supérieur à 4 1/2; toute quantité de sels alcalins inférieure à ce chiffre donnera lieu à une réfaction de 0,16 fr par unité de sel en moins; les fractions seront comptées pour 100 kg de mélasses.

3° Lorsqu'un distillateur aura acheté toutes les mélasses provenant de la fabrication d'une sucrerie, quantité évaluée à ..., la quantité livrée ne pourra être de plus de 10 p. 100 supérieure ou inférieure à l'évaluation précisée dans le contrat;

4° Quand les époques de livraison de la mélasse seront spécifiées sur plusieurs mois, le preneur pourra répartir la prise de livraison par parties égales sur chacun des mois prévus au contrat.

(2) Il est question d'abroger cette loi.

(3) On peut évaluer les frais de réception des mélasses à Dunkerque, par tonne :

	Par voilier	Par vapeur
Transbordement et réembarquement		
des fûts vides	0,60	0,75
Pesage	0,50	0,50
Transit	0,75	0,75
Droits de statistique	0,04	0,04
Réparation des fûts (tonneliers à 5 fr)	0,11	0,28
Total	2,00 fr	2,32 fr

ramenée à 44 p. 100⁽¹⁾, et qu'elle ne sortira jamais d'un travail par osmose.

Achat des mélasses. — Autrefois on achetait les mélasses à la densité sur le pied de 40° Baumé ; cette densité se prenait au densimètre, au pycnomètre, à l'aéromètre.

On a aussi proposé des méthodes plus précises ou plus expéditives. Ainsi la méthode de Sidersky, laquelle consiste en ceci : dans un ballon jaugé de 50 cm³ on met de la mélasse jusqu'à environ 1 cm du trait, on le pèse soit M le poids, on le remplit alors jusqu'au trait en y versant n cm³ d'eau avec une burette.

Si V est le volume de la mélasse, on a évidemment $V + n = 50$ (en négligeant la contraction).

D'où

$$D = \frac{M}{50 - n}$$

Dans d'autres méthodes on remplit avec une solution saline de densité connue et on pèse une deuxième fois.

On a alors

$$\begin{aligned} M + nd &= P \\ V + n &= 50 \end{aligned}$$

D'où

$$D = \frac{P - nd}{50 - n}$$

Aujourd'hui on achète au degré saccharimétrique.

DOSAGE DU SUCRE. POLARIMÉTRIE. — S'il y a peu de glucose ($< \frac{1}{2}$ o/o); on procède par polarisation directe, s'il y a de la glucose par la méthode de Clerget.

32,6 gr de mélasses sont placés dans un ballon de 200 cm³; on y ajoute du sous-acétate de plomb par frac-

(1) En Allemagne, on ne paie jamais que jusqu'à 48°.

tion de 2 cm³ toutes les cinq minutes en agitant; quand la défécation est terminée, on ajuste à 200 cm³.

Alors : 1° on polarise avec décoloration au noir animal, mais en ne laissant le noir que peu de temps en contact; et, 2° on prélève 50. cm³ dans une fiole de 50-55 cm³ où l'on ajoute 5 cm³ d'acide HCl (21° B); on suspend la fiole dans un bain-marie, on élève la température en dix minutes à 65-70°. On laisse refroidir à 40° spontanément puis brusquement à 20°; on polarise à cette température (tube de 22 cm garni de verre, ou à défaut, tube de 20 cm et ajouter 1/10 à la lecture).

Si D est la polarisation directe, I la polarisation inverse avec son signe (ordinairement —).

On a

$$\text{Sacch. p. 100} = \frac{(D - I) 100}{144 - 1/2 t} \quad (1)$$

Lorsqu'il y a de la raffinose, on emploie la formule de Herzfeld

$$\text{Sacch. p. 100} = \frac{D \times 0,5124 - I}{0,839} \quad (\text{à } 20^\circ).$$

Cette méthode s'emploie par suite des raisons fiscales et pour déterminer le prix et l'impôt à payer, mais au point de vue de la détermination du rendement en dis-

$$(*) \text{ En Allemagne } S \text{ p. 100} = \frac{(D - 1)100}{142,6 - \frac{t}{2}}$$

$$\text{Si on prend } S = \frac{(D - 1)100}{142,6 - \frac{t}{2}}$$

On a pour la glucose

$$g = D \times \frac{66,5}{52,5} - S = D \times \frac{66,5}{52,5} - \frac{(D - 1)100}{142,6 - \frac{t}{2}}$$

tillerie il vaut mieux employer une méthode donnant le sucre global fermentescible.

On peut employer deux méthodes dont la deuxième est la meilleure, quoique plus lente.

DOSAGE DU SUCRE TOTAL EN INVERTISSANT ET EN DOSANT A LA LIQUEUR DE FEHLING. — Méthode inexacte, parce que la raffinose ne compte dans le calcul du poids du sucre que pour les $\frac{2}{3}$ de son poids et que par la levure haute la raffinose ne fermente qu'au $\frac{1}{3}$.

Donc si on a dans 100 de mélasse r de raffinose, on commettra une erreur de $\frac{r}{3}$ en plus dans l'évaluation du sucre ; en effet, là où il y a r on comptera $\frac{2}{3}r$; mais ensuite lorsqu'on fera le calcul de l'alcool probable, tandis que r ne donnerait par les levures hautes que $\frac{r}{3}$; $\frac{2}{3}r$ de sucre réducteur sera compté pour sa valeur. En fait, on compte en trop $\frac{r}{3}$.

MÉTHODE PAR FERMENTATION. — I. 50 gr. de mélasses sont dissous dans un vase de 200 cm³ et acidulés convenablement, c'est-à-dire qu'on neutralise et qu'on ajoute la valeur de 0,5 gr de SO⁴H² à l'aide d'une liqueur de titre connu, on complète à 200 cm³ et on verse dans un vase de 500 cm³ (Hayduck ou Bauer), on laisse fermenter et on achève comme pour la betterave (voir plus haut). On admet que 100 gr de sucre = 60 — 61 cm³ d'alcool et 46 — 47 gr de CO².

II. On peut opérer d'une manière moins précise. On prend 200 gr de mélasse, on les dissous dans 200 ou 300 gr d'eau, on y ajoute la quantité de SO⁴H² nécessaire pour neutraliser et avoir une acidité de 2,5 gr après la dilution à 1 litre ; on chauffe à l'ébullition, on refroidit et on dilue à 1 litre ; on verse le liquide dans

un ballon de 2 litres, disposé pour une fermentation, on rince le premier vase, on verse le liquide de lavage dans le ballon de 2 litres et on ajoute 10 gr de levure pressée. On prend la densité du moût et on laisse fermenter. On peut opérer par perte de poids du ballon, car ici le manque de précision rend inutile la distillation. On estime que le double de la perte de poids représente la quantité de sucre des 200 gr de mélasse.

On peut opérer par la méthode de l'atténuation apparente, c'est-à-dire qu'on prend la densité de chute, et de la différence des densités primitive et finale, on déduit la teneur en alcool et la richesse en sucre à l'aide de coefficients que l'on trouve dans les tables de Balling. Mais pour passer des densités aux degrés de Balling, il convient de retrancher 0,004 pour l'effet des sels.

Par exemple 200 gr de mélasse à 1,4 de densité ont été mis dans de l'eau pour former 1 litre à la densité de 1,06. Nous compterons seulement pour la densité 1,056 ou 13,7 Balling. Si la densité de chute (correction faite pour les sels) est par exemple de 1,7 Balling, l'atténuation apparente est de 12°. Le coefficient à employer pour 13,7 est de 0,422. Donc 100 gr de moût doivent donner $(13,7 - 1,7) \times 0,422$ gr d'alcool et les 1060 gr $(13,7 - 1,7) \times 0,422 \times 10,6$ gr d'alcool, c'est-à-dire $(13,1 - 1,7) \frac{0,422 \times 10,6}{0,8}$ cm³ d'alcool, et par suite ils correspondent à un peu moins de $(13,7 - 1,7) \times 0,422 \times 10,6 \times 2$ de sucre.

Donc 200 gr de mélasse contiennent un peu moins de $(13,7 - 1,7) 0,422 \times 10,6 \times 2$ de sucre et 100 gr contiennent $(13,7 - 1,7) \times 4,4$ ou un peu moins, soit $(13,7 - 1,7) \times 4,2$.

Etant donné le rôle des mélasses dans la fabrication ultérieure de la potasse, il est bon de se faire une idée de leur richesse salinè.

ÉTUDE DE LA RICHESSE SALINE DE LA MÉLASSE. — Au point de vue du travail des salins, il est bon de doser les cendres de la mélasse que l'on reçoit.

Mettre 1,5 gr de mélasse dans une capsule de platine, sécher à 110°, d'abord lentement au bain-marie jusqu'à ce que l'on ait obtenu l'extrait sec, puis ensuite à l'étuve; calciner au rouge, mouiller et recalculer à nouveau pour avoir des cendres blanches.

2° Dissoudre la cendre au bain-marie dans un peu d'eau, filtrer, et calciner la partie insoluble. On évapore le liquide filtré à 110° comme il a été dit plus haut. On obtient ainsi le soluble et l'insoluble.

La famille des Composés nous fournit plusieurs plantes peu importantes d'ailleurs.

Chicorée. — La chicorée (groupe des liguliflores) a une racine riche en sucre vers octobre-novembre.

Voici une analyse de chicorée :

Eau	70 — 80 p. 100 .
M. azotées	2 — 4 »
M. org. n. azotées, inuline, etc.	16 — 23 »
Sucres	3 — 4 »
Cendres	2 — 5 »

La quantité d'inuline varie avec la maturité.

Essais de J. Wolff.

	Hydrates de carbone	Inuline ($\alpha_D = -36,57$)
Octobre 1899	17 p. 100 de racine	12,6 p. 100 de racine
Novembre 1899	18,3	8,1
Décembre 1899	18,3	6,1

Dahlia. — Le dahlia (groupe des radiées) contient dans un tubercule d'origine radicale des inulines.

Mais la fermentation en serait gênée par des huiles essentielles.

La famille des rubiacées fournit à la distillerie deux

plantes : l'une sauvage, la gentiane, l'autre cultivée la garance.

Gentiane. — La gentiane est une plante des plaines alpestres dont on arrache les jeunes racines à partir du 15 août, à l'époque où les fleurs se fanent. Pour ce faire, on emploie des pioches dont le fer a 1 m. de longueur car les racines sont fort longues.

Ces racines, sur le lieu d'arrachage, valent environ 8 fr. le quintal, elles doivent être utilisées de suite.

Le sucre y contenu est la gentianose dont l'effet est à peu près équivalent à 5-6 p. 100 de glucose.

Garance. — La garance était très cultivée autrefois, mais moins aujourd'hui, pour l'alizarine.

La souche est récoltée de dix-huit à trente-six mois, elle est séchée à l'air ou à l'étuve et pulvérisée ; la poudre est soumise soit à l'action d'acides, soit à des actions diastasiques pour décomposer les glucosides (acide rubérythrique, etc.) qui aboutissent aux matières colorantes et à la glucose.

C'est cette glucose qui, neutralisée à la chaux, est mise en fermentation (6 à 8 litres d'alcool par 100 kilogrammes de racines).

Composition de la garance :

Eau	80
Mat. sol. eau froide (glucose, saccharose, gomme albuminoïdes, enzymes, glucosides)	11
Mat. sol. eau chaude (résines, mat. color.)	0,6
Mat. sol. alcool —	0,3
Mat. insolubles, cellulose et divers	6
Cendres	1,5

Asphodèle et Scille. — Une plante algérienne très différente des précédentes puisque c'est une liliacée est l'asphodèle, dont la racine n'atteint son maximum qu'à 3-5 ans. Ce sont des tubercules analogues à ceux du

dahlia qu'on récolte tous les deux ans. La plante est sauvage, l'arrachage revient à 1 fr. 5 le quintal en terre meuble.

Composition de l'asphodèle.

Eau	68,84
Matières azotées coagulables	0,42
Matières grasses	2,2
Matières inversibles	18,25
Cellulose, etc.	9,3
Cendres	0,75

La scille maritime, plante voisine, a un bulbe qui est quelquefois employé, elle contient environ 15 p. 100 de matières inversibles.

Navet, carotte, panais. — Le navet (Crucifères) a une racine sucrée de même que la carotte (ombellifère).

Voici une analyse de carotte :

Eau.	87
Matières azotées.	1,2
Matières grasses	0,2
Amidon et sucre.	9,05
Cellulose	2
Cendres (dont 1/3 en potasse)	0,8

La matière rouge de la carotte (0,005 p. 100) est un carbure $C^{28}H^{38}$ Carottine).

Le panais, autre ombellifère, contient 4 p. 100 d'amidon et 6,5 de sucre.

Plantes à tiges sucrées.

Cas des tubercules tiges — Topinambour. — Le topinambour plante de la famille des Composées a des tubercules d'origine axiale et, ne se reproduit que par eux, les graines n'étant pas fertiles.

Il en existe deux variétés : une rougeâtre à chair jaune, et une jaunâtre plus petite, plus productive.

C'est une plante de terres non humides quelle que soit la température. On place les tubercules plants en automne ou au printemps; en juillet les nouveaux tubercules ont le quart de leur développement, en septembre la moitié et ils sont murs fin novembre.

On les récolte au jour le jour du 15 novembre au 15 mars, car arrachés à l'avance ils perdent 75 p. 100 de leur poids en un mois. On a proposé d'arracher, mais de laisser les tubercules sur le sol, c'est dangereux au point de vue des gelées; d'ailleurs les tubercules arrachés à la fin de l'hiver donnent plus de rendement.

Les tubercules de deux ans donnent plus de rendement, mais pas le double des tubercules d'un an, de sorte qu'au point de vue de la surface occupée, le rendement est moindre.

L'arrachage se fait à la main ou à la charrue.

Les rendements sont en fait très variables 8-48 000 kilogrammes à l'hectare, le poids de l'hectolitre est de 78-80 kilogrammes.

Composition du topinambour :

Eau	77,80
Matières azotées.	2
Matières grasses	0,11
Sucres, inulines	12-14
Cellulose	0,8
Cendres (dont 1/2 en potasse)	1,5

CONTRÔLE DU TRAVAIL. *Analyse du topinambour.*

La seule méthode à employer pour se faire une idée de la richesse du topinambour, c'est une extraction à chaud suivie d'une longue inversion (une heure), à l'acide SO^4H^2 .

La liqueur obtenue est analysée soit au Fehling, soit par fermentation. (On opère dans ce dernier cas sur 1 500gr. de pulpe.)

Plantes donnant le sucre par les tiges proprement dites.

Un certain nombre de graminées sont dans ce cas.

Maïs et sorgho. — Le maïs, au moment de sa floraison, contient 5 à 10 p. 100 de sucre; il n'est d'ailleurs utilisé que comme fourrage.

Le sorgho sucré ⁽¹⁾ en contient 10 à 15 p. 100 à côté d'acide citrique.

Cette plante est parfois traitée en sucrerie et fournit alors une mélasse qui contient l'équivalent de 45 p. 100 de glucose.

Canne à sucre. — La canne à sucre, plante de 3 à 6 mètres (D=4—6 centim.), bisannuelle, pousse dans les terres riches des Indes, des Antilles, d'Égypte, etc.; elle est reproduite par boutures et ne reçoit ordinairement que des engrais organiques; les variétés à nœuds écartés sont les meilleures. Les variétés rouges sont très sucrées; les variétés rayées donnent plus de produit à l'hectare; les variétés jaunes sont les plus tardives ⁽²⁾.

Lorsque la tige jaunit par le bas, la plante est mûre, elle a alors de neuf à quinze mois, en moyenne dix à douze; la récolte est de 60 à 80 tonnes à l'hectare. On la coupe en tronçons de 70 centimètres environ.

(1) L'alfa, plante algérienne, est une graminée recherchée pour les fibres de ses feuilles. Souvent on fait de la pâte à papier avec elles et on obtient par 100 kg de feuilles environ 60 kg de pâte et une matière saccharifère qui, neutralisée convenablement, peut fermenter et donner 14 litres d'alcool.

(2) Il y a un grand nombre de parasites de la canne à sucre, entre autres deux coléoptères: le *Sphenophorus obscurus* et le *Xyleborus forensis* et un lépidoptère: le *Chilo saccharalis*.

Il y a également des maladies cryptogamiques qui causent une grande baisse de sucre.

Cette opération, faite à la main, représente, pour 1 hectare de 80 000 kilogrammes, 90 journées d'ouvriers (environ 50 fr.).

On paie la canne, soit à la densité, soit à la tonne (environ 5 p. 100 du cours du sucre).

Composition de la canne à sucre :

Eau	7,2
Matières azotées (en azote)	0,307
Matières grasses (lécithine) (1)	»
Sucres	17,8
Cellulose	9
Cendres dont environ	$\left. \begin{array}{l} \frac{3}{3} \text{ SiO}_2 \text{} \\ \frac{1}{4} \text{ KOH} \\ \frac{1}{12} \text{ CaO} \\ \frac{1}{40} \text{ NaOH} \end{array} \right\} 0,4$

Le vesou, c'est-à-dire le jus exprimé, contient :

Eau	79,2
Matières azotées (en azote)	0,01 — 0,02
Gommes	traces
Cendres	traces

Les matières azotées dépendent du mode d'extraction, à cause de la coagulation.

Ainsi, dans l'extraction on a trouvé, pour un vesou :

Par moulin : 0,26 p. 100 de matières azotées solubles dont le 1/3 en albumine coagulable.

Par la diffusion à froid : 0,28 p. 100 de matières azotées solubles dont 1/4 en albumine coagulable.

Par la diffusion à chaud : 0,42 p. 100 de matières azotées solubles dont le 1/10 en albumine coagulable.

(1) Caractérisée ainsi : on élimine les albuminoïdes, on précipite par l'acide phosphotungstique, on lave bien, on décompose le précipité par la baryte et on identifie les acides gras et l'acide phosphorique.

Mélasses de canne à sucre. — La mélasse de canne à sucre a la composition suivante :

Eau	15	p. 100.
Sucres	38-50	»
Matières organiques	40-43	»
Sels. :	4-9	»

Voici une moyenne de mélasses de canne de diverses provenances.

Eau	26,6
Sucre	26,3
Réducteurs	28,1
Matières organiques	10,77
Matières azotées	2,2
Cendres	8,3

Parmi les sucres, on a trouvé saccharose, dextrose, lévulose, mannose, glucose et des réducteurs non fermentescibles ; il n'y a pas plus de 4 de ces derniers p. 100 du poids de la mélasse, car c'est le maximum du résidu non fermenté.

Shorey cite la répartition suivante pour les matières azotées :

Azote ammoniacal	0,011	p. 100 (dosage direct)
— albuminoïde	0,126	» (précipitation à l'oxyde de cuivre)
— peptonique ⁽¹⁾	0,05	» (— à l'ac. phospho-
— amidé	0,20	» tungtique et distillation du résidu
		avec SO^+H^2 ; on double l'azote ;
		erreur pour le glyocolle).
Divers	0,23	»

(1) Il y a de la guanine qui est précipitée par l'acide sulfurique qui accompagne le réactif. Le mieux est de mettre séparément les deux acides et de filtrer dans l'intervalle. Cette guanine réduisant la liqueur de Fehling peut compter comme sucre dans le dosage du sucre.

Au point de vue des cendres, voici deux analyses :

Potasse	48,8	41,57
Soude	6,14	6,8
Chaux	1,41	5,07
Magnésie	6,79	6,14
Oxyde de fer	0,4	0,35
Alumine	0,4	1,20
Acide sulfurique	5,05	11,07
Acide carbonique	10,55	10,51
Acide silicique	1,16	0,70
Acide phosphorique	0,25	0,4
Chlore	25,36	21,25
Oxygène à déduire pour chlore	5,72	4,96

Dosage du sucre dans la mélasse de canne. — Il est important de tenir compte du fait signalé par M. Pellet, à savoir que le sous-acétate précipite la lévulose et la glucose, surtout en présence des sels, mais plus la première que la seconde (2,5 à 3 fois plus).

De plus, la lévulose non précipitée est modifiée.

L'acétate a été proposé à la place du sous-acétate, mais il est moins énergique.

Pellet propose, pour la polarisation directe, la décoloration au chlorure de chaux.

Quant à l'inversion, comme elle n'atteint guère la dextrose et la lévulose, elle donne (par différence) la saccharose d'une manière assez exacte.

Au point de vue de la distillerie, il vaudra mieux employer la méthode par fermentation en l'appliquant comme pour les autres mélasses.

Agave. — Une autre plante utilisée pour sa tige sucrée est l'agave.

L'agave du Mexique, improprement appelée aloès (les tissus dits d'aloès en proviennent) est d'une famille voisine des liliacées, rappelant de grands narcisses; lorsque la tige centrale a 1 mètre de haut, on l'enlève et il

se produit dans le cœur des feuilles une exsudation sucrée, contenant de 12 à 15 p. 100 de saccharose.

Ce jus sert à faire un vin, la pulque, qui, distillée, donne un alcool neutre; tandis que le jus fermenté incomplètement en présence de feuilles et distillé donne une eau-de-vie, aromatique, le mescal.

Erable. — L'érable à sucre du Canada, arbre voisin de nos frênes et de notre marronnier d'Inde, a une sève riche en sucre, qu'on extrait par incision. On fait établir à 90 centimètres du sol, des trous de 25 millimètres de profondeur, espacés de 10 centimètres; la sève exsude le jour seulement. Chaque arbre peut en donner 100 kilogrammes, contenant de 35 à 44 kilogrammes de sucre.

Cette sève est travaillée surtout en sucrerie.

Dattier. — Deux arbres de la famille des palmiers, le dattier du Bengale (*Phenix sylvestris*) et le *Coccus nucifera* sont cultivés en terres d'alluvions neuves. Aux Indes, ils sont plantés à trois ans; à cinq ans, on attache les feuilles supérieures en bouquet et on coupe les feuilles du bas, d'ailleurs jaunies; à sept ans, on fait des incisions, d'où l'on tire une sève sucrée qui sert à faire le sucre dit « Soggary ».

La mélasse est rarement transformée en alcool, elle est bouillie jusqu'à devenir noire et poreuse, on la laisse sécher et on s'en sert comme de tabac.

Chiendent. — Le chiendent a des rhizomes (tiges souterraines), contenant 14 p. 100 de sucre; ils sont d'une récolte difficile.

Plantes contenant le sucre dans leurs fruits.

L'embranchement botanique des phanérogames com-

prend deux sous-branchements : celui des gymnospermes (ovule nu) et celui des angiospermes (ovule vêtu).

Genévrier. — Dans le groupe des gymnospermes, la distillerie puise les baies de genévrier, petit arbuste toujours vert (aiguilles sur trois plans, le sapin et l'if les ayant sur deux plans). Les fruits ne sont portés que par les arbustes femelles, ils sont réunis en un épi autour d'écaillés qui donnent à l'ensemble l'aspect d'une baie bleu noir.

La récolte des baies se fait à l'automne sur les arbustes sauvages. En voici une analyse :

Eau	12 p. 100
Sucre	} 33 »
Acétate et malate de chaux	
Gommes	5 »
Cellulose, etc	35 »
Carbure C ¹⁰ H ¹⁶	1 »
Résine	14 »

Les angiospermes sont subdivisés en deux classes : les monocotylédonées et les dicotylédonées.

La première classe comporte quelques plantes qui nous intéressent.

Dattier. — Le dattier, de la famille des palmiers, donne un fruit (drupe) à albumen corné; il pousse en Egypte, en Algérie, aux Indes.

Les fruits séchés sur l'arbre sont utilisés pour faire des sortes de vin que l'on distille quelquefois.

Voici une analyse de ces fruits :

	Pulpe 86 p. 100, noyaux	14 p. 100	
100 de pulpe contiennent	}	glucose	66 »
		amidon	1,3 »
		matières azotées	3 »
		matières grasses	1 »
		mucil. et gommes	4,2 »
		cellulose	4,9 »
		sels	1,9 »
	eau	17,5 »	

Analyse de M. Balland. — 12 dattes pèsent 100 grammes dont 15 gr. 6 de noyau.

	Chair.	Noyaux.
Eau	24,5 p. 100	12,7 p. 100
Matières azotées . . .	1,96 »	4,08 »
» grasses . . .	0,06 »	5,18 »
» extractives . . .	67,10 »	71,24 »
	(16,6 de sucre)	(3,7 de sucre)
Cellulose	5,06 p. 100	6,18 p. 100
Cendres	1,32 »	0,42 »

Ananas et bananier. — Dans cette classe des monocotylédonnées, nous trouvons encore l'ananas (Broméliacées) plante qui a la particularité que les fleurs forment un épi dont la tige se prolonge par un bouquet de feuilles ; les fruits sont des baies qui restent rassemblées sur l'épi et soudées à la tige et aux bractées des fleurs, le tout devenu charnu.

L'ananas sert au Congo à faire une eau-de-vie.

La banane est le fruit d'un arbre appartenant à une famille voisine à laquelle appartiennent également le gingembre, l'amome (fruit comestible) et le maranta arundinacea (arrow root) dont il sera parlé aux matières féculentes.

Les bananes, que l'on fait fermenter dans les colonies africaines du Portugal, sont des fruits mûrs ayant par exemple la composition :

Chair 60 p. 100 enveloppe 40 p. 100		} dont 34 d'eau et 0,60 de saccharose.	Chair.	Enveloppe.
			p. 100	p. 100
Eau	72,4		81	
Matières azotées . . .	1,44	»	1,28	»
» grasses . . .	0,09	»	0,68	»
Sucre	21,90 ⁽¹⁾	»	6,2	»
Autres matières extract.	2,03	»	6,48	»
Cellulose	1,22	»	2,42	»
Cendres	0,92	»	1,94	»

(1) dont les 2/3 d'inverti.

La banane non mûre est plus riche en amidon, on en fait une sorte de farine alimentaire.

La classe des dicotylédonées se divise en trois sous-classes :

- Les apétales :
- Les dialypétales ;
- Les gamopétales.

Les apétales comprennent les ordres des superovariées, et des inferovariées.

Le premier de ces ordres est seul représenté ici ; il nous offre (à côté du houblon) le mûrier et le figuier plantes monoïques (deux sexes séparés sur le même individu).

Mûrier. — Les mûres donnent par expression 70 à 75 p. 100 de jus.

Mures (dè Tunisie), analyses de Ræser.

	Noires.	Blanches.
Eau	58,53 p. 100	61,04 p. 100
Matières organiques	40,15 »	37,63 »
Cendres	1,32 »	1,32 »

Matières organiques.

Sucres réducteurs	24,63 p. 100	26,56 p. 100
Albuminoïdes coagulables par la chaleur	0,25 »	0,20 »
Albuminoïdes précipitées par l'alcool	0,95 »	0,52 »
Matières grasses	0,57 »	0,60 »
Cellulose	2,27 »	1,78 »
Acidité (acide malique)	0,32 »	0,22 »
Azote total	1 »	1,1 »

Dans la matière grasse il y aurait une huile volatile. On n'a pas trouvé de mannite ni de sucre conduisant à l'acide mucique.

Figuier. — Le figuier appartient au même groupe, la figue est un réceptacle garni de fruits à l'intérieur.

Voici deux analyses de figes :

	Figes vertes.	Figes violettes.
Poids de 6 figes.	195 gr	178 gr
Eau.	84,8 p. 100	78,8 p. 100
Matières azotées.	0,79 »	0,95 »
» grasses.	0,32 »	0,31 »
» extractives non sucrées.	3,85 »	1,23 »
Sucrc.	8,30 »	16,6 »
Cellulose	1,23 »	1,74 »
Cendres.	0,71 »	0,37 »

il y a de la mannite dans la figue.

Les figes sèches servent quelquefois à faire des vins que l'on distille.

Voici l'analyse d'une figue sèche :

Eau.	30-35 p. 100
Matières azotées.	4 »
Glucose.	40-48 »
Acidité	0,12 »
Cendres.	3 »

Nous avons déjà dit que les apétales inferovariées ne sont pas intéressantes, pour nous, à propos des fruits sucrés.

Les dialypétales se subdivisent également en superovariées et en inferovariées.

Le premier de ces ordres est représenté ici particulièrement par le caroubier, la famille des rosacés, celle des vitées.

Caroubier. — Arbre d'Espagne ou de Tunisie qui fleurit à l'automne et dont les fruits ne sont mûrs que l'automne suivant, il appartient à la famille des légumineuses, que nous retrouverons aux matières amylacées. La récolte se fait avec des gaules.

La graine a un albumen corné, mais le fruit contient une pulpe qui a servi autrefois en Egypte à faire du vin. On emploie le fruit lorsque les graines peuvent sortir sans que la pulpe soit visqueuse.

Analyse de caroubes.

Eau	16,7	p. 100	
Sucre cristallisé	24,64	»	
Glucose	8,85	»	
Autres hydrates de car- bone	31,29	»	
Matières azotées, etc	4,1	»	
Graines	14	» contenant	$\left\{ \begin{array}{l} 1,75 \text{ d'eau} \\ 3,65 \text{ d'amidon} \\ 0,7 \text{ d'extract.} \end{array} \right.$

On a découvert dans le caroube, un hydrate de carbone qui par hydrolyse, conduit à la mannose.

Fruits de la famille des rosacées. — Ce sont : la cerise, la pêche, le brugnion, l'abricot, la prune, la prunelle (tribu des prunes).

La fraise, la ronce, la framboise (tribu des fragariées).

Le coing, la nêfle, la poire, la pomme, la corne, la sorbe (tribu des pirées).

Cerise. — La cerise, matière première du kirsch et du marasquin de Dalmatie présente un grand nombre de variétés.

Dans les Vosges, on en compte 5 ou 6 à fruits rouges et 4 à fruits noirs, (ex. : tinette rouge, sorte de bigarreau; baisseuse noire à fruit retombant).

Ces variétés sont employées ordinairement en mélange.

Dans le Doubs, la variété la plus connue est la marchotte à fruits noirs, à queue violette élevée d'abord dans les vignes, puis repiquée sur les côteaux (400 à 700 mètres d'altitude).

Ces arbres à vingt-cinq ans donnent à peu près de 20 à 60 kilogrammes de fruits (0 fr. 25 à 0,40 le kilogramme).

Pour faire la cueillette on emploie soit des échelles doubles à pieds pointus et ferrés et maintenues en haut par des cordes attachées aux arbres, soit des échelles à perroquet fixées à des plates-formes.

Les cerises sont mises dans des paniers : il est bon de laisser les queues à l'arbre, et de faire deux ou trois cueilletes sur un même arbre pour avoir des fruits mûrs à point ; enfin on doit opérer par temps sec.

Deux hommes peuvent cueillir 100 kilogrammes.

Composition de la cerise douce (Boussingault) : 12,9 p. 100 de noyaux.

Dans la pulpe 17,4 p. 100 de sucre et réducteurs, mais un quart n'est pas fermentescible.

Cerises sauvages.

Composition moyenne.

Eau	84,69 p. 100
Sucre	10,24 »
Acides libres	0,91 »
Matières azotées	1,67 »
Divers	1,76 »
Cendres	0,73 »

Autres analyses (Balland).

Cerises sans noyaux.

	Cerises douces.	Cerises acides.
Poids de 30 cerises	175 gr	125 gr
Noyaux de 30 cerises	24,50 gr	13,5 gr
Eau	84,1 p. 100	85 p. 100
Matières azotées	1 »	1,26 »
» grasses	0,1 »	0,40 »
» sucrées	8,7 »	9,3 »
» extractives	5,42 »	2,67 »
Cellulose	0,49 »	1,11 »
Cendres	0,18 »	0,26 »
Acidité	0,24 »	0,81 »
Noyaux secs, matière azotée.	30 »	11 »
» » neutre.	12 »	26 »

Pêche. — La pêche sert à faire une eau-de-vie dans l'Amérique du Nord. Il y a des variétés de marasquin où la pêche est mêlée à la prune et à l'abricot.

Analyse : 2 pêches pesant 150 grammes dont 13 grammes de noyaux.

Chair sans peau.

Eau.	86,6 p. 100
Matières azotées	0,86 »
» grasses	0,48 »
» sucrées	6,7 »
» extractives	3,66 »
Cellulose	1,19 »
Cendres.	0,51 »
Acidité	0,81 »

L'amande dégage de l'acide cyanhydrique.

Abricot. — L'abricot est employé quelquefois à faire de l'alcool.

Poids de 4 abricots 173 grammes dont 12 gr., 4 de noyaux

Analyse de la chair sans noyaux.

Eau.	87,7 p. 100
Matières azotées.	0,43 »
» grasses.	0,12 »
Sucre.	8,1 »
Matières extractives	1,6 »
Cellulose	1,41 »
Cendres	0,64 »

Les graines contiennent 74 d'eau, 4,5 de matières azotées, 1 p. 100 de graisse.

Prune. — La cueillette se fait en secouant les arbres. Voici quelques résultats donnés par Boussingault.

Mirabelle. — 8 p. 100 de noyaux. Dans la pulpe :

Glucose.	8,55 p. 100
Saccharose	9,25 »
Acidité	0,3 »
Ammoniaque	0,0033 »

Questch. — Dans la pulpe :

Glucose.	7,6 p. 100
Sucre.	4,52 »
Acidité	0,7 »

LÉVY. — Les moûts et les vins.

15

Reines Claude.
Analyses de Balland.

MATIÈRES DOSÉES	REINE CLAUDE			
	Chair sans peau.	Peau grossière- ment exprimée	Chair sans noyau.	Amandes des noyaux.
Poids de 12 prunes.	270 gr	»	238 gr	
Noyaux	11,4 »	»	»	
Eau p. 100	78,3 o/o	75,5	86,7 o/o	45,5 o/o
Matières azotées . . .	0,42	1,5 o/o	0,48	7,5
» grasses	0,24	0,21	0,45	13
Sucre	10,9	21,24	6,8	
Matières extractives.	9,04		4,5	
Cellulose	0,62	1,37	0,75	
Cendres	0,48	0,49	0,53	
Acidité	0,38	»	0,63	

Pruneaux. — On sait que les prunes lavées, séchées au soleil, puis dans un four constituent les pruneaux qui servent à faire quelquefois de l'alcool.

Analyses de Balland.

	Pruneaux sans noyaux.	Amandes.
Poids de 12 pruneaux.	84 gr	
Noyaux	14 »	
Eau	19,8 p. 100	11 p. 100
Matières azotées . . .	2,37 »	21 »
» grasses	0,40 »	28 »
Sucre	46,3 »	» »
Matières extractives. .	25,14 »	21 »
Cellulose	4,13 »	6,3 »
Cendre	1,86 »	2,7 »

Les cendres contiennent du manganèse.

Fraise. — La récolte en est fort coûteuse. Voici des analyses de Balland :

	Petites fraises.	Grosses fraises.
Poids de 100 fraises.	86 gr	700 gr
Eau	85,6 p. 100	90,6 p. 100
Matières azotées	1,36 »	0,82 »
» grasses	0,99 »	0,38 »
Sucre	3,7 »	6,5 »
Matières extractives	5,15 »	0,8 »
Cellulose	2,56 »	0,60 »
Cendres	0,64 »	0,30 »
Acidité	0,24 »	»

Ronce et Framboise. — La ronce dont le fruit est « la mère sauvage » est quelquefois employée, mais moins souvent que la Framboise.

Voici une analyse de framboise par Balland :

Eau	84,5 p. 100	Matières extractives	4,96 »
Matières azotées.	1,07 »	Cellulose	2,33 »
» grasses.	1,12 »	Cendres	0,34 »
Sucre	5,7 »	Acidité	2,20 »

Coing. — Le coing est fort peu employé en distillerie, car sa teneur en tannin le rend peu propre à fermenter.

Analyse de Balland.

	Chair et peau.	Graines.
Poids de 1 fruit	190 gr	»
Poids de 100 graines	»	6,8 gr
Eau	71,7 p. 100	49,3 p. 100
Matières azotées	1,12 »	16,35 »
» grasses	0,69 »	6,13 »
Sucre	6,7 »	3,6 »
Matières extractives	0,53 »	17,67 »
Cellulose	18,39 »	4,97 »
Cendres	0,47 »	1,98 »

Néfle. — Le néflier est cultivé dans les parties septentrionales de l'Europe.

Analyse de Balland.

	Chair sans semences.	Chair sans semences.	
Poids de 6 nèfles	72 gr	Sucre 9,1 »	
Eau	74,1 p. 100	Matières extractives	2,37 »
Matières azotées.	0,35 »	Cellulose	13,2 »
» grasses	0,44 »	Cendres	0,44 »

La nêfle du Japon est utilisée dans les colonies portugaises, elle contient 15 p. 100 de sucre.

Corme et Sorbe. — Sur le cormier, je n'ai pu trouver de détails précis ; je dirai seulement qu'il sert quelquefois à faire une eau-de-vie.

Le sorbier des oiseaux est un arbre des régions froides (Savoie) ; les fruits sont cueillis un à un ou par grappes ⁽¹⁾ à l'aide d'une échelle ; ils contiennent environ 10 p. 100 de sucre et une forte dose d'acide ; les fruits écrasés donnent à peu près le tiers de leur poids, d'un jus riche en matières pectiques.

Poire. — La poire est très utilisée pour la confection du poiré que l'on distille parfois. Les fruits sont cueillis par secousse des arbres tous les quinze jours.

Voici quelques analyses de Balland.

MATIÈRES DOSÉES	POIRE I			POIRE II conservée 6 mois.	
	Chair sans peau.	Peau.	Graines.	Chair.	Peau.
Poids	95 gr	»	»	72 gr	»
Poids de 100 grains .	»	»	3,65 gr	»	»
Eau p. 100	88,5	72,5	45,3	70,08	81,8
Matières azotées . .	0,24	0,17	17,01	1,34	0,45
» grasses	0,04	1,32	16,04	0,75	0,11
» extractives . . .	9,93 ⁽¹⁾	18,28	13,96	26,79	17,36
Cellulose	1,12	7,45	6,24		
Cendres	0,17 ⁽²⁾	0,28	1,45	0,32	0,28
Acidité	0,12	»	»	»	»

(1) Dont 6,2 de sucre. (2) Manganèse dans les cendres.

Pomme. — La pomme est utilisée pour le cidre et l'alcool qui en dérive. Les fruits sont cueillis par secousse des arbres tous les quinze jours.

(1) Ce deuxième mode ne permet que des récoltes bisannuelles.

Voici quelques analyses de Balland :

MATIÈRES DOSÉES	POMME I		POMME II conservée 7 mois.
	Chair sans peau.	Peau.	Chair sans peau.
Poids	125 gr	»	»
Eau p. 100.	82,6	73,8	82
Matières azotées	1,44	4,34	0,29
» grasses	0,06	2,36	0,08
Sucre	8,9	17,89	10,2
Matières extractives.	5,2		5,8
Cellulose	1,21	0,93	1,33
Cendres	0,28	0,68	0,29
Acidité	0,82		

Les pommes à cidre se distinguent en :

1° Variétés douces, pour cidre bon goût, non conservable; variétés douces amères, pour cidre bon goût, conservable; variétés acides pour cidre mauvais goût.

2° Variétés récoltées en fin août-septembre, en octobre, en novembre-décembre, ces dernières sont les meilleures; il faut laisser mûrir les fruits sous des hangars.

Les pommes vertes n'ont pas la même composition que les pommes mûres. Voici par exemple une expérience de Lindet :

MATIÈRES DOSÉES	24 JUILLET	7 SEPTEMBRE	18 OCTOBRE
Amidon.	4,8 p. 100	5,8 p. 100	(¹)2,1 p. 100
Saccharose	1,1	2,3	3,7
Sucre inverti	6,4	8,3	8,6
Cellulose ou gomme	4,4	7,8	2,6
Matières azotées.	»	0,3	0,4
Cendres	0,4	0,3	0,4
Acidité	0,5	0,4	0,2

(¹) Les feuilles tendent à disparaître.

A maturité complète et le 3 novembre.

Amidon.	0	0,8
Saccharose	10	2,9
Sucre inverti		9,4
Cellulose ou gomme	5	2,6
Matières azotées.	0,5	0,3
Cendres	0,2	0,2
Acidité en acide malique.	0,5	0,2

A partir du 3 novembre, dans le fruit cueilli, la cellulose, les matières azotées, les cendres restent stationnaires, l'amidon diminue, le sucre également, mais l'inverti augmente.

Il semble que la saccharose se forme de l'amidon, et l'inverti de la saccharose.

1160 kilogrammes de pommes donnent environ 1 000 kilogrammes de jus où l'on trouve :

Eau	830 kilog.
Sucre	143
Tanin	5
Albumine.	5
Mucilage	12
Acides libres	1,07
Sels	1,75
Divers	2,18

Les dialypétales superovariés comprennent encore le jujubier dont le fruit sec très sucré est utilisé comme ou avec les dattes. Cet arbuste est d'une famille voisine de celle des vitées à laquelle appartient la vigne.

Raisin. — La grappe de raisin comporte :

1° La râfle qui par macération donne un liquide contenant du tanin, une résine, de l'acide tartrique et du bitartrate de potasse.

2° La pellicule des grains qui contient de l'eau, de l'alcool, de l'acide tartrique, des matières colorantes et du tanin.

3° Les pépins contiennent du tanin, une résine et une

huile qui en s'oxydant donne des acides dont les éthers constituent le bouquet (ac. œnanthylrique, etc.).

4° Le jus, liquide trouble, incolore, coagulable par la chaleur et qui filtré est réducteur, contient de l'acide carbonique et du bitartrate de potasse.

La répartition de ces quatre sortes d'éléments de la grappe est d'ailleurs très variable

On peut dire qu'il y a

2-4	p. 100	de râfle
6-11	»	de peau
2-7	»	de pulpe
85-90	»	de jus.

Dans le jus il y a de

60-75	p. 100	d'eau
10-30	»	de sucre (14 dans l'aramon ou 20 en moyenne)
0,4	»	d'acidité
2-3	»	de sels
0,2	»	de matières azotées.

Raisin sec. — En France et en Espagne le séchage du raisin se fait ainsi :

Lorsque le fruit approche de la maturité, on tord les grappes et *l'on effeuille en partie les ceps.*

Cela fait, on cueille et on enlève les grains gâtés.

On laisse les grappes au soleil pendant le jour; le lendemain on prépare une lessive bouillante, faite avec de la cendre de sarments et à laquelle on ajoute quelques poignées de lavande. On essaie la lessive en plongeant une grappe dont les grains doivent se fendiller légèrement, alors on laisse déposer la lessive, puis on la réchauffe et on y plonge les grappes.

On les expose sur une claie pendant le jour et on les rentre le soir et cela pendant trois ou quatre jours.

Les raisins de Corinthe se fabriquent autrement.

On les cueille quelques jours après leur maturité et on

les fait sécher sur une claie; lorsque la râfle tend à se détacher, on la frappe avec une baguette; on recueille les grains et on les crible.

Analyse de raisins secs.

	Corinthe	Chypre
Eau	30-35	35-38
Glucose.	54-55	50-55
Acidité.	0,6	0,28

Les dialypétales inferovariées nous offrent :

Figue de Barbarie. — La figue de Barbarie (Cactus *Quintia*). Fruit à albumen qui charnu, contient, d'après Balland, 10 p. 100 d'inverti et pas d'amidon (mais la composition varie avec la maturité); il fournit 62 p. 100 de jus sur les 84 p. 100 d'eau totale.

Groseille. — Le groseiller est d'une famille de ce groupe.

Voici quelques analyses de Balland :

MATIÈRES DOSÉES	GROSEILLES A MAQUEREAU			GROSEILLES blanches	
	Chair sans peau ni graines	Peau essorée à la main	Graines	Chair et peau	Graines
Poids de 100 groseilles.	800 gr	»	»	48	»
Poids de 100 graines. .	»	»	»	»	»
Eau (p. 100)	92	87,3	61,1	87,4	51,7
Matières azotées . . .	0,31	0,73	6,44	0,88	10,54
Matières grasses . . .	0,65	0,61	11,01	0,53	13,96
Sucre	4,9	»	»	6,8	»
Matières extractives .	0,56	9,07	18,09	1,25	20,86
Cellulose.	1,43	2,08	2,08	2,71	2,16
Cendres	0,15	0,21	1,28	0,63	0,82
Acidité.	0,96 ⁽¹⁾	»	»	1,25	»

(¹) Surtout acidité citrique.

Grenade. — La grenade est d'une famille du même groupe.

Une grenade du poids de 98 grammes dépourvue de grains a donné à l'analyse.

Eau	84,2	p. 100
Matières azotées.	0,59	»
Matières grasses.	0,15	»
Sucre.	10	»
Matières extractives	1,86	»
Cellulose	2,91	»
Cendres	0,29	»

Fruit du Cornouillier. — Le cornouiller, dont le fruit est une drupe rouge assez sucrée, est quelquefois utilisée pour faire de l'alcool.

Arrivons au groupe des fruits sucrés de la classe des gamopétales.

Il y a encore à considérer deux ordres : les superovariées et les inferovariées.

Airelle. — Dans le premier nous rencontrons, l'Airelle ou Myrtille, voisin des bruyères, dont le fruit est une baie bleuâtre contenant d'après Boussingault

6,31	p. 100 de sucre réducteur
0,4	» de saccharose
	Et beaucoup d'acide malique.

L'arbustus unedo ou arbousier est très voisin de l'airelle, son fruit rouge est travaillé en Portugal.

Cucurbitacées. — Dans les gamopétales inferovariées se rangent la famille des cucurbitacées.

Le melon ne peut être employé en grand, vu son prix, il contient environ 15 p. 100 de sucre.

Le potiron qui peut donner des rendements de 100 tonnes à l'hectare contient à la fois du sucre et de l'amidon.

Le pastèque est aussi utilisé.

Au Pérou on emploie une sorte de Courge (Sapagos) qui donne de 7 à 8 litres d'alcool par 100 kgr.

Sureau. — Enfin nous avons à citer le sureau dont le fruit contient à côté d'acide malique, 7 p. 100 de matières alcoolisables.

Analyse. — L'analyse de tous ces fruits se fait par expression et par les méthodes qui servent soit aux mélasses soit au jus de betteraves en ce qui concerne les sucres et les acides.

Matières premières sucrées d'origine animale.

Il y en a deux : le lait et le miel.

Du lait. — Liquide blanc, d'odeur *sui generis*, de densité 1,02-1,034.

Celui des carnivores est acide, celui des herbivores alcalin.

La réaction acide est due au phosphate acide de chaux et à l'acide carbonique. Abandonné à lui-même, le lait forme 4 couches : 1° au fond une couche mate de phosphate ; 2° une couche de globules en suspension qui contient de la caséine ; 3° une couche jaunâtre qui contient la lactose et encore de la caséine coagulable aux acides ; 4° le beurre en globules émulsionnés.

Abandonné à lui-même, le lait s'infecte de ferments lactiques, devient acide et se caille. L'addition d'acide ou de chlorure de sodium précipite le lait.

Balcock a remarqué qu'en présence d'antiseptiques, le lait se caille cependant après quelques semaines, tandis que le lait écrémé se conserve ; cet effet est dû à une diastase incorporée à la crème, enzyme qui préfère les milieux alcalins.

Enfin la présence des estomacs d'herbivores caille également le lait.

Le sérum ou petit lait, qui subsiste après l'addition de chlorure de sodium, est filtré pour être débarrassé du beurre et de la caséine, on constate que l'acidité a rétrogradé comme si la caséine jouait un rôle dans cette acidité. De plus, du sérum salé et neutralisé, par addition d'eau, devient alcalin comme si un des acides du lait était décomposable par l'eau.

• L'acidité du lait croissant, son titre hydrotimétrique baisse, tandis que l'acidité du sérum décroissant, son titre hydrotimétrique monte. Conclusion : Dans le sérum s'acidulant, de la chaux entre en solution, tandis que dans le lait où ce phénomène doit encore se produire, il est masqué par les produits de décomposition de la caséine.

De plus, par agitation, l'acidité du lait acide diminue par suite du dégagement de CO^2 et de la formation d'ammoniaque, sans doute par décomposition d'un des acides.

L'analyse du lait comporte la prise de la densité, l'extrait sur 10 centimètres cubes (7 heures à 15°), les cendres sur 10 centimètres cubes.

Le dosage du beurre dans le lait se fait en isolant le beurre par une addition de SO^4H^2 concentré, on décante, on centrifuge ou bien au contraire on dissout dans un volume égal au cinquième de celui du beurre, d'un mélange d'alcool amylique et de pétrole (chauffer 15 minutes à 70°).

On peut aussi traiter le lait par une ébullition de 15 minutes, avec $\text{KOH} + \text{AzH}^3 + \text{alcool} + \text{alcool amylique}$.

Le dosage de la caséine se fait en additionnant 10 centimètres cubes de lait avec 20 centimètres cubes de solution $\frac{\text{N}}{10}$ de nitrate d'argent, on dose l'argent en masse ⁽¹⁾.

(1) Méthode courante : 20 centimètres cubes de lait sont portés à 100 centimètres cubes avec de l'eau, puis on ajoute goutte à goutte de l'acide acétique ; on pèse le dépôt (p) sur filtre taré, on dissout le beurre à l'éther ; p' étant le poids de ce beurre, $p - p'$ est la caséine.

La chaux se dose par hydrotimétrie sur 2 centimètres cubes.

La lactose se dose par le fehling sur le petit lait ou sur le lait coagulé.

En distillerie on emploie du lait de vache (Képhir) et du lait de jument (Koumyss).

Analyses de laits.

	Vache		Jument	
		p. 100		p. 100
Eau	87	»	90,4	»
Mat. albuminoïdes	4	»	3,53	»
Mat. grasses.	2,5	»	2,43	»
Lactose	4,5	»	3,27	»
Sels.	2	»	0,52	»

Du miel. — On sait que dans une ruche d'abeilles se trouve une reine, 600 à 800 mâles et environ 30 000 ouvrières ; parmi celles-ci, les unes sont occupées à construire la ruche, avec la cire sécrétée par des glandes de l'abdomen, d'autres soignent le couvain, et enfin une troisième catégorie pourvoient la colonie en nourriture. Ces dernières ayant pompé le liquide du nectaire des fleurs, l'ayant inverti et transformé dans leur estomac, le dégorge dans la ruche : c'est le miel.

Les agriculteurs prennent le miel, de juillet à octobre, en enlevant des tranches de cire.

Le miel ou les eaux de lavage des ruches peuvent servir à faire de l'hydromel et un alcool dérivé.

Analyses de miel.

	I	II
Eau	17,05	19,01
Glucose	43,35	33,00
Lévulose	34,5	41
Saccharose.	0,7	0,53
Non Sucre	4,4	6,44

Matières premières amylicées.

Elles sont toutes végétales.

On les divisera encore en :

Plantes utilisées pour les racines ;

Plantes utilisées pour les tiges ;

Plantes utilisées pour les fruits.

Plantes utilisées pour les racines.

Patate. — Cette plante, qui a l'aspect d'un liseron à feuilles de vigne, ne donne jamais de graines, est originaire des pays chauds (Espagne, Açores, Afrique occidentale), elle donne un tubercule plus grand que celui de la pomme de terre (deux récoltes par an de 15 000 kilogrammes environ).

En voici une analyse.

	I. Patate	II. Igname
Eau	65,13 p. 100	77,6
Cendres	0,88 »	0,96
Matières azotées	1,00 »	2,10
Matières grasses	0,28 »	0,23
Amidon	25,17 »	15,60
Sucre	3,06 »	»
Cellulose	1,43 »	1,10
Non dose	3,05 »	2,41

Igname. — Plante d'une famille voisine des liliacées, originaire de Chine, cultivée même en France comme plante comestible.

Elle a un tubercule très ligneux.

Le tableau précédent contient une analyse de cette plante (II).

Salap. — Est une orchidée de Perse, dont le bulbe émondé est desséché et employé comme émollient.

Il est très riche en gommés et en amidon.

Arrow-root. Manioc. — Quelques matières vendues à l'état d'amidon ou de farine, dans un but alimentaire, peuvent devenir des matières premières de distillerie, lorsque leur cours se trouve fortement abaissé par des détériorations (coup de mer, etc.).

En tête, je placerai l'arrow-root, fécule très blanche et très fine, tirée d'une sorte de canna, et très employée en Angleterre.

Viennent ensuite les maniocs, sortes d'euphorbes, qui sont de deux espèces, l'une est directement alimentaire; l'autre contient de l'acide cyanhydrique et doit être séchée lentement.

Les racines de ces plantes contiennent jusqu'à 60 p. 100 d'amidon, mais cela est très variable, on cite des échantillons à 30 p. 100.

La fécule extraite de ces racines, réduite en farine, lavée, séchée à l'air est la moussache; la fécule granulée et séchée sur plaques chaudes est le tapioca.

Ces matières contiennent 12 p. 100 d'eau et 75 d'amidon.

Plantes féculentes utilisées pour la tige.

Pomme de terre. — La plus importante est la pomme de terre, dont le tubercule est d'origine axiale ⁽¹⁾.

La pomme de terre, originaire du Chili et du Mexique, a été importée en Irlande par un marchand d'esclaves, John Hawkins, qui en avait fait un chargement à Santa-Fé (milieu du xvi^e siècle). En 1584 elle a été réimportée en Irlande par Walter Raleigh qui l'avait chargée en Virginie; en 1585, Franz Drake l'importa en Angleterre.

Dès cette époque, elle est cultivée en Angleterre, puis

(1) Cela la rapproche du topinambour et l'éloigne de l'asphodèle.

en Hollande et en France comme plante rare servie par exemple en 1616 à Louis XIII.

En 1625, elle passe en Allemagne, où la famine causée par la guerre de Trente ans (1618-1648) fait, qu'après la paix (traité de Westphalie), elle prend beaucoup d'extension.

De là, elle est passée en Suède, en Danemark, en Finlande et en Suisse.

En France, elle s'est vulgarisée, grâce à Duhamel du Monceau et à Parmentier, et surtout grâce à la période de disette presque continue qui s'est produite de 1770 à 1816.

L'emploi en distillerie ne date que de ce siècle.

Les tubercules de pommes de terre ont une densité de 1,08 à 1,15. En général, plus il y a d'amidon, plus la densité est forte.

On peut considérer ces tubercules comme formés de grosses cellules contenant l'amidon, et de vaisseaux aboutissant aux yeux.

La culture a fait varier beaucoup la composition et la nature des tubercules; le tubercule sauvage était tout petit.

Les variétés de distillerie sont surtout classées d'après leur teneur en fécule.

Mærker en a cité une cultivée à Salmünde ayant 29,4 p. 100 d'amidon, c'est une *exception*; les meilleures variétés étaient autrefois :

Le Chardon	(14,8 p. 100)	donnant à l'hectare	17,350 kg
Institut de Beauvais.	(15,6 »)	—	27,750 —

Actuellement on s'adresse à des variétés plus perfectionnées. Par exemple, la Richter's Imperator (18,3 p. 100) donnant jusqu'à 40 000 kilogrammes à l'hectare. Ce n'est pas dans le plan de cet ouvrage de décrire les variétés de pommes de terre. Elles sont d'ailleurs éphémères en ce sens qu'il y a progrès chaque jour.

Pour montrer les résultats qu'on peut obtenir, je citerai le tableau suivant :

ANNÉES	MAXIMUM DU POIDS atteint par	MAXIMUM DU TITRE atteint par	MAXIMUM du rendement en amidon atteint par
1895.	Zwickauer frühe 35 000 kilog	Ruprecht Raufern 25	Prof. Märker 6 342 kilog
1896.	Silesia 32 000 kilog	Piast 22,2	Silesia 6 245 kilog
1897.	Marius 35 000 kilog	Richter 16,90 24,4	Marius 7 155 kilog
1898.	Imperator 27 000 kilog	Boncza 27,4	Prof. Woltmann 6 397 kilog
1899.	Siegfried 34 000 kilog	Richter 84,90 23,7	Boncza 6 694 kilog
1900.	Richter 40,395 36 800 kilog	(Kasztelan et Furst Bismark 23,5	Richter 40 395 8 185 kilog

Au point de vue de la sélection que le distillateur agricole peut être amené à conduire lui-même, donnons les règles suivantes énoncées par Aimé Girard.

1° Choisir les espèces les plus riches, rebelles aux maladies, convenant aux terrains.

2° Choisir les plants porte-tubercules parmi ceux à beau feuillage, donnant un gros rendement en poids et en nombre.

3° Choisir parmi les tubercules recueillis ceux de poids moyens (70 à 80 grammes).

Aimé Girard a suivi le développement des tubercules.

Jusqu'au 15 août, le développement des feuilles et des tubercules sont parallèles ; du 15 août au 15 septembre, les feuilles sont stationnaires et les tubercules grandissent. Enfin, à partir du 15 septembre, les feuilles baissent, les tubercules continuent à croître.

Donc, si pendant la première période, le temps est

froid et pluvieux, on doit avoir des tubercules tardifs, petits et pauvres ; si pendant les autres périodes il pleut, les tubercules seront gros, aqueux et pauvres.

Les engrais azotés, déposés immédiatement sur la culture, diminuent l'amidon ; il en est de même du chlorure de potassium.

La composition des pommes de terre dépend naturellement de la variété, de l'individu, de l'âge (les jeunes tubercules ont plus d'eau, plus d'albuminoïdes, moins de fécule, que les vieux), de l'épaisseur de la peau (les peaux fines sont plus riches en amidon, mais pourrissent facilement).

Voici par exemple l'analyse d'une pomme de terre.

Analyse d'une pomme de terre.

MATIÈRES DOSÉES	SUBST. FRAICHE	SUBST. SÈCHE
Eau	76,4	»
Amidon	16,48	69,85
Dextrine et saccharose	0,64	2,73
Cellulose	1,02	4,34
Graisses	0,24	1,04
Protéines et mat. amidées	1,06	4,51
Solanine	0,032	0,15
Divers (acides organiques, etc)	2,81	11,81
Cendres	1,03	4,37

Analyses d'après Mærker.

	Minimum	Maximum
Eau	68,29	82,86
Mat. transformables en sucre	18,75	21,24
Matières grasses	0,03	0,31
Ligneux	0,28	1,37
Matières azotées	18,75	21,24
Cendres	0,53	1,45

L'amidon tend à augmenter lorsque l'azote diminue, à la maturité.

L'amidon tend à diminuer pour les raisons contraires,

par exemple par l'action des engrais potassés ou azotés.

Dans les matières transformables en sucre, il y a certainement des sucres et probablement de la saccharose, car la pomme de terre fermente directement par la levure.

Au point de vue des matières azotées; 50 à 60 p. 100 sont des matières albuminoïdes dont l'une est une globuline, la tubérine, soluble dans les alcalis dilués et le chlorure de sodium (coagulable à 80 degrés).

Le reste des matières azotées comporte de l'asparagine, du glycocole, de la leucine, de la tyrosine, de l'hypoxanthine et de la solanine.

Celle-ci est d'ailleurs plus abondante dans les pommes de terre germées que dans les autres, elle paraît s'accumuler surtout dans la pelure

Les acides organiques donnent au jus une acidité de 1,5 gr. à 2,5 gr. par litre (en SO^4H^2) ; mais à la cuisson, elle baisse de moitié. Ces acides sont surtout les acides oxalique et citrique.

Il y a des matières pectiques et des pentosanes.

Des sels, environ les trois quarts ou les quatre cinquièmes sont solubles. Leur dose ne paraît pas influencer la teneur en amidon.

La composition des pommes de terre varie :

1° Pendant la conservation : il y a une perte d'eau de 6 p. 100 jusqu'à fin mars et de 4 p. 100 jusqu'à fin mai. L'amidon est détruit par respiration, mais moins vite, de sorte que le titre *augmente*.

2° Par germination ; des germes de 10 cm. représentent une perte de 10 p. 100 ; les pommes de terre plantées finissent par ne plus contenir d'amidon.

3° Par la gelée : une gelée prolongée, même peu intense, donne lieu à la présence de sucre ; l'action diastatique n'étant pas combattue par la respiration.

Les pommes de terre gelées sont utilisables en distillerie.

4° Par les maladies : le peronospora pousse son mycélium dans les feuilles et les tubercules ; les tubercules atteints pourrissent sous l'influence de l'amylobacter. Chimiquement parlant, on trouve un peu plus d'eau ; les cellules sont épaissies, plus difficiles à cuire et à saccharifier.

Analyse des pommes de terre. — PRISE D'ESSAI. — Prendre un échantillon de 5 kilogrammes ou même de 10 kilogrammes, récolté en différents points des tas, le bien laver, l'essuyer légèrement.

DOSAGE PAR L'HUMIDITÉ. — Une méthode approximative consiste à doser l'eau E et à admettre 6 ou plutôt 5,75 p. 100 de matières étrangères à l'amidon.

On suppose qu'il y a dans 100 de pommes de terre, 100 — E — 6 ou 100 — E — 5,75 d'amidon.

DOSAGE PAR LA DENSITÉ. — Opérer avec de l'eau à 15° environ.

I. CARAFE DUPONT. — C'est une carafe (fig. 8) en deux morceaux. Sur le plateau d'une balance, mettre la carafe

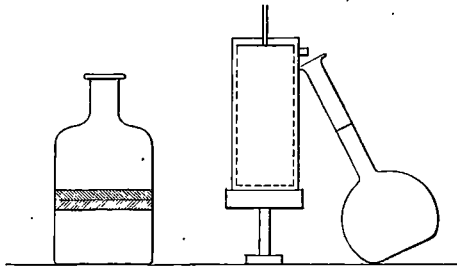


Fig. 8. — Carafe Dupont.

pleine d'eau jusqu'au trait et à côté les pommes de terre. Sur l'autre plateau mettre la tare T. Si on appelle les poids respectifs de la carafe, de l'eau et des pommes de terre C, E, P ; on a $T = C + E + P$.

Enlever les pommes de terre et les remplacer par des poids ϖ ; on a $T = C + E + \varpi$; d'où $P = \varpi$.

Mettre les pommes de terre dans la carafe, après l'avoir vidée, ajouter de l'eau et la faire affleurer au trait, rétablir l'équilibre par des poids ϖ' , on a, si V est le volume $T = C + (E - V) + \varpi + \varpi'$, d'où $V = \varpi'$. Donc $D = \frac{\varpi}{\varpi'}$.

II. FÉCULOMÈTRE GIRARD ET FLEURENT. — Se compose : 1° d'un seau à trop-plein; 2° d'un vase gradué où l'on recueille l'eau qui coule de ce trop-plein; et 3° d'un panier où l'on place les pommes de terre. On l'utilise ainsi :

1° Mettre le panier dans le seau, remplir d'eau et faire affleurer au trop-plein; 2° laver et peser un poids P de pommes de terre; 3° soulever le panier, y mettre les pommes de terre et le redescendre dans le seau; 4° recueillir l'eau déplacée par le volume de pommes de terre dans la carafe jaugée, soit V .

$$\text{On a } D = \frac{P}{V}.$$

M. Truchon a eu l'idée d'employer un appareil du même genre où $P = 1$ kilogramme et où la carafe porte non pas V mais D .

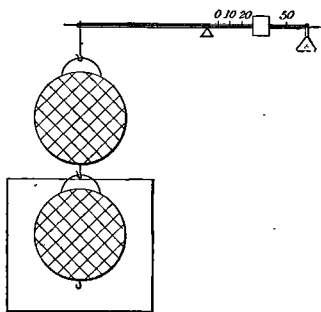


Fig. 9. — Balance hydrostatique pour densité de pommes de terre.

III. MÉTHODE DE LA BALANCE HYDROSTATIQUE. — Cette balance (fig. 9) est disposée pour peser un poids de pommes de terre, soit dans l'air, soit dans l'eau.

Elle comporte 1 plateau, 1 fléau, 2 paniers en fil de fer suspendus l'un au-dessus de l'autre, mais interchangeables.

Au début le panier supérieur est rempli de pommes de

terre ; et le panier inférieur plonge dans un baquet *assez plein d'eau* pour déborder. On pèse ainsi les pommes de terre dans l'air, en tenant compte du poids des paniers. Cela fait, on permute les paniers, on a ainsi exactement la perte de poids des pommes de terre dans l'eau, car les deux paniers étant identiques l'effet du panier qui contient les pommes de terre est compensé par l'effet de l'autre panier pendant la pesée des pommes de terre dans l'air.

Pour que la méthode soit suffisamment précise, il faut que les deux paniers identiques, plongent identiquement dans les deux opérations ; pour ce faire, il est nécessaire, qu'ils soient toujours plongés de la même quantité et que le baquet soit toujours exactement plein. Sans cela, on ne pourrait pas inverser sans précautions les deux opérations, puisque la deuxième ne ramènerait pas forcément le niveau au niveau de la première.

Toutes ces méthodes exigent une table de corrélations des richesses et des densités. On peut commettre une erreur de 1 p. 100. De plus, ces tables ont été faites pour des pommes de terre moins riches que les pommes de terre actuelles.

De toutes ces méthodes, c'est la dernière qui est la plus précise, car on opère sur plusieurs kilogrammes de pommes de terre. La plus grande cause d'erreur de la méthode est la présence de pommes de terre creuses qui diminuent la densité.

Dosage chimique. — MÉTHODE PRÉCISE. — Pour le dosage de l'amidon, on peut employer l'une des méthodes indiquées pour l'amidon pur. Il faut avoir soin pour pouvoir pulvériser la matière, de faire des tranches, que l'on sèche, que l'on broye et qu'on laisse à l'air se réimbiber d'eau. On opère sur 15 à 20 grammes de pommes de terre.

MÉTHODE PLUS RAPIDE. — Dans l'industrie courante, on

peut avoir recours à la méthode suivante un peu grossière. Dans un ballon à tube condenseur, on place 200 grammes de pommes de terre avec 600 centimètres cubes d'eau, 10 centimètres cubes de HCl. On chauffe 10 heures à l'ébullition, on laisse refroidir et on amène le volume à 1 litre, le liquide est alors placé dans un ballon muni d'un tube en S contenant du mercure et qu'on agite. On neutralise à la soude de manière à laisser une acidité de 1 gramme par litre, on ajoute de la levure pressée, on porte à l'étuve à 25°. Quand la fermentation est terminée, on procède à la distillation, on recueille par exemple 400 centimètres cubes; si l'alcoomètre marque n il y a $4n$ d'alcool pour les 200 grammes de pommes de terre c'est-à-dire $2n$ p. 100.

On admet que 100 d'amidon donnent 63 d'alcool, donc $2n$ d'alcool représentent $\frac{100}{63} \times 2n$ d'amidon, ou 3,17 n p. 100.

Résidus de féculerie. — A la pomme de terre; matière première, il faut rattacher les résidus de féculerie.

La fécule est obtenue par rapage et lavage de pommes de terre, elle laisse des eaux qui tiennent en suspension de la pulpe. Celle-ci déposée contient 12 p. 100 de matière sèche dont 7 p. 100 de fécule. Il est vrai que souvent on sèche cette drèche pour en faire une sorte de farine destinée au bétail et qu'avec les bas cours de l'alcool il n'est guère possible de l'employer en distillerie.

Sagou. — Le sagou est la moelle féculente de certains palmiers qui en donnent 250 à 300 litres d'une valeur nutritive comparable à celle d'un hectolitre de pommes de terre. Cette moelle est râpée et on en extrait la fécule par lavage; on sèche et on granule.

Ce n'est que comme matière avariée qu'elle peut parvenir jusqu'aux distilleries.

Elle contient 10 p. 100 d'eau, 82 p. 100 d'amidon ou d'extractif, 0,81 d'azotés, 7 p. 100 de cellulose et 0,2 de cendres.

Matières premières à fruits féculents.

Légumes. — La famille des légumineuses fournit à la distillerie quelques matières premières de peu d'importance; ce sont les pois, haricots, lentilles, fèves, etc., matières très riches en amidon, mais en général trop coûteuses.

Analyses de légumes secs.

MATIÈRES DOSÉES	POIS	HARICOT	LENTILLE	FÈVE	LUPIN JAUNE	LUPIN BLANC
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Eau	9,7	9,9	11,5	15	10,80	15,84
Mat. azotées. . . .	25,4	25,5	25,2	24,4	36,76	28,78
» grasses	2,0	2,8	2,6	2,5	2,75	7,03
» saccharifiables	58,5	55,7	56	51,5	28,87	33,40
Cellulose.	1,9	2,9	2,4	3	16,50	11,98
Cendres.	2,5	3,2	2,3	3,6	3,9	29,

Comme particularité, il faut signaler l'inosite dans le haricot et la lécithine dans tous ces grains. Par exemple, on en trouve dans les

Lentilles	1,2 p. 100
Pois secs.	1,23 »

Dans ces derniers temps, on a eu l'idée d'utiliser les cosses de pois et de haricots. Il semble qu'il y ait dans ces matières 4 à 5 p. 100 de matières sucrées solubles.

Banane. — La banane non mûre qui sert à faire une farine et du pain peut être regardée comme une matière première féculente :

La farine de banane contient 15 p. 100 d'eau et 66 p. 100 d'amidon.

Divers. — Les marrons d'Inde, les châtaignes, les glands sont quelquefois traités pour faire de l'alcool; malheureusement la présence d'une très grande proportion de tannin est gênante.

Voici un exemple de leur composition :

MATIÈRES DOSÉES	CHATAIGNES entières	CHATAIGNES décortiquées	MARRONS entiers	MARRONS décortiqués
Eau	39,3 p.100	7,34 p.100	49 p.100	49 p.100
Matières azotées	3,8	10,76	3,1	6,3
Matières grasses	2-5	2-9	2-5	1-5
Matières extractives non azotées	43,7 ⁽¹⁾	73	43,2	39,6
Cellulose	8,6	3	0,8	2
Cendres	2,1	3	1,8	1,6

(¹) Dont en amidon 25, sucre 12, glucose 6,7

Le gland contient 20 p. 100 d'amidon.

Sarrasin. — Une plante plus importante que les précédentes est le sarrasin qui est assez souvent employé dans les fabriques de levures.

En voici plusieurs analyses.

MATIÈRES DOSÉES	NON décortiqué (Kœnig).	DÉCORTIQUÉ		FARINE	
		Kœnig.	Bous-singault		
Eau	11,93	12,63	13,03	14,27	
Matières azotées	10,30	10,19	13,10	9,28	
» grasses	2,81	1,28	3,90	1,89	
» non azotées	55,81	72,15	{ 63,81 amide }	64	72,46
Cellulose	16,43	1,51	3,50	0,80	
Cendres	2,72 ^a	2,24	2,50	1,21	

Dans beaucoup de variétés il n'y a que 47 p. 100 d'amidon.

Le son contient encore 7 p. 100 d'amidon.

Les plantes les plus importantes par leurs fruits féculents sont les céréales.

Pour une étude détaillée de la question, je renvoie à mon livre « la pratique du maltage ».

Ici je me bornerai à donner quelques renseignements indispensables.

Orge. — La plus grande partie de l'orge introduite en distillerie passe à l'état de malt. Les principales variétés employées sont :

1° Orge carrée d'hiver ou escourgeon ; plus pauvre en amidon et plus riche en azote que l'orge chevalier préférée à cause de cela pour le maltage de brasserie.

2° Orge à six rangs de printemps, peu recherchée pour le maltage. Car elle est mal récoltée et souvent mouillée sur le champ (Roumanie, Russie, Nord de la France).

Les orges d'Afrique sont à six rangs.

3° Orge à deux rangs (Chevalier, Hongrie, Moravie, Champagne).

4° Variétés nues à 2 ou 6 rangs (orge trifurquée par exemple), ne sont pas recherchées pour le maltage, car elles se gorgent d'eau à la trempe. Comme elles sont très riches en amidon, elles sont très propres à la distillerie comme grains à cuire.

Les variétés ordinaires ont des balles représentant 5 à 10 p. 100 du poids ; les orges d'Algérie ont des balles plus épaisses, ce qui fait qu'on les recherche peu pour la brasserie, car elles ont moins d'amidon et rendent la filtration sur drèche difficile.

Au point de vue du maltage, il vaut mieux récolter l'orge à l'époque de la maturité dorée. Pour la distillerie

il n'y a pas d'inconvénient à opérer quelques jours avant.

Au point de vue de la composition chimique, on peut, citer les nombres suivants :

D'après Dietrich et König.

MATIÈRES DOSÉES	MINIMUM	MAXIMUM	MOYENNE
	p. 100	p. 100	p. 100
Eau	7,23	20,80	13,77
Matières azotées	6,20	17,46	11,14
» grasses	1,03	4,87	2,16
Extractif non azoté	49,11	72,20	64,91
Cellulose	1,96	14,16	5,31
Cendres	0,60	6,82	2,69

Parmi les matières azotées, on estime que 97,4 p. 100 sont des albuminoïdes dont un tiers ou un quart et sont solubles.

D'après Osborne, il y aurait :

1° La leucosine, soluble dans l'eau et coagulable à 50°.

2° L'édestine, soluble dans NaCl.

3° L'hordéine ou mucéidine insoluble dans NaCl et dans l'eau, soluble dans l'alcool.

4° 42 p. 100 des albuminoïdes seraient insolubles dans l'eau, l'alcool et le sel.

Brown et Morris ont indiqué la présence d'une diastase capable de saccharifier l'amidon soluble (diastase de translocation).

D'après Grüss, il y aurait uné oxydase (spermase).

La matière grasse comporte une graisse cristallisable, une huile, de la cholestérine, de la lécithine et un acide spécial, l'acide hordéique.

Dans l'extractif non azoté, se trouvent de la dextrine, de la saccharose, de la maltose, de la raffinose ; on a indiqué une gomme inversible en xylose et galactose.

D'après Tollens, il y aurait 10 p. 100 de pentosanes.

Dans les cendres on trouve un cinquième d'acide phosphorique, un tiers de potasse, un sixième de magnésie.

Naturellement la composition est variable avec la variété.

Empruntons à M. Lindet l'exemple suivant :

MATIÈRES DOSÉES	CHEVALIER français.	CHEVALIER hongrois.
	p. 100	p. 100
Eau.	14,7	12,93
Matières azotées	9,94	9,90
» grasses	1,67	1,40
» saccharifiables	62,51	64,66
Cellulose	8,90	8,43
Cendres	2,40	2,48
Poids à l'hectolitre	64,2 kg	72,2 kg

En général, l'escourgeon est plus léger : 62 kilogrammes à l'hectolitre.

Dans les échantillons, 97,5 p. 100 des matières azotées sont protéiques, dont 6 ou 20 p. 100 solubles et coagulables.

Dans ces matières saccharifiables, comptent environ 1 p. 100 de sucre et 1,33 p. 100 de dextrine.

En général, les orges chevalier sont les moins azotées.

Le climat joue un grand rôle dans la composition ; en général la dose d'azote est plus grande les années sèches.

Les engrais influencent également la composition des orges.

Si on force en nitrates, le rendement en grains et en épis, ainsi que le poids de l'azote, augmentent ; le poids d'amidon, le poids de l'hectolitre diminuent et enfin le nombre des grains vitreux augmente.

L'usage modéré des engrais potassés et phosphatés

augmente légèrement la production ; mais l'excès de ces sels pousse à l'assimilation de l'azote.

L'orge se vend aux 100 kilogrammes, ordinairement à la gare de départ (par exception, rendue à Paris, pour la Beauce, et rendue à Dunkerque, pour le Nord).

En distillerie, pour le maltage, on a intérêt à employer les variétés ayant le plus d'azote soluble et fort probablement, par conséquent, d'azote total ; pour le travail courant on ne peut guère se fixer que sur la teneur en azote total.

Les caractères à exiger d'une orge à malter sont décrits dans « la Pratique du maltage ».

En voici le résumé :

1° Pureté, de même récolte, emmagasinage depuis quatre ou cinq semaines au moins, et deux ans au plus.

2° Égale répartition de l'humidité.

3° Forme ventrue, peser au moins 3,35 gr. p. 100 grains.

4° Ne pas être atteinte de parasites (1).

(1) Les parasites qui attaquent les céréales sont :

Sur pied : 1° la nielle, anguillule nématode dévorant l'amidon ; la graine n'a plus ni forme ni couleur ;

2° Charbon du blé (*ustilago carbo*) poussière noire non délétère à la place de l'amidon ;

3° *Tilletia caries* (ou carie des céréales) *id.*, mais délétère ;

4° Rouille (*Puccinia graminis*) cercles rouges sur les graines ;

5° Ergot du seigle et du maïs, grains allongés et recourbés, violets à l'extérieur, blancs à l'intérieur, et très délétères. Les cellules du champignon parasite sont très grasses, l'éther leur enlève de la graisse.

En magasin : 1° charançons (les larves, petits vers blancs, dévorent l'intérieur des grains, surtout ceux de blé et de riz) ;

2° Alucite, papillon nocturne dont le ver blanc se transforme à l'intérieur du grain ;

3° Teigne, dangereuse par la chenille qui enferme des grains dans son cocon ;

4° Moisissures diverses.

- 5° Peau très fine (lisse ou rugueuse).
 6° Couleur jaune pâle, odeur franche.
 7° Poids de l'hectolitre 63-64 kilogrammes ; 68-70 kilogrammes pour les orges de Hongrie ; les plus légères sont les meilleures en distillerie.
 8° Densité 1,2 à 1,3.
 9° Amande à section farineuse.
 10° L'eau de lavage de 10 grammes de grains ne doit pas présenter plus de 0,02 gr. d'acidité sulfurique.
 11° Pouvoir germinatif supérieur à 90 p. 100.
 Les conditions 1 et 11 sont les plus importantes pour l'orge à malter en distillerie.

Drèches de Brasserie. — A l'orge on peut rattacher les drèches de brasserie.

En voici une analyse :

Eau.	77,65
Matières azotées.	4,2
» grasses.	1,4
Extractifs non azotés.	9,4
Cellulose	4,2
Cendres.	1,35

Riz. — Plante des terres irriguées dont le grain est vêtu comme l'orge, il pèse 50 à 55 kilogrammes à l'hectolitre.

En comprimant le grain, on enlève les balles et les enveloppes du fruit dont il ne reste que l'albumen ou riz mondé.

Les variétés les plus connues sont celles du Piémont des Carolines, des Indes, de Java, du Tonkin, du Siam. Mais en Europe on n'introduit guère le riz en grains complets, on importe du riz décortiqué.

Le riz du Tonkin est en petits grains, le riz d'Italie en gros grains.

Analyses de riz.

MATIÈRES DOSÉES	RIZ en paille.	RIZ décortiqué.	BALLES
Eau	9,55	14	10
Matières azotées	5,87	7,7	14
» grasses	1,84	0,4	18
» saccharifiables	75,85	75,4	30,8
Cellulose	5,80	1,2	20,8
Cendres	1,09	0,3	4,8

On voit que le riz est très pauvre en azote.

Naturellement quand on doit malter le riz on le prend entier. Dans les autres cas on préfère le riz décortiqué, car les balles sont gênantes.

Pour le riz à malter on recommande :

- 1° La propreté et la pureté ;
- 2° L'homogénéité des grains ;
- 3° Le bon état des enveloppes et celles-ci lisses ou rugueuses mais fines ;
- 4° Un grand pouvoir germinatif.

Maïs. — Se vend en épis, à gros grains serrés, venant du Sud de la Russie, de Hongrie, ou de l'Amérique du Nord.

En France, on cultive le maïs de Turquie qui vient à grains dans le Midi.

Dans le reste de la France, on le cultive comme fourrage.

On importe en France du maïs américain, ou du Danube ; le premier représente le tiers des 3 700 000 quintaux importés par an.

Le maïs a des tiges sucrées, (5 à 10 p. 100 de sucre au moment de la floraison) ; la paille sert pour faire des

paillasses, l'épi (raffe) est utilisé dans la fabrication de certaines allumettes suédoises.

Les grains sont très employés en distillerie, à cause du bon marché, de la valeur nutritive et hygiénique de la drèche (celle de pomme de terre passant pour donner l'érysipèle du jarret).

Les grains sont tantôt ronds, tantôt allongés, tantôt cubiques ; dans certaines variétés ils sont munis d'une sorte de bec.

Leur couleur est jaune, orange, rouge, noire, blanche (mate ou nacrée) jaspée et les variétés les plus connues sont :

1° Le cinquantino à grains ronds, moyens, jaune foncé ;

2° Le pignoletto, plus petit ;

3° La dent de cheval dont le sommet est concave ;

4° Les variétés de Hongrie, du Canada, etc.

Le poids varie de 72 à 78 kilogrammes par hectolitre.

Analyses de maïs.

MATIÈRES DOSÉES	COMPOSITION (Wolf).	COMPOSITION (Dietrich et König).			
		Maxi- mum.	Mini- mum.	Moyenne. (¹)	
Eau	14,4	22,4	7,4	13,2	
Matières azotées.	10	13,90	5,54	9,85	
» grasses.	6,5	8,89	1,61	4,62	
Saccharose . . .	62,1	74,92	60,49	68,41	} 58,65 amidon. 6,41 sucre. 3,04 dextrine
Cellulose	5,5	8,52	0,76	2,49	
Cendres	1,5	3,93	0,61	1,51	} 1/2 Ph ² o5. 1/3 KOH. 1/6 MgO.

(¹) Il y a environ 12,5 d'enveloppes, 74 d'amande et 13,5 de germe.

M. Wiley a publié une étude complète sur le maïs américain (tige, grain, épis, etc.).

Voici quelques chiffres tirés de cette étude :

	Moyenne des échantillons américains, de l'Exposition de Chicago.	Maïs italien, 24 échantillons, de l'Exposition de Chicago.
Poids de 100 grains	38,87 gr	-
Eau	10,93 p. 100	13,13 p. 100
Protéines	9,88 »	10,26 »
Matières grasses.	4,17 »	3,84 »
Ligneux.	1,71 »	2,88 »
Cendres	1,36 »	1,95 »
Hydrates de carbone.	71,95 »	67,72 »
. M. République Argentine. M. Roumanie.		
Protéines	11,55	
Cendres	1,80	1,26
Hydrates de carbone.	68,02	

Comme le maïs est une plante des pays chauds, il faut se rappeler que la dessiccation plus ou moins grande, due au climat, modifie les résultats analytiques.

En somme il y a moins de matières azotées que dans l'orge, le seigle ou le blé et d'après Osborne 99 p. 100 de ses albuminoïdes seraient insolubles (les zéïnes prédominent).

D'après Geduld le maïs contiendrait une diastase donnant de la glucose et de la dextrine. D'après Beyerinck il n'y aurait qu'une maltase.

La matière grasse est bien plus abondante que dans les autres graines, elle est liquide et contient un quart de lécithine.

Enfin il faut tenir compte dans le travail du maïs de la très grande richesse en sucre (5 p. 100), et en dextrine.

Autrefois on croyait que le maïs du Danube était plus riche en matières grasses (drèche plus nutritive) que les autres variétés. Cela n'est pas.

	Moyenne de 63 maïs d'Amérique.	Moyenne de 25 maïs de Hongrie.
Eau	12,3	14,3
Matières azotées.	10,3	10,2
» grasses	5,1	4,4
» saccharifiables	68,2	68,6

La seule différence est la teneur en eau.

D'une étude récente faite au laboratoire agricole de Debreczin (Autriche-Hongrie), il résulte qu'au point de vue des

	La variété la plus riche est:	Des matières sèches.
Matières albuminoïdes.	Pignoletto.	13,43 p. 100
» grasses	Mauthner	13,85 »
» non azotées	Dent de cheval.	81,69 »
Cendres	Cinquantino	1,68 »

	La variété la plus pauvre est:	Des matières sèches.
Matières albuminoïdes.	Dent de cheval	9,5 p. 100
» grasses	Canada	6,96 »
» non azotées.	Mauthner	74,82 »
Cendres	Hongrie	1,42 »

Au point de vue de la variation de composition, citons les résultats de Wiley relatifs à l'exposition de Chicago.

MATIÈRES DOSÉES	MAXIMUM	MINIMUM
Poids de 100 grains.	(1) 48,31 p. 100	(2) 10,60 p. 100
Eau.	(3) 14,53	(4) 8,7
Protéine.	(1) 11,55	(5) 8,14
Matières grasses.	(4) 7,79	(6) 2,94
Ligneux.	(7) 4,16	(1) 1
Cendres.	(7) 2,06	(1) 1,19
Hydrates de carbone	(8) 75,07	(1) 62,76

(1) Maïs de Kentucky.	(6) Maïs d'Indiana.
(2) De Wisconsin.	(7) S.-O. de l'Europe.
(3) Du S.-E. de l'Europe.	(8) Maïs du Hampshire.
(4) Maïs sucré.	(9) Maïs italien.
(5) Côte Pacifique des États-Unis.	

Le choix du maïs pour le maltage doit s'appuyer sur les qualités générales réclamées du riz.

De plus il faut partir de grains bien secs.

Avoine. — L'avoine sert souvent en distillerie (Angleterre et Hongrie).

Le grain allongé et pointu adhère ordinairement aux balles qui sont très lisses et presque cornées.

Les principales variétés sont l'avoine ordinaire, l'avoine de Hongrie, l'avoine courte à deux barbes. L'avoine de Tartarie est nue.

Voici quelques analyses.

MATIÈRES DOSÉES	AVOINE				GRAINS	BALLES
	d'après Wolf.	AVOINE D'APRÈS Dietrich et König.				
		Maxi- mum.	Mini- mum.	Moyenne.		
	p. 100.	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
Eau	14,3	18,46	7,66	12,37	13,35	11,9
Matières azotées	12	19,16	6,25	10,41	13,2	4,7
» grasses	6	7,31	2,76	5,23	4,4	1,4
» saccharifiables	55,7	65,45	42,82	57,78 ⁽¹⁾	58	42
Cellulose	9,3	20,02	6,66	11,19	1,7	22,3
Cendres	2,7	6,11	1,61	3,02 ⁽²⁾		

(¹) 51,17 amidon ; 3,17 sucre ; 3,44 dextrose.
 (²) 1/6 potasse ; 1/4 Ph²O⁵ ; 2/5 SiO².

Le poids de l'hectolitre est de 45 à 50 kilogrammes.

La plus grande partie de la matière albuminoïde est insoluble. D'après Osborne, cette matière albuminoïde comporte :

- 1° Une globuline soluble dans l'eau salée à 10 p. 100 ;
- 2° Une protéine soluble à chaud dans l'eau salée à 10 p. 100 ;
- 3° Une protéine soluble dans l'alcool ;

4° Une protéine soluble dans les alcalis ;

5° - » dans l'eau.

Les matières grasses sont très abondantes, la graisse d'avoine est liquide. Enfin il y a plus de cellulose et de cendres que dans les autres grains.

Pour le maltage, les qualités générales de l'avoine doivent être les mêmes que pour le riz.

Seigle. — Le seigle est un des grains les plus employés en distillerie. Les variétés principales sont le seigle de mars et celui de Russie.

Le poids de l'hectolitre est de 71 à 76 kilogrammes. Voici des analyses de seigle :

MATIÈRES DOSÉES	COMPOSITION DU SEIGLE			
	D'après Wolf.	D'après König.		
		Minimum	Maximum	Moyenne
Eau	14,3	8,51	19,43	15,06
Matières azotées	11	7,91	16,93	11,52
» grasses	2	0,90	2,86	2,79
» saccharifiables	67,4	60,91	72,61	67,81 (1)
Cellulose	3,5	1,04	4,25	2,01
Cendres	1,8	1,45	2,93	1,81 (2)

(1) 62 amidon ; 0,94 sucre ; 4,87 de dextrine. etc.
 (2) Près de la moitié en acide phosphorique et du tiers en potasse.

Les seigles du sud de la Russie sont plus riches en azote (1 ou 2 p. 100 de plus), on les recommande pour la fabrication de la levure.

L'emploi des superphosphates seuls et surtout accompagnés d'ammoniaque ou de nitrate, augmente la teneur en azote ; mais le seigle cultivé au nitrate fermente mal.

Les matières albuminoïdes d'après Osborne sont réparties ainsi :

	P. 100 de la totalité.
Leucosine soluble dans l'eau coagulable à 52°	5
Gliadine (1)	46
Edestine, globuline insoluble dans l'eau, mais soluble dans NaCl	20
Protéide insoluble.	28

La matière grasse du seigle contient beaucoup de produits liquides (acide oléique, oléine, etc.), il y a 1/2 p. 100 de lécithine.

Dans la matière saccharifiable, se trouve une gomme, amorphe, soluble dans l'alcool et formant empois avec l'eau. C'est une des causes de viscosité des moûts de seigle; par hydrolyse, cette gomme paraît donner de l'arabinose; il y a aussi de la lévuline qui existe également dans l'orge et le blé et qui par hydrolyse donne 3 de lévulose pour 1 partie d'un sucre indéterminé.

Le seigle à malter doit avoir les qualités générales indiquées pour le riz.

Le seigle de Russie n'est pas bon pour le maltage.

Du Blé. — Le blé est relativement peu employé en distillerie. Cependant, en Belgique et dans l'Argentine, on l'emploie en grande quantité.

Comme les blés tendres sont les plus recherchés par la meunerie, ce sont surtout les autres variétés qui sont employées en distillerie.

La vente s'en fait soit au quintal, soit à l'hectolitre, avec garantie de poids (77 kilogrammes par exemple pour les blés tendres (2) et mesurage fait à la trémie conique) (3).

(1) Confondue en partie avec le gluten fibrine de Fleurent.

(2) Dans ce cas un blé pesant

76,5 perd 1 p. 100	77,5 gagne 1/2 p. 100
76 2 »	78 1 »
75,5 3 »	78,5 1,5 »
75 4 »	79 2 »

(Pesant moins il est refusé.)

(3) Comme les grains coulant de la main sont recherchés comme

Les marchés principaux sont dans les grandes villes ou dans les ports.

Voici des analyses de blé :

MATIÈRES DOSÉES	MOYENNE	MINIMUM	MAXIMUM
Eau	13,65	5,33	19,10
Matières azotées.	12,35	7,61	21,37
» grasses.	1,75	1	3,57
Amidon.	64,09	67,91	59,9
Sucre.	1,44		
Dextrine, etc	2,38		
Cellulose.	2,53	1,24	6,34
Cendres	2,81	0,52	2,68

Les matières albuminoïdes sont :

- 1° La gluten-caséine, insoluble dans l'eau pure alcaline;
- 2° La conglutine se gonflant dans l'eau; soluble dans l'eau alcaline;
- 3° La gluten-fibrine ou gliadine, soluble dans l'eau chaude, soluble dans l'eau alcaline.

C'est ce qui domine et donne au gluten de la farine de blé son aspect et ses qualités.

Les cendres sont formées pour plus de moitié d'acide phosphorique, pour un tiers de potasse et pour un sixième de magnésie, le reste est de la soude ou de la chaux.

On a étudié la composition des différentes parties du grain de blé. A. Girard sépare d'abord le germe, puis les six enveloppes sont enlevées du grain, gonflé et ouvert sur le sillon, à l'aide d'un scalpel.

100 grains contiennent :

84 d'albumen.

1,5 de germes.

14,5 d'enveloppes { du testa riche en cendres, en azote, en graisses.
formées } du péricarpe riche en ligneux.

lourds, une fraude consiste à graisser légèrement les grains avec un peu d'huile, 1 cuillerée pour 10 sacs.

Le germe contient :

Eau.	11,55	p. 100	
Matières solubles.	46,40	»	{ avec plus des 2/3 de l'azote total du grain.
» insolubles.	42,5	»	

La balle a la composition suivante :

Eau.	14,8	p. 100
Matières azotées.	10	»
» grasses.	1,6	»
» saccharifiables	67,2	»
Cellulose	1,5	»
Cendres.	3,7	»

Donc, la balle est aussi favorable que le grain à la fabrication de l'alcool. On pourra donc employer les grains vêtus en distillerie.

Le blé qui passe au maltage doit avoir les qualités générales indiquées pour le riz, mais il est bien recommandé de n'employer que des grains très sains. Les blés de Russie ne sont pas favorables au maltage.

Résidus d'amidonnerie. — Les résidus obtenus des méthodes par fermentation sont inutilisables.

Mais ceux de la méthode en grains (drèches) ou ceux de la méthode en pâte (vinasses) pourraient être utilisés, à condition de ne pas être trop cher pour être travaillés aux acides.

Voici la composition de ces produits :

MATIÈRES DOSÉES	DRÈCHES FRAICHES			VINASSES		
	Blé.	Maïs.	Riz.	Blé.	Maïs.	Riz.
Eau	74,02	70	75	89,2	70,84	48,29
Matières azotées	4,5	5,16	2,05	11,5	11,5	9,2
» grasses	2,2			4,75	0,4	2,3
Amidon.	15,43	18	18,5	69,2	61	37,2
Cellulose.	3,38	6	4,15	2,75	0,8	0,5
Cendres		0,8	0,30	1,80	0,5	0,5

Dourah ou Dari. — Sorte de gros millet. Il y a trois variétés :

Dourah blanc de Syrie, petit;

Dourah d'Égypte, jaune ou noir, à enveloppes épaisses;

Dourah d'Afrique, à grains très gros.

Composition.

Eau	11,95
Matières azotées.	8,64 ⁽¹⁾
Matières grasses.	3,9
Amidon, cellulose.	68,6
Sucre.	1,46
Gomme.	3,82
Cendres.	1,63

Autres analyses :

MATIÈRES DOSÉES	DARI D'ÉGYPTE	DARI SYRIEN	DARI AFRICAIN
Eau	10,05	10,37	8,04
Matières azotées.	7,05	9,88	10,31
» extractives	74,20	72,82	73,32
» grasses.	6,11	3,52	4,42
Ligneux.	0,97	1,63	1,77
Cendres	1,64	1,78	2,14

La gomme rend les mouls de dari très visqueux.

Analyse des grains. — MÉTHODE APPROCHÉE. — Dans la pratique courante, on pourra employer une méthode analogue à celle employée pour les pommes de terre. On chauffera 50 grammes de grains bien pulvérisés avec 450 centimètres cubes d'eau et 7 cm³ 5 de HCl concentré.

Pour plus de précision, si le grain est huileux comme le maïs, on commence par y doser l'huile.

(1) Dont glutencoséine, globuline 4,6
gluten fibrine 4,14

Dosage de l'huile. — On traite 10 grammes de farine dans un appareil à épuisement, soit par le sulfure de carbone, soit par l'éther de pétrolé; cela dure une heure. On distille le liquide dissolvant, puis on reprend l'huile par de l'éther, on évapore dans une capsule tarée et on pèse.

Si l'huile a été dosée, on opère le dosage de l'amidon sur la matière dégraissée. Dans le cas contraire, on opère sur le grain lui-même.

Dosage des autres éléments. — *a.* Première méthode. — Pour déterminer la dextrine et le sucre en présence de l'amidon, il faut extraire, par des épuisements à l'eau chaude, la matière soluble.

On dose l'amidon dans le résidu insoluble, par une des méthodes citées plus haut. On dose la dextrine et la glucose par la méthode générale.

Enfin, il est bon de compléter l'analyse par le dosage de l'azote total.

b. Deuxième méthode. — *Dosage de l'amidon dans un grain par le malt.* — 1° On chauffe 50 grammes de grains finement pulvérisés avec 500 centimètres cubes d'eau, jusqu'à formation d'empois, on a soin d'ajouter de l'eau au fur et à mesure pour compenser l'évaporation.

2° On ramène à la température de 60°, on ajoute 100 centimètres cubes d'un extrait de malt, obtenu par filtration d'une macération de 100 grammes de malt dans 1 litre d'eau à la température de 15°;

3° On maintient la température de 60° pendant 3 ou 4 heures;

4° On filtre sur un tamis à mailles de 1 millimètre;

5° On forme un litre de liqueur A.

A. Dosage de la matière totale dissoute. — *a)* Par le saccharomètre.

On prend la densité du liquide A au saccharomètre, soit n . On prend la densité de l'extrait de malt, soit n' . Dans la liqueur A, il y a donc $10 n$ grammes d'extrait p. 1000, mais on y a mis 100 centimètres cubes d'extrait de malt à n' d'extrait. Donc, $10 n - n'$ représentent l'extrait des 50 grammes de grains.

β) On peut faire la même opération par la pesée des extraits secs préparés à 100°.

A'. *Dosage de la dextrose.* — On précipite 20 centimètres cubes de liqueur A par 20 centimètres cubes d'alcool à 90-95°, on lave à l'alcool, on pèse, soit P le poids.

On fait la même opération sur 20 centimètres cubes de l'extrait de malt, soit P'. $P - \frac{P'}{10}$ est la quantité de dextrose dans 20 centimètres cubes de liqueur.

B'. *Dosage de la maltose.* — On titre par la liqueur de Fehling (c'est-à-dire qu'on fait comme pour la glucose en multipliant le nombre par 1,6), la quantité de maltose contenue dans A et dans l'extrait de malt. S'il y a m de maltose par litre dans A et m' par 100 cent. dans l'extrait, les 50 grammes de grains, ont produit $m - m'$ de maltose.

Remarque. — Le titrage de la maltose par la liqueur de Fehling exige quatre minutes d'ébullition.

Le chiffre trouvé pour la maltose $\times 0,95$ donnera sensiblement l'amidon dont elle provient. En y ajoutant la dextrose, on aura sensiblement l'amidon total.

Tourteaux. — Une série de matières amylacées qui pourraient être employées en distillerie si elles n'étaient trop coûteuses, sont les tourteaux.

Ainsi que le tableau suivant le montre, on voit que certains d'entre eux sont très riches en amidon. En général, on les utilise à l'alimentation du bétail.

MATIÈRES DOSÉES	COLZA	NAVETTE	CAMELINE	CEILLETTE	MAÏS	LIN	FAÏNES	NOLX
Matières azotées	35,18	28,31	23,3	31,91	13,49	32,37	18,5	34,6
Matières grasses	9,75	10,95	9,2	8,17	10,81	13,81	8,34	12,5
Sucre	4,48	24,25	41,8	25,89	50,12	10,6	28,39	27,8
Amidon, etc	10,73							

MATIÈRES DOSÉES	OLIVE	SÉSAME	ARACHIDE	COTON
Matières azotées	5	34,5	41,72	20
» grasses	1,08	11,7	9,60	5,2
Sucre, amidon, etc. . . .		21	32,28 avec œillette	57

Aux matières amylacées, il faut rattacher les lichens.

Lichen d'Islande

Les lichens sont une sorte d'association d'un champignon et d'une algue.

Les lichens sont répartis en 150 genres et 1400 espèces.

Le lichen d'Islande (*Cétraria Islandea*), fournit une farine nutritive que l'on extrait, après avoir enlevé un principe amer par la chaux, en faisant un épuisement à l'eau chaude et laissant refroidir en gelée. Nous avons vu que le lichen contient de la lichénine inversible en glucose et en une sorte de dextrine.

Analyse d'après Muller.

Eau	9,5
Matières azotées	2,6

Cellulose	13,4
Lichenine et autres substances saccharif.	1,0
Cendres	1

L'action des acides *transforme jusqu'à* 73 p. 100 (de 18 à 73 p. 100) du poids du lichen en sucre.

Matières premières cellulosiques.

Bois

Le bois contient comme nous l'avons vu, des principes hydrolysables. La cellulose elle-même traitée par l'acide sulfurique donne des gommés, des dextrines, des sucres. Mais c'est toujours coûteux en acide et en charbon.

On a, dans ces derniers temps, employé de la cellulose traitée au bisulfite.

Dans ce cas : 1 kilogramme de cellulose et 6 l. 250 d'acide à un demi p. 100 (35 grammes d'acide $\text{SO}^4 \text{H}^2$) chauffés une heure et demie donneraient 42 à 45 p. 100 de sucres.

Avec le bois de sapin, il suffirait d'un quart d'heure de chauffe pour avoir 22,5 de sucres.

Seulement les sucres obtenus ne doivent pas tous fermenter ; car par exemple, 100 kilogrammes de bois, donnant 22 kg. 5 de sucre devraient donner 13 ou 14 litres d'alcool tandis qu'on n'en a que 8 litres.

Les eaux résiduaires de papeterie contiennent souvent jusqu'à 20 p. 100 de cellulose ; mais avant de les traiter il faudrait éliminer les décolorants.

Tourbe

Enfin on a songé à utiliser la tourbe qui se saccharifie bien plus facilement que le bois. Il suffit de 120° au lieu de 150° de température.

Mais le rendement n'est pas encore bon, car une série de pentosanes donnent des sucres non fermentescibles.

DEUXIÈME PARTIE

TECHNIQUE DE LA FABRICATION DES VINS ET DES MOÛTS

Nous diviserons cette étude ainsi :

- Betterave ;
- Mélasses de betterave ;
- Topinambour ;
- Canne et mélasse de canne ;
- Moûts divers (raisin, pomme, etc.).

BETTERAVE

Remarques préliminaires.

Avant de commencer ce chapitre, il y a lieu de faire une première remarque.

La distillerie de betteraves est toujours amenée à calquer ses procédés sur ceux de la sucrerie. Cependant les conditions économiques ont produit quelquefois des perturbations dans cette règle :

Lors des premiers essais d'alcoolisation des betteraves, la sucrerie employait les presses discontinues.

Celles-ci trop puissantes, trop coûteuses, trop sales, ne pouvaient être utilisées en distillerie, surtout pendant une période d'essai.

On eut recours à la macération essayée sans succès en sucrerie à cause du grand volume des pulpes.

Plus tard une crise sucrière amena certaines sucreries

à se transformer en distilleries. Or, à ce moment elles employaient les presses continues.

C'est l'origine de l'emploi de ces appareils en distillerie.

Enfin cette industrie a été obligée de constater les progrès apportés à la sucrerie par la diffusion, d'où l'introduction de cette méthode en distillerie.

Donc dans l'ordre chronologique, on devait étudier : 1^o la macération ; 2^o les presses continues ; 3^o la diffusion. A cause de la ressemblance des méthodes 1 et 3, nous commencerons par celle des presses.

Une autre remarque est celle-ci : alors que les sucreries se sont toutes modifiées pour ainsi dire en même temps, n'obligeant la technique sucrière contemporaine qu'à décrire un seul procédé ; les distilleries se sont modifiées lentement, de sorte qu'à l'heure actuelle on rencontre encore tous les systèmes, dont certains, d'ailleurs, se font plus rares de jour en jour.

La technique de la distillerie a donc à décrire des procédés de puissances différentes. Or ces procédés rappellent ceux successivement adoptés et rejetés par la sucrerie.

Il en résulte cette chose paradoxale qu'un cours sur la distillerie de betteraves conduit à l'étude de plus de systèmes applicables à la sucrerie, qu'un traité de sucrerie où les systèmes en question ne sont plus cités que dans la partie historique.

Conservation des betteraves.

Les betteraves sont arrachées avant les gelées : d'ailleurs elles perdent de leur valeur si on les laisse plantées.

Il en résulte qu'elles doivent être arrachées en un laps de temps relativement court, et en tout cas plus court que la durée de la fabrication.

En d'autres termes elles doivent être conservées en partie du moins, pendant une durée de temps qui est en moyenne de cinquante ou soixante jours, mais qui peut atteindre cent ou cent dix jours.

Règles à observer pendant la conservation des betteraves.

Les betteraves *non aérées* ont une tendance à fermenter. Pendant cette fermentation, il se forme des acides formique, acétique, lactique, butyrique.

Les acides formique et acétique ne se retrouvent d'ailleurs pas dans la betterave, car ce sont des acides volatils. Il ne faut pas cependant trop aérer, car il y aurait combustion de matières organiques. Une bonne aération dépend non seulement de la construction des silos, mais du fait que la betterave est plus ou moins entourée de terre plus ou moins grasse.

Il ne faut pas non plus *laisser geler* les racines parce que : 1° le dégel a pour effet de faire éclater les cellules de la betterave, ce qui est une cause de pourriture, et 2° les betteraves restées gelées sont difficiles à laver même à l'eau tiède, puisque la terre ne se délite pas facilement après la gelée, de plus, elles sont difficiles à couper.

On ne doit donc jamais conserver 1° les betteraves non mûres : car elles poussent en silos ; 2° les betteraves gelées ou blessées, car elles pourrissent.

Le mieux est de les employer immédiatement.

Pour une conservation de quelques jours, il suffit de les mettre sous un hangar. Ordinairement pendant toute la période de l'arrachage, on travaille immédiatement dans la journée des betteraves arrivant du champ, et dans la nuit les betteraves accumulées sous le hangar.

Pour une conservation plus longue, l'excédent se con-

serve par les mêmes procédés qu'en sucrerie ; on le met en tas ou en silos ⁽¹⁾.

En *tas*, quand le sol est humide ;

En *silos*, quand le terrain est sec ;

A raison de 600 kilogrammes au mètre cube.

Lorsque les silos sont couverts de paille et de terre pour les protéger contre la gelée, on ne doit jamais mettre la paille directement sur le tas car, passant avec la betterave dans le coupe-racines, elle bourre les couteaux.

Systeme des tas.

Tas ordinaires. — 1° On construit d'abord deux murs verticaux et parallèles de betteraves placées collets en dehors. Hauteur 1 m. 40, distance 6 à 8 mètres.

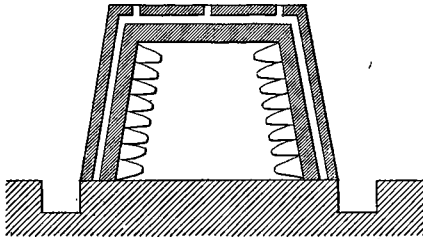


Fig. 10. — Tas de betteraves.

2° Entre les deux murs on jette les betteraves en vrac.

3° On recouvre le tas d'une couche de terre de 0 m. 10.

4° Puis on met une couche de paille.

5° Au moment des gelées, on recouvre le tout d'une couche de terre de 0 m. 50.

6° Quelquefois, on ménage dans la seconde couche des

(1) Il s'agit de la conservation à l'usine qui ne représente guère que 10-15 jours de fabrication. La culture doit se préoccuper de conserver l'excédent dans des silos analogues d'ailleurs aux autres, mais dont je n'ai pas à m'occuper ici.

cheminées favorisant l'aération, mais ces cheminées doivent être bouchées au moment des grandes gelées.

7° On borde le tas par des fossés pour l'écoulement des eaux.

8° Quelquefois on fait des tas à parois obliques à 60°. Ces tas sont peu solides.

Système Champonnois. — La sole (fig. 11 et 12) du tas a 6 ou 8 mètres de largeur ; elle est coupée de 2 mètres en 2 mètres par des fossés ayant 0 m. 30 de largeur et 0 m. 30 de profondeur et débordant sur les côtés de 0 m. 50. On met des fascines dans les fossés et on construit les tas à la manière ordinaire. On entoure le pied d'un faible talus de terre et l'on recouvre le reste directement avec des gerbes de blé, ce qui n'est pas bon. Les rigoles servent de cheminées d'appel pour la circulation de l'air ; en cas de gelée, on ferme ces sortes de carnaux produits

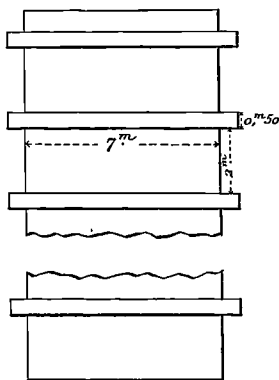


Fig. 11. — Tas Champonnois. Plan.

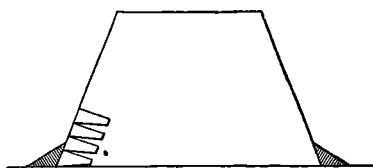


Fig. 12. — Tas de betteraves système Champonnois. Coupe.

par les extrémités débordantes des rigoles d'aération.

Ce système est peu avantageux.

c) *Tas de Van der Ohe.* — C'est plutôt un silo. On construit des

murs en maçonnerie de 2 à 4 mètres d'écartement et d'une hauteur de 4 m. 50.

Entre eux, on construit à 0 m. 50 du sol un plancher

formé de lattes soutenues par des piliers. On accumule les betteraves dans l'intervalle des murs, on a soin de ménager de 10 mètres en 10 mètres des cheminées d'appel dans les murs.

Quelque soit le système, il est bon de recouvrir le tas par des toitures légères, ou lorsque cela est possible, par des bâches soutenues à l'aide d'une sorte de faitage constitué par des bouts de voie Decauville arqueboutés.

Types de silos.

Silos. — Un silo est en réalité une tranchée.

Silo ordinaire. — Le dessin ci-joint (fig. 13) est suffisant pour en comprendre l'installation.

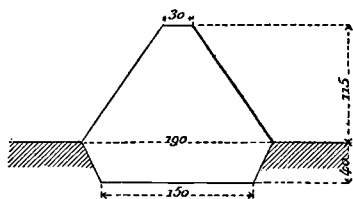


Fig. 13. — Silo à betteraves.

Au mètre cube, on peut y loger 1200 kilogrammes de betteraves.

On le recouvre d'une couche de terre de 0 m. 10 d'épaisseur, sauf à la crête,

que l'on ne recouvre qu'en cas de fortes gelées.

Type à escarbilles. — Le fond (fig. 14) est garni d'une couche d'escarbilles qui favorise l'aération.

La tas ne dépasse pas le sol; on le recouvre d'une couche de terre et d'une toiture en volige pour garantir des gelées.

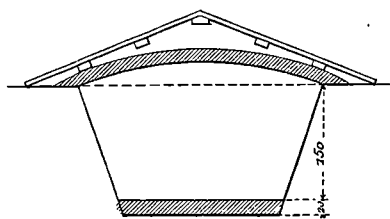


Fig. 14. — Silo à betteraves type à escarbille.

Type à cheminée.

— On établit (fig. 15) à 0 m. 50 du sol un plancher de

lattes. En même temps on intercale dans les betteraves de distance en distance des cheminées de bois dont la partie inférieure aboutit à des distances différentes du fond (0 m. 50 et 1 m. 50). On n'est pas d'accord sur les résultats.

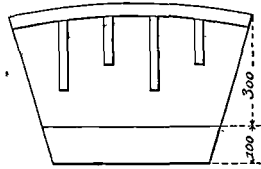


Fig. 15. — Silo avec cheminée d'aération.

Système pour transporteur hydraulique. — Dans ce cas (fig. 16) on établit le silo au-dessus d'un bras du trans-

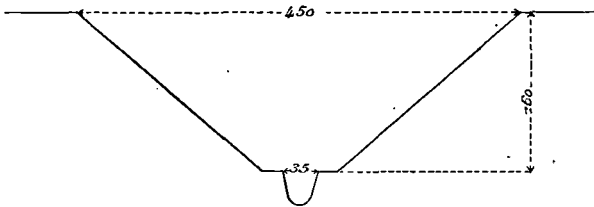


Fig. 16. — Silo de transporteur.

porteur. C'est le cas habituel des sucreries et des grandes distilleries. Un pareil système contient 2600 kilogrammes au mètre.

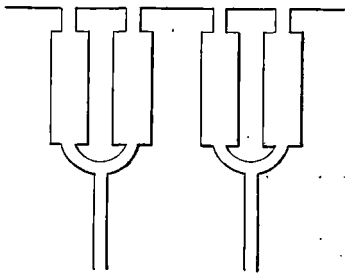


Fig. 17. — Plan de silos de transporteur hydraulique.

Ces silos (fig. 17) sont ordinairement accouplés deux par deux à 0 m. 30 de distance; l'écartement des couples étant de 1 m. 50 à 4 mètres.

S'il doit être très long, pour éviter trop de déblai, on le fait partie en déblai, partie en remblai.

La pente donnée au caniveau à eau est de 1 centimètre par mètre, mais en tête on met quelques sections fortement inclinées pour produire une chute d'eau (par

exemple quelques mètres sont à 1 cm. 7 et quelques autres à 1 cm. 2).

Ordinairement après les fouilles, la construction du caniveau et des talus se fait en ciment armé avec des baguettes de fer de 5 millimètres, à raison de 10 pour la périphérie.

Souvent on garnit les côtés des silos de barrières qui empêchent les betteraves de s'étaler sur les chemins.

On constitue ces barrières avec des pieux de $4 \times 0,15 \times 0,15$ placés à 4 mètres les uns des autres et reliés par 5 madriers sulfatés espacés de 0 m. 20. Les assemblages sont faits à l'aide de boulons.

Le caniveau est recouvert d'un plancher en bois sur lequel portent les betteraves. Ces planchers sont formés de parties successives d'une largeur de 1 m. 75 et constitués par deux traverses et des planches. Au fur et à mesure que le silo se vide, on relève les planches une à une, ce qui permet d'écouler les betteraves directement dans le caniveau.

L'eau puisée par une pompe centrifuge est conduite au silo par un canal de distribution perpendiculaire à tous les silos.

Ce canal est capable d'amener 8-10 litres d'eau par kilogramme de betteraves travaillées.

Dans une usine travaillant P tonnes par jour, il faudra à la seconde amener $\frac{P \times 10\,000}{24 \times 60 \times 60} = \frac{P \times 10\,000}{86\,400}$
 $= \frac{P}{8}$ litres à la seconde.

Si le canal est en terre, à cause des pertes, il faudra envoyer le double d'eau. Dans ce cas la section est gazonnée; on calcule la section pour avoir une vitesse d'eau de 0 m. 15, c'est-à-dire que l'on a

$$\text{Section en mètres} = \frac{\text{Débit en litres}}{0,15 \times 1\,000} = \frac{\text{Débit en litres}}{150}$$

Le caniveau est tracé alors de manière à avoir 30 ou 40 centimètres de profondeur et être bordé par des talus à la pente trois quarts.

La distribution d'eau du canal aux silos se fait par des vannes.

Nous avons dit qu'ordinairement deux silos sont accouplés, leurs caniveaux se recourbent à la sortie pour aller se fusionner dans le transporteur hydraulique, la pente y est au moins de 12 millimètres.

On a proposé quelquefois l'emploi d'antiseptiques dans les silos. On peut peut-être opérer ainsi en sucrerie, mais il ne peut en être de même en distillerie, car on risquerait d'introduire des antiseptiques dans les moûts.

On a également recommandé pendant la conservation de retourner les silos. C'est une opération coûteuse qui ne peut être faite que dans certaines circonstances particulières (gelées, etc.). Il faut en tout cas avoir un silo disponible pour mettre le contenu du n° 1, puis on met le contenu du n° 2 dans celui-ci, etc.; de cette manière, on ne laisse pas les betteraves sur le sol.

On doit toujours utiliser autant que possible les silos dans l'ordre de leur chargement.

Travail des betteraves.

Le travail des betteraves comprend les opérations suivantes :

- 1° Le transport des silos aux appareils;
- 2° Le lavage;
- 3° Le découpage;
- 4° L'extraction du jus et l'inversion partielle du sucre;
- 5° La fermentation.

Transport des betteraves.

Dans la question du transport des betteraves, il faut

avant le lavage tenir compte du transport de la terre qui salit les racines. Cela dépend de la nature du terrain, des conditions atmosphériques, mais c'est en moyenne 18-20 p. 100

Le transport peut être fait horizontalement, verticalement ou bien dans les deux sens (obliquement).

Transport horizontal.

Les moyens de transport horizontal sont les uns continus, les autres discontinus.

Moyens discontinus. — Chargement à la fourche garnie de boules, transport par paniers, brouettes, tombeaux, wagonnets Decauville, câble aérien.

Moyens continus. — (Courroie sans fin, transporteur hydraulique). La *fourche* n'est applicable que pour une distance de 1 à 2 mètres. Dans ce cas, deux hommes chargent une tonne en vingt-cinq ou trente minutes. Dans le cas des *paniers* que l'on remplit à la fourche le transport se fait à bras. On ne doit pas dépasser 10 à 12 mètres de chemin à parcourir.

Quand on emploie des véhicules, on règle le travail de la façon suivante :

A chaque véhicule en chargement on donne une équipe (deux hommes ou deux femmes, par exemple).

A chaque véhicule en route on donne un convoyeur (homme ou homme et cheval, locomotive, etc.).

S'il y a n voitures en chargement et si t est le temps du chargement exprimé en fraction décimale d'heure, on peut faire partir un véhicule tous les temps $\frac{t}{n}$. Le travail sera ainsi plus régulier que si l'on faisait partir les n véhicules en même temps. Cependant il est des cas où cela se fait : 1° lorsque le moteur est trop puissant ; 2° lorsqu'on veut ménager le nombre des croisements.

Pour ces deux raisons on forme des trains. Mais pour la compréhension de ce qui suit, il suffit de considérer un train comme un vaste véhicule.

Soit T la durée du voyage aller et retour, déchargement compris exprimée en fraction décimale d'heure ; soit x le nombre des voitures.

La première part au temps 0

$$2^{\circ} \qquad \qquad \qquad \text{»} \quad \frac{t}{n}$$

$$3^{\circ} \qquad \qquad \qquad \text{»} \quad \frac{2t}{n}$$

$$x^{\circ} \qquad \qquad \qquad (x-1) \frac{t}{n}$$

La première repart au temps $x \frac{t}{n}$

Or, depuis son premier départ, il s'est écoulé un temps $T + t$ nécessaire à son voyage et à son rechargement. On peut donc écrire

$$\frac{xt}{n} = T + t$$

d'où

$$x = n \left(\frac{T}{t} + 1 \right)$$

Nous avons donc $n \left(\frac{T}{t} + 1 \right)$ voitures, donc n en chargement avec n équipes de chargement ; et $\frac{nT}{t}$ voitures en voyage avec $\frac{nT}{t}$ équipes de convoyeurs.

La quantité transportée par journée de 10 heures est celle qui correspond à $10 : \frac{t}{n}$ véhicules.

Il nous est possible de calculer la *dépense*. Soit P le contenu d'une voiture en kilogrammes. On transporte donc $\frac{10nP}{t}$ par jour, soient :

e le salaire d'une équipe de chargement.

c la dépense d'une équipe de convoyeur (quelle qu'elle soit et y compris les animaux ou les machines).

a l'amortissement du matériel par jour.

La dépense est par jour

$$ne + n \frac{T}{t} c + a$$

par tonne elle est donc de

$$1\ 000 \frac{ne + n \frac{T}{t} c + a}{n \frac{10}{t} P} = 1\ 000 \frac{e + \frac{T}{t} c}{\frac{10}{t} P} + \frac{1\ 000 a}{n \frac{10}{t} P}$$

Brouette. — Le chargement étant fait par deux femmes $e = 2 \times 1\text{ fr. }50 = 3\text{ fr.}$

Le transport étant fait par un homme $c = 3\text{ fr. }50$.

L'amortissement est sensiblement nul, prenons $a = 0$.

On peut estimer t à 2 ou 3' soit en heure 0 h. 033 ou 0 h. 05 et T pour une distance de 30 à 40 mètres est sensiblement de 5 minutes soit 0 h. 085.

$$\text{Donc } \frac{T}{t} = 1,7. \quad \frac{10}{t} = 200$$

On transporte sur une brouette 30 kilogrammes de betteraves, donc par jour on transportera $n \times 30\text{ kg.} \times 200 = n \times 6$ tonnes avec n équipes de chargement coûtant $3n$ fr. et $n \times 1,7$ équipes de convoyeurs coûtant $n \times 1,7 \times 3,5 = n \times 6$ francs. Ce qui porte le prix de revient de la tonne à 1 fr. 50.

On peut évaluer de même le prix de revient pour les autres modes de transport. Les données sont :

Tombereaux. — Le tombereau à un cheval contient 600 kilogrammes ;

Pour charger le tombereau en quinze minutes il faut deux hommes ;

Le tombereau fait 50 mètres à la minute ;
 Il faut cinq minutes pour le décharger et le faire virer ;
 Il faut un convoyeur à 3 francs par jour ;
 Il faut un cheval à 3 fr. 50 par jour ;
 L'amortissement est insignifiant.

Le tombereau à deux chevaux contient 1 200 kilogrammes, le temps du remplissage et du déchargement est double ; le reste comme plus haut.

On emploie beaucoup les attelages de bœufs.

Les données sont les suivantes :

Un attelage de 6 bœufs tire 4 000 kilogrammes à la vitesse de 3 kg. 5.

Le bouvier est payé un peu plus cher que le charretier, la journée du bœuf (nourriture, ferrure, assurance, amortissement) revient à 2 francs environ. On néglige l'amortissement des voitures.

Le temps de chargement est de cent minutes environ ; celui du déchargement de trente minutes. Quant au voyage il se fait avec la vitesse de 50 mètres à la minute.

Cas du Decauville. — Voie de 50 centimètres.

Le wagonnet contient 240 kilogrammes.

Il faut six minutes de chargement.

Il parcourt 60 mètres à la minute.

Il faut un conducteur à 3 francs par jour.

On le décharge en deux minutes.

Ici il faut faire intervenir l'amortissement du matériel.

Le mètre de voie coûte 3 fr. 33 et peut durer 15 à 20 ans.

Ce qui donne $\frac{3,33}{20}$ ou $\frac{3,33}{15}$ d'amortissement par an, soit 0 fr. 20 et par jour 0 fr. 002, en supposant que la campagne dure cent jours.

Le wagonnet coûte 150 francs et peut durer 10 ans.

L'amortissement est donc de $\frac{150}{10} = 15$ francs par an, ou de 0 fr. 015 par jour.

Remarque. — Si la distance à parcourir par le Decauville est relativement grande ou s'il y a beaucoup de wagonnets il faudra des croisements. En effet, s'il y a n Decauville, la durée du chargement étant six minutes on fait des départs tous les $\frac{6}{n}$ minutes pendant lesquelles une voiture parcourt $\frac{6}{n} \times 60 = \frac{360}{n}$ mètres. Donc il faudra ⁽¹⁾ des croisements espacés de $\frac{360}{n}$ mètres. On peut les diminuer en faisant partir simultanément α voitures à intervalles de $\frac{6}{n} \alpha$ c'est-à-dire en formant des trains de wagonnets.

Un train de 10 wagonnets contient 2 400 kilogrammes il peut être chargé soit par 10 équipes qui mettent six minutes pour chaque voiture, soit par 3 équipes qui mettent, chacune, vingt minutes pour 3 ou 4 voitures : il faut un conducteur et un cheval, qui fait 60 mètres à la minute. Le train demande dix minutes pour être déchargé par 4 hommes. Sauf pour de grandes distances, c'est le mode le plus coûteux.

Dans certaines exploitations où l'on a des locomotives pour tirer les trains, on utilise ces machines à la rentrée des betteraves, et par hasard à l'alimentation de l'usine aux dépens du silo. Mais ceci n'est pas un cas normal et il n'y a pas lieu de s'en préoccuper ici.

Qu'il suffise de dire qu'une locomotive pour voie de 60 centimètres en acier (rail de 9 kg. 5), de la force de 8 tonnes, dépense environ 3 kilogrammes de briquettes par tonne kilométrique, qu'elle exige deux hommes et qu'elle peut transporter en palier 72 tonnes à la vitesse de 9 kilomètres ou 62 tonnes à celle de 14 kilomètres.

(1) En supposant la vitesse régulière.

Avec une pente de 10 millimètres les poids transportés à ces vitesses sont 17 et 16 tonnes ⁽¹⁾.

Résultats. — En appliquant ces données on trouve :

VÉHICULES	DISTANCES	EN chargement.	EN transport.	TONNES par jour.	PRIX de revient par tonne.
Brouette	30 à 40 m	1	2	6	1,50
»	240 m	1	2	6	4,50
Tombereau à 1 cheval . . .	50 »	2	1	48	0,45
»	150 »	3	2	72	0,50
»	250 »	1	1	24	0,63
»	800 »	3	5	72	0,92
Tombereau à 6 bœufs. . . .	100 »	3	1	72	0,65
»	1000 »	10	7	40	0,70
»	3000 »	2	3	48	1,30
Decauville.	50 »	9	8	216	0,366
»	150 »	1	1	24	0,40
»	250 »	3	5	72	0,49
Train de 10 wagonnets tirés par 1 cheval.	480 »	1	1	72	0,53
		1	3	24	0,63
		3	4	216	0,59

Câble aérien. — Le câble aérien sert à franchir un obstacle infranchissable tel qu'une vallée escarpée. Mais le transport ne peut se faire que si le point de départ est à une altitude supérieure au point d'arrivée.

Le câble est peu employé. Il se compose essentiellement d'une benne suspendue sur un câble par une poulie

(1) A propos de chemin de fer, il est utile de connaître le tarif des transports en chemin de fer.

Par wagon de 5000 kg et par km, sur le Nord, le tarif est progressif de 0,4675 fr jusqu'à 25 km à 0,14075 pour plus de 1000 km.

Il faut ajouter 3,14 fr par wagon et par jour.

Les transports en bateau de 200 tonnes, représentent une location de 15-20 fr par bateau et par jour.

Enfin les locomotives routières peuvent tirer 12 tonnes avec la vitesse de 5 km, la machine vaut 20000 fr environ et use 1 kg de charbon par tonne kilométrique.

Elle s'amortit en cinq ans.

enchappée à l'aide de laquelle elle glisse sur le câble.

On peut classer ainsi les systèmes :

1° Monocâble sans fin, portant des anneaux de distance en distance pour l'attache des bennes. Un câble de rappel permet de ramener en arrière la benne vide.

2° Système à deux câbles. Un câble fait office de rail ; la benne y est suspendue par une poulie à gorge ; elle est déplacée par le deuxième câble, mû lui-même par des treuils, auquel on l'attache.

3° Système à trois câbles. Deux câbles font office de deux rails, le mouvement est donné par le câble tracteur qui est un câble sans fin.

Le système est discontinu, lorsque le mouvement est produit par des treuils, dans ce cas, les mouvements de retour se font sur les mêmes câbles que les mouvements d'aller.

Le système est continu lorsque le mouvement est donné par une poulie, dans ce cas, chaque câble sert à une direction toujours la même.

Dans tous ces systèmes, la vidange de la benne est assurée par l'ouverture d'une trappe inférieure, ouverture

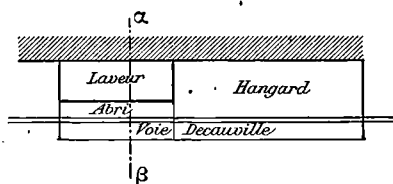


Fig. 18. — Abri pour laveur. Plan.

commandée par une corde mue suivant les cas d'un des points extrêmes.

Dans tous les systèmes de transport, il est bon que le point de décharge des voitures soit abrité. Cela rend moins pénible le travail de nuit. Il est bon de s'alimenter la nuit sous un hangar. Pour réaliser ces desiderata, voici

une bonne disposition (fig. 18 et 19). Les wagonnets dans le jour se déchargent en tête du laveur, sous un abri ou dans le hangar. Mais en général le jour, on

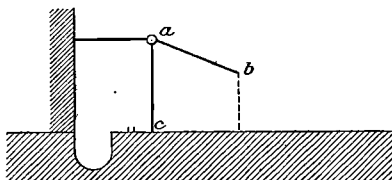


Fig. 19. — Abri de laveur. Coupe transversale α .

s'alimente sur les tombereaux venant décharger, en ab , dans l'abri que l'on ferme la nuit par un auvent, alors qu'on s'alimente sur le hangar avec les wagonnets utilisés en sens inverse.

Toile sans fin. — *La toile sans fin* ne permet pas le transport à grande distance.

Elle est constituée par une toile sans fin tendue sur deux treuils. Elle est soutenue à la partie inférieure du brin supérieur par des galets et tendue à la partie inférieure par un étrier portant un poids. La courroie Joly peut pivoter autour du treuil moteur et prendre toutes les directions de manière à se mettre en rapport avec tous les silos.

Ce système est peu employé.

Transporteur hydraulique. — La solution la plus pratique du transport horizontal est le transport hydraulique.

C'est un canal dont la pente est de 0 m. 008 à 0 m. 01 ⁽¹⁾ par mètre dans lequel circule de l'eau et où l'on jette les betteraves. Les parties courbes présentent une pente de 10 à 12 millimètres par mètre. Deux ou trois hommes

(1) En terre collante on augmente la pente.

suffisent pour envoyer 250 à 300 tonnes de betteraves en vingt-quatre heures.

Il faut compter 8 à 10 litres d'eau par kilogramme de betterave; l'eau tiède est préférable si on en a à sa disposition, ce qui commence le lavage. En distillerie, on pourra prendre, par exemple, l'eau des réfrigérants.

L'eau des transporteurs peut servir perpétuellement. Quand les betteraves sont entrées à l'usine, l'eau est envoyée dans des bassins de décantation, représentant par 100 tonnes de betteraves travaillées par jour, une surface de 2500 mètres carrés sur une profondeur de 1 m. 50.

Cette surface est ordinairement fractionnée en trois parties placées en cascades, séparées par des barrages en terre, mais munies de trop-plein en maçonnerie.

L'eau à la sortie du troisième bassin est employée en irrigations, ou rejetée à la rivière, où reprise par une pompe pour être réemployée, si l'eau n'est pas abondante.

Le canal (fig. 20) a ordinairement la forme d'un trapèze, accolé à un demi-cercle de 0 m. 20 de diamètre.

Étant donnée le peu de largeur de ce canal, il se prête à toutes les sinuosités du terrain. Les plus petites courbures doivent avoir 1 m. 50.

Ce canal part ordinairement des silos déjà décrits, mais il peut par exemple sortir d'un port où l'on décharge les bateaux. Dans ce cas en jetant simplement les betteraves par dessus bord, elles doivent tomber naturellement dans le transporteur.

Le transporteur hydraulique possède des dériviatives commandées par des vannes, de façon à pouvoir envoyer l'eau dans telle ou telle direction.

De plus, quand les betteraves sont en route, si on veut les arrêter, il faut en avant de l'issue une vanne de barrage qui laisse passer l'eau sans les betteraves.

La vitesse des betteraves peut varier de 20 mètres à 40 mètres par minute.

On peut construire les transporteurs hydrauliques.

- 1° en briques cimentées ;
- 2° en béton (6 francs le mètre) ;
- 3° en fonte (4 à 5 millimètres d'épaisseur) ;
- 4° en tôle ;
- 5° en bois (demi-cylindres cerclés en fer ; 8 francs le mètre).

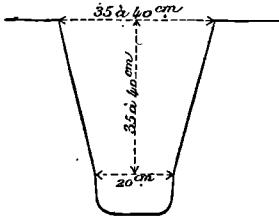


Fig. 20. — Canal d'un transporteur hydraulique.

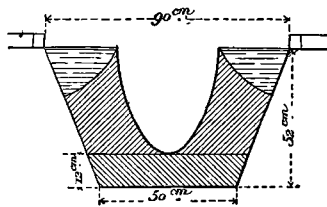


Fig. 21. — Transporteur hydraulique. Schéma.

On peut construire soi-même le transporteur, c'est le cas le plus fréquent (fig. 21).

On creuse un fossé et on en recouvre le fond d'un mélange de chaux éteinte et de mâchefer.

On installe ensuite un gabarit qu'on butte par un mélange de 3 hectolitres de chaux vive, un demi hectolitre de chaux de Tournay, 20 hectolitres de mâchefer moyen.

On achève de combler le vide qui existe autour du gabarit par un mélange de 3 hectolitres de chaux, avec un demi hectolitre de chaux hydraulique et 12 hectolitres de mâchefer fin.

On borde les rives avec des briques de champ.

Sur elles on met des longerons de chêne servant à caler le plancher de bois dont on recouvre le transporteur. Le prix de revient est de 4 francs le mètre. Suivant le nivellement du terrain, il peut arriver que le transpor-

teur soit en remblai. On établit souvent des parties mobiles pour dégager les passages.

Il y a des pertes de sucre au transporteur.

- 1° Les queues brisées en emportent,
- 2° Les betteraves blessées diffusent,
- 3° Les betteraves gelées se meurtrissent dans l'eau tiède.

On perd 0,2 à 0,5 p. 100 du poids de la betterave. La perte dépend d'ailleurs de la betterave, la température de l'eau et de la durée du parcours.

Séparation de l'eau et des betteraves. — A la suite du transporteur hydraulique on cherche le plus souvent à séparer l'eau et les betteraves.

1° Le canal peut déboucher dans une sorte de puits muni d'une tôle perforée. L'eau filtre et va aux bassins de décantation par un aqueduc.

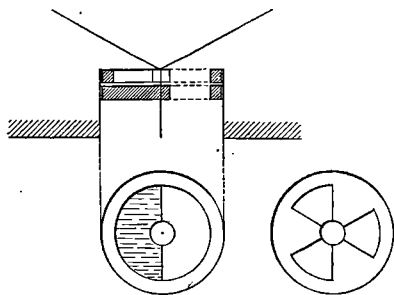


Fig. 22. — Séparateur d'eau et de betteraves.

Les betteraves sont enlevées à la main.

Mais on a construit des appareils automatiques qui font cette séparation.

2° L'eau et les betteraves (fig. 22) arrivent sur une plaque mobile percée de 3 fenêtres symétriquement disposées à 120°; au-dessous de cette première plaque en est une deuxième qui est fixe et divisée en deux parties, l'une constitue un secteur perforé, et l'autre un secteur évidé.

La plaque tournante entraîne les betteraves et l'eau. En passant au-dessus du secteur perforé, l'eau filtre et passe dans l'aqueduc, les betteraves sont entraînées par le mou-

vement, arrivent au-dessus du secteur vide et tombent dans une trémie qui les rassemble.

3° Dans l'appareil Knauer, la plaque fixe est remplacée par un racloir mobile autour du centre.

L'eau va ensuite aux bassins de décantation d'où on peut la reprendre, soit pour l'envoyer au transporteur, soit pour l'évacuer. Pour cela on peut employer :

1° Un élévateur *Théry* sorte de large tuyau enroulé en spirale autour d'un tambour noyé dans l'eau et tournant autour de son axe ; l'eau s'y engouffre, prend un mouvement centrifuge et est rejetée par le bout du tuyau suffisamment relevé ;

2° On peut également employer la roue à godets (la vidange des godets est latérale). Cette roue tourne avec une vitesse périphérique de 0 m. 2 à la seconde. Les rendements obtenus avec ce système sont mauvais.

3° On peut encore employer une pompe centrifuge mais il faut que l'orifice soit au moins de 150 millimètres. Pour T tonnes par jour, au delà de 150, on doit prendre 100 millimètres + $\frac{T}{3}$.

Le rendement est $\frac{1}{2}$.

L'axe doit être aménagé pour être protégé contre le sable (par exemple par un lavage intérieur des paliers à l'eau).

Un trou d'homme de nettoyage est indispensable.

4° On peut employer des pompes à pistons plongeurs pourvu que les pistons soient immédiatement au-dessus des boulets et que ceux-ci aient 10 ou 15 centimètres.

Quelquefois avant d'évacuer l'eau, lorsqu'on ne la réemploie pas, on la fait passer dans un débourbeur dont on parlera plus loin.

Transport vertical des betteraves.

Ils peuvent être faits en descente ou en ascension. Le

premier cas est réalisé par la chute libre, dans des trémies creusées dans le sol (laveur en contrebas par exemple).

Pour les transports verticaux en ascension, on emploie les paniers, la fourche, l'élevateur à palettes, la chaîne à godets, l'hélice et les roues élévatrices. Les paniers, la fourche, ne sont naturellement employés que pour des quantités minimes.

Élevateur à palettes. — Il est constitué (fig. 23) par une courroie sans fin, ordinairement en aloès, en cuir ou en

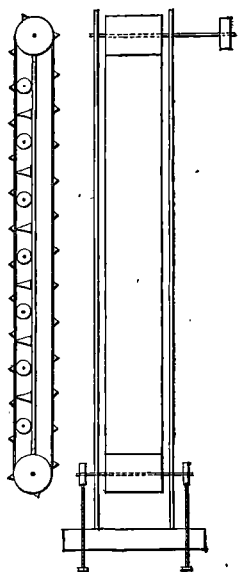


Fig. 23. — Élevateur à palettes.

caoutchouc, qui peut tourner sous l'impulsion d'un treuil moteur ($D = 0,6$) animé d'un mouvement de rotation tel que la courroie parcourt 60 centimètres à la seconde.

La courroie passe enroulée à la partie inférieure autour d'un deuxième treuil, dont les tourillons peuvent être plus ou moins déplacés (fig. 24) de façon à tendre convenablement la courroie. A cet effet, ces tourillons sont portés par des paliers, mobiles dans des glissières sous l'influence de vis de rappel. Pour maintenir la courroie tendue on la soutient par dedans à l'aide d'une planche portant des galets de roulement et entre ceux-ci des

traverses en chicanes. Sur la courroie sont disposées des palettes de bois espacées de 50 centimètres sur lesquelles s'accrochent les betteraves qui sont ainsi élevées et tombent à la partie supérieure dans une tré-

mie. Pour empêcher les chutes latérales pendant l'ascension, la courroie est placée entre deux planches formant avec elle une sorte de rigole ; l'inclinaison du système est 1,2 par mètre.

Lorsque l'on emploie l'eau tiède, le cuir est préférable aux deux autres matières.

Une semblable courroie de 30 centimètres de largeur peut faire un travail de 110 tonnes par jour (à raison de 200 élévations de cinq à six minutes).

La dépense pour 110 tonnes élevées en vingt-quatre heures à une hauteur de 5 mètres serait si le travail était

$$\text{continu de } \frac{110000 \times 5}{24 \times 3600 \times 75} \text{ ch.} = \frac{550000}{24 \times 270000} = \frac{55}{24 \times 27} \text{ ou sensible-}$$

ment 0 ch. 08.

Mais le travail n'est pas continu, il est réparti à peu près sur les deux tiers du temps, cela fait en réalité 0 ch. 12.

Les frottements sont considérables, et l'on doit compter, dans la pratique, sur une dépense de 1 cheval-vapeur.

Chaîne à godets. — Elle est constituée par des godets métalliques attachées à des chaînes sans fin. Ces appareils résistent mieux au sable que l'élevateur à palettes. Ils sont quelquefois à une chaîne, d'autres fois à deux chaînes.

Pour les betteraves, il est préférable d'employer le système à deux chaînes. Les betteraves ont en effet des poids inégaux et des formes dissymétriques. Il en résulte que les godets sont chargés inégalement, si donc la chaîne est unique elle est tirillée, à droite ou

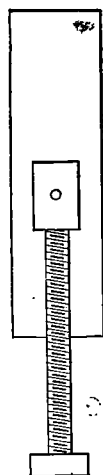


Fig. 24. — Système de tension pour élévateur.

à gauche, suivant l'emplacement du centre de gravité de la charge; elle tend donc à prendre une forme sinueuse, ce qui crée des frottements sur les poulies.

Le système à deux chaînes parallèles est préférable. Les augets (fig. 25) ont 0 m. 32 de largeur. Le système reçoit le mouvement d'une poulie ou de deux poulies à noix. Ces poulies ont 80 centimètres de diamètre et une vitesse telle que la chaîne marche avec une vitesse de 0 m. 60 à la seconde. Ces poulies motrices sont ordinairement en



Fig. 25. — Auget d'élévateur.

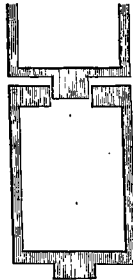


Fig. 26. — Maillons à charnière.



Fig. 27. — Maille à crochet.

haut. En bas une ou deux autres poulies à noix servent à faire la tension. A cet effet, elles sont montées comme le treuil de l'élévateur à palette. Les modèles de chaînes sans fin sont nombreux et nous ne citerons que quelques systèmes particuliers.

Quelquefois, la chaîne est à mailles plates (fig. 26) ayant pour hauteur la hauteur des augets. Ces mailles plates sont reliées entre elles par un mode de liaison à charnières. Pour éviter l'usure du boulon de la charnière, celui-ci est recouvert d'un manchon de bronze, qui s'use seul; on le change lorsqu'il est hors d'usage.

Dans un autre système, les mailles (fig. 27) sont simplement accrochées les unes aux autres par des espèces de griffes.

Enfin, les chaînes peuvent ne pas être continues. Dans

ce cas les augets portent des crochets à l'aide desquels on les rattache à des bouts de chaîne, et les chaînes sont en réalité formées par l'ensemble de ces bouts de chaîne et des augets.

Les chaînes doivent être chargées le moins possible et par conséquent disposées verticalement puisque cela diminue leur longueur.

Il est alors nécessaire de donner aux godets une forme un peu rentrée pour que la betterave ne s'échappe pas. Quand la betterave a dépassé le haut de la chaîne à godets, elle tombe et on la reçoit sur une trémie qui doit être placée à une hauteur telle qu'il y ait au moins deux augets au-dessus d'elle pour que ceux-ci aient le temps de se vider.

Très souvent on a besoin de réparer une chaîne. Pour cela, on la détend et au moyen d'une corde on rapproche les parties qui comprennent la partie à changer.

Puis on détache celle-ci et on la remplace.

Lorsque la réparation est achevée, on remet les choses en l'état primitif.

Hélice. — C'est une vis d'Archimède mobile dans un caniveau incliné. Si l'on verse les betteraves contre le pied de cette vis qui, à cet effet, est placé au fond d'un trou, elles montent le long des spires. Ces vis sont constituées par un axe creux autour duquel sont enroulés une plaque de tôle qui forme les spires, ou des segments de spires qui sont réunis par des boulons.

Ordinairement, la vitesse est de 18 à 20 tours par minute, quand il s'agit de betteraves sèches. On peut atteindre 35 tours pour les pulpes ou les betteraves mélangées d'eau. La vis est placée obliquement formant une pente de 3 à 5 décimètres par mètre. La vis est renfermée dans une sorte de caniveau qui empêche les betteraves de tomber sur les côtés ; de part et d'autre

de la vis, 2 rampes lancent une pluie d'eau qui, formant une sorte de boue avec la terre des betteraves, lubrifie la vis et nettoie les betteraves. Le diamètre de ces vis s'évalue conventionnellement, c'est la largeur de la plaque de tôle développée et dégauchie. Ordinairement, le pas de la vis est égal au diamètre. Les premières spires sont pleines et les suivantes perforées de trous circulaires ayant 9 millimètres de diamètre ou de trous rectangulaires ayant pour dimensions de 6 et 10 millimètres.

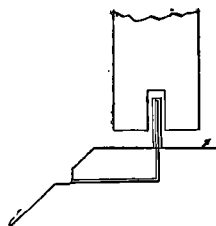


Fig. 28. — Crapaudine d'hélice à betteraves.

Enfin, quelquefois à la partie inférieure se trouvent des bras faisant office d'épierreurs, en ce sens que les pierres non soutenues retombent.

On adopte (fig. 28) un système de crapaudine interne pour éviter l'action du sable.

La crapaudine est pour ainsi dire percée à l'intérieur de l'arbre et reçoit un pivot fixé au bâti de l'appareil. Une disposition permet également de graisser la crapaudine d'une façon automatique.

Le débit d'une hélice travaillant d'une manière continue à la vitesse de 20 tours est par vingt-quatre heures d'environ 4 500 kilogrammes par centimètre de diamètre.

Ainsi, avec

D = 70 centimètres	le débit sera	315 000 k.
D = 80 »	» »	360 000
D = 120 »	» »	540 000

Si la vitesse augmente, le débit augmente. Ainsi D = 60 centimètres et une vitesse de 30 tours donnera 540 000 kilogrammes.

Cette formule a été établie de la manière suivante : en supposant le pas égal au diamètre, une spire a pour longueur $D\sqrt{1 + \pi^2} =$ sensiblement $3D$.

Or, les betteraves ont environ 15 centimètres de largeur, il y a donc sur une spire un nombre de betteraves $= \frac{3D}{15} = \frac{D}{5}$ ce qui fait en poids 0 kg. $16 \times D$.

Pour une vitesse de 20 tours le débit sera de

$$D \times 3,2 \text{ kg.}$$

et dans un travail continu de vingt-quatre heures il sera de $3,2 \text{ kg.} \times D \times 60 \times 24 =$ environ $4\ 500 D$ kg.

Mais, en général, l'hélice ne fonctionne que pendant les deux tiers du temps, car l'on fait 200 opérations en vingt-quatre heures, chaque opération durant environ cinq minutes.

Donc, le débit réel est pour 20 tours de 3 000 kilogrammes environ par centimètre de diamètre.

Arrivons au cas spécial de l'élévation à la suite du transporteur hydraulique.

Si l'eau est séparée des betteraves, on pourra élever celles-ci soit par une chaîne à godets, soit par une hélice. Mais on peut se proposer ou bien de séparer l'eau et les betteraves et élever celles-ci, ou bien d'élever l'eau aussi haut ou moins haut que les betteraves.

1^{er} Cas. Séparation de l'eau et élévation des betteraves. — Ceci peut s'effectuer au moyen d'une roue élévatrice ou d'une hélice.

La *roue élévatrice* est une sorte de roue hydraulique qu'on place perpendiculairement au canal de transport. Elle est installée dans une sorte de puisard perpendiculaire au canal et dont le fond est plus bas que celui du transporteur. Elle est garnie d'aubes intérieures qui, avec le pourtour de la roue, constituent des augets où l'eau et la betterave pénètrent en sortant du transporteur. Pour séparer l'eau de la betterave il suffit d'avoir un appareil à claire-voie. L'eau filtrera et retombera tandis que les betteraves seront élevées.

C'est un appareil employé seulement en grand. Il est très cher, demande beaucoup de place et le sable l'use vite.

L'hélice résout le même problème. Elle est placée dans un plan normal à la direction du transporteur. Son point de départ se trouve dans un puisard en contre-bas de celui-ci. Elle est perforée et il est inutile d'y mettre une rampe d'eau.

2° Cas. **Élévation des betteraves et de l'eau.** — Dans quel cas peut-on avoir besoin d'élever l'eau et les betteraves. Il peut se faire que le laveur soit à l'étage et que le manque d'eau oblige à y employer l'eau du transporteur qui de ce fait doit être élevée. Il peut aussi se faire qu'on veuille profiter de l'élévateur pour redonner de la charge à l'eau.

a) Pour élever l'eau aussi haut que la betterave, on peut employer l'hélice non perforée. La vitesse peut être portée ici à 35 tours.

b) Pour une élévation partielle, on prend encore une roue élévatrice dite roue mixte. L'aube et le pourtour sont pleins.

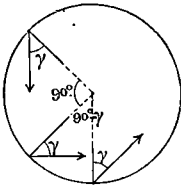


Fig. 29. — Roue élévatrice mixte (1).

Suivant l'inclinaison de l'aube, il est facile de voir que l'eau s'écoulera à une hauteur plus ou moins grande.

Soit γ (fig. 29) l'angle avec la verticale de la paroi de l'aube fixée au point le plus bas de la roue.

A un certain moment la paroi de l'aube va être horizontale et cela après une rotation de $90 + \gamma$. Si le mouvement de rotation continue l'eau tombe, tandis qu'il faut une rotation nouvelle de 90° pour que les betteraves tombent à leur tour.

(1) Dans cette figure, il faut supposer le rayon faisant un angle $90 - \gamma$ avec la verticale, prolongé en haut jusqu'au cercle.

En supposant une rotation de $90 + \gamma$, l'eau aura été élevée et déversée à une hauteur de :

$$R + R \sin \gamma = R (1 + \sin \gamma)$$

tandis que les betteraves pourront être élevées à une hauteur

$$R + R \cos \gamma$$

Transport oblique.

Si l'on a à faire un transport oblique, on combine les deux modes de transports horizontaux et verticaux.

Laveurs à betteraves.

En distillerie, le lavage n'a pas tout à fait le même but qu'en sucrerie. En distillerie, on se propose d'enlever la terre et les pierres. En sucrerie, on cherche à enlever la terre, les pierres, le chevelu et à sécher les betteraves.

Un laveur quel qu'il soit est un appareil qui donne aux betteraves un mouvement de translation en sens inverse du courant d'eau, qui les force à faire une série de plonges en se frottant les unes contre les autres.

La longueur d'un laveur doit être au moins de 3 mètres.

Si un laveur est trop petit, une partie des betteraves ne plonge pas suffisamment. S'il est trop grand les betteraves se trouvent trop espacées et ne frottent pas assez les unes contre les autres. Or, ce frottement contribue pour une large part au lavage.

On donne souvent une formule empirique de la longueur d'un laveur.

Le mieux est de déterminer cette longueur en partant des données suivantes :

1° Le diamètre est 0 m. 9 — 1 mètre (nous prendrons 1 mètre),

2° Le mètre cube de betteraves pèse 500-600 kilo-

grammes, suivant l'état de propreté; mais dans le laveur il ne pèse que 500 kilogrammes, car les betteraves sont moins serrées.

3° Une betterave doit rester, dans la partie utile du laveur, six minutes.

Soit T le poids en tonnes de la betterave, à travailler par jour.

L la longueur du laveur.

Le laveur contient, abstraction faite de la place de l'arbre, un volume $\frac{\pi D^2}{8} \times L$, en le supposant demi-cylindrique.

En admettant le diamètre de 1 mètre, nous introduirons le nombre 0,9 dans la formule, pour compenser le volume de l'arbre.

Donc, le laveur contient $\frac{\pi \times 0 \text{ m. } 81}{8}$ L mètres cubes de betteraves, du poids de $\frac{\pi \times 0 \text{ m. } 81}{16}$ L tonnes ou sensiblement $\pi \times 0,05$ L tonnes.

Or, si T est la quantité de betteraves travaillées par jour, le laveur doit pouvoir laver 1,5 T, car il ne travaille pas d'une manière continue, ce qui fait pour six minutes

$$\frac{1,5}{240} T,$$

ce qui doit être égal à

$$\pi \times 0,05 L,$$

donc,

$$L = T \times \frac{1,5}{\pi \times 12},$$

$$L = \text{sensiblement } \frac{T}{25}.$$

Mais il faut augmenter cette longueur d'une constante

représentant l'espace où arrive et celui où sort la betterave, soit par exemple 1 m. 20.

Donc, la longueur sera $1 \text{ m. } 20 + T \times 0,04$.

Exemple :

pour 20 tonnes la longueur sera	2 m.
» 100 » 	5 m. 25
» 200 » 	9 m. 25

En sucrerie, on ajoute souvent au premier laveur, dit débourbeur, un deuxième, puis quelquefois un troisième, dits rinceurs. Ils sont ordinairement placés plus haut que le premier. On élève les betteraves de l'un à l'autre par une hélice qui casse le chevelu.

Lorsqu'on met plusieurs laveurs à la suite, on donne un plus grand débit au deuxième qu'au premier, pour éviter l'engorgement; ce qui permet d'ailleurs de diminuer la longueur totale.

En distillerie, on met rarement deux laveurs, et, dans ce cas, il est inutile d'interposer une hélice.

Dans le cas de deux laveurs, le premier peut recevoir les eaux du transporteur hydraulique lui-même.

Il existe deux sortes de laveurs : 1^o laveurs à tambour; 2^o laveurs à auge.

a) *Type à tambour.*

Un tambour perforé, horizontal, tournant dans une auge remplie d'eau jusqu'à un niveau dépassant l'axe du tambour de 15 centimètres environ, reçoit par une extrémité et à l'intérieur des betteraves. L'eau circule en sens contraire. Sous l'influence de chicanes disposées à l'intérieur, sur la paroi du tambour, les betteraves prennent un mouvement hélicoïdal et arrivent à l'autre extrémité du tambour, d'où elles se déversent sur une trémie. D'autre part, les betteraves peuvent faire des plongeons dans l'eau, car le tambour n'est pas complètement noyé. Ce système a

l'inconvénient que tout le poids des betteraves porte sur l'axe du tambour ; il nécessite donc une grande force. Il a l'avantage que la terre, séparée des betteraves en traversant la tôle perforée, ne peut plus être entraînée par l'eau avec les betteraves.

b) *Type à auge.*

Dans une auge (fig. 30) à fond incliné de 5 millimètres par mètre, l'eau arrive par le côté le moins profond pour sortir par l'autre extrémité ; elle arrive par en haut.

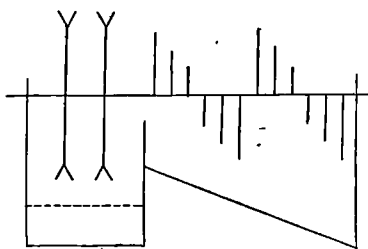


Fig. 30. — Laveur-épiérreur.

Dans cette auge, se trouve un arbre creux de diamètre $D = 65$ millimètres, placé sous le niveau de l'eau, mais à une assez faible distance de celui-ci.

Cet arbre porte des bras disposés en hélice autour de l'arbre. Ces bras, écartés les uns des autres de 33 centimètres et ayant pour longueur le rayon du laveur diminué de 1 centimètre, sont souvent en bois et montés

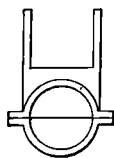


Fig. 31. — Alvéole à collier.
Coupe.

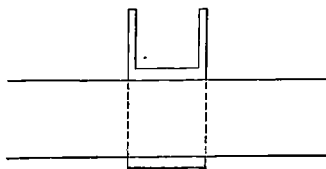


Fig. 32. — Arbre de laveur. Alvéole à collier.

de différentes manières. Par exemple à l'aide d'alvéoles fixés sur l'arbre à l'aide de colliers (fig. 31 et 32) ou venus de fonte avec l'arbre lui-même (fig. 33) ou avec un man-

chon qui le recouvre. D'autres fois (fig. 34) les bras sont en fer plat de 20 millimètres d'épaisseur et fixés par serrage d'un anneau formant collier autour de l'arbre.

L'hélice ainsi formée a un pas de 1 m. 50. L'arbre tourne sur des paliers ordinairement en bois de pommier. L'usure est, en effet, très grande et on doit remplacer les paliers à chaque campagne.

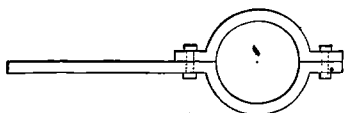


Fig. 34. — Bras de laveur formant collier.

Quelquefois, au lieu de paliers en bois, on a (fig. 35) des presses étoupes garnies d'un manchon en bois ; d'autres fois, on a un frottement à billes avec jet d'eau pour expulser les graviers.

La vitesse de l'arbre est de 15 à 20 tours par minute.

L'eau doit avoir une vitesse telle que, si on verse 1 000 betteraves dans le laveur, il en soit sorti 650 au bout de quatre minutes. On compte 1 500 litres d'eau par tonne de betteraves.

(On emploie en général l'eau des réfrigérants).

L'eau sort par un siphon qui maintient le niveau constant. Pour l'évacuation des boues, il y a, à la partie la plus basse, un trou d'homme ou une vanne à levier

articulé, ce qui permet de la relever facilement. Cette vanne est d'ailleurs serrée sur l'ouverture du laveur par un étrier à vis.

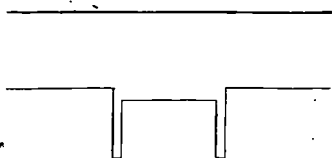


Fig. 33. — Arbre de laveur à alvéoles venus de fonte.

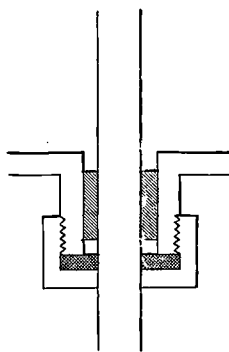


Fig. 35. — Presse-étoupe de laveur.

On compte, comme force nécessaire pour faire marcher un laveur, une constante de 2 à 2 ch. 5, plus un demi-cheval par unité de longueur utile (pour 25 tonnes).

Exemple :

Laveur de 2 m. pour 20 tonnes : force : $2,5 + 0,5 \times 0,8 = 2$ ch. 90 ;

Laveur de 5 m. 25, pour 100 tonnes : force : $2,5 + 0,5 \times 4,8 = 4$ ch. 50.

Modifications apportées aux laveurs.

On a partagé le laveur en plusieurs compartiments. Cela rend le nettoyage plus méthodique, en mettant l'eau la plus sale en contact avec les betteraves les plus sales.

On a introduit un faux fond perforé qui sépare plus vite la terre et l'empêche de remonter par les remous.

Souvent, dans le fond, une bonde (30 millimètres), reliée à l'arbre par une bielle et un excentrique, se soulève et s'abaisse, ouvre et ferme alternativement le trou de vidange des boues du laveur, et produit ainsi une chasse de ces boues.

Mais, à chaque rotation de l'arbre, la bonde s'ouvre et se ferme nécessairement. Cela présente des inconvénients.

1° La chasse est constante, quelle que soit la vitesse de l'eau ;

2° Le réglage est difficile ;

3° Si on arrête le laveur, la bonde en l'air, le laveur se vide.

Épierreurs.

Il est bon de faire suivre le laveur d'un épierreur ou même de deux.

Les épierreurs sont formés d'une bêche cylindrique à fond plus bas que celui du laveur proprement dit et

dans laquelle est un prolongement de l'arbre du laveur portant des bras, ne s'approchant pas du fond autant que ceux du laveur proprement dit.

Ceux-ci sont parallèles deux à deux et assez rapprochés pour que les betteraves soient suspendues entre eux; les séries successives de bras sont à 90 degrés l'une de l'autre; ils secouent ainsi plus vivement les betteraves que les bras en hélice; quelquefois, les deux bras parallèles sont remplacés par un seul en forme de fourche. Sous l'influence de l'agitation, les pierres tombent sur le fond plus bas que celui du laveur; elles ne peuvent plus être entraînées avec les betteraves, parce que les bras ne s'approchent pas autant du fond que dans le laveur. Les betteraves, prises par les bras, sont jetées latéralement, et, si en un point la paroi de la bache est plus basse, elles sont projetées au dehors et tombent sur une trémie ordinairement à claire-voie, d'où elles vont à un hélice, ou à un élévateur à palette, ou à une trémie. L'eau propre passe d'abord à l'épierreur et se rend ensuite au laveur.

Les eaux des laveurs doivent être évacuées. Si le laveur est à l'étage, on les laisse écouler directement dans les bassins de décantation ⁽¹⁾; si non, on les reçoit dans un puits et on les élimine par un des appareils signalés pour les eaux du transporteur.

Au sortir du laveur, on ne met pas de table à secousse comme en sucrerie (car on n'a pas intérêt à sécher les betteraves).

Si le laveur est au rez-de-chaussée, la betterave est prise par une hélice, ou un élévateur à palettes ou une chaîne à godets, ou une combinaison de ces appareils, et va à une trémie d'attente.

(1) A cause de l'évaporation, les bassins n'ont pas besoin d'avoir le volume total de l'eau. Avec 1,50 m de profondeur, il suffit de pouvoir loger un peu plus de la moitié de l'eau.

Si le laveur est à l'étage, la betterave tombe directement sur la trémie d'attente. Tous ces appareils doivent être en dehors des salles de travail. La trémie d'attente suit les appareils élévateurs ou les laveurs, suivant le cas. Elle aboutit à une vanne (fig. 36) qui s'ouvre en soulevant un contre-poids A, sous l'influence du poids plus faible B.

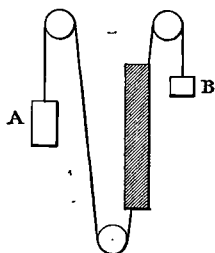


Fig. 36. — Vanne d'arrêt de la trémie d'alimentateur d'une bascule.

Celle-ci n'a pas besoin d'être du type Régie imposé à la sucrerie.

C'est-à-dire qu'elle n'est pas astreinte à avoir :

1° Un couvercle fermé lorsque le déversoir est ouvert et qui peut s'ouvrir, le déversoir étant fermé, lorsqu'on ouvre la vanne de remplissage ;

2° Un double compteur.

Il est bon que les embrayages du laveur, de la chaîne d'élévation, du contre-poids de la vanne de la trémie d'attente, du contre-poids de la vanne remplissant la bascule, du levier de déversoir, des appareils de découpage, soient réunis l'un près de l'autre, et manœuvrés par le même poste.

Extraction du jus de betteraves.

Disons, pour être complet, que, vers 1856, Schœttler a essayé d'extraire le jus de betterave par turbinage, mais ce procédé n'a pas été adopté.

Nous sommes en présence actuellement de trois procédés :

La macération ;

Les presses;
La diffusion.

Malgré l'ordre chronologique, je commencerai par les presses, pour réunir la macération à la diffusion.

Du rôle de l'acide sulfurique.

Avant d'exposer le détail de chacun de ces procédés, il faut faire une remarque importante, à savoir qu'on ajoute toujours de l'acide sulfurique ⁽¹⁾ à la betterave ou au moût, mais mieux à la betterave.

La quantité employée doit être telle que la terre et l'alcalinité propre de la betterave soient neutralisées et

(1) Puisque nous parlons pour la première fois d'acides, disons les qualités commerciales employées :

Acide sulfurique :

L'acide des chambres marque 53°;

Concentré au plomb, 62°;

Concentré au platine ou par un procédé analogue, il est dit à 66°, et marque 65°5 (94 p. 100 d'acide);

Qualité extra-courante 66° (98 p. 100 d'acide);

Pur, dit à 67° (98,75 p. 100 d'acide).

Se vend en touries de 55-60 litres, posées en paniers goudronnés et fermées par des bouchons de grès glaisés et coiffés d'une toile ou soufrés pour les variétés concentrées.

En Angleterre les touries sont enfermées dans des caisses de bois cerclées, ce qui permet l'engerbement.

Par chemin de fer, pour le 52°, on emploie des réservoirs de fer goudronné ou en plomb (en cuivre, Allemagne et Angleterre).

Lorsque l'acide est à déplacer, on préfère le 60° à cause de la lourdeur des emballages. Cependant le 52° voyage bien en wagons citernes.

Acide chlorhydrique :

Commercial n'est pas à 22° B., mais à 19°, se vend par touries de 75-76 kg.

Ne peut, en dehors de cela, que voyager en tonneaux vernis par un mélange posé et lissé à chaud, de résine, d'essence de térébenthine, et de gutta-percha.

L'acide fluorhydrique se vend en vase de plomb, la variété commerciale est à 85 p. 100.

qu'il reste assez d'acide libre pour produire dans le jus une fois dilué une acidité convenant à la levure (ordinairement 2 gr. 5 par litre).

Cet acide commence l'inversion du sucre en glucose et lévulose, en favorise la diffusion ainsi que celle des matières albuminoïdes. Il protège le jus contre les mauvaises fermentations.

Méthode des presses continues.

Cette méthode comprend deux opérations :

1° Le *rapage* pour faire la pulpe qui, additionnée d'eau, constitue le pressin ;

Et 2° la *pression du pressin*.

Il en résulte l'usage de deux sortes d'appareils, les râpes et les presses, réunies par des pompes.

Râpes. — 1° *La râpe doit produire une pulpe assez fine pour que toutes les cellules soient sciées.* Il ne faut donc pas que la râpe donne des semelles ou des lamelles. Cela provient de lames dont certaines dents sont mal affûtées ou de lames à dents trop écartées : il ne faut pas une pulpe granuleuse, qui s'épuise mal et provient le plus souvent de lames trop neuves, lesquelles, trop épaisses, font un excès de pression. Il ne faut pas non plus que la pulpe soit trop fine (lames usées) : il se produit alors, par suite de la force centrifuge, une émulsion, et la circulation dans les tuyaux devient difficile.

Il faut donc employer des lames de scies bien affûtées et de bonnes dimensions ou encore des lames ondulées donnant un ruban mince.

Il faut, en outre, que la poussée des betteraves contre les scies de l'appareil soit en rapport avec la vitesse de rotation de ces appareils. Si le tambour marche lentement et que la poussée soit forte, il y a écrasement de la

betterave et l'on obtient des semelles; si le tambour tourne vite et que la poussée soit faible, on obtient une pulpe très fine; il y a usure de la betterave sur la râpe.

2° *Le râpage nécessite de l'eau.* La betterave contient de 94 à 95 p. 100 d'eau, mais il faut en ajouter pour empêcher l'émulsion qui tend à se produire sous l'action de la force centrifuge.

Cette eau est versée ou sur la râpe elle-même, ou à la sortie immédiate de la râpe.

L'eau employée est ordinairement remplacée par du jus de deuxième pression (ou de troisième pression s'il y en a) ou quelquefois par de la vinasse.

On ajoute à ce liquide de l'acide; si c'est de l'eau qui coule sur la râpe, une partie de l'acide est mise dans cette eau, le reste est ajouté à la sortie. Dans les autres cas, la totalité est ajoutée à la sortie.

Râpes.

Les râpes sont toujours constituées par un tambour garni de lames de scies (40 à 45 dents au centimètre) sur lesquelles les betteraves sont pressées.

Il y a deux sortes de râpes : 1° celles où les lames sont externes (ce sont les plus puissantes);

2° celles où les lames sont internes : elles ont l'avantage de ne pas laisser passer de semelles.

Quelquefois par raison d'économie, on a des lames doubles. On peut alors les retourner.

Avec les lames extérieures, le tambour est mobile (râpes à poussoir).

Avec les lames intérieures les betteraves sont mobiles (râpes centrifuges).

La vitesse de rotation du système atteint 700 à 900 tours à la minute.

Ordinairement le mouvement est donné par deux pou-

lies situées aux deux extrémités des axes afin de ne pas tordre les arbres.

I. **Râpes à lames externes.** — Avec une vitesse de 700 tours, on travaille environ 35 000 kilogrammes de betteraves par mètre carré de surface de râpe.

Avec une vitesse de 900 tours, on peut travailler 45 000 kilogrammes.

Râpe à sabots. — La râpe de ce type, la plus employée, est la *râpe à sabots* constituée par des sabots appuyant la betterave sur un tambour rotatif.

Le tambour mobile du haut vers le bas pour empêcher la projection de la pulpe vers le haut est constitué ainsi :

Un arbre creux horizontal monté sur un bâti solide : il reçoit le mouvement de rotation de deux poulies placées à ses extrémités.

De disques perpendiculaires à l'arbre. Il y en a un à chaque extrémité ; il y en a d'intermédiaires espacés de 0 m. 32.

Ces disques sont ou pleins ou en couronnes ; dans ce cas le diamètre extérieur est de 0 m. 65 et le diamètre intérieur de 0 m. 60. Sur la face interne des disques extrêmes et sur les deux faces des disques intermédiaires se trouvent des rainures circulaires.

Dans les rainures on pose des liteaux de bois parallèles à l'axe du tambour.

Entre ces liteaux on pince les lames de scies.

Quelquefois celles-ci sont appuyées dans les rainures ; d'autres fois elles sont trop courtes et seulement pincées entre les liteaux, et dans ce cas, pendant le montage, il faut les soutenir par un gabarit.

Le montage s'effectue ordinairement en intercalant successivement un liteau et une scie ; d'autres fois on met deux liteaux pour une lame. Si les scies appuient dans les rainures, il n'y a qu'à les poser. Si non, on in-

troduit à l'intérieur du tambour un gabarit en bois et on appuie les lames sur lui.

Le serrage des lames est obtenu de la façon suivante : les disques portent quatre trous circulaires percés à des distances angulaires de 90° . Par les trous de deux disques consécutifs, placés sur une même génératrice du tambour, on enfonce à la rencontre l'une de l'autre deux clavettes en fer formant coins ; plus ces clavettes sont poussées, plus le serrage est fort.

Poussoirs. — La betterave descendant d'une trémie est prise entre le tambour et un des poussoirs. Celui-ci est poussé en avant, puis après râpage de la betterave, ramené brusquement en arrière.

Le poussoir à sabot est constitué de la façon suivante : La face supérieure sert à empêcher les betteraves de tomber de la trémie quand une betterave se râpe. La face antérieure produit la pression. Cette face est oblique et souvent légèrement cylindrique (génératrices horizontales). Les faces latérales servent de guides au mouvement (systèmes de glissières dans les frettes du bâti). Le plan inférieur du sabot, doit être placé de façon que le plan horizontal passant par le milieu du sabot soit légèrement au-dessus du centre du tambour. Cette disposition sert à compenser l'effet d'entraînement de la betterave par le tambour.

Mouvement du sabot. — Le sabot est rattaché par une bielle à un levier coudé, à contrepoids, manœuvré par une came excentrique. Le contrepoids ramène brusquement le rabot en arrière de 0 m. 35, longueur de la betterave, lorsque celle-ci est complètement râpée. Une nouvelle betterave s'engage alors entre le sabot, et le cylindre ; la came ramène alors progressivement le sabot en avant (8 fois par minute, par exemple).

Remarques. — I. — Il faut que la durée du mouvement en avant soit le temps nécessaire au débit d'une betterave ;

II. — L'excentrique est calculé pour que le sabot soit animé :

1° Du mouvement nécessaire pour produire une pression constante de la betterave contre la râpe. Le mouvement doit donc être uniformément accéléré. L'équation d'un pareil mouvement sera de la forme

$$e = c + c' t + \frac{c'' t^2}{2}$$

2° Du mouvement nécessaire pour compenser l'usure de la betterave. Or l'usure est proportionnelle au temps. L'équation de ce second mouvement sera donc

$$e = Kt$$

Le mouvement résultant de la combinaison des deux mouvements sera encore un mouvement uniformément accéléré.

Nombre de sabots. — Ordinairement il y a deux sabots, (fig. 37) quelquefois trois ou quatre ; les cames sont calées de manière à rendre les mouvements complémentaires.

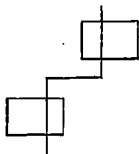


Fig. 37. — Mouvement de vilbrequin déplaçant les cames de la râpe à 2 sabots.

Sous le sabot se trouve une plaque arrêtoir qui a pour but d'arrêter les semelles qui pourraient tomber. C'est une plaque glissant au-dessous des sabots et réglable par des vis de rappel.

Autour du tambour est une enveloppe qui empêche les projections. A la partie supérieure arrive un mince filet d'eau sur la râpe.

Au-dessous de celle-ci se trouve une trémie avec l'arrivée d'acide complémentaire.

Une râpe à deux sabots ayant 60 centimètres de diamètre, avec une vitesse de 800 tours, peut râper en vingt-quatre heures 50 tonnes de betteraves.

La force nécessaire est 4 chevaux.

Si le râpage se fait mal, il peut dans ce système passer

des semelles. C'est pourquoi on a préconisé les lames internes.

II. Râpes à lames internes. — Le type est la râpe *Champonnois*. C'est un tambour à l'intérieur duquel tourne rapidement une palette qui donne aux betteraves, amenées par une trémie, un mouvement centrifuge très rapide, les projette sur la surface du tambour, où elles se réduisent en pulpe qui seule traverse la surface.

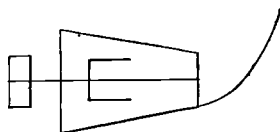


Fig. 38. — Râpe Champonnois.

Tambour. — Le tambour (fig. 38) est fixe et possède une forme légèrement tronconique. Il est monté comme le précédent, mais sa surface doit rester à clairevoüe, pour laisser se produire le tamisage de la pulpe ; à cet effet les liteaux, au lieu d'être des règles plates, portent d'un côté deux petits

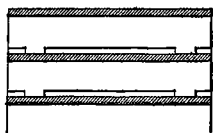


Fig. 39. — Lames de scie et liteaux d'une râpe Champonnois.

talons de 1 mm, 5 à 2 millimètres de hauteur. En plaçant la lame de scie entre deux liteaux on produit une lumière qui permet à la pulpe de tamiser. Le montage est fait comme celui des tambours mobiles : comme les lames ne sont jamais appuyées sur les rainures, il faut un gabarit.

L'enveloppe est formée de deux morceaux de tôle suspendus à un pivot placé sur une entretoise réunissant les deux couronnes de la carcasse.

Cette enveloppe entoure l'appareil autour de la périphérie et de la grande base ; la petite base est reliée par des crampons à une trémie qui amène les betteraves.

L'enveloppe présente une fente d'écoulement à la partie inférieure avec arrivée de l'acide complémentaire.

Mouvement de la betterave ; palette. — Le mouvement de la betterave est donné à l'intérieur par une palette en forme de U (fig. 40), mobile en deux sens, et pouvant faire 800 tours à la minute.

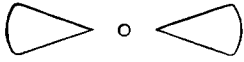


Fig. 40. — Palette de râpe Champonnois.

La section de la palette présente la forme de deux secteurs de cercle qui en rencontrant les betteraves, les découpent en gros morceaux esquels sont projetés sur la râpe en plusieurs points, ce qui permet l'action de la surface totale de la râpe.

Autrefois ces palettes étaient creusées d'un canal par lequel arrivait le courant d'eau acidulée ou le jus faible en tenant lieu. Aujourd'hui l'eau ou le jus faible arrivent du fond de la trémie avec la betterave.

Cet appareil arrête les semelles qui ne peuvent passer à travers les lumières ; mais il présente l'inconvénient de se boucher par les cristaux d'oxalate de potasse qui se trouvent dans la betterave. On les fait dissoudre en les réchauffant à l'aide d'une pelle chaude introduite dans le tambour (la palette préalablement arrêtée).

On doit changer le sens du mouvement toutes les douze heures le premier jour et toutes les six heures le deuxième jour.

On doit retourner les couteaux toutes les vingt-quatre heures, et les changer toutes les quarante-huit heures.

Le changement de sens du mouvement s'explique par la forme que prennent les dents.

La figure 41 a montre l'usure des dents lorsque l'on alterne le sens du mouvement.

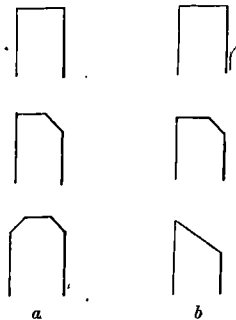


Fig. 41. — Usure des dents de scie d'une râpe.

a. Usure lorsque le mouvement change de sens.

b. Lorsque le mouvement ne change pas de sens.

La betterave rencontre toujours des angles situés presque à la même distance de l'arbre du tambour ; il en résulte que la pulpe est régulière.

La figure 41 *b* montre l'usure des dents lorsque l'on n'alterne pas. On voit que la betterave est rencontrée par des angles qui sont à des distances différentes de l'axe, de sorte qu'il y a arrachement.

Une râpe de 45 centimètres de diamètre, peut travailler 80 à 100 tonnes par jour avec une dépense de 8 à 10 chevaux.

Bac de râpe. Malaxeur.

Le pressin reçoit à la sortie de la râpe, le complément d'eau acidulée, puis il se rend dans un *malaxeur* ou *bac de râpe* où la pulpe se mélange avec de l'eau ajoutée après coup et où des pompes la puisent.

Ces bacs de râpes sont des citernes de 1 mètre cube munies d'un agitateur à ailettes ; il y a un faux fond perforé en bronze, qui empêche les lames de scies tombées de passer dans les pompes.

Le plus souvent, le pressin avant d'arriver aux pompes, passe dans un organe spécial, dit *malaxeur-extracteur*, qui l'essore légèrement. D'où il résulte qu'on peut faire plus de travail avec les presses, et l'on profite de cette faculté pour renvoyer sur les râpes la totalité moins grande du jus de deuxième pression, ce qui l'enrichit dans sa totalité ; tandis qu'autrement on est obligé de mettre directement en fermentation l'excédent non enrichi.

Malaxeurs-extracteurs.

Malaxeur-extracteur Dujardin (fig. 42). — C'est un appareil cylindrique, muni d'un arbre à ailettes faisant 10 à 15 tours. Le pressin arrive par le haut, et sort par l'ouverture percée dans le fond.

De là, il passe dans une chambre fermée par une surface filtrante; le jus sort en dessous, va au dépulpeur et à la fermentation.



Fig. 42. — Extracteur-macérateur.

Quant à la pulpe arrêtée par le filtre, elle sort sur le côté.

Pour nettoyer l'appareil : 1° on ferme le trou de communication de la partie supérieure et de la chambre de filtration par un tiroir et on ouvre une sortie directe du pressin ; 2° on ouvre un trou d'homme, percé dans la chambre filtrante.

Une modification de *Dujardin-Cuvellier* (fig. 43) constitue un appareil offrant deux surfaces filtrantes et parallèles, enfermées dans une enveloppe en forme de coquille.

Entre elles un disque de bronze à ailettes courbes tourne et rassemble au centre la pulpe déposée sur les surfaces filtrantes.

Le pressin arrive entre les deux surfaces, le jus filtré sort par la partie supérieure des coquilles.

La pulpe renvoyée par les ailettes vers le centre, sort par deux tuyaux centraux qui se rejoignent en un seul ; de là, elle se rend à un malaxeur où l'on peut injecter soit de l'eau chaude, soit du jus n° 2.

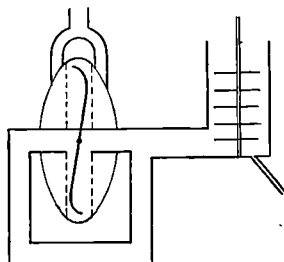


Fig. 43. — Macérateur-extracteur.

Pompes.

1° On peut employer des pompes à simple ou à double effet, à pistons plongeurs, en bronze ou en ébonite, et à boulets.

2° La pompe *Champonnois* n'a qu'une particularité. Sur la culotte de refoulement, se trouve un clapet de sûreté. Les presses doivent en effet fonctionner sous une pression déterminée. L'excès de liquide est renvoyé par une dérivation au bac de râpe.

3° La pompe *Dujardin* est une pompe du même genre que la précédente. Elle offre cependant des particularités.

Elle présente (fig. 44) une chambre de tamisage sur la culotte de refoulement. Cette chambre est terminée à sa partie supérieure par un dôme demi-cylindrique perforé, en dessous duquel se meut un moulinet frottant sur sa surface. Ce moulinet

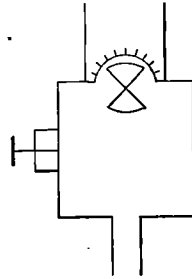


Fig. 44. — Pompe Dujardin. Chambre à tamiser.

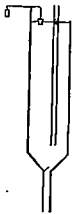


Fig. 45. — Chambre à air comprimé de la pompe Dujardin.

est rainé et produit ainsi un cisaillement de la pulpe, dont le passage à travers le tamis est de ce fait favorisé. La partie qui ne passe pas est évacuée par un trou d'homme.

Pour établir le régime de pression, il y a une chambre à air (fig. 45). C'est un cylindre fermé en bas par un clapet, possédant un tube de refoulement plongeant jusqu'au fond, et une soupape de sûreté. Si la pression est trop grande, l'air de la chambre se comprime, la soupape à air s'ouvre, ce qui rétablit la pression du débit. D'autre part, le clapet se ferme, arrêtant ainsi l'arrivée du pressin.

Presses.

Nécessité de plusieurs pressions. — Les presses continues sont les seules employées ; il y a nécessité de faire plusieurs pressions. Prenons un exemple :

Une première pression faite sur 100 kilogrammes de betteraves, plus 45 kilogrammes d'eau, a donné 120 kilogrammes de jus J_1 et 25 kilogrammes de pulpe P_1 , formée de 5 kilogrammes des matières sèches de la betterave, et de 20 kilogrammes de jus J_1 .

Donc il y a perte de 20 kilogrammes de jus J_1 sur $120 + 20 = 140$ kilogrammes.

On a par suite une perte de $\frac{20}{140} = 0,144$ du sucre total.

Prenons cette pulpe, ajoutons encore 45 kilogrammes d'eau : $25 + 45 = 70$ kilogrammes. On presse une deuxième fois, on a 45 kilogrammes de jus J_2 et 25 kilogrammes de pulpe P_2 , formée des 5 kilogrammes de matières sèches de la betterave, et de 20 kilogrammes de jus J_2 .

On perd donc $\frac{20}{65} = 0,3$ de ce qui était dans le jus n° 2, c'est-à-dire $\frac{20}{65} \times 0,144$ du jus primitif, ou environ 4,5 p. 100 du sucre total.

Si la betterave est à 10 p. 100 de sucre,

La première pression cause une perte de 1,44 du poids de la betterave

Et la deuxième pression une perte de 0,45 du poids de la betterave.

Avec une troisième pression, on ramènerait la perte à $\frac{20}{65}$ de 4,5, soit environ 1,35 p. 100 du sucre total.

Remarque. — Ces calculs sont théoriques et supposent que la pulpe retient la même qualité de jus que celui qui filtre, ce qui n'est pas exact tout à fait.

Mais en troisième pression ainsi appliquée, on arrive à

mettre 45 litres d'eau de plus dans le moût. Pour ne pas trop diluer, on applique la méthode avec moins de liquide, par exemple avec 30 litres d'eau au lieu de 45.

La première pression de 100 kilogrammes de betteraves avec 30 litres d'eau donne 105 kilogrammes de jus J_1 et 25 kilogrammes de pulpe P_1 , formée de 5 kilogrammes de matières sèches et de 20 kilogrammes de J_1 .

La perte est donc des $\frac{20}{125} = 16$ p. 100 du jus primitif.

La deuxième pression de 25 kilogrammes de P_1 et de 30 litres d'eau donne 20 kilogrammes de J_2 et 25 kilogrammes de P_2 , comprenant 5 kilogrammes de matières sèches, et 20 kilogrammes de J_2 .

La perte est de $\frac{20}{50} = 0,4$ de 16 p. 100 = 6,4 p. 100.

La troisième pression de 25 kilogrammes de P_2 et de 30 litres d'eau donne 30 kilogrammes de J_3 et 25 kilogrammes de P_3 , comprenant 5 kilogrammes de matières sèches, plus 20 kilogrammes de J_3 .

La perte est de $0,4$ de $6,4 = 2,56$ p. 100 du sucre primitif. La pulpe de première pression est envoyée à un *délayeur*. Ce délayeur se compose d'une grande bache demi-cylindrique de 6 ou 7 mètres de long, et de 70 centimètres de diamètre. A l'intérieur se trouve un arbre où sont fixées des ailettes hélicoïdales en bronze, de 15 à 20 centimètres; ces ailettes sont venues de fonte, deux par deux, et reliées par un manchon, également venu de fonte, que l'on enfile sur l'arbre.

Dans cette bache, on envoie à une extrémité la pulpe du pressin n° 1, l'eau qu'on doit mélanger ou plutôt de l'eau froide et de l'eau chaude, et souvent des vinasses. On amène le mélange à 50° à peu près. Le malaxage se fait pendant le parcours, le pressin tombe à la sortie dans

une bêche où la pompe de deuxième pression s'alimente.

Le pressin va à la presse n° 2.

S'il n'y a pas trois pressions, la pulpe n° 2 est évacuée, le jus n° 2 va en partie à la râpe ; le reste est additionné du supplément d'acide et va à la fermentation ; lorsqu'il y a un malaxeur extracteur, le jus n° 2 va tout entier à la râpe.

S'il y a trois pressions, la pulpe n° 2 est délayée à nouveau ; comme elle est chaude, on peut l'amener à 80°. Le jus n° 2 va à la fermentation, le pressin est envoyé à la presse n° 3 ; la pulpe n° 3, le jus n° 3, sont traités comme plus haut (n° 2).

Construction des presses continues. — L'idée la plus simple pour instituer une presse continue est de faire passer une toile sans fin à travers un laminoir.

Mais il faudrait y appliquer une pression plus forte que la pression nécessaire pour exprimer la quantité de jus réellement contenu. La pulpe pressée s'essore, mais le liquide rejeté s'étale et imbibe plus ou moins le pressin qui va passer. La conséquence de ce fait, c'est que ce pressin se trouve plus mouillé qu'il ne l'est naturellement. Il faudra donc une pression plus forte pour l'essorer.

De là l'idée des surfaces filtrantes absorbant le liquide d'essorage et l'isolant. Nous citerons parmi les presses à surface filtrante.

Presse Champonnois. — Elle se compose de deux cylindres à surfaces perforées, à axes parallèles et légèrement inclinés ; leurs surfaces sont tangentes et ils sont animés de mouvements en sens contraires. Ils sont enfermés dans une bêche où le pressin arrive par deux tubulures sous une pression de deux atmosphères.

Le pressin (fig. 46 et 48) passe au laminoir formé par les cylindres, le jus essoré pénètre dans les cylindres et en

sort par le côté le plus bas, où il est reçu dans un caniveau qui le laisse sortir.

La pulpe est entraînée par le mouvement des cylindres,

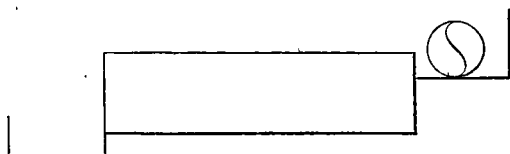


Fig. 46. — Presse: disposition des évacuations de jus et de pulpe.

elle est détachée par deux couteaux tangents et expulsée par un filet d'eau qui l'entraîne vers le côté opposé au caniveau des jus; elle tombe dans une noyère à vis d'Archimède qui l'expulse.

Reste à indiquer la construction de la surface filtrante. Elle est formée par une tôle de bronze fixée sur une carcasse de fer. Cette tôle a été perforée suivant une ligne hélicoïdale à l'aide d'un filet triangulaire.

Si on fait une coupée suivant une génératrice, on voit ce qui est représenté dans la figure 47. Car un fil de

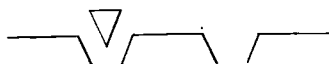


Fig. 47. — Surface filtrante Champonnois.

bronze, triangulaire, est enroulé dans la rainure de la surface pour produire une pression progressive. En réalité ce fil de bronze n'est pas unique; il est formé de bouts fixés à la suite les uns des autres et attachés par un goujon en un seul point (celui qui, par suite du mouvement, se présente le premier à la pression). Cette disposition a pour but d'empêcher, sous l'influence de l'allongement causé par le laminage, le soulèvement du fil.



Fig. 48. — Presse Champonnois.

La presse Champonnois donne 33 p. 100 de pulpe.

En travaillant à deux pressions avec 50 kilogrammes d'eau, il est facile de calculer, comme plus haut, que la perte après la première pression serait de 20 p. 100 du sucre total, et après la deuxième pression, de 7,4 p. 100.

Soit, par rapport aux betteraves, à 10 p. 100, 2 p. 100 et 0,74 p. 100 du poids des betteraves.

En travaillant à trois pressions, avec 30 kilogrammes d'eau, on aurait

Après première pression, une perte de 22 p. 100 du poids du sucre ou 2,2 p. 100 du poids des betteraves.

Après deuxième pression, une perte de 12 p. 100 du poids du sucre ou 1,2 p. 100 du poids des betteraves.

Après troisième pression, une perte de 5,6 p. 100 du poids du sucre ou 0,56 p. 100 du poids des betteraves.

Avec ces presses on fait :

50 000 kilogrammes en première pression ;

100 000 kilogrammes en deuxième et troisième pressions.

Donc à deux pressions pour 100 000 kilogrammes, il faut trois presses ;

A trois pressions pour 100 000 kilogrammes, il faut quatre presses.

Il faut par presse, pompe comprise, 5 à 6 chevaux de force ; il est facile de calculer le prix de revient de la main-d'œuvre par tonne, et de faire une comparaison des systèmes à deux ou trois pressions.

Comparaison des systèmes à 2 et à 3 pressions. — A 2 pressions, 100 tonnes de betteraves exigent 3 presses, soit 18 chevaux ou $18 \times 20 \times 24$ kilogr. de vapeur par jour, ou 1 440 kilogrammes de charbon (1 kilogramme de charbon étant supposé donner 6 kilogrammes de vapeur) d'une valeur de 25 fr. 90 (à 18 francs la tonne).

Il faut deux hommes, soit 6 francs de salaire.

Enfin le matériel est peu solide; on peut compter 12 p. 100 d'amortissement et de réparations.

Ces presses valent 14 000 francs pièce, ce qui porte l'amortissement annuel de 3 presses à $42\ 000 \times 0,12$ ou 5 040 francs et par jour à 50 fr. 40 (si la campagne est de cent jours).

Donc au total 100 tonnes reviennent à 25 fr. 90 + 6 fr. + 50 fr. 40 = 82 fr. 30.

On obtient 1 000 (10 — 0,74) kilogrammes de sucre, cela met l'unité à $\frac{82\ \text{fr.}\ 30}{936} = 0\ \text{fr.}\ 09$.

A 3 pressions il faut 4 presses, les frais augmentent du tiers, le rendement est de (10 — 0,55) par 1 000.

Cela porte l'unité de sucre à $\frac{4}{3} \frac{82\ \text{fr.}\ 30}{945} = 0\ \text{fr.}\ 15$.

C'est plus cher, qu'à 2 pressions, il n'y a donc pas de raison d'employer cette méthode.

Presse Dujardin. — La presse Dujardin est constituée ainsi :

a. 2 cylindres (fig. 49) à surfaces filtrantes à axes parallèles inclinés tangentes et

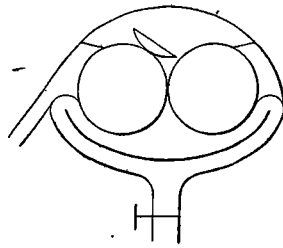


Fig. 49. — Presse Dujardin.

à vitesses opposées de 7 tours à la minute.

b. Un couteau frottant sur le cylindre supérieur, rejette la pulpe entre le deuxième cylindre et un volet arrondi qui produit une pression supplémentaire progressive.

Construction des cylindres. — Ils ont 0 m. 30 de

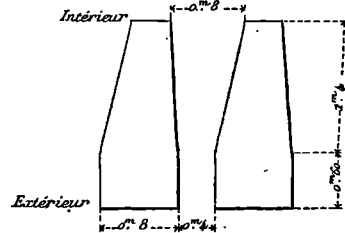


Fig. 50. — Surface filtre de la presse Dujardin.

diamètre et 0 m. 60 de longueur. Ils sont formés d'une

carcasse en bronze, venue de fonte, sur laquelle sont placées des plaques de laiton représentant des quarts de cylindres. Ces plaques sont fixées à l'aide de vis par celui de leurs bords qui reçoit le premier la pression ; l'autre est libre de manière à permettre l'extension libre sans soulèvement.

La partie filtrante (fig. 50) est formée par des trous en quinconce percés dans les plaques de laiton et qui vont en s'élargissant vers l'intérieur.

Cette forme est adoptée pour empêcher les trous de se boucher et pour être sûr que le débit intérieur sera suffisant.

Il faut rendre le système étanche.

Dans le sens longitudinal l'étanchéité est obtenue par deux cuirs emboutis *c* et *c'* ; dans le sens transversal (fig. 51) l'étanchéité est obtenue ainsi : les bases des deux cylindres portent chacune une rainure circulaire tandis que les frettes du bâti ont deux couronnes venues de fonte s'emboîtant dans les rainures de chacun des cylindres.

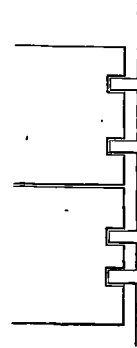


Fig. 51. — Presse Dujardin; coupe à hauteur d'une frette.

Au début le système n'est pas étanche, mais il le devient au bout de deux ou trois heures de fonctionnement. En effet, dans le jus il y a énormément de pulpes folles, qui s'accumulent dans les rainures, s'y feutrent et provoquent une étanchéité complète.

Une bâche enveloppe les cylindres à 3 centimètres de distance. Le pressin pénètre en dessous par une vanne de réglage située au milieu, mais il est rejeté sur les côtés par un diaphragme. Le liquide filtré sort par les cylindres au point le plus bas.

La pulpe, après le volet, rencontre un couteau qui la rejette dans un tuyau latéral d'évacuation.

La transmission du mouvement est faite par une vis

sans fin, noyée dans une auge à huile et engrenant avec une roue hélicoïdale calée sur l'axe d'un des cylindres.

Rendement. — En première pression, en travaillant 100 kilogrammes de betteraves avec 45 kilogrammes d'eau, on obtient 20 à 25 kilogrammes de pulpe.

L'épuisement est alors $\frac{25-5}{145-5} = \frac{20}{140} = 15 \text{ p. } 100.$

En deuxième pression on aura

$\frac{25-5}{45+25-5} = \frac{20}{65} = 0,30$ de 15 p. 100 soit 4,5 p. 100 de perte.

Cela fait un épuisement de 0,45 p. 100 dans des betteraves à 10 p. 100 et une pulpe à 1,8 en moyenne (puisqu'on a 0 k. 45 de sucre dans 25 kilogr. de pulpe).

Remarque. — Avec l'extracteur-macérateur on arrive à 0,38 d'épuisement

En troisième pression en travaillant avec 3 fois 30 litres d'eau, les épuisements sont :

Première pression $\frac{25-5}{130-5} = \frac{20}{125} = 16 \text{ p. } 100.$

Deuxième pression $\frac{25-5}{30+25-5} = \frac{20}{50} = 0,4$ de 16 p. 100, c'est-à-dire 6,4 p. 100.

Troisième pression $0,4 \times 6,4 \text{ p. } 100 = 2,56 \text{ p. } 100.$

C'est par rapport au poids de la betterave à 10 p. 100 un épuisement de 0,256 p. 100.

Les presses de première pression travaillent à 3 atmosphères et à une vitesse de 7 tours font 45 000 kilogrammes.

En deuxième pression on peut travailler 60 000 kilogrammes sous une pression de 1 atmosphère et une vitesse de 7 tours.

En troisième pression on arrive également à 60 000 kilogrammes. Avec des vitesses de 8 tours les débits sont portés de 60 000 à 90 000 kilogrammes.

Le prix de revient se calcule comme pour la presse Champonnois.

Mais l'amortissement de 8 p. 100 suffit.

Pour faire en deux pressions 100 000 kilogrammes de betteraves il faut une moyenne de $\frac{100}{40} + \frac{100}{60} = \frac{250}{60} =$

4 presses exigeant 20 chevaux.

Cela représente 28 francs de charbon, 6 francs de main-d'œuvre, 44 fr. 80 d'amortissement, soit 79 fr. 60 d'amortissement de presses.

Cela produit l'unité de sucre à $\frac{79 \text{ fr. } 60}{955} = 0,083$.

C'est sensiblement inférieur au prix de revient par la presse Champonnois.

En 3 pressions pour faire 100 000 kilogrammes de betteraves il faut 6 presses. Cela augmente le prix de revient de moitié et l'unité de sucre revient à $\frac{3}{2} \frac{79 \text{ fr. } 60}{975}$ ou 0 f. 12.

C'est plus cher qu'en deuxième pression. Il est d'ailleurs évident que le système des trois pressions n'est pas plus avantageux avec les presses Dujardin qu'avec les presses Champonnois.

Presse Colette. — Elle ne diffère de la précédente que parce que le volet est remplacé par un rouleau non perforé.

Remarque. — Le jus de première pression va toujours à la fermentation.

Ce jus n° 1 est souvent chargé de pulpes folles qui rendent les mouts mousseux à la colonne. On le fait ordinairement passer dans un *dépulpeur*.

Dépulpeur.

Il se compose d'un tambour en cuivre légèrement conique, percé de trous fins et dans lequel on fait arriver le

jus à filtrer pour ensuite le recevoir dans un bac continué par un caniveau qui emmène le jus à la fermentation. La pulpe est évacuée par une nochère.

Installation générale.

L'installation (fig. 52) d'une usine par presses comprend les appareils suivants :

- 1° Laveur.
- 2° Râpe alimentée par le jus n° 2 (ou n° 3);

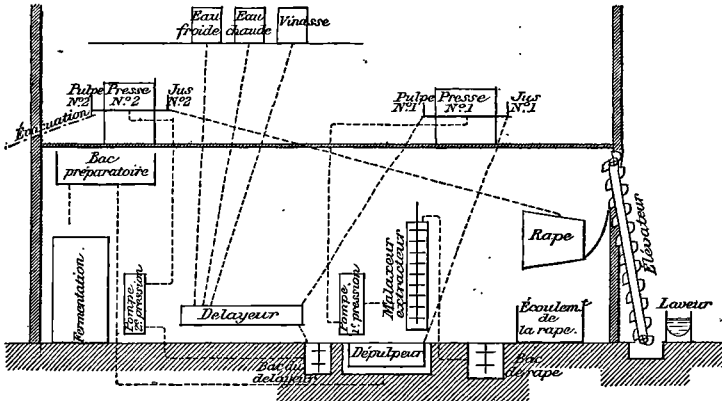


Fig. 52. — Schéma du travail des presses.

A la sortie on peut ajouter au jus l'acide supplémentaire.

- 3° Bac à râpe.
- 4° Malaxeur extracteur (pas obligatoire).
- 5° Pompe de première pression.
- 6° Presse de première pression à l'étage. Nochère envoyant la pulpe n° 1 à des rigoles inclinées et de là au délayeur situé au rez-de-chaussée et qui peut recevoir des eaux froide et chaude et de la vinasse. Caniveaux pour envoyer le jus n° 1 au dépulpeur.
- 7° Pompe de deuxième pression.

8° Presse de deuxième pression au-dessus de la râpe. Nochère évacuant la pulpe dans le délayeur n° 2 s'il y a 3 pressions ou à l'évacuation dans le cas contraire.

Caniveaux pour le jus n° 2 allant, soit aux râpes et à la fermentation ou aux râpes, seulement, s'il y a un malaxeur-extracteur et à la fermentation s'il y a une troisième pression.

9° Si on fait une troisième pression : pompe, presse, nochère d'évacuation. Caniveau n° 3 allant aux râpes et à la fermentation s'il n'y a pas de malaxeur et aux râpes seules s'il y en a un.

Les caniveaux sont en bois. Quelquefois une usine n'a qu'une presse et l'emploie aux première et deuxième pressions. Il suffit pour évacuer le jus d'avoir à la sortie de la presse des caniveaux pouvant diriger le liquide vers la fermentation ou vers la râpe.

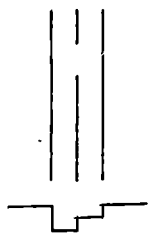


Fig. 53. — Caniveau double pour presse.

On a deux caniveaux contigus et parallèles (fig 53) dont les fonds ne sont pas à la même hauteur. Au point de départ la paroi de séparation est remplacée par une porte. Si la porte est placée dans la direction de la paroi, le liquide qui arrive sur le caniveau le plus élevé y reste. Si, au moyen de cette porte, on forme un barrage dans le caniveau le plus élevé, le liquide, tombe alors dans le caniveau le plus bas, y reste et y circule.

Enfin il faut remarquer que les jus de presse sont quelquefois trop froids, on doit pouvoir les réchauffer. Le bac préparatoire doit être disposé de manière à pouvoir opérer ce réchauffement.

Le système des presses a des inconvénients : perte de sucre, mécanisme délicat, exigence de trop de force, pulpe folle qui encrasse les colonnes, jus mousseux aux colonnes, pulpe trop acide.

Il offre aussi des avantages : Petit volume de la pulpe pressée. Bonne fermentation, car les jus sont très aérés.

Procédés par macération ou diffusion.

Historique. — Le principe est le suivant :

Découper les betteraves en cossettes, les porter à une température voisine de 85° pour gonfler les cellules et les faire osmoser dans l'eau.

Au point de vue de la sucrerie c'est Sigismond Margraff qui a eu le premier l'idée d'utiliser cette propriété.

En 1831, Dombasle l'a mise en pratique par une lévigation méthodique des cossettes à l'eau bouillante.

En 1837 Pelletan mit les pulpes dans une auge inclinée à 45° et divisée en 24 compartiments communiquant ensemble par le fond de l'une et le dessus de l'autre.

Une vis faisait monter la pulpe et l'eau marchait en sens inverse. Ce procédé donnait beaucoup de pulpe folle.

Martin et Champonnois ont proposé l'appareil suivant : Un siphon renversé où se meuvent quatre chaînes sans fin portant des plateaux horizontaux.

Dans la branche où monte la chaîne descend l'eau bouillante.

Tous les procédés à eau bouillante décomposent la pectose, insoluble, en pectine soluble et diffusable, passant dans les moûts et les rendant visqueux.

C'est pour cela que Dombasle proposa le premier en 1831 de ne chauffer qu'à 85°.

Beaujeu pour appliquer cette méthode, réchauffa le jus de chaque macérateur dans un cylindre de vapeur.

C'est Champonnois qui a rendu la méthode pratique.

Quant à la forme des macérateurs elle dérive de celle d'un appareil de Schuzenbach. Cet appareil servait à une macération à froid de pulpe rapée. C'était une série de cuves d'un diamètre de 1 m. 20 placées sur des gra-

dins, de 0 m. 15 de hauteur. Elles portaient un faux fond et un agitateur.

Une tubulure latérale à robinet permettait de faire communiquer une cuve avec le haut de la suivante, la dernière avec une pompe ou avec la première. On mettait de l'eau dans la première cuve, puis de la pulpe, on agitait et on envoyait le liquide dans la deuxième en faisant couler de l'eau sur la première. On mettait de la pulpe dans la deuxième cuve et ainsi de suite.

Une agitation trop forte donnait des mousses et une trop faible, un mauvais épuisement.

On avait un jus de densité égale à celle de la betterave et 130 p. 100 de pulpe.

Schutzenbach appliquait ce procédé à des cossettes sèches. Le procédé était trop coûteux.

Donc en résumé, l'idée de la macération dans les conditions ordinaires est due à Dombasle et à Champonnois.

L'idée de la forme de nos diffuseurs est due à Schutzenbach.

Quant à l'idée de la macération sous pression elle est de Robert de Selowitz (1864).

C'était une macération sous pression à la température constante de 85°.

L'appareil était constitué de vases fermés, à double fond, avec serpentín de chauffe à la partie inférieure. Le bas de l'un communiquait avec le haut du suivant. Une pompe à la suite du dernier vase permettait les soutirages. Les appareils avaient tous un tuyau de vidange et la pression d'eau était de 2 mètres, les vases étant d'ailleurs en gradins.

On opérait méthodiquement à la température de 85°.

C'est l'origine de la diffusion, mais ce n'est pas notre diffusion actuelle.

Le procédé actuel diffère de celui-là :

1° On chauffe les cossettes avec du jus à 70° pour les distendre, puis on les épure avec des jus plus froids et enfin avec de l'eau froide.

2° Le chauffage se fait à l'aide d'un calorisateur ou d'un injecteur.

3° La pression est plus forte.

Macération.

Actuellement, la lévigation se fait à l'eau chaude qui épulse mieux ; elle ne doit pas être bouillante, parce qu'elle décomposerait la pectose et donnerait de l'acide pectique rendant les moûts visqueux.

Elle n'a pas réussi en sucrerie car elle donne des pulpes humides et de grand volume, ce qui avait d'ailleurs peu d'importance en distillerie au début de l'alcoolisation de la betterave.

Ce procédé présente des avantages vis-à-vis des presses :

- 1° Le prix de revient est moins élevé ;
- 2° Le matériel est plus simple ;
- 3° On a moins de moûts mousseux ;
- 4° On n'a pas de pulpe folle ;
- 5° Enfin, on réemploie la vinasse ⁽¹⁾, ce qui donne une pulpe plus nutritive que lorsqu'on opère à l'eau. La vinasse étant, en effet, saturée de sels, ne peut plus en dissoudre, et ceux-ci restent dans la pulpe.

L'emploi de la vinasse constitue, de plus, une économie d'eau et de chaleur.

Les presses ont l'avantage sur la macération :

- 1° De donner des pulpes plus sèches ;

(1) Au sujet de la vinasse, M. Sidersky dit que souvent elle contient une forte proportion d'acides volatils qui gênent la fermentation. Or, en même temps, M. Sidersky a constaté une quantité d'alcool dans la vinasse pour ainsi dire proportionnelle à l'acide soluble, de sorte que les vinasses gênantes paraissent être celles des mauvaises colonnes.

2° De donner des moûts plus aérés.

La macération comprend deux opérations :

Le découpage, par les coupe-racines;

L'épuisement dans les macérateurs.

Coupe-racines. — A l'origine, le coupe-racines était le coupe-racines de ferme, qui se compose d'un disque vertical animé d'une vitesse de 150 tours à la minute, percé de 4 fenêtres rectilignes dans-chacune desquelles se trouve un fer à rabot.

Il est mû par deux femmes.

En travaillant de vingt-cinq à trente minutes à l'heure on obtient, avec un diamètre de 0 m. 50, un rendement de 230 kilogrammes à l'heure.

Aujourd'hui, on emploie deux sortes de coupe-racines :

a) Les coupe-racines centrifuges, à lames fixes, sur lesquelles la betterave est projetée par la force centrifuge ;

b) Les coupe-racines non centrifuges.

Les coupe-racines exigent la moitié de la force prise par une râpe.

a) Coupe-racines centrifuges. — *Type Champonnois* : tam-

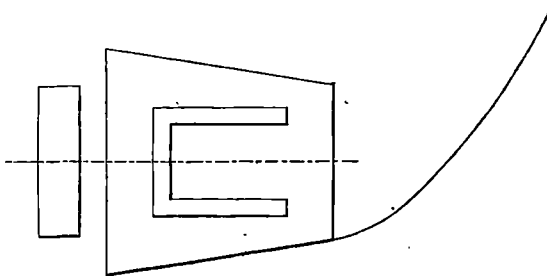


Fig. 54. — Coupe-racines Champonnois.

bour fixe (fig. 54 et 55) en forme de tronc de cône très prononcé dont l'axe est horizontal.

La grande base est fermée, mais laisse passer l'arbre moteur.

La petite base reçoit les betteraves d'une trémie.

Le tambour est percé de six fenêtres sensiblement rectangulaires placées suivant des génératrices.

Sur le bord de la fenêtre opposé à la marche de la betterave se trouve fixée, par six boulons, une lame courbée rentrant vers l'intérieur du tambour de 1 mm. 5.

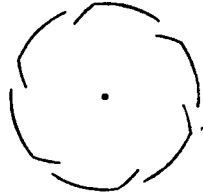


Fig 55. — Schéma d'un coupe-racines centrifuge.

La lame doit être parabolique. En effet, la forme de la trajectoire que la betterave tend à décrire en sortant du tambour doit être épousée par les lames pour ne pas casser les cossettes. Or, la betterave est soumise à deux forces : la pesanteur, qui tend à lui faire prendre un mouvement vertical, et la force centrifuge, qui lui fait décrire un cercle dans un plan vertical, puisque l'axe est horizontal. Le mouvement résultant de ces deux mouvements est un mouvement parabolique.

A l'intérieur du coupe-racines, est un arbre faisant 200 à 400 tours et portant une palette en *u*, dont la facette d'attaque de la betterave est quadrillée ; de cette façon, il n'y a pas de glissement, le choc est plus violent, de sorte qu'à coup sûr la betterave est projetée sur les couteaux.

Les lames étaient, au début, de véritables lames de rabot, faisant des copeaux de betteraves.

On a employé des lames en forme de peignes, à dents paraboliques, affûtées à l'extrémité et au fond des intervalles (lames digitées) donnant des espèces de fuseaux.

Ces lames ne sont plus guère employées que pour les betteraves gelées ou les betteraves racineuses (pierreuses).

Aujourd'hui, on emploie des lames faitières (fig. 56), dont la section est représentée par la figure, et qui donnent

des cossettes à section en forme de faite favorable à la circulation des liquides dans les appareils.

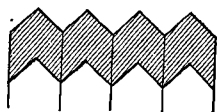


Fig. 56. — Découpage des cossettes par les lames faitières.

Le coupe-racines Champonnois fait :

A raison de 250 tours, 1 000 kilogrammes en trente minutes (par heure de travail de l'usine);

A raison de 350 tours, 1 200 kilogrammes en trente minutes (par heure de travail de l'usine).

Améliorations. — Le montage identique des différents couteaux est difficile. On a eu alors l'idée des porte-couteaux (fig. 57). Ce sont des cadres en fonte montés

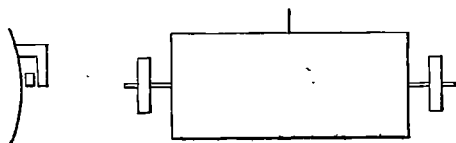


Fig. 57. — Porte-couteaux pour coupe-racines centrifuge.

solidement sur le coupe-racines et sur lesquels on monte les couteaux avec précision. Sur des parties ajustées, le porte-couteaux porte, du côté qui est le premier à reculer par suite du mouvement, un pivot qui entre dans une crapaudine du tambour, et, sur les petits côtés, deux oreilles prises dans deux crampons de la carcasse. Le mouvement de recul du porte-couteaux assure sa position sur le tambour, et d'autant plus solidement que le mouvement est plus rapide, puisque le pivot pénètre dans une crapaudine et que les oreilles s'enfoncent dans leurs crampons.

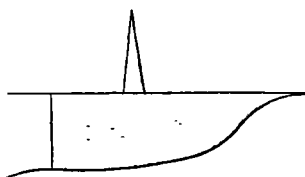


Fig. 58. — Palette à doigt pour coupe-racines centrifuge.

Dans certains coupe-racines, la palette (fig. 58) a une

forme différente de celle indiquée; c'est une sorte de plan gauchi situé d'un côté de l'axe dont l'autre côté est muni d'un doigt normal à cet axe.

La betterave, sous l'influence du doigt, se place perpendiculairement à l'axe, c'est-à-dire qu'on a des cossettes longues.

Pour faciliter le montage, on a eu l'idée de diviser le tambour en deux demi-tambours, reliés par un collier à charnière.

Pour faire le montage des couteaux, on prend chaque

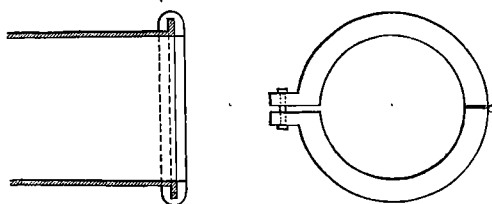


Fig. 59. — Montage de la carcasse de coupe-racines en 2 parties.

demi-tambour (fig. 59) on le pose sur la section plane, il ne peut plus tourner et le montage est très facilité.

Dans ce coupe-racines, il y a une particularité. Entre les fenêtres, la surface interne est gravée de rainures prolongeant les faites des lames. Cela guide la betterave d'un couteau à l'autre, et c'est très utile.

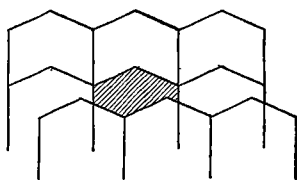


Fig. 60. — Formation géométrique des cuvettes : en haut les bonnes et en dessous les mauvaises.

Les lames faitières ne donnent, en effet (fig. 60), des cossettes régulières que si les entailles transversales se prolongent toujours. Or, si la betterave sortant d'un couteau trouve des rainures qui prolongent les faites, elle se présentera nécessairement bien sur le couteau suivant.

Quelquefois l'axe (fig. 61) du coupe-racines centrifuge est vertical. Les cossettes présentent alors la forme d'une surface gauche résultant d'un mouvement rectiligne vertical et d'un mouvement circulaire dans un plan horizontal.

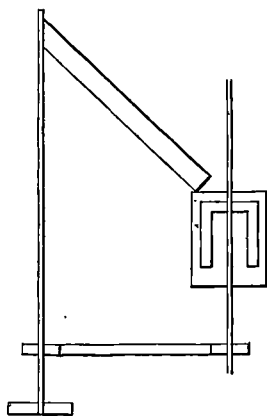


Fig. 61. — Transmission du mouvement à un coupe-racines centrifuge vertical et mobile.

En macération, cela ne présente aucun inconvénient, car on ne cherche pas, comme en diffusion, à tasser les cossettes.

Distribution des cossettes au macérateur. — Ordinairement, si la batterie est en ligne, on peut employer :

- 1° Une courroie sans fin ;
- 2° Une vis sans fin ;
- 3° Un chariot sur voie ferrée ;
- 4° Une noçhère à rallonge

(cela n'est possible qu'en macération, où il y a peu de macérateurs, ce ne serait pas possible en diffusion).

Si la batterie est en cercle :

- 1° Une noçhère pivotante et un coupe-racines fixe ;
- 2° Un coupe-racines mobile sur voie ferrée. La transmission du mouvement se fait alors au moyen d'un arbre vertical fixé au centre de la batterie, et d'une courroie réunissant deux poulies de transmission, l'une calée sur l'arbre, l'autre calée sur l'arbre du coupe-racines ; celui-ci, tournant autour de l'arbre central, en reste toujours à la même distance, de sorte que la courroie est toujours tendue.

On peut amener le coupe-racines au-dessus d'un macérateur donné, tout en le laissant en mouvement. La trémie de remplissage du coupe-racines doit également pivoter autour de l'axe.

Il est bon d'ajouter à la nochère un *appareil répartiteur* de la betterave. C'est ordinairement un petit disque de cuivre horizontal tournant autour de son axe vertical et disposé de telle manière que les betteraves venant de la nochère tombent d'abord sur sa surface avant de gagner le macérateur. Il est clair que la distribution est plus homogène.

Acidulation des cossettes. — Au début, Champonnois faisait couler du jus faible dans le coupe-racines, puis ensuite il plaçait les cossettes dans un baquet et les aspergeait, à l'aide d'un balai, de l'acide complémentaire.

Aujourd'hui, on fait couler du jus faible acidulé au 1/5 sur les nochères, lorsqu'elles sont en cuivre. Sinon, on verse l'acide dans les macérateurs au moment du remplissage.

Installation de l'acide dans une petite fabrique. — Elle comporte :

1° pour l'acide pur.	{ Soit une tourie. Soit un bac doublé de plomb.	{ En charge sur le bac à acide dilué.
2° pour l'acide dilué.	{ Soit un tonneau. Soit un bac doublé de plomb.	{ En charge sur la nochère ou les macérateurs.
En outre d'une conduite amenant l'eau.	{ De plus une jauge permettra de tirer des appareils à acide pur, la dose voulue pour la dilution dans les appareils en contre-bas.	

Lorsqu'il faut des tuyaux; les tuyaux fixes sont en plomb et les tuyaux mobiles en caoutchouc.

Les robinets à acide sont en grès.

Coupe-racines non centrifuges. — Ordinairement, en macération, on emploie les coupe-racines centrifuges, mais

on a aussi imité les modèles de sucrerie, en réduction bien entendu.

Mais, comme la diffusion en distillerie emploie d'une manière normale, des coupe-racines aussi importants que ceux de la sucrerie, je ferai ici une description complète de ces appareils, étant entendu qu'une partie de ce qui va être dit sera relatif, bien plus à la diffusion qu'à la macération.

Ces coupe-racines non centrifuges sont ou horizontaux, ou verticaux.

a) Coupe-racines horizontaux. — Ce sont ceux de sucrerie.

Un coupe-racines horizontal se compose d'un disque horizontal, mobile autour d'un axe vertical, avec une vitesse variable. Pour un diamètre de 1 mètre, on a une vitesse de 150 tours et, pour un diamètre de 2 mètres, une vitesse de 80 tours.

Ce disque est percé de lumières, 5 à 12 suivant l'importance (environ 1 par 20 ou 25 centimètres de diamètre).

Par exemple :

$v=150$ $D=1$, 5 lumières : force, 100 000 kilogrammes.

$v=80$ $D=2$, 12 lumières : force, 350 000 à 400 000 kilogrammes.

Le disque est entouré d'un tambour en tôle qui n'a pas besoin d'être couvert comme en sucrerie. Ce tambour contient les betteraves, qu'une trémie amène dans le coupe-racines. Celle-ci doit toujours être chargée à refus (1 200 à 1 500 kilogrammes).

Sous le disque est une cuve reliée à la nochère ⁽¹⁾, qui permet la distribution des cossettes. Il y a ordinairement des portes dans le tambour, permettant de dégager

(1) Lorsque cette nochère pivote, elle est bordée à la partie supérieure d'un fer en U qui emboîte un rail circulaire placé au-dessous et autour de la cuve. On trouve aussi la disposition inverse, la nochère reliée au fer en U.

les betteraves lorsqu'il y a encombrement, et, dans la cuve, pour permettre de changer les couteaux, ce qui se fait en soulevant les porte-couteaux.

Autour de l'axe de rotation, une enveloppe éloigne les betteraves du centre où la vitesse est nulle.

Le mouvement est donné à l'axe, soit par le haut (Cail), soit par le bas (Fives-Lille).

Les betteraves descendent de la trémie, se butent aux couteaux et sont découpées.

Souvent, des contre-lames, situées au-dessus du disque (plaques à 45°, suivant le rayon) empêchent les betteraves d'être entraînées par les couteaux.

La nécessité de la pleine charge de la trémie est un inconvénient pour les petites usines : qu'un accident arrive, le déchargement à opérer représente la vingtième ou la quarantième partie de la totalité des betteraves du jour.

Pour éviter cet inconvénient, on a eu l'idée des trémies retardatrices sur lesquelles des lames à 45° ou des tasseaux hélicoïdaux en chicane, ou des broches (herse) empêchent la descente brusque de la betterave, tout en produisant en arrière un appui pour celle-ci.



Fig. 62. — Trappe-épieur pour coupe-racines.

Quelquefois, au bas de la trémie, une trappe (fig. 62) équilibrée peut s'ouvrir pour laisser tomber les pierres prises entre la tranche de la trémie et les couteaux.

PORTE-COUTEAUX. — Les couteaux sont montés sur des porte-couteaux, cadres (fig. 63) en fonte ou en acier, quelquefois évidés par-dessous pour ne pas casser les lamelles.

Sur l'un des côtés, on peut fixer au moyen de 4 vis la lame du couteau (divisée en deux parties). Sur le bord opposé se trouve une contre-plaque assujettie par deux

boulons passant dans des fentes allongées. Elle peut être inclinée par deux goujons.

On appelle *hauteur* du couteau la distance comptée verticalement de l'arête du couteau jusqu'au plan supérieur de la contre-lame, et *écartement* la distance comptée horizontalement de l'arête du couteau au plan vertical qui passe par l'arête de la contre-lame.

Plus la contre-lame est inclinée, plus il y a de *hauteur*,

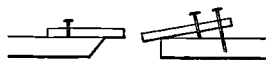


Fig. 63. — Couteau et contre-lame.

plus les cossettes sont courtes ; plus il y a d'*écartement*, plus les cossettes sont épaisses.

Ces deux distances sont réglées au moyen de gabarits, d'épaisseurs convenables telles que 1 mm. 5, 2 millimètres, etc.

Si l'on veut donner une hauteur déterminée, on place le gabarit contre la face supérieure de la contre-lame et l'on ajuste celle-ci de manière à produire l'affleurement de la lame du couteau sur le gabarit. Pour avoir un écartement déterminé, on place le gabarit contre la face antérieure de la contre-lame et l'on avance celle-ci de manière à faire toucher le gabarit et les couteaux.

La disposition précédente des couteaux n'est pas absolue.

Il y a des systèmes où la hauteur est obtenue par une rotation de la contre-lame, dont le dessous est demi-cylindrique, rotation qui obéit à deux goujons. L'écartement est déterminé, au contraire, par la position des couteaux.

Enfin, il y a des systèmes à contre-lames fixes, mais où les couteaux sont, au contraire, mobiles de manière à faire varier et la hauteur et l'écartement.

COUTEAUX. — On emploie quelquefois les lames Goller (fig. 64), qui passent pour moins bourrer par les betteraves gelées. Mais, ordinairement on emploie les cou-



Fig. 64. — Tranchant du couteau Goller.

teaux à lames faitières. La saillie est de 7 à 9 millimètres. Les lames transversales sont écartées de 5, 7 ou 9 millimètres.

5 millimètres	donné	la	fine	division.
7	»	»	moyenne	»
9	»	»	grosse	»

On prend ordinairement :

Pour la betterave ordinaire	$D = 7$ mm	$h = 1,5$	$e = 2$
»	» non mûre	5 »	$h = 1,5$ $e = 1,5$
»	» chancreuse	9 »	$h = 3$ $e = 4,5$

h étant la hauteur, e l'écartement.

Il n'y a absolument rien à dire de général. Il faut surveiller les cossettes. Si on constate un bourrage du coupe-racines, c'est que les couteaux donnent des cossettes trop fines. On augmente l'écartement et la hauteur, mais c'est au détriment de l'épuisement. Si l'on obtient un mauvais épuisement, on examine les couteaux.

1° On constate, si les couteaux sont posés identiquement ; pour cela, on prend un échantillon de cossettes à la sortie du coupe-racines. On les aligne et on prend sur cet alignement des sections égales, par exemple des sections de 1 mètre. On compte le nombre de cossettes par section ; il doit être le même dans toutes.

2° Si les nombres obtenus ne sont pas identiques, c'est que les différents couteaux ne sont pas montés identiquement. On les ajuste convenablement.

3° Si les nombres sont identiques, c'est que des lames sont usées ou bien que la hauteur et l'écartement sont trop grands.

4° Si l'épuisement est mauvais après avoir été bon, c'est que les lames sont usées, on les change.

AFFUTAGE DES COUTEAUX. — Pour aligner les arêtes du faite, on emploie la meule.

Pour affuter les tranchants, on emploie soit la lime, soit la machine à fraiser, soit l'électricité.

On peut opérer à couteaux détremvés, qu'on retrempe ensuite, ou à couteaux trempés, ce qui use les outils.

Il faut retailer souvent les limes ou les fraises utilisées. On opère ainsi : on les plonge dans une solution d'acide oxalique à 100 grammes par litre pour les dérouiller, puis pendant douze heures, dans une solution de soude à 250 grammes par litre (pour enlever les corps gras), ce qui est d'ailleurs inutile pour les fraises qu'on ne touche pas avec la main. On les brosse dans un bain de carbonate de soude à 40 grammes par litre. On lave, on rince et on sèche. On installe la pièce à retailer dans un bain contenant 3 p. 100 de SO^4H^2 à 66° B et 6 p. 100 de AzO^3H à 40° B, en l'appuyant sur une plaque de cuivre percée de trous. En face de l'objet, on installe un charbon de pile, également en contact avec la plaque de cuivre, il se forme une vraie pile et les oxydes se décomposent.

Dans quelques coupe-racines se trouve une *brosse à débourrer*, brosse placée au-dessus du disque, animée d'un mouvement de rotation de même sens que celui du plateau, mais tournant un tiers de fois plus vite. Ce système n'est guère employé en distillerie.

Coupe-racines non centrifuges, non horizontaux. — Ils comprennent :

1° Un tambour cylindrique, à axe horizontal et tournant autour de cet axe. Il est constitué par une carcasse

portant les porte-couteaux de forme courbe (arc de cylindre). Ils sont fixés simplement sur la carcasse à la manière d'un tiroir dans un meuble, mais ils sont assujettis à demeure par un goujon de sûreté. Le mouvement du tambour vient de l'extérieur.

2° Au centre de ce tambour se trouve une sorte de tiroir cylindrique qui vient se placer sous la trémie d'arrivée. Ce tiroir a une fente suffisamment large pour laisser passer les pierres, tandis que les betteraves n'y pénètrent pas, tombent autour du tiroir et se trouvent prises entre lui et les couteaux.

Pour enlever les pierres : 1° on cale les betteraves de la trémie par des échelons (herses) et 2° on sort le tiroir en lui donnant un mouvement de baïonnette.

On peut faire avec l'appareil de 80 à 250 tonnes en lui donnant des vitesses de 80 à 250 tours.

Revenons à la macération. Si l'on emploie un coupe-racines horizontal, celui-ci est de très petite dimension. La distribution de l'acide se fait comme dans le cas du coupe-racines centrifuge.

Appareils de macération. — Le seul employé est celui de Champonnois. Il se compose de 3 à 6 cuiviers, ordinairement 5. L'opération est conduite de façon à faire 14 ou 15 cuiviers par jour, c'est-à-dire un toutes les 90 ou 100 minutes. Si l'on a un nombre plus grand de cuiviers, l'épuisement est meilleur, mais la circulation du jus devient plus difficile.

Dans ce cas on peut améliorer le système, soit en intercalant une pompe entre deux parties de la batterie, soit par une injection de vapeur dans les tuyaux de communication, ce qui entraîne les jus, soit en mettant peu de cossettes et beaucoup de liquide de manière à diminuer les frottements, mais cela diminue la densité du jus.

Les *cuiviers* sont en bois ou en tôle d'une capacité de

2 à 4 mètres cubes pour 1 000 ou 2 000 kilogrammes de betteraves. Ils sont placés sur des chantiers pour permettre, le nettoyage et la vidange. Ils sont munis à la partie inférieure d'un faux fond perforé et fixe ; à la partie supérieure se trouve un faux fond perforé et mobile, à crampons pour le fixer aux bords des cuves et empêchant les cossettes de surnager. Ils sont munis d'une porte de vidange latérale si la cuve est en bois ; elle est composée d'un cadre en fer fixé au cuvier et garni d'un caoutchouc plat sur lequel la porte vient s'appliquer.

Le serrage de celle-ci est obtenu ainsi : une barre à charnière pivote avec la porte, et lorsque celle-ci est en position de fermeture, on fixe un deuxième mâle de charnière qui termine la barre du côté libre, à 2 femelles fixées au cadre ; la liaison est faite par un boulon.

Or, la barre porte une vis de pression qui pousse la porte contre la lame de caoutchouc, une fois la barre fixée par son extrémité libre.

Si les appareils sont en fonte, la porte est identique à celle des diffuseurs ; elle est placée au fond. Dans ce cas, les joints hydrauliques sont inutiles, la pression est trop petite pour qu'il y ait des fuites.

Tuyaux. — La liste des tuyaux est la suivante :

1° Tuyau à vinasse au-dessus des cuves portant un robinet correspondant à chaque cuve et servant à amener la vinasse dans une cuve quelconque.

2° Un tuyau à eau identique au précédent.

3° Un tuyau à jus faible.

4° Un tuyau partant du fond de chaque cuve et en communication d'une part avec la partie supérieure du macérateur suivant et d'autre part avec le tuyau d'évacuation des jus. Un robinet à 3 voies se trouve à la bifurcation.

5° Un tuyau partant du fond de chaque cuve et relié au tuyau à jus faibles et à une pompe qui les envoie à un réservoir spécial.

Le système est complété par un certain nombre de réservoirs.

Réservoirs. — Un réservoir à eau chaude en charge (cette eau est chauffée à feu perdu sur le générateur).

Un réservoir à vinasse en relation avec un récupérateur de chaleur relié à la colonne. La vinasse ne doit pas, en effet, être employée à une température supérieure à 80° et elle sort de la colonne à 100°. On en profite pour chauffer le vin qui entre à la colonne.

Un réservoir à jus faible (à défaut on se sert du précédent). Ces trois réservoirs doivent être sur le même plan avec 1 ou 2 mètres de charge.

LÉVIGATION MÉTHODIQUE. — Au début, Champonnois employait trois macérateurs non communiquants.

Il mettait en route le premier et recueillait le jus dans un caniveau. Quand le premier était à moitié épuisé, il mettait en route le second, recueillant le jus dans le même caniveau : enfin quand celui-ci était à moitié épuisé, il mettait le troisième en route et le faisait encore couler dans l'unique caniveau.

Aujourd'hui, on fait un épuisement méthodique, c'est-à-dire qu'on envoie d'abord toute l'eau dans le macérateur le plus épuisé, puis le jus de celui-ci dans le suivant et ainsi de suite.

Un calcul simple permet la comparaison des deux méthodes et fait voir que l'épuisement est meilleur pour la deuxième.

Pour simplifier le calcul, nous prendrons le cas de deux macérateurs seulement.

Examinons d'abord le cas de la lévigation ordinaire :

Le premier macérateur contient a de jus au titre A , on y ajoute ν d'eau au titre o , on laisse l'équilibre s'établir et on soutire ν au titre x_1 , on a

$$aA = (a + \nu) x_1,$$

$$x_1 = \frac{aA}{a + \nu},$$

$$\nu x_1 = \frac{a\nu A}{a + \nu}.$$

Du deuxième macérateur contenant du jus au titre B ($B > A$), on tirera du jus à la richesse

$$x_2 = \frac{aB}{a + \nu},$$

d'où

$$\nu x_2 = \frac{a\nu B}{a + \nu}.$$

De sorte, que la récolte est

$$\frac{a\nu}{a + \nu} (A + B).$$

Examinons le cas du lavage méthodique.

On envoie sur le premier macérateur 2ν d'eau, de sorte que le titre obtenu sera tel que

$$aA = (a + 2\nu) y_1$$

d'où

$$y_1 = \frac{aA}{a + 2\nu},$$

et

$$2\nu y_1 = \frac{2a\nu A}{a + 2\nu}.$$

Maintenant on prend ce liquide et on l'envoie sur B. On a alors

$$aB + 2\nu y_1 = (a + 2\nu) y_2,$$

$$y_2 = \frac{a}{a + 2\nu} B + \frac{2\nu a}{(a + 2\nu)^2} A,$$

et ce que l'on recueille $2\nu y_2$ est égal à

$$\frac{a}{a + 2\nu} \left(2\nu B + \frac{4\nu^2}{a + 2\nu} A \right).$$

Je dis que $2\nu y_2$ est supérieur à $\nu(x_1 + x_2)$, c'est-à-dire que

$$\frac{a}{a + 2\nu} \left(2\nu B + \frac{4\nu^2}{a + 2\nu} A \right) > \frac{a\nu}{a + \nu} (A + B)$$

ou que

$$\frac{a}{(a + 2\nu)^2} (2a\nu B + 4\nu^2(A + B)) > \frac{a\nu}{a + \nu} (A + B)$$

ou que

$$\begin{aligned} \frac{2a}{(a + 2\nu)^2} B > (A + B) \left(\frac{a^1}{a + \nu} - \frac{4\nu}{(a + 2\nu)^2} \right) \\ > (A + B) \frac{a^2}{(a + \nu)(a + 2\nu)^2} \end{aligned}$$

ou que

$$2B > (A + B) \frac{a}{a + \nu}$$

comme on a toujours

$$2 > \frac{a}{a + \nu},$$

l'inégalité est évidente et prouve bien la perfection relative du lavage méthodique.

Il faut remarquer que cette théorie ne tient pas compte d'un fait.

On suppose que a est le même pour tous les cuiviers quel que soit l'état d'écrasement des betteraves. Il n'en est rien, les betteraves s'écrasent de plus en plus et en réalité a va en décroissant.

MARCHE DE LA MACÉRATION. — Au début on employait la méthode Champonnois. On soutirait toutes les heures des trois cuiviers; on effectuait un soutirage lent, suivi d'un coulage de nouvelle eau et du remplissage du cuvier épuisé. Les trois liquides étaient reçus dans un seul caniveau.

On avait ainsi, du dernier un jus à 3,5 de densité et à 20° de température ;

Du deuxième, un jus à 2° de densité et à 50° de température ;

Du premier, un jus à 0,3 de densité et à 80° de température.

Dont la moyenne avait 1°,9 de densité et 50° de température.

Les cossettes étaient mal épuisées d'autant plus que l'eau arrivait dans les cuiviers avec une certaine pression et tendait à se créer des chemins d'élection ; les cossettes qui se trouvaient sur ce chemin étaient mieux épuisées que les autres. Aujourd'hui, on opère sur des batteries de 5 cuiviers et méthodiquement en faisant en général un soutirage toutes les cent minutes. Le jus est plus riche, par suite de l'emploi de la méthodicité. On ne coule plus de haut que sur une cuve ; il y a donc moins de tendance à créer des chemins d'élection à travers la cossette et par suite il y a meilleur épuisement.

Le jus est plus froid, puisque le jus chaud passe en fait dans plus de tuyaux.

On peut conduire le travail à l'eau, ce qui est fatal au début ou à la vinasse ; de ce procédé, résulte une économie de chaleur et une économie d'eau. Les pulpes sont plus nutritives, car la vinasse saturée de sels ne peut diffuser les sels de la betterave qui, par conséquent, les conserve.

Mais il y a un inconvénient : la tuyauterie se trouve mise rapidement hors d'usage par la vinasse chaude. Aussi préfère-t-on souvent pour l'arrivée de la vinasse un caniveau de bois.

La quantité de betteraves à mettre dans un cuvier de V litres est de 0,45 V à 0,50 V kilogs.

Il faut remarquer que pour avoir un bon épuisement il faut en réalité employer beaucoup d'eau.

On soutire 1 600 à 2 000 litres par 1 000 de betteraves, suivant la richesse.

Il est facile de calculer la densité du jus obtenu.

Dans 100 kilogrammes de betteraves, il y a environ $95 \frac{2\Delta}{100}$ de sucre, en appelant Δ la densité abrégée du jus et en admettant que 100 kilogrammes de betteraves donnent 95 kilogrammes de jus.

On retrouve ce sucre :

1° Dans le jus des betteraves épuisées (80 kilogrammes, au lieu de 95, au titre $\frac{e}{100}$) ;

2° Dans le jus adhérent aux cossettes (10 kilogrammes au titre $\frac{e}{100}$) ;

3° Dans le jus faible ou eau de lavage des betteraves à évacuer (50 kilogrammes au titre $\frac{e}{100}$) ;

4° Dans le volume V du jus soutiré à la densité δ soit $\frac{V2\delta}{100}$.

$$\text{Donc } \frac{95 \times 2\Delta}{100} = 140 \frac{e}{100} + \frac{2V\delta}{100}$$

Or $e = 1/2$ p. 100 environ.

$$\text{Donc } 95\Delta = 35 + V\delta.$$

$$\text{Si } \Delta = 5 \text{ on a } V\delta = 440 \left\{ \begin{array}{l} \text{pour } V = 160 \quad \delta = 2,75 \\ \text{pour } V = 220 \quad \delta = 2 \end{array} \right.$$

$$\text{Si } \Delta = 6 \text{ on a } V\delta = 535 \left\{ \begin{array}{l} \text{pour } V = 160 \quad \delta = 3,33 \\ \text{pour } V = 240 \quad \delta = 2,23 \end{array} \right.$$

MARCHE A L'EAU, CAS DE 5 MACÉRATEURS. — 1° On chauffe l'eau à 80°-90° ;

2° On charge le macérateur n° 1 de cossettes bien tassées en laissant vide un tiers de la hauteur ;

3° On met le faux fond supérieur ;

4° On coule de l'eau chaude sur le macérateur n° 1.

On laisse 60 centimètres de vide. Voici pourquoi :

Cette eau est, en réalité, celle qui occupera plus tard le cinquième macérateur. Or il y a 12 centimètres de différence de niveau d'un macérateur au suivant (malgré que ce sont des vases communicants à cause des frottements dus aux cossettes) et $12 \times 5 = 60$ centimètres de différence du premier au cinquième macérateur.

5° On remplit le macérateur n° 2 de cossettes.

6° Après le temps d'intervalle décidé (nous admettrons 100 minutes),

On fait passer le liquide du macérateur n° 1 sur le n° 2. Pour cela on ouvre le robinet à trois voies de communication ; on fait couler l'eau sur le n° 1 en dépassant le premier niveau de 12 centimètres.

7° On remplit le n° 3 de cossettes.

Après 100 minutes (à partir du premier passage), on ouvre le robinet à 3 voies de communication du n° 2 avec le n° 3. On fait couler sur le n° 1 et l'eau passe du n° 1 au n° 2 et du n° 2 au n° 3. On dépasse encore dans le n° 1 le niveau de 12 centimètres.

8° On remplit le quatrième de la même façon.

9° On remplit le cinquième de la même façon.

10° Après la moitié de l'intervalle de temps convenu, c'est-à-dire après cinquante minutes, on isole le n° 1. On évacue le jus faible par la pompe spéciale sur le réservoir spécial.

On vide le n° 1 de ses cossettes épuisées et on le remplit de cossettes fraîches.

La vidange des cossettes lorsque la porte est latérale se fait avec un rateau articulé.

11° Après la moitié d'un intervalle (50') on soutire le n° 5, en faisant couler l'eau sur 2 et en mettant 5 en communication avec la cuverie.

Après le soutirage, on relie le n° 5 au n° 1 et on remplit ce dernier de jus.

Et ainsi de suite.

Remarque I. — Il faut en réalité soutirer et couler lentement de manière que l'opération devienne presque continue. Les équilibres sont plus parfaits.

Remarque II. — Dès que l'on a obtenu du jus faible on l'emploie à la place d'eau, c'est-à-dire, que le jus faible sortant du n° 1 sera reversé sur un macérateur le n° 2. On n'en a pas ce qu'il en faudrait pour remplacer complètement l'eau. En effet, l'eau nécessaire comprend : le volume soutiré, le volume adhérent aux betteraves, le volume écoulé du cuvier abandonné et qui est le jus faible ; d'autre part, il faut retrancher le jus intérieur de la betterave déplacé par compression des cossettes.

L'eau nécessaire pour 1 000 kilogrammes de betteraves est donc au moins de 1 600 litres augmentés de 100 + 500 litres et diminués de 150 litres, cela fait un total de 2 050 litres pour lesquels on n'a que 500 litres de jus faible ; par conséquent, il faut employer l'eau concurremment avec le jus faible. Pour cela on pourrait couler sur le macérateur n° 2 à la fois du jus faible et de l'eau.

Il vaut mieux couler de l'eau sur le macérateur n° 2 et du jus faible sur le macérateur n° 3. Il est en effet inutile de faire couler du jus un peu sucré sur des betteraves presque épuisées et qui, vers la fin du coulage, lorsqu'elles seront épuisées complètement, posséderont justement la richesse du jus faible (par définition de celui-ci).

Remarque III. — Les cossettes épuisées non égouttées représentent 90 p. 100 du poids des betteraves

Elles contiennent :

Eau	89,2 p. 100.
Matières azotées.	1,3 »
Sucre.	0,6 (de 0,5 à 0,8)
Matières grasses	0,2 p. 100.

Cellulose	2,2 p. 100
Cendres	1,86 »
Divers	4,47 »

Les cossettes égouttées représentent de 60 à 70 p. 100 du poids des betteraves.

CALCUL DE L'ÉPUISEMENT D'UN MACÉRATEUR. — Nous nous placerons dans le cas d'une batterie de 5 macérateurs, au moment où le remplissage de 1 et le soutirage de 5 vont s'effectuer. Lorsque le M. n° 1 est rempli de nouvelles cossettes on coule sur le M. n° 2 pour soutirer du n° 5 et pour remplir le M. n° 1.

Nous négligerons le jus adhérent aux betteraves.

Si la betterave contient $3a$ de jus, on soutire à peu près $6a$ venant sensiblement : $2a$ du n° 5, $2a$ du n° 4 et $2a$ du n° 3, car pour 1 000 kilogrammes de betteraves contenant 950 litres de jus environ, on fait un soutirage de 1 600 à 2 000 litres ; les cuiviers contiennent environ 600 litres de liquide, or $\frac{600}{1\ 600 \text{ à } 2\ 000} =$ sensiblement $1/3$.

Soit respectivement $A_2 < A_3 < A_4 < A_5$ les richesses des macérateurs 2, 3, 4, 5 au moment où on soutire du n° 5.

Il sort :

Du n° 5, $2a$ de liquide au titre A_5 , il y reste $3a$ au titre A_5 .

Du n° 4, $2a$ de liquide au titre A_4 , il y reste $3a$ au titre A_4 .

Du n° 3, $2a$ de liquide au titre A_3 , il y reste $3a$ au titre A_3 .

Ces trois fractions de liquide sont soutirées du n° 5 ; il sort :

Du n° 2, $2a$ de liquide qui sont envoyés sur le n° 1 qui est en remplissage et il y reste $3a$ au titre A_2 .

On envoie de l'eau : $2a$ dans le n° 5 ; $2a$ dans le n° 4 ; $2a$ dans le n° 3 ; $2a$ dans le n° 2, pour remplir à nouveau les cuiviers.

Les équilibres s'établissent et les équations s'obtiennent en remarquant que lorsque l'équilibre est établi le cuvier n voit sa richesse être A_{n+1} au lieu de A_n par suite

de la permutation régulière des cuiviers. On écrit que dans chaque cuvier le poids du sucre n'a pas varié depuis le commencement jusqu'à la fin du séjour d'un liquide.

Appelons B la richesse de la betterave et e celle du jus faible

$$\text{Au n}^\circ 5 \text{ on a } 3aA_5 + 2a \times 0 = 5aA_4$$

$$\text{Au n}^\circ 4 \text{ on a } 3aA_4 + 2a \times 0 = 5aA_3$$

$$\text{Au n}^\circ 3 \text{ on a } 3aA_3 + 2a \times 0 = 5aA_2$$

$$\text{Au n}^\circ 2 \text{ on a } 3aA_2 + 2a \times 0 = 5ae$$

$$\text{Au n}^\circ 1 \text{ on a } 3aB + 2aA_2 = 5aA_5$$

En multipliant toutes les équations membre à membre il reste après suppression des facteurs communs.

$$(3a)^4 (3aB + 2aA_2) = (5a)^5 e \text{ ou } 3^4 (3B + 2A_2) = 5^5 e.$$

en remplaçant A_2 par sa valeur $\frac{5}{3} e$; on a :

$$3^4 \left(3B + \frac{5 \times 2}{3} e \right) = 5^5 e$$

ou :

$$e = \frac{3^5 B}{5^5 - 5 \times 2 \times 3^3}$$

D'où $e = B \times 0,085$.

Si $B = 10$ p. 100 $e = 0,0085$ soit 0,85 p. 100 du poids de la betterave.

En réalité l'épuisement est meilleur parce que l'eau ne passe pas brusquement du macérateur n° 2 au n° 1. Elle coule lentement dans tous les cuiviers intermédiaires.

$$\text{On a } A_2 = \frac{5}{3} e = \frac{5}{3} \times 0,085 B = 0,141 B$$

$$A_5 = \frac{3}{5} B + \frac{2}{5} A_2 = \frac{3}{5} B + 0,0564 B = B \times 0,6564 B$$

ou les deux tiers de B.

MARCHE A LA VINASSE. — Elle est identique à la marche à l'eau. La seule différence est que la dose d'acide à ajouter aux betteraves est moindre, la vinasse étant par elle-même acide.

On pourrait s'imaginer qu'il n'est pas nécessaire d'en ajouter.

En effet, soit un moût d'acidité 2,5 en acide sulfurique (en réalité cet acide sulfurique n'est plus complètement libre, il a déplacé des acides organiques).

Par la fermentation elle monte à 2,7 ; l'augmentation de 0,2 est due aux acides organiques. Seulement le moût est dilué par la vapeur d'eau de la colonne. Et d'autre part il perd l'eau entraînée avec les flegmes. En réalité, l'augmentation de volume n'est que du dixième. Donc l'acidité

devrait devenir $\frac{2,7}{1,1} = 2,45$; elle est de fait beaucoup plus faible à cause de l'éthérification des acides organiques. C'est donc une première raison pour ajouter de l'acide⁽¹⁾.

En voici une deuxième. En admettant que l'acidité soit de 2,5, elle a complètement changé de nature. L'acidité organique y a augmenté. L'acidité succinique en particulier s'y est accumulée et peut nuire à la fermentation.

Dès lors on est obligé : ou de temps en temps de rejeter la vinasse et de recommencer à l'eau ; ou à chaque opération de rejeter une partie de la vinasse, un cinquième environ et de la remplacer par de l'eau ce qui est plus pratique.

Dans les deux cas il faut introduire une nouvelle quantité d'acide.

Remarque. — 1 000 kilogrammes de betteraves soutirées par exemple à 1 600 litres, exigent dans le travail un volume d'eau de 1 600 litres de soutirage + 100 litres

(1) D'ailleurs il faudrait rendre acide le jus vierge qui représente sensiblement les quatre cinquièmes de la vinasse.

de liquide adhérent + 500 litres de jus faible — 150 litres d'eau extraite de la betterave.

Les jus faibles étant récupérés, il faut 1 700 litres — 150 litres = 1 550 litres.

1 600 litres de moût donnent 1 700 litres de vinasse.

Donc il y en a toujours trop, 12 p. 100 environ ; quand on en élimine 20 p. 100 ce n'est qu'une perte réelle de 8 p. 100.

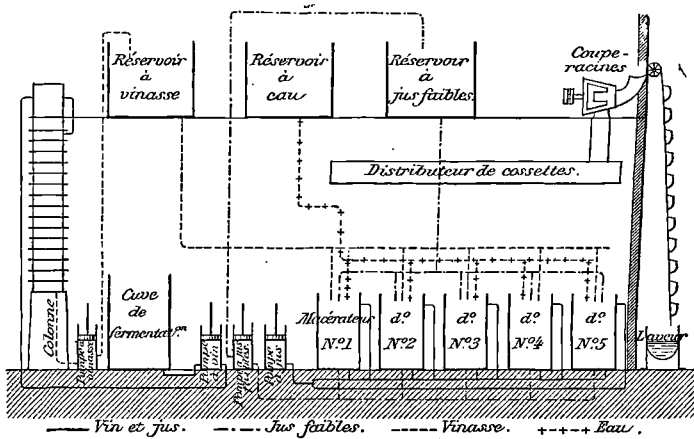


Fig. 65. — Schéma du travail des macérateurs.

On doit donc substituer l'eau à une partie de la vinasse. Pour cela on peut : 1° couper la vinasse dans les bacs ; 2° étendre le moût dans les cuves de fermentation ou laver les cuves de fermentation avec de l'eau, mais on a, dans ces deux cas, plus de liquide à distiller ; 3° couler à la fois de l'eau et de la vinasse sur le macérateur n° 1, ou couler en alternant.

Le mieux est de couler de l'eau sur le macérateur n° 1 et la vinasse sur le macérateur n° 2 pour la même raison que celle indiquée plus haut pour le jus faible.

Dispositions générales d'une usine pour le travail par macération (fig. 65). A l'extérieur : laveur, élévateur.

A l'intérieur : coupe-racines en charge sur les macérateurs. Réservoirs divers en charge sur les macérateurs. Macérateurs. Pompes.

Il est bon d'ajouter un bac préparatoire et un refroidisseur pour le jus qui est en général trop chaud.

Diffusion.

C'est l'osmose sous pression.

Avantages et inconvénients. — Nous avons vu que pour de faibles quantités de betteraves, la macération a l'avantage sur les presses. Celles-ci d'ailleurs reprennent l'avantage pour des quantités plus grandes.

La diffusion présente en général des avantages sur les presses et la macération. On obtient : un meilleur épuisement, une économie de frais d'entretien, de main-d'œuvre, de force motrice ; un travail plus propre, un jus presque stérilisé puisqu'on l'a chauffé jusqu'à 80° ; un jus plus dense où il y a moins de sels entraînés, dont la quantité est proportionnelle au volume du jus ; c'est un avantage qui disparaît quand on travaille à la vinasse où il n'y a pas d'entraînement du tout ; le matériel est plus petit.

Elle présente des inconvénients ; il y a moins de matières organiques dans le moût. C'est un avantage en sucrerie, mais c'est un inconvénient en distillerie. Les matières albuminoïdes sont en effet coagulées par la chaleur et ne peuvent servir à la nutrition de la levure. L'installation est coûteuse.

Les petites eaux sont en général perdues, ce qui n'a pas lieu en macération.

Les pulpes sont aqueuses.

Au début on reprochait à la diffusion de fournir des jus trop étendus. Aujourd'hui la diffusion donne des jus pouvant avoir comme densité les quatre cinquièmes de celle de

la betterave. D'ailleurs on n'a pas intérêt en distillerie à avoir des moûts à une densité supérieure à 4.

Si la diffusion n'a pas encore remplacé partout les autres procédés, c'est parce que l'on tient à utiliser le matériel existant et qu'on recule devant la dépense d'installation.

La diffusion consiste en une macération sous pression par l'eau ou la vinasse, en réchauffant le jus sur le parcours.

La betterave doit être en cossettes régulières pour obtenir un bon épuisement et convenablement tassées pour avoir un jus dense : on en met de 55 à 56 kilogrammes par hectolitre de diffuseur.

L'eau ou la vinasse doivent avoir une pression assez considérable.

On donne une pression égale aux trois dixièmes de la somme des hauteurs de tous les diffuseurs. Quand on ne peut avoir cette pression par charge hydraulique, on produit une pression artificielle au moyen d'un réservoir à air comprimé, agissant sur le réservoir à eau.

Températures à la diffusion. — Si on effectuait la diffusion à froid, elle serait lente, donc on aurait une perte de temps d'où résulteraient nécessairement une augmentation du matériel et une altération du jus.

Il faudrait de plus beaucoup d'eau et alors le moût ainsi obtenu serait coûteux à distiller.

On travaille donc à chaud. On ne porte pas à l'ébullition, car on cuirait la pulpe, la pectose se changerait en acide pectique et l'on aurait un moût visqueux ; on pourrait produire le collage de la batterie et, en tout cas, les pulpes ne sont plus pressables.

On porte à 75-78° avec circulation rapide.

D'ailleurs cette température maximum doit dépendre de la nature des betteraves. Il y en a qui cuisent moins facilement que d'autres.

On chauffe à 75° les diffuseurs du milieu (80 dans certains cas).

Il ne faut pas chauffer :

1° Le diffuseur épuisé parce que la pulpe va en être évacuée immédiatement. On aurait donc une perte de chaleur supplémentaire ; on risquerait de plus de cuire la pulpe.

2° Le diffuseur nouveau parce que, dans ce diffuseur, est l'acide qui pourrait attaquer l'appareil. Il contient toutes les matières albuminoïdes qui risqueraient d'être coagulées. Enfin de ce diffuseur va partir le jus qu'on envoie à la fermentation, ce qui obligerait à le refroidir après l'avoir échauffé.

Remarque. Quelquefois en sucrerie, si la râperie est proche des appareils à cuire, on chauffe au meischage. On obtient ainsi un meilleur épuisement, une coagulation des matières albuminoïdes et une économie de chaleur (puisque l'on doit chauffer le jus). Si la râperie est loin des appareils à cuire, on ne chauffe plus, car ce serait dispendieux, la chaleur fournie se perdant pendant le trajet.

Les diffuseurs compris entre le central et le nouvellement chargé sont chauffés à des températures qui vont en remontant vers le centre. Si l'on n'a pas de réfrigérant à la suite de la batterie, de 40-55-70-75-75°; si l'on en a un, de 45-60-75-75°.

Soutirage. — On soutire toujours sur le diffuseur nouvellement meisché aussitôt après le meischage, de façon à ne laisser séjourner l'acide dans le diffuseur qu'un temps très court.

Le volume soutiré se calcule par la formule connue

$$V = \frac{95}{D} \frac{D-1}{d-1}$$

Par exemple :

$$D = 1,05 \quad d = 1,03 \quad V = 150 \text{ litres}$$

$$D = 1,06 \quad d = 1,04 \quad V = 134 \text{ litres}$$

Le volume soutiré représente souvent le contenu de plus d'un diffuseur. En effet :

Dans un hectolitre de diffuseur, on met 55 à 56 kilogrammes de cossettes représentant $\frac{55}{1,05} = 52$ litres. (La densité des cossettes est différente de celle des betteraves en tas.)

Il reste donc par hectolitre 48 litres de jus interposé. Le calorisateur peut renfermer un volume de liquide égal au septième du volume du diffuseur; soit dans ce cas 13 litres. Au total cela fait 61 litres de vide.

Ces 61 litres correspondent à 55 kilogrammes de cossettes. Si nous voulons soutirer à raison de 135 litres par 100 kilogrammes, nous devons soutirer 72 l. 5, tandis que notre diffuseur n'en contient que 61; le calorisateur suivant va donc se vider. Si on soutirait à raison de 150 litres on trouverait 82 litres, ce serait encore pire. Pour réaliser le véritable lavage méthodique, on devrait augmenter les calorisateurs de manière à ne soutirer que d'un seul appareil. Cela prouve qu'il n'est pas toujours bon de copier aveuglément en distillerie ce qu'on fait en sucrerie.

Vitesse de circulation de l'eau. — La vitesse est comprise entre 0 m. 4 et 1 mètre par seconde.

Elle dépend : De la température. Plus la température est élevée, plus la vitesse peut être grande ;

De la quantité soutirée. Plus la quantité soutirée est grande, plus la vitesse peut être grande ;

De la densité de la betterave. Plus la densité est grande, plus la vitesse doit être faible.

On arrivera à la même vitesse avec des betteraves à 1,06 de densité, en soutirant 135 litres, et avec des betteraves à 1,05 de densité, en soutirant 150 litres. On peut en effet, dans les deux cas, faire 200 diffuseurs par jour.

Il vaut mieux une circulation lente et continue qu'une circulation rapide et discontinue à cause des gaz qui se dégagent pendant la diffusion et qui pourraient en s'accumulant, dans ce dernier cas, produire le collage de la batterie par compression de la cossette sur les fonds. A la détente des gaz, il peut se faire que le collage subsiste; les cossettes entrées dans les trous par la pression des gaz ne pouvant plus se dégager.

Gaz de la diffusion. — Ces gaz sont :

L'acide carbonique, l'azote et l'oxygène provenant des betteraves.

De l'hydrogène provenant : 1° de l'action des acides sur le fer. En réalité, ce n'est pas l'acide sulfurique qui agit, mais les acides organiques déplacés de leurs sels par lui;

2° de la fermentation butyrique ;

3° de la décomposition de certains sels (oxalates) sous l'action de la chaleur.

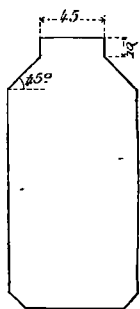
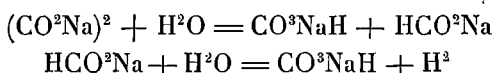


Fig. 66. — Diffuseur.



Pour se débarrasser des gaz qui peuvent se rassembler au haut du diffuseur, celui-ci porte une petite valve de purge.

Diffuseurs. — Ordinairement les diffuseurs s'ouvrent par le fond et quelquefois par le côté. Nous ne parlerons que du premier cas.

Un diffuseur (fig. 66) est un cylindre surmonté d'un gueulard et d'une partie conique. Le volume du gueulard et de la partie conique supérieure est le dixième de la capacité totale.

On a beaucoup discuté pour savoir si l'on devait don-

ner aux diffuseurs une grande section et une petite hauteur ou inversement. Une grande section et une petite hauteur offrent moins de résistance ; le collage de la batterie s'effectue moins facilement, mais l'épuisement est moins bon ; il est vrai qu'on peut employer pour les cou-teaux des divisions plus fines. D'ailleurs, il y a plus de chance pour qu'il se crée des chemins d'élection.

On a adopté en général le rapport $\frac{H}{D} = 1,78$.

La partie inférieure du diffuseur est conique et est fermée par une porte de vidange.

La forme conique a pour but : 1° De permettre l'évacuation facile ;

2° De réduire le diamètre de la porte dont l'étanchéité est d'autant plus difficile à réaliser qu'elle est plus grande et dont l'épaisseur doit être d'autant plus grande que la section est plus large.

Dans les petites installations agricoles, on prolonge souvent cette portion conique justement pour diminuer la porte et y supprimer le joint hydraulique dont il sera parlé plus loin. Mais l'évacuation devient très difficile. De sorte qu'au contraire on fait quelquefois les petits diffuseurs évasés vers le bas.

Il y a un faux fond perforé. Ce faux fond est en tôle ou en cuivre et est percé de trous de 6 millimètres de diamètre et dont les centres sont espacés de 10 millimètres.

Ce faux fond est formé : 1° d'une partie conique fixe de hauteur $h = \frac{r}{3}$; 2° d'une partie plane qui double la porte.

Cette partie plane est reliée à la porte par un cylindre percé de trous dans la partie qui se place devant le tuyau de jonction avec le calorisateur.

La surface totale des trous du faux fond doit être égale à la moitié de la section du diffuseur.

La porte pivote autour d'une charnière et elle est main-

tenue par un contrepoids; pour l'ouvrir, on le soulève à l'aide (fig. 67) d'une vis sans fin passant dans un écrou. La

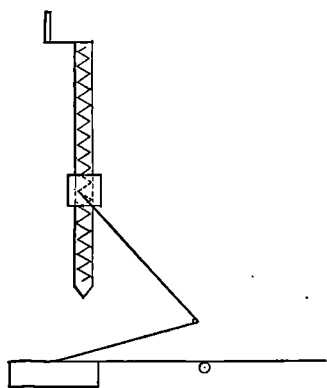


Fig. 67. — Schéma de la manœuvre de la porte d'un diffuseur

vis peut tourner sans monter ni descendre. L'écrou est au contraire mobile et porte deux tourillons auxquels est reliée une fourche formant levier coudé dont l'autre extrémité est articulée sur le contrepoids. Pour éviter les coincements, la fourche est reliée aux tourillons par des fentes longitudinales formant glissières qui lui permettent de s'allonger lorsqu'elle prend, par rapport à la

vis, une direction oblique.

La porte est rendue étanche (fig. 68) par un caoutchouc creux à pression placé autour de la porte dans une rigole circulaire du diffuseur.

On fait une pression latérale sur la porte au moyen de vapeur condensée qu'on injecte dans le caoutchouc; c'est de la vapeur plus ou moins condensée dans un serpentin. On peut aussi employer de l'eau chaude puisée au fond du générateur.

L'entrée se fait par une petite tubulure en caoutchouc, reliée par un robinet à trois voies à la circulation de vapeur.

Suivant la position de ce robinet, on peut introduire de la vapeur dans le caoutchouc ou au contraire vider celui-ci.

Pour ouvrir un diffuseur on doit d'abord décompresser

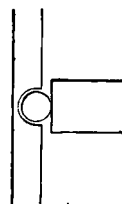


Fig. 68. — Pneumatique d'un diffuseur.

le caoutchouc, ce que l'on fait en disposant convenablement le robinet d'écoulement. Il est à la portée de l'homme manœuvrant la porte.

Comme il ne faut pas ouvrir à faux une porte, celle-ci

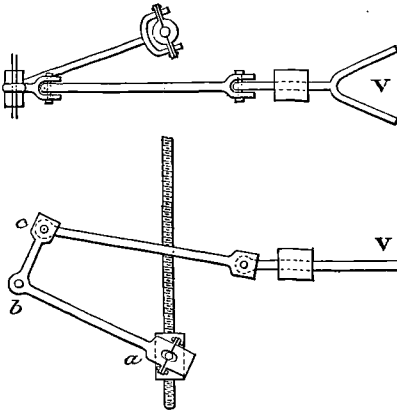


Fig. 69. — Verrou de diffuseur.

est fermée par un verrou (fig. 69) qui s'ouvre sous l'influence d'une autre vis.

Lorsque celle-ci tourne, l'écrou monte ou descend, fait monter ou descendre le levier coudé *abc* fixé en *b*.

Pour éviter le coincement, le levier (fig. 70) est relié aux tourillons de l'écrou à l'aide de glissières ; *bc* monte ou descend en même temps que *ab* et ramène en arrière ou pousse en avant le verrou *V* à 2 pènes, lesquels se dégagent des gâches ou s'y engagent.

La manœuvre de la porte et la manœuvre du verrou peuvent être faites du haut ou du bas de la batterie.

Dans certains systèmes il n'y a pas de verrou. La porte est garnie d'oreilles qui peuvent circuler dans une rai-

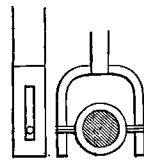


Fig. 70. — Liaison de la vis et du levier coudé du verrou.

nure à encoches. Lorsque le contrepoids est abaissé, les oreilles entrent dans les encoches. Une deuxième vis donne à la porte un mouvement de rotation autour du centre et engage les oreilles dans la rainure. On ne peut dès lors ouvrir la porte sans faire le mouvement de rotation contraire. Ce système est dit à baïonnette.

Le diffuseur est fermé en haut par un couvercle à joint de caoutchouc et une vis de pression.

Annexes des diffuseurs. — Comme appareil de chauffage on a proposé des injecteurs placés sur les conduites qui relient chaque diffuseur au suivant. C'est un système peu employé.

Il offre des avantages, il permet de régler facilement la température et d'augmenter la circulation du jus, il est moins coûteux, mais il présente aussi des inconvénients : 1° par ses bruits et ses trépidations ; 2° il donne un jus de densité faible, non pas que le volume d'eau soit plus grand que par l'autre système, car l'appareil est de plus petit volume ; mais parce que le système manque de méthodité puisqu'on introduit de l'eau pure dans les jus denses. Le véritable système de chauffage est celui des calorisateurs.

Calorisateurs. — Le tube de communication d'un diffuseur au suivant s'épanouit en un vase cylindrique chauffé à l'intérieur par un ou plusieurs tubes où circule de la vapeur. Ce peut être un serpentin ou un système tubulaire. Dans le cas des tubulaires il faut avoir soin, pour éviter les inconvénients des changements fréquents de température, de prendre des tubes cintrés qui se dilatent, sans fatiguer les joints de la plaque tubulaire. Les tubes ont par rapport au serpentin le défaut de ne pas chauffer autant le bas que le haut de l'appareil, ce que l'on peut éviter avec une forme appropriée de serpentin.

Ces tubes communiquent avec la conduite de vapeur ;

ils ont un retour pour la vapeur condensée et une purge d'eau pour la condensation.

Comme surface de chauffe on leur donne 0 m², 175 par hectolitre de diffuseur. Il est facile de constituer cette surface de chauffe. La section du calorisateur est telle que le liquide y contenu ait un volume égal au 1/7 du volume du diffuseur. Si alors on désigne par d le diamètre du calorisateur, par D celui du diffuseur, on calcule que sensiblement $d = \frac{D}{3}$ en écrivant que la section du calorisateur est égale au 1/7 de la section du diffuseur + la section des tubes. Cela suppose que le calorisateur a la hauteur du diffuseur.

Sur chaque calorisateur se trouvent : 1° un petit purgeur supérieur pour les gaz ; 2° un thermomètre, soit ordinaire à gaine métallique, soit du type thalpotassimètre, thermomètre à vapeur éther où la pression agit sur un soufflet analogue à celui du manomètre de Bourdon ; 3° un robinet de dépression situé vers le bas. Au moment où on va ouvrir le diffuseur, on fait couler de celui-ci un peu de liquide pour diminuer la résistance. Cet écoulement se fait non en bas du diffuseur, mais en bas du calorisateur.

Quelquefois autour du calorisateur se trouve un isolant.

Tuyauterie. — Chaque calorisateur (fig. 71) est relié en haut :

- 1° A un tuyau de circulation des jus isolé (fig. 72) par une soupape J en forme de champignon (1) dont la tige est mobile dans une bague, de sorte qu'elle monte avec la vis mais sans tourner. Cette soupape ouverte laisse

(1) Ordinairement le champignon est en caoutchouc.

passer le liquide du calorisateur vers le tuyau de circulation générale des jus.

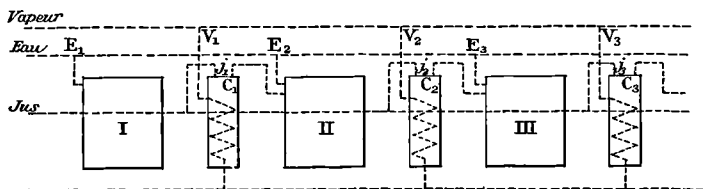


Fig. 71. — Schéma de la batterie de diffusion.

2° A un tuyau de communication qui se rend à la partie supérieure du diffuseur suivant et portant une soupape C du type précédent.

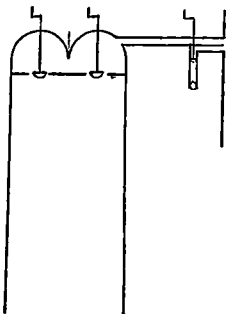


Fig. 72. — Soupapes d'un diffuseur.

Si la soupape est ouverte, il y a communication du calorisateur avec le diffuseur suivant.

3° A un tuyau d'eau qui débouche sur le branchement précédent au delà de C et est commandé par une soupape E.

La soupape E traverse le canal de communication et n'agit que sur le tuyau d'eau malgré l'apparence d'agir sur la communication.

En bas : 1° avec son diffuseur en un point situé derrière la partie cylindrique perforée du fond.

Avec une conduite de vapeur pour les tubes.

Plancher. — Autour de la batterie est disposé un plancher convenable pour les manœuvres.

Bacs jaugeurs. — Ils se composent de deux compartiments : l'un en remplissage, l'autre en vidange, un flotteur indique les volumes soutirés.

Ils peuvent être alimentés et vidés par le bas; ils com-

muniquent avec le tuyau des jus et avec un tuyau d'évacuation vers la fermentation.

Ils doivent être plus bas que le réservoir à eau mais plus élevés que le service de la fermentation.

Fosse à cossettes. — Les cossettes peuvent être éliminées par des wagonnets qu'on amène sous chaque diffuseur.

Si la batterie est circulaire, les wagonnets passent sur une plaque tournante.

Quelquefois les cossettes sont évacuées.

Si la batterie est en ligne : à l'aide d'une vis horizontale suivie d'une hélice perforée ou d'un élévateur à godets.

Si la batterie est circulaire : à l'aide d'une hélice plongeant dans la fosse conique.

Des arbres à ailettes amènent la cossette contre l'hélice.

Par raison d'économie d'eau, souvent on a intérêt à essorer les cossettes; la fosse est alors à faux fond perforé; l'eau est reprise pour le lavage. Quand la cossette est essorée, l'on peut employer comme élévateur une hélice pleine et une chaîne à palettes.

Matières premières des diffuseurs. — Un diffuseur en tôle, dans sa totalité ou la calandre en tôle, est moins lourd, il offre un refroidissement plus rapide, ce qui cause une perte de chaleur relativement grande, mais permet d'éviter un réfrigérant à la sortie des mouls, il est facilement attaqué par les acides (il faut vernir à la gomme laque) et par suite inemployable pour le travail aux vinasses.

Un diffuseur en fonte a les qualités contraires; l'attaque aux acides a lieu superficiellement, mais s'arrête lorsque le métal est recouvert d'une couche de graphite.

L'épaisseur à donner au métal est calculée d'après la formule :

$$e = \frac{pr}{R} + a.$$

où e est l'épaisseur en millimètres, p la pression par centimètre carré (on admet 3 kilogrammes) en kilogrammes; r le rayon en mètres; R la résistance par mètre carré, 7 pour tôle, 2,5 pour fonte; a un coefficient, 3 pour la tôle, 6 pour la fonte.

Exemple : $r = 1/2$.

l'appareil est : en fonte,

$$e = \frac{3 \times \frac{1}{2}}{2,5} + 6 = 6 \text{ mm. } 6.$$

en tôle

$$e = \frac{3 \times \frac{1}{2}}{7} + 3 = 3 \text{ mm. } 2.$$

Les faux fonds sont en tôle de cuivre, perforés de trous de 6 millimètres espacés de 10 millimètres de centre à centre. Ils s'attaquent relativement vite aux acides à cause du couple électrique qui tend à séjourner.

La porte doit être calculée de manière que la charnière résiste aux poids du contrepoids et de la porte, à la charge intérieure; le métal de la porte doit être assez résistant pour ne pas fléchir dans le sens parallèle à la charnière et dans le sens perpendiculaire de part et d'autre du verrou.

On prend pour diamètre des tuyaux, si D est celui des diffuseurs, dans les grands diffuseurs $\frac{D}{10}$; cela correspond à une vitesse de circulation de 0 m. 6 — 0 m. 7.

Dans les petits diffuseurs, surtout si l'on fait seulement 140 postes par jour, $\frac{D}{12}$; cela correspond à une vitesse de 0 m. 8.

$\frac{D}{10}$ correspondrait à $V = 0 \text{ m. } 5$.

Nombre de diffuseurs. — Pour un même poids de betteraves, faut-il employer beaucoup de petits diffuseurs ou un petit nombre de grands diffuseurs ?

Plus la betterave est riche, plus il faut de diffuseurs, car on a intérêt à obtenir un bon épuisement. Il faut donc augmenter le contact. Or, si pour augmenter la durée du contact, on diminue la vitesse de circulation, au delà d'une certaine limite, on a à craindre une altération possible des jus.

De plus le rendement des appareils est diminué.

Si, au contraire, on augmente le volume d'eau, c'est-à-dire si on augmente le volume des appareils, le rendement n'est pas diminué, mais l'altération des jus est toujours rendue possible.

Il ne faut donc pas diminuer la vitesse de circulation ni augmenter le volume des appareils, mais on augmente la hauteur du système, ce qui revient à augmenter le nombre des diffuseurs.

En sucrerie ces raisons sont plus importantes qu'en distillerie :

1° Parce qu'en distillerie les betteraves ne sont pas toujours très riches ;

2° Parce qu'on peut sans grand inconvénient diluer un peu plus les moûts ;

3° Parce que la circulation peut être lente.

D'ailleurs il y a peu de différence dans les résultats obtenus par des nombres différents de diffuseurs.

Dans la pratique, en sucrerie, on prend de 12 à 14 diffuseurs. En distillerie, il est inutile de prendre un nombre aussi grand, puisque les betteraves sont moins riches. Si on prenait un nombre beaucoup plus petit l'épuisement serait moins bon ; on prend ordinairement 10 à 12 diffuseurs.

Cependant on a souvent employé des batteries de 14 ; de même que parfois on dédouble une batterie de 14 diffuseurs en deux batteries de 7.

Mais : 1° On emploie des cossettes plus fines (car chaque batterie ne contenant plus que 7 diffuseurs offre moins de résistance);

2° On augmente la durée de contact de l'eau et des cossettes.

On obtiendrait ainsi le même épuisement qu'avec une seule batterie sans avoir besoin de doubler le temps. Il y a donc avantage à employer cette disposition. Cependant il vaudrait mieux avoir 8 ou 9 diffuseurs par batteries dédoublées.

Les batteries sont disposées en cercle ou en ligne, soit sur une ligne, soit sur deux.

Les batteries sur une ligne rendent le service assez pénible. Lorsque la batterie est sur deux lignes, le service est plus facile.

Mais il vaut mieux, dans tous les cas où l'emplacement le permet, prendre une disposition circulaire.

Diffusion à l'eau. — La diffusion peut se faire à l'eau ou à la vinasse. Au début on est obligé de travailler à l'eau.

Pour la diffusion à l'eau les appareils comportent :

I. Un coupe-racines horizontal.

II. Un appareil de distribution des cossettes; vis d'Archimède ou courroie sans fin, si la batterie est en ligne; nochère de distribution pivotante, autant que possible en cuivre, si la batterie est circulaire.

III. Un appareil de distribution de l'acide.

Autant que possible on déverse l'acide dans la nochère (cela n'est possible que si elle est en cuivre).

Dans les petites installations on emploie le système adopté en macération. Dans les grandes installations où l'on emploie beaucoup d'acide, on utilise les appareils suivants :

a. On fait monter l'acide à une hauteur convenable

jusqu'à un bac en charge. La tourie peut être montée à dos ou par monte-charge. L'acide peut aussi être élevé au moyen de l'air comprimé d'après le dispositif indiqué par la figure 73.

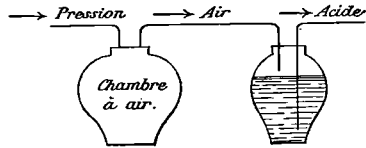


Fig. 73. — Monte-jus à air comprimé pour acide.

b. Il faut mesurer l'acide. On procède : soit en volume, au moyen d'une éprouvette en plomb de la forme indiquée (fig. 74), ou au moyen d'une pipette en verre ou en plomb (fig. 75) à deux robinets, soit en poids, en pesant le poids nécessaire d'acide,

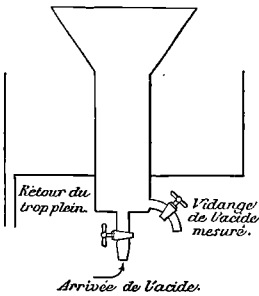


Fig. 74. — Jauge pour acide.



Fig. 75. — Jauge pour acide.

dans un bac posé sur une bascule convenablement tarée.

c. Il faut mélanger l'acide et l'eau. Au-dessous du vase jaugeur est un vase en plomb, contenant le volume d'eau nécessaire, et où l'on déverse l'acide jaugé. Ce bac est relié par un tuyau en plomb à la noçhère de distribution et l'acide dilué se répand sur les cossettes. Les robinets sont en grès. Ils ont l'inconvénient d'être très fragiles. S'il y a des tuyaux, ils sont en plomb ou en caoutchouc, suivant qu'ils sont fixes ou mobiles.

IV. Un réservoir à eau. Ce réservoir doit avoir au-des-

sus des diffuseurs, une hauteur de charge égale aux 3 dixièmes de la somme des hauteurs de diffuseurs. Par exemple, avec 12 diffuseurs de 2 mètres de hauteur, le réservoir doit être placé à une hauteur de $0,3 \times 24 = 7 \text{ m. } 20$. Sa capacité doit être au moins celle d'un soutirage et il doit être toujours plein.

V. Une pompe d'alimentation du réservoir. Cette pompe peut être horizontale et à action directe. Telle est la pompe Worthington. On peut prendre une pompe rotative. On se sert également du pulsomètre; cet appareil donne un mauvais rendement, mais il évite l'emploi d'une machine, ce qui n'a pas d'intérêt en distillerie où les pompes marchent constamment pour les colonnes.

VI. Un tuyau reliant le réservoir à eau à la batterie. Sur le tuyau une vanne.

VII. Un trop-plein du réservoir à eau ou un branchement sur le tuyau d'alimentation avec soupape de sûreté. Lorsque l'eau ne coule pas dans la batterie, elle s'en va par la dérivation au laveur.

VIII. La batterie proprement dite.

IX. Les bacs jaugeurs, situés dans un plan intermédiaire à ceux du réservoir d'eau et des bacs préparatoires.

Marche de la diffusion à l'eau en distillerie. — *Batterie de 12 diffuseurs.* Un passage toutes les dix minutes.

1° 10 minutes avant la mise en route :

a. Ouvrir les purgeurs des conduites de vapeur et des calorificateurs ;

b. Remplir d'eau un certain nombre de diffuseurs (6 dans ce cas), par exemple : de 1 à 6, on remplit directement le premier par la porte. Les autres sont remplis par meischage.

Pour la rapidité des explications, nous appellerons J_n, E_n, C_n, V_n , les soupapes à jus, à eau, de communica-

tion, et à vapeur du diffuseur n° n (calorisateur compris).

Pour meischer un diffuseur, par exemple (2), on ouvre J_1 et J_2 , le jus passe par-dessus le diffuseur (2), descend son calorisateur et entre par en bas.

Pour meischer ensuite (3), il faut d'abord redresser le courant dans (2), on ferme J_1 ; on ouvre C_1 ; on n'a plus qu'à ouvrir J_3 ; J_2 étant resté ouvert.

Pendant que l'on meische un diffuseur, on chauffe le précédent. On s'arrange pour que, des 6 diffuseurs pleins d'eau, les 3 de tête soient à 75°.

2° Lorsque l'on a 6 diffuseurs pleins d'eau, on embraye le coupe-racines.

On remplit alors le n° 7 de cossettes; on le meische, et de ce temps on chauffe le n° 6.

On continue ainsi de suite pour les n°s 8, 9, 10, 11 et 12.

A ce moment, la pression d'eau est toujours sur 1.

La circulation est régulièrement établie de 1 à 11; 12 est en position de meischage.

Les températures, en remontant à partir de la tête à la queue, sont 45°, 55°, 65°, 75°, 75°, etc.

Pour continuer, il faut maintenant vider les diffuseurs pleins d'eau.

On isole 1 en fermant C_1 ; on ferme l'eau en E_1 , et on porte la pression d'eau sur 2 en ouvrant E_2 . On vide le n° 1 en ouvrant simplement la porte; on le remplit de cossettes fraîches, on le meische, et en même temps on chauffe le n° 12.

On continue ainsi de suite :

En vidant 2, mettant la pression sur 3, meischant 2.

» 3 » 4 » 3

» 4 » 5 » 4

» 5 » 6 » 5

» 6 » 7 » 6

A ce moment, la pression d'eau est sur 7.

La communication est régulièrement établie entre 7, 8, 9, 10, 11, 12, 1, 2, 3, 4 et 5 ; 6 est en meischage.

Les températures sont, en remontant à partir de 6, s'il y a un réfrigérant : 45°, 60°, 75° ; sinon 35°, 45°, 55°, 60°, 75°.

À ce moment, on va soutirer de 6 et vider 7.

Pour cela on avance la pression d'eau sur 8, on isole 7, on le vide et on le remplit de cossettes.

Pendant ce temps on soutire de 6 ; pour cela on redresse le courant, c'est-à-dire qu'on ferme J_6 et qu'on ouvre C_6 , et comme J_6 est ouvert depuis le meischage, le soutirage se fait seul.

7 étant rempli, on le meische, et comme le courant est déjà redressé sur 6, que J_6 est ouvert, il suffit d'ouvrir J_7 .

À partir de ce moment, la marche normale est atteinte. Il suffit de continuer en avançant d'un diffuseur l'eau, le meischage, le soutirage.

Lorsque toutes les betteraves sont travaillées, on liquide la batterie.

Pour cela on cesse de chauffer.

On soutire deux fois sur la tête, puis on isole la queue, on la vide après avoir avancé l'eau, et on soutire encore deux fois sur la tête demeurée immobile puisqu'il n'y a plus de betteraves. On recommence avec la nouvelle queue et ainsi de suite ; la nouvelle queue approchant d'un rang après deux soutirages sur la tête.

Le temps de passage d'une diffusion doit être tel que la betterave ne reste pas plus de deux heures dans la batterie.

Les jus sont envoyés aux réfrigérants, s'il y en a, ou aux bacs préparatoires.

Diffusion à la vinasse. — Le travail à la vinasse présente les mêmes avantages et les mêmes inconvénients qu'en macération.

L'emploi de la vinasse ne supprime pas celui de l'eau. D'abord il faut rincer à l'eau froide les cossettes épuisées, car évacuées chaudes, elles ne se presseraient pas. Il est vrai que refroidies, elles sortent difficilement du diffuseur. Cela exige, pour 100 kilogrammes de betteraves, 80 à 85 litres d'eau. Il faut y ajouter 5 litres pour laver le diffuseur.

Enfin il y a la même nécessité qu'en macération de ne pas augmenter l'acidité organique du moût, ce qui, en tout état de cause, obligerait à remplacer une partie de la vinasse par de l'eau.

Les appareils sont les mêmes que pour la marche à l'eau, mais les diffuseurs ne sont pas en tôle, car ils seraient attaqués. La batterie est toujours en fonte.

Il faut en plus un réservoir à vinasse, relié à un récupérateur de chaleur. La vinasse sort en effet de la colonne à 102°. Or, elle n'est utilisée qu'à 70°-80°; on peut donc, à sa sortie de la colonne, faire passer la vinasse dans un récupérateur où elle se refroidit en échauffant le vin entrant dans la colonne.

Le réservoir à vinasse a au moins la grandeur d'un diffuseur; il est sur le même plan que le réservoir à eau; il est relié par une soupape au tuyau à eau de la batterie, de telle manière qu'on peut employer l'eau ou la vinasse à volonté.

MARCHE A LA VINASSE. — Meischage : Il se fait à l'eau. On met la pression sur le diffuseur qui va être isolé.

Soutirage : La pression se fait dans ce cas à la vinasse, sur le diffuseur suivant, de sorte que, lorsqu'au moment où l'on établit la pression sur un diffuseur, c'est d'abord à la vinasse; ensuite on remplace celle-ci par l'eau.

Par économie d'eau, on a construit des diffuseurs permettant de soutirer les jus faibles comme en macération; il y a dans ce cas un tuyau et une pompe spéciaux; les jus faibles vont le plus souvent au lavage. Quelquefois on

se sert de l'eau d'égouttage des cossettes pour effectuer ce lavage.

Mais on peut, de même qu'en macération, faire rentrer les petites eaux à la batterie, dans ce cas, le mieux est de les envoyer au bac à vinasse.

L'épuisement dans les diffuseurs est tel 'que 100 kilogrammes de cossettes ne contiennent plus que 0,2 à 0,4 de sucre.

100 kilogrammes de betteraves donnent théoriquement 65 kilogrammes de cossettes renfermant 92 p. 100 d'eau. Dans la pratique on n'en a guère que 50 p. 100.

Presses ⁽⁴⁾. — Pour éviter les grands poids de cossettes à transporter, on emploie souvent les presses utilisées en sucrerie. La cossette y arrive par une vis d'Archimède ou une courroie sans fin.

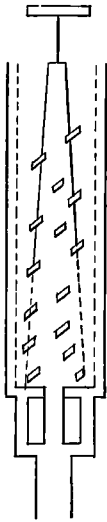


Fig. 76. — Presse Klusemann.

Presse Klusemann. — Elle se compose (fig. 76) d'un arbre conique creux et perforé par le bas, portant des bras en hélice. Il est contenu dans une enveloppe cylindrique perforée, enfermée elle-même dans une enveloppe pleine. Les cossettes descendent entre l'arbre et l'enveloppe perforée et s'y turbinent. Le liquide est recueilli par trois ouvertures; deux latérales et une centrale et correspondant au cône. En bas, un cône mobile règle la sortie de la cossette. L'arbre fait trois tours et demi à la minute. L'appareil exige 1,5 à 2 chevaux-vapeur et travaille la

(4) On a proposé un système de chaîne à godets qui commence l'essorage. Les parois antérieures sont mobiles autour d'un axe horizontal. En avant se trouve un rail oblique qui tend à aplatir les godets à mesure qu'il s'élève.

cossette de 50 000 kilogrammes de betteraves en vingt-quatre heures.

On réduit les cossettes à 33 p. 100 des betteraves travaillées. Elles contiennent encore 86 p. 100 d'eau.

Presse Bergreen. — Elle est (fig. 77) du même genre que la précédente. Autour de l'axe du cône, et en dessous de ce cône, se trouve un deuxième cône perforé tournant en sens contraire et autour duquel est enroulée une lame hélicoïdale qui fait compression sur les cossettes.

L'appareil fait deux tours à la minute, exige 3-4 chevaux, et travaille les cossettes de 60 000 à 70 000 kilogrammes de betteraves en vingt-quatre heures. L'état de dessiccation est à peu près le même que plus haut.

Remarque. — Souvent on fait passer les jus sortant des presses dans un dépulpeur. On récupère ainsi la pulpe folle qui tombe dans une noyère et est renvoyée aux presses.

La cossette obtenue est, soit mise en silo par un moyen de transport analogue à ceux des betteraves, soit évacuée de suite de l'usine. Les silos à cossettes devant ordinairement être évacués par tombereaux, ont une sole en pente douce qui permet aux tombereaux de descendre.

On doit y ménager un drainage suffisant, aboutissant à un bassin de décantation, d'où les eaux sont reprises pour irriguer.

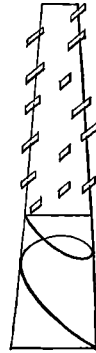


Fig. 77. — Schéma de la presse Bergreen.

Ensemble de l'installation par diffusion (fig. 78). — 1° Laveurs, élévateurs, bascule, etc. ;

2° Coupe-racines en charge sur la batterie ;

3° Service de l'acide ;

4° Batterie ;

- 5° Fosse à cossettes;
- 6° Évacuation des cossettes;
- 7° Presses à cossettes;
- 8° Bacs jaugeurs en charge sur les bacs préparatoires;
- 9° Refroidissoir;
- 10° Bacs préparatoires en charge sur la cuverie et sur les levains s'il y a lieu;

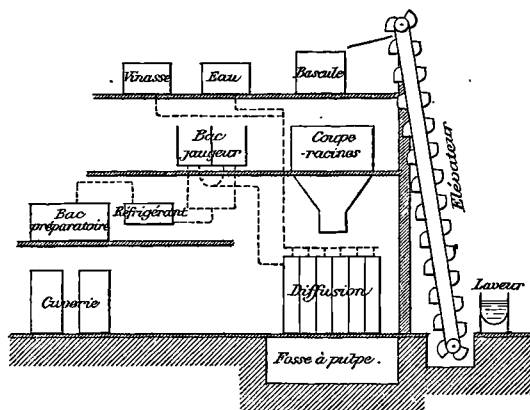


Fig. 78. — Schéma de l'atelier de diffusion.

- 11° Levains (s'il y a lieu) en charge sur la cuverie;
 - 12° Cuverie;
 - 13° Réservoir à eau pour la batterie;
 - 14° S'il y a lieu, réservoir et pompe à vinasse.
- On a préconisé quelques systèmes de diffusion particuliers; je donnerai le principe de quelques-uns d'entre eux.

Système Guillaume. — Dans un but d'économie de construction, on a préconisé des batteries à trois diffuseurs longs et étroits (Guillaume).

On les meische d'une manière fractionnée, par exemple, on met $\frac{1}{5}$ d'eau, à porte ouverte, $\frac{1}{5}$ de betteraves, un deuxième $\frac{1}{5}$ de chacune, etc. Pour le dernier $\frac{1}{5}$, on meische comme d'usage.

On met, par exemple, vingt-cinq minutes à faire le remplissage. Cela favorise l'épuisement et compense le manque de diffusion.

On laisse macérer de quarante à quarante-cinq minutes. Quant au soutirage, on le fait par cinq tous les cinq minutes.

Dans un pareil système, on peut supprimer les joints hydrauliques si les sections sont assez étroites.

Système Garez. — On a préconisé (Garez) un système où le jus qui doit être envoyé sur les cossettes fraîches, après avoir été chauffé à 95-100° par un réchauffeur, est refoulé, par un tuyau perforé, sur les cossettes en remplissage et préalablement chauffées à 30° par un jet de vapeur. Ce refoulement sur les cossettes en remplissage est obtenu après la subdivision du jus du diffuseur de tête en deux, de sorte qu'on peut en soutirer une partie, tandis que le reste est jeté dans le diffuseur suivant, après réchauffement.

Cette méthode, qui est favorable à l'épuisement, n'a pas, que je sache, été essayée en distillerie, où elle présenterait des difficultés d'application à cause de l'acide.

Système Naudet. — M. Naudet s'est proposé, pour enrichir le jus du diffuseur qui vient d'être meisché, de le puiser en bas du diffuseur et de le rejeter en haut pour le faire circuler, en le réchauffant à 80°. Il soutire seulement après.

Pour ce faire, une pompe centrifuge peut être attelée à l'un quelconque des diffuseurs, pour y puiser et y refouler environ trois fois le liquide du diffuseur dans le temps d'un passage ; il faut pour effectuer cette circulation factice, isoler le diffuseur.

Enfin, comme l'air peut causer une gêne dans la circulation, chaque diffuseur est surmonté d'une trompette assez longue pour que le liquide ne déborde pas.

Naturellement, un pareil système doit être complété

par un refroidissement énergique. Comme en distillerie on n'est pas obligé de faire d'aussi nombreux passages qu'en sucrerie, et que, d'ailleurs, on craint la coagulation des albuminoïdes, le système n'a peut-être pas autant d'avantages qu'il peut en avoir en sucrerie. D'ailleurs, il y a encore la considération de l'acide à chaud, qui attaque fortement le fer.

Comparaison des trois procédés. — Nous allons comparer les trois procédés au point de vue de l'eau, de l'épuisement, de la valeur de la pulpe, du combustible nécessaire.

Etude de la quantité d'eau. — *Presses.* — Le lavage exige 150 litres d'eau.

En première pression : 100 kilogrammes de betteraves + 45 kilogrammes de jus faible = 25 kil. de pulpe P_1 + 120 de jus J_1 .

En deuxième pression : 25 kil. P_1 + 45 kil. d'eau = 25 kil. de pulpe P_2 + 45 kil. de jus faible.

Donc, au total : 100 kilogrammes de betteraves + 45 kilogrammes d'eau, donnent 25 P_2 + 120 J_1 .

Il faut donc 45 litres d'eau.

En réalité, il ne faut pas 45 litres d'eau, car on emploie de la vinasse dont on a en abondance, puisque 120 litres de jus donnent 132 litres de vinasse. On utilise, en pratique, 10 litres d'eau.

Il n'y a pas lieu, en général, de refroidir. Le jus est froid. Mettons cependant 30 litres pour l'eau du réfrigérant. Cette eau peut être réemployée.

Pour la colonne, on peut compter sur 20 kilogrammes de vapeur par hectolitre de moût, cela fait 24 litres d'eau pour 120 litres de jus.

Les colonnes sont pourvues d'un réfrigérant qui demande 80 litres d'eau par hectolitre de moût. Pour 120 litres, cela fait 96 litres d'eau; mais cette eau peut

être envoyée aux presses, au laveur ou au générateur.

La dépense se réduit donc à :

Lavage	150
Eau d'expression	10
Vapeur	24
Total	<u>184</u>

Macération à l'eau. — Le lavage exige toujours 150 litres.

On sait que 100 kilogrammes de betteraves demandent 160 à 240 litres d'eau de soutirage, mais il faut ajouter pour les eaux adhérentes, 10 litres; pour les jus faibles, 50 litres; il faut défalquer 15 litres d'eau exsudée par la betterave en s'écrasant et 50 litres de jus faible réemployé.

Soit un total de 165 à 235, ou, en moyenne, de 200 litres.

A la suite du macérateur, il faut un rafraîchissoir exigeant de 120 à 180 litres (moyenne 150 litres), le réfrigérant de la colonne exige de 128 à 192 litres (moyenne 160 litres).

De sorte que les deux réfrigérants exigent de 248 à 372 litres (moyenne 310 litres), qu'on peut utiliser d'abord pour le générateur ou le lavage. La colonne dépense en moyenne 40 kilogrammes de vapeur qui, avec les 150 litres de lavage, se trouveront grandement dans les eaux des réfrigérants. Le reste, $310 - 190 = 120$ litres, peut être réemployé à la macération, dont la dépense s'abaissera à $200 - 120 = 80$ litres.

De sorte que la dépense moyenne véritable sera de $80 + 150 + 160 = 390$ litres.

Macération à la vinasse. — Dans la macération à la vinasse, on a de 176 à 264 litres, soit en moyenne 220; on réemploie les $\frac{4}{5}$, c'est-à-dire 176 litres. Ce qui abaisse la quantité d'eau nécessaire à la macération à 24 litres que les réfrigérants peuvent grandement fournir (120 disponibles); donc la dépense est de 310 litres.

Diffusion à l'eau (soutirage moyen de 140 litres).

Nous avons comme dépense d'eau :

1° Au lavage, 150 litres;

2° A la diffusion proprement dite, 211 litres, à savoir :
soutirage, 140 litres + l'eau interposée représentant le
vide de l'appareil (un diffuseur rempli de cossettes con-
tient $\frac{100}{55} (100 - \frac{55}{1,05}) = 85$ litres d'eau libre ou
adhérente) — l'eau exsudée (1 p. 100 du jus = 14 litres).

3° Eau de condensation des calorificateurs, 30 litres;

4° Eau de lavage des diffuseurs, 4 litres;

5° Eau du réfrigérant des jus : 100 litres;

6° Eau du réfrigérant de la colonne : 112 litres;

7° Chauffage de la colonne : 28 litres.

Les 212 litres des réfrigérants peuvent être réem-
ployés ainsi :

Lavage	150
Générateurs	28
—	30
Lavage des diffuseurs.	4
	212

La dépense se réduit donc à $211 + 212 = 423$ litres.

Diffusion à la vinasse. — Dans la diffusion à la vinasse,
on a 154 litres de vinasse, dont on peut réemployer
123 litres. Or, on a le placement de 126 litres, à savoir :
140 du soutirage diminué de 14 de jus exsudé.

Par conséquent, on pourra réemployer ces 123 litres
et cela diminue d'autant la dépense qui tombe à 300 litres.

En résumé, 100 kilogrammes de betteraves exigent,
en moyenne, par :

Presses	284 litres d'eau.
Macération à l'eau	390 (1) —
— la vinasse	310 —
Diffusion à l'eau	423 (1) —
— la vinasse.	300 —

(1) Si l'usine rectifie, elle peut facilement trouver dans l'eau des

Étude du sucre perdu :

Presses : 100 kg de betteraves donnent 25 kg de pulpe à 1,2-1,4 p. 100 de sucre, soit une perte de 0,3-0,35 p. 100 de betteraves.

Macération : 100 kg de betteraves donnent 90 kg de pulpe à 0,5-0,8 p. 100, soit une perte de 0,45-0,72 p. 100 de betteraves.

Diffusion : 100 kg de betteraves donnent 90 kg de pulpe à 0,15-0,4 p. 100, soit une de perte 0,135-0,36 p. 100 de betteraves. .

Étude de la valeur des pulpes :

Presses	20	p. 100 de matière sèche.
Macération	6,5	— —
De diffusion (non pressées)	5,5	— —
De diffusion (pressées)	15	— —

Les cossettes de macération sont souvent trop courtes. Les cossettes de diffusion à la vinasse se conservent mieux que celles de macération à la vinasse, parce qu'elles sont rincées à l'eau.

Etude de la dépense en combustible. — On évalue successivement :

1° La chaleur équivalente au travail du laveur et des élévateurs :

2° La chaleur équivalente au travail du râpage ;

3° La chaleur équivalente au travail des pompes ;

4° La chaleur pendant l'extraction ;

5° La chaleur de la vapeur de la colonne.

Il est bien évident que toutes ces quantités dépendent du système d'appareils employés. Comme il s'agit de comparer les méthodes d'extraction, on adoptera pour les autres quantités des valeurs moyennes aussi identiques que possible.

Méthode des presses. — 1° Au lavage et aux éléva-

condenseurs de quoi économiser l'excès d'eau nécessaire pour l'extraction du jus, soit 80 litres dans la macération à l'eau et 85 litres dans la diffusion à l'eau.

Cela rend la macération à l'eau identique à celle à la vinasse et presque identique à la diffusion à la vinasse.

teurs, on peut compter 6 chevaux par 100 tonnes travaillées, soit en moyenne, par tonne-jour, 0 ch. 06;

2° Au râpage, il faut 10 chevaux et, aux presses, 18 chevaux. Total : 28 chevaux, ou 0 ch. 28 par tonne-jour ;

3° Pour nous faire une idée du travail des pompes, supposons que tous les liquides élevés le soient à 10 mètres;

A savoir, par tonne de betteraves :

450 kg de liquide allant à la 1 ^{re} presse.	
450 — — 2 ^e presse.	
300 d'eau allant au rafraîchissoir.	
1 500 — laveur.	
1 500 d'eau sale du laveur.	
960 kg d'eau du réfrigérant de la colonne.	
240 kg d'eau du générateur.	
1 200 kg de moût à élever à la colonne.	
<hr/>	
6 600 kg.	
représentant	$\frac{66\ 000}{3\ 600 \times 24 \times 75} = 0,0012.$

Et, à cause des transmissions et du peu de rendement des pompes, nous prendrons 0 ch. 05.

Le total de la force motrice est 0 ch. 39, représentant 28 kilogrammes de vapeur par jour.

4° Dépense de chaleur à l'extraction :

Cette évaluation se fait par l'évaluation des entrées et des sorties.

Entrées.

1 000 kg de betteraves à 12°	12 000 calories.
450 kg de jus faible à 40°	18 000 —
450 litres d'eau ou de vinasse à 50°.	
en moyenne	22 500 —
300 litres d'eau du rafraîchissoir. . .	3 600 —
Total	<hr/> 56 100 calories.

Sorties.

250 kg de pulpe à 80°	= 20 000 calories.
450 kg de jus faible à 80°	36 000 —
1 200 litres de jus à 30°	36 000 —
300 litres d'eau au rafraîchissoir à 30°	9 000 —
	<hr/> 101 000 calories.

La différence est de 45 000 calories ou 82 kilogrammes de vapeur.

5° La colonne exige 20×14 kilogrammes = 280 kilogrammes de vapeur.

Donc en définitive il faut par tonne :

Vapeur motrice.	28 kg
Vapeur de chauffage	362 kg
	<hr/>
Total	490 kg (70 kg de charbon).

Sur lesquels on peut économiser l'échappement de 28 kilogrammes, soit 21 kilogrammes ou 3 kilogrammes de charbon.

Macération à l'eau :

1° Au laveur, élévateur, etc., 0 ch. 06.

2° Au râpage, on peut admettre 8 chevaux pour 100 tonnes, ou 0,08 par tonne.

3° Pour nous faire une idée du travail des pompes nous admettrons une élévation moyenne de tous les liquides à 8 mètres, donc par 1 000 kilogrammes de betteraves, il faut compter :

Liquides divers dirigés sur le macérateur . . .	2 000 litres.
— des 2 réfrigérants	3 100 —
Laveur et eau sale.	3 000 —
Vin envoyé à la colonne	2 000 —
	<hr/>
	10 100 litres.

$$\text{Ce qui correspond à } \frac{10\ 100 \times 8}{36\ 00 \times 24 \times 75} = 0,013$$

Et nous compterons 0 ch. 05 pour tenir compte des transmissions et du rendement des pompes.

La force motrice est donc, par tonne, de 0 ch. 19, représentant 14 kilogrammes de vapeur.

4° Evaluation de la chaleur au macérateur,

Entrées.

1 000 kg betteraves à 12°	12 000 calories.
1 500 litres d'eau à 12° allant au rafraîchissoir, puis au laveur	18 000 —
1 600 litres venant du réfrigérant de la colonne à 40°.	64 000 —
500 kg de jus faible à 50°	25 000 —
400 litres d'eau complémentaire ⁽¹⁾	4 800 —
Total	123 800 calories.

Sorties.

1 500 litres d'eau du rafraîchissoir à 30°	45 000
2 000 litres jus à 30°	60 000 calories.
500 litres jus faible à 60°	30 000 —
100 litres d'eau adhérente à 60°	6 000 —
900 kg de pulpe à 60°	54 000 —
Total	195 000 calories.

En faisant la balance des entrées et des sorties, nous avons une dépense réelle de 71 200 calories ou de $\frac{71\ 200}{550} = 127$ kilogrammes de vapeur (118 kg. de charbon).

En employant la vapeur d'échappement, on peut économiser 19 kilogrammes de vapeur (1 kg 5 de charbon).

5° La colonne demandera 400 kilogrammes de vapeur (55 kg. 5 de charbon).

En définitive, il faut :

Vapeur motrice.	14 kg
Vapeur de chauffage	527 kg
Total	541 kg (78 kg de charbon).

Quantités qui tombent à 522 kilogrammes et 76 kg. 5 en cas d'emploi de la vapeur d'échappement.

Macération à la vinasse. — 1°, 2° et 3°, comme plus haut 0,06 + 0,08 + 0,05 = 0,19 de cheval représentant 14 kilogrammes de vapeur.

(1) Il ne faut pas en compter 800, car 400 vont au générateur où la dépense est comptée à partir de l'eau froide.

(2) 400 sont passés dans le jus.

4° Décompte de la chaleur à la macération.

Entrées.

1 000 kg de betteraves à 12°	12 000 calories.
1 760 kg de vinasses à 80°	140 800 —
500 kg de jus faible à 50°	25 000 —
1 500 litres d'eau du rafraichissoir à 12°	18 000 —
Total	195 800 calories.

Sorties.

2 000 litres de jus à 30°	60 000 calories.
900 kg de pulpe à 60°	54 000 —
500 litres de jus faible	30 000 —
100 litres d'eau adhérente à 60°	6 000 —
(1 500-240) litres d'eau du rafraichis- soir sortant à 30° (240 litres vont à la macération et sortent dans le jus)	37 800 —
Total	187 800 calories.

Le procédé se suffit à lui-même.

5° La colonne demande 400 kilogrammes de vapeur, mais on peut prendre environ 10 calories à la vinasse au profit du vin, cela fait 20 000 calories ou 36 kilogrammes de vapeur, la dépense tombe donc à 364 kilogrammes.

En définitive, il faut :

Vapeur motrice	14 kg
Vapeur de chauffage	364 kg
Total	378 kg (ou 54 kg de charbon).

En employant la vapeur d'échappement, on économisera 11 kilogrammes de vapeur ou 1 kg. 5 de charbon.

Diffusion à l'eau. — 1° et 2° lavage, élévateur, râpage, nous admettrons encore 0,14 de cheval.

3° Elévation des liquides. Ici nous prendrons 10 mètres pour la hauteur moyenne d'élévation.

Nous avons à élever :

LÉVY. — Les mûts et les vins.

24

2 150 litres	d'eau pour la batterie;
2 120 —	d'eau pour les réfrigérants ;
1 500 —	d'eau au laveur ;
1 500 —	d'eau sale;
1 400 —	de vin.

Total 8 630 litres.

Qui élevés à 10 mètres, équivalent à 0 c. 017, soit pour tenir compte des transmissions et du frottement des pompes 0 ch. 07.

Cela porte la force motrice à 0 ch. 21 représentant 15 kilogrammes de vapeur.

4° Avant d'évaluer la dépense de chaleur, il y a lieu de calculer le rayonnement qui, dans ce cas, n'est pas nul comme en macération.

Le rayonnement calculé à l'aide de la formule de Pécelet, donne par mètre carré-heure, en tenant compte des différentes températures des différents diffuseurs 500 calories.

Un diffuseur de n hectolitres ; si d et h sont ses dimensions en mètres donne

$$\frac{n}{10} = \frac{\pi}{4} d^2 h = \frac{\pi}{4} d^3 \times 1,78 = d^3 \times 1,25$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{n}{12,5}}$$

La surface d'un diffuseur et de son calorisateur supposé au tiers de son diamètre est, abstraction faite des fonds et des tuyaux,

$$S = 2 \pi d h + \frac{2 \pi d}{3} h = \frac{8}{3} \pi d^2 \times 1,78 = 5 \pi d^2$$

pour tenir compte des fonds, nous mettrons

$$S = 16 d^2 = 16 \left(\frac{n}{12,5} \right)^{\frac{2}{3}}$$

s'il y a N diffuseurs la surface totale sera

$$S = 16 N \left(\frac{n}{12,5} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Or ces N diffuseurs peuvent travailler par jour

$$200 \times n \times 55 \text{ kilogrammes de betteraves} = n \times 11 \text{ tonnes}$$

Il en résulte que la surface utilisée par jour pour une tonne est

$$\frac{S}{11 \times n} = \frac{16}{11} \frac{N}{n} \frac{n^{\frac{2}{3}}}{(12,5)^{\frac{2}{3}}}$$

Prenons par exemple

$$N = 12 ; n = 12,5$$

On aura

$$\frac{16}{11} \times \frac{12}{12,5} = \frac{16 \times 96}{1100} = 1 \text{ m}^2 4.$$

Donc pour une tonne par jour il faut compter sur un rayonnement de $500 \times 1,4 \times 24 = 18\ 600$ calories (36 kilogrammes de vapeur).

Cela dit, faisons la balance des entrées et sorties.

Entrées.

1 000 kg de betteraves à 12°	12 000 calories.
2 100 kg d'eau à 12°.	25 200 —
1 000 litres d'eau au rafraichissoir	12 000 —
Total	<u>49 200 calories.</u>

Sorties.

1 400 litres de jus à 33°	46 000 calories.
900 kg de pulpe + 800 de jus faible à 50°	85 000 —
1 000 litres d'eau au rafraichissoir à 33°	33 000 —
Rayonnement	18 600 —
Total	<u>182 600 calories.</u>

La différence est de 133 600 calories ou 244 kilogrammes de vapeur ou 34 kilogrammes de charbon.

Avec la vapeur d'échappement on peut économiser 12 kilogrammes ou 1 kg. 5 de charbon.

5° A la colonne, la dépense est de 280 kilogrammes de vapeur sur lesquels il y a une économie insignifiante provenant de ce que la vapeur peut être obtenue de l'eau chaude d'un réfrigérant.

En définitive, il faut :

Vapeur motrice	15 kg
Vapeur de chauffage	524 kg
Total	539 kg (76 kg. 5 de charbon).

qu'on peut ramener à 527 kilogrammes ou 75 kg.

Diffusion à la vinasse. — On réemploie 1260 kilogrammes de vinasse à 80° au lieu d'une quantité égale d'eau à 12°, cela fait une économie de :

$$1260 \times 68 = 80000 \text{ calories ou } 164 \text{ kilogrammes de vapeur.}$$

D'autre part, à la colonne, on a 1560 litres de vinasse à laquelle on peut prendre 10 calories, cela fait une économie de 15 600 calories ou 29 kilogrammes de vapeur.

En résumé on a une économie de 193 kilogrammes de vapeur ou 27 kg. 5 de charbon.

Cela porte la dépense :

Sans utiliser l'échappement, à 346 kg de vapeur ou 49 kg. 5 de charbon.

Avec l'utilisation de l'échappement, à 334 kg de vapeur ou 48 kg de charbon.

Tableau récapitulatif.

MÉTHODES	VAPEUR	CHARBON	VAPEUR réduite.	CHARBON	SURFACE de chauffe	FORCE motrice.
Presses	490	70	469	67	2,2	0,39
Macération eau.	541	78	522	76,5	2,3	0,19
Macération vinasse	378	54,5	367	52,5	1,7	0,19
Diffusion eau.	539	76,5	527	75	2,4	0,21 ⁽¹⁾
Diffusion viaasses	346	49,5	334	48	1,6	0,21 ⁽¹⁾

(¹) A augmenter de 0,04 pour les presses à cossettes, ce qui correspond à une augmentation de 28 kg de vapeur.

On voit qu'au point de vue de la dépense de chaleur, les méthodes se classent ainsi :

Macération à l'eau, diffusion à l'eau, presses, macération à la vinasse et diffusion à la vinasse.

Si l'on tient compte de la main-d'œuvre, on sait que la diffusion prend le pas sur les presses.

Macération-diffusion.

Système Boulanger. — A côté des méthodes précédentes, il y a plusieurs autres systèmes moins répandus. Je citerai le *système de la macération-diffusion*. Dans les deux premiers diffuseurs on fait couler de l'eau sans pression, c'est donc de la macération. Le jus est repris par une pompe et envoyé dans un réservoir à une hauteur de 3 m. 50, il sert alors à faire une opération de diffusion sous pression dans le reste de la batterie.

La diffusion se fait donc sous une pression relativement faible et on a ainsi l'avantage de moins désagréger la pulpe sous l'influence de la vinasse. Le lavage des cossettes épuisées est meilleur, car il se fait par de l'eau presque tranquille et en vase ouvert, tandis qu'en diffu-

sion l'eau qui entoure les cossettes forme de la mousse et gêne le lavage.

Mais le système est bien compliqué, les diffuseurs sont réunis pour des tuyaux en étoile avec robinet central à dix voies dont le maniement est difficile.

Bac refroidisseur. Bacs préparatoires.

A la suite des appareils d'extraction se trouve le refroidisseur s'il y en a et dont je m'occuperai dans un chapitre spécial.

Le jus se rend ensuite dans les bacs préparatoires, vases jumelés dont un est toujours en remplissage, pendant qu'on règle dans l'autre la température, la densité et l'acidité.

On y fait les corrections nécessaires de sorte que l'on doit pouvoir y ajouter de l'eau, chauffer, refroidir et ajouter de l'acide. Ces bacs sont toujours en charge sur le service de la fermentation.

Contrôle du travail.

Nous rattacherons à l'étude de l'extraction des jus, les moyens de contrôle.

Cela consiste à rapprocher la teneur en sucre des betteraves, de celle des jus, des cossettes épuisées, etc.

Contrôle du travail de l'extraction du jus.

A. Surveillance du jus.

Le jus allant à la fermentation doit avoir une température, une densité, une acidité convenables qu'il faut ajuster.

a. *Etude de la densité.* — Comme pour le jus de betteraves, il est bon de se faire de temps en temps une idée sur la corrélation de la densité et du sucre.

A cet effet, on opère sur le moût comme sur le jus de betteraves. Mais en diluant seulement au dixième.

b. *Acidité*. — Elle doit être de 2 gr. 5 par litre, à moins que l'on ne travaille avec des levures spéciales. Pour effectuer le dosage, préparer : 1° une liqueur sulfurique à 5 grammes par litre ; 2° une liqueur de soude correspondante.

Le dosage se fait en versant dans 50 centimètres cubes de moût la liqueur alcaline titrée. Le nombre de centimètres cubes employés représente l'acidité par litre, en décigrammes, par exemple : 25 centimètres cubes représentent 2 gr. 5 par litre.

On peut employer comme indicateur quelques gouttes soit de teinture de tournesol, soit de phtaléine ; on peut également se servir de papier de tournesol.

B. Surveillance de l'épuisement des cossettes et de la pulpe.

Par la diffusion, l'épuisement est compris entre 0,1 et 0,25 p. 100 du poids des cossettes.

Par la macération, l'épuisement est compris entre 0,5 et 0,8 p. 100 du poids des cossettes.

Par les presses, l'épuisement est compris entre 1,2 et 1,4 du poids de la pulpe.

Pour régler le travail il convient de suivre : 1° L'ÉPUISEMENT ; 2° L'ACIDITÉ des cossettes ou des pulpes.

On peut aussi étudier les eaux des presses à cossettes ou les jus faibles des diffuseurs.

A'. — Surveillance de l'épuisement des cossettes.

a. *Méthode par extraction à l'eau chaude*⁽¹⁾. — 1° Prendre 100 grammes de cossettes de diffusion ou 40 grammes de

(1) On a reproché à cette méthode de provoquer l'attaque de la cellulose.

cossettes de macération, ou 20 grammes de pulpes.

2° Les mettre dans un ballon Pellet de 200-210 centimètres cubes, gradué par dixièmes de centimètre cube, y ajouter quelques gouttes d'acide sulfurique et amener le volume à être voisin de 200 centimètres cubes.

3° Chauffer 20 minutes au bain-marie, compléter à 200 centimètres cubes et laisser refroidir.

4° Evaluer le volume du marc. On admet que, dans la cossette de diffusion il y a 5 p. 100 de marc ayant un volume de 5 centimètres cubes ; dans la cossette de macération, 8 p. 100 de marc ayant un volume de 3 cm³ et dans la pulpe de presse, 20 p. 100 de marc ayant un volume de 4 centimètres cubes.

5° Quand le mélange est refroidi, amener le volume à 205, 203,2, 204 centimètres cubes, suivant les cas, agiter, filtrer.

6° Doser, après inversion, le sucre au moyen de la liqueur de Fehling (2 centimètres cubes).

On connaît ainsi la quantité de sucre contenu dans 200 centimètres cubes, par suite dans les cossettes employées. Enfin on admet que 100 de cossettes ⁽¹⁾ correspondent à 111 de betteraves et 100 de pulpes à 222 de betteraves. On peut donc évaluer la quantité de sucre relativement à la quantité de betteraves travaillées.

(1) Ceci n'est qu'un nombre moyen ; il dépend en réalité de la grandeur des diffuseurs. Voici des chiffres cités par Pellet, qui ne sont d'ailleurs pas eux-mêmes applicables à la distillerie où intervient l'acide.

Avec un diffuseur de 20 hect., 100 de cossettes proviennent de 100 de betteraves ;

Avec un diffuseur de 50 hect., 100 de cossettes proviennent de 111 de betteraves ;

Avec un diffuseur de 75 hect., 100 de cossettes proviennent de 117 de betteraves.

D'après Rydlewski plus un diffuseur est grand plus la perte totale et moins la perte en matières sèches sont grandes.

β. *Méthode indirecte employée surtout pour les cossettes.*

— 1° Prendre 1 kilogramme de cossettes de diffusion ou 500 grammes de cossettes de macération, les passer au hache-cossettes, sorte de hache-viande, et en exprimer le jus à l'aide d'une presse ; 2° prélever 100 centimètres cubes du jus et en faire l'inversion (10 minutes) ; déféquer, filtrer et amener à 200 centimètres cubes, y ajouter une pincée de carbonate de soude et y doser le sucre par le Fehling (2 centimètres cubes). Soit S le poids de sucre pour les 200 centimètres cubes ; le jus contenait donc S de sucre ; en admettant que 100 de cossettes de diffusion donnent 95 centimètres cubes de jus, on peut conclure que 100 grammes de cossettes de diffusion contiennent $S \times 0,95$ de sucre. Pour la macération on aurait $S \times 0,92$. On passera de ces résultats à ceux relatifs à 100 de betteraves en divisant par 1,11.

B'. *Acidité.*

On met dans un becherglass 25 grammes de cossettes ou de pulpes et 100 centimètres cubes d'eau bouillante, on laisse macérer pendant une heure et on dose à même le vase après refroidissement. Ces cossettes doivent être à peine acides si l'épuisement a été bien fait.

C'. *Eaux des presses.*

Au lieu d'étudier la cossette, on peut se borner à étudier l'eau des presses Klusemann.

Prélever 50 centimètres cubes de ces eaux, les inverser, les déféquer, les amener à 100 centimètres cubes, et y doser le sucre par la liqueur de Fehling. Comme ordinairement on ne trouve que 0 gr. 1 ou 0 gr. 2 de sucre pour 100 d'eau, il convient de n'employer que 2 centimètres cubes de liqueur de Fehling.

Pour que la connaissance des eaux de presses puisse

servir à quelque chose, il faut déterminer expérimentalement la quantité d'eaux de presses correspondant à un poids de betteraves.

D'. *Eaux de vidange des diffuseurs.*

Il est important de connaître la quantité de sucre qu'elles contiennent. On opère comme plus haut et on admet que 100 kilogrammes de betteraves donnent 85 litres d'eau.

C. *Comptabilité.*

Il est important d'instituer des écritures permettant d'établir la balance du sucre entré et sorti.

Cette comptabilité comporte : 1° les feuilles de diffusion et 2° le cahier d'analyse.

1° Feuilles de diffusion.

Voici les données à y inscrire :

N° d'ordre du soutirage.
 N° du diffuseur ou macérateur.
 Heure d'extraction
 Volume soutiré
 Densité et température
 Acidité
 Bac préparatoire récepteur
 Observations. Causes d'arrêt

2° Cahier d'analyse.

le	Relais de (jour ou nuit).						
α Betteraves	<table border="0"> <tr> <td>{ échant. n° 1 ten. o/° en sucre</td> <td>{ teneur moyenne</td> </tr> <tr> <td> » n° 2</td> <td> » </td> </tr> <tr> <td> » n° 3 etc.</td> <td> » </td> </tr> </table>	{ échant. n° 1 ten. o/° en sucre	{ teneur moyenne	» n° 2	»	» n° 3 etc.	»
{ échant. n° 1 ten. o/° en sucre		{ teneur moyenne					
» n° 2		»					
» n° 3 etc.	»						
poids (B)	(b)						
β Jus des bacs	<table border="0"> <tr> <td>{ échant. n° 1</td> <td>{ teneur moyenne</td> </tr> <tr> <td> » n° 2</td> <td> » </td> </tr> <tr> <td> » n° 3 etc.</td> <td> » </td> </tr> </table>	{ échant. n° 1	{ teneur moyenne	» n° 2	»	» n° 3 etc.	»
{ échant. n° 1		{ teneur moyenne					
» n° 2		»					
» n° 3 etc.	»						
jaugeurs	(j)						
volume (J)							
γ Cossettes	<table border="0"> <tr> <td>{</td> <td>{ teneur moyenne</td> </tr> <tr> <td> »</td> <td> (c)</td> </tr> </table>	{	{ teneur moyenne	»	(c)		
{		{ teneur moyenne					
»	(c)						
pressées							
poids (C)							
δ Eaux de presses	<table border="0"> <tr> <td>{</td> <td>{ teneur moyenne</td> </tr> <tr> <td> »</td> <td> (e)</td> </tr> </table>	{	{ teneur moyenne	»	(e)		
{		{ teneur moyenne					
»	(e)						
volume (E)							

ε Petites eaux } " (teneur moyenne
volume (P) } ((p)

$$\text{Balance} \quad \frac{Bb}{100} - \frac{Jj}{100} = \text{perte}$$

$$\text{Perte} = \frac{Ce}{100} + \frac{Ee}{100} + \frac{Pp}{100} + \text{perte indéterminée.}$$

On doit toujours rechercher l'origine de cette perte indéterminée qui ne peut provenir que d'un travail défectueux (mauvaises fermentations, fuites, etc.).

Stérilisateurs.

Sous l'influence des idées de microbiologie on a proposé d'adapter aux appareils extracteurs de jus de betteraves des appareils stérilisateurs, le jus ainsi stérilisé pouvant être travaillé un peu plus dense et moins acide.

Ce sont des appareils disposés pour faire bouillir le moût et pour le refroidir à l'abri de l'air. Mais l'ébullition d'un hectolitre de moût à 30° représente 7 000 calories ou 13 kilogrammes de vapeur ou 2 kilogrammes de charbon. Pour diminuer cette dépense on dispose un échangeur de chaleur dans lequel le moût stérilisé passe et chauffe le moût à stériliser.

Naturellement le moût déjà refroidi au stérilisateur va au refroidisseur qui au lieu d'être à la sortie des appareils d'extraction se trouve après le stérilisateur.

Conçu ainsi le stérilisateur peut être un bac disposé pour faire bouillir, et prolongé par l'échangeur et le refroidisseur. Ces derniers doivent alors être hermétiquement clos. Il faut que tous ces appareils soient disposés pour recevoir des injections d'air stérilisé.

Une disposition indiquée (fig. 79) par M. Guillaume se complète d'appareils de réglage automatique particulièrement ingénieux mais un peu compliqués.

Le stérilisateur est formé d'un bac d'attente qui ali-

mente une pompe de refoulement laquelle met en marche le jus.

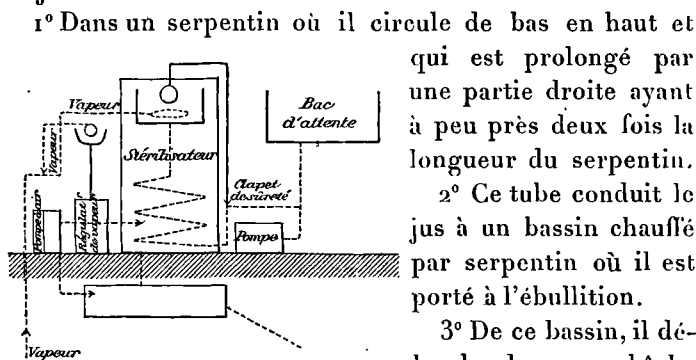


Fig. 80. — Stérilisateur à jus de betterave.

1° Dans un serpentin où il circule de bas en haut et qui est prolongé par une partie droite ayant à peu près deux fois la longueur du serpentin.

2° Ce tube conduit le jus à un bassin chauffé par serpentin où il est porté à l'ébullition.

3° De ce bassin, il déborde dans une bêche cylindrique fermée, entourant tous les appareils précédents. De sorte que le moût bouillant redescend, reste chaud à la partie supérieure, mais se refroidit vers le bas, au contact du serpentin.

4° Un flotteur placé dans le bassin est relié au clapet de sûreté (fig. 81) de la pompe, de telle sorte que si le niveau tend à trop s'élever, le clapet s'ouvre plus et diminue le refoulement.

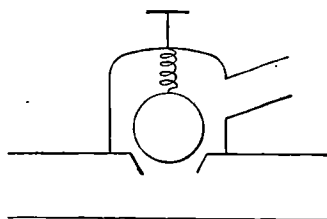


Fig. 81. — Clapet de sûreté. (Schéma.)

5° Le réglage de la vapeur est obtenu ainsi : c'est un régulateur du type manomètre à eau, dont la pression de régime est celle de l'atmosphère de la bêche cylindrique.

6° Cette bêche n'est pas absolument close, elle a une trompette de dégagement de vapeur et de mousse qui renvoie le liquide au bac d'attente.

Le liquide ainsi stérilisé va au refroidisseur.

Il reçoit de l'air stérilisé dans le bac échangeur et à l'entrée du refroidisseur.

Enfin il se rend aux bacs préparatoires (1).

Fermentation du jus de betteraves.

Le jus accumulé dans les bacs préparatoires a une température dépendant du genre de levure que l'on va employer, de la capacité des cuves et de la saison. Avec de la levure de bière ordinaire et de grandes cuves, on adopte 22 à 24 degrés suivant la température extérieure. Mais avec de petites cuves se refroidissant très vite, la température de 30 à 31° doit être parfois atteinte, surtout si les cuves sont en fer.

L'acidité la plus souvent adoptée est 2 gr. 5 comptée en SO_4H^2 ; mais avec certaines levures sélectionnées on travaille à 1 gr. 5 ou 1 gr. 7.

D'autre part, quand les betteraves sont très riches en acides organiques en s'en tenant à 2 gr. 5 d'acidité, on a une forte proportion d'acides organiques libres très gênants. Dans ce cas, on doit exagérer la dose d'acide sulfurique, de manière à avoir au moins une acidité minérale égale à l'acidité organique. Puis on dilue, de manière à ne pas dépasser une acidité totale de 3 grammes.

Exemple : un moût tient à l'état combiné une quantité d'acide organique équivalente à 1 gr. 75 d'acide sulfurique.

En ajoutant de l'acide sulfurique pour obtenir 2 gr. 5,

(1) M. Sorcl a indiqué le principe d'une nouvelle méthode de travail.

1° Suppression de l'acide dans la batterie pour éviter les sels de fer dans les moûts.

2° Chauffage à 80-85° pour faciliter l'épuisement.

3° Addition d'une faible quantité d'acide et chauffage. à l'ébullition, ce qui stérilise, invertit la pectose qui précipite encore des sels de fer qu'on doit laisser déposer.

4° Forte aération des moûts ainsi complètement désoxygénés ; 13 mètres cubes d'air non comprimé suffisent ; de plus ils refroidissent 200 kilogrammes de moût de 95° à 40° en les concentrant.

on aura 0 gr. 75 d'acidité minérale et 1 gr. 75 d'acide organique.

Le mieux sera d'ajouter encore 1 gramme d'acide sulfurique, ce qui fera une acidité totale de 3 gr. 5, mi-partie organique, et mi-partie minérale, puis on étendra du sixième, ce qui ramènera l'acidité totale à 3 grammes, dont 1 gr. 5 en acide organique et 1 gr. 5 en acide minéral.

Cuverie.

La fermentation du jus de betteraves se fait dans la cuverie.

La salle doit être propre; à cet effet on réalise les conditions suivantes :

1° Murs en matériaux compacts tels que briques vernies, ciment, maçonnerie couverte de trois couches de peinture après lavage à la chaux ou peinte au goudron dissous dans l'essence de térébenthine, non crépis pour ne pas devenir des nids à microbes, non badigeonnés : la chaux tombant dans les cuves y apporte des microbes ;

2° Facilement lavables au chlorure ou au sulfite de chaux ;

3° Plancher facilement lavable, donc légèrement incliné ; en briques avec joints en ciment, en asphalte ou en ciment ;

4° Plafond élevé de 4 à 5 mètres pour éviter les éclaboussures où viennent se déposer des moisissures ; il est formé de petites voûtes permettant un nettoyage facile (appui des échelles) ;

5° La salle doit être claire, les fenêtres doivent être exposées au nord, pour éviter les brusques changements de température ;

6° Elle doit être à température constante, éloignée des colonnes à distiller et des tuyaux de vapeur, et posséder des thermomètres éloignés des murs ;

7° Elle sera ventilée par une sortie de l'acide carbonique

vers le bas et une entrée d'air par le haut ; il faut cependant éviter les courants d'air sur les cuves ;

8° Autour des cuves le plancher de service doit être à claire-voie afin de laisser tomber CO^2 qui pourrait incommoder les ouvriers.

Les cuves sont ordinairement au nombre de six ⁽¹⁾ dont la capacité utile doit représenter la production quotidienne du jus.

Elles peuvent être : A) En bois de chêne ou de sapin rouge, en général recouvert à l'intérieur de l'un des enduits suivants : 1° paraffine fondue ; 2° vernis à la colophane (colophane 4 kilogrammes, gomme laque 0 kg. 5, térébenthine 2 litres, alcool 16 litres) ; 3° peinture. S'il n'y a pas d'enduit, il faut, à chaque opération, laver à l'eau chaude, à l'eau de chaux et à l'eau claire pour rincer.

B) En pierre : elles ont l'inconvénient d'être poreuses, elles sont de forme anguleuse qui ne permet pas un bon lavage.

C) En ciment : non poreuses, même inconvénient au point de vue de la forme.

Lorsqu'on se sert de peintures, on doit éviter celles à base de plomb et utiliser celles au minium de fer. On doit calculer le volume total des cuves de manière à pouvoir laisser 15 centimètres de vide à la partie supérieure des cuves.

Les formes les plus fréquentes sont la forme rectangulaire (pierre, ciment) ou légèrement tronconique (fer, bois). La hauteur est alors égale au diamètre supérieur. Le fond doit être légèrement incliné pour permettre l'évacuation du liquide. De plus, afin d'éviter l'envoi à la co-

(1) Dans *Microbes et Distillerie* j'ai étudié à fond la question du nombre des cuves, je rappelle ici qu'avec 8 cuves il faut hâter le coupage par l'usage d'une cuve mère ; qu'avec 12 cuves, il faut faire deux séries et qu'avec 4 ou 5 cuves, il faut hâter la fermentation par une levure très active.

l'anneau du dépôt des cuves (formé surtout de sulfate de chaux) on entoure l'orifice de sortie d'une crépine et le tuyau d'évacuation dépasse le fond de 10 à 12 centimètres.

Les cuves sont reliées par le bas au tuyau d'aspiration des vins par l'intermédiaire d'un branchement à robinet.

Vers le milieu des cuves se trouve une tubulure reliée par un robinet à un tuyau qui fait le tour de la cuverie et fait ainsi communiquer toutes les cuves vers le milieu ; c'est par lui qu'on fait les coupages. A la partie supérieure des cuves se trouve un tuyau analogue pour amener le moût vierge des bacs préparatoires dans les cuves.

Il est bon d'ajouter un système pour injecter de l'air dans les cuves. C'est une couronne à petits trous placée à 10 ou 15 centimètres du fond. Il est utile, mais non indispensable, d'ajouter un réfrigérant à chaque cuve.

A côté de chaque cuve se trouve un tableau noir sur lequel on note l'heure, la température et la densité à chaque essai.

Les cuves doivent être numérotées de manière à former un cycle fermé ; la capacité doit être inscrite sur chacune d'elles au dessous du numéro.

Mise en fermentation des moûts de betteraves.

La méthode la plus usuelle est celle qui part d'un pied de cuve et emploie des coupages successifs.

On emploie aussi la méthode de la cuve-mère, la méthode des levains, une méthode mixte. Ces deux méthodes s'appliquent à de la levure ordinaire ou à de la levure pure. Il faut encore citer une méthode anormale.

Méthode par pied de cuve et coupages. — Le pied de cuve se fait en mettant dans le bac préparatoire ou au fond de l'une des cuves, une couche de 30 à 40 centimètres de jus à 30° de température, d'une densité de 2,5 et d'une

acidité de 1 gr. 7 par litre. A ce liquide, on ajoute une quantité de levure de bière représentant un volume égal aux 5 p. 100 du poids du sucre qui sera contenu dans la première cuve à faire fermenter. Comme celle-ci a 6 ou 7 p. 100 de sucre, cela fait par hectolitre 0 l. 30 à 0 l. 35 de levure.

Cette levure doit être préalablement aérée et réveillée. On l'aère à l'aide d'un tamis au travers duquel on la fait passer, ou bien par transvasements répétés, ou bien en l'agitant avec un balai. On la réveille dans une cuvette en la mettant dans de l'eau tiède ou dans un jus très faible à 30°. Elle commence à faire fermenter soit le jus, soit le moût de bière entraîné. Quand la cuvette menace de déborder, on la renverse dans le bac préparatoire, ou mieux on l'installe, sans la renverser, à même un compartiment vide et on ne la dégagera qu'à la vidange de celui-ci. Dans ce cas, on reçoit le jus qui va servir à faire le pied, dans l'autre compartiment du bac.

On laisse la fermentation du pied de cuve s'établir. Si l'on travaille à l'eau, la densité de chute du moût sera comprise entre 0 et 0,2. On se sert dans ce cas du pied de cuve lorsque sa densité est 0,4 ou 0,6, c'est-à-dire de 0,4 supérieure à la densité de chute du moût. Si l'on travaille à la vinasse, la densité de chute étant 0,4 ou 0,5, on se sert du pied de cuve lorsque sa densité est tombée à 0,7 ou 0,8.

Quand le pied de cuve a la densité voulue, on l'envoie dans la première cuve de fermentation et l'on coule par-dessus du jus à une température de 22 à 30° selon la grandeur des cuves de fermentation. On règle le coulage de telle manière que la densité du jus de la cuve ne monte pas et que sa température reste à 28°.

Lorsque l'on a de petites cuves en fer, il vaut mieux opérer à 29. ou 30°, pour éviter les effets d'un brusque refroidissement.

La fermentation doit s'établir immédiatement, elle est

du type circulaire, c'est-à-dire qu'il se forme une infinité de petites bulles qui ricochent contre les parois.

Lorsque la cuve est pleine on la coupe immédiatement dans la suivante et on coule sur les deux. Lorsqu'elles sont pleines à leur tour, on isole la première, on coupe la deuxième dans la troisième, on coule sur les deux et ainsi de suite.

La cuve un, lorsqu'elle est isolée, contient encore du sucre, on laisse sa densité tomber jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de dégagement gazeux.

Lorsque le travail est régulier la densité tombe au moins de 0,1 en une heure.

L'acidité du jus augmente d'environ 0,2, lorsque le travail est bon.

L'opération totale dure de onze à treize heures pour une cuve.

Méthode de la cuve-mère. — On fait une première cuve avec un moût riche, elle sert à faire les coupages. On peut faire un moût de grains de densité 1,06 (en employant 20 kilogrammes de malt par hectolitre de moût). On peut aussi employer du moût de betteraves mélangé à des grains, de façon à obtenir une richesse de 1 p. 100 en matières azotées. On peut encore faire un moût contenant des matières azotées particulièrement propres à la nutrition de la levure, c'est dans ce but qu'on emploie la peptone, ou la malto-peptone (matière extraite des touraillons de malt, riche, sinon en peptones, du moins en matières favorables au développement de la levure). Avec ces deux sortes de substances, l'azote est sous une forme tellement favorable qu'on peut abaisser le titre de la cuve mère en matières azotées de 1 p. 100 à 0,45 ou 0,55 ; ce qu'on obtient en ajoutant 0 k. 500 de peptone ou 1 kilogramme de malto-peptone par mètre cube de moût ; en effet avec les 4 ou 5 kilogrammes de matières azotées

contenues par mètre cube dans le moût de betteraves, le titre devient ainsi 0,45 et 0,6. La peptone et surtout la malto-peptone sont favorables au développement des microbes; elles en sont infectées; elles ne doivent être employées qu'après stérilisation.

Ayant constitué la cuve-mère, on la laisse fermenter jusqu'à ce que sa densité soit tombée à la densité de chute de la betterave (si elle est faite de moût de betteraves) ou à la densité 1,5 (si elle est faite de moût de grains). On en prélève environ un tiers pour alimenter la cuve à amorcer et on coule sur les deux cuves. Quand la cuve ainsi chargée est pleine, on l'isole et on la laisse tomber; on coupe encore un tiers de la cuve-mère pour amorcer la cuve suivante et ainsi de suite.

La cuve-mère va en s'appauvrissant, on la renouvelle environ tous les huit jours.

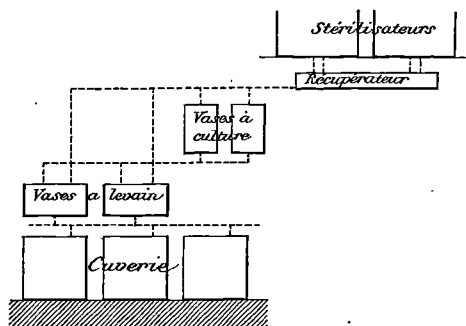


Fig. 81. — Schéma de l'atelier pour levain de levure pure.

Fermentation par levains. — Elle exige trois sortes d'appareils (fig. 81):

- 1° Chaudières à stériliser;
- 2° Vases à cultures;
- 3° Cuves à levain.

Les chaudières à stériliser doivent avoir une capacité représentant les deux tiers des cuves à levain. Ce sont

des cuves où l'on peut injecter de l'air et qu'on peut chauffer par injection de vapeur ou par double-fond. On peut en avoir une ou deux. Quand il y en a deux, on interpose un récupérateur de chaleur, c'est-à-dire un système tubulaire disposé de façon que le liquide chaud sortant d'une des chaudières à stériliser, passe dans les tubes, tandis que le liquide froid venant des bacs préparatoires et allant à la deuxième chaudière à stériliser passe hors des tubes et s'y échauffe.

Ordinairement les chaudières à stériliser sont sous hotte (vapeurs nitreuses).

Les vases à culture ont une capacité égale au sixième des cuves à levain. Ce sont des vases cylindriques fermés par joints hydrauliques analogues aux vases à culture de Pasteur et qu'on peut stériliser à la vapeur ou refroidir à l'aide d'une pluie d'eau extérieure. A cet effet, le vase est placé dans une cuvette qui empêche l'eau de se répandre à terre. On y peut injecter aussi de l'air stérilisé. Ces vases sont reliés par le haut avec la vidange des chaudières à stériliser et par le bas avec les cuves à levain placées en contre-bas.

Les cuves à levain ont une capacité égale à deux fois le volume d'un pied de cuve et sont placées en charge sur la cuverie. Elles sont reliées d'une part à la vidange des chaudières à stériliser et d'autre part avec les vases à levure.

On remplit d'abord le premier stérilisateur avec du moût de betterave peptonisé à 500 grammes par mètre cube. On le stérilise par injection de vapeur et de même un vase à culture. Puis on commence à remplir ce dernier avec du moût stérilisé provenant de la chaudière n° 1, mais qu'on fait passer par le récupérateur. Il faut donc en même temps remplir de jus nouveau la chaudière n° 2. On refroidit à 25-28 degrés, suivant la nature de la levure que l'on emploiera. On ajoute au vase

à culture de la levure mère dans la proportion d'un litre par mètre cube de cuve de fermentation et on fait barboter l'air.

La fermentation s'établit dans le vase à culture et lorsque la densité est réduite de moitié, on se sert de la culture.

La première fois, il faut de vingt-quatre heures à trente-six heures pour arriver à ce but.

On en prélève la moitié qu'on envoie au vase à levain ; dès que ce prélèvement est fait on remplit à nouveau le vase à culture avec du moût stérilisé. Ce nouveau levain pourra être employé après douze ou dix-huit heures.

Ces prélèvements sont envoyés dans une des cuves à levain déjà à moitié remplies de liquide provenant des chaudières à stériliser. Au bout de deux à trois heures, la fermentation est en pleine activité ; on achève alors de remplir la cuve à levain.

Après une heure ou une heure et demie de fermentation dans la cuve à levain, on envoie la moitié du contenu de ce bac (c'est-à-dire un volume qui est celui choisi pour le pied) à la cuve de fermentation. On remplit de nouveau et ainsi de suite toutes les trois ou quatre heures.

On pourrait continuer perpétuellement, mais après 6 ou 8 opérations, c'est-à-dire toutes les vingt-quatre heures, il est bon de mettre en route une nouvelle cuve-levain.

On met en train la deuxième, lorsqu'on soutire la première pour la dernière fois. Il faut donc tous les jours de la levure mère.

On pourrait à la rigueur la tirer d'un seul vase à culture ; mais à cause de l'étiollement de la levure, on a 2 vases à culture et l'on s'arrange pour que le deuxième soit prêt à servir lorsqu'on abandonne le premier.

Quand le levain est confectionné, on l'envoie à la cuve de fermentation. On coule dessus et on laisse fermenter lorsqu'elle est pleine, sans effectuer de coupage.

Appareil Barbet. — M. Barbet a indiqué un appareil qui est à la fois le vase à culture et le vase à levain.

La partie qui correspond au vase à culture est une superposition de 4 plateaux qui laissent cascader le liquide, les n^{os} 1 et 3 de la périphérie, et les n^{os} 2 et 4 du centre.

La partie cuve à levain est un réservoir situé en dessous des plateaux.

Le liquide installé dans le réservoir est remonté au haut de l'appareil à l'aide d'un émulseur (série tubulaire dans laquelle chaque tube très fin laisse monter un liquide par entraînement d'un petit injecteur de vapeur).

L'auteur pense que ce mouvement perpétuel du liquide, joint à l'action d'air stérilisé qu'on introduit, est favorable à la marche rapide du levain.

Méthode mixte. — On a une installation de levain d'une importance égale à la moitié ou au tiers de celle de la méthode précédente.

On fait d'abord un premier levain et on amorce la cuve n^o 1. A partir de ce moment, chaque fois qu'une cuve est pleine on la coupe d'après la méthode ordinaire, mais en même temps on coupe le bac à levain sur la nouvelle cuve et l'on remplit ensuite celui-ci avec du moût de betteraves. C'est donc à la fois la méthode par coupage, par cuve-mère et par levain.

La levure finit par s'épuiser, on doit renouveler le bac à levain toutes les quarante-huit heures. Pour cela, on fait une culture dans un vase à levure et on l'envoie dans le bac à levain.

Dans toutes ces méthodes, on cherche à maintenir la température de 25 à 28 degrés, et la densité dans le voisinage de celle du pied.

L'acidité réglée avant fermentation, d'après le type de levure employée, monte de 0 gr. 2 dans le travail normal.

Méthode par levains de levures pures (Jacquemin).

— Les levures pures ont été préconisées depuis longtemps. On les tirait, au début, du vin ordinaire, mais aujourd'hui, on a sélectionné des levures provenant de vins alcooliques et de rhums, auxquelles on a demandé deux qualités :

1° Fermentation en milieu riche en sucre (donc, levure peu exigeante en aliments, puisque les milieux riches en sucre sont pauvres en sels et matières azotées ; de plus, ces levures supportent une forte dose d'alcool) ;

2° Fermentation en milieu peu acide (on est descendu pour certaines à 0 gr. 25 d'acidité).

Une conséquence de ces deux faits est la fermentation plus rapide (on arrive à gagner deux tiers de la place).

Pour appliquer ces principes, il faut naturellement posséder la levure convenable ou l'acheter. Sur ce point je renvoie le lecteur à mon livre, *Microbes et Distillerie*. Quant au matériel, il est exactement celui que nous venons de dire pour les levains ordinaires, avec cette condition *sine qua non* que tous les appareils où passent la levure et le levain sont clos et stérilisables et qu'on peut y injecter de l'air stérilisé, c'est-à-dire de l'air que l'on a tamisé dans des batteries de filtres en coton (dont le premier cinquième est du coton salicylé par imbibition d'une solution éthérée d'acide salicylique (à 5 p. 100).

Une amélioration des filtres a été signalée par Barbet ; c'est de les faire à double paroi et stérilisables par injection de vapeur dans l'intervalle des deux parois.

Méthode mixte par levure pure. — Une méthode d'emploi de levure pure a été indiquée par Guillaume. On l'applique à l'aide des appareils suivants :

1° Un système à levure pure permettant l'injection d'air et produisant un levain, dont on prélève les trois quarts

pour amorcer une grande cuve-mère, fortement aérée et maintenue à 27-28 degrés.

2° Sur le quart restant, on coule du moût stérilisé, et on laisse le liquide du bac à levure pure, continuer à couler dans la cuve-mère qui, d'autre part, est alimentée directement.

C'est jusqu'à présent le système mixte puisqu'on a à la fois une cuve-mère et un levain.

Lorsque la cuve-mère est pleine, on y supprime l'air et on la met en communication avec une cuve plus petite, ouverte, dite cuve de chute; en même temps on évacue le bac à levain pur.

La cuve de chute se remplit et lorsqu'elle est définitivement pleine, on l'abandonne et on utilise une deuxième, puis une troisième cuve de chute.

Il faut remarquer qu'on ne coule pas de moût vierge dans ces cuves.

Les capacités sont calculées de telle manière que la cuve de chute n° 1 est vide avant que la troisième ne soit pleine.

On continue ainsi, mais de temps en temps on refait un levain.

Mise en fermentation anormale. — Lorsque l'usine n'a pas de bac préparatoire ou de bac jaugeur, on ne peut faire de coulage continu; on est bien obligé d'envoyer le jus par fractions importantes et non continues.

J'ai démontré dans *Microbes et Distillerie* qu'on perd ainsi du temps.

Ainsi Champonnois arrivait à charger une cuve en vingt-quatre heures en envoyant successivement les 14 ou 15 soutirages de sa macération. Après coupage, il fallait encore vingt-quatre heures pour achever la fermentation.

Accidents pendant la marche de la fermentation. —
1° Refroidissement. — Si les cuves se refroidissent, on peut les réchauffer soit par la vapeur, soit à l'aide d'un matelas d'eau chauffée à 60 degrés, que l'on verse lentement à la surface afin de ne pas produire le mélange ; la chaleur se transmet à la couche immédiatement sous-jacente ; la fermentation s'y rétablit, produit un échauffement qui ranime la couche suivante et ainsi de suite de proche-en-proche ; la fermentation peut repartir facilement.

2° Échauffement trop fort. — Quand la température d'une cuve est trop forte, on refroidit à l'aide des réfrigérants, lorsqu'il y en a, ou par une pluie d'eau froide ou par des courants d'air ; mais ce dernier système a l'inconvénient de refroidir toutes les cuves qui sont dans la salle. D'ailleurs, le refroidissement est toujours difficile.

3° Mauvaises fermentations (Voir *Microbes et Distillerie*).

Fermentation lactique.	Critérium	} ralentissement du gaz, acidité croissante, ferments lactiques au microscope.	}	à l'extraction du jus.	}	malpropreté, ou trop basse température, ayant géné le départ, de la levure.
	Moyens préventifs	} propreté, bonne température du pied de cuve.	}			
					Remèdes	} relever la température du pied de cuve, acidité remontée par SO^2H^2 .
Fermentation butyrique.	Critérium	} ralentissement du gaz, couleur noirâtre, odeur butyrique, ferments butyriques au microscope.	}		}	

(1) Certaines vinasses peuvent être la cause de l'accident.

Fermentation butyrique. (Suite.)	Moyens préventifs	} propreté, bonne température du pied, cette fermentation se produit surtout au début de la campagne sur les bet- teraves non mûres; une bonne pré- caution est de ne travailler que juste ce qu'il faut des betteraves que l'on vient d'arracher afin de laisser mûrir l'excédent.
	Remèdes	
	} Si un excès d'a- cidité organique existe dans le moût (1)	} l'abaisser avec de l'eau ou de la chaux. Isoler la cuve, la nettoyer, refaire un pied de cuve, aérer.
	} Si non	} relever l'acidité par SO ⁴ H ² , aérer, isoler la cuve, nettoyer et refaire un pied de cuve.

Remarque. — Dans le premier cas, il faut bien se garder d'ajouter de l'acide qui mettrait en liberté un excédent d'acide organique.

Fermentation nitreuse.	Critérium	} vapeur rouge d'acide hypoazotique, odeur nitreuse.	
	Causes probables.		} réduction { par la fermentation des nitrates. { butyrique ou par d'autres.
	Moyens préventifs.		
	Remèdes.		

Dans tous les cas d'accidents on doit isoler la cuve, la vider, la nettoyer et repartir sur nouveau pied.

Si les accidents sont peu marqués, ils peuvent passer

(1) On peut s'en faire une idée par le noircissement du jus lorsqu'on titre à la soude, noircissement qui est plus hâtif (avant 1/3 par exemple de l'acidité totale).

inaperçus, on les constate par une élévation trop grande de l'acidité finale.

Dans ce cas, on doit procéder à un sérieux nettoyage et refaire un pied de cuve.

Contrôle à la fermentation.

Analyses du moût fermenté. — Pendant la fermentation on observe : 1° la densité qui doit être constante, ou tomber régulièrement; 2° la température qui doit être 28° tant qu'on coule.

Lorsque la fermentation est achevée, on doit :

A. Doser l'acidité ;

B. Prendre la densité et doser le sucre restant avec le 1 centimètre cube de liqueur de Fehling ;

C. Doser l'alcool produit.

A. Acidité.

On opère comme pour les moûts.

B. Densité.

La densité se prend comme celle d'un moût ordinaire, elle est voisine de 0 dans le travail à l'eau et de 0,4 dans le travail à la vinasse. La quantité de sucre restant est voisine de 0,1 à 0,2 p. 100, il se dose sur 1 centimètre cube de Fehling.

C. Dosage de l'alcool.

On distille au Salleron 500 centimètres cubes de moût neutralisé, on recueille 250 centimètres cubes. Supposons que l'on trouve, toutes corrections faites, n d'alcool, cela veut dire que les 500 centimètres cubes contenaient $2,5 \times n$ centimètres cubes.

M. Sidorsky a, dans ces derniers temps, rappelé qu'on peut se faire une idée de la quantité d'alcool par l'atténuation du moût. Il admet que : 1° du densimètre doit correspondre à 1,27 p. 100 d'alcool.

Mais la méthode n'est juste qu'à la condition d'avoir exactement la densité moyenne du jus.

M. Rousselle a eu l'idée, dans ce but, d'établir sur la conduite d'amenée du jus, un petit siphon qui prélève automatiquement un échantillon moyen.

Comptabilité de la cuverie. — Il faut à la cuverie tenir les écritures suivantes :

Feuille journalière n°	
Date, le (jour de la semaine et quantième)	
Cuve N° Vol. =	Coulage commencé à . . . (le jour de la sem.)
	Coupage à
	Coulage fini à
	Chute à
	Densité finale
	Acidité finale
	Sucre restant p. 100.
	Sucre restant dans la cuve
	Alcool p. 100
	Alcool de la cuve
Distillation à	
Pour mémoire: alcool recueilli à la colonne, « titre en alcool des vinasses.	

Rendement des betteraves.

D'après Pasteur, 100 kilogrammes de sucre donnent 64 l. 3 d'alcool, mais par suite de mauvaises fermentations, d'oxydation, d'évaporation, d'incomplète fermentation, il y a une perte qui varie entre 6 et 30 p. 100 du sucre total.

Ce qui porte le rendement à 60 ou 45 litres.

60 litres est un rendement exceptionnel par les levures ordinaires.

50 litres, est un bon rendement.

48 litres, est un rendement moyen.

45 litres, est un mauvais rendement.

Une betterave de densité d contient un peu plus de $2d$ p. 100 de sucre.

Donc dans un bon travail, on doit avoir au moins comme rendement un peu plus de $2d \times 0,5$, soit de

d litres d'alcool par 100 kilogrammes de betteraves ; le chiffre 5,2 est assez courant pour $d = 5$; et 6,4 pour $d = 6$, se rencontre également souvent. Avec certaines levures sélectionnées, le rendement pour les betteraves à 5 a été porté à 5,9-6,1 et pour les betteraves à 6 à 7.7.3.

Procédés spéciaux.

Avant d'abandonner la question des betteraves, nous dirons un mot de certains procédés non entrés dans le domaine de la pratique, mais curieux quant à leur principe, qui est de ne pas extraire le jus, mais de faire fermenter la betterave de toute pièce.

1^{er} procédé. — On râpe la betterave en pulpe, on l'additionne d'eau acidulée ; on a ainsi une bouillie que l'on met directement en levure, le sucre se transforme en alcool à mesure qu'il diffuse. L'épuisement n'est pas bon, car 50 kilogrammes de betteraves ne donnent que 2 litres d'alcool au lieu de 3 litres à 3 l. 50 ; d'un autre côté on est obligé de laisser au moins un tiers de la cuve vide, à cause des mousses abondantes qui se forment.

2^e procédé. — On cuit les betteraves sous pression, on obtient ainsi un moût visqueux qu'on dilue à 160 litres pour 100 kilogrammes de betteraves, en ayant soin d'aciduler convenablement l'eau de dilution ; puis on envoie à la fermentation.

Ce procédé donne aussi un mauvais rendement.

3^e procédé. — Système Leplay. Découper les betteraves en cossettes ; aciduler à raison de 3 kilogrammes d'acide par 1 000 kilogrammes de betteraves. On les plonge dans un liquide déjà en fermentation qu'on maintient à une température de 26 à 28°. Quand les cossettes sont épuisées de sucre, elles se sont gorgées d'alcool ; on les retire et on les remplace par de nouvelles.

Au début il faut un jus déjà fermenté. On emploie souvent un jus de presse ordinaire.

Les cossettes gorgées d'alcool sont placées sur une série de plateaux formant étagères dans une colonne et on les épuise par la vapeur.

4^e procédé. — Procédé Gontard. Consiste à mélanger du maïs cuit (175 kilogrammes pour 1 000 kilogrammes de betteraves) et du malt, avec la betterave cuite sous pression, vidée à travers un faux fond et filtrée à travers un tamis ayant des trous de 0 mm² 75. L'opération ne donne pas de trop mauvais résultats. Mais il y a de très grandes précautions à prendre dans la filtration du moût sous pression.

MÉLASSE DE BETTERAVE

Nous avons donné dans le chapitre spécial la composition moyenne de la mélasse; elle se résume dans le tableau suivant :

Composition approximative.

Eau	15-19 p. 100
Sucre	44-46 »
Matières azotées	11-15 »
» organiques.	11-13 »
Sels.	10-12 »
Glucose	traces
Sucres divers	10 »

Réception.

La mélasse est reçue en tonneaux, en voitures-citernes, en wagons-citernes, en bateaux-citernes. On vide ces réservoirs dans une fosse; pour ce faire, les voitures sont amenées au-dessus des fosses, ou vidées par pompes à boulets ou clapets.

Les bateaux sont évacués par des pompes.

Les tonneaux sont roulés au-dessus de la fosse où deux poutres les soutiennent.

On les débonde, puis on achève la vidange par un jet de vapeur (fig. 82). A cet effet un tuyau de vapeur avec tubulures coniques convenablement espacées est disposé sous la ligne des tonneaux.

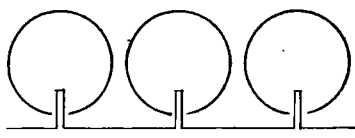


Fig. 82. — Ringage des tonneaux à mélasse.

De la fosse, les mélasses sont dirigées dans de grands réservoirs ordinairement cylindriques.

Élévation.

L'élévation est faite au moyen de pompes, de pulsomètres, de monte-jus, de chaînes à mélasse.

Des pompes et des pulsomètres, il n'y a rien à dire de particulier.

Les *monte-jus* peuvent être discontinus ou automatiques. Dans ce cas, un flotteur ferme l'ouverture d'échappement d'air, lorsque le niveau atteint une certaine limite et la laisse fermée tant que le niveau monte pour comprimer l'air de manière à vaincre la pression de la pompe de compression. A ce moment, la soupape d'admission du liquide se ferme, le refoulement se produit et le flotteur descend ; il dégage l'échappement d'air et l'admission du liquide lorsqu'il est revenu au premier niveau.

En d'autres termes, on évacue automatiquement tout le volume qui correspond à la différence du niveau où la soupape et du niveau où l'échappement d'air se ferment.

Il est facile de voir que le volume refoulé est d'autant plus grand, que la section de monte-jus est plus grande,

que la pression de l'air est plus grande et que les alternances du jeu des soupapes sont plus fréquentes.

Les chaînes à mélasse (fig. 83) sont des chaînes sans fin, parallèles (au nombre de 3 ou 4), noyées par un bout dans la fosse et engrenant à la partie supérieure avec une poulie à dents. Les dents pénètrent dans les mailles de la chaîne et en détachent la mélasse.

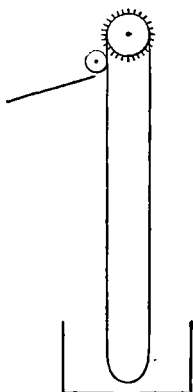


Fig. 83. — Chaîne à mélasse.

En arrière des dents est une brosse qui balaie les pointes de la poulie. La mélasse tombe de la brosse sur une trémie. On peut élever par brin de chaîne 2 000 kilogrammes à l'heure.

La mélasse élevée par un des appareils décrits est conduite aux réservoirs par des nochères à vis.

Travail de la mélasse.

Nous décrirons d'abord la méthode la plus courante. On effectue :

a) Une dilution qui a pour but de rendre la mélasse plus mobile ;

b) Un dénitrage qui a pour but : 1° de neutraliser la chaux ;

2° De décomposer les nitrates, les butyrates, les formiates.

L'acide azotique se dégage, en se décomposant plus ou moins, en vapeurs nitreuses ; les acides gras volatils sont entraînés par la vapeur d'eau.

3° D'éliminer les sels ammoniacaux peu stables à 90° ;

Et, enfin, 4° d'introduire l'acide nécessaire pour com-

mencer l'inversion du sucre et pour aciduler le moût à fabriquer.

- c) Un refroidissement partiel ;
- d) Une dilution ;
- e) La fermentation.

Le dénitrate se fait aux acides :

L'acide est ordinairement l'acide sulfurique; quelquefois, on a préconisé l'acide chlorhydrique, mais en vases clos; il ne faut pas oublier que les acides chlorhydrique et nitrique constituent l'eau régale qui attaque les métaux.

Quand on emploie l'acide sulfurique, cet acide se combine à la potasse qui se trouve toujours dans les mélasses et l'on retrouve dans les vinasses du sulfate de potasse. Or, les vinasses sont évaporées et calcinées pour en retirer les sels de potasse. Parmi ceux-ci, il n'y a guère que le carbonate qui ait de la valeur. Produire du sulfate est donc une perte. On a essayé de transformer la potasse en sels organiques qui, par calcination, deviendraient carbonates, en effectuant le dénitrate avec des acides organiques, mais le procédé est coûteux et n'est pas toujours efficace. Dans ce but, on a proposé l'acide tartrique, la tourbe, l'acide lactique (culture de ferments lactiques dans de l'eau de touraillons), les vinasses elles-mêmes (acide acétique), le tanin (extrait de marron d'Inde).

Dans la pratique courante, on emploie l'acide sulfurique en quantité assez grande pour réaliser les opérations. Mais il n'en faut pas mettre trop, puisque cela diminue la valeur du salin.

Ordinairement, on en met de 1 kg. 1 à 1 kg. 5 par 100 kilogrammes de mélasse; mais ce chiffre dépend, entre autres, de la nature des levures utilisées.

Arrivons aux détails du travail de la mélasse.

Délayage.

La mélasse est versée dans un délayeur, où se trouvent déjà :

1° L'eau nécessaire pour amener la densité à 28 ou 30° Baumé (1,24) ;

Et 2° l'acide à employer.

La manœuvre de cet acide se fait ordinairement par des monte-jus à air comprimé. Ces monte-jus sont tout à fait analogues aux monte-jus automatiques à mélasse, mais ils sont ordinairement en fonte doublée de plomb et d'un volume correspondant à celui de l'acide à élever.

Le délayeur est une cuve en bois ou en fer, munie d'un agitateur à moulinet.

Quelquefois, l'agitation est faite par un injecteur Kœrting, basé sur le principe de celui de Giffard ou de la trompe à vide.

Ce délayeur est en charge sur le dénitrteur.

Dénitrage.

C'est une cuve placée sous une hotte de cheminée et munie d'un agitateur et d'un système d'injection de vapeur pour le chauffage, qui se réduit à une ébullition de quelques minutes.

Quelquefois, le dénitrage se fait sous pression.

On peut employer le Krüger, utilisé pour les grains.

On peut employer le modèle Czczetka (fig. 84), où l'on

chauffe à deux atmosphères pendant une demi ou une heure.

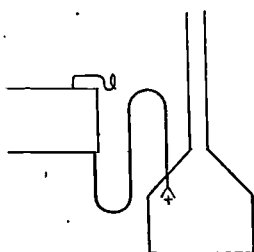


Fig. 84. — Dénitrteur Czczetka.

Il se compose d'un monte-jus, d'un autoclave cylindrique à axe horizontal muni d'un manomètre, d'un trou d'homme, d'une soupape de sûreté et d'un injecteur de vapeur. Le tube de vidange est à orifice évasé et conique, que l'on peut fermer plus ou moins par un tampon conique mobile. La mélasse est alors déversée dans une cuve à cheminée de ventilation, laquelle est indispensable, car les gaz ne se sont pas dégagés de l'autoclave.

Cette méthode, et même la méthode ordinaire, risquent de caraméliser le sucre.

Barbet, à cause de cela, a proposé de dénitrer à 90° , en présence d'un courant d'air, mais la méthode est moins parfaite.

Barbet (fig. 85) a également construit un dénitrer continu, qui se compose d'une colonne verticale, divisée en chambres par des cloisons horizontales disposées en chicanes, et surmontée d'une cheminée.

La mélasse descend et la vapeur monte dans l'appareil.

La mélasse, à sa sortie, passe dans un récupérateur où elle chauffe la mélasse froide qui va entrer au dénitrer; le résultat n'est pas aussi parfait que par la méthode discontinue.

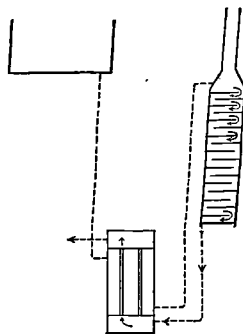


Fig. 85. — Dénitrer continu Barbet.

Refroidissement.

Après le dénitrage, on refroidit à une température θ , telle que l'eau de dilution achèvera plus tard le refroidissement.

On se sert pour cela d'un réfrigérant Lawrence, ou d'un Baudelot, ou d'un tubulaire, que nous décrirons ultérieurement. (Voyez le chapitre des *réfrigérants*.)

Dilution.

On ramène ordinairement, par dilution, à 8 ou 10° Baumé, soit à 1,058 ou 1,075 de densité. Mais, lorsqu'on doit travailler avec des levures sélectionnées, on atteint la densité 1,10.

Cela ramène à la température voulue : 22° en été, 24° en hiver, pour les fermentations ordinaires, et 20 ou 22° pour les fermentations à moutts concentrés.

Il est facile de calculer θ . Soit, en effet, un hectolitre de mélasse à la densité 1,24 et à la température θ .

On ajoute x d'eau à 10° et on produit une mélasse de densité d à la température t .

Une première relation nous est fournie par l'équation thermique

$$124\theta + 10x = (124 + x)t.$$

Une seconde équation s'obtient en écrivant la constance des poids

$$124 + x = (100 + x)d.$$

$$\text{D'où} \quad \frac{124(\theta - t)}{124 - 100d} = \frac{t - 10}{d - 1}$$

$$\theta = t + \frac{124 - 100d}{124} \times \frac{t - 10}{d - 1}$$

$$x = \frac{124 - 100d}{d - 1}$$

Exemple : $t = 24$, $d = 1,06$.

$$\theta = 24 + \frac{124 - 106}{124} \times \frac{14}{0,06} = 24 + \frac{18 \times 14}{124 \times 0,06}$$

$$\theta = 24 + \frac{3 \times 14}{1,24} = 24 + 33,8 = 57,8.$$

$$x = \frac{124 - 106}{0,06} = \frac{18}{0,06} = 300.$$

Exemple $t=20$, $d=1,10$.

$$\theta = 20 + \frac{124 - 110}{124} \times \frac{10}{0,1} = 20 + \frac{1400}{124} = 20 + 11,3$$

$$\theta = 33,3$$

$$x = \frac{124 - 110}{0,1} = \frac{14}{0,1} = 140.$$

Remarque. — La mélasse a, à peu près, la densité 1,4 ; il en résulte que 100 kilogrammes ont sensiblement le volume 70 litres.

Lorsqu'on la porte à la densité 1,24, on a ajouté e d'eau, tel que $100 + e = (70 + e) 1,24$.

$$\begin{aligned} \text{C'est-à-dire } e &= \frac{100 - 70 \times 1,24}{0,24} = \frac{100 - 86,8}{0,24} \\ &= \frac{13,2}{0,24} = 55 \text{ litres.} \end{aligned}$$

Donc, à 70 litres de mélasse, on ajoute 55 litres d'eau à la première dilution et ensuite de 140 à 300 suivant les cas.

La dilution se fait ordinairement au bac préparatoire muni d'agitateurs convenables.

Mais on peut employer une disposition telle que la suivante (fig. 86) :

La mélasse et l'eau arrivent en même temps dans un tube sinueux qui, par ses remous, produira le mélange.

Il suffit de régler convenablement les robinets d'arrivée pour avoir la densité voulue.

D'ailleurs, on peut faire la vérification de cette densité en établissant, en dérivation, un petit courant se rendant à une éprouvette, se remplis-

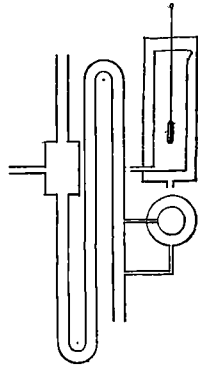


Fig. 86.

sant par le bas pour éviter les mousses et contenant un densimètre. Un trop-plein reconduit le liquide à la circulation générale.

Travail des mélasses avec filtration des mouts.

Le dénitrage se fait à 103°, sans diluer. On met juste assez d'acide pour neutraliser, chasser les acides volatils et obtenir une acidité convenable, par exemple 1 gr. si on opère avec de la levure ordinaire, et 0 gr. 2, si on opère avec une levure fluorée.

La mélasse, encore chaude, est passée dans des filtres-presses qui retiennent les zoogléées de bactériacées (en particulier, les leuconostocs).

On dilue, on refroidit, etc...

La fermentation est plus active, car il y a moins d'acide; mais, lorsqu'on opère avec de la levure ordinaire, il faut ensemercer fortement pour donner aux levures le pas sur les bactéries.

Fermentation des mélasses.

Cuverie.

La cuverie pour les mélasses est installée d'après les mêmes principes que pour les betteraves. L'aération et la réfrigération sont très utiles.

Le nombre des cuves est, en général, quelconque, car on travaille le plus souvent par cuves isolées, par renouvellement des pieds ou des levains. Si T est le temps d'occupation des cuves, n le nombre de cuves qu'on peut préparer en T, il y a $n + 1$ cuves = N.

Si J est la production journalière; en T heures, on fait $J \times \frac{T}{24}$ de jus, qui occupe, par hypothèse, n cuves.

Si V est le volume d'une cuve, on a forcément

$$\frac{JT}{24} = nV = V(N-1)$$

D'où
$$N = 1 + \frac{JT}{24V}$$

Exemple : En coulant du jus à 1,06 de densité sur un pied maintenu à 1,04, $T=40$; dans ce cas

$$N = 1 + \frac{J \cdot 40}{24 \cdot V}$$

Si $V = \frac{J}{6}$ $N = 1 + 10 = 11$

$V = \frac{J}{3}$ $N = 1 + 5 = 6$ (très rare).

Exemple : En coulant par couches, $T=72$ heures environ.

Donc
$$N = 1 + 3 \cdot \frac{J}{V}$$

avec $V = \frac{J}{6}$ $N = 19$

$V = \frac{J}{2}$ $N = 10$

Lorsqu'on procède par coupage, ce qui est une exception très rare, le coupage peut se faire environ toutes les six heures. Il faut donc faire 4 cuves par jour.

Donc $V = \frac{J}{4}$

d'où
$$N = 1 + \frac{5}{3} \cdot 4 = 8$$

Mise en fermentation des mélasses.

Elle se fait par l'un des procédés suivants : pied pour chaque cuve, levain pour chaque cuve, cuve-mère, coupage.

La méthode par pied était jusque dans ces derniers temps la plus fréquemment employée.

Le pied peut se faire avec de la mélasse pure ou de la mélasse et des grains ou des grains purs.

Pied de mélasse pure. — On prend du moût de densité 1,045 à 24° en hiver, et à 22° en été, on en remplit un quart de cuve, on ajoute en levure 3 p. 100 du poids de sucre de la cuve.

Le départ s'effectue après trois ou huit heures.

Lorsque $D = 1,025$ on peut : 1° ou bien couler du jus de densité 1,07 — 1,08 et de température 20-22° en maintenant $D = 1,04$ et $T = 30^\circ$. Dans ce cas, il faut 8-12 heures pour remplir et une fois la cuve pleine, la chute de densité demandée 24-28 heures, ce qui fait en tout 30 à 40 heures; 2° ou bien couler des couches en remontant la densité à 6, 7, 8, par 0,3 à la fois. Il suffit de faire une addition toutes les trois heures.

L'opération dure soixante heures mais porte sur plus de sucre.

Pied de mélasse et de grains en mélange. — On emploie des grains saccharifiés par les acides.

Par exemple : 100 kilogrammes de grains, 500 kilogrammes d'eau, 10 kilogrammes d'acide chlorhydrique ou 5 kilogrammes d'acide sulfurique.

Dans le travail régulier des grains, on neutralise le moût à la chaux après sa saccharification, ici on ne le fait pas. Mais on a soin de préparer une quantité de mélasse à faible acidité (par exemple 1 gramme par litre) qui mélangée au moût de grain trop acide le ramène à l'acidité voulue.

Par exemple, le moût de grains a une acidité de 10 grammes par litre, on veut y mélanger de la mélasse à l'acidité de 1 gramme pour avoir un mélange à l'acidité de 2 gr. 5.

Soit x le volume de mélasse à ajouter à un litre du moût de grains, on a

$$10 \text{ gr.} + x \times 1 \text{ gr.} = (1 + x) \times 2,5.$$

$$x = \frac{7,5}{1,5} = 5.$$

Il faut ajouter au pied cinq fois son volume de moût de mélasse.

Comme le moût de grains obtenu est à peu près à 12 p. 100 de sucre pour que le mélange soit à 8 p. 100, par exemple, il faudra que la mélasse soit à la richesse x telle que

$$12 + x \times 5 = 6 \times 8.$$

$$x = \frac{36}{5} = 7,2.$$

Cela fait une mélasse à 5 de densité.

Le pied étant préparé, on l'amorce par de la levure (10 p. 100 du poids du sucre qui sera dans la cuve); le départ a lieu en six heures; on peut couler en maintenant la température à 28-30° ou envoyer des couches toutes les deux heures.

Levains. — Ils peuvent être très divers. Par exemple on peut utiliser un levain de malt analogue à celui qui sera décrit pour les pommes de terre (15 kilogrammes de malt sec par mètre cube de moût à faire fermenter).

Il ne faut pas employer de malt vert trop pauvre en matières azotées.

On peut employer un levain peptonisé comme dans le cas des betteraves. On en fait 1 hectolitre pour un mètre cube de moût.

C'est à propos des mélasses que l'on a fait le premier emploi des levures pures.

A l'origine, Jacquemin employait des levures sélec-

tionnées provenant des vins, levures qui étaient peu actives en réalité et qui n'avaient guère que l'avantage de la régularité dans la production.

Ancienne méthode Jacquemin. — La méthode était pratiquée de la manière suivante :

Par 100 hectolitres de moût à travailler par jour : 1° faire un premier levain :

22 hectolitres de grains, 8 kilogrammes de malt, 100 litres d'eau sont brassés à 63° dans une cuve matière de brasserie (à double fond perforé), placée en haut de l'usine ; ils sont ensuite envoyés dans une cuve de 120 litres (à couvercle fermé par joint hydraulique).

On chauffe 30 minutes à 100° (vapeur), on ferme le couvercle, on refroidit à 45°, on acidule à 1 gramme par litre, on attend une heure pour que la saccharification soit complète et on refroidit à 25-28° suivant la levure.

On prélève 15 litres de ce moût dans un vase à levure de 25 litres du modèle habituel, on ajoute 1 lit. 66 de levure pure et on laisse la densité tomber de moitié, ce qui, à la température de 26-28°, exige de vingt à trente heures.

2° Faire un deuxième levain :

Le premier levain est envoyé dans une cuve fermée de 120 litres (transport à la main). On y injecte de l'air stérilisé et on laisse fermenter à 28-30°.

Lorsque la densité est tombée de moitié, on envoie le deuxième levain dans une cuve de 700 litres, dite cuve intermédiaire fermée par un couvercle à joint hydraulique et où l'on fait arriver du moût de mélasse à 25°.

3° Mettre en fermentation lorsque la densité est tombée de moitié.

On envoie le deuxième levain dans la cuve à fermentation (110 hectolitres) où se trouve déjà la mélasse à 28°.

Cette cuve possède un couvercle à joint hydraulique.

On y maintient la température au-dessous de 30° et on y injecte de l'air. L'acide carbonique qui se dégage passe dans un tuyau de 25 centimètres de diamètre qui conduit le gaz barboter dans de l'eau froide (10°) pour retenir l'alcool entraîné.

L'air injecté dans les appareils doit être stérilisé. Cette

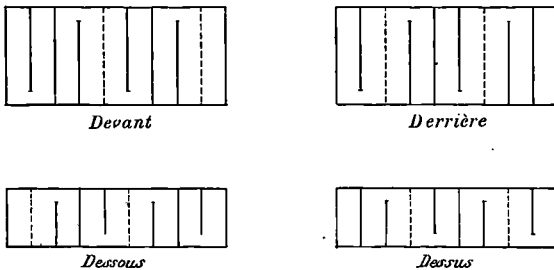


Fig. 87. — Filtre à acier.

stérilisation (fig. 87) se fait dans des batteries de filtres à coton constitués par des boîtes partagées en compartiments. Ces séparations sont disposées en chicanes qui obligent l'air à tourner dans la boîte en avançant.

Les deux ou trois premiers compartiments contiennent du coton salicylé, les autres du coton ordinaire. Pour salicyler l'ouate on la plonge dans une solution étherée d'acide salicylique à 5 p. 100.

Variantes : 1° Souvent les premier et deuxième levains sont faits à la mélasse peptonisée au 1/100 du poids de la mélasse.

2° La cuve de fermentation est ouverte. Dans ce cas il est bon de dénitrer sous pression, cela stérilise mieux.

3° Dans la cuve intermédiaire, on met de la mélasse à 3 p. 100 de maïs.

Levures pures nouvelles. — Un certain nombre de bactériologistes ont sélectionné des levures plus propres à la

fermentation de la mélasse que les levures de vin. Fernbach et Jacquemin lui-même sont en particulier entrés dans cette voie où il s'agit de faire une fermentation rapide sur des moûts denses et peu acides.

La méthode s'applique avec le matériel décrit au chapitre de la betterave.

Méthode par cuve-mère. — Elle s'applique comme pour la betterave.

On peut partir d'un pied à 5 p. 100 de maïs ou d'une mélasse peptonisée.

Méthode par coupage. — Le coupage peut se faire avec une levure acclimatée à vivre de nitrates en présence d'acide fluorhydrique.

On met seulement la quantité d'acide nécessaire pour chasser les acides volatils et on emploie une levure fluorée acclimatée aux nitrates.

Méthode Barbet. — M. Barbet préconise pour la mélasse une méthode simple (coupage et cuve-mère). Pour rendre le moût suffisamment nutritif il recommande d'y mêler une sorte de peptone obtenue en traitant au Krüger les fonds de cuve riches en levures, ce qui restitue au moût de l'azote et du phosphore. Il y a lieu de prendre des précautions pour ne pas perdre d'alcool ⁽¹⁾. M. Durin avait autrefois essayé d'employer dans le même but une décoction de levure dans la vinasse.

Marche de la fermentation des mélasses. — La fermentation est circulaire comme celle de la betterave et il se produit peu de mousses.

Si l'on a employé des grains pour faire le pied de

(1) Si les fermentations sont trop violentes on peut les ralentir en introduisant de la vinasse.

cuve, la fermentation est à chapeau, c'est-à-dire que la drèche s'accumule à la partie supérieure.

Quand la fermentation est terminée, le dégagement d'acide carbonique cesse immédiatement. La chute a lieu lorsque la densité est environ le quart de la densité primitive, si l'on opère à densité de moût moyenne, et un peu plus du tiers, si on opère à densité plus forte.

Accidents. — Les accidents de cuve refroidie, de cuve trop chaude ou de fermentation nitreuse, se passent et se combattent exactement comme pour les betteraves.

Langueur. — Elle est de deux sortes, elle peut être due aux acides gras produits pendant la fermentation ou amenés avec la mélasse transportée dans des tonneaux à huile.

Dans ce cas le remède est de neutraliser à la chaux et d'aciduler ensuite à l'acide tartrique.

La langueur peut provenir du caramel. Dans ce cas, on fait bouillir fortement pour chasser les phénols et on mélange les mélasses à une grande quantité de mélasse indemne.

Il y a encore deux accidents spéciaux à la mélasse.

Fermentation visqueuse. — Elle est due au leuconostoc.

En voici les caractéristiques :

Critérium : aspect visqueux du moût.

Cause : infection en sucrerie.

Moyen préventif : soigner le dénitrage.

Remède : cesser de couper, si on coupe ; nettoyage.

Fermentation boueuse. — Paraît due à des bactéries en chaînes, ou à un diplocoque colorable au violet ; car, dans la boue, on trouve des levures sèches, des bactéries, de la chaux et le diplocoque.

Le critérium est l'apparence boueuse de la surface ; la cause n'est pas connue.

Le moyen préventif est de soigner le dénitration, et le remède de forcer la dose d'acide sulfurique et d'insuffler de l'air.

L'acide fluorhydrique est sans action dans ce cas.

Cuve d'attente.

Dans les cuves il se forme un dépôt de sulfate de chaux. Il est bon de décanter dans une cuve d'attente avant d'envoyer à la distillation.

Souvent, si on travaille avec les grains le sulfate de chaux est mêlé de drèches.

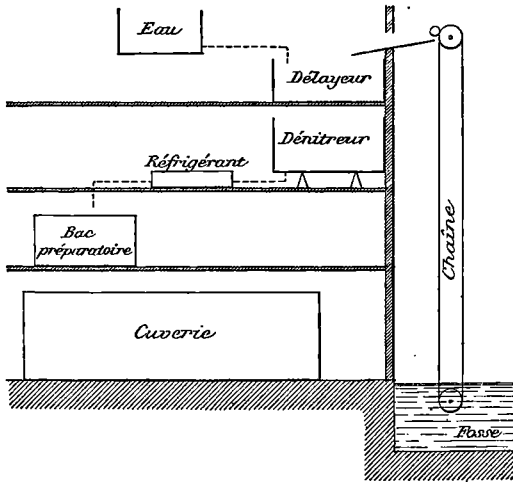


Fig. 88. — Schéma de l'installation du travail des mélasses.

On filtre alors au filtre-pressé. On sèche le tourteau à chaleur perdue. On a ainsi un engrais.

Résumé de l'installation du travail des mélasses.

Elle comporte les appareils suivants :

1° Délaveur en charge sur le dénitreur avec réservoirs d'eau et d'acide.

- 2° Dénitreur.
- 3° Réfrigérant.
- 4° Bac préparatoire.
- 5° Service du levain, ou de la cuve-mère s'il y a lieu.
- 6° Cuvierie.

Rendement des mélasses.

Dans un bon travail ordinaire, 100 kilogrammes de sucre donnent 60 litres d'alcool, et dans un travail moyen 53 litres.

Il en résulte qu'en bon travail, 100 kilogrammes de mélasses à 44° donnent 26 l. 4 d'alcool, et en travail moyen 23 l. 3.

Mais on cite des levures acclimatées s'approchant du rendement 27 l. 5, le nombre théorique étant 29,5.

Contrôle de la fabrication des mélasses.

Analyses. — On fait les mêmes analyses que pour les betteraves, le sucre restant est souvent plus abondant que pour la betterave. C'est de la mélbiose, de la xylose, de la glutose, etc.

Comptabilité. — La comptabilité est établie à l'aide des écritures ci-dessous :

- 1° Feuille de dénitrage. $\left\{ \begin{array}{l} \text{numéro de l'opération,} \\ \text{jour,} \\ \text{quantité de mélasse,} \\ \text{titre en sucre,} \\ \text{quantité de sucre,} \end{array} \right.$
- 2° Cahier de la cuvierie.
- Cuve n° $\left\{ \begin{array}{l} \text{chargée le (jour et heure)} \\ \text{volume} \\ \text{du moût.} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{densité,} \\ \text{acidité,} \\ \text{température,} \end{array} \right.$

Cuve n° (Suite)	}	chute.	}	heure,
Distillée le (pour mémoire) :				alcool recueilli,
	alcool retrouvé dans les vinasses,			
	alcool représentant le sucre restant,			
	perte,			

Appendice aux mélasses. Levure pressée.

Depuis quelque temps on poursuit l'étude de la question de faire de la levure pressée avec la mélasse.

Deux difficultés sont à résoudre : 1° la décoloration du moût et 2° rendre le moût suffisamment nutritif.

Pour décolorer on a proposé :

- 1) Une défécation à l'alun qui précipite les matières albuminoïdes et dont on enlève l'excès par la chaux ;
- 2) Une action du zinc et de l'acide sulfurique.

Quant à la question de la valeur nutritive, on l'a résolue par exemple en introduisant dans le travail des produits provenant de la saccharification aux acides, ou de l'auto-digestion de la levure de brasserie.

Les méthodes n'ont pas encore été essayées en grand.

TOPINAMBOUR

C'est une erreur de comparer le topinambour à la pomme de terre, car il ne contient pas d'amidon.

Le topinambour contient surtout de l'inuline qui n'est guère soluble qu'à chaud et de la pseudo-inuline difficilement inversible.

Les méthodes basées sur la saccharification de l'amidon sont donc fausses.

En réalité, il faut extraire le sucre et l'invertir.

On a essayé l'extraction au moyen des presses, mais le peu de solubilité de l'inuline fait qu'elle n'est pas en solution dans le suc des cellules et que par conséquent elle n'est pas exprimée par les presses. La vraie méthode est la diffusion.

Le lavage est difficile à cause de la forme des tubercules. Il faut des laveurs plus longs que pour la betterave et ayant des bras plus rapprochés du fond.

La diffusion effectuée, on produit l'inversion dans une sorte de dénitrteur chauffé à la vapeur.

Il est bon d'aérer.

On refroidit à 22°.

On met les topinambours en fermentation comme les betteraves. Si on fait un levain, il est inutile d'employer un moût stérilisé spécialement, puisque la totalité des moûts l'est.

La chute se produit vers une densité plus élevée que pour la betterave, car il y a plus de sels.

GARANCE

Les racines séchées à 50°, débarrassées de terre, sont passées au moulin ; on recouvre la farine de 5 à 6 volumes d'eau acidulée, on passe à la chausse et on essore ; il reste un produit, « la fleur de garance », qui est traité pour extraire des matières colorantes. On peut aussi traiter la farine par l'eau acidulée qu'on injecte de vapeur, il reste alors une autre matière, la garancine, également utilisée pour les matières colorantes.

On abandonne les eaux de lavage acides à une fermentation spontanée qui dure huit ou dix jours ; souvent on met en levure ; le jus étant très peu dense (4° Balling), la fermentation se termine en vingt-quatre heures.

LÉVY. — Les moûts et les vins,

28

GENTIANE

La racine découpée en morceaux est tassée par couches de 10 à 15 centimètres dans un tonneau; on a soin d'humecter chaque couche d'eau tiède.

Au centre on place un levain formé de 2 kilogrammes de levain de boulanger délayés dans 5 litres de vinaigre.

Lorsque le tonneau est plein on met sur la dernière couche un disque en bois et par-dessus des poids lourds.

Après deux ou trois jours on remplit la cuve d'eau; vers le quinzième jour la fermentation est terminée (température extrême 15° à 20°).

Les cuves suivantes sont amorcées avec la levure récoltée dans la première en ayant soin de la répartir dans toutes les couches.

L'asphodèle est traitée à peu près comme la gentiane. Les autres racines sont traitées à peu près comme la betterave.

CANNE A SUCRE

Elle contient 90 p. 100 de vesou formé de 80 p. 100 d'eau, 14 p. 100 de saccharose, et 6 p. 100 de glucose.

Le vesou fermenté est le vrai *Rhum*. Il est très rare. Quelquefois on mélange le vesou avec des mélasses de canne. Le plus souvent on ne travaille que les mélasses isolées et l'alcool obtenu est vendu sous le nom de rhum. Mais c'est suivant le pays le tafia ou l'arrack.

On peut extraire le sucre de la canne par les moulins, la macération ou la diffusion.

Moulins.

La canne est découpée sur le champ en morceaux de 60 à 70 centimètres en abandonnant la flèche, trop riche

en glucose, pour la sucrerie. En distillerie on pourrait l'employer. Ces morceaux sont transportés à l'usine et le travail commence.

Les morceaux sont pris par un *conducteur de cannes*, sorte de toile sans fin formée de deux chaînes sans fin parallèles portant des traverses en bois formant plancher continu. Ce conducteur conduit au défibreur.

Cet appareil comporte un cylindre horizontal tournant à la vitesse de 50 tours dans un dossier courbe. Les deux surfaces sont garnies de lames hélicoïdales de sens contraires produisant un véritable cisaillement.

De là, la canne passe au moulin (fig. 89), laminoir à trois rouleaux. Les deux du bas sont reliés par la bagassière qui dirige la canne passée entre le rouleau supérieur et le premier rouleau inférieur et la fait passer entre le deuxième rouleau inférieur et le rouleau supérieur. Il n'y a guère que les deux tiers du jus ainsi exprimé (de 60 à 80 p. 100 du jus) et ce qui reste est moins riche. Aussi fait-on une seconde pression dans un laminoir presque semblable, qui ne diffère du premier que par une injection de vapeur ou d'eau chaude (20 à 25 litres par 100 kilogrammes) dans la bagassière (imbibition). On obtient ainsi de 65 à 90 p. 100 du jus.

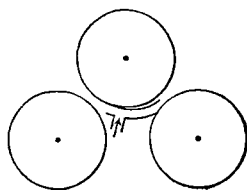


Fig. 89. — Schéma du moulin à canne.

Enfin quelquefois on fait une troisième pression (85 à 94 p. 100 d'extraction).

Il y a des variantes, comme de ne faire qu'une seule imbibition sur les deux pressions supplémentaires.

Le jus obtenu a sensiblement 8 de densité.

Diffusion.

Pour obtenir les cossettes on se sert du coupe-cannes, formé d'un disque horizontal mobile autour de l'axe vertical et portant 16 couteaux constitués par de simples lames.

Au-dessus du disque mobile est un disque fixe percé de 8 lumières. Le but de ce disque fixe est de donner à la canne un point d'appui pour lui permettre de supporter le choc du couteau et d'être tranchée par lui au lieu d'être simplement entraînée.

La trémie est formée d'un tronc de cône divisé en 8 chambres par 8 cloisons hélicoïdales qui redressent la canne de manière à ce qu'elle se présente verticalement dans chacune des fenêtres du disque fixe et qu'elle soit pour ainsi dire guillotinée par les couteaux. On a ainsi des cossettes elliptiques de 0 m. 0025 à 0 m. 003 d'épaisseur.

Un coupe-cannes de $D = 1,80$, faisant 100 tours, ayant 16 couteaux de $0,45 \times 0,7$, coupe à la minute 150 cannes, forme 150 000 cossettes et travaille par jour 500 tonnes.

Les diffuseurs sont cylindriques (à cause du déchargement). Une batterie se compose de 16 ou 18 appareils, car l'épuisement est plus difficile qu'avec les cossettes. La pression a besoin d'être plus forte puisqu'il y a plus de diffuseurs et que ceux-ci sont plus hauts ; elle s'obtient au moyen d'air comprimé.

On charge à raison de 40 à 45 kilogrammes par hectolitre. On chauffe à 95° (il ne faut pas chauffer à 100° à cause de l'excès de pression). On soutire 60 à 75 litres par 100 kilogrammes.

Le jus a une densité de 1,06. On extrait environ 97 p. 100 du jus (1).

(1) Beaucoup de bons esprits considèrent que la diffusion ne convient qu'aux cannes pauvres et d'une faible pureté.

Méthode mixte. — On emploie souvent une méthode mixte. On fait passer une première fois au moulin, puis on diffuse les bagasses. On charge dans ce cas à raison de 20 kilogrammes par hectolitre ⁽¹⁾, on soutire 100 litres par 100 kilogrammes. Le jus a une densité de 1,035.

Macération des bagasses.

Enfin la macération a été préconisée, mais seulement pour épuiser la bagasse des moulins.

La batterie est formée de 11 bacs lessiveurs montés sur roues de manière à se déplacer ; c'est-à-dire qu'en un point donné, la bagasse et le jus sont dans les mêmes états.

Le macérateur le plus riche est soutiré par dessous, le macérateur épuisé est renversé à l'aide d'un basculeur.

La bagasse épuisée passe à un moulin essoreur et est brûlée.

En général la bagasse ou les cossettes sont séchées au soleil avant d'être brûlées. La bagasse sèche contient de 15 à 20 p. 100 d'eau (16 p. 100 du poids de la canne) et a une valeur calorifique égale à la moitié de celle du charbon.

Si on ne peut sécher la bagasse (46 p. 100 d'eau) on n'a guère que la moitié de chaleur de la bagasse sèche. Dans les pays où il pleut il est bon de sécher à feu perdu et par ventilation.

Cette combustion exige naturellement des fours spéciaux. On a aussi proposé d'imbiber la bagasse sèche de 20 p. 100 et la bagasse humide de 10 p. 100 de mélasse et de brûler le tout.

Le jus de canne est rarement travaillé seul. En tout cas son mode de travail est le même que celui de la mélasse de canne.

(1) La bagasse est plus volumineuse que la canne ; 20 kil. correspondent à 50 kil. de canne.

MÉLASSE DE CANNE

Rappelons-en la composition :

Sucre	26,3
Réducteurs	28,1
Cendres	8,3
Eau	26,6
Matières organiques	10,77
» azotées	2,2

Elle est toujours acide.

Ce n'est pas étonnant pour la mélasse de sucre blanc travaillé en milieu acide. Mais c'est surprenant pour la mélasse de sucre brun, travaillé en milieu alcalin ; l'altération due à la fermentation provoquée par les hautes températures, est une cause d'acidification.

En général on ne la dénitrifie pas, car elle ne contient pas de nitrates ; elle renferme assez de glucose pour commencer la fermentation, et l'acide est cher.

Ce serait cependant utile pour chasser les acides volatils, malheureusement l'acide sulfurique manque.

On a proposé dans ce but l'emploi d'un courant d'air, l'introduction de superphosphates, etc., tous ces procédés sont peu suivis.

Le vesou ou la mélasse sont mis en fermentation par des procédés différents suivant les pays.

**Fermentation dans les différents pays du vesou
et de la mélasse de canne.**

Cuba.

Le vesou ou la mélasse sont amenés à 8 ou 10° Baumé, et neutralisés à la craie, s'il y a de la mélasse, laquelle est acide.

Avec ce moût on prépare une première cuve qu'on

remplit à moitié et qu'on abandonne à la fermentation spontanée qui dure de trente à cent vingt heures.

On remplit complètement lorsque la densité est tombée aux deux tiers. A partir de là, on procède par coupages. Quelquefois la chute exige neuf à dix jours. Les cuves sont des tonneaux ou des foudres.

La fermentation spontanée de la première cuve est quelquefois difficile à obtenir.

On peut y remédier par différents procédés :

1° Par l'emploi d'un levain de boulangerie ;

2° Par filtration du moût sur de la bagasse (la levure se trouve souvent sur les nœuds) ;

3° Par neutralisation du moût à la chaux, réacidulation à l'acide sulfurique à raison de un gramme par litre et ensemencement à l'aide de levure de brasserie ou de levure pressée ;

4° Par levain : on peut prendre 1 kilogramme de moût de raisin qu'on ensemence avec la levure qui se trouve sur les nœuds de la canne. On peut encore prendre du moût stérilisé, le dénitrifier à l'aide de SO^2H^2 , le refroidir, y ajouter de l'acide tartrique et l'ensemencer avec les nœuds de la canne.

Java.

On prépare l'arrak de la façon suivante ⁽¹⁾ :

On dilue la mélasse à 15° Baumé.

On ensemence avec le Raggi, levure tirée de la paille de riz et qui contient deux moisissures diastasiques : le *Clamydomucor oryzae*, et le *Rhizopus oryzae* ; deux ferments : le *Monilia Javanica*, et le *Saccharomyces Vordermanii*.

(1) En réalité on appelle arrak une boisson provenant du Raggi ; à Java, elle est à base de mélasse ; en Chine, à base de riz.

Le *Monilia Javanica* prédomine en quantité, mais croît lentement. Une série de cultures successives va donner le pas au *saccharomyces*.

On saupoudre le riz cuit étalé en couches minces, avec le *raggi* pulvérisé. On met en cuve à double fond pour permettre aux dextrines solubles de se séparer. Après deux jours, on transporte dans des tonneaux où se trouve de la mélasse à 15° Baumé. Ces récipients sont en plein air et couverts d'un paillason.

Après deux jours, on transvase dans des cuves plus grandes remplies de mélasse.

Enfin après deux ou trois jours, on transvase de nouveau dans de grands tonneaux abrités sous des hangars.

Après quatre jours la fermentation est terminée.

On enlève les drèches de riz et on transvase dans des vases en terre de 10 litres, où s'établit une fermentation complémentaire de 10 jours.

On ne va pas jusqu'à l'épuisement en sucre, car il se formerait de l'acide acétique.

On distille à l'alambic ou à la colonne.

A Java, on prépare une qualité inférieure un peu différemment :

Le *raggi* est mis directement dans la grande cuve. Par suite du manque d'acclimatation, le *monilia* garde la prépondérance. Comme sa croissance est lente, les bactéries prennent le pas, d'où beaucoup d'acide acétique.

Jamaïque.

Le rhum de la Jamaïque s'obtient d'un mélange de mélasse, de vinasse, de jus de canne, d'écumes de sucrerie et d'eaux de lavage.

On mélange la mélasse d'eau et de vinasse, de manière à amener sa densité à 15° Baumé.

On ajoute alors les écumes de défécation et les jus en-

dommagés, conservés dans des bassins où l'on met des feuilles de canne pour donner de l'arome ⁽¹⁾.

On verse le moût dans de grandes cuves remplies à moitié. La fermentation est spontanée. Lorsqu'elle est déclarée, on achève de remplir.

Malacca, rhum inférieur.

Des mélasses diluées à 15° Baumé sont mises en cuves, remplies à moitié.

Après six heures, une fermentation violente se déclare. Après trois jours on achève de remplir. Le sixième jour, la fermentation s'arrête. La densité est de 6 à 8° Baumé.

On distille et on jette la vinasse.

Guadeloupe.

Le rhum de vesou fabriqué dans les petites usines des Basses-Terres à raison de 150 à 600 litres par jour et conservé en tonneau ne passe guère qu'à la consommation intérieure.

Le rhum de mélasse, fabriqué dans les usines de la Pointe-à-Pitre (production annuelle de 30 000 hectolitres dont 22 000 exportés) est seul l'objet d'une industrie véritable.

Le vesou naturel ($D = 1,07$) est ou dilué de suite à 1,05 ou d'abord concentré à 1,10, puis dilué à 1,05, ce qui développe l'arome et stérilise. Souvent on y ajoute les égouts des sucreries par chaudière après les avoir étendus au dixième. La dilution de la mélasse est faite soit

(1) D'après Greg, l'arome du rhum de la Jamaïque tient à 6 facteurs : nature du sol, nature de la plante, traitement de la matière sucrée à température élevée par la chaux, ferment spécial, prolongation du travail pendant quatorze ou quinze jours avec vingt-quatre heures de repos avant de distiller, enfin distillation et conservation en tonneaux à température élevée.

à l'eau, soit à la vinasse (1), soit par un mélange des deux liquides.

La fermentation a lieu dans des cuves tronconiques bien lavées à la chaux (diamètre supérieur = 1 mètre); le volume est de 900 à 1 600 litres et on l'occupe aux neuf dixièmes.

On y met 800 litres de vesou, 200 litres d'eau ou de jus de deuxième pression et 200 litres de vinasse. Cela constitue un moût de densité 1,05, d'acidité égale à 2 grammes et riche à 12 p. 100 de sucre. On y ajoute quelquefois 500 grammes de sulfate d'ammoniaque.

La température extérieure étant de 25 à 30°, la fermentation spontanée se déclare et marche vite.

Elle est toujours déclarée après douze heures.

Le quatrième jour la température est montée à 40°, l'acidité à 5 ou 6 grammes et il y a 6 volumes d'alcool formé. On reconnaît que la chute est produite à ce que le goût est amer et le moût (grappe) éclairci.

Ordinairement, on écume après un jour de fermentation.

Le tafia à la Guadeloupe est fabriqué ainsi :

La mélasse est mêlée à 2,4 d'eau et 6,6 de vinasse. On a un moût de densité égale à 1,06, qu'on place dans des cuves de 10 000 litres en bois et munies d'un agitateur.

La température est d'environ 41°, mais à la fin elle tombe à 38° (si la température extérieure est 29°).

La fermentation dure dix jours; la densité de chute est 1,02, il y a environ 3,5 p. 100 d'alcool.

Remarque. — Comme la mélasse primitive est en moyenne à 55 p. 100 de sucres totaux et que la vinasse

(1) En voici la composition : acidité, 6,7 gr par litre ; sucre restant, 2,3 p. 100 ; extrait sec, 3,5-4 p. 100 ; cendres, 2,5-3,5 p. 100 ; densité, 1,08.

Le vesou a une acidité de 0,7 gr et contient environ 18 p. 100 de sucre.

est à 2,5 en moyenne, le moût était à une richesse 7,2 qui devrait donner près de 5 d'alcool, si tous les sucres fermentaient.

Martinique.

On fait un rhum de vesou cru (grappe blanche) pour la consommation locale, sa conservation en est très difficile. D'ailleurs la fermentation en est également difficile.

Il y a un rhum de vesou cuit qui se conserve mieux. On le fabrique en cuves de 2 ou 3 000 litres, à l'aide d'un mélange de

Eau	28,35 p. 100
Mélasses	10,12 »
Vinasse (vendange)	55,60 »

Cette vinasse a 1,04 de densité et une acidité de 7,5; elle est très riche en furfurool.

La densité du mélange est de 9 à 10°B., on ne pousse l'atténuation que jusqu'à 1,04 de densité.

La température initiale est de 38°, si la température extérieure est de 40° (bord de la mer). Elle décroît d'abord, puis remonte.

Dans les régions élevées du pays, où la température ambiante est de 30°, la température initiale est de 34°, elle finit par s'élever de 4° à 5°.

Méthode Barbet.

M. Barbet a dans ces derniers temps préconisé une méthode systématique de travail des mélasses de canne. Elle comporte :

- 1° Un délayage à 30° Baumé, avec dénitrage léger, en ayant soin, si la mélasse est de bonne qualité, de condenser la vapeur d'eau fortement aromatique ;
- 2° Une dilution avec de l'eau chaude ou de la vinasse sortant de la colonne ;

3° Une stérilisation à 80° (suffisante d'après Barbet parce que l'acidité est de 2 grammes) ;

4° Une récupération de chaleur ;

5° Une réfrigération ;

6° Une mise en fermentation avec un levain pur fabriqué à l'aide de l'appareil à colonne décrit pour les betteraves ;

7° A la suite de la cuverie, le moût passe dans des cuves d'attente où il séjourne douze heures et enfin dans un autoclave où il subit une sorte de pasteurisation à 120°.

La distillation est conduite dans des appareils spéciaux.

MÉLASSES DE BETTERAVE ET DE CANNE MÉLANGÉES

Aux mélasses de canne et de betterave se rattache une fabrication d'alcool mixte pratiquée autrefois en Belgique pour couper les genièvres.

Cet alcool obtenu par fermentation et distillation d'un mélange de 3 parties de mélasse de betterave et d'une de canne n'a plus sa raison d'être. L'ancienne législation exigeait l'emploi de moûts très concentrés que la mélasse pure de betterave trop riche en sels ne pouvait fournir. On ajoutait aux mélasses de betterave riches en sels des mélasses de canne moins riches.

Il fallait éviter l'emploi de mélasses d'osmose ou nitreuse trop impures.

La mélasse ramenée à 37° Baumé (densité de 1,35) était dénitree sans dilution. On ne refroidissait pas.

On faisait un pied avec 40 kilogrammes de seigle malté et 120 litres d'eau à 68°, auxquels on ajoutait 50 kilogrammes de levure de bière (3 fois plus qu'à l'ordinaire). On maintenait la température à 20°.

Au bout de trois heures la densité du pied étant arri-

vée à 5° Baumé, on faisait couler à la fois sur lui de la mélasse à 37° B., de l'eau froide et de l'eau chaude, de manière à avoir un moût à 9° Baumé (densité 1,067) et à la température de 18°.

Après trois heures, on faisait un nouveau changement.

Après cinq heures, la densité était encore retombée à 5°, et on la relevait à 11° Baumé ou 1,084 de densité, la température étant alors de 22°.

La fermentation était très tumultueuse. On ajoutait un peu d'huile.

Vers la vingtième heure, la température était 32°.

Au bout de vingt-quatre heures, la densité était redevenue 5° B. et on s'en tenait là à cause de la perception de l'impôt.

SORGHO

Les tiges de sorgho taillées en cossettes de 2 à 3 centimètres d'épaisseur sont traitées par le procédé de la macération. Il ne faut pas employer plus de 3 ou 4 macérateurs, parce qu'il faut que le travail soit rapide pour éviter les mauvaises fermentations.

Pour le reste, on procède comme pour la canne.

CAROUBE

Les caroubes contiennent un sucre qui a besoin d'être inverti.

On a essayé des méthodes d'attaque sous pression par l'eau acidulée, ou pure. Mais les moûts obtenus sont trop visqueux.

La macération à chaud des fruits entiers amène des fermentations butyriques.

Le mieux est de découper les fruits en morceaux de

1 centimètre cube à l'aide d'un concasseur ou d'un cylindre à lames et de les faire macérer avec de l'eau ou du jus faible acidulé à 1/3 p. 100, on continue la macération à la vinasse ou à l'eau chaude, mais la température ne doit pas dépasser 60°.

Les macérateurs doivent être d'une évacuation facile, car le caroube se dilate beaucoup ; de plus, on ne peut guère mettre plus de 33 kilogrammes de fruits par hectolitre. Les batteries comportent 16 macérateurs.

On obtient facilement un moût de densité 1,05 qu'on met en fermentation à 20-25°, comme le jus de betteraves.

VIN

Au point de vue de la distillerie, la fermentation du raisin se présente à deux titres :

Souvent, on distille des vins pour obtenir des trois-six neutres ; on choisit alors les vins qui ne sont pas de vente. D'autres fois on fabrique des eaux-de-vie spéciales avec des vins obtenus d'une manière particulière.

Vin rouge.

Occupons-nous d'abord de la fabrication du vin qui fournit le trois-six ou vin sec ordinaire.

Au moment de procéder à la vendange on a soin de :

- 1° Nettoyer par grattage, brossage et lavage, tous les vases vinaires ;

- 2° Débarrasser les caves des vins altérés.

- 3° Faire la vendange par un temps sec et beau ; le raisin est mûr ⁽¹⁾ quand la base du pédoncule se lignifie, quand

(1) Au début du développement du raisin il y a une période où le tartre est stationnaire et où le sucre augmente lentement.

Puis vient une période où le sucre augmente et le tartre diminue

elle perd sa couleur verte, que le grain se détache facilement en laissant un pinceau humide sur le pédoncule.

Il vaut mieux vendanger un peu avant maturité qu'après, à cause des moisissures; en tout cas, cela est indispensable pour les raisins grêlés qu'il faudra sucrer artificiellement. Le mieux est de choisir l'époque de la maturité où il y a moins de levure apiculée, plus de sucre et moins d'acide.

Dans les grands crus, on cueille au jour le jour le raisin parfaitement mûr.

Quoi qu'il en soit, la cueillette se fait aux ciseaux : le raisin est d'abord mis dans un premier panier, de là dans une hotte et enfin dans des tonneaux chargés sur voitures.

Il est bon de laisser refroidir les raisins une nuit avant de les employer, surtout pour les vins blancs.

4° Laver le raisin s'il est couvert de boue, ou a été soufré : pour cela, on plonge des paniers dans des cuves d'eau. Il sera bon aussi de travailler en blanc ces raisins lavés.

5° L'opération qui suit consiste à écraser les grains de raisin et à aérer le moût.

Mais suivant la composition de la pulpe, des pépins et de la pellicule, on laisse ou on ne laisse pas la râfle; pour certains crus on laisse la râfle d'une partie seulement de la récolte.

L'enlèvement de la râfle donne moins d'astringence, plus d'alcool (car une partie de l'alcool est absorbée par la râfle); le vase vinaire contient un quart en plus.

Si on enlève la râfle, l'opération constitue l'égrappage.

Si on ne l'enlève pas, elle s'appelle le foulage.

lentement, période suivie d'une troisième où le sucre est stationnaire et où le tarte décroît vite.

La maturité est l'époque de transition entre les deux dernières périodes.

Egrappage. — Il se fait avec différents appareils :

α. Trident. Sorte de fourche en trépied avec laquelle on secoue le raisin dans une cuve, en lui imprimant un mouvement de rotation.

On enlève les grappes à la main.

β. Après foulage à pieds d'homme, dans une cuve, on jette la vendangé sur un tamis dont les mailles retiennent la râfle.

γ. Claies formées de liteaux, espacées de 2 centimètres et sur lesquelles on foule le raisin à pieds d'homme ou avec des râteaux.

δ. Dans le cas de grandes quantités à égrapper, on se sert des fouloirs-égrappoirs mécaniques constitués par une trémie d'alimentation, envoyant la vendange par une fente entre deux cylindres qui l'écrasent.

La masse écrasée tombe dans une sorte d'auge en tôle perforée, ayant des trous assez gros pour laisser passer les grains tout en retenant les râfles.

Dans cette auge se trouve un axe de rotation très rapide garni de palettes en hélice qui triturent les grains en les obligeant à se tamiser et qui entraînent la râfle.

Ces appareils font de 25 à 50 hectolitres de vendange à l'heure.

Foulage. — Autrefois, il était fait à pieds d'homme, à même les cuves ; c'était lent et dangereux (CO²), mais cela aérail le moût.

Aujourd'hui, on emploie des procédés très variés.

α) Quelquefois foulage aux pieds.

β) Foulage à la râpe constituée par un manche portant une série de troncs de cône placés à la suite les uns des autres, leurs axes coïncidant avec le manche.

Ce foulage se fait à même la cuve.

On attaque la masse de bas en haut, et on relève l'appareil, ce qui arrache et écrase les grains..

γ) Dans les grandes exploitations, on a recours aux fouloirs mécaniques constitués par :

- 1° Une trémie d'alimentation ;
- 2° Deux cylindres à cannelures hélicoïdales assez larges et peu profondes et tournant de sens contraires.

Ces cylindres peuvent être rapprochés ou éloignés à volonté, ce qui facilite le réglage.

Un homme fait avec cet appareil 4 000 à 5 000 kilogrammes de vendange à l'heure.

Ordinairement ce fouloir est placé directement au-dessus de la cuve de fermentation.

6° Amélioration. La cuve doit être remplie aux cinq sixièmes seulement.

Il faut remarquer que les grandes cuves s'échauffent plus que les petites.

Le raisin égrappé ou foulé est introduit s'il n'y est déjà dans la cuve de fermentation où on lui fait subir les améliorations, au triple point de vue de la couleur, de la fermentation et de la nature du vin.

a) Au point de vue de la couleur on peut procéder de plusieurs manières :

α) On ajoute au moût une partie de la vendange traitée d'une manière spéciale :

1° Cette partie a été foulée longtemps et laissée un jour à l'air, ce qui force la couleur ;

2° Ou bien cette partie a été égrappée, et mise dans des chaudières contenant de l'eau à 60°.

β) On saupoudre de plâtre la vendange.

On ajoute par 1 000 kilogrammes, 1 kilogramme de plâtre et 700 grammes d'acide tartrique.

Autrefois on mettait plus de plâtre, mais pas d'acide tartrique. Aujourd'hui, la loi défend le plâtrage à plus de 2 grammes.

b) Au point de vue de la fermentation.
(Amélioration peu fréquente.)

On ajoute 1 gramme de phosphate d'ammoniaque par litre.

c) Au point de vue de la constitution du vin.

Un vin doit être suffisamment alcoolique (10°), avoir une acidité de 1 gr. 5 par litre, contenir un excès de sucre, par exemple 2 grammes par litre, posséder une dose de tanin, etc.

Souvent, le raisin dont on se sert n'est pas capable de donner ces éléments, aussi corrige-t-on la composition du moût.

α) S'il n'y a pas dans le moût de 140 à 170 grammes de sucre par litre, on ajoute ce qui manque.

La loi ne frappe le sucre que de 24 francs s'il est dénaturé par mélange immédiat avec un poids égal de vendange.

L'addition du sucre se fait de la manière suivante :

Le sucre dénaturé comme la loi l'exige avec son poids de vendange, est encore additionné de vendange dans la proportion de cinq à six fois son poids, on porte le tout à l'ébullition et on l'y maintient trois quarts d'heure.

Cela intervertit le sucre, et on verse alors le sirop dans la cuve.

Si on mettait le sucre directement dans la cuve, il tomberait au fond et n'agirait pas facilement.

β) S'il n'y a pas assez d'acide (4 à 6 grammes par litre de moût), on ajoute un demi à 1 gramme par litre d'acide tartrique.

γ) Enfin si on estime que le vin ne sera pas assez astringent, on ajoute par hectolitre de moût un maximum de 50 grammes de cachou pour les vins rouges et de 5 grammes de tanin à l'éther pour les blancs.

Cuves.

Les cuves sont construites de diverses façons.

α. En maçonnerie avec intérieur en ciment ou en carreaux

de faïence ou de verre, ou peint au silicate. Ces cuves sont ordinairement voûtées et munies d'un trou d'homme. Elles sont rectangulaires et occupent ainsi le minimum de place; elles sont les moins coûteuses.

β. En bois, ouvertes ou fermées; ne servent guère que pour les vins fins.

Les cuves fermées, outre le trou d'homme à fermeture hydraulique, ont une bonde de sûreté qui laisse le gaz s'échapper.

Fermentation.

La fermentation est ordinairement spontanée; d'autres fois, on ensemence avec certaines levures spéciales.

Il y a trois phases dans la fermentation :

1° Phase de départ, caractérisée par un léger dégagement gazeux et une élévation de température;

2° Phase tumultueuse, où la liqueur se trouble et de grosses bulles se dégagent avec un bruit spécial et où se forme un chapeau dans lequel au début la température est de 6° plus élevée qu'au fond de la cuve à cause de l'accumulation des levures.

Si le chapeau surnage, la fermentation est plus lente, parce que la levure n'est pas également répartie en haut et en bas; de plus, l'alcool accumulé dans le chapeau s'oxyde, et manquant dans la partie inférieure n'y dissout pas la matière colorante.

Pour obvier à cet inconvénient, on noie le chapeau. On a, pour ce faire, divers procédés :

I. En cuves ouvertes.

α. Noyer le chapeau avec des bâtons pendant l'ébullition, répéter plusieurs fois;

β. Soutirer du bas et verser dans le haut de la cuve,

γ. Maintenir le chapeau noyé par des claies.

II. En cuves fermées.

Soutirer. .

3° Phase de chute, où le bruit diminue, le chapeau tombe, la température se rapproche de 15° et la densité de 1.

On doit alors couvrir la cuve si elle ne l'est pas. On fait un dernier soutirage.

La cuvaison dure de 6 à 15 jours ; plus elle est rapide, plus on a de finesse ; plus elle est lente, plus on a d'acidité et de couleur.

Le décuvage (vin de goutte) se fait à l'aide de robinets dans des tonneaux ou des foudres. Là une fermentation secondaire se déclare et dure 5 ou 6 mois, dans des caves à 18°.

Le marc est porté au pressoir, à moins qu'il ne serve à faire une deuxième cuvée.

Un pressoir comprend :

La plate-forme ou mail ;

La vis en fer ⁽¹⁾, fixée à la plate-forme ;

La cage circulaire ou claie (n'existe pas toujours) ;

Le couvercle placé sur la vendange ;

Les madriers placés par dessus le couvercle ;

Le crapaud, traverse qui transmet la pression aux madriers ;

L'écrou ;

Le levier.

Ordinairement on peut donner deux vitesses avec le levier. De plus, un mouvement alternatif du levier produit généralement le mouvement de rotation de l'écrou dans un seul sens.

Cette disposition est réalisée par 2 bielles, dont l'une agit sur l'écrou en le tirant et l'autre en le poussant ; de plus chacune d'elles échappe lorsque l'autre agit.

La pression se donne en deux fois, le premier liquide

(1) Autrefois vis en bois fixée à un tirant entre deux poteaux.

est ordinairement joint au vin de goutte, c'est-à-dire au vin qui s'égoutte spontanément ; le deuxième liquide ne l'est pas toujours.

Le vin de goutte représente 60 à 75 p. 100 du rendement total, le vin de presse 25 à 40 p. 100.

Enfin quelquefois la motte de marc est démolie, rebâtie et passée une deuxième fois à la presse.

Les foudres doivent être tenus fermés (bonde hydraulique, feuille de vigne appuyée par une pierre sur la bonde).

Pendant la fermentation en tonneaux, il se fait un vide par suite de la contraction due à l'abaissement de la température. On ouille (remplit) les tonneaux d'abord deux fois puis une fois par semaine.

Pendant la fermentation secondaire, il faut enlever les lies qui colorent trop et altèrent les vins, on fait pour cela trois soutirages (décembre, mars, août).

On filtre les lies (chasse, filtre, presses, etc).

Le vin terminé est filtré, collé, viné (alcoolisé), jusqu'à 10° s'il est de vente courante.

Vins blancs.

Les vins blancs, en général, et en particulier ceux avec lesquels on fait les Cognacs les plus renommés, ceux que l'on tire par exemple de la Folle blanche en Charente (1) ou du Picpoul blanc en Armagnac, sont toujours

(1) Crus des Charentes : Grande ou Fine Champagne ;
 Champagne ;
 Petite Champagne ;
 Premier bois ;
 Deuxième bois ;
 Saintonge ;
 Saint-Jean-d'Angély ;
 Surgères ;
 Rochelle des Charentes.

Crus d'Armagnac (Gers, Lot-et-Garonne).
 Bas-Armagnac ; Ténarèze ; Haut-Armagnac.

faits par pressurage avant fermentation, qu'ils proviennent, ce qui, d'ailleurs, est très rare, de raisins blancs ou de raisins rouges.

Cela est nécessaire pour empêcher la dissolution des huiles essentielles et des matières colorantes dans l'alcool, et cela a pour effet, à richesse égale de sucre, de donner un vin plus alcoolique, puisqu'il n'y aura pas de marc retenant l'alcool.

La fabrication du vin blanc comporte les opérations suivantes :

- 1° Refroidir le raisin *une nuit*.
- 2° Le foulage à pieds d'hommes.
- 3° Le pressurage.

Le jus coule plus lentement ici que pour le vin rouge, car il est moins fluide.

Il faut presser lentement pour ne pas colorer le jus.

La fermentation doit commencer à 20°-25° (1).

Nous avons encore à nous occuper du vin, au point de vue de ses résidus.

Marc.

Les marcs servent à faire des vins ou sont distillés en nature.

(1) Pour être complet je dirai un mot des vins-liqueurs :

1) Les Mistelles : dès que la fermentation est commencée, on l'arrête en vinant fortement à 15°, le vin a presque tout le sucre du raisin.

2) Le Banyuls, le Muscat sont des mistelles, mais on a soin de sécher le raisin, soit en tordant la râfle sur le cep, soit au soleil, soit au four ; de plus le raisin doit être égrappé.

3) Les vins passerillés sont fermentés plus à fond, mais proviennent de raisins séchés comme plus haut (vins de paille, etc.)

4) Les vins de Porto sont fermentés quatorze heures, puis vinés de 4 à 7°, enfin après la fermentation secondaire ils sont vinés à 20-22°.

5) Le Xérès est un vin fermenté complètement et viné à 16 ou 17°.

6) Le Madère est du même ordre, mais viné plus légèrement et ultérieurement chauffé vers 55 ou 60°.

On fait deux sortes de vins qui souvent sont distillés.

Une première sorte est produite en additionnant le marc de sucre (vins de sucre).

Une deuxième sorte est produite par addition d'eau. On obtient ainsi une piquette qu'on ajoute ordinairement au vin de presse.

Vins de sucre. — Suivant la nature du vin que l'on a fait, le marc a été passé au pressoir ou non.

Le marc laissé dans la cuve au soutirage, ou le marc pressé, non altéré, émiété, s'il y a lieu, est remis dans une deuxième cuve.

On ajoute à ce marc un poids d'eau égal environ aux six dixièmes du poids du raisin de la vendange.

Cette eau doit être, autant que possible, de l'eau de rivière pas trop dure.

D'autre part, on fait dissoudre, dans son propre poids d'eau, 1700 grammes de sucre par hectolitre d'eau versée dans la cuve et par degré alcoolique à obtenir en surforce ; on y ajoute un centième de son poids d'acide tartrique ; enfin on fait bouillir trois quarts d'heure. Après quoi, l'on verse le tout dans la cuve.

Ces vins n'auront pas la composition normale du vin.

Il est bon d'ajouter encore : 1° 70 à 100 grammes de phosphate d'ammoniaque par hectolitre d'eau ajoutée dans la cuve, ce qui augmente la fermentation ; 2° par hectolitre d'eau employée à la cuve, pour rapprocher la composition de ces vins de celle des vins nouveaux, de 50 à 100 grammes de crème de tartre dissoute dans 25 fois son poids d'eau. Cette addition ne doit pas être faite si la vendange a été particulièrement acide ; on ajoutera aussi un peu d'acide tartrique, si le titre mesuré est inférieur à 5 grammes par litre ; 3° enfin, on incorpore à la cuve 30 à 60 grammes de cachou pulvérisé et dissous dans l'eau tiède et 100 à 150 grammes de plâtre.

La fermentation de ces vins de sucre doit être commencée à 25-30 degrés ; le reste de l'opération est conduite comme pour le vin véritable.

Piquettes. — On soutire le vin, puis on passe le marc au pressoir et on le remet dans la cuve en ayant soin de bien l'émietter.

On ajoute de l'eau tiède (un tiers ou un quart du vin soutiré).

La cuve est à 25-30 degrés.

On foule le marc avec des bâtons.

Après un ou deux jours, on soutire et on ajoute le vin de presse (pas toujours). La fermentation secondaire de ces vins est assez rapide ; on peut les distiller dès l'hiver, tandis que les vins ordinaires ne sont prêts qu'en mars.

Lorsqu'on a de grandes quantités de marcs à traiter, on procède par macération méthodique, dans un appareil de 6 cuiviers représentés ordinairement par des tonneaux ; le temps de séjour dans un macérateur est de deux à trois heures.

La circulation est établie à l'aide soit de soutirages dans des baquets que l'on reverse, soit d'une petite pompe.

Distillation directe. — Au lieu de faire des vins de sucre ou des piquettes de marcs, on peut traiter directement ceux-ci pour faire de l'eau-de-vie. Les marcs de vin rouge qui sont fermentés peuvent être distillés de suite ; mais outre qu'ils contiennent encore du sucre, on est trop occupé à cette époque de l'année pour s'occuper de cette distillation.

Quant aux marcs de vins blancs non fermentés, il faut les laisser fermenter.

Le marc, au sortir du pressoir, est mis en fosse après l'avoir émietté, on le recouvre de 25 à 30 centimètres de

terre ou de 5 à 6 centimètres d'argile bien battue, en ayant soin de boucher les crevasses, chaque fois qu'il s'en produit.

Il est bon de laisser une cheminée de dégagement pour les gaz; on la bouche avec du coton.

D'autres fois, on tasse le marc dans des tonnes et on recouvre le tout d'eau.

Les marcs sont distillés au mois de mars.

Lies.

Les lies sont souvent passées au filtre-pressé; le vin recueilli est mêlé au vin proprement dit; les tourteaux sont vendus aux fabriques de tartre.

Mais ordinairement, on recueille la lie semi-liquide, on la garde dans des tonneaux et on la distille le plus vite possible. Enfin, d'autres fois (lies des crus à cognac) on tamise la lie pour enlever les pépins et on la délaie avec de l'eau et de l'alcool, dont la distillation fournit une eau-de-vie riche en éther œnanthylique favorable à la confection du bouquet artificiel.

Contrôle de la fabrication.

La confection du vin exige quelques analyses :

1° Dans le moût, on dose le sucre à la liqueur cupro-potassique ou à l'aide de densimètres gradués spécialement (pèse-moûts, mustimètres, etc.) et l'acidité par la méthode générale.

2° Dans le vin achevé, on dose le sucre restant, l'acidité, l'alcool par les méthodes générales.

Voici la composition d'un vin :

	par litre.	
Eau	720 à	940
Alcool	50 à	135
Glycérine	3 à	8

	par litre.
Acide succinique	0,8 à 1,5
Tanin	0,65 à 2
Bitartrate de potasse, tartrate de chaux	1,2 à 4
Sels minéraux.	1,2 à 1,5
Matières colorantes	0,6 à 1,5

FABRICATION DU CIDRE

Les pommes d'août-septembre peuvent être employées dès la récolte, les autres sont laissées sous des hangars où elles mûrissent, le sucre passant par exemple de 7 à 10 p. 100. Il ne faut pas les laisser blessir (perte 4 à 5 p. 100).

La fabrication peut se faire par les pressoirs (A), la macération (B), la diffusion (C).

Méthode par pressoirs.

La méthode par pressoirs peut être appliquée à l'aide de pressoirs ou de presses continues.

La méthode des pressoirs proprement dits comporte deux opérations, le pilage et la pression. Le pilage se fait à l'aide d'appareils variés, la pression se fait au pressoir.

Pilage.

On peut utiliser :

1° L'auge à pilon, gouttière de 2 mètres \times 0 m. 2 \times 0 m. 2 percée dans une pièce de bois de cormier, ou de pommier, ou de hêtre.

Dans cette auge, on broie les pommes établies en couche de 8 à 16 centimètres, à l'aide de pilons de bois, mûs par hommes ou par manèges.

C'est un appareil coûteux, se détériorant et peu puissant.

On lui préfère un des suivants :

2° L'auge à meule, auge de granite de forme circulaire ($D = 5$ à 6 mètres), la section est un trapèze dont les bases ont 40 et 25 centimètres, et la hauteur 35 centimètres. Dans cette auge roule la meule, rouleau de pierre monté sur un essieu qui pivote autour du centre de l'auge ; l'extrémité extérieure de l'essieu porte une volée à laquelle on attelle un cheval.

Dans l'auge on met 5 à 6 centimètres de pommes.

C'est un appareil de bon travail, mais qui, lorsqu'il n'est pas banal, est coûteux.

3° Le moulin de Picardie, sorte de laminoirs à cylindres cannelés dont les cannelures engrènent ; on y fait passer lentement les pommes à l'aide d'une trémie.

Il faut repasser la pulpe trois fois.

C'est un appareil de bon travail, non coûteux, mais incapable d'agir sur les gros fruits et rendant le jus légèrement ferrugineux (ce qui précipite des albuminoïdes).

4° Le moulin à cylindre sert pour les gros fruits. Les pommes sont retenues sur une grille ; en dessous de celle-ci un cylindre horizontal, muni de couteaux, qu'il envoie successivement par sa rotation entre les barreaux de la grille, de sorte que les fruits sont coupés. De là, ils se rendent à un laminoir.

5° Le broyeur est un cylindre garni de 4 palettes qui entament les fruits et obligent ceux-ci à passer entre le cylindre et une enveloppe courbe garnie d'un dossier à rainure.

Cet appareil fait de 6 à 48 hectolitres à l'heure.

6° Les râpes à betteraves ou à pommes de terre sont d'excellents appareils, mais il faut faire dépasser les lames fortement au-dessus du cylindre pour empêcher de rouler les pommes qui sont rondes.

Avec cet appareil, la pulpe est fine et les pépins ne sont pas écrasés.

Pressurage.

Cette opération est précédée d'une aération de la pulpe. Celle-ci rassemblée dans des cuviers est pelletée toutes les trois ou quatre heures. Cela dure de douze à quarante-huit heures. On aère et on colore aussi le mout à produire.

Si on doit mettre de l'eau, ce qui n'est pas à recommander, c'est à ce moment qu'on le fait (60 litres par 100 kilogrammes); un préjugé veut qu'on mette de l'eau de mare.

Le pressoir est analogue au pressoir à vin, sauf qu'ordinairement la claie manque. On installe la pulpe par couches de 8 centimètres (tuiles) séparées par des lits de paille de seigle, les épis en dedans; les extrémités dépassant de 4 ou de 5 centimètres sont repliées sur la couche suivante. Le rôle de cette paille est très utile, car le marc ne représente que 4 p. 100 des pommes, tandis que dans le vin il y en a 45 p. 100 du raisin.

On peut remplacer les couches de paille par des toiles de chanvre ou de crin, des claies d'osier, des panneaux en voliges.

La motte étant construite, on la laisse égoutter (mère-goutte). On place alors le couvercle (huis) et les solives et l'on donne une première pression, on a ainsi un cidre plus fort que la mère-goutte.

On serre la vis et on a le cidre de deuxième pression plus faible que l'autre. On démotte assise par assise.

On repasse le marc à l'auge ou au moulin, on le place dans un cuvier, on l'humecte de 60 litres d'eau par 100 kilogrammes de marc, on remue pendant une journée et on reporte au pressoir, en ne donnant qu'une pression. Cette opération s'appelle le remiage et donne le cidre mitoyen.

Quelquefois, on fait un deuxième remiage avec 30 litres d'eau, ce qui fournit le petit cidre, lequel sert à mouiller la pulpe pour le premier remiage ou à faire un cidre à distiller.

D'autres fois, avant de faire le deuxième remiage, on mêle au marc les lies et les pommes tombées.

Les anciens pressoirs donnaient de 30 à 35 p. 100 de jus de première pression, les pressoirs actuels en donnent le double et on rattrape 10 à 15 p. 100 de jus à la deuxième pression.

Le cidre de goutte-mère tamisée est travaillé à part; le cidre de première pression et le cidre mitoyen sont mélangés.

Presses continues. — C'est quelquefois la presse Dujardin; mais c'est aussi un appareil du type suivant : une toile sans fin passe sous un rouleau, de manière que l'espace intermédiaire se resserre; le rouleau n'est pas à surface filtrante, mais il porte des joues perforées.

Macération.

La pomme pilée comme plus haut est traitée comme le marc de vin, il faut 25 à 30 litres d'eau par hectolitre de pommes employées.

Le cidre est moins bon.

Diffusion.

On emploie aussi la diffusion, calquée sur celle des betteraves.

Fermentation.

Le jus de pomme étant extrait ⁽¹⁾, on l'abandonne à

(1) On a proposé de modifier le travail des pommes en y mettant

la fermentation spontanée, dans des tonneaux où l'on a laissé 10 centimètres de vide ; la température initiale étant de 12 à 15°.

La durée est de plusieurs semaines ; on soutire après cinq ou six semaines, à l'aide d'un siphon, pour ne pas entraîner les lies, on colle avec 25 grammes de tanin par hectolitre, on y ajoute le produit de la filtration des deux lies (lie inférieure et supérieure, rouge), et, après cinq ou six mois, on soutire, on colle, et, si on doit distiller, on neutralise à la chaux.

Le marc de cidre (forêt d'Oke) est traité pour faire une eau-de-vie de marc : on le mouille avec de l'eau tiède et on le laisse fermenter dans des tonneaux.

Quelquefois, la pomme est travaillée dans le but d'être distillée ; dans ce cas, on fait fermenter à 20°, on ajoute 0 gr. 25 de phosphate d'ammoniaque par litre et on distille de suite.

Le poiré se fait exactement comme le cidre.

FERMENTATION DES FRUITS DIVERS

On fait des sortes de vins qu'on ne laisse pas vieillir et qu'on distille. Ordinairement, on fait des additions d'eau, d'acide tartrique et de sucre, de manière à obtenir un moût à 10 p. 100 de sucre et 1 gr. 5 d'acidité.

Fruits à noyaux.

Les fruits à noyaux sont fermentés et même distillés en présence des noyaux.

plus d'eau pour y faire meilleure extraction, puis en congelant pour obtenir un liquide plus riche et une glace plus pauvre qui pourrait rentrer dans le travail.

Cerise.

Prenons comme exemple la cerise, avec laquelle s'obtient le kirsch.

Les cerises doivent autant que possible être cueillies en plusieurs fois, pour qu'elles soient bien mûres; on laisse les queues à l'arbre ou on les coupe ultérieurement. Le mieux est de cueillir par temps sec.

On écrase doucement les cerises pour ne pas ouvrir les noyaux; on se sert pour cela de claies ou de laminoirs en bois.

On ajoute de l'eau, de manière que le jus filtré ait $D=1,04$.

On abandonne à 20°-25° à la fermentation spontanée.

Les vases dont on se sert ne doivent avoir été ni lavés ni soufrés, mais seulement conservés couverts.

Pendant la fermentation, on ferme avec un couvercle à bonde hydraulique; au début, il se forme un chapeau qui se noie lorsque la fermentation se termine. Après quelques jours (quinze à vingt jours), on ferme hermétiquement le vase et on attend pour distiller quatre à cinq semaines.

Autres fruits à noyaux.

Le jus filtré doit avoir une densité de 1,05. Mais on fait fermenter sans aucune filtration. C'est une opération analogue à celle du Kirsch, mais à la fin de la fermentation secondaire, on ajoute quelques noyaux écrasés pour donner de l'arome.

Fruits sans noyaux.

Première catégorie : par élimination du marc avant fermentation (type vin blanc). C'est le cas des groseilles. Le marc donne de la piquette qu'on ajoute au vin.

Deuxième catégorie : fermentation en présence du marc (type vin rouge). C'est le cas des sorbes, fraises, framboises, mûres, sureau, etc.

Nous prendrons comme exemple, la sorbe :

Le fruit nettoyé est foulé ; on l'additionne de 50 litres d'eau bouillante et on y ajoute 6 à 7 kilogrammes de sucre. Dès que la température atteint 50°, on additionne encore de 50 litres d'eau bouillante et on laisse fermenter sept à huit jours.

Les autres fruits sont traités de même, mais, dans les pays chauds, la fermentation, plus rapide, n'est jamais poussée à fond, parce que le moût s'altère.

Ainsi, l'ananas n'est fermenté que six ou huit heures.

Quand les fruits sont très riches en matières pectiques on peut recommander de faire bouillir le jus pour coaguler ces matières ; cela stérilise d'ailleurs.

C'est, par exemple, le cas des figues de Barbarie.

Fruits secs.

On les fait digérer dans de l'eau chaude (200 à 300 litres par 100 kilogrammes). Les fruits se gonflent, on les passe au pressoir. On lave le marc avec 100 litres d'eau, on represse, on mêle les deux jus et on y ajoute du phosphate d'ammoniaque et de l'acide tartrique. Le reste comme pour le vin.

ALCOOLS DE MATIÈRES SUCRÉES ANIMALES

Alcool de miel.

On dilue celui-ci de manière à avoir 10 p. 100 de sucre ; on ajoute du phosphate d'ammoniaque, du tartrate de potasse, etc.

Alcools de lait (1).*Kephir* (2).

Dans le Caucase, sur du lait de vache, on place des grains mamelonnés et gélatineux qui contiennent des levures et des bactéries.

On abandonne vingt heures à 15°-18°, en agitant toutes les heures.

On filtre sur un linge pour enlever la semence, qui servira une autre fois, après avoir été réveillée à l'eau tiède.

Le liquide est mis en bouteilles bouchées et est bu après un, deux, trois jours.

C'est une sorte de petit lait surmonté d'une couche caillébotée, qu'on émulsionne avant l'usage.

Le képhir constitue une liqueur contenant de l'alcool et de l'acide lactique. Le Matzun d'Arménie est identique.

Koumyss.

Les Tartares font une boisson avec le lait de jument qui est ensemencé de vieux lait ayant déjà fermenté. C'est encore un liquide à base d'alcool et d'acide lactique.

FABRICATION DE L'ALCOOL PAR LES MATIÈRES AMYLACÉES**Principe.**

Il comporte nécessairement la saccharification de l'amidon.

Pomme de terre.

Nous commencerons par la pomme de terre.

La pomme de terre peut être considérée comme un

(1) Voir *Microbes et Distillerie*.

(2) Voir W. ПОДВЫСОТСКИЙ. *Le Képhir*, traduit par M^{lle} S. Broïdo et M^{me} P. Eliachoff, préface du professeur G. Hayem. 1 vol in-8° de 80 pages avec 4 figures. 2 fr. 50. C. Naud, éditeur.

assemblage de cellules soudées contenant, à l'intérieur, les grains de fécule. La composition varie dans les proportions suivantes :

Eau	64	à 82	p. 100
Fécule	10	à 30	»
Extrait	0,5	à 1,05	»
Matières azotées!	1,5	à 3	»
» grasses	0,1	à 3	»
Cellulose	0,5	à 1,5	»
Cendres	0,53	à 1,45	»

Principe du travail.

Le travail des pommes de terre correspond toujours aux opérations suivantes :

1° Crever les cellules pour mettre l'amidon en liberté;
 2° Mettre l'eau en contact avec l'amidon pour qu'il puisse en assimiler une molécule et se transformer plus tard en sucre. En d'autres termes, on gonfle l'amidon, à l'état d'empois, mais ce que l'on obtient n'est pas, à vrai dire, de l'empois d'amidon, puisqu'il y a en plus le squelette des cellules.

Ces deux opérations s'effectuent pendant la cuisson.

3° La saccharification qui se fait par la fixation d'une molécule d'eau sous l'influence d'un acide ou de malt.

Lorsqu'on fait agir un acide, on obtient, comme produit ultime, de la glucose, et, à l'aide du malt, on a de la maltose. Mais, ces deux sucres étant fermentescibles, on peut se servir de l'un ou l'autre procédé; on ne met pas d'eau sur la pomme de terre, car elle en contient une quantité plus que suffisante pour favoriser l'hydrolyse.

Travail au malt. — Le travail au malt est le plus répandu; il comprend :

1° La conservation des pommes de terre; le transport, le lavage et les pesées; .

2° La cuisson, qui peut se faire à l'air et sans pression avec écrasage pour rompre les cellules, ou bien à la vapeur sous pression et sans écrasage;

3° La saccharification ou macération.

Le travail exige donc :

Un système de conservation ;

Des transporteurs ;

Un laveur ;

Un cuiseur ;

Un macérateur.

La conservation (fig. 90) se fait dans des caves obscures ou bien en silos de petit volume et peu profonds, recouverts à peine de terre, ou bien encore en silos de 1 m. 25 de profondeur, où l'on met des couches de pommes de terre de 30 centimètres isolées par des couches de sable.

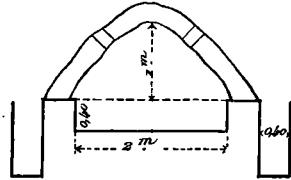


Fig. 90. — Silo à pommes de terre.

On peut aussi conserver les pommes de terre en tas de mêmes dimensions.

Enfin, si la quantité de pommes de terre est minime on peut, vers le début du printemps, les plonger dans un bain d'eau à 1 p. 100 d'acide sulfurique et faire durer l'immersion de dix à douze heures (1).

Transport. — Le transport se fait dans les mêmes conditions et avec les mêmes appareils que pour les betteraves ; il faut remarquer cependant qu'en général on travaille de plus faibles quantités et que, tel système, avantageux pour les betteraves parce qu'il s'agit de fortes quantités, ne l'est plus pour les pommes de terre avec des quantités moindres.

(1) Cela tue les germes. Si on a à distiller des pommes de terre germées il faut enlever les germes qui rendent la drêchê toxique.

L'élévation peut se faire par hélice ou par chaîne à godets. Ici, le système à chaîne unique n'a pas l'inconvénient qu'il offre pour les betteraves. Quand on veut élever l'eau avec les pommes de terre, on peut employer l'hélice ou l'élévateur Théry.

Un élévateur Théry, ayant un tube de 0 m. 18 de diamètre, enroulé sur un tambour ($D = 1 \text{ m. } 5, L = 2 \text{ m. } 6$), faisant 13 tours à la minute, peut, à l'heure, élever 3 500 kilogrammes à 7 m. 50.

S'il faut un transport horizontal, on peut avoir recours, en dehors des véhicules connus, à une toile sans fin ou à une vis d'Archimède. La toile est en chanvre de 20 centimètres de largeur, défilant, à une vitesse de 1 m. 50 à 2 m. 50 à la seconde; les rouleaux moteurs ont un diamètre de 0 m. 40 à 1 mètre, la toile est soutenue dans le parcours par des rouleaux tendeurs distants de 2 mètres et d'un diamètre de 0 m. 10 à 0 m. 20.



Fig. 91. — Étrier tendeur d'une toile sans fin.

L'appareil est muni d'un tendeur (fig. 91) à étrier. Les vis sans fin ont pour diamètre 0 m. 30 à 0 m. 50. Elles ont une vitesse de 35 à 40 tours; le pas peut être plus petit que pour les betteraves, car les pommes de terre sont moins volumineuses. En fait, il est compris entre les deux tiers du diamètre et le diamètre entier.

Laveurs. — De même que pour les betteraves, il y a les laveurs à tambour et les laveurs à auges. Les laveurs à tambour sont peu employés, ils exigent une grande force motrice puisqu'ils portent tout le poids des pommes de terre.

Ils sont formés d'un tambour légèrement tronconique constitué par un grillage à claire-voie ou par une tôle perforée et plongeant dans une auge, mais incomplètement de façon que le niveau de l'eau soit légèrement supérieur à son axe; en effet c'est par plongeons successifs que le

meilleur lavage a lieu. A l'intérieur du tambour se trouvent des morceaux de fil de fer faisant chicanes hélicoïdales. Ces fils de fer sont clayonnés sur le tambour. Ces laveurs ont une vitesse de 6 à 7 tours.

En général, on emploie les laveurs à auges identiques aux laveurs à betteraves, cependant les bras doivent descendre plus bas pour qu'il ne se forme pas une couche de pommes de terre inerte au fond du laveur ; ils doivent aussi être plus rapprochés et moins forts, car ils ont à soutenir des matières moins volumineuses, moins enchevêtrées et offrant une plus faible résistance. La vitesse peut varier de 15 à 25 tours. Plus le laveur est long, plus la vitesse peut être grande.

Laveur Joly. — Laveur (fig. 92) très employé en féculerie, il se compose essentiellement d'une auge rectangulaire, placée obliquement de façon qu'un plan diagonal soit

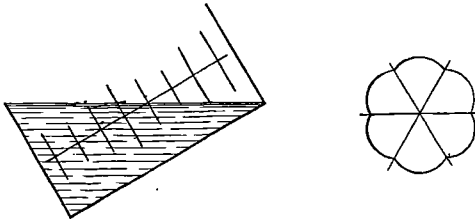


Fig. 92. — Laveur Joly.

horizontal ; elle est remplie d'eau jusqu'au niveau de ce plan ; l'arbre est suivant l'axe de l'auge, les bras sont implantés sur l'arbre suivant une hélice et leurs extrémités sont réunies par des arcs. Il en résulte qu'une projection perpendiculaire à l'axe de rotation représente celle d'un parapluie. Les pommes de terre pénètrent par la partie noyée et sortent par la partie extérieure à l'eau où elles s'essorent avant de quitter le laveur.

Laveur Eckert. — Il comprend (fig. 93) :

1° Un tambour formé de barres parallèles, sans auge.

véritable tamis. La petite base de ce tamis qui est tronconique sert à l'entrée des pommes de terre, la grande base

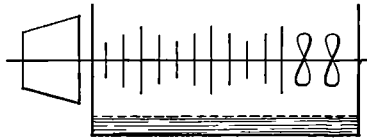


Fig. 93. — Laveur à pommes de terre d'Eckert.

est percée de deux ouvertures par lesquelles celles-ci se rendent au laveur.

2° Un laveur proprement dit, à faux fond perforé ; les bras terminaux sont en forme de palettes rejetant les pommes de terre sur les côtés.

Laveur Hering. — Il se compose (fig. 94) d'une auge divisée en deux parties. La première partie constitue un

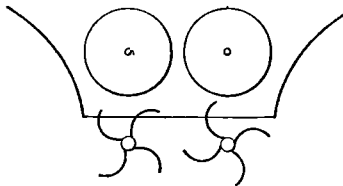


Fig. 94. — Laveur à pommes de terre de Hering.

laveur épierreur ordinaire ; la deuxième partie contient une grille en forme de corbeille ; au-dessous se trouvent deux arbres tournant sur eux-mêmes, mais de sens contraires, et portant des bras en forme de serpents, placés de telle manière que chacun passe entre deux barreaux consécutifs de la grille, ce qui leur permet d'agiter les pommes de terre et de les forcer à se frotter contre et à passer entre des brosses laminoirs placées au-dessus de la grille.

Certains laveurs sont divisés en compartiments pour procéder à un lavage méthodique.

Laveurs mixtes. — Ces laveurs sont à la fois à auge et à tambour.

Laveur Venuleth-Ellenberger. — Il est formé (fig. 95) : 1° d'un laveur ordinaire à double fond perforé, portant des lames qui empêchent les pierres d'avancer. Le rôle du faux fond est d'éliminer la boue.

2° A la suite se trouve une deuxième partie contenant, monté sur le même axe que la première partie, un tambour en tôle perforée, de diamètre tel que son arête inférieure soit en dessous du faux



Fig. 95. — Laveur à pommes de terre de Venuleth-Ellenberger.

fond perforé du laveur; les pommes de terre sortant du laveur tombent dans ce tambour percé de trous pour l'échappement des petites pierres. Ce laveur est suivi d'une chaîne à godets pour élever les pommes de terre. L'axe du laveur a une vitesse de 15 tours.

Pesage. — A la sortie du laveur, les pommes de terre sont conduites à la balance qui peut être une bascule quelconque.

Si on a besoin de transporter les pommes de terre à la sortie de la balance on se sert d'un des procédés indiqués.

Cuisson. — Théorie. — La cuisson des pommes de terre exige beaucoup de vapeur, environ 50 à 60 p. 100 du poids des pommes de terre. Il faut donc des générateurs plus puissants que pour les betteraves. On peut dire qu'il faut environ le double de surface de chauffe de ce que demande la diffusion à quantités égales d'alcool produit et trois ou quatre fois plus à quantités égales de matières premières.

Les générateurs multitubulaires qui évaporent plus de vapeur, peuvent rendre des services en distillerie de pommes de terre.

Autrefois la cuisson se faisait à l'air libre dans une grande cuve en bois en forme de tronc de cône renversé, à faux fond incliné et d'une capacité d'environ 4 mètres cubes ($H = \frac{2}{3} D$). La cuve était munie d'une porte de remplissage et d'une porte de vidange, la vapeur arrivait par dessous le faux fond incliné, la partie supérieure était munie d'un robinet d'échappement. La durée de la cuisson était d'une heure à une heure un quart.

Les pommes de terre cuites étaient encore entières ; à la sortie elles passaient dans un laminoir écraseur, composé de deux cylindres en bois d'un diamètre de 0 m. 50 et d'une longueur de 2 mètres ; ils avaient une vitesse de rotation de 20 tours.

Un homme dirigeait la sortie des pommes de terre et manœuvrait le laminoir. Par suite de cet écrasement à l'extérieur le travail devenait coûteux et sale, la cuisson était d'ailleurs incomplète et il y avait environ 5 à 10 d'amidon p. 100 de pommes de terre incapable de se saccharifier.

Cuisson sous pression. — Aujourd'hui on emploie le travail sous pression inventé en 1871 par Hollefreund, travail qui ne donne que de 1 à 2 p. 100 de non saccharifié.

Le principe consiste à cuire à 2 ou 4 atmosphères, c'est-à-dire à une température de 135° à 145° ; les pommes de terre sont alors réduites en bouillie dans le cuiseur même, de sorte que le système supprime le laminoir et l'ouvrier spécial.

Il y a donc économie de main-d'œuvre, plus de propreté et moins de perte : il n'y a que 1 ou 2 d'amidon non saccharifiable p. 100 de pommes de terre.

Que se passe-t-il dans l'appareil ?

On introduit des cellules pleines de liquide, en

chauffant on obtient la même pression à l'intérieur des cellules qu'à l'extérieur; lorsqu'on laisse tomber la pression on produit la détente de la vapeur à l'extérieur des cellules dont la pression intérieure produit l'éclatement.

Mais l'opération est plus complexe. Sous l'influence de l'eau chaude :

1° La pectose qui cimente les cellules tend à se dissoudre.

2° La cellulose est corrodée par points.

3° L'amidon tend à se dissoudre (130° pendant quatre heures dissout totalement l'amidon).

4° Les albuminoïdes se disloquent, ce qui sera favorable à la fermentation.

La cuisson sous pression a d'ailleurs un inconvénient grave; les sucres préexistants s'altèrent. Dans le cas des pommes de terre, il y en a trop peu pour que cela ait de l'importance. Il n'en est pas de même dans le cas des grains.

Les appareils sous pression doivent être solides, contrôlés, dépourvus de calorifuges; car les appareils sont intermittents, l'eau condensée pendant les périodes de repos provoque la rouille; de plus, à la mise en route, il y a perte de chaleur pour l'évaporation de cette eau condensée.

Appareil de Hollefreund. — C'est un autoclave (fig. 96) muni d'un broyeur-agitateur, peu utile d'ailleurs pour les pommes de terre, mais indispensable pour les grains.

Cet appareil peut être refroidi à 60°, ce qui permet d'y effectuer à même la saccharification.

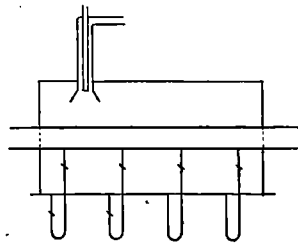


Fig. 96. — Cuiseur Hollefreund.

Il comporte un cylindre horizontal en tôle muni :

1° D'un trou de remplissage ;

2° D'une arrivée de vapeur inférieure. Un tuyau circule latéralement. Sur ce tuyau sont branchés une série de tuyaux en U qui vont s'ouvrir à la partie inférieure du fond. La forme en U est indispensable, car il faut que les robinets de ces tuyaux soient, pour éviter leur empâtage, au-dessus du niveau de l'empois dans l'appareil ;

3° D'une arrivée de vapeur supérieure.

Elle sert à échauffer l'appareil ; elle ne peut être placée en bas à cause de la purge d'eau ; car alors la vapeur filerait directement.

Elle sert également à faire pression sur l'appareil au moment de la vidange.

4° D'une purge d'eau ;

5° D'un arbre mobile garni de bras en forme de couteaux disposés en hélice autour de l'arbre, et qui peut être animé de trois vitesses, 20, 40, 80 tours à la minute ;

6° D'un thermomètre coudé à angle droit et dont la boule est recouverte de cuivre et entourée d'une gaine métallique pour le préserver contre les températures élevées ;

7° D'une pompe à vide.

On peut faire le vide dans l'appareil à l'aide d'une pompe dont le tuyau d'aspiration aboutit à la partie supérieure du cuiseur, dans une sorte de grand entonnoir où l'on fait arriver une pluie d'eau froide abondante. Cette eau condense la vapeur aspirée par la pompe et augmente ainsi le vide.

MARCHE DE L'APPAREIL. — Au début on chauffe par la vapeur du haut, on purge et on laisse échapper l'air.

On chauffe une heure à 2,5 ou 3 atmosphères.

La température est alors 130°.

On fait tourner l'arbre d'abord lentement (20 tours), puis plus vite (40 tours).

Après la cuisson, il faut refroidir pour saccharifier.

1° On détend la vapeur. Cela ramène la température à 110°.

2° On fait le vide à pleine eau (trois quarts de litre d'eau par litre de moût). Cela refroidit environ à 70°.

Remarque. — Si la pluie d'eau était trop forte on pourrait laisser tomber plus d'eau qu'on n'en enlève ; mais en réalité, il ne tombe pas d'eau dans l'appareil et il y a au contraire évaporation.

Pour 1000 kilogrammes, la chute de 110 à 70° représente 40 000 calories correspondant à $\frac{40\ 000}{540}$ ou 74 kilogrammes de vapeur.

Donc, 1000 kilogrammes perdent 74 kilogrammes d'eau.

Si d était la densité primitive, le volume était $\frac{1\ 000}{d}$.

Soit Δ la densité finale.

Donc on a

$$1\ 000 = \left(\frac{1\ 000}{d} - 74 \right) \Delta + 74$$

$$\text{Si } d = 1,09 ; \Delta = 1,098$$

Dès que la température arrive à 70°, on arrête la pompe.

On ajoute le lait de malt (1) provenant d'un petit macérateur.

Il suffit d'ouvrir le robinet de communication. A cause du vide qui existe dans l'appareil le lait de malt pénètre immédiatement. La température tombe alors à 60 ou 62°.

On laisse reposer trente minutes.

On agite plus vite (80 tours).

On vide soit au moyen d'une pompe, soit en chassant par la vapeur (cela remonte la température de 2° à cause

(1) Nous verrons plus loin ce qu'il faut entendre par là.

de la grande surface de contact), soit au moyen d'un monte-jus (la température ne monte pas, la surface de contact étant plus faible).

Le jus va au réfrigérant.

On a essayé de refroidir par le vide à 16 ou 18°. Mais l'appareil n'est pas assez puissant.

Durée de l'opération :

Remplissage	10	minutes
Cuisson	60-90	—
Agitation	15-20	—
Refroidissement	10	—
Repos	20	—
Saccharification	20-30	—
Vidange	10	—
Nettoyage	10	—
	<hr/>	
	2 h. 30 à 3 h. 30 .	

Soit 7 ou 9 opérations par jour.

Pour 1 000 litres de moût, il faut 1 500 litres de capacité, l'appareil pesant 550 kilogrammes environ.

Or pour 1 000 litres de moûts clairs ⁽¹⁾, il y a 145 kilogrammes d'amidon.

Soient 770 kilogrammes de pommes de terre à 18 p. 100 et 15 kg. 4 de malt vert à 40 p. 100.

Donc dans ce cas 1 000 kilogrammes de pommes de terre correspondent à :

$$\frac{1\ 000}{770} \times 1\ 500 = 2\ 000 \text{ litres de capacité.}$$

Un moût épais à 185 kilogrammes d'amidon, correspond à 900 kilogrammes de pommes de terre à 18 p. 100, et à 18 kilogrammes de malt.

Donc 1 000 kilogrammes de pommes de terre correspondent à 1 660 litres de capacité.

(1) En Allemagne, pays du travail de la pomme de terre, on dit moût clair pour moût étendu et moût épais pour moût concentré; on fait ainsi allusion à la présence plus ou moins forte de la drèche.

Cherchons la quantité de vapeur nécessaire pour le travail. Prenons le cas des moûts clairs.

Par exemple avec :

$$\begin{array}{r}
 770 \text{ kg de pommes de terre} \\
 15,4 \text{ de malt} \\
 61,6 \text{ d'eau} \\
 \hline
 847 \text{ kg}
 \end{array}$$

on forme 1 000 litres de moût.

Il y a donc addition de 253 kilogrammes provenant de la vapeur condensée pour compenser le rayonnement pendant la cuisson proprement dite.

Mais au début de l'opération, il a fallu chauffer de 15° à 130° l'appareil, cela a été fait par de la vapeur dont l'eau de condensation a été purgée.

847 kilogrammes de matières élevées de 15 à 130° représentent 97 700 calories, auxquelles il faut joindre $550 \times 115 \times 0,11 = 6950$ calories pour chauffer le métal.

Cela donne en tout 104 650 calories, si on admet par kilogramme de vapeur 573 calories, parce que la vapeur ne se condense pas à 0°, mais à une température moyenne $\frac{130 + 15}{2} = 72$). Cela représente $\frac{104650}{573} = 184$ kilogrammes de vapeur, auxquels il faut ajouter la chaleur qui compense le rayonnement pendant la période d'échauffement.

Mettons que la période d'échauffement dure quinze minutes, c'est-à-dire un quart de la durée de la cuisson proprement dite.

Si la température du début était 130° ce rayonnement prendrait le quart de celui de la période de chauffe proprement dite. Mais on part de 15° pour arriver à 130°. Supposons que la température soit constamment égale à la moyenne $\frac{130 + 15}{2} = 72$ °.

De sorte qu'à durée égale, le rayonnement pendant la

période de chauffe serait proportionnel à $72 - 15 = 57$ au lieu de l'être à $130 - 15 = 115$ comme pendant la cuisson. Donc à durée égale le rayonnement pendant la période de chauffe doit être moitié de celui de la cuisson, et comme la durée n'est que le quart, cela fait un rayonnement demandant environ $\frac{249}{8} = 31$ kilogrammes de vapeur.

La dépense est donc en tout de $249 + 184 + 31 = 464$ de vapeur, soit environ de 66 kilogrammes de charbon.

Appareil Bohm. — Même principe que le précédent, mais le réfrigérant est formé par une circulation d'eau dans l'agitateur composé (fig. 97) d'un arbre creux et de bras creux.

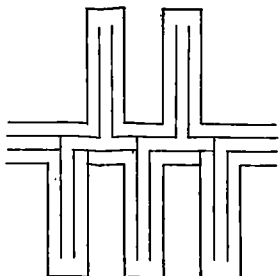


Fig. 97. — Agitateur du cuiseur Bohm.

Il faut 0 l. 5 ou 0 l. 75 d'eau par litre de mout pour refroidir à 65° , et 2 litres ou 2 l. 5 pour refroidir à 20° .

La capacité est de 1 600 litres au lieu de 1 500 litres par mètre cube de mout.

Ordinairement $D = 1,2$.

$L = 1,35$.

L'opération est plus longue qu'avec le Hollefreund ; car l'addition de malt, impossible directement, se fait par une pompe et dure 10 minutes.

Le refroidissement dure d'une heure à une heure trente.

Ce cuiseur est peu employé à cause de l'usure de l'arbre et de la lenteur des opérations (quatre à cinq heures).

Les appareils précédents ont des défauts communs.

La présence des agitateurs est une cause d'usure par le sable qui reste toujours sur les pommes de terre.

La forme cylindre à axe horizontal offre une grande

surface de moût et est la cause d'une mauvaise vidange sous l'influence de la vapeur.

Appareil Henze. — Ne contient pas d'agitateur, mais par compensation la vidange se fait par un chemin anguleux. Au début, les premiers modèles étaient en forme de cylindre à axe vertical.

La saccharification est faite à l'extérieur dans un macérateur ; ce qui rend l'appareil plus vite disponible, ce qui est économique dans les installations importantes.

Il se compose d'un cylindre en tôle portant un trou d'homme, un manomètre, une soupape de sûreté, une purge d'air, une purge d'eau, une arrivée de vapeur en bas, un robinet de vidange à section prismatique, ce qui produit un chemin contourné.

La vidange se fait sous pression.

Cet appareil a été modifié au point de vue de la forme, de la distribution de vapeur, de la vidange, du refroidissement de l'empois à la sortie.

I. Au point de vue de la forme, la vidange est facilitée par la forme cylindro-conique ou par la forme conique.

II. L'arrivée de vapeur dans l'appareil primitif se faisait au début par le bas ; cela était mauvais car la purge étant ouverte au début, la vapeur s'échappe directement.

Donc on a adjoint une arrivée par le haut ; l'admission est ordinairement produite par des valves.

A côté de cette amélioration on a cherché à disperser la vapeur dans les cuiseurs.

Pauksch. — L'arrivée se fait dans le haut par une couronne à trous.

Kyll. — L'arrivée se fait en plusieurs points de la périphérie, disposés en spirale. On obtient ainsi une rotation du moût.

Avenarius. — L'arrivée de vapeur se fait par trois étoi-

les courbes placées à trois niveaux différents dans le mout. Il en résulte des mouvements de giration.

Leinhass. — L'arrivée se fait par une couronne placée à la partie inférieure et percée de trous de directions différentes et donnant ainsi des jets croisés.

III. Au point de vue du mode de vidange.

1° Au lieu d'un robinet, on emploie une valve à arête vive.

Ellenberger (fig. 98).

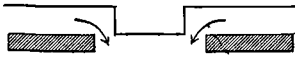


Fig. 98. — Valve du cuiseur Ellenberger.

Avenarius (fig. 99).

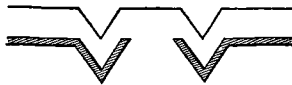


Fig. 99. — Valve du cuiseur Avenarius.

Pauksch (fig. 100).

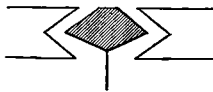


Fig. 100. — Valve du cuiseur Pauksch.

2° On peut ajouter au robinet :

Une grille. Ce système est ordinairement formé de deux grilles superposées, une fixe et une mobile dont le déplacement permet de graduer les ouvertures de passage.

Leinhass. La grille se déplace d'un mouvement latéral.

Hentschell. La grille est en éventail.

Ces grilles sont en même temps de bons distributeurs de vapeur.

On peut aussi combiner les valves avec les grilles.

C'est ce qui arrive par exemple dans le système Bartel.

Une grille précède la valve ; celle-ci obture un canal où se trouvent des couteaux implantés en spirale et normalement à la paroi ; d'où déchiquetage des pommes de terre.

Un des meilleurs systèmes est le Reimann (fig. 101).

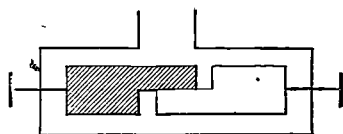


Fig. 101. — Valve Reimann.

L'orifice est fermé soit par un piston plein, soit par un piston découpé en grille ; des vis de rappel permettent d'utiliser l'un ou l'autre.

3° Pour améliorer la division des pommes de terre, on peut mettre des broyeurs intérieurs au cuiseur. Ils sont peu utiles pour la pomme de terre. Pour les grains ils sont remplacés avec avantage par des broyeurs extérieurs.

De ces broyeurs intérieurs, les uns ont un mouvement transmis, et sont de véritables moulins, les autres prennent leur mouvement par l'action de la force vive de la vapeur ou par le poids de la matière.

Du premier type, on peut citer le broyeur Scheibner, de forme sphéroconique, mû par une manivelle ; le broyeur Schmidt de forme hyperboloïdale, mû par transmission.

Ces deux appareils sont assez puissants pour les pommes de terre ; si le cuiseur doit servir parallèlement aux grains, ils sont insuffisants. On les remplace, soit par de véritables petites meules tournant à grande vitesse par transmission (Krausel, meule sphérique ; Schwarz, disque tournant sur un plan, etc.), soit par des cylindres à cou-

teaux (Christophe), soit par un agitateur à bras ordinaire.

Du deuxième type, on peut citer le broyeur Siegler, véritable turbine verticale à trois ailettes, mobile dans une boîte à contre-ailettes.

IV. Au point de vue du refroidissement de l'empois, on peut employer :

1° L'exhausteur (fig. 102). Sur le couvercle du macérateur on place une grande cheminée, l'appel d'air s'y fait par un jet de vapeur.

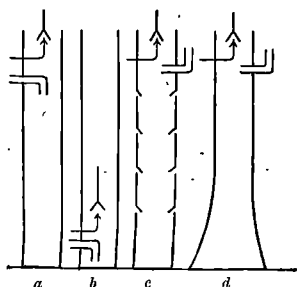


Fig. 102. — Différentes formes d'exhausteurs.

Lavidange du cuiseur (*a*) est amenée dans cette cheminée d'où elle tombe en se refroidissant. On gagne ainsi trente minutes sur le temps du refroidissement.

A l'origine, la chute se faisait du haut de la cheminée.

On obtenait ainsi un bon refroidissement, mais l'appareil était très sale. Pour éviter cet inconvénient, on a proposé l'appareil Bohm (*c*) où la chute se fait en cascade. Des trous percés derrière les bourrelets servent à faire l'appel d'air. Quelquefois on donne à la cheminée une forme hyperbolique (*d*).

Le plus souvent aujourd'hui, on fait arriver la purée en bas de l'exhausteur (*b*).

L'exhausteur a l'inconvénient de rassembler l'empois en boules ; pour éviter cet inconvénient, on a proposé des systèmes de distribution ingénieux.

Par exemple Hentschell fait arriver la purée dans un tube ayant un mouvement pendulaire qui étale la purée en éventail. Le système doit s'encrasser.

- Mann fait arriver la purée sur une trémie rotative qui distribue la purée en cône.

MARCHE DE L'APPAREIL HENZE. — 1° Remplir de pommes de terre lavées et pesées.

2° Charger le générateur en dépassant le niveau normal et pousser le feu pour avoir la pression aussi grande que possible et par suite au début beaucoup de vapeur ; de la sorte on ne laisse pas tomber la pression lorsqu'on commence à alimenter le cuiseur qui exige beaucoup de vapeur à l'origine.

3° Fermer le trou d'homme.

4° Ouvrir la purge d'eau.

5° Ouvrir l'échappement d'air (robinet ou soupape).

6° Envoyer la vapeur par le haut. L'eau se condense et sort par la purge.

7° Lorsque la vapeur sort par l'échappement et que l'air est chassé, fermer la soupape.

8° Les pommes de terre s'échauffent de haut en bas. On suit l'échauffement à la main. Après quinze à vingt minutes l'échauffement est descendu à 1 mètre ou 1 m. 50 du haut, donner alors plus de vapeur.

9° Lorsque l'échauffement arrive en bas, la vapeur sort par la purge. Fermer celle-ci et diriger la vapeur par le bas (fermer du haut).

10° Faire monter la pression à trois atmosphères en une heure.

Il convient d'envoyer un léger excès de vapeur de manière à produire l'effet dit à soupape soufflante, ce qui agite la masse.

11° Plusieurs fois pendant la cuisson, chasser l'eau de condensation due au rayonnement et qui rendrait le moût trop aqueux.

12° Maintenir la pression à trois atmosphères pendant cinq minutes, ce qui porte la durée totale à soixante-cinq minutes

13° Vider en rétablissant la vapeur du haut.

Remarque I. On pourrait vider sous une très faible pression, mais il vaut mieux conserver la pression maxima, l'arrachement des pommes de terre étant plus facile sur les robinets ou valves de vidange.

Remarque II. Avec les appareils coniques, on peut à la rigueur continuer à chauffer par le haut (si les pommes de terre ne sont pas trop riches). On ne peut pas le faire avec des appareils cylindriques ou pour les pommes de terre riches, parce qu'étant donnée la petite surface supérieure ou la plus grande quantité d'amidon, il y a, à la partie supérieure, formation rapide d'empois et enrobage des pommes de terre inférieures, ce qui gêne leur cuisson ultérieure.

Lorsqu'on chauffe par le haut les appareils coniques, on élève la pression en quarante-cinq minutes, mais on la maintient dix minutes, ce qui fait un total de cinquante-cinq au lieu de soixante-cinq minutes.

Remarque III. L'eau de condensation est utilisée ordinairement pour préparer le malt.

Durée normale d'une opération :

Chauffage	20	minutss
Élévation de la pression.	60	»
Pression.	5	»
Vidange.	40	«
Total.	125	minutes.

S'il n'y a pas d'exhausteur, il faut compter une heure de plus. Si l'appareil est conique et les pommes de terre peu riches, on gagne dix minutes.

Lorsque les pommes de terre sont très riches, on les cuit toujours par le bas, on monte à 3 ou 3,5 atmosphères, puis on monte un instant à 4 atmosphères et on vidange.

Si les pommes de terre sont à peau fine, le travail est le même.

Si les pommes de terre sont gelées, la cuisson se fait difficilement. On cuit alors une heure à trou d'homme

ouvert (c'est-à-dire sans pression); on monte en quinze minutes à 3 atmosphères, on vidange à 3,5-4 atmosphères.

Choix d'un appareil. — Les systèmes les plus simples sont les meilleurs pour les pommes de terre.

Les formes coniques donnent un travail un peu plus rapide, un peu plus parfait.

On fixe souvent les quantités d'amidon non saccharifiables laissées par le Hollefreund à 2,75 p. 100, par le Bohm, par le Henze, par le Leinhass à 2 p. 100, par le Pauksch à 0,87 p. 100.

Donc les coniques paraissent avoir l'avantage. Mais ils exigent un plus grand volume, car leur volume est égal au volume des pommes de terre plus le volume vide qui est au-dessus et qui, étant évasé, est supérieur.

Dans les appareils coniques 1000 kilogrammes de pommes de terre exigent 1700 litres de capacité, alors que dans les appareils cylindriques, il en faut 1500. Mais cela dépend des pommes de terre et de la concentration du moût.

Les appareils coniques ont plus de surface latérale et sont un peu plus coûteux en vapeur, puisque la condensation est plus grande. Si on doit faire un moût de densité supérieure à 1,12, on ne peut le faire avec des appareils coniques.

Dimensions. — Appareils coniques : $H = \frac{3}{2} D$.

Appareils cylindro-coniques : Hauteur de la partie cylindrique $H = \frac{D}{3}$, la partie conique a un angle d'ouverture au sommet de 60°.

Ces appareils doivent être essayés à 10 atmosphères, être fabriqués en tôle et non en fonte qui n'offre pas assez de sécurité après les arrêts.

La fermeture du trou d'homme est obtenue, soit par un étrier, soit par une barre et une vis de serrage appuyant sur la porte à pivot ou à charnière, soit par quatre vis.

L'étanchéité est obtenue par un caoutchouc plat, placé dans une gorge en forme de trapèze tracée sur la tranche du trou d'homme.

Malt.

Dans le travail des pommes de terre par le malt, pour effectuer la saccharification il faut naturellement se préoccuper du malt. Ordinairement on emploie par 100 kilogrammes de pommes de terre, 1 kl. 7 à 3 kl. 5 d'orge ou 5 kilogrammes de seigle maltés.

Cela nous amène à parler des différentes sortes de malts employés en distillerie.

Malts de distillerie.

L'orge, le blé, le seigle, l'avoine, le maïs, le riz sont maltés en distillerie.

L'orge et le blé sont les plus diastasiques.

Le blé, trop cher en France, est utilisé en Belgique et dans la République Argentine ; le seigle sert en France, en Belgique, en Allemagne.

L'avoine sert en Angleterre et en Hongrie.

Le maïs est malté un peu partout, particulièrement en Hongrie.

L'orge est la plus employée.

L'orge utilisée en distillerie est un peu le résidu de la brasserie.

Comme la brasserie recherche les orges chevaliers à cause de leur faible teneur en azote, ce sont les escourgeons qui restent à la distillerie.

En réalité deux conditions importantes sont à remplir :

1° Un pouvoir germinatif satisfaisant (supérieur à 90 p. 100), mais autant que possible de 96 p. 100.

2° Un maximum d'azotés solubles.

Dans la fabrication du malt pour le travail courant des pommes de terre ou des grains, on se borne le plus souvent à un lavage du grain par décantation des eaux de trempe ; mais l'orge des fabriques de levure est nettoyée avec plus de soin, on la passe à la table tremblante à trois cribles et dans une brosse automatique (système Eureka). Le maïs qui est quelquefois malté dans les fabriques de levures est passé à l'épurateur magnétique, à l'émotteur-épierreur (deux tamis cylindriques et concentriques, l'intérieur retient la râfle, l'extérieur le maïs), et enfin au tarare (crible à courant d'air).

Travail de l'orge. — La trempe dure cinquante à soixante-douze heures suivant la saison et la dureté de l'eau ; elle se fait dans des trempoirs où l'on peut envoyer les grains, de l'eau, et d'où l'on peut soutirer celle-ci et vider les grains.

Le malt de distillerie doit être riche en diastase ; autrefois on employait un malt long qui n'était qu'un malt de brasserie trop poussé, puis on s'est servi d'un malt analogue à celui de la brasserie (malt court pelleté). Enfin aujourd'hui on utilise les malts longs logiquement faits.

Malt court pelleté. — Au sortir du trempoir, on fait des couches de 20 à 30 centimètres que l'on retourne après six à huit heures ; on forme alors des couches de 30 à 40 centimètres, si la température du germoir est de 10-15°, de 45 à 60 centimètres, si la température du germoir est de 5-10°.

On laisse les tas tranquilles douze à quinze heures jusqu'à ce que le grain pique. En même temps se produit la rosée et la température s'élève à 8-10° au-dessus de la température du germoir.

Si la rosée tarde à se produire, quoique la température ait atteint 20°, on attend encore un peu, et si elle ne se

produit pas, alors on arrose les tas, puis on les aère en les retournant à la pelle (dans les germoirs aérés).

Dès que l'orge pique, on l'empêche par pelletages successifs de s'échauffer, de manière que sa température ne dépasse pas 20°; pour la même raison, on abaisse les tas.

Cela est nécessaire toutes les six ou huit heures dans les premiers jours, puis toutes les douze ou quinze heures les jours suivants.

Dans ces conditions le travail dure six ou huit jours, et la longueur des radicelles égale 1,5 longueur de grain.

Malts longs. — Ils ont la réputation d'être actifs; mais en réalité, ils ne le sont que s'ils germent avec désagrégation du grain, c'est-à-dire si les germes sont trapus.

Autrefois le malt long était un malt de brasserie trop poussé, c'est-à-dire peu actif et pauvre en amidon.

Mais aujourd'hui on fait des malts longs actifs.

~ **Malt feutré** ou malt long par sueur chaude.

Il n'est pas d'une activité exceptionnelle. Mais il introduit dans le moût des matières azotées solubles, favorables à la multiplication et à l'activité des levures. Il exige peu de main-d'œuvre et blesse peu les grains. La température du germoir est maintenue à 15-17°.

On y installe des couches de 15 centimètres qu'on remonte à 20, 25, 30 centimètres.

Ces couches de 30 centimètres sont pelletées toutes les six ou huit heures jusqu'à ce que le grain paraisse sec.

La température est alors de 20-25°, ce qui fait dégager de la vapeur.

On abandonne les tas jusqu'à ce que le grain pique.

On forme des couches de 10 centimètres qu'on abandonne jusqu'à ce que le travail soit fini.

A ce moment les radicelles ont trois ou quatre fois la longueur du grain.

Si l'opération languit, arroser

1 Malts longs par sueur froide ou malt hongrois. — Ce sont des malts longs travaillés à de très basses températures, l'opération dure jusqu'à dix-huit ou vingt jours.

A cause de cela on trempe à 4-6° en ajoutant de la chaux qui sert d'antiseptique.

On met en couches de 8 à 10 centimètres et on maintient, en étalant le grain, la température au-dessous de 12°; les tas arrivent ainsi à n'avoir que 5 à 6 centimètres.

Comme il y a une grande évaporation, on arrose par 2 litres d'eau p. 100 d'orge à partir du deuxième jour. Les radicelles ont trois longueurs de grain.

Il faut une grande propreté du germoir.

Les malts feutrés doivent être cardés soit à la main, soit à la carde mécanique : laminoirs en bois garnis de clous en cuivre (cylindres écartés de 8 à 10 centimètres).

Une orge bien germée doit être aussi désagrégée que possible et avoir un embryon trapu, épais, plutôt long que court.

Maltage pneumatique. — Dans une grande installation, comme une fabrique de levure, on peut avoir recours au maltage pneumatique qui exige beaucoup moins de place, un huitième par exemple de la place nécessitée par le germoir, et qui a l'avantage de pouvoir être pratiqué toute l'année, tandis que le maltage ordinaire ne peut se pratiquer que pendant huit mois.

Pour plus amples détails sur cette question, voir mon livre *la Pratique du maltage*.

Autres malts utilisés en distillerie. — Comme constitution, l'avoine se rapproche le plus de l'orge et les méthodes de travail sont pour ainsi dire identiques. La plumule n'apparaît que lorsqu'elle a une certaine longueur, puisqu'elle doit contourner les grains pour être visible.

Pour les autres grains (qui sont nus) la plumule apparaît dès sa naissance et elle sort d'autant plus vite que

l'embryon est normal à la paroi, ce qui n'est pas dans l'orge ou l'avoine.

Le mécanisme de la germination est d'ailleurs le même pour tous les grains.

Malt d'avoine. — Le pouvoir diastasique est très faible; il est de 0,3; ce malt est employé à cause de son action accélératrice sur la fermentation. En particulier il est très favorable au travail des pommes de terre non mûres.

La trempe dure trente-quatre heures avec absorption de 38 p. 100 d'eau; on pousse à la germination en couches élevées de 20 à 25 centimètres à la température de 20°, elle dure cinq jours.

Les moisissures sont peu à craindre, car les pellicules sont lisses.

Malt de seigle. — Le pouvoir diastasique du seigle est à peu près égal à celui de l'orge (0,93), mais il donne des fermentations écumeuses, la trempe dure trente-six heures et la germination à 14°, cinq jours.

On fait une première couche de 12 centimètres qu'on maintient vingt-quatre heures.

On fait une deuxième couche de 10 centimètres qu'on maintient quarante-huit heures.

On fait une troisième couche de 6 centimètres qu'on maintient vingt-quatre heures.

Il faut un pelletage par jour.

Les radicelles ont 1,5 de longueur de grain; 100 kilogrammes de seigle donnent 141 kilogrammes de malt vert.

Malt de blé. — Le blé a un pouvoir diastasique supérieur à celui de l'orge.

Ce sont surtout les variétés farineuses que l'on recherche, cependant on peut admettre la moitié de grains vitreux.

Les grains doivent être bien nettoyés, non véreux et

sortir de magasins aérés. La trempe dure quinze à dix-huit heures et produit une absorption de 35 p. 100 d'eau.

On donne aux tas une épaisseur de 15 à 25 centimètres ; les grains piquent après vingt-quatre heures, pendant lesquelles on a fait un arrosage et un pelletage.

Le deuxième jour on descend les couches à 10 ou 15 centimètres en faisant un arrosage et trois pelletages. L'opération dure trois jours à 20°. On ne doit pas la prolonger à cause des moisissures.

Malt de maïs. — Le maïs est malté tantôt comme succédané de l'orge, tantôt pour être travaillé de toutes pièces. Nous ne parlerons ici que du premier cas.

Pouvoir diastasique = 0,29.

Il faut du maïs ayant subi un très bon nettoyage (éliminer les grains cassés) et magasiné dans des greniers aérés.

Le grain est trempé pendant 46-50 heures à 20°, il absorbe 30 à 32 p. 100 d'eau.

On fait des tas pointus de 25 centimètres. Ces tas doivent s'échauffer, aussi il est bon de les couvrir de sacs, le germoir est d'ailleurs à 20°.

Après 16 heures, étaler en couches de 40 centimètres.

Après 36 heures, étaler en couches de 30 centimètres qu'on laisse 52 heures ($T = 21-26^\circ$).

Après 52 heures, étaler en couches de 25 centimètres qu'on laisse 60 heures ($T = 26-28^\circ$).

Enfin on laisse l'opération se terminer à 30°.

Remarque. — Pour maintenir la température, il ne faut pas pelleter, mais au contraire chauffer le germoir.

Il faut arroser ; en hiver on emploie de l'eau chaude.

Le travail dure huit jours ($R = 3L$). On obtient une plumule terminée par un bourgeon jaune à goût de réglisse.

Quelquefois en France on travaille autrement en opérant en cases.

Trempe 36 heures à 15-20°. On maintient huit jours en couches épaisses dans des cases aérées. Le seul pelletage que l'on fasse est le transvasement de case à case.

Du germoir. — Quel que soit le grain malté, le germoir doit être propre, aéré, de température convenable ; pour le maïs, il faut souvent l'échauffer.

La surface du germoir se calcule d'après les données suivantes :

1° Hauteur moyenne des couches ;

2° Nombre de jours de travail ;

3° Volume du malt produit.

100	kilogrammes	d'orge	donnent	348	litres	de malt vert
100	—	de blé	—	400	—	
100	—	de seigle	—	400	—	
100	—	d'avoine	—	400	—	
100	—	de maïs	—	440	—	

4° Augmentation de surface de 25 p. 100 pour les passages.

Ex. : Travail d'orge en huit jours. Couches de hauteur moyenne de 14 centimètres. Si on met en marche 100 kilogrammes d'orge par jour, c'est 0 m³, 348 en malt vert ; les couches ont une hauteur moyenne de 0 m., 14, cela fait une moyenne de

$\frac{0,348}{0,14} \times \frac{5}{4} = 3 \text{ m.}$ $\left(\frac{5}{4}\right.$ pour tenir compte des 25 p. 100 de passage) occupés pendant huit jours.

Malt vert. — En distillerie, on emploie ordinairement le malt vert, car à poids égal celui-ci produit le même effet que le malt sec.

Or 100 kilogrammes d'orge donnent 140 kilogrammes de malt vert et 80 kilogrammes de malt sec. Donc en

malt vert on a avec $\frac{100}{140}$ d'orge le même effet qu'en malt sec avec $\frac{100}{80}$.

Il y a donc économie de matière première, de magasins, de matériel et de main-d'œuvre.

Mais dans les pays chauds, en été, on ne peut malter, il faut faire des provisions et les conserver par dessiccation.

Dans les fabriques de levure, pour faire les moûts nutritifs dont on a besoin, on emploie comme aliments des malts secs. Les levains de moûts pauvres doivent être également faits de malts secs pour compenser la pauvreté du moût.

D'où l'emploi en distillerie des malts conservés et séchés.

Conservation. Séchage du malt. — *En cave*, on peut conserver le malt vert trois ou quatre jours en le mettant en couches minces et en employant des pelletages fréquents.

Il faut craindre les moisissures et les ferments lactiques.

Séchage artificiel à l'air chaud. — Couches de 5 centimètres dans un endroit chaud et aéré (trappes d'aération à quelques centimètres du sol). On fait 5 à 6 pelletages par jour. Cela exige beaucoup de place, mais évite les moisissures. 100 kilogrammes d'orge = 88,8 de malt séché à l'air.

Séchage par la chaleur. — Ne pas dépasser 65°, car à 70 la moitié du pouvoir diastasique est détruite.

Il faut chauffer lentement pour ne pas avoir d'eau chaude, cause de la formation d'un empois qui rend le malt vitreux et peu actif.

On commence à 45° après séchage à l'air si possible, on monte graduellement; le mieux est de ne pas dépasser 55°.

La température de 70° n'a de raison d'être que pour des grains avariés. .

En distillerie le séchage ne comporte l'emploi des tourailles proprement dites que si on a de grandes quantités à fabriquer, comme cela arrive en fabriques de levure.

(Sur ce sujet voir mon livre *la Pratique du maltage*.)

Ordinairement on se sert de séchoirs plus petits que les tourailles et dont le type est le séchoir allemand; les grains séchés à l'air sont placés sur une toile métallique couvrant la chambre de chauffe. Celle-ci est constituée par une cuve plate en maçonnerie où circule de l'air chaud dans des tubes en jeu d'orgue et où se trouvent des trappes pour l'admission d'air froid.

L'air chaud s'obtient soit à flamme perdue au générateur, le tube de circulation passant dans la voûte du foyer; soit par un chauffage spécial qui est toujours obtenu à l'aide d'une cloche à air chauffée sur un foyer, d'un tube de dégagement contourné et noyé dans la cheminée et d'un tube d'évacuation vers le séchoir.

Pour sécher les malts spéciaux il faut observer les règles suivantes :

Malt de blé. — Commencer à 45°, finir à 55°; n'utiliser que huit jours après séchage.

Malt de seigle. — Comme le blé.

Malt de maïs. — Est toujours séché à la touraille, 24 heures à 35 et 24 heures à 50°.

Essai des malts en distillerie. — *Malt vert.* — *Acidité.* — L'acidité se prend sur 100 grammes lavés dans 400 centimètres cubes d'eau pendant deux heures. Titrer à la soude normale; il n'en faut pas plus de 7 centimètres cubes.

Après le dosage de l'acidité, on mesure le pouvoir liquéfiant.

Pouvoir liquéfiant. Principe. — On prépare n tubes contenant 5 centimètres d'empois d'un amidon type; on

ajoute 1, 1,5, 2 centimètres cubes, etc., d'un extrait de malt vert (6 grammes pour 200 centimètres cubes d'eau). On chauffe pendant 10 minutes à 80°.

A cette température il ne se forme que de la dextrine.

On cherche le tube où il y a eu liquéfaction.

Si le tube à 1,5 d'extrait de malt n'est pas liquéfié, le tube à 2 l'étant, on dit que le pouvoir liquéfiant est 2 (1).

Si le pouvoir liquéfiant est faible (1,5-2) le malt est très bon.

Lorsque le malt est moyen d'après le pouvoir liquéfiant, on recherche s'il peut donner cependant beaucoup de maltose, auquel cas il sera bon. Cela conduit à la mesure du *pouvoir saccharifiant* : on étudie la quantité de sucre formée par 5 centimètres cubes d'une infusion de malt (à 6 p. 100) dans son action à 60° pendant une heure sur 100 centimètres cubes d'amidon à 2 p. 100.

On dose avec 2 centimètres cubes de liqueur de Fehling correspondant à 0,0144 de maltose. On essaie sur de pareilles quantités l'effet de 1, 2, 3, 4, etc., centimètres cubes de l'amidon saccharifié.

Si on trouve 4 à 6, le pouvoir saccharifiant est maximum.

Si on trouve 7 à 9, le pouvoir saccharifiant est encore bon.

Si on trouve un nombre supérieur à 9, le pouvoir saccharifiant est médiocre.

Malt sec. — Il doit remplir les mêmes conditions qu'en brasserie, c'est-à-dire être d'une couleur plus pâle que l'orge, d'un goût sucré, d'une odeur aromatique ; le poids de l'hectolitre doit être inférieur à 56 kilogrammes, celui de 1000 grains doit être de 36 à 40 grammes.

L'amande doit être complète : brillante, broyable, à

(1) Locution fautive, on devrait dire $\frac{1}{2}$.

cassure non vitreuse (par exemple 90 p. 100 de grains farineux).

Il doit y avoir une grande proportion de gros grains.

Plongés dans l'eau le nombre des grains restant suspendus doit être supérieur à 83-92 p. 100 (suivant les cas).

Celui des grains couchés au fond de 0 à 2,5 p. 100.

Et celui des grains enfoncés sur la pointe de 0 à 2,5 p. 100.

Les analyses du malt sec comportent :

1° Le dosage de l'humidité (5 grammes à 110°) : on doit trouver de 10 à 15 p. 100 ;

2° La mesure de l'acidité (0,1 ou 0,2 p. 100 en acide lactique) ;

3° La mesure de l'extrait a moins d'importance qu'en brasserie.

Broyage du malt. — Le malt, pour être utilisé, a besoin d'être broyé.

On emploie pour le malt sec en petite quantité, les mêmes appareils que pour le malt vert ; en grande quantité on emploie de véritables moulins ; on en parlera ultérieurement, au chapitre des grains.

Pour le malt vert on se sert de broyeurs spéciaux qui sont de petites meules à cylindres ou autres. Il faut éviter les gros morceaux, qui fournissent une réaction incomplète ; on n'a pas à craindre, comme en brasserie, la farine fine, car ici le malaxage est continu, il ne se forme pas de dépôts d'amidon.

Ce qu'il faut rechercher avant tout, c'est l'arrachage du son.

Il y a deux types de broyeurs :

1° Le type à cylindres ;

2° Le type à meules plates.

Type à cylindres. — Ce sont des cylindres à écartement variable, lisses ou rainés, de diamètres différents et de même nombre de tours ou de diamètres égaux et de vitesses

différentes, ce qui produit dans les deux cas, l'arrachage du son.

Voici les caractéristiques du broyeur de l'École de Douai :

Cylindres lisses, 135 tours à la minute ; $D = 0,20$, $D = 0,30$. Ce grand cylindre est moteur, son axe porte un volant de 75 kilogrammes pour parer aux à-coups.

Pour pouvoir changer l'écartement, le petit cylindre est mobile. Ses paliers sont montés à glissière dans le bâti et peuvent être déplacés par des vis de rappel.

Pour éviter l'entraînement de la farine (fig. 103), deux

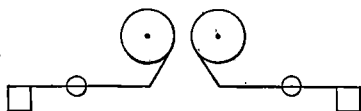


Fig. 103. — Couteaux d'un broyeur à malt.

lames à contre-poids font une pression d'un demi-kilogramme par centimètre.

Il y a en outre une trémie de sortie et une trémie d'alimentation.

Dans certains appareils, le cylindre mobile est monté sur paliers maintenus par de forts ressorts ayant pour but de faire croître l'écartement devant un obstacle imprévu.

Ex. : Broyeur Venuleth. Le petit rouleau est moteur, il a deux volants.

Tous ces appareils, avec une vitesse de 135 tours à la minute, travaillent par mètre de largeur 2 000 kilogrammes à l'heure.

Un point faible de ces appareils est la distribution.

Celle-ci ne se faisant pas sur toute la largeur, une partie de l'appareil est inutile. Il est donc utile d'avoir des distributeurs étalant le grain en largeur.

Exemples de distributeurs :

D. Venuleth. Il se compose d'une main ayant un mou-

vement oblique de bas en haut et de gauche à droite et vice versa, il verse le grain sur la trémie.

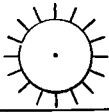


Fig. 104. — Distributeur de moulin à malt.

D. Sacksenberg. Il se compose (fig. 104) d'un cylindre en bois portant des pointes disposées suivant les génératrices ; il tourne au-dessus de la trémie d'alimentation et ratisse les grains qui ne peuvent passer que par séries alignées.

D. Prossdorf. Il est formé (fig. 105) de quatre rigoles servant de cuillers qui ramassent une quantité déter-

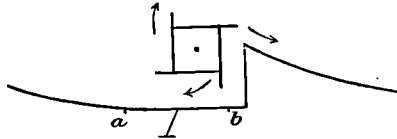


Fig. 105. — Distributeur du moulin à malt.

minée de grains et la déversent au broyeur ; il peut se régler de manière à ce que les cuillers ramassent plus ou moins de grains (pièce *ab* mobile).

Broyeurs à meules plates. — Ils sont souvent formés par un petit moulin à meules de pierre (ex. : Pauksch).

Quelquefois ils ont des meules métalliques ; c'est le type de l'Excelsior de Schméja.

Il se compose de deux disques en fonte durcie verticaux ; l'un est fixe et l'autre mobile autour de l'axe horizontal.

Le disque fixe est boulonné sur une plaque qui passe à frottement doux dans une boîte. Cela permet de serrer les meules en avançant la meule fixe :

La matière à broyer entre au centre et sort par la périphérie ; les surfaces des disques ont des dents triangulaires disposées en arcs concentriques formant des sortes de rosaces ; les dents intérieures sont peu nombreuses et grandes, les dents extérieures sont plus nombreuses

et petites. On obtient ainsi une mouture méthodique. Naturellement les dents d'un des cylindres circulent entre celles de l'autre.

Lorsque les dents sont usées on change le sens du mouvement, ou bien on fait passer de l'eau et du sable pour affûter les meules, ou bien on retourne face pour face les disques qui portent, à cet effet, des dents sur les deux côtés ; enfin on change de meules lorsqu'elles sont usées sur les deux faces.

Lait de Malt. — Le malt broyé est transformé en lait de malt, résultat d'une sorte d'automacération durant environ quarante-cinq minutes et qui a pour but de mettre la diastase en liberté par suite de la solubilisation de l'amidon.

Ce lait se fait ordinairement par malaxage du malt avec de l'eau froide (4 litres par kilogramme de malt).

On opère à la température ordinaire, mais d'après ce que l'on sait de la saccharification il vaudrait mieux triturer à 40-45° pendant trois heures. En effet, Effront a montré que

De 15 à 30°, le maximum de force diastasique est atteint en quarante-sept heures ;

De 30 à 45°, le maximum de force diastasique est atteint en trois heures.

A 55°, le maximum de force diastasique est atteint en huit heures ;

A 60-65°, le maximum de force diastasique est atteint en une heure.

Mais il faut remarquer qu'il s'agit de maxima relatifs à des températures déterminées, il ne s'agit pas de *quantités absolues*.

Ainsi de 15° à 30°, le maximum obtenu en quarante-sept heures est plus élevé qu'à 45° (maximum en huit heures). Cela tient à l'action coagulante de la chaleur et

à l'action nuisible des acides qui existent ou se développent. Mais à 45° en trois heures on a plus de diastase qu'à 60° en une heure.

Cette méthode prolongée peut ne pas être applicable dans une grande usine, faute de matériel ; on a d'ailleurs à craindre les mauvaises fermentations.

Préparation du lait de malt. — L'appareil qui sert, avec la farine broyée et de l'eau, à faire le lait de malt est le préparateur de lait de malt ; le plus ancien est celui de Hollefreund.

C'est un bac cylindro-conique à double fond et à agitateur vertical muni de bras horizontaux. Souvent on emploie une sorte de pétrin : auge horizontale demi-cylindrique munie d'un arbre horizontal à ailettes hélicoïdales évidées formé d'un tube plein ou creux.

Comme ces appareils peuvent être utilisés pour faire les levains, souvent l'agitateur est à circulation d'eau. Tel est celui de D'Heureuse Eckert, dont un arbre creux est divisé par des cloisons en chambres réunies par des tuyaux en arc d'hélice.

Le préparateur Hentschell est formé d'une hélice entourant un arbre creux. L'eau arrive par l'hélice et sort par le tube central.

Souvent ces appareils possèdent deux agitateurs à mouvement contrarié.

Au lieu de faire à part la farine et le lait de malt, on emploie souvent un broyeur noyé dans l'eau.

Un premier essai a été fait avec la pile hollandaise, mais n'a pas réussi.

TYPE PILE HOLLANDAISE. — Nous décrirons d'ailleurs cet appareil, plus tard, dans un autre but.

Un appareil qui en est dérivé est celui de Venuleth-Ellenberger. C'est un cylindre canné obliquement, horizontal, tournant autour du petit axé d'une cuve rectan-

gulaire à coins ronds. Il écrase le grain entre lui et le fond de la cuve, et donne un mouvement de circulation à l'eau autour de la cuve.

Remarque. Chaque fois qu'on donne à un liquide un mouvement suivant un axe d'une cuve, celle-ci ne doit pas être circulaire, car les molécules de la périphérie suivent le contour sans ricochets et sans se mélanger au reste. Il faut une forme allongée à coins ronds, ou une forme elleptique.

Dans ce cas, toute molécule périphérique se butte contre le coin et ricoche au changement de direction ou bien est immédiatement déviée par la courbure elliptique.

TYPE BÖHM. — Un des appareils les plus employés est le préparateur de Böhm.

Il comporte :

1° Un réservoir⁽¹⁾ cylindro-conique en charge sur l'appareil proprement dit et où on met le malt et l'eau.

2° L'appareil proprement dit servant à la fois de moulin et de pompe centrifuge ;

3° Une tuyauterie permettant de puiser sur le réservoir, et d'évacuer, soit sur le réservoir (circulation continue), soit sur la cuve-matière (évacuation).

Le moulin est composé (fig. 106) de :

1° Une couronne conique fixe et rainée hélicoïdalement ;

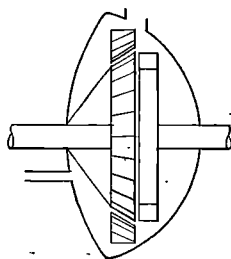


Fig. 106. — Préparateur à lait de malt de Böhm. Moulin.

(1) Il y a forcément une corrélation entre la grandeur du macérateur et du préparateur à lait de malt. En effet, dans un macérateur de volume V on peut mettre $\frac{6}{10} V$ de moût, c'est-à-dire $\frac{6}{10} VA$ d'amidon (A étant la quantité d'amidon variant de 165 à 180 à mettre

2° Une pièce conique mobile dans la précédente, avec une vitesse de 200 tours. Elle est garnie sur la face d'entrée d'ailettes planes, et sur la tranche de dents hélicoïdales croisant celles de la couronne.

3° Une plaque de fonte reliée du côté de l'entrée à la pièce conique précédente et portant, du côté opposé, les ailettes d'une pompe centrifuge. Ces ailettes sont courbes, mais non gauches, leurs génératrices sont perpendiculaires à la plaque, et leur section est un axe d'ellipse;

4° Une enveloppe avec tuyau d'admission suivant l'axe, en avant de la couronne, et un tuyau d'évacuation (tube en colimaçon) dans un plan normal à l'axe;

5° D'entrées d'eau et de vapeur pour le nettoyage.

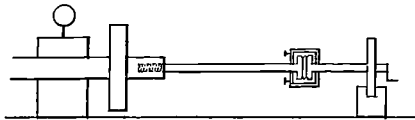


Fig. 107. — Préparateur à lait de malt de Böhm. — Serrage de la meule.

Il faut communiquer à l'axe de rotation la vitesse convenable, tout en gardant la latitude de serrer les meules.

A cet effet (fig. 107) l'axe est fileté à une extrémité; il passe dans un écrou qui peut tourner, mais non avancer; pour éviter l'usure du pas de vis qui proviendrait

par mètre cube). Cela correspond à $\frac{6}{10} VA \frac{100}{Z}$ de pommes de terre de richesse Z et à $\frac{6}{10} VA \frac{100}{Z} \frac{K}{100}$ de malt, si K est le pourcentage de malt par rapport aux pommes de terre. Cela fait pour le réservoir du préparateur de lait de mout, un volume en litres de $u = \frac{3 VA K}{Z}$; si $V = 1$, $A = 180$, $Z = 18$, $K = 4$, on a $u = 120$ litres.

de l'entraînement dû au mouvement rapide de rotation, l'axe est divisé en deux parties roulant sur une lentille de bronze phosphoreux et réunies par une boîte qui enveloppe deux collets terminant les deux fractions de l'axe.

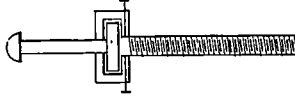


Fig. 108. — Appareil Böhm.— Écrou et sa gouttière.

Il n'y a qu'une partie de l'axe qui tourne, sous l'influence de la poulie motrice ; l'autre ne sert qu'à produire le serrage en tournant l'écrou qui, dans l'espèce, a la forme d'un volant tournant sans avancer dans une gouttière (fig. 108).

En réalité, pour faciliter les réparations, la partie rotative de l'axe est formée de deux pièces : l'axe proprement dit, qui porte la meule et la poulie, et une pièce qui la prolonge et qui est vissée dans une mortaise spéciale. Le sens du filetage est tel que le mouvement enfonce la vis.

Enfin le tout est complété par les presse-étoupes, convenables pour assurer l'étanchéité.

Usage de l'appareil. — Le grain et l'eau sont mis dans le réservoir, aspirés par la pompe, passent au moulin, s'y triturent, s'y mélangent, et sont renvoyés dans le réservoir.

De sorte que l'on peut faire passer la masse un très grand nombre de fois au moulin.

Lorsque le malt est prêt, on l'évacue, non plus vers le réservoir, mais vers le macérateur.

Manœuvre de l'appareil. — Elle comporte les opérations suivantes :

- 1° Graisser les paliers ;
- 2° Desserrer les disques ;

- 3° Mettre l'eau dans le réservoir ;
- 4° Établir la circulation de l'eau ;
- 5° Ajouter peu à peu le malt ;
- 6° Resserrer progressivement les meules et faire attention à l'échauffement des paliers ;
- 7° Évacuer.

Cet appareil n'est pas plus puissant que les appareils ordinaires, mais il est d'un tiers plus rapide.

Il nécessite une dépense de force considérable : au début 7 chevaux, à la fin 3 chevaux, en moyenne 5 chevaux, tandis que le broyeur ordinaire demande 1 cheval et demi, le moulin 2 chevaux et demi, l'agitateur du préparateur 1 demi-cheval, ce qui fait au total 4 chevaux et demi.

La cuvette doit avoir un volume égal à cinq fois le poids du malt à travailler.

Travail à l'acide fluorhydrique.

On en ajoute souvent pendant la saccharification du malt (cela protège la diastase contre la fermentation lactique et butyrique). On met ordinairement par 1000 kilogrammes de malt, 175 grammes de HF1. A l'état d'acide à 85 grammes par litre, c'est environ 22 litres. Pour faire cette addition, on doit employer des vases en plomb.

Macération. — Principe. — Les pommes de terre cuites dans les conditions indiquées, et le malt préparé d'autre part, nous sommes à même de faire la saccharification ou macération.

Dans la méthode courante, on cherche à faire agir la purée et le malt à 55°-60° (environ 3,5-4 de malt vert p. 100 du poids des pommes de terre).

Si l'on opère à cette température, c'est que, plus haut,

on altère la diastase, et plus bas, l'opération est plus lente, à cause du refroidissement.

Il faut remarquer d'ailleurs que, de 30 à 40°, les altérations sont à craindre. A basse température, il y a en réalité plus de maltose produite ; mais cela n'a pas d'intérêt, puisque cela peut correspondre à une diminution de diastase.

Depuis le travail d'Effront, cité plus haut, il semble qu'il y aurait avantage à prolonger trois heures à 45° la saccharification, tout comme la préparation du lait de malt. Cela permettrait d'économiser le malt (en faisant d'ailleurs moins de maltose, ce qui ne fait rien, puisque la diastase subsiste), mais d'autre part, on perdrait du temps, et ce serait très dangereux au point de vue des contaminations à craindre.

Ordinairement on se borne à tenir le moût environ trente minutes à 55-60°.

Avec les variétés de pommes de terre moyennes, on a dans ce cas : $\frac{\text{maltose}}{\text{dextrine}} = 4$.

Mais avec les pommes de terre riches, si le rapport était le même, il resterait trop de dextrine en valeur absolue. C'est pour cela que, dans ce cas, on prolonge la durée de trente à quarante-cinq minutes pour avoir un rapport plus grand.

Cette prolongation, de même que celle qui résulterait du travail à 45°, est impossible dans la plupart des usines, et pour obvier à l'inconvénient cité plus haut, sans allonger le travail, il convient d'employer la méthode de Bücheler.

1° On fait agir les pommes de terre à 72°-77° sur une partie du malt (environ 1 p. 100 du poids des pommes de terre). En vingt minutes la masse est liquéfiée.

2° On ramène alors à 60°, et on fait agir le reste du malt. On a alors des moûts contenant par exemple :

168 de maltose, 40 de dextrine :

$$\frac{m}{d} = 4,2.$$

qui fermentent bien plus complètement et qui sont bien moins mousseux que les autres, de sorte que l'on gagne au moins 5 centimètres de hauteur dans les cuves de fermentation.

A ce propos, Bücheler a remarqué que l'état de la matière joue un rôle dans le résultat à obtenir : un maïs entier ayant donné le rapport 4, moulu il a donné 8 ou 12.

Réfrigération et macération. — Le moût sortant du cuiseur doit être refroidi. Suivant la méthode adoptée, on refroidit à 60 ou 70°, et on le mêle au lait de malt.

On se sert, pour effectuer ce mélange, de *macérateurs*, appareils munis d'agitateurs et de réfrigérants reliés au cuiseur par l'exhausteur.

Ordinairement, on y met le lait de malt et on verse la pomme de terre (cela est plus favorable à la liquéfaction que le contraire, puisqu'on a toujours beaucoup de malt et peu de pomme de terre), de manière à ne pas dépasser 72-77° si on opère à la température de 70-75°, et 60-62° si on opère à 60°.

Dans ce cas il faut atteindre rapidement 50°, y séjourner trente minutes et monter à 60° en s'y maintenant.

Si l'exhausteur est insuffisant, il vaudra mieux mettre d'abord la pomme de terre et ensuite ajouter le malt.

Dans ces derniers temps, on a proposé pour les pommes de terre riches en amidon et pauvres en azote, d'ajouter 10-15 grammes de phosphate d'ammoniaque par hectolitre de moût ; c'est au macérateur que se fait l'addition.

Les macérateurs sont des appareils munis d'agitateurs, capables d'être maintenus à (50-60 ou 70°), suivant les cas, et d'être refroidis ensuite plus ou moins.

Leur volume doit être inférieur à 45 hectolitres. On les remplit aux 6/10. On a donc un maximum de puissance de 27 hectolitres de moût.

Un mètre cube de macérateur correspond en moyenne, en moûts clairs, à 465 kilogrammes de pommes de terre, et en moûts épais, à 525 kilogrammes.

Classification des macérateurs. — Ils sont :

I. A réfrigération totale jusqu'à température de fermentation; ne conviennent alors qu'aux petites usines, à cause de la durée d'occupation.

II. A réfrigération partielle, mais rapide; conviennent à la fois aux petites et aux grandes usines.

MACÉRATEURS A RÉFRIGÉRATION TOTALE. — Il existe deux groupes de macérateurs à réfrigération totale. Suivant la force de l'agitateur, ils peuvent servir :

A. Exclusivement aux moûts clairs ($D < 1,095$) (agitateur faible).

B. A tous les moûts, clairs, épais, de pommes de terre gelées, et même aux moûts de grains (agitateur fort, et si le moût doit être particulièrement épais, fond plat, pour qu'il y ait au début plus d'évaporation).

A. MACÉRATEURS A RÉFRIGÉRATION TOTALE ET A AGITATEUR FAIBLE. — Par exemple le macérateur Pauksch (fig. 109) : cuve à fond rond refroidie par double paroi.

Son agitateur est un broyeur à ailettes (10 chevaux), formé de : 1° un disque fixe rainé;

2° Un disque mobile surmonté de 4 ailettes en hélice; entre ces hélices sont des trous de passage.

Le liquide entre suivant l'axe et sort à la périphérie; à cause (fig. 110) de la forme ronde du fond, les ricochets sont circulaires et favorables au mélange.

Pour pouvoir serrer la meule, l'axe peut être relevé.

Pour empêcher les pierres de passer à la meule, celle-ci est sous une grille.

Comme les remous n'atteignent pas les couches du haut dans le macérateur, sur l'axe de la meule se trouvent à la partie supérieure 2 taquets qui agitent horizontalement les couches supérieures.

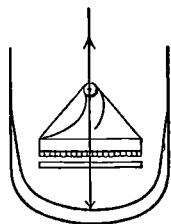


Fig. 109. — Macérateur Pauksch.



Fig. 110. — Effet sur les remous de la forme ronde des macérateurs.

B. MACÉRATEUR A RÉFRIGÉRATION TOTALE ET A AGITATEUR FORT. — Deux types : α , type à arbre plein ; β , type à arbre creux servant à la fois d'agitateur et de réfrigérant.

α . *Type à arbre plein.* — Le plus ancien est le macérateur Lacambre (fig. 111).

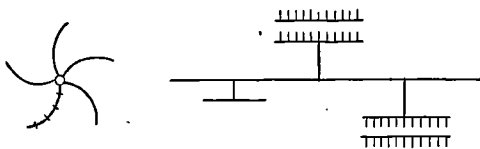


Fig. 111. — Arbre de l'appareil Lacambre.

Il se compose d'une cuve demi-cylindrique horizontale et dont le double fond peut recevoir à volonté de l'eau ou de la vapeur.

Un arbre horizontal porte des bras courbes sur lesquels sont fixées des séries de râteaux parallèles à l'axe.

Un meilleur modèle est le type Retter (fig. 112).

La cuve est en forme de tonnelet de cuivre fretté de fer et à axe horizontal ($L = 5-6$ mètres ; $D = 0$ m. 9 et 1 mètre).

L'arbre fait 80 tours à la minute, il est garni de bras

formant des séries parallèles disposées alternativement dans deux plans perpendiculaires.

Le liquide arrive projeté dans le sens de la longueur

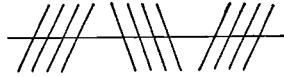


Fig. 112. — Arbre de l'appareil Retter.

contre la paroi intérieure. Cela aide au refroidissement, car celui-ci est obtenu par une pluie extérieure (1 lit. 2 d'eau pour 1 litre de moût).

L'exhausteur est formé de tubes s'emboîtant comme ceux d'un télescope, ce qui est très favorable au nettoyage, puisque en rentrant les tubes l'un dans l'autre on les nettoie.

Un appareil très usité est celui de Vernuleth-Ellenberger.

C'est une cuve-matière cylindrique à simple ou double paroi.

L'agitateur est un râteau (fig. 113) à axe vertical portant des dents placées convenablement.

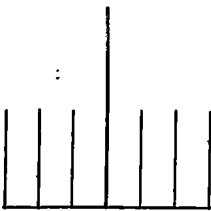


Fig. 113. — Agitateur Vernuleth-Ellenberger.

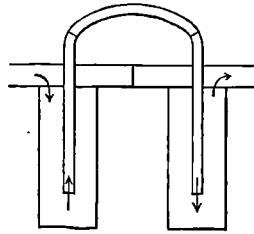


Fig. 114. — Réfrigérant du macérateur Vernuleth-Ellenberger.

La réfrigération est obtenue (fig. 114) par des tubes à double paroi, à circulation d'eau; la paroi intérieure est en fer, l'autre en cuivre.

Ces tubes sont montés sur une sorte de plaque tubu-

laire creuse et que les tubes intérieurs traversent complètement pour se réunir deux par deux au-dessus d'elle.

La plaque tubulaire creuse est cloisonnée de telle manière que l'eau circule dans chaque tube et dans les deux directions avant de se rendre dans le tube suivant.

Cet appareil exige 1 lit. 8 d'eau par litre de moût, il refroidit à 20° en 75 minutes.

L'agitateur exige peu de force, environ 1/2 cheval.

Mais le système réfrigérant se bouche (incrustation, nettoyage difficile).

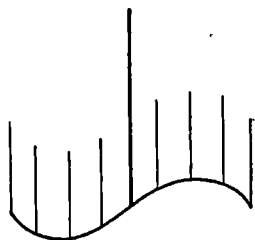


Fig. 115. — Agitateur Pausch.

Pausch a proposé un système analogue où le refroidissement est obtenu par des poches plongeantes en forme de croix et cannelées ayant plus de surface que les tubes unis.

L'agitateur est un râteau en forme d'S (fig. 115).

β. *Systèmes à arbre creux servant d'agitateur et de réfrigérant.* — Ils sont très exigeants en force, puisqu'il faut déplacer l'eau; enfin leur nettoyage est difficile.

Je citerai :

1° Le macérateur D'Heureuse Eckert constitué en grand comme le préparateur de lait de malt. Il exige :

1 lit. 8 d'eau pour 1 litre de moût à refroidir à 20°.

0 lit. 5 d'eau — — — à 65°.

2° M. Leinhass, analogue au pétrin décrit pour le malt. Les tubes sont creux et à circulation d'eau.

MACÉRATEURS A RÉFRIGÉRATION PARTIELLE ET RAPIDE. — Il en existe 2 types : 1° à broyeur externes (ou dépeleurs) (A), très énergiques ; 2° à broyeur internes (B).

A. *Type à broyeur externe.* — Le plus souvent, c'est une véritable cuve-matière de brasserie sans double fond, où l'agitateur consiste soit en un cadre en bois mobile

autour d'un axe vertical (moulinet), soit en un arbre horizontal à ailettes en bois disposées en spirales, soit en un arbre vertical portant des bras horizontaux, munis de râteaux transversaux ou d'arbres perpendiculaires tournant sur eux-mêmes par engrenage et portant eux-mêmes des bras horizontaux garnis de râteaux.

Dans ces cuves, le refroidissement est dû à l'exhausteur ou à un bain d'eau à trop-plein (robinet à 3 voies pour remplir et vider par le bas).

D'autres fois, on emploie les macérateurs Böhm ou Hollefreund, disposés comme les cuiseurs, mais sans résistance aux pressions.

Avec ces cuves il faut un système de broyage externe (dépeleur).

Le moût pris dans le cuiseur, ou par une pompe dans le macérateur, est envoyé à l'appareil de broyage externe et renvoyé au macérateur.

Pile hollandaise. — Un de ces appareils est constitué par la pile hollandaise des fabriques de papier :

Une cuve rectangulaire à coins arrondis est divisée dans le sens de la longueur par une cloison incomplète autour de laquelle le liquide peut tourner.

Suivant une moitié du petit axe se trouve un tambour (fig. 116) en fonte durcie et à rainures obliques. Il tourne au-dessus d'une plaque à rainures obliques et opposées aux précédentes, laquelle est fixée par une coulisse dans le fond de la cuve.

Le tambour porte 100 rainures.

La plaque en porte 10.

Le tambour tourne avec une vitesse de 200 tours à la minute, cela fait donc par minute $200 \times 100 \times 10 = 200\ 000$ croisements de rainures analogues à des coups

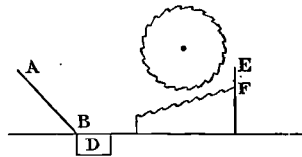


Fig. 116. — Pile hollandaise.

de ciseaux. On comprend l'usage de l'appareil pour la confection de la pâte à papier et comme dépeleur.

L'empois amené par-dessus le tambour est entraîné par le mouvement de celui-ci, il passe au cisaillement, puis fait le tour de la piste et vient à nouveau sous le tambour.

Une vanne AB empêche le mélange du liquide nouveau et du liquide ancien, de sorte que la vitesse prise par le liquide arrivant est fort grande; de plus elle protège le tambour contre la résistance du liquide de la cuve.

Le caniveau D arrête les pierres. Le barrage EF protège le tambour contre la pression du liquide du côté opposé à AB.



Fig. 117. — Dents de la pile hollandaise.

Le tambour offre par lui-même certaines particularités.

La forme des dents est celle de la figure (fig. 117); elles peuvent travailler jusqu'à xy .

Quand elles sont usées (ce qui demande plusieurs mois) on peut retourner le tambour sur son axe.

Cela résulte du montage.

Le tambour (fig. 118) est en effet calé sur l'axe d'un côté par une embase fixe et de l'autre par un collier à vis ayant exactement la forme de cette embase. Il suffit de retirer ce collier pour pouvoir tourner bout pour bout le tambour qui reprend sa position sur l'embase fixe et sur le collier resserré.

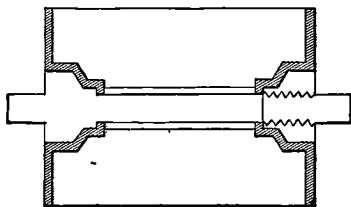


Fig. 118. — Montage du tambour de la pile hollandaise.

D'ailleurs à l'intérieur du tambour, autour de l'axe, se trouve un manchon qui empêche la déformation lorsqu'on serre le collier.

L'évacuation du liquide, lorsque l'opération est terminée, se fait soit directement par une soupape si l'appareil est en charge sur le macérateur, soit à l'aide de la pompe disposée pour cela. Cette disposition consiste en un refoulement bifurqué; l'une des branches renvoyant au macérateur et l'autre branche à l'évacuation.

Cet appareil exige 5 à 6 chevaux de force.

Avec les macérateurs quels qu'ils soient et toujours avec le macérateur Böhm on emploie un dépeleur de Böhm.

C'est en grand le préparateur de lait de malt relié au macérateur et où l'on peut faire la circulation entre le macérateur et lui.

Il exige 4 chevaux. L'appareil, de diamètre

$D=40$ centimètres, est réuni à une cuve de 2 500 litres pour 1 600 litres de moût ou 12 à 16 quintaux de pommes de terre.

$D=63$ centimètres est réuni à une cuve de 10 000 litres pour 6 500 litres de moût ou 50-64 quintaux de pommes de terre ;

Ils peuvent être montés de manière à servir à la fois à la macération et à la préparation du lait de malt.

Dans ce cas un robinet à deux voies permet de faire à volonté l'aspiration dans l'un ou l'autre réservoir.

Le refoulement a lieu par une culotte à 2 soupapes, permettant d'envoyer le liquide dans le macérateur ou dans le préparateur.

B. *Appareils à réfrigération incomplète et à broyeur interne.* — Nous étudierons à part leurs *organes de broyage* et leurs *organes de réfrigération*.

I. *Organes de broyage.* — a) *On peut employer pour les moûts clairs :*

a) La pile hollandaise, installée à même le macérateur ;

b) L'appareil Very du même genre où le cylindre porte 72 couteaux ;

c) Le broyeur de la cuve Pauksch déjà décrite exécuté en plus grand modèle.

Le système de réfrigération y devient plus faible car la surface en est relativement plus petite.

d) Un des meilleurs appareils est l'appareil Lowski (fig. 119).

Au fond du macérateur est une véritable pompe centrifuge servant de moulin.

Elle comprend :

1° Une meule horizontale munie d'un œil et rainée comme les meules ordinaires ; elle tourne au-dessus d'une plaque rainée ;

2° Son axe, capable de se déplacer pour régler le serrage ;

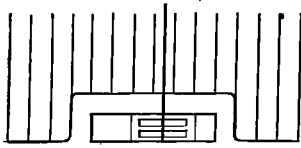


Fig. 119. — Macérateur Lowski.

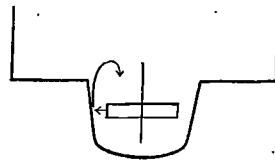


Fig. 120. — Macérateur Camin et Neumann.

3° Une boîte enveloppant le tout, percée au centre sur la base supérieure d'une ouverture d'entrée et entourée d'un tube en colimaçon pour le refoulement.

L'appareil exige 5 chevaux de force.

A cette pompe est adjoint un agitateur à râteau.

e) Le système de meules a été imité par un grand nombre de constructeurs.

Camin et Neumann ont eu l'idée de donner à la cuve la forme de la figure 120 ; ce qui produit des remous violents tandis qu'une cuve large n'en produirait pas.

Cela permet de supprimer l'agitateur supplémentaire.

f) Autres appareils internes à moutts clairs. Système Hampel. — Le malaxage est obtenu par une roue à

4 ailettes montée sur l'axe au fond de l'appareil; de plus le moût pénétrant dans le macérateur passe d'abord dans un moulin conique (fig. 121).

3) *Appareils à moûts épais.*

Citons le Hentschell où le broyeur est conique (fig. 122).

Une meule dormante est prolongée par un tube où passe l'axe du broyeur sur lequel une vis d'Archimède s'enroule.

La meule courante est creuse; le moût à l'arrivée dans le macérateur tombe d'abord dans la cavité de cette meule, en sort par ricochet, tombe au fond de la cuve d'où il est remonté par la vis, passe au moulin et redescend au fond.



Fig. 121.
Broyeur Hampel.

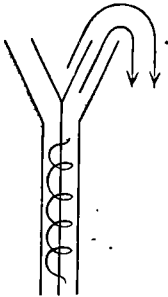


Fig. 122. — Broyeur Hentschell.

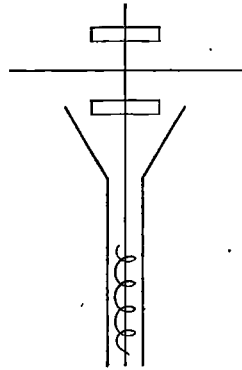


Fig. 123. — Broyeur Pampe.

Le meilleur appareil de la série est le Pampe (fig. 123) (force, 3-4 chevaux pour 3 000 litres de moût).

Il comprend :

1° Une meule horizontale ordinaire qui malaxe le moût à l'arrivée ;

2° Une plaque placée au-dessous de cette meule, protège le malaxeur proprement dit et oblige le moût à descendre dans le macérateur par la périphérie ;

3° Une sorte d'entonnoir, contenant l'axe de la meule,

lequel porte à l'intérieur du tube : 1° en bas une petite turbine verticale ; et 2° en haut une pompe centrifuge horizontale.

Le moût arrive, est malaxé par la meule supérieure, tombe sur la plaque et de là au fond par la périphérie, il est repris par la turbine, envoyé à la pompe centrifuge d'où il retombe.

Ces deux appareils rejetant le moût sur la paroi sont favorables au refroidissement.

II. Organes de réfrigération (*Macérateurs à réfrigération partielle, à broyage interne*). — La pile hollandaise n'avait pas à l'origine de réfrigération. Les constructeurs en ont adapté, soit à elle, soit à ses dérivées.

Véry obtient la réfrigération au moyen d'un serpentín creux, mobile autour d'un axe noyé dans la demi-longueur libre de la cuve.

Il le plonge de façon telle qu'une partie des spires dépasse le niveau du liquide à chaque rotation. Cela produit une réfrigération par l'eau froide et une réfrigération par l'air.

Dans un très grand nombre d'appareils, la réfrigération est obtenue soit par des tubes noyés, soit par un double fond cloisonné par des chicanes.

Ainsi Lowsky propose des tubes à circulation, analogues aux tubes d'Ellenberger.

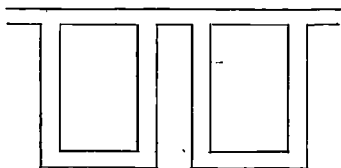


Fig. 124. — Réfrigérant Hampel.

Camin et Neumann emploient des poches à circulation comme dans l'un des Pauksch, accompagnées d'un serpentín placé

vers le fond et d'un double fond.

Dans l'appareil Hampel, l'eau (fig. 124) passe d'abord dans un double fond, puis dans une sorte de jeu d'orgue constitué comme l'indique la figure ; un cloisonnement non dessiné oblige l'eau à faire le tour des rectangles.

Dans d'autres appareils, la réfrigération est obtenue par un serpentín.

Ainsi dans le Hentschell, outre un double fond, on trouve un serpentín triangulaire formé d'arcs reliés par des joints démontables, ce qui facilite le nettoyage.

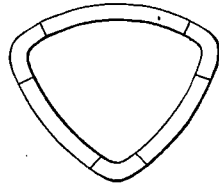


Fig. 125. — Réfrigérant Hentschell.

Tous ces systèmes exigent en eau 1 lit. 25 à 1 lit. 5 pour refroidir de 60° à 16° un litre de moût, mais on évacue avant d'arriver à cette température.

Les systèmes à tubes sont assez puissants, mais ils exigent beaucoup de force par suite de la résistance qu'ils offrent au malaxage ; en outre, ils sont difficiles à nettoyer.

Les meilleurs systèmes sont ceux à pluie sur la paroi, à la condition de rejeter le moût contre elles.

C'est le cas du Pampe (1 lit. 6-1 lit. 7 d'eau par litre de moût).

En définitive les systèmes à broyeur interne ne valent jamais les systèmes à broyeurs externes.

Remarque. — La plupart des macérateurs peuvent être chauffés à la vapeur. Cela n'est utile que dans le travail des grains, en moûts très épais ; dans ce cas on fait un brassage de farine de malt dans l'empois préparé à l'avance et on réchauffe.

On réchauffe à la vapeur, comme par exemple dans le Lacambre ou l'Hampel, ou bien à l'eau et à la vapeur.

La saccharification est faite à 60°, on doit commencer la fermentation vers 20°. Il faut donc refroidir. Dans les petites usines (5 000 litres de moût par jour) où la cuve à refroidir peut rester longtemps inoccupée (une heure au moins) et où l'on dispose de 3 à 5 litres d'eau par litre de moût, on peut faire le refroidissement à même le-

macérateur, si toutefois l'appareil est construit dans ce but.

De 5 000 à 9 000 litres, on pourra opérer de même si on a assez d'eau.

Mais au delà, il faut un refroidissement spécial.

Réfrigérants. — L'envoi du moût au réfrigérant se fait par une pompe qui peut être le dépeleur centrifuge, ou une pompe quelconque (centrifuge, à piston plongeur et boulets), il faut que le corps en soit en bronze et qu'il y ait un ballon d'air pour éviter les coups de bélier.

Il est bon que les soupapes soient faciles à visiter.

Les appareils de réfrigération dont nous avons indiqué l'utilisation à propos des betteraves, des mélasses et des pommes de terre, peuvent utiliser l'air, l'eau, l'eau combinée à l'air ou enfin la glace.

Autrefois on utilisait le refroidissement spontané et l'addition d'eau, causes de contamination et de dilution des moûts.

C'était d'ailleurs mauvais, parce qu'un bon réfrigérant doit refroidir très vite entre 50° et 30°.

Refroidissement par l'air. — Il peut se faire :

α. Par la circulation du moût dans des caniveaux de bois installés avec pente autour de l'usine ;

β Dans des vases très plats de 15-20 centimètres de haut où l'on installe le moût en couches de 10 centimètres et où on l'agite avec un rable ;

γ. Dans un vase refroidisseur placé dans les greniers. C'est un vase plat en fer à joints de caoutchouc.

La pente du fond est de 0 cm. 03. Le fond porte une soupape de vidange.

En été on ne tombe qu'à 35°.

δ. Dans un vase refroidisseur (fig. 126), avec agitateur à ailettes renouvelant la surface du liquide.

Les bras portant les ailettes roulent, au moyen de galets, sur le bord de la cuve.

ε. On peut employer le même système (fig. 127) avec un éventail à air formé de deux ailes inclinées ; de plus, au fond se trouve un râble.

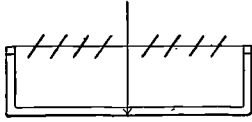


Fig. 126. — Bac refroidisseur.

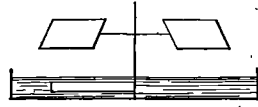


Fig. 127. — Bac refroidisseur à éventail.

En été on arrive à 35° en 6 heures et à 12° en 3 heures.

ε'. On peut employer le même appareil, l'éventail étant remplacé par un ventilateur.

ζ. *Type Siemens*. Se compose d'un tube contenant des chicanes et où l'on fait tomber le moût.

Un appel d'air produit un courant d'air de sens inverse.

η. *Type Gontard*. C'est une cuve à exhauteur contenant un arbre horizontal à disques inclinés, tel que les disques plongent partiellement. Il y a une évaporation qui remonte la densité de 1°,5. B. Il faut 3 heures et demie pour ramener le moût à 15°, la température extérieure étant de 18°. Il est suffisant en été.

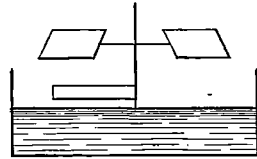


Fig. 128. — Bac refroidisseur à éventail.

A part ce dernier, les réfrigérants à air sont insuffisants en été.

Ils sont toujours lents, et à part le Siemens, ils sont discontinus.

Réfrigération par l'eau. — NATURE DE L'EAU. — L'eau doit être le plus froide possible (eau de puits).

On la puise à l'aide de pompes à piston plongeur ou rotatives, ou à action directe, ou centrifuges, mais dans ce cas seulement si le refoulement est inférieur à 15 mètres et.

si l'aspiration est plus petite que 4 mètres. Il faut un débit supérieur à 100 litres à la minute.

On peut aussi utiliser le pulsomètre.

RÉFRIGÉRANTS A EAU. — Autrefois on se contentait de mélanger l'eau froide au moût.

Aujourd'hui on isole l'eau et le moût par une surface conductrice.

Mais de part et d'autre de cette surface, l'eau et surtout le moût sont mauvais conducteurs. Il faut donc renouveler les surfaces de contact, ce que l'on obtient en déplaçant lentement les liquides en couches minces, de manière que toutes les couches puissent immédiatement absorber ou rejeter toute la chaleur possible.

L'eau peut circuler un peu plus vite que le moût, car elle est meilleure conductrice que lui.

Il y a une deuxième raison à cela :

Supposons que l'on veuille refroidir 1 kilogramme de moût à T° avec V^k d'eau à $t^{\circ} < T^{\circ}$.

Les chaleurs spécifiques sont supposées égales à 1.

Si la conductibilité est suffisamment parfaite, on aura une température x telle que

$$(T-x) = V(x-t)$$

$$x = \frac{T + Vt}{V + 1}$$

Au lieu de cela, on peut faire agir d'abord un volume un d'eau, puis encore un volume un, etc. ; à la première opération le moût aura la température x_1 , telle que

$$(T-x_1) = 1(x_1-t)$$

d'où

$$x_1 = \frac{T + t}{2} = \frac{t}{2} + \frac{T}{2}$$

A la deuxième opération, le moût prendra une tempéra-

ture x_2 telle que

$$I(x_1 - x_2) = I(x_2 - t)$$

d'où

$$x_2 = \frac{x_1 + t}{2} = \frac{t}{2} + \frac{t}{4} + \frac{T}{4}$$

à la v° opération on aura

$$I(x_{v-1} - x_v) = I(x_v - t);$$

d'où

$$x_v = \frac{t}{2} + \frac{t}{4} + \dots + \frac{t}{2^v} + \frac{T}{2^v}$$

d'où

$$x_v = t - \frac{t}{2^v} + \frac{T}{2^v} = \frac{t(2^v - 1) + T}{2^v}$$

Or, je dis que l'on a

$$\frac{t(2^v - 1) + T}{2^v} < \frac{T + Vt}{V + 1}$$

ou

$$t(2^v V + 2^v - V - 1) + VT + T < 2^v Vt + 2^v T$$

ou

$$T(V + 1 - 2^v) < t(V + 1 - 2^v)$$

Ce qui est évident, car $V + 1 - 2^v$ est négatif et $T > t$.

Donc envoyer l'eau par petites fractions se succédant est plus avantageux que l'envoyer en bloc.

C'est une deuxième raison pour laquelle l'eau doit circuler plus vite que le moût.

Mais il ne faut pas exagérer, il faut que l'équilibre des températures ait le temps de s'établir.

Les réfrigérants à eau peuvent se diviser en deux classes :

Ceux où l'eau et le moût circulent dans le même sens.

Ceux où ils circulent de sens contraires (appareils méthodiques).

Il est facile de voir l'avantage de ces appareils méthodiques.

Considérons le cas de la non-méthodicité. Soit T la température du moût, t celle de l'eau.

Supposons les volumes des liquides égaux.

Dans la première tranche, on a les températures T et t , l'équilibre $\frac{T+t}{2}$ tend à s'établir.

Mais en réalité le moût a une température $\frac{T+t}{2} + \theta$ et l'eau $\frac{T+t}{2} - \theta$.

Dans la deuxième tranche, les températures seront respectivement,

$$\frac{T+t}{2} + \theta_1 \text{ et } \frac{T+t}{2} - \theta_1$$

θ_1 étant $< \theta$ puisqu'il y a nouveau refroidissement.

Finalement, on aura l'équilibre

$$\frac{T+t}{2}$$

Considérons maintenant le cas des appareils méthodiques.

Le liquide entré en T est fatalement refroidi, et vers la sortie il sera par exemple à $T - T_1$; l'eau est de ce côté voisine de t .

Donc, dans les tranches voisines de la sortie, la température d'équilibre est voisine de $\frac{t + T - T_1}{2}$; à mesure qu'on se rapproche de la sortie, elle tend vers

$$\frac{t + T - T_1}{2} < \frac{t + T}{2}$$

SURFACE D'UN RÉFRIGÉRANT.

Soit P le poids d'eau par heure en kilogrammes;

p le poids de liquide par heure en kilogrammes;

θf la température finale de l'eau;

θi la température initiale de l'eau;

T la température initiale du liquide;

t la température finale du liquide;

h un coefficient représentant la quantité de chaleur transmise à l'heure par mètre carré et par degré de différence de températures ;

h est tel que si v est la vitesse de l'eau en mètres, on a sensiblement $\frac{v}{h} = 0,00011$,

on a si on appelle S la surface de contact en mètres carrés,

$$Sh = 2,3 \times \frac{Pp}{P-p} \lg. \frac{T - \theta f}{t - \theta i}$$

$$P(\theta f - \theta i) = p(T - t)$$

Prenons le cas d'un moult de pommes de terre

$$\theta i = 10 \quad \theta f = 35$$

$$T = 60 \quad t = 20$$

donc

$$P = p \times \frac{40}{25} = p \times 1,6.$$

$$\frac{Pp}{P-p} = \frac{p \times 1,6}{0,6} = p \frac{8}{3}$$

On a $Sh = 2,3 \times p \frac{8}{3} \lg \frac{25}{10}$
 $=$ sensiblement $6,1 p \times 0,395 =$ sensiblement $2,4 p$;
 avec $v = 0 \text{ m. } 05$, $h = 450$.

$$S = p \times \frac{2,40}{450}$$

pour $p = 100$, $S = \frac{240}{450} = 53$ décimètres carrés.

Prenons le cas de la betterave

$$\theta_i = 10 \quad \theta_f = 27$$

$$T = 32 \quad t = 22$$

$$P = p \frac{10}{17} \quad \frac{Pp}{P-p} = p \cdot \frac{10}{7}$$

$$Sh = 2,3 \times \frac{10}{3} p \lg \frac{15}{12} = \text{sensiblement } 0,67 p,$$

$$h = 450$$

$$S = p \times \frac{0,67}{450}$$

$$\text{pour } p = 100; S = \frac{67}{450} = 15 \text{ décim. carrés.}$$

Prenons le cas de la mélasse :

$$T = 100 \quad t = 40 \quad \theta_i = 10 \quad \theta_f = 45$$

$$P = p \times \frac{60}{35} \quad \frac{Pp}{P-p} = \frac{p \cdot 60}{25} = p \times 2,4$$

$$\text{Donc, } Sh = 2,3 p \times 2,4 \lg \frac{55}{30} = \text{sensiblement } p \times 1,4$$

$$\text{pour } p = 100 \quad h = 450$$

$$S = \frac{140}{450} = 30 \text{ décim. carrés.}$$

Remarque. Ces chiffres sont calculés pour une vitesse relative de 0,05 ; avec une vitesse plus faible il faudrait doubler ou tripler les surfaces calculées.

On peut admettre, comme chiffres pratiques dans les cas étudiés, 75 décimètres carrés, 20 décimètres carrés et 45 décimètres carrés.

Remarque. Si Σ est la section des tubes à eau en décimètres carrés et si v est la vitesse en mètres à la seconde.

On a évidemment P (en kilo. - heure) $= \Sigma \times 100 \times 10 v \times 3600$.

La formule devient dans ce cas

$$S \times \frac{\nu}{0,00011} = 2,3 \times \Sigma \times 100 \times 360\,000 \lg \frac{T - \theta_r}{t - \theta_i}$$

$$S = 11 \times 2,3 \times 36 \Sigma \lg. = 912 \Sigma \lg.$$

Par exemple, dans le cas des pommes de terre, $\lg = 0,395$; donc, sensiblement $S = 900 \times 0,4 \Sigma$
sensiblement $S = 360 \Sigma$

Remarque. S est une périmétrie multipliée par une longueur et Σ une section.

Si R est le rayon des tubes, n leur nombre, L leur longueur, on a évidemment

$$n \times 2\pi R \times L = 360 \times n \times \pi R^2$$

d'où $2L = 360 R$; $R = \frac{2L}{360} = 0,0055 \times L$

Description des principaux réfrigérants à eau. — Actuellement, on n'emploie plus de réfrigérants non méthodiques.

Réfrigérants méthodiques. — On peut les classer ainsi :

A eau extérieure ;

A eau extérieure et intérieure ;

A eau intérieure.

I. SYSTÈMES A EAU EXTÉRIEURE. — La plupart sont tubulaires.

α) Nægeli. Il se compose d'un serpentин elliptique, à spirales allongées et inclinées, formé par deux tubes concentriques : un gros, de 12 centimètres, pour l'eau ; un petit, de 7 centimètres, intérieur à l'autre, pour le moût.

Il faut 100 mètres de longueur pour 35 hectolitres à l'heure, soit une surface de $\frac{1\,000 \times \Pi \times 0,7}{35} = 120$ décimètres carrés par hectolitre-heure.

β) Venuleth-Ellenberger. Le moût circule de haut en bas dans 9 jeux d'orgue de tubes elliptiques, jeux d'orgue formés de tubes à joints extérieurs.

Ces jeux d'orgue sont enfermés dans des caisses où l'eau circule de bas en haut.

Pour nettoyer les tubes, on démonte les joints, et pour nettoyer les caisses, on les ouvre.

γ) Système Pauksch (fig. 129). Il est formé d'une série de tubulaires superposés.

Chaque tubulaire comprend 15 tubes, disposés en 5 jeux d'orgue, par suite d'un cloisonnement des boîtes de ces tubulaires.

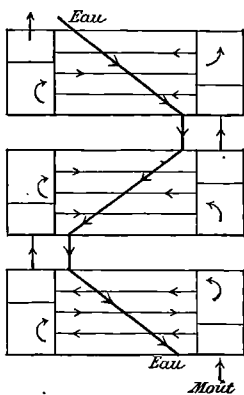


Fig. 129. — Réfrigérant Pauksch.

Le mout circule, dans ces tubulaires, de bas en haut, il passe d'un tubulaire à l'autre, par une communication.

L'eau circule de haut en bas autour des tubes. Elle passe d'un tubulaire à l'autre par une communication des deux corps de tubulaires; elle sort librement.

Pour le nettoyage, les boîtes de tubulaires s'ouvrent par des portes à joints de caoutchouc. On peut aussi envoyer de l'eau dans les tubes.

De tous les systèmes tubulaires, les systèmes à tubes parallèles et à boîtes ouvrables sont les meilleurs.

Le montage par compartiments séparés est particulièrement bon, si on l'utilise pour graduer l'effet de réfrigération, en se servant, suivant les cas, d'un nombre varié de compartiments.

Les tubes étaient au début en cuivre, à cause de la grande conductibilité de ce métal. Mais il ne s'agit pas de la conductibilité du cuivre, qui n'a d'influence que pour la mise en route du réfrigérant, mais de la quantité de chaleur prise par le cuivre et cédée à l'eau, c'est-à-dire de la différence de température du métal et de l'eau. Cette

différence est plus vite obtenue par le cuivre que par le fer, mais, une fois obtenue, elle est indépendante du métal. Donc, sous ce rapport, le cuivre et le fer sont équivalents.

Cependant, le cuivre a des avantages : 1° il est plus poli et a moins de chances de se tartariser; 2° le fer, pendant le repos, se rouille, et, pendant le travail, s'use par le sable.

Il est vrai qu'on peut protéger le fer par un lait de chaux.

Même lorsque les tubes sont en fer, les plaques sont en cuivre.

Les joints des boîtes sont en carton ou en caoutchouc. On ne doit jamais mettre d'acide fluorhydrique dans les tubulaires.

II. SYSTÈME A EAU INTÉRIEURE ET EXTÉRIEURE. — Nous citerons le réfrigérant Very, formé de 3 tubes concentriques formant trois espaces concentriques, l'eau est au milieu.

III. SYSTÈMES OU L'EAU EST INTÉRIEURE AUX TUBES. — *Remarque.* Si le système est formé de tubes parallèles, il est moins facile à nettoyer que les autres, parce que le moût encrasse plus que l'eau et qu'il est plus difficile de nettoyer l'extérieur que l'intérieur des tubes.

Par un côté, ces appareils sont des réfrigérants qui emploient l'air, puisque le moût étant extérieur est en contact avec les parois extérieures.

Nous citerons :

Le réfrigérant de Naubar, sorte de grand peigne à 12 dents à circulation d'eau, formées de tubes doubles, l'extérieur en fer et l'intérieur en cuivre.

On plonge dans le moût l'appareil, en le descendant avec un treuil.

Le réfrigérant Ilgès est analogue au Pauksch, mais le moût est à l'intérieur des tubes.

Réfrigérants utilisant à la fois l'eau et l'air. — I. TYPE A AGITATEUR. — Un des plus anciens est le bac refroidisseur, placé sur double fond en cuivre, entre ce double fond et le fond circulaire de l'eau.

Système Hentschell.

C'est l'agrandissement du préparateur de lait de malt déjà décrit; la rotation de l'arbre est de 40 à 50 tours.

L'auge est à double fond et à circulation d'eau réglée par des chicanes.

On compte, pour refroidir de 60° à 20° en quarante minutes, un litre de moût, qu'il faut 0 l. 85 d'eau.

II. TYPE A NAPPE DE MOUT. — Système Lawrence : Formé de deux lames de cuivre à formes anguleuses constituant les deux parois d'une bêche verticale.

L'eau froide remonte à l'intérieur de celle-ci. Le moût tombe en nappe sur les deux surfaces extérieures.

Le moût est distribué par une gouttière fendue, dans laquelle il est amené par un gros tube percé de trous.

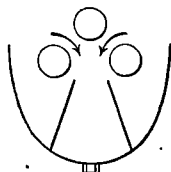


Fig. 130. — Distributeur du réfrigérant Lawrence.

Les premiers appareils avaient les parois sinueuses; cela produisait des cascades et on n'utilisait pas toute la surface refroidissante; depuis, on a donné aux parois une forme anguleuse.

La distribution a également été améliorée (fig. 130); en dessous du tube qui amène le moût est une sorte de laminoir formé de deux cylindres qui étalent et écrasent le moût. Il faut 1 l. 8 d'eau par litre de moût à refroidir.

Appareil Baudelot (fig. 131).

C'est un appareil du même genre; la surface réfrigérante est formée de tubes elliptiques (grand axe vertical), soudés à des lames de scies.



Fig. 131. — Tube du réfrigérant Baudelot.

Onze de ces tubes horizontaux forment un jeu d'orgue situé dans un plan vertical.

Un autre jeu d'orgue, placé dans le même plan, est formé de 9 tubes, et les deux jeux d'orgue peuvent être réunis.

L'eau circule dans les tubes de bas en haut.

Avec de l'eau de puits dans les deux jeux, on obtient 17°.

Avec de l'eau de puits en bas et de l'eau glacée en haut, on obtient 4°.

Réfrigération à la glace. — Elle est trop coûteuse ; en effet, nous pouvons écrire, si M est le poids du moût, G le poids de glace

$$\frac{M (T - t)}{\text{Calories à prendre au moût}} = \frac{G (72,25 + t)}{\text{Calories à fournir à la glace}}$$

D'où

$$G = M \frac{T - t}{72,25 + t}$$

Si M = 1 kilogramme, T = 60 et t = 20.

On a $G = \frac{40}{99,25} =$ sensiblement 0 kg. 4 de glace (1) au lieu de 1 l. 5 d'eau de puits.

Aussi n'emploie-t-on la glace qu'exceptionnellement, pour achever le refroidissement.

Par exemple, si l'eau ne peut faire tomber le moût au-dessous de 25°, on pourra employer la glace ; il en faudra par kilogramme de moût 0 kg. 05.

(1) Dans la production industrielle de la glace, on peut estimer que 1 kg de charbon donne 12 kg de glace, cela met la glace industrielle à 0,20 fr les 100 kg. Les meilleures machines à glace sont celles à ammoniacque, mais elles s'usent très vite.

Dans ce cas, la glace est placée dans un panier de tôle utilisé en brasserie (panier en fer blanc à trois pieds, canné de façon à présenter plus de surface).

Les réfrigérants décrits servent à toutes les fabrications.

En particulier à celle de l'alcool de pommes de terre.

Filtration des moûts. — On interpose souvent entre le macérateur et le réfrigérant un appareil de filtration des moûts.

La filtration présente des avantages : la fermentation est plus pure et on obtient un gain de place dans les cuves de fermentation.

Les premiers essais n'ont pas réussi, car en enlevant toute la drèche, on supprime le support qui permet la répartition de la levure dans toute la masse.

Mais depuis qu'on fait des moûts très épais, l'avantage du gain de place est tellement important pour l'Allemagne qu'on a tenté de nouveau la filtration.

On a été conduit à adopter une filtration partielle par des trous de 7 millimètres qui enlèvent environ deux tiers de la drèche et en laissent assez pour la levure.

Les filtres à moût, outre ces conditions, doivent :

1° Opérer sur les moûts chauds (à froid la filtration est difficile). C'est pour cela qu'on les met avant les réfrigérants ;

2° Être fermés pour éviter le contact de l'air ;

3° Tenir peu de place à cause du voisinage du macérateur, être solides et nettoyables.

Remarque I. — Il est probable que cette filtration partielle a encore un effet défavorable sur la fermentation.

En effet, sur 1 000 litres de moût, on retient environ 50 litres de drèche.

Donc, avec la même capacité de cuve, on devrait avoir

un rendement $\frac{1000}{950}$, le rendement sans filtration étant pris pour unité.

C'est-à-dire une augmentation de 5 p. 100.

Or, en fait, on n'a que 0,5 p. 100.

Il y a donc une perte de 4,5 p. 100.

En moûts épais, 1 000 litres correspondent à 180 kilogrammes d'amidon ou 110 litres d'alcool.

Les 50 litres de drèche retiennent 5 kg. 25 de matières fermentescibles correspondant à 2 l. 5 d'alcool qui constituent une perte de 3 p. 100 environ.

Il y a donc une perte de 4,5-3 p. 100 = 1,5 p. 100 qui provient sans doute de la fermentation.

Remarque II. — Puisque les filtres opèrent sur les moûts chauds, ils ne peuvent servir dans les petites usines à macérateur faisant la réfrigération totale.

Description des filtres à moût. — FILTRES INDÉPENDANTS DU MACÉRATEUR. — Filtre Ernst Muller (fig. 132). — Il se



Fig. 132. — Filtre à moût Ernst Muller.

compose d'un tambour conique, perforé, à axe horizontal mobile; autour de cet axe, à l'intérieur, se trouvent : 1° Une lame de pression qui tourne librement autour de l'axe et prend un mouvement de sens contraire à celui du tambour.

Et 2° un couteau nettoyant la surface (1).

Le moût pénètre par le haut de la petite base venant directement du macérateur en charge ou par l'intermé-

(1) Pour nettoyer les filtres, les sécher, les laver avec HCl, les rincer et les sécher.

diaire d'une pompe ; dans ce cas, le liquide est plus froid.

La partie non filtrée, essorée par la lame de pression, sort par la grande base d'où elle est reçue dans un cône fixe à l'intérieur duquel est une vis d'Archimède conique qui la conduit à une embouchure réglable par une soupape.

Le liquide filtré tombe dans une auge.

On peut filtrer 1 000 litres en 5-7 minutes.

Pour le nettoyage, on remplit l'auge d'eau et on tourne le tambour dans les deux sens.

L'appareil a l'inconvénient de tenir trop de place, d'être ouvert, de s'user ; de plus le liquide sort par dessous, ce qui est d'un contrôle difficile.

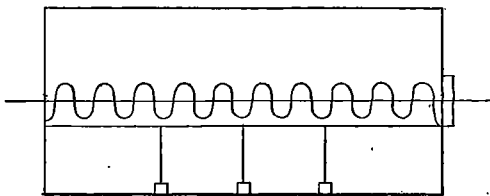


Fig. 133. — Filtre à moût Böhm.

Filtre Böhm (fig. 133). — Tamis cylindrique perforé, à l'intérieur duquel se trouvent des couteaux de frottement qui rejettent la drèche sur une noçère placée autour de l'axe et contenant une vis qui entraîne la drèche vers l'orifice de sortie.

L'appareil est entouré d'une chemise et reçoit toujours le liquide par chute libre.

Appareil Boss. — Il n'y a pas de couteaux.

C'est la vis qui appuie sur le cylindre, elle est alors à bords tranchants.

Appareil Hentschell. — Il se compose (fig. 134) d'un tambour cylindrique horizontal, perforé et fixe.

Autour de lui, un deuxième tambour conique à mouvement très rapide.

Entre les deux, est une lame perforée, enroulée en spirale.

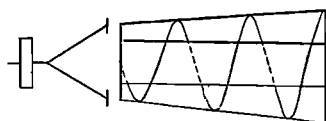


Fig. 134. — Filtre à moût Henschell.

Le moût arrive à l'intérieur du grand tambour, s'essore, et la pulpe pressée progressivement par l'hélice contre le tambour interne se dirige vers une embouchure réglable.

Appareil Siemens. — C'est une cuve (fig. 135) à faux fond

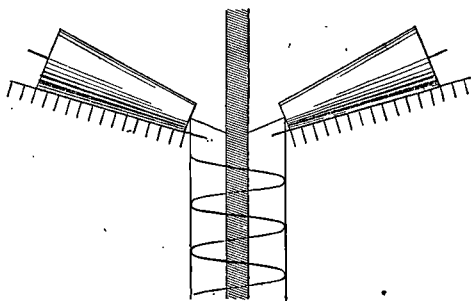


Fig. 135. — Filtre à moût Siemens.

conique perforé, sur lequel se trouvent 2 meules coniques. Au centre, un trou avec vis pour entraîner la drèche.

L'*appareil Hintz* est une véritable turbine cylindrique verticale où le moût monte. L'*appareil Pauksch* est analogue, mais il y a à l'intérieur un couteau courbe qui fait pression.

FILTRES PLACÉS SUR LE MACÉRATEUR. — Nous avons dit que lorsque le macérateur est à réfrigération totale, on ne peut en général faire la filtration des moûts puisque celui-ci doit être chaud.

Le système suivant qui puise dans le macérateur

et permet de renvoyer au macérateur peut être appliqué aux macérateurs à réfrigération totale.

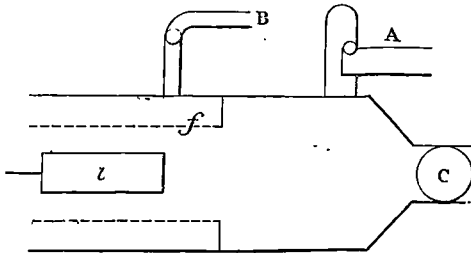


Fig. 136. — Filtre-pompe de Hampel.

Appareil Hampel. — Il comporte (fig. 136) une pompe à corps de pompe filtrant (*f*).

L'aspiration est en A.

Lorsque le piston revient sur ses pas, le liquide filtre par *f* et se rend par B au macérateur.

Lorsque le liquide est essoré, le piston continue sa course et chasse la pulpe par le clapet C.

Cet appareil monté sur le macérateur est coûteux, puisqu'il fait repasser le liquide déjà filtré.

Réfrigération des moûts filtrés. — Quand il y a des filtres, les réfrigérants suivent ; il faut remarquer que les moûts filtrés se refroidissent plus mal que les autres dans les systèmes à tubes.

C'est que les dépôts de drèches formés aux coudes et qui ralentissent la marche d'un moût ordinaire ne peuvent se produire. On obvie à cet inconvénient en plaçant dans les tubes des barrages en spirales.

Au contraire, dans les systèmes sans tubes, les moûts filtrés se refroidissent mieux parce qu'ils sont plus conducteurs.

Thermomètres. — Un appareil utile dans le travail de la pomme de terre est le thermomètre.

Il y en a de mobiles, cannes creuses de bois ou de métal contenant le thermomètre.

A la partie inférieure sont des trous pour assurer le contact du réservoir et du liquide, et à la partie supérieure se trouve une feute pour permettre la lecture; la canne est ferrée d'un bout de cuivre à tampon de caoutchouc pour amortir les chocs.

Il y a des thermomètres fixes placés dans des gaines de cuivre.

Pour compléter ce qui est relatif au travail des pommes de terre, nous parlerons de certains cas particuliers.

Moûts exceptionnellement épais.

On recommande d'employer la vapeur bien sèche, de bien purger, de vider très lentement, ce qui augmente l'évaporation, et d'employer des macérateurs à fond plat; le reste comme pour le travail normal.

Si on doit faire fermenter avec la race II, opérer avec du malt feutré.

Travail à l'acide fluorhydrique.

1° Saccharifier sans dépasser 60° et n'atteindre cette température qu'au dernier moment.

2° Mettre 10 p. 100 de malt.

3° Refroidir à 30° dans le macérateur et ajouter HF1.

Cela exige soit de plus grands macérateurs, soit de plus nombreux.

La dose du HF1 est telle qu'en tenant compte de ce que l'on a déjà mis dans le lait de malt, on en avait 34 grammes par mètre cube. Mais cela est variable et dépend de la nature de la levure à employer. D'ailleurs, comme nous le verrons aux levains, 4 p. 100 du moût est prélevé comme base d'un levain dont on double le titre en acide fluoré et porte la dose finale à 35 gr. 3 par mètre cube de moût.

*Travail des pommes de terre pauvres avec addition
d'amidon.*

On procède ainsi :

1° Macération de l'amidon avec un cinquième du malt ;

2° Vider la moitié des pommes de terre à 60° ;

3° Vider la moitié des pommes de terre et monter à 80° ; la liquéfaction obtenue, laisser refroidir à 58°, ajouter le reste du malt.

Travail des pommes de terre mélangées aux mélasses.

On prépare deux moûts séparés, mais il faut tenir compte de l'acidité propre du moût de pommes de terre pour obtenir une acidité moyenne de 1 gramme, le reste comme pour les pommes de terre seules.

Cuisson continue.

On a proposé un système de cuisson et de macération continue :

Les cuiseurs n'ont jamais plus de 50 hectolitres, ce qui conduit souvent à en avoir plusieurs.

Kyll a constitué des batteries de 3 ou 4 ; le premier échappe dans le deuxième, le deuxième dans le troisième, etc.

Quand le n° 1 est cuit, on l'isole et on chauffe le n° 2, etc.

Cela prolonge la durée de la cuisson, mais sans danger ; car une partie de l'opération est faite à la vapeur détendue.

Travail des pommes de terre aux acides.

Méthode peu employée. Nous n'en dirons que le principe.

1° On râpe les pommes de terre (râpe Champonnois où la palette est en forme d'étoile);

2° On laisse la râpure s'égoutter dans un bac;

3° On décante;

4° On met dans des cuves à barbotage les pommes de terre avec 1,5 p. 100 d'acide sulfurique et 8 p. 100 d'eau.

5° On fait bouillir 4-5 heures;

6° On neutralise par la chaux;

7° On laisse déposer, on décante, on lave le dépôt, on décante et on ajoute l'eau de lavage au moût.

Cette méthode présente un grand nombre d'inconvénients; les râpes exigent beaucoup de force, l'eau décan-tée produit une perte en azote, le lavage est onéreux, la drèche contient du sulfate de chaux et le moût est étendu. La glucose préexistante est altérée, à moins de ne pousser l'opération que jusqu'au moment où l'iode ne bleuit plus la matière et de la laisser se terminer seule.

Drèche de féculerie.

La drèche de féculerie qui arrive rarement à la distil-lerie ne vaut pas la peine d'être travaillée au malt.

On la travaille aux acides.

On a proposé un procédé spécial (Bondonneau); on la traite par de l'eau acidulée à 90-95° à laquelle on donne un mouvement de circulation par chauffage au thermo-siphon.

La saccharification se fait à l'intérieur des cellules et la glucose diffuse.

On verse sur des tamis qu'on lave jusqu'à ce que l'eau ne soit plus acide.

Le jus est chauffé à l'air libre pour détruire la dextrine.

Travail de la patate.

Ce travail est calqué sur celui des pommes de terre; mais il faut des cuiseurs plus grands à cause du plus

grand volume des patates. On doit hâter le travail. Enfin le moût ne doit pas être aussi concentré (1,08⁽¹⁾).

Contrôle de la fabrication du moût de pommes de terre. — Travail au malt. Analyses à faire. — Pour les recherches faites sur ces moûts, on doit les filtrer à la poche de coton.

Les essais sont :

1° ou qualitatifs ; 2° ou quantitatifs.

1° *Essais qualitatifs*. — a. *Iode*. — On filtre au papier, on refroidit et on ajoute l'iode jusqu'à coloration.

Il faut faire la réaction immédiatement après la saccharification, et même immédiatement après la prise d'essai puisque l'action du malt continue. Si on opérerait sans filtrer au papier, on aurait toujours une coloration bleue due à l'amidon du malt qui n'est jamais complètement saccharifié.

b. *Recherche de l'amidon non attaqué*. — Le contenu du filtre de coton est lavé deux ou trois fois par décantation. On recherche l'amidon dans le dépôt à l'aide de l'iode ou du microscope.

2° *Essais quantitatifs*. — a. *Mesures saccharométriques*. On filtre le moût dans une poche de toile de coton et on prend la densité au saccharomètre Balling.

b. *Acidité*, qui doit être de 1 gr. 25 par litre.

c. *Amidon non attaqué*. — Méthode Maercker.

100 grammes du moût sont mis dans un flacon de 8 à 10 litres, on ajoute de l'eau, on agite. Après vingt-quatre heures de dépôt, on décante le liquide clair. On recommence dix fois avec dépôt de huit heures (total de 88 heures). On filtre, on lave à l'eau, à l'éther. On détache le dépôt du filtre encore humide d'éther, on le dessèche à

(¹) Le travail de l'igname est du même genre. Comme le tubercule frais est difficile à conserver on a proposé de le couper en tranches sur le terrain et de le faire sécher au soleil.

100°. On le laisse s'hydrater à l'air et on le pèse. On en prélève alors un poids de 3 grammes et on y effectue le dosage de l'amidon.

d. *Maltose et dextrine.* — On procède d'abord au dosage de la maltose : 10 grammes de liquide clair sont étendus à 250 centimètres cubes, et on en prélève 25 centimètres cubes que l'on dose au Fehling (4 minutes d'ébullition, tables de Wein).

Pour doser la dextrine, on emploie l'inversion, avec dosage au Fehling, ou le polarimètre.

Calculer le rapport $\frac{M}{D}$; avec les pommes de terre pauvres, il doit être 4 ; avec les riches, il est bon qu'il soit plus fort (il peut aller à 8).

e. *Pouvoir saccharifiant.* — Il est plus simple d'évaluer le pouvoir saccharifiant. On pourrait employer la méthode indiquée pour le malt ; mais Effront a préconisé une méthode abrégée.

Six tubes contiennent 20 centimètres cubes d'amidon soluble à 2 p. 100.

On y ajoute 0 c. 25, 0 c. 5, 0 c. 75, 1 cent., 1 c. 25, 1 c. 5 du moût à étudier.

On chauffe six minutes à 60°. On ajoute un demi-centimètre cube d'une solution d'iode faible.

S'il n'y a pas de coloration pour 0 c. 25, il y a trop de malt ; pour 0,5 c'est très bien ; pour 0,75 c'est bien, 1 centigramme c'est douteux.

Il est médiocre lorsqu'il est de 1 c. 25, et dans ce cas il n'y a pas assez de malt ; enfin 1 c. 5 est franchement mauvais.

Dans le cas douteux on prend le pouvoir liquéfiant comme pour malt ; s'il est 2,5 il est bon.

S'il n'y a pas assez de malt, on en ajoute un extrait.

Travail aux acides. — 1° *Essais qualitatifs.*

a). *Essai à l'iode.* — Le liquide filtré au papier est

additionné de 3 à 4 volumes d'eau iodée, on ne doit pas avoir de coloration.

b. *Essai de la dextrose*. — On recherche la dextrose restant dans le moût en traitant 1 volume de moût par 3 volumes d'alcool à 95°. Il faut aller jusqu'à 6 volumes s'il n'y a pas d'abord de précipité.

Il ne doit y avoir de précipité dans aucun cas.

2° *Essais quantitatifs*. — Qu'on n'effectue que dans les essais de méthode.

Dosage de la glucose. Méthode par fermentation. — 1° 100 centimètres cubes de moût clair sont additionnés de potasse en conservant une acidité de 1 gramme par litre environ. On complète à 200 centimètres cubes et on met en fermentation avec de la levure pressée. On distille l'alcool dont 60,8 volumes correspondent à 100 grammes de dextrose.

2° 200 centimètres cubes de moût filtré sont additionnés de potasse en excès (6 centimètres cubes en excès), on fait bouillir, on a un léger précipité floconneux; on refroidit, on amène le volume à 400 centimètres cubes, on filtre; 200 centimètres cubes de liqueur filtrée, additionnés de 5 centimètres cubes de SO^4H^2 normal, sont mis à fermenter. On distille et l'alcool recueilli se rapporte à 100 centimètres cubes des moûts filtrés.

Il faut remarquer :

1° Que pendant la première fermentation un peu de dextrose doit se transformer, d'où un chiffre trop fort pour la glucose.

2° Que dans la deuxième un peu de glucose doit s'altérer par la potasse, d'où un chiffre trop faible. On prend la moyenne des deux nombres.

De la glucose trouvée par fermentation et du chiffre calculé au Fehling, on peut se faire une idée des corps dextreux.

Mise en fermentation des pommes de terre au malt.

Température initiale. — Le moût de pommes de terre fabriqué par l'un des procédés étudiés plus haut doit être mis en fermentation.

Il est refroidi par les réfrigérants à la température initiale convenable.

Cette température dépend de la concentration du moût, de la possibilité de refroidir les cuves, de la présence ou non de l'acide fluorhydrique.

Si on a un moût à 20° B., il faut commencer à 16°, si on ne peut refroidir les cuves. On peut commencer à 18°, si on peut refroidir. Avec l'acide fluorhydrique, on commence à 26-28°.

En réalité la température du moût s'élève pendant la fermentation de 0°,8 par 1° Balling.

Comme on ne doit pas dépasser 32-33°, s'il n'y a pas de moyen de réfrigération.

Avec du moût à 15° on pourra commencer à 21°, car $21 + 0,8 \times 15 = 33^\circ$.

Avec du moût à 20° on devra commencer à 16°, car $16 + 20 \times 0,8 = 32^\circ$.

Avec du moût à 25° on devrait commencer à 13°. C'est un peu bas pour le départ. Aussi avec de pareils moûts, n'opère-t-on qu'en cuves qu'on peut refroidir.

Procédés de mise en fermentation. — On procède rarement par coupage, car la production du moût est discontinuë, l'épaisseur du moût n'est pas favorable au coulage, et la rupture du chapeau est une cause d'altération.

On opère par pied spécial ou mieux par levain.

CUVERIE. — On emploie des cuves dont la grandeur correspond à $\frac{1}{2}$, 1, 2 cuissons.

Leur nombre est facile à calculer, car elles sont occupées 72 heures.

Si une cuve contient C cuissons,

Si on fait J cuissons par jour,

On fait $\frac{J}{C}$ cuves par jour,

Or, une cuve est occupée trois jours.

Donc tandis qu'une cuve est occupée, on en remplit $3\frac{J}{C}$.

Donc $N = 1 + 3\frac{J}{C}$

Exemple : C = 1 J = 3 N = 10.

 C = 3 J = 3 N = 4.

Ces cuves sont plus souvent en bois qu'en fer, car le départ de la fermentation est lent et on a intérêt à ne pas laisser refroidir le moût.

En général elles ne sont pas disposées pour le coupage.

Souvent elles ont un système de refroidissement dont la surface utile est de 8 décimètres carrés par mètre cube de moût. Les facilités d'agitation sont également importantes parce que le refroidissement est facilité de même que le dégagement d'acide carbonique qui se fait difficilement en moutts très épais.

Il y a trois sortes de réfrigérants pour cuves.

A. Réfrigérants proprement dits.

B. Réfrigérants agitateurs.

C. Réfrigérants servant de moteurs à un agitateur.

A. Réfrigérants proprement dits. — Les principaux types sont :

a. Le serpent in ordinaire plongé dans la cuve.

b. La pluie sur les parois de la cuve.

c. La spirale Heckmann qu'on plonge dans le moût.

La section interne est de 3 centimètres carrés par mètre cube de moût avec une longueur de = 7 à 8 mètres.

d. Le jeu d'orgue horizontal baigné dans le moût.

.e. Le système Hochsteden.

C'est une couronne cloisonnée de manière à obliger l'eau à faire le tour.

La section du tube est ovale, 3 c. 7.

A ces appareils on ajoute souvent un régulateur, tel que le régulateur Kasten, sorte de manomètre à air comprimé plongeant dans le moût.

Lorsque la température du moût s'élève, l'air se dilate, fait monter l'eau dans le tube manométrique, et celle-ci agit sur un flotteur qui augmente le débit de l'eau froide dans le réfrigérant.

B. *Refrigerants agitateurs*. — Il y a deux types : 1° Le mouvement est donné par un mécanisme spécial.

2° Le mouvement est dû à l'eau elle-même.

Premier type. — Par exemple, le système Paucksch est constitué par un serpentín suspendu à un levier à contre-poids qui reçoit un mouvement d'oscillation d'une bielle à excentrique.

Le système Koser est constitué par une sorte de jeu d'orgue plié autour d'un axe horizontal et recevant un mouvement pendulaire.

Tous ces systèmes ont l'inconvénient que l'agitation n'a lieu que si le moteur de l'usine marche.

Deuxième type. — C'est ce qui explique les efforts faits en vue de créer le type où l'agitation est produite par l'eau elle-même ⁽¹⁾.

De ce type je citerai le *réfrigérant Geyer* (fig. 137), formé d'un serpentín à 2 spires, terminé par un siphon et ali-

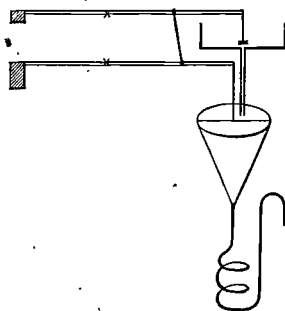


Fig. 137. — Réfrigérant pour cuves de Geyer.

(1) Laquelle ne marche guère longtemps sans pompe.

menté par un entonnoir suspendu au fléau d'une balance.

Cet entonnoir reçoit l'eau d'un réservoir supérieur dont la bonde est reliée à un deuxième fléau relié par une chaîne au premier.

Au début, la bonde est ouverte, l'entonnoir se remplit, la spirale se remplit et s'allourdit, le premier fléau penche, entraîne le deuxième, ferme la bonde, alors la spirale se vide par son siphon, remonte, le premier fléau se relève, le deuxième également, la bonde s'ouvre et ainsi de suite.

Souvent au lieu d'un contre-poids au fléau il y a un deuxième appareil jumelé et plongé dans une autre cuve.

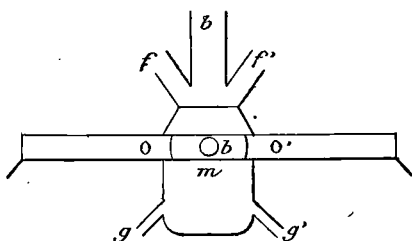


Fig. 138. — Distributeur du réfrigérant pour cuve de Hubel.

Je citerai encore (fig. 138) l'appareil de Hubel :

Deux serpentins sont montés sur un fléau creux.

La distribution de l'eau se fait ainsi : autour du centre du fléau se trouve une boîte de distribution $ff' b gg'$.

L'eau arrive en haut par b passe en ff' et de là par des tuyaux de caoutchouc va aux serpentins suspendus au fléau, elle remonte par gg' .

Elle arrive à une lumière m percée dans le fléau.

Suivant que celui-ci penche d'un côté ou de l'autre, une bille b ferme une des ouvertures o ou o' .

Si c'est o' qui est fermé, l'eau sortira par o , le fléau penchera à gauche, mais alors l'eau sortira par o' , le fléau penchera à droite.

Donc les deux serpentins sont alternativement soulevés et abaissés.

Pour la mise en route il suffit de faire pencher le fléau d'un côté pour que le mouvement continue automatiquement.

Appareil de Conrad et Dahle. — Un tube (fig. 139) en

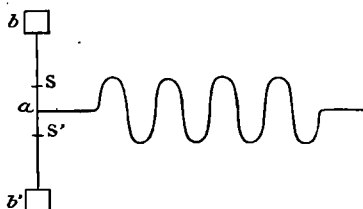


Fig. 139. — Réfrigérant pour cuves de Conrad et Dahle.

zigzag peut osciller autour de ses extrémités terminées en ligne droite en *a*, il se greffe sur un tube perpendiculaire, creux et contenant une bille entre deux sièges et terminé par deux boîtes *bb'* percées d'un trou.

Si la bille est sur *S'* l'eau sort par *b*, l'arbre tourne, mais *b* se vide et *b'* se remplit, car la bille est alors sur *S* et l'arbre tourne en sens inverse. D'où mouvement pendulaire.

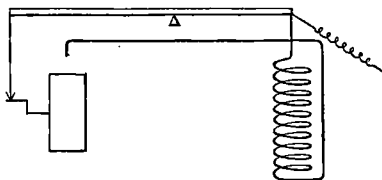


Fig. 140. — Réfrigérant pour cuves de Gomolka.

Dans le système *Gomolka* (fig. 140) l'eau du serpentin fait marcher une roue hydraulique qui, par l'intermédiaire d'un bouton excentré et d'une bielle, agite un levier qui porte le serpentin.

C: Appareils où le réfrigérant sert de moteur à un agitateur spécial. — L'eau sortant du réfrigérant tombe sur

une petite roue hydraulique qui fait marcher l'agitateur.

Cet agitateur est nécessairement très faible et ne peut agir qu'à la surface de la cuve.

Système Greulich. — L'axe de la roue porte une sorte d'étoile verticale à 8 branches qui agite le moût.

Système Granzow. — La roue fait tourner un pignon qui engrène avec un pignon monté sur le manche vertical d'un râteau, lequel se met à tourner.

MISE EN FERMENTATION. — Revenons à la mise en fermentation des pommes de terre.

Méthode française. — Autrefois, en France, on mettait en fermentation le moût à une densité 1 gr. 04 ou 1 gr. 05, et à 20° de température.

On partait d'un pied formé de 15 ou 20 litres de moût à 25 ou 30° et de un demi-litre de levure de brasserie par quintal de pommes de terre.

On opérait dans un baquet de 30 litres par quintal travaillé.

On versait le pied sur la cuve déjà garnie (au moins de la première cuisson).

La fermentation dans ce cas durait deux à quatre jours.

Comme on avait une faible densité, le chapeau subsistait.

Méthode allemande. — Aujourd'hui, en France comme ailleurs, on travaille d'après la méthode allemande qui emploie des levains riches en acide lactique. Celui-ci ne peptonise pas les albuminoïdes, mais aide à leur solubilisation; il empêche le développement de la fermentation butyrique; ce qui est important, car on sait que le ferment lactique ne gêne la levure qu'à la dose de 1,5 p. 100, tandis que le ferment butyrique la gêne à la dose de 0,05 p. 100⁽¹⁾.

(1) Depuis quelques années on poursuit en Allemagne une étude systématique des levains. On a essayé l'acide chlorhydrique qui donne d'abord de bons résultats, mais auquel les bactéries s'acclimatent vite. On essaie dans ce moment l'acide butyrique (0,18

Il est probable que cet acide lactique agit comme tous les antiseptiques, en gênant la reproduction de la levure, et en produisant ensuite, lorsque cette levure est mise dans un milieu moins lactique comme le sont les moûts, une suractivité de la reproduction et de la fermentation.

Cette acidification doit être faite à 50° (à 40° on aurait surtout du ferment butyrique).

Le travail d'un levain allemand comprend : la saccharification du moût-levain, l'acidification, l'ensemencement.

Saccharification du levain. — Pour la saccharification du moût-levain, on doit opérer avec des matières exceptionnellement saines. (L'orge devra être lavée autant que possible.)

Dans le but de stériliser le plus possible le moût-levain, on opère la saccharification en se maintenant à 70°; puis quelques minutes à 75; ce qui n'est possible à réaliser que par injections de vapeur. L'appareil utilisé dans ce cas est la pipe à vapeur, sorte de râble en fer creux et percé de trous par lesquels la vapeur se dégage.

A cause de cette chauffe dangereuse pour la diastase, il convient de brasser aussi parfaitement que possible.

On a proposé pour faire le brassage les procédés suivants :

1. A même le bac-levain avec un fourquet (1).
2. Dans le préparateur à lait de malt.
3. Dans des auges demi-cylindriques à agitateur formé d'un arbre horizontal et de bras.
4. Ces appareils sont à double fond pour le chauffage dans une petite cuve-matière.

p. 100) qui paraît donner de bons résultats, mais sur lequel on n'est pas fixé relativement à l'acclimatation des bactéries.

(1) Beaucoup de bons esprits trouvent qu'il convient de travailler le levain dans le bac à levain. Cela évite les transvasements.

5. On a proposé d'empâter et d'ajouter de l'eau. Cela aère mieux mais exige trop de main-d'œuvre ; pour diminuer celle-ci on a préconisé les pétrins mécaniques de boulangerie, à ailettes hélicoïdales qui produisent le fendage.

Bacs à levain. — Les bacs à levain sont des bacs en bois, à couvercle, munis d'un trou pour la vidange ; trou qui, à cause de l'épaisseur de la matière, est fermé par un tampon et non par un robinet.

Souvent la vidange du bac à levain se fait après l'avoir conduit au-dessus des cuves ; dans ce cas il est monté sur roulettes.

D'autres fois la vidange du bac se fait sur place, soit qu'il soit placé au-dessus des cuves auxquelles il est destiné, soit qu'il soit relié à elles par une pompe, soit qu'on puisse le vider dans des wagonnets ou des baquets qu'on déplace.

Dans le cas des baquets le déplacement peut se faire par civière ou par truc.

Le truc est essentiellement formé de deux brancards posés sur des essieux et comprenant entre eux une plate-forme soulevable à l'aide de cames et de leviers.

La plate-forme étant baissée on conduit le truc sous le baquet placé à cet effet sur chantiers ; on soulève la plate-forme qui soulève alors le baquet. On fait le transport et arrivé au but, on fait redescendre le baquet sur de nouveaux chantiers qui sont préparés.

Le nombre des bacs à levain est de trois par cuve de fermentation. Cependant lorsque les bacs deviennent trop grands on les subdivise en plusieurs.

Réfrigérants de bacs à levain. — Il y a lieu, à un moment donné, de refroidir les levains. On a créé un grand nombre de modèles de réfrigérants, beaucoup sont des diminutifs de ceux indiqués pour les cuves. Il y a cependant quelques modèles spéciaux.

A. Type à agitateurs séparés. — Par exemple, un pei-

gne à eau ou un serpentín qu'on peut placer dans le moût. Dans le cas du serpentín, il est bon d'y adjoindre un agitateur intérieur formé d'une sorte de fourche à quatre dents verticales rejetant le moût sur le serpentín et tournant avec une vitesse de 7 à 10 tours à la minute.

Ordinairement la manœuvre de ces réfrigérants est facilitée par le fait qu'à l'aide de treuils on peut les relever assez haut pour placer sous eux le bac à levain dans lequel on les fait ensuite redescendre.

Un système ancien, mais encore employé, est une couronne cylindrique cloisonnée de manière à ce que l'eau en fasse le tour.

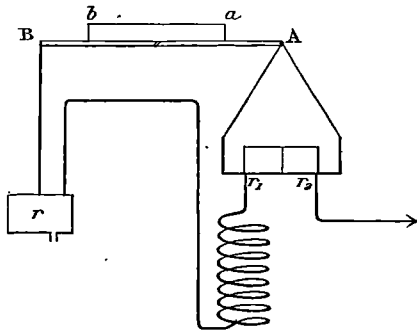


Fig. 141. — Réfrigérant pour cuve levain de Genge.

Appareil Genge. — L'eau (fig. 141) arrive par un pied creux, de là elle va dans une sorte d'entonnoir d'où elle passe par la soupape r_1 qui est ouverte (la soupape r_2 étant fermée) dans le serpentín. Cela entraîne le fléau A B vers A. Une pièce ab glisse sur le fléau et ferme r_1 et ouvre r_2 ; à ce moment l'eau ne passe plus par le serpentín mais s'écoule au dehors.

D'autre part l'eau remplissant le serpentín coule dans un réservoir fixé du côté B du fléau. Celui-ci chavire, la pièce ab cesse d'agir, r_1 se rouvre et r_2 se referme. Le réservoir du côté B se vide par un trou, le système reprend sa position primitive.

B. Type de réfrigérants servant d'agitateur.

a). Avec mécanisme spécial.

Je ne citerai de ce groupe que l'appareil de Hesse, et encore pour le condamner.

C'est un vase percé d'un trou ayant un mouvement de va-et-vient vertical.

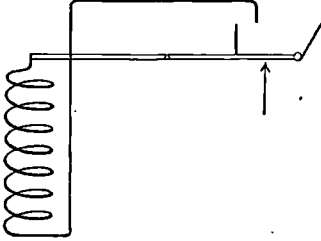


Fig. 142. — Réfrigérant pour bac à levain de Hornung.

Il plonge dans le moût, se remplit et remonte pendant que le moût s'écoule par le trou.

On voit le danger des contaminations.

b). Par action de l'eau. Appareil Hornung. —

Le serpentin (fig. 142) est suspendu à un fléau qui porte de l'autre côté un réservoir qui peut chavirer.

L'eau sortant du serpentin va dans le réservoir.

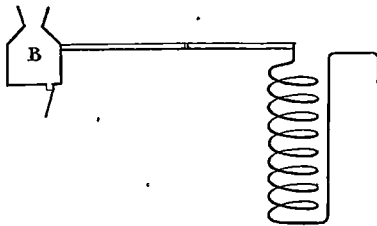


Fig. 143. — Réfrigérant pour cuve à levain de Bohm.

Il en résulte : 1° que le réservoir descend et que par suite le serpentin remonte.

2° Que le réservoir vient butter contre un obstacle qui le fait chavirer ; il se vide et le système reprend sa position primitive.

Appareil Böhm. — Un serpentin (fig. 143) est suspendu à un fléau. Celui-ci est entraîné par le poids d'une boîte B pleine d'eau qui se vide par un trou *q*, ce qui fait remon-

ter le système ; B se remplit périodiquement par l'eau d'une double jauge oscillante.

Quand un compartiment de la jauge est plein, celle-ci penche de ce côté et l'autre compartiment commence à se remplir. Le compartiment incliné déverse son liquide par l'intermédiaire d'un entonnoir dans la boîte B reliée au fléau.

Suite de la fabrication des levains.

Après la saccharification du moût-levain, on le laisse longtemps exposé à une température supérieure à 50°, il s'acidifie ; plus tard, on le refroidit vers 20°, on l'ensemence avec de la levure.

Lorsque le levain est prêt, on prélève de la levure-mère qu'on conserve au frais, on ajoute au reste du moût chaud et une demi-heure après on emploie le levain.

Pour conserver la levure-mère, on emploie un vase à levure qu'on descend à la cave ou mieux dans un puits ; c'est un bidon de fer blanc ou de cuivre, ou bien un vase en forme de couronne.

Formules diverses de levains.

Levain actuellement employé en Allemagne. — Par hectolitre de cuve levain (c'est-à-dire par mètre cube de moût), on emploie 50 litres de moût de pommes de terre, bien saccharifié et bien dépelé.

On y ajoute 2 kg. 5 de malt vert, 5 litres d'un moût-levain acidifié, mais non fermenté, 12 litres de drèche, 1/5 de litre de bisulfite de chaux.

On mélange le tout, on laisse au repos de quatre à six heures, la température étant de 56 à 60°.

On chauffe alors à 75° et on abandonne le mélange à lui-même dans une chambre chaude, jusqu'à ce que la température soit tombée d'elle-même à 50-54°.

L'acidification a eu lieu.

On enlève le moût qui déborderait par l'addition du

refrigerant, on réchauffe à 75°, on s'y maintient 15 minutes, puis on refroidit à 31° en dix minutes.

On ajoute la levure-mère qui est la première fois de la levure de Race II, et les autres fois un fragment d'un autre levain.

On ajoute le moût acidifié mis de côté ; on prélève 5 litres de moût acide pour un autre levain.

On refroidit à 17-20°⁽¹⁾, on abandonne à la fermentation, la température monte à 22-27° et la densité tombe de 19-20° Balling à 3-6°. On prélève alors un tiers du levain comme levure-mère et le reste est mêlé pour obtenir le renforcement avec le double de son volume de moût chaud, puis versé dans la cuve une demi-heure après. Au début le levain avait une acidité de 1 gramme ; après acidification il a 2 à 3 grammes ; après fermentation il a augmenté de 0,5.

La première fois on aide à l'acidification lactique par l'ensemencement d'un bouillon de culture vendu avec la levure.

Remarque. — Si au moment de prélever la levure-mère, on constate qu'on a trop attendu (chute trop basse, plus de 8-10° d'alcool), il faut immédiatement refroidir à 14°, ajouter un peu de moût et ne pas renforcer avec du moût chaud.

Quelquefois on peut avoir des accidents dans la fabrication du levain, et il peut arriver qu'un levain sur lequel on comptait soit raté. Si l'accident se produit le premier jour, au lieu de continuer à travailler ce levain, on fait un levain de vingt-quatre heures. Après la saccharification, on ramène le moût à 50° et on accélère l'acidification en ajoutant 10 litres de lait aigri ou 10 litres d'un moût déjà en fermentation. Après dix heures d'acidification, on refroidit à 25° et onensemence le plus fortement possible.

(1) Plus le moût-levain est peu dense, plus la température de départ doit être faible.

Si le levain s'altère le deuxième jour, on emploie l'un des levains suivants dans la série et on remplace celui-ci par un levain accéléré.

Pour faire un levain accéléré, employer environ 1 kg. 5 de levure pressée par mètre cube de moût, la réveiller avec du moût à 31° et y ajouter un peu de levain acide.

On peut aussi faire un levain à l'acide sulfurique qui demande de huit à douze heures. Pour cela on saccharifie 20 kilogrammes de malt vert et 5 kilogrammes de seigle à 65-68° avec 30 litres d'eau. On y verse l'acide sulfurique (120 grammes). On refroidit à 50°, on abandonne deux à trois heures, on refroidit à 20-23°, on ajoute du moût en fermentation ou de la levure pressée, on peut s'en servir deux à trois heures après l'ensemencement.

On peut quelquefois avoir intérêt à retarder un levain par suite d'un accident à la cuisson ; on peut alors prolonger la préparation de huit heures. Pour cela on ajoute 18 kilogrammes de malt nouveau. On dilue le moût avec 20 litres d'eau (pour éviter la formation de plus de 8 p. 100 d'alcool). On ajoute un peu d'acide de manière à remonter l'acidité d'un à deux dixièmes et on pousse la chute jusqu'à 4° Balling. On prélève presque la moitié pour la levure-mère car le levain est très affaibli.

Levain de quarante heures. — Etait le plus employé naguère, en voici les caractéristiques :

1° Saccharification de malt vert (20 kilogrammes par mètre cube de moût) à 60°

2° Refroidissement immédiat à 50°,

3° Abandon dans une chambre chaude à 50°, pendant douze à quatorze heures. Il se produit une acidification de 4 à 5 grammes par litre.

4° On refroidit à 17-19°. Onensemence.

5° La fermentation marche sous le chapeau.

6° Lorsque la densité est tombée à moitié, l'acidité

étant montée à 5 ou 6 grammes, on agite, on prélève un tiers pour servir de levure-mère.

On renforce avec 200 litres de moût doux à 26-28° et après un quart d'heure on envoie le tout à la cuve.

Au début de la campagne l'acidification à l'acide lactique peut être difficile à produire.

On peut alors avoir recours à un des procédés suivants :

1° Employer un succédané de l'acide lactique, soit 10 grammes d'acide tartrique ou 5 grammes d'acide sulfurique par litre. Ce procédé peut avoir l'inconvénient de ne pas laisser développer la fermentation lactique ce qui gênera pour la suite des opérations.

2° Préparer une culture de ferment lactique, dans un moûtensemencé de lait aigri ; on s'en sert pour badigeonner les bacs et les murs avant de commencer le travail normal.

3° Frotter le sol et les murs avec du lait aigri.

4° Préparer dans un seau, trois jours avant le commencement de la campagne, un moût de malt vert. On l'abandonne à 50°. Une fermentation lactique peut se produire, ce que l'on constate à l'aide de l'acidité. Au bout de vingt-quatre heures, on en prélève un quart qui sert à ensemenecer un deuxième seau. On recommence une troisième fois, c'est ce dernier qui servira à amorcer le levain, si toutefois il est bien développé.

Levain de malt vert et de pommes de terre. — Pour faire un levain de malt vert et de pommes de terre, on malaxe pendant une heure ou une heure et demie, 20 kilogrammes de moût saccharifié, 12 kilogrammes de malt vert, 15 litres d'eau à 90-93°.

On abandonne à l'acidification pendant trente heures. Le moût est alors assez froid pour être ensemenecer. L'ensemencement se fait comme pour le levain de malt vert.

Ce levain exige trois à quatre bacs par cuve de fermentation, il exige une durée de cinquante heures. On peut

l'activer en ajoutant dès le début quelques litres d'un moût déjà acide.

On a reproché aux levains précédents, sauf au premier indiqué, de ne pas être stérilisés.

Le *levain de Dams* est peut être mieux stérilisé, mais plus compliqué.

On prend 10 kilogrammes de malt vert écrasé et 15 litres d'eau, on malaxe pendant trente minutes à 62° dans une cuve à double fond. On laisse déposer, on décante, ce qui supprime le chapeau (peu utile si on stérilise).

Dans le lait de malt ainsi obtenu on envoie 75 litres de moût de pommes de terre à la température de 62° et on laisse reposer trente minutes.

On chauffe à 65-66° pour la stérilisation, on ajoute cinq litres de moût acide et filtré et on ramène à 50°. On laisse couvert sept à huit heures. On réchauffe à 50° pour faciliter l'acidification et on laisse couvert jusqu'au lendemain.

On réchauffe alors à 65-66° (nouvelle stérilisation), on filtre 7 l. 5 de moût qui serviront pour un moût-levain ultérieur (à savoir 5 litres + 2 l. 5), on refroidit à 15° et on ensemece.

Le lendemain, la température est 27 ou 28° et la densité 5° Balling. On prélève un tiers comme levure-mère et on refroidit à 17°. On ajoute 2 l. 5 de moût acide non fermenté; puis on envoie le levain dans le moût à 17-18°.

Levains de malt sec. — Au lieu de malt vert on peut employer du malt sec pur ou en mélange avec différents grains.

Dans tous les cas où on a affaire à des grains durs il ne faut pas les pulvériser trop fins pour avoir le chapeau protecteur.

Levain de malt sec pur. — Brasser 15 à 20 kilogrammes de malt sec dans 14 litres d'eau à 66°, ajouter 16 litres d'eau à 90° ou 95° et continuer comme avec le malt vert.

Levain de malt sec et de seigle. — Brasser 10 kilo-

grammes de malt sec et 2 kilogrammes de seigle dans 20 litres d'eau à 75° et ajouter 10 litres d'eau à 88-90°.

On laisse la saccharification se faire à 65-68° pour éviter les boules produites par le seigle, boules qui résistent à la saccharification et sont des nids à microbes.

L'acidification se produit en brassant souvent ; après quatorze heures, on refroidit à 22-23°.

Après douze heures de repos on met en levure avec 3 l. 50 de levure de bière ou avec de la levure-mère.

On peut remplacer le seigle par l'orge.

Levain de malt sec houblonné. — C'est un levain américain qui est utilisé lorsque la levure manque.

On brasse 17 kilogrammes de malt dans 50 litres d'eau à 60° et on porte à 75° pour stériliser. On ajoute l'extrait de 330 grammes de houblon dans l'eau bouillante. Le moût a une densité de 1,06 à 1,07.

Après deux ou trois heures de repos on tamise et on abandonne à l'air, au bout de quelques jours la fermentation spontanée s'est déclarée. Il faut de douze à dix-huit heures pour obtenir la chute de moitié.

Levain de drèches. — Dans le but d'économiser du malt et d'enrichir le levain, on a cherché à employer les drèches ; mais le levain, trop pauvre en alcool, se protège mal. On emploie par exemple, 13 kg. 5 de drèche, 20 litres de moût, 3 kg. 5 de malt vert.

On suit la marche ordinaire mais on ne refroidit qu'à 20°.

Levain de pommes de terre. — On a préconisé des levains de pommes de terre pure.

On tamise 100 litres de moût riche, à la température de 54°. Ils sont abandonnés douze heures en vase clos, on agite ; la température est alors 40°. On prélève un dixième de ce moût acide pour faire un renforcement ultérieur. Après deux ou quatre heures on ramène à 20° et on ajoute la levure-mère.

- La fermentation s'établit ; on en prélève ensuite un

cinquième qui servira de levure-mère et on ajoute les 10 litres de moût acide prélevé d'autre part.

Ce levain est riche en alcool et donne des fermentations très tranquilles.

Il a l'inconvénient de dégénérer très vite, car il contient peu d'azote.

Remarque sur les levains. — Il arrive quelquefois que les moûts-levains se mettent à fermenter spontanément pendant l'acidification. C'est ou une fermentation alcoolique amenée par les instruments, ou une fermentation butyrique due à différentes causes, par exemple :

1° A ce qu'au début la fermentation lactique est mal établie ;

2° A des levains trop dilués ;

3° A des levains qui se refroidissent trop vite à 45°, température de fermentation butyrique.

4° A des levains à base de seigle préparés au-dessous de 65-66°. Le seigle renferme des matières gommeuses qui forment des boules mal saccharifiées et qui sont de véritables nids à microbes.

Dans tous les cas le levain doit être rejeté.

Levains fluorés. — Pour travailler avec des levains fluorés, il faut avoir des cuves à levain d'une capacité égale au quart de celle de la cuve de fermentation.

Pour faire le brassin du moût-levain fluoré correspondant à un mètre cube de moût, on prend 30 litres d'eau à 60°, on y ajoute 600 centimètres cubes d'acide fluorhydrique au cinquantième, soit 10 grammes d'HFl. On ajoute ensuite peu à peu 30 kilogrammes de malt sec en farine et on remonte la température à 63° avec de l'eau à 80° (70 à 95 litres). Il faut ensuite brasser pendant un quart d'heure et laisser au repos une demi-heure.

On a alors 100 à 125 litres de liquide à 20° Balling contenant 10 grammes d'HFl. On ramène à 28°, température plus élevée que pour le levain ordinaire. On envoie le moût

dans le bac à levain où l'on ajoute 20 litres de levure-mère. Après dix-huit heures, la densité est de 10° Balling.

On prélève alors 20 litres pour servir de levure-mère.

Après le renforcement opéré avec 100 ou 120 litres de moût à 30° pendant une demi-heure, on envoie dans la cuve de fermentation où le moût est à 26°.

La fermentation est un peu tardive au début, mais le temps est rattrapé ultérieurement.

On a essayé d'utiliser ces levains avec des moûts quelconques, mais cela ne va bien que si le moût contient lui-même de l'acide fluorhydrique.

Cette méthode a l'inconvénient que les levains baissent rapidement à cause de la forte dose d'HFl.

Pour parer à cet inconvénient, Effront emploie actuellement de la levure acclimatée, cultivée dans un milieu analogue au moût à travailler, mais dont la dose d'acide fluorhydrique est à peu près égale à deux fois celle du moût.

On prépare le moût à faire fermenter en introduisant plus de malt qu'à l'ordinaire et en ajoutant l'acide fluorhydrique correspondant à la levure qu'on va employer. On refroidit à 30°, on prélève 40 litres et on ajoute à ces 40 litres de l'acide, de telle manière qu'on en double le titre ; on ensemence ces 40 litres avec 10 litres de la levure acclimatée. La température est alors 26°, elle monte et on la maintient à 31°. Après vingt-six heures la densité tombe à 2°,5 B. et on envoie à la cuve. Dans ces conditions on a une grande multiplication de levure et une bonne fermentation.

On peut acheter de la levure acclimatée à un moût ou la faire soi-même.

Pour acclimater de la levure à un moût concentré, on met, par mètre cube, dans une première opération 5 grammes d'HFl dans le premier levain et 2 gr. 5 dans le moût, 7 gr. 5 et 4 grammes dans une deuxième opération, 10 grammes et 5 grammes dans une troisième opération, 15 grammes et 7 gr. 5 dans une quatrième opération.

On augmente jusqu'à ce que la dose produise un mauvais effet, on revient alors à la dernière dose favorable.

Avec un moût clair, on emploie comme point de départ 10 grammes dans le levain et 5 grammes dans le moût.

Les levains fluorés donnent une acidité qui augmente de 0,2 ou 0,3 et qui ont comme acidité totale 1,25 ; les fermentations ne sont jamais tumultueuses ; ils permettent de travailler des matières premières de mauvaise qualité et le rendement en alcool est très bon. Cependant, dans les usines qui travaillent bien par la méthode ordinaire, il n'y a pas 1 p. 100 de différence en moins par rapport à la méthode fluorhydrique ; mais dans celles qui travaillent mal la différence peut être supérieure à 2 p. 100.

Lorsque, par acclimatation, on est arrivé à mettre dans le moût de 10 à 20 grammes d'acide fluorhydrique par hectolitre, on peut procéder par coupages. On coupe un dixième de la cuve. Pour établir le coupage, M. Sorel conseille de faire un levain à 100 grammes d'HFI par hectolitre et contenant 0 kg. 5 de levure.

Le lendemain, une partie de ce levain est employée à amorcer, un deuxième levain à 30 gr. Ce dernier levain sert à amorcer des moûts de 10 à 20 gr. qu'on coupe.

Levains lactiques artificiels. — On a eu l'idée d'employer l'acide lactique commercial, pour faire des levains de toute pièce.

Ces levains se composent de 12 kg 5 de malt vert, 30 litres d'eau à 87,°5, 135 litres de moût saccharifié ; le tout maintenu à 60-61°.

Après avoir porté le moût à 75°, on ajoute l'acide lactique ; lorsque la température est redescendue à 66°, on refroidit à 16° et l'on ensemece.

Leur fermentation va plus vite que celle des levains normaux, et cependant il y a des à-coups, la fermentation complémentaire paraît gênée.

L'expérience n'a pas encore décidé sur l'utilité de ces

levains, d'autant plus que le prix de l'acide lactique est élevé (1).

Allure générale d'une fermentation de pommes de terre au malt. — Il y a, dans une fermentation de matières amylacées, trois phases distinctes :

Le départ ;

La fermentation principale ;

La fermentation complémentaire.

La phase de départ est celle pendant laquelle la levure se multiplie ; elle est caractérisée par un faible dégagement de CO^2 laissant la masse inerte. On voit sur les bords des places blanches couvertes de mousses légères. Deux heures après le commencement du travail, la mousse blanche recouvre toute la surface. Après cinq ou six heures, le chapeau, bombé au milieu, commence à se former.

La durée de cette période de départ varie de vingt-quatre à trente heures, elle ne doit pas être prolongée, par crainte des infections. La température a augmenté de 4 à 5°.

La fermentation principale est caractérisée par l'inversion et la fermentation de la maltose ; le dégagement de CO^2 devient tout à coup violent, le chapeau se fendille et disparaît si le moût est très épais. Un remou, part des parois et va jusqu'au centre. La température s'élève de 17° si le moût est à 20° Balling, et de 20° si le moût est à 25° Balling. Il faut avoir soin de ne pas dépasser la température de 28 à 30° ; pour cela, on emploie les réfrigérants. Les meilleurs sont ceux qui agitent le moût. Autrefois,

(1) Depuis la rédaction de cet ouvrage, Bücheler, renouvelant un essai de Bauer, a proposé la confection de levains sulfuriques, en mettant seulement dans du moût de pommes de terre la dose d'acide sulfurique déterminée au violet de méthyle nécessaire pour déplacer les acides naturels organiques de la pomme de terre. Les résultats sont satisfaisants ; mais les rendements ne paraissent pas améliorés. D'ailleurs l'expérience n'a pas encore établi si les bactéries ne s'acclimatent pas à ce nouveau milieu.

on allait, faute de mieux, jusqu'à 33°, et, pour ne pas dépasser cette température, on commençait la fermentation à une température suffisamment basse. La fermentation principale dure de vingt à vingt-quatre heures.

La fermentation complémentaire commence lorsque la maltose a disparu ; sous l'action de la diastase, la dextrine se transforme en maltose qui s'invertit et fermente. Le dégagement de CO² diminue et le chapeau se reforme, puis, CO² diminuant encore, le chapeau, non soutenu, s'enfoncé et disparaît. Alors, le liquide apparaît jaune et a une densité de 1° Balling.

Autrefois, dans cette période complémentaire, on laissait le moût à 33°. Il faut, au contraire, redescendre à 27°,5. On ne remonte à 33 que tout à fait à la fin, pour produire l'autophagie. La durée de cette période est de vingt-quatre à vingt-sept heures. Une bonne pratique pour suivre les fermentations consiste à tracer une courbe dont les abscisses sont les temps et les ordonnées les températures. Cette courbe doit se rapprocher de la forme ci-contre (fig. 144).

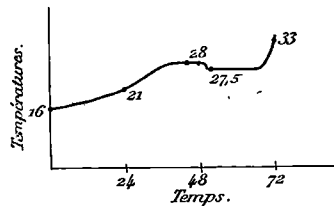


Fig. 144. — Courbe des températures d'une fermentation de moût amylicé.

Mousses. — Lorsque la fermentation a lieu sur des pommes de terre non mûres ou riches en azote, il y a beaucoup de mousses ; on estime que le volume double, et cela peut causer des débordements. Pour éviter ces inconvénients, il faut, autant que possible, éliminer les matières albuminoïdes ; pour cela, un procédé consiste à saccharifier à une température un peu élevée ; il y a perte d'un peu de diastase, mais les matières albuminoïdes sont coagulées ou transformées en matières plus simples qui ne moussent pas.

Un autre moyen serait de peptoniser à l'aide d'un peu de pepsine, mais ce procédé serait trop cher, on arrive au même résultat avec 1 gramme d'acide sulfurique.

Un troisième moyen est de prendre des mesures préventives, en introduisant de l'huile dans le moût par l'emploi de graines qui en contiennent, telles que l'avoine ou le maïs (malt d'avoine mêlé au malt).

On peut encore diminuer les matières albuminoïdes par l'emploi de levains un peu mûrs où les matières albuminoïdes sont plus ou moins disloquées. Cela ne diminue que les albuminoïdes du levain et non ceux de la pomme de terre; mais il y a diminution dans le mélange.

Pour détruire les mousses quand elles se sont produites, si le moût est épais, on introduit du savon (100 grammes par mètre cube), de l'huile (1 litre par mètre cube), ou du pétrole (25 centimètres cubes par mètre cube). Si le moût est moins épais, on injecte de l'air stérilisé, ce moyen cause une perte d'alcool de 2 p. 100, par suite de l'évaporation et de la multiplication des levures.

Accidents. — Les seuls accidents de fermentation à craindre sont ceux qui attaquent les levains : la fermentation butyrique déclarée par mauvaise température; la fermentation acétique déclarée par suite d'une trop grande attente.

Ces accidents sont faciles à éviter; ils ne se propagent guère dans les cuves, parce que celles-ci sont trop froides.

Le moût fermenté est envoyé à la cuve d'attente munie d'un malaxeur pour mélanger le vin puisé par la pompe à vin.

Fermentation d'un moût aux acides. — La mise en fermentation des pommes de terre aux acides se fait par pied analogue à celui des mélasses.

Le chapeau est très faible, mais résistant, il n'y a pas de période complémentaire, la chute est immédiate.

Installation d'une usine à alcool de pommes de terre par le malt. — Les appareils (fig. 145) nécessaires sont :

- 1° Laveurs ;
- 2° Bascule ;
- 3° Cuiseur ;
- 4° Moulin à malt ;
- 5° Préparateur de lait de malt ;
- 6° Macérateur ;
- 7° Filtre ;
- 8° Réfrigérant ;
- 9° Cuves ;
- 10° Trempoir ;
- 11° Gerموir ;

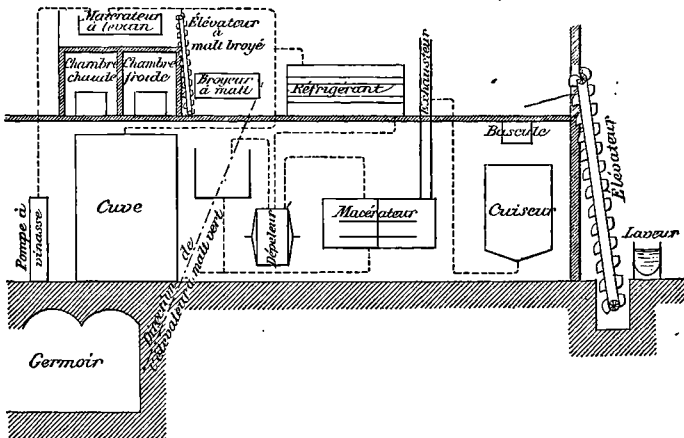


Fig. 145. — Atelier du travail de pommes de terre au malt.

- 12° Cuve-matière à moût-levain en charge si possible sur 15° ;
- 13° Bacs à levure, réfrigérants ;
- 14° Vase à levure-mère ;
- 15° Local pour les levains, en charge si possible sur les cuves ;
- 16° Cuve d'attente.

Quantité d'eau nécessaire. — La quantité d'eau nécessaire au travail peut se décomposer ainsi pour 1 000 litres de moût :

Réfrigération du moût, 1 500 litres (cette eau va au lavage). Réfrigération du levain et des cuves, 1 250-2 300 litres. Distillation, 1 000-1 200 litres (vont à la chaudière). Trempe du malt, 350 à 450 litres. Vapeur exigée par le cuiseur, 400 à 455 litres. Total, 4 500 à 4 900 litres.

Rendement obtenu dans le travail des pommes de terre. — 100 kilogrammes d'amidon devraient donner 67 l. 4 d'alcool, mais, dans le travail des pommes de terre, l'amidon qui est transformé en sucre donne du sucre qui ne fermente pas entièrement. Ainsi, un moût à 20° Balling a une chute de 1°, 5. De plus, il y a de l'amidon non saccharifié. Tout compte fait, dans un bon travail par les anciennes méthodes, 7 p. 100 de l'amidon n'était pas transformé en alcool. Avec les méthodes nouvelles, il y en a encore 2 p. 100. Dans un mauvais travail, on doit compter 3 p. 100 en plus.

Mais ce n'est pas tout, il y a encore les pertes dues aux fermentations butyrique, lactique, acétique, à l'aldéhyde, à l'alcool amylique, et à l'évaporation d'alcool sous l'influence de CO², laquelle est de 0°, 4 p. 100 et par jour.

Ces pertes varient de 5 à 20 p. 100 de la quantité que devrait former la matière première.

Donc, dans un bon travail, par la méthode ancienne, le rendement est :

$$67,5 \times 0,93 \times 0,95 = 59,63.$$

par la méthode nouvelle :

$$67,5 \times 0,98 \times 0,95 = 62,84.$$

Avec un mauvais travail, par la méthode ancienne :

$$67,5 \times 0,9 \times 0,8 = 48,6.$$

par la méthode nouvelle :

$$67,5 \times 0,95 \times 0,8 = 51,3.$$

La moyenne, avec l'ancienne méthode, est de 54,1, et avec la nouvelle de 57,07.

Actuellement, le rendement de 60 est facilement atteint et est considéré comme un bon rendement.

Méthodes pour calculer la dose d'amidon qui se trouve dans un moût. — Le rendement ne peut être calculé que si on connaît le poids P d'amidon.

Au lieu de faire l'analyse de la pomme de terre, on peut employer des méthodes approchées qui donnent des résultats comparatifs.

Méthode de Mærker. — On prend le volume du moût à 60°, on le réduit de 1,5 p. 100 pour avoir son volume à 17°,5 (température des mesures au Balling); on retranche 3 p. 100 pour la drèche solide. On prend le degré Balling sur le moût filtré.

Soit Δ ce degré, on en déduit la densité.

On a donc le volume et la densité du moût à 17°,5, on en déduit le poids P.

Le sucre provenant de la pomme de terre, contenu dans le moût, est donné par la formule empirique

$$P \times \frac{\Delta}{100} \times \left(0,82 + \frac{\Delta - 16}{100} \right); \text{ l'amidon est donc}$$

$$0,9 P \frac{\Delta}{100} \left(0,82 + \frac{\Delta - 16}{100} \right)$$

On y ajoute celui du malt.

Prenons, par exemple, 1 500 kilogrammes de pommes de terre à 20 p. 100 travaillées avec 50 kilogrammes de malt sec à 70 p. 100.

On a 1 600 litres de moût à 60°; $\Delta = 22$. $D = 1,0922$. Le volume ramené à 17°,5 est $1\ 600 \times 0,985 = 1\ 576$ litres; en tenant compte de la drèche, on a pour volume

$1\,576 \times 0,97 = 1\,528,7$ litres ; le poids du moût est $P = 1\,528,7 \times 1,0922 = 1\,669,65$ kilogr.

Le sucre de la pomme de terre sera

$1\,669,65 \times 0,22 \times (0,82 + 0,06) = 325$ kilogrammes.

L'amidon de la pomme de terre sera $325 \times 0,9 = 292$ kilogrammes.

L'amidon du malt (50 kilogrammes à 70 p. 100) sera $50 \times 0,70 = 35$ kilogrammes.

Soit un total de 327 kilogrammes.

Si on obtient 170 litres d'alcool, le rendement est de

$$\frac{170}{3,27} = 52,3.$$

Méthode Junck. — Il donne la formule empirique suivante : $V \times \frac{\Delta - 2}{100}$ (Δ est le degré après addition de levure et V le volume de la cuve à 60°; ici on aurait $1\,600 \times 0,2 = 320$ kilogrammes d'amidon.

Méthode Toppenthal. — Consiste en une table calculée d'après la formule de Mærker, en prenant toujours le coefficient 0,85, quel que soit le Balling.

Méthode Delbrück. — Il estime qu'un moût à 16° Balling donne en alcool $V \times 0,075$; et qu'un moût à 22° Balling donne en alcool $V \times 0,095$. Dans le cas précédent, le rendement serait de $1\,600 \times 0,095 = 152$ litres d'alcool; il serait donc très défectueux.

Tableau du rendement par 100 kg de matières premières.

MATIÈRES PREMIÈRES	MAUVAIS travail	PASSABLE travail	BON travail	TRÈS BON travail
Pommes de terre à 15 o/o	7,5	8,6	9 l.	9,3 l.
— 20 o/o	10	11,4	12	12,4

Contrôle de la fermentation des mouts de pommes de terre.

A. — Surveillance des levains. — 1° *Essais qualitatifs.* —

a. *Densité.* — On prend la densité au Balling ou à la balance de Mohr ⁽¹⁾, sur le moût filtré à la chausse.

b. *Acidité.* — Comme pour un moût ordinaire. Au début, elle doit être de 1 gr. 5 en SO^4H^2 p. 1000. Après acidification, elle est de 2-3 ou de 4-5, suivant la nature du levain. Quand le levain est terminé, elle est, suivant le cas, de 4 à 6.

c. *Etat de la saccharification.* — α . Dans un premier essai, on recherche l'état de division du grain. — β . Puis on recherche dans le moût filtré l'amidon non attaqué. On emploie, pour ce faire, les méthodes indiquées pour les moûts; c'est à n'entreprendre que pour des recherches nouvelles.

2° *Essais quantitatifs.* — On fait le dosage de l'amidon inattaqué, de la dextrose, de la dextrine.

a. *Amidon non dissous.* — Faire un échantillon moyen de 100 grammes en passant le moût au mortier et le diluer à 1 litre. On le partage en deux fractions de 500 centimètres cubes.

Une de ces parties est laissée vingt minutes dans l'eau à 70° au bain-marie, refroidie et ajustée à 500 centimètres cubes, dont on prélève 50 centimètres cubes que l'on chauffe dans un flacon de Lintner. L'essai filtré sur du coton de verre est saccharifié par la méthode Sachsse, neutralisé et dosé au Fehling. De la deuxième portion, on filtre 200 centimètres cubes, on les traite par la méthode Sachsse, et la différence entre les doses rapportées au litre est supposée indiquer l'amidon non saccharifié. Cela est faux; car dans la méthode Sachsse une partie de l'amidon s'invertit.

b. *Maltose et dextrine résiduelles.* — Dosage utile pour juger de la marche de l'acidification.

α *Dosage de la maltose.* — 50 centimètres cubes de

(1) La balance de Mohr est une balance pour l'application de la méthode de la balance hydrostatique; elle est particularisée par ce fait que l'équilibre s'obtient en déplaçant des cavaliers de poids variés sur le fléau.

liquide clair, additionnés de 5 centimètres cubes de sous-acétate, sont complétés à 100 centimètres cubes et filtrés. 10 centimètres cubes de liquide dilué sont traités par 35 centimètres cubes de SO^4H^2 à 1 p. 100 et amenés à 100. Le liquide filtré dans un double filtre ne doit pas contenir de plomb. On dose la maltose par la liqueur de Fehling dans un litre de liquide dilué et on multiplie par 20 pour avoir la dose pour un litre de moût.

β . *Dosage de la dextrine.* — 1° Méthode chimique. — 10 centimètres cubes de liquide filtré, additionnés de 20 centimètres cubes de HCl, sont complétés à 200 centimètres cubes et chauffés deux heures au bain-marie dans un ballon à condenseur. Le liquide saccharifié et neutralisé, est porté à 500 centimètres cubes; 25 centimètres cubes sont titrés au Fehling. Le chiffre obtenu pour 25 centimètres cubes est multiplié par 50. De ce chiffre on retranche la glucose provenant de la maltose.

Calcul. — La deuxième opération donne par litre A. La première avait donné M. Or, M a formé $M \times 1,05 \times 0,9 = M \times 1,03$ de dextrose, donc il y a (A. — $1,03 M$) $\times 0,9$ de dextrine.

2° Méthode optique. — On retranche de la rotation ce qui provient de la maltose.

c *Azote.* — On opère sur 25 centimètres cubes par la méthode Kjeldahl.

B. *Surveillance des mouts en fermentation.* — α . Après le mélange du moût et du levain, il faut reprendre le Balling et l'acidité.

β . Pendant la fermentation on surveille la température. On établit une courbe.

Vers la trentième et la soixantième heure, on fait le pouvoir saccharifiant, et, s'il est nécessaire, le pouvoir liquéfiant. Ils doivent peu varier dans cet intervalle de temps.

Le pouvoir saccharifiant vers la fin ne doit pas être

doublé $\left(\frac{5}{4}\right)$ est le chiffre habituel). Le pouvoir liquéfiant augmente de 0,5.

Si ces nombres sont dépassés, il y a altération de la diastase.

A la fin de la fermentation, on prend la densité du moût filtré, l'acidité qui a passé de 1 gramme à 1 gr 3, ou 1 gr 6. On fait aussi le rapport $\frac{\text{maltose}}{\text{dextrine}}$ qui ne doit pas être plus petit que 1. Dans le dosage de la maltose on n'emploie que 2 centimètres cubes de Fehling. On peut doser l'amidon restant et l'azote. Enfin on mesure l'alcool.

Il est bon de vérifier qu'il existe encore de la diastase dans le moût (H^2O^2 et teinture de gaïac colorés en bleu).

Contrôle par comptabilité d'une distillerie de pommes de terre. — Il faut s'astreindre à mettre toujours le même poids dans chaque cuiseur.

On établit le cadre suivant :

Cuve n° . . .	}	Levain	}	malt		
				moût		
				drèche		
				etc.		
		Macération		}		poids des pommes de terre.
		N°				poids du malt.
						évaluation de l'amidon.
		Macération		}		
		N°				
				etc.		
		Amidon total.				
	Mise en levure, le					
		Densité				
		Acidité				
		Etc.				
	Chute, le					
		Densité				
		Acidité				
		Etc.				
		Alcool.				
		Rendement pour 100 d'amidon.				

Contrôle du travail aux acides. — Le contrôle du travail aux acides est le même que celui des grains aux acides.

L'installation comporte les laveurs, les râpes, les macérateurs, les bacs préparatoires et les cuves.

Alcool de grains.

Choix de la matière première.

Le choix de la matière première dépend :

1° *De la teneur en amidon*, qui permet de calculer le prix de l'amidon d'après le cours de la matière première ;

2° *Du mode de travail*. Par exemple, en Angleterre où l'on opère sur des moûts filtrés, on exclut le seigle à cause de sa viscosité qui rendrait sa filtration très difficile. Dans les fabriques de levure pressée, pour séparer la levure du moût avant la fin de la fermentation, il faut qu'elle surnage ; on obtient ce résultat à l'aide de moûts visqueux dans lesquels entre du seigle.

3° *De l'usage de l'alcool*. Pour certaines spécialités où l'arome joue un grand rôle, cet arôme dépend naturellement de la matière première employée.

Ainsi le genièvre exige du seigle, le whisky exige de l'orge et de l'avoine.

À part ces considérations de pratique de fabrication et d'arome, le choix est fait d'après le prix de revient de l'amidon.

Conservation des grains.

Pour plus amples détails, voir la *Pratique du maltage*. La conservation peut se faire : 1° en grenier ordinaire, bien aéré, en couches d'abord de 20 centimètres, puis de 30 ou 35 avec des pelletages fréquents ; 2° en greniers automatiques, sorte de tours disposées pour faire de véri-

tables soutirages ; 3° en silos ordinaires si le terrain est très sec ; 4° en silos à vide.

Les grains destinés au travail de la distillerie ont besoin d'être nettoyés et fort souvent moulus, il convient donc, pour rendre cette étude moins heurtée, d'étudier d'abord et à part les appareils servant

- 1° à la manutention ;
- 2° au nettoyage ;
- 3° à la mouture des grains.

Manutention des grains.

Les grains qui vont entrer dans le travail ont besoin d'être déplacés. Ce déplacement peut se faire soit verticalement, soit horizontalement, soit dans les deux sens à la fois.

Transports verticaux. — Ils peuvent être faits en descente ou en ascension.

La descente des grains se fait le plus souvent en chute libre. On dispose à cet effet des canaux de bois formés de quatre planches clouées et empêchant les grains de s'éparpiller dans la chute.

Ces canaux peuvent ne pas être absolument verticaux, il suffit qu'ils fassent avec la verticale un angle inférieur à 60°.

Le mouvement vertical ascensionnel des grains peut s'effectuer soit avec la chaîne à godets, soit à l'aide de ventilateurs, soit à l'aide de monte-charges lorsqu'ils sont en sacs.

Chaîne à godets. — Pour grains, elle est formée d'une courroie sans fin, ordinairement en cuir, d'une largeur de 62 à 250 millimètres, parcourant 60 à 65 centimètres à la minute, sous l'influence d'un tambour moteur ; elle est à l'autre extrémité tendue par un tambour tenseur

qu'on peut plus ou moins éloigner en déplaçant les paliers des tourillons à l'aide de vis de rappel.

Ordinairement, l'embrayage du tambour moteur est obtenu par le passage de la courroie d'une poulie folle sur une poulie fixe.

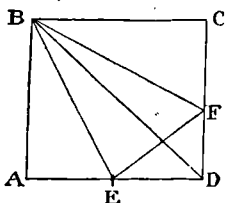


Fig. 146. — Forme des godets d'un élévateur à grains.

Les godets sont en cuir, en parchemin ou en fonte; il y en a trois au mètre courant et deux dans les grands modèles; ils ont la forme d'une sorte de hotte dont le gabarit est construit de la manière suivante. Soit (fig. 146) AB la profondeur d'un godet : sur AB on construit un carré ABCD, on mène la diagonale BD; on tire la bissectrice BC de l'angle ABD, on abaisse EF perpendiculaire sur BE, on prend BAEF comme forme des godets. On peut élever 9 000 kilogrammes à l'heure avec une chaîne à godets de 250 millimètres et 2 500 avec une chaîne de 100 millimètres de largeur.

Ventilateurs. — On conçoit qu'un fort courant d'air puisse entraîner des grains, d'où l'usage des ventilateurs. Mais il y a deux systèmes de ces appareils, les ventilateurs aspirants et les refoulants. Les ventilateurs aspirants ont une pression de régime de 600 millimètres d'eau. Le ventilateur (fig. 147) aspire, par le tube d'ascension, les grains à faire monter dans une chambre à grains dont le plancher est muni d'une porte de vidange

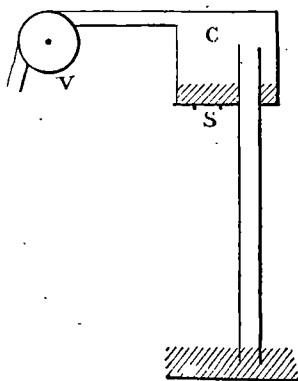


Fig. 147. — Ventilateur aspirant pour grains.

Le ventilateur (fig. 147) aspire, par le tube d'ascension, les grains à faire monter dans une chambre à grains dont le plancher est muni d'une porte de vidange

qui ne s'ouvre que sur une certaine charge. Les ventilateurs refoulants ont une pression de 800 à 1 000 millimètres d'eau. Une trémie T laisse pénétrer par l'ouverture p le grain dans l'écluse E.

Cette écluse (fig. 148) est sphérique ou cylindrique, et par une ouverture p' , elle laisse passer le grain dans la chambre A.

Al'intérieur de l'écluse tourne un arbre horizontal, passant par le centre, portant une série de bras terminés par des vannes épousant la forme de l'écluse ; ces vannes sont destinées à fermer les ouvertures p et p' et sont disposées de telle manière qu'une des ouvertures est toujours ouverte quand l'autre est fermée, afin d'éviter l'échappement d'air lorsque le grain pénètre dans la circulation.

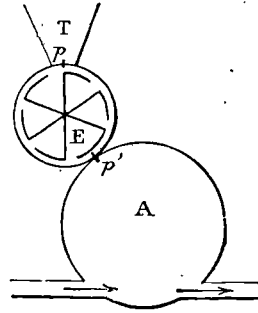


Fig. 148. — Ecluse d'un ventilateur refoulant.

Monte-charges. — L'élévation par monte-charges ne peut se faire que lorsque le grain est ensaché. Le monte-charges à chaîne est souvent employé, mais on lui préfère le tire-sacs constitué par une corde, une poulie et un treuil.

Transports horizontaux. — On peut les effectuer en sacs ou à l'aide d'une toile sans fin, d'une vis ou d'un ventilateur refoulant.

Lorsque le grain est en sacs on le transporte horizontalement sur des diables.

La toile sans fin est formée d'une courroie de toile de 200 à 1 000 millimètres tendue entre deux treuils horizontaux et parallèles, par un poids suspendu au brin inférieur à l'aide d'un étrier ; la toile est soutenue entre

les treuils par des rouleaux légèrement concaves espacés de 2 mètres à 2 m 50 ; le mouvement est donné par l'un des treuils.

La vis d'Archimède a de 15 à 45 centimètres de diamètre, le pas est le $\frac{1}{5}$ du diamètre. Elle fait 35 à 60 tours à la minute. Les plus grosses sont les plus lentes.

Les ventilateurs refoulants peuvent déplacer les grains horizontalement.

Transport dans les deux sens. — En général on combine deux des appareils précédents. Cependant on peut pour un mouvement oblique de descente employer les canaux de chute si l'angle est inférieur à 60°. Pour un mouvement oblique d'ascension, on peut employer les ventilateurs refoulants.

Nettoyage des grains.

La meunerie emploie pour nettoyer les grains des procédés perfectionnés qu'il serait désirable de voir imiter en distillerie. Mais la pratique courante en est loin.

Nous avons déjà indiqué les appareils servant au nettoyage des grains à malter, mais ce n'est pas ceux qu'on applique pour les grains ordinaires. Dans le cas des grains tendres, en distillerie, on se borne simplement à l'emploi du sasseur (cribles parallèles sur table tremblante.

Dans les fabriques de levure on utilise :

Un sasseur ;

Un tarare (crible à courant d'air) pour le seigle et l'orge ;

Un trieur (ordinairement à alvéole) ;

Une brosse Euréka (pour l'orge à malter seulement).⁴

Le nettoyage des grains durs en distillerie les fait passer :

1° dans un épurateur magnétique ;

2° dans un émotteur-épierreur formé seulement de deux cylindres inclinés ; celui de l'intérieur est composé d'un

grillage métallique qui retient le maïs et laisse passer les petites pierres.

3° dans un tarare.

Mouture des grains tendres.

On nettoie toujours les grains ; mais on ne les moule pas toujours, car beaucoup d'entre eux sont travaillés entiers.

Pour cette opération on peut employer, quand il s'agit de grains tendres :

des moulins proprement dits,

des moulins progressifs,

des cylindres.

Moulins. — Le moulin (fig. 150) proprement dit est constitué par deux meules, disques plats à surface rainée, à axes verticaux, l'une fixe, l'autre mobile.

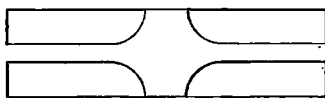


Fig. 149. — Meules ordinaires.

Les meules sont en silex (D = 1 m. 1-1 m. 5).

Les rainures (fig. 150) sont faites de telle manière que dans chaque secteur formé par deux rayons, elles sont parallèles à l'un de ces rayons.

Elles ont une section (fig. 151) dissymétrique, cela tient à la forme allongée des grains.

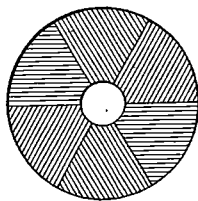


Fig. 150. — Meule.

La figure montre les différentes positions relatives des rainures des deux meules ; en *a*, il existe un logement rectangulaire pour le grain, ce logement serait carré si les rainures étaient symétriques.

La meule supérieure est mobile (courante) elle est percée au centre d'un œillard de 0 m. 30 à 0 m. 35. Son épaisseur est de 40 centimètres.

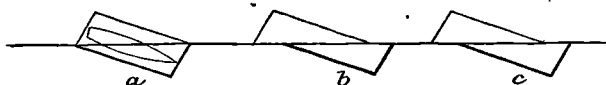


Fig. 151. — Action des rainures d'une paire de meules sur le grain.

La meule inférieure est fixe (gisante), elle n'a qu'un œillard de 0,25-0,30 et une épaisseur de 0,25 à 0,30.

Le mouvement de la meule courante est obtenu ainsi :

L'axe de rotation vertical ou gros fer ($D = 0,07-0,10$) est fixé sur une crapaudine en bronze à grains de bronze phosphoreux. Cette crapaudine peut se relever ou s'abaisser pour changer l'écartement des meules. Le gros fer porte en-dessous de la meule gisante l'engrenage. Il passe à travers l'œillard de la meule gisante où il est calé par des coins de bois ou des chiffons, puis il supporte la meule courante. A cet effet il est terminé en tronc de cône et coiffé d'une pièce nommée l'anille qui comprend :

- 1° Une coiffe tronconique qu'on place à l'extrémité du gros fer et qui porte suivant un diamètre deux tourillons ;
- 2° Une boule posant par deux coussinets intérieurs sur les deux tourillons de la coiffe et portant extérieurement deux tourillons placés suivant un diamètre perpendiculaire au diamètre passant par les coussinets et plus haut que ceux-ci de 80 millimètres.

La meule est soutenue à l'aide de deux coussinets sur ces tourillons. On voit que l'axe de la meule doit fatalement rester dans deux plans verticaux, c'est-à-dire être vertical.

La meule courante tourne avec une vitesse de 50 à 120 tours.

La meule gisante se pose sur une sorte de plancher dit lit des bords formé de quatre ou cinq couches de madriers.

L'ensemble du système est recouvert d'un couvercle en planche cerclé de fer, laissant autour des meules une rigole de 0 m. 07 à 0 m. 09.

Le grain arrive par un conduit incliné à 60° et entre au centre du système, il est rejeté, par la force centrifuge, à la périphérie des meules ; un courant d'air entraîne la farine obtenue : ce courant d'air a aussi pour but le refroidissement de la masse. Lorsqu'on veut faire de la farine fine, ce qui n'est pas le cas en distillerie, l'air chargé de farine passe à travers un tamis formé d'une voile de laine disposé en zigzag et qui retient la farine grossière qui tombe dans une chambre spéciale.

Pour éviter le collage de la farine par l'humidité qui se dépose sur les parties froides de l'appareil, il est préférable d'envelopper les parties en :

Fer, d'un feutre de	2 cm
Bois, — —	1,5
Tôle, — —	0,5

Une paire de meules exige une force de 4 à 5 chevaux, plus 1/2 cheval pour le ventilateur.

Il faut rhabiller les meules une fois par semaine. Une meule de 1 m 20 peut concasser par heure 80 kilogrammes de blé, de seigle ou de maïs.

En meunerie, avec une vitesse de 50 tours, on a du premier coup :

Farine blanche.	60 p. 100
Gruaux	22 »
Son,	17 »

On sépare la farine au blutoir (tamis en forme de prisme horizontal, et on repasse. On obtient alors :

Farine blanche.	38 p. 100
— demi-blanche	28 »
— bise	8 »
Son.	24 »

Maïs on peut opérer autrement : faire tourner le moulin à 120 tours, en refroidissant très fort, et on obtient du premier coup :

Farine blanche	60
— demi-blanche	14
Son	24

En distillerie on emploie la méthode dans laquelle les meules tournent vite et on fait la farine d'un coup. Dans la fabrication de la levure cependant, on repasse le son du seigle dans un deuxième moulin et celui du maïs dans le même moulin que le maïs concassé.

Moulins progressifs. — Ont une vitesse de 120 à 180 tours. Dans un premier moulin le serrage est tel que le grain n'est que concassé; dans le deuxième moulin on fait les gruaux et dans un troisième moulin on obtient la farine.

On peut avoir ainsi une grande vitesse sans produire un grand échauffement.

Mouture par cylindres. — C'est un système de mouture progressive en ce sens qu'on fait passer le grain entre des cylindres, de cannelures de plus en plus fines. Les premiers cylindres à larges cannelures espacées donnent beaucoup de gruaux sans effort. Les seconds cylindres sont plus rapprochés et à petites cannelures ils donnent de la farine.

On obtient par ce système la plus grande proportion de farine à cause de la forme des cannelures qui tendent à griffer le son (curage). Ces cannelures, sont dirigées à 15-20 degrés sur les génératrices.

Ordinairement l'un des cylindres d'une paire est moteur avec une vitesse de 250 tours.

L'autre cylindre engrène sur lui et tourne à 80 tours pour le blé, et 50 tours pour le seigle.

Leurs diamètres sont de $0^m,25$ à $0^m,45$.

Le produit de leur surface par le nombre de tours doit être de 300 à 400 mètres pour 100 kilogrammes de blé.

Ordinairement, deux paires de cylindres sont montées sur le même bâti, mais elles sont indépendantes (au point qu'elles ne se suivent pas dans la série).

Pour que des cylindres fonctionnent bien, il faut :

1° Que leurs axes soient parallèles ;
2° Que sous l'influence d'une pierre, ils s'écartent automatiquement ;

3° Que si par hasard une pierre ne peut se dégager, on puisse immédiatement écarter les deux cylindres.

Le montage est ordinairement celui-ci :

Le cylindre lent, non moteur, est monté (fig. 152) sur deux balanciers

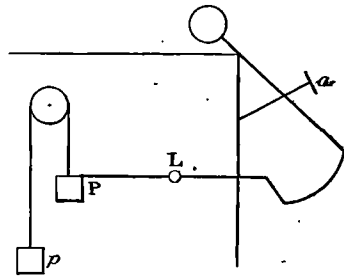


Fig. 152. — Schéma du mouvement de recul de l'axe dans les cylindres.

qui peuvent être écartés plus ou moins du bâti, par deux goujons (*a*). Cela permet de régler le parallélisme de l'axe du cylindre lent et de l'autre.

Ces balanciers sont articulés avec des leviers L à contre-poids P, soutenus par une chaîne à contre-poids *p*. Lorsqu'une pierre s'engage, les balanciers peuvent facilement osciller. Si la pierre ne se dégage pas, il reste à agir sur les chaînes.

Ordinairement en boulangerie, on a trois paires de cylindres progressifs, suivis de cylindres non cannelés, dits convertisseurs.

En distillerie, on n'emploie pas de convertisseurs.

Mouture des grains durs

On opère ordinairement : 1° un concassage à l'aide

d'une paire de cylindres cannelés et précédés d'un appareil magnétique, 2° un broyage à la meule ordinaire.

Le son est repassé sur la même meule, mêlé au maïs concassé.

Alcoolisation des grains.

Principe. — Dans le travail des grains comme dans le travail des pommes de terre, il faut :

- 1° Faire crever les cellules,
- 2° Placer en contact de l'amidon l'eau nécessaire à l'hydratation ;
- 3° Fixer chimiquement cette eau.

Les deux premières opérations comportent la cuisson, et la dernière, la saccharification du grain.

La différence qui existe entre le travail des grains et le travail des pommes de terre tient à la différence de constitution des matières premières. Les pommes de terre contiennent assez d'eau pour l'hydratation de l'amidon ; pour les grains, on est obligé d'en ajouter.

Dans les pays où l'on travaille à moutts très épais, à cause du mode de perception de l'impôt, on met un volume d'eau égal à deux fois le poids du grain. Dans certains autres, on en met jusqu'à 10 et 12 fois le poids du grain.

En mettant 3 fois le poids du grain, on arrive à la constitution de la pomme de terre. En effet, la constitution de la pomme de terre est d'environ 80 p. 100 d'eau, et 15 p. 100 d'amidon, celle du grain étant de 15 p. 100 d'eau, et de 60 p. 100 d'amidon. Soit x le poids de l'eau à ajouter, on doit avoir :

$$\frac{80}{15} = \frac{15 + x}{60} \text{ d'où } x = 305$$

p. 100 de grain, c'est-à-dire environ 3 fois le poids du grain.

Le travail des grains peut se faire au malt, à d'autres diastases, aux acides et par des méthodes mixtes. A l'aide du malt, on obtient des drèches nutritives; avec les acides, on obtient des drèches moins nutritives, car il faut neutraliser et laver le précipité avant de les employer pour la nourriture des bestiaux.

Travail au Malt. — La quantité de malt employée est en général de 16 à 20 p. 100 du poids du grain. En Angleterre, où l'on travaille à mouls clairs, on n'en emploie que 7 p. 100.

Les proportions de malt à employer dépendent aussi des sortes de grains et de la qualité de la matière première.

Avec le seigle, la température de saccharification étant plus élevée, une certaine partie de malt est altérée, on est donc obligé d'en employer davantage pour compenser cette perte.

Avec les grains avariés, la stérilisation s'impose afin d'éviter le développement de fermentations butyriques ou autres; pour cela, on est obligé, aussi, d'élever la température de saccharification; il faut donc employer plus de malt pour le même motif que précédemment.

La durée de saccharification est de 30 à 45 minutes, et on opère à une température comprise entre 60 et 63°. Si on opère à une température plus élevée, on a une plus forte quantité de dextrines et moins de maltose; à une température plus basse, le développement de la fermentation butyrique est à craindre.

Lorsqu'on a affaire à du seigle, on opère à 68°, pour avoir moins de viscosité.

Pour la saccharification, on verse les matières chaudes lentement dans le malt, afin d'éviter l'altération de celui-ci et d'opérer un mélange mieux fait; de plus, la diastase en présence de la maltose résiste mieux qu'en présence de l'amidon.

On peut, suivant les méthodes, employer les grains moulus, concassés ou entiers.

Cuve matière. — Lorsqu'on emploie les grains moulus, il faut éviter la formation des grumeaux ; le gluten qui se trouve mélangé à l'amidon est une matière collante qui agglutine la farine ; pour éviter cette formation, on procède à un empâtage avec une bonne agitation.

L'appareil employé pour la saccharification est une cuve-matière à fort agitateur. Les types de la brasserie, moins, en général, le faux fonds, conviennent très bien, pourvu qu'ils aient un système propre de chauffage. Par exemple, on peut employer une cuve-matière avec deux agitateurs formés d'une série de bras très serrés, ou bien avec des moulinets, ou bien avec des moulinets à mouvement de valse.

Voici deux types à mouvement de valse.

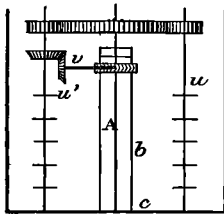


Fig. 153. — Cuve-matière à mouvement de valse.

Dans le premier (fig. 153), l'arbre moteur fait tourner sur eux-mêmes les agitateurs *u* et *u'*, et l'un d'eux, par pignon, fait tourner une vis sans fin *V* horizontale, qui fait, à son tour, tourner une gaine cylindrique placée

autour de l'axe ; la gaine entraîne le cadre qui supporte les agitateurs.

Le mouvement de rotation du cadre portant les agitateurs est donc dû à l'action tangentielle de la vis sans fin, engrenant avec une roue hélicoïdale calée sur la gaine ou manchon creux portant le cadre.

Dans le deuxième (fig. 154), l'arbre moteur fait tourner le cadre *abcde* ; les roues dentées font tourner les agitateurs.

Au lieu d'employer des cuves-matières, on peut employer de grands pétrins analogues à certains macérateurs

pour levains, ou des macérateurs de pommes de terre, propres au travail des moûts épais, car ils sont munis d'agitateurs assez puissants.

Travail aux acides. — Par économie, on peut travailler aux acides. On emploie l'acide chloryhdrique ou l'acide sulfurique. Le premier est employé dans les proportions de 10 p. 100; le deuxième dans les proportions de 5 p. 100.

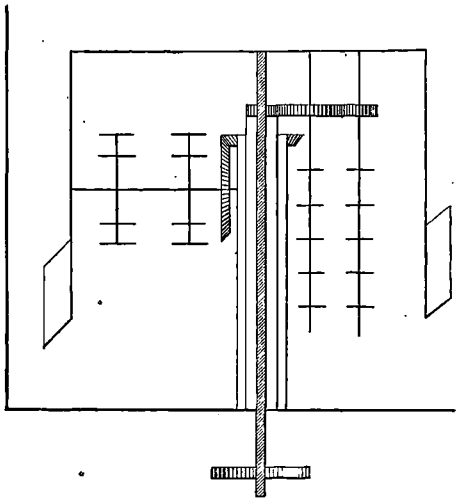


Fig. 154. — Cuve-matière à mouvement de valse.

L'acide sulfurique a l'inconvénient de produire des incrustations dans les appareils; de plus, on doit neutraliser pour mettre en fermentation; pour l'acide sulfurique, on emploie la chaux ou la soude.

La chaux donne un sulfate de chaux insoluble, qu'on retrouve dans les drèches, la soude donne un sulfate de soude qui est soluble, mais qui donne à la drèche des propriétés purgatives.

L'acide chlorhydrique neutralisé à la soude donne du chlorure de sodium qui augmente la valeur nutritive de la drèche.

C'est cependant l'acide sulfurique qu'on emploie le plus souvent, par raison d'économie.

On chauffe avec les acides, soit à l'air libre, soit sous pression de deux ou trois atmosphères. La durée de la cuisson est d'environ une heure.

Différents systèmes de travail des grains. — Nous étudierons successivement le travail des grains tendres, des grains durs et du mélange des grains tendres et des grains durs (1).

Le travail des grains tendres peut se faire par deux méthodes :

- 1° Travail des grains tendres au malt ;
- 2° Travail des grains tendres aux acides ;
- 3° Travail mixte des grains tendres.

Travail des grains tendres au malt. — Le mode de fabrication comprend un grand nombre de procédés se rattachant à deux méthodes principales.

Travail à moûts non décantés,

Travail à moûts décantés (méthode anglaise).

Le travail à moûts non décantés peut se faire par plusieurs procédés :

1° A l'eau chaude en moûts concentrés.

a. Ancienne méthode allemande,

b. — — belge,

c. — — autrichienne (fabrication de levure).

2° A l'eau chaude en moûts étendus.

a. Sans fabrication de levure (ancienne méthode française).

b. Avec fabrication de levure (méthode hollandaise).

3° A la vapeur en moûts concentrés (méthode allemande) (2).

(1) La classification si claire qui va suivre est tirée du cours d'un de mes professeurs les plus vénérés, M. Aimé Girard.

(2) Dans cette méthode imitée de celle de la pomme de terre, la

4° Enfin, plusieurs méthodes spéciales peuvent être employées.

Anciennes méthodes allemande et belge.

Les anciennes méthodes allemande et belge consistant à travailler le grain à l'eau chaude, en moûts concentrés, comportaient les opérations suivantes :

1° Brassage du grain réduit en farine, avec une partie de l'eau à 60-70°, de manière à faire un empâtage favorable à la non-formation des grumeaux. Ce travail se faisait dans une cuve matière en Allemagne et dans un macérateur Lacambre, en Belgique.

2° Réchauffage avec le reste de l'eau à une température telle que le mélange ait la température finale de 60° pour l'orge ou le blé, et de 68° pour le seigle.

3° Emploi d'un grand excès de malt, car l'impôt était à la capacité de la cuve, et on avait intérêt à avoir rapidement la meilleure saccharification possible.

En Allemagne, on employait par mètre cube :

Seigle.	130 kg	
Orge	70	
Malt vert	70	soit 35 p. 100 du poids du grain.
Eau.	900 litres.	

La durée de saccharification était d'environ une heure et quart, et on obtenait des moûts à 17° ou 18° Balling, c'est-à-dire d'une densité de 1,10.

En Belgique, on employait par mètre cube :

Seigle.	135 kg	
Malt vert	175	soit 125 p. 100
Eau.	1,000 litres	

On obtenait des moûts de densité 1,10.

dépense d'eau, 500-700 litres par exemple, est celle du travail des pommes de terre augmentée de l'eau de dilution.

Quand le malt était saccharifié, on le refroidissait au bac refroidissoir.

4° Mise en levure qui se faisait en ajoutant de la levure dans le moût, environ 3 à 4 kilogrammes de levure par mètre cube. D'autres fois, on employait un levain de malt vert, analogue à celui employé autrefois dans le travail des pommes de terre, ou bien encore un levain de moût additionné de vinasse.

- **Ancienne méthode autrichienne.** — Autrefois, en Autriche, on fabriquait la levure avec un moût analogue, formé de 50 kil. de seigle, 50 kil. de malt, 30 litres d'eau, le tout maintenu à 60°.

Ancienne méthode française. — L'ancienne méthode française était semblable, mais le moût était plus dilué.

On commençait par faire le brassage à même la cuve de fermentation, avec une partie de l'eau à une température convenable pour obtenir 50°, on relevait la température à 70° en ajoutant le reste de l'eau, et on laissait la saccharification se reproduire.

Le moût n'était dilué qu'après la saccharification.

On employait par mètre cube :

Seigle	90 kg
Malt	18
Balles de blé	1,1
Eau	960 litres.

On obtenait ainsi des moutés à 8 ou 9° Balling.

La mise en levain se faisait en mettant de la levure dans le moût.

Les méthodes précédentes ne sont plus employées, et n'ont qu'un intérêt historique.

Méthode hollandaise. — Elle se propose non seulement de faire de l'alcool, mais aussi de la levure, elle oblige à travailler en moût dilué pour ne pas affaiblir la levure par l'excès d'alcool.

On fait la macération des grains sans trempe préalable, c'est-à-dire en mettant toute l'eau. On emploie par mètre cube de moût, 36 kilogrammes de seigle, 41 kilogrammes de malt sec, 220 litres d'eau à 60°.

L'eau employée est l'eau de lavage de la levure.

On brasse le tout dans des cuves en bois très larges, on dilue avec de la vinasse chaude à 68° (770 litres).

Le moût étant prêt, on attend environ une heure, on ramène ensuite à 22 ou 24°, à l'aide de bacs refroidissoirs. On a ainsi un moût ayant une densité de 1,055; on le met en levure avec 2 litres de levure de brasserie fraîche par mètre cube de moût.

On couvre la cuve et on laisse déposer pendant deux ou trois heures; on décante la partie claire (environ 1/3) et on l'envoie dans des bacs plats en bois, ordinairement placés dans des greniers secs, où a lieu la multiplication de la levure, on laisse la multiplication se prolonger de 40 à 44 heures. Si on attendait la fin de la fermentation, la levure serait trop vieille et impropre à devenir de la levure pressée efficace. La levure tombe au fond du bac; pour l'isoler, on soutire le liquide qui est renvoyé sur la partie épaisse laissée en cuve matière.

On trouve au fond du bac la levure qui est recueillie à l'aide de pelles plates, puis mise dans des terrines en cuivre, rincée et tamisée; on la mélange ensuite à de l'eau froide; après un repos de 10 à 12 heures, on décante, on obtient ainsi de la levure propre qui est mise en sacs et pressée.

L'eau de rinçage sert à faire le moût suivant :

La partie épaisse laissée en cuve-matière est, après 24 heures, en pleine fermentation. Après 40 heures, la fermentation en est presque terminée, de sorte que lorsqu'on envoie sur elle la partie claire composée de mouës incomplètement fermentés, la fermentation reprend et dure encore 10 à 12 heures.

Il n'y a plus qu'à distiller.

Méthode par la vapeur. — Méthode allemande (universellement employée).

Elle consiste à cuire sous pression le grain entier mélangé de deux fois son poids d'eau.

Le cuiseur employé est du type Henze, il doit être construit avec plus de soin que lorsqu'il s'agit de pommes de terre et il faut un bon distributeur de vapeur, car ici il y a tendance à la formation de chemins d'élection. En Allemagne, le grain travaillé est ordinairement du seigle. On emploie par exemple :

275 kilogrammes de seigle, 445 litres d'eau.

Dans la République Argentine, on emploie du blé ; on met 200 kilogrammes de blé, 1 000 litres d'eau.

Pour effectuer cette cuisson, le mieux est d'opérer par trempe préalable.

La veille, on met de l'eau dans le cuiseur, on chauffe à 50°, on introduit le seigle. On maintient cette température toute la nuit. Le lendemain, on charge la soupape et on chauffe à soupape soufflante en mettant quarante-cinq minutes pour atteindre la pression de 3 atmosphères, où l'on reste d'une heure et demie à deux heures ; les soubresauts produits sur la soupape soufflante mélangent intimement la masse. On vidange à 3 atmosphères.

Avec le blé, la pression maxima est de 2 atmosphères et demie.

Si on ne trempe pas le grain, le procédé est plus long et plus coûteux ; pour le seigle il faut chauffer l'eau à 100°, mettre le grain et maintenir pendant une heure à cette température. On chauffe une heure ou une heure et demie à soupape soufflante en montant à 3 atmosphères. On monte ensuite à 4 atmosphères où l'on reste pendant une demi-heure, puis on vidange à cette pression.

La cuisson est dirigée comme pour la pomme de terre, mais on ne peut pas purger l'eau, puisqu'on a été obligé d'en mettre.

Quand on a à travailler du seigle humide on ne peut l'employer tel que, parce que l'empois superficiel qui tend à se former, gêne ; on commence par un séchage préalable. On procède ensuite à un trempage de douze heures dans de l'eau acidulée à 3 p. 100 à une température de 50°. On cuit ensuite jusqu'à 4 atmosphères. L'eau de trempage est jetée.

Quel que soit le mode de cuisson, le grain étant cuit est vidé dans un macérateur comme la pomme de terre.

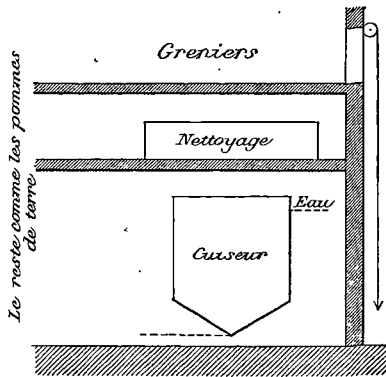


Fig. 155. — Atelier pour le travail des grains.

On met dans ce macérateur environ 15 p. 100 de malt vert et quelquefois 30 p. 100.

Dans la République Argentine, le malt est toujours du blé malté.

On travaille souvent le seigle avec des pommes de terre pauvres, dans ce cas le cuiseur est chargé de telle façon que les grains se trouvent placés au milieu et on cuit comme des pommes de terre, en purgeant.

On peut aussi cuire à part les pommes de terre ; on procède alors au brassage du seigle moulu à 68° avec un peu d'eau et un peu de malt, on laisse refroidir à 50° et on ajoute les pommes de terre, on ramène à 60° et on ajoute le reste du malt.

La mise en fermentation des moûts de grains se fait avec des levains identiques à ceux qu'on emploie dans le travail des pommes de terre.

Le levain employé dans la République Argentine est formé de 10 kilogrammes de blé malté, 10 kilogrammes de farine de seigle et 20 litres d'eau.

La disposition de l'usine est très voisine de celle pour pommes de terre (fig. 155).

Méthode anglaise. Méthode à moûts décantés. — Cette méthode anglaise exige de très grandes installations, elle a des avantages et des inconvénients.

On opère sur du moût filtré dont la distillation est plus facile, et c'est à cause de cette facilité de distillation que l'alcool obtenu a un arôme toujours identique. La drèche est bien meilleure, car elle est moins altérée.

Mais on n'utilise pas les vinasses, et elles sont soumises à des lavages qui augmentent le volume de liquide à distiller, d'où une dépense plus grande de charbon.

Les matières premières employées varient avec la nature de l'alcool qu'on veut obtenir. La quantité est d'environ 200 à 210 kilogrammes par mètre cube de moût.

Pour le Gin, on emploie du blé avec un quart d'orge malté (1).

Pour le Whisky (Ecosse, Highland), du malt d'orge touraillé à la tourbe à basse température.

Pour le Whisky (Ecosse, Lowland), du malt séché faiblement, mais non à la tourbe.

Pour le Whisky (Irlande), du malt séché faiblement, de l'orge et de l'avoine non germées, mais touraillées à la tourbe.

Les grains sont concassés au cylindre, cependant en Irlande le malt est concassé et les grains moulus.

(1) On emploie aussi le mélange suivant : maïs moulu, 82,65 ; avoine moulue, 7,6 ; seigle malté, 9,75.

Les cuves-matières sont très grandes (80 hectolitres).

Il faut environ 5 hectolitres de contenance par 100 kilogrammes de grains.

Sur les 200 kilogrammes de grains qui donneront 1 mètre cube de moût, on met 300 litres d'eau à 68° (eau de lavage de la drèche d'une opération précédente). On brasse. On réchauffe avec 100 litres d'eau à 85°. On brasse (repos de trente minutes). On brasse (repos de trente minutes) et ainsi quatre fois. On soutire alors 260 litres. On ajoute 220 litres d'eau à 85°. On brasse vingt minutes (repos quatre-vingt-dix minutes). On soutire 260 litres. Les deux liquides soutirés sont envoyés au réfrigérant, ramenés à 40°, puis envoyés à la cuve de fermentation où on les laisse se refroidir spontanément à 20°. L'eau du réfrigérant se trouve alors à 90°. 200 litres de cette eau servent à laver la drèche. (Malaxage de quinze minutes, dépôt de trente.)

Méthodes spéciales. — On peut citer : Méthode Simiau : le grain cuit est passé au dépeleur avant de subir l'action du malt. Méthode Porion : l'on met le malt et la levure ensemble. Méthode Effront, pratiquée comme pour les pommes de terre.

Travail aux acides. — N'est employé que pour les grains tendres avariés : elle se pratique comme pour les grains durs.

Travail mixte. — En Belgique, on cuit parfois les grains avec 0,5 p. 100 d'acide sous 2 ou 3 atmosphères, puis on les traite au malt.

Travail des grains durs. — Les grains durs employés sont : Le maïs, le riz et le dari ou sorgho. La fabrication des moûts peut s'effectuer sous l'influence de diastases ou d'acides comme avec les grains tendres ; les diastases peuvent provenir soit du malt, soit de la culture de certaines moisissures.

Travail du maïs au malt. — Le maïs a la composition approximative suivante :

Eau	14 p. 100	Sucre	5 p. 100
Amidon	60 à 65 —	Huiles	4 —

L'étude du travail du maïs peut se diviser en celle du travail du maïs naturel et celle du travail du maïs malté.

Les procédés relatifs au maïs naturel peuvent se subdiviser ainsi :

Maïs naturel	Eau chaude	Eau pure	{ Ancien procédé
		Eau diluée avec SO_2 pr. Fleischmann.	{ Procédé Dams.
	Vapeur	Maïs entier	{ sans trempé
Maïs concassé		{ avec trempé	
Vapeur et air	Maïs concassé,	procédé Riebe	
		procédé Belge	
		Maïs concassé,	procédé Mandl.

Méthode du maïs non malté à l'eau chaude pure. — Cette méthode, que nous avons appelée ancien procédé dans notre classification, consiste à tremper, par mètre cube de moût, 180 à 250 kilogrammes de maïs en farine blutée dans 250 litres d'eau à 60° pendant vingt-quatre heures. On monte ensuite à 90° en agitant. Après une heure on ajoute environ 150 litres d'eau froide de façon à ramener la température à 65°. On fait agir sur ce moût 18 à 40 p. 100 de malt, 15 est trop peu à cause de l'imperfection de l'empois.

La durée de la saccharification est de deux à trois heures.

On dilue le tout avec 500 litres d'eau froide, ce qui produit un mètre cube de moût à une température de 30 à 35° qu'on achève de refroidir à 20-25°, à l'aide d'un réfrigérant.

La mise en levure se fait comme dans le travail des pommes de terre.

Dans quelques distilleries on élimine l'huile du moût ; ce procédé est mauvais, car on enlève une matière nutritive de la levure.

Procédé Dams. — Consiste à ajouter le maïs au lait de malt formé avec 7 ou 10 kilogrammes de malt, cela liquéfie la masse et évite les grumeaux.

Cette addition se fait à 60° avant la cuisson. On cuit à 90° et on ajoute ensuite le reste du malt pour produire la saccharification.

Procédé Fleischmann. — C'est le procédé des petites usines en Hongrie.

On trempe le maïs en farine à même la cuve de fermentation dans de l'eau où l'on a ajouté de l'acide sulfureux. Cette trempe dure environ vingt-quatre heures et on la prolonge jusqu'au moment où la solution ne dégage plus de SO^2 ; on conti-

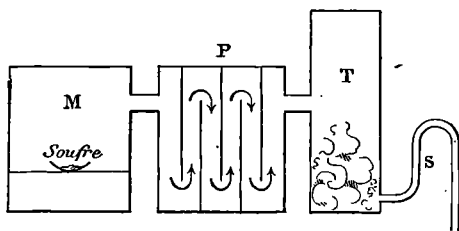


Fig. 156. — Moufle à soufre.

nue comme dans les procédés cités plus haut, mais en portant seulement à 80°. La saccharification est meilleure que par les méthodes à l'eau pure; SO^2 est un antiseptique qui protège la farine contre les infections pendant la trempe, de plus il se transforme en SO^4H^2 qui aide la saccharification en désagrégeant les grumeaux de farine.

L'acide sulfureux s'obtient soit par l'action du charbon sur l'acide sulfurique, soit en brûlant du soufre dans un moufle.

Si on produit la combustion du soufre dans un moufle M (fig. 156) les vapeurs de SO^2 se dégagent et passent à travers une chambre à poussière P, où elles se débarrassent des particules de soufre entraînées et passent ensuite dans une tour T où l'on fait arriver une pluie d'eau qui dissout SO^2 , tombe au fond et sort par un siphon S.

Il faut réserver environ un quart de l'eau d'une opération pour le lavage de la tour après la fin de la combustion.

Pour 100 kilogrammes de maïs on emploie environ 60 à 100 grammes de soufre dont on dissout les vapeurs dans 105 à 110 litres d'eau.

Méthodes de cuisson à la vapeur. — Au début, on avait essayé la cuisson des grains concassés par la vapeur, mais à cause de l'imperfection des appareils de malaxage qui n'empêchaient pas la formation des grumeaux, il y avait 10 p. 100 d'amidon perdu.

C'est pour cela qu'on a adopté la méthode de cuisson des grains entiers, mais cuits lentement, en compliquant l'appareil de manière à produire pendant la cuisson la trituration des grains.

Maïs entier, sans trempé. — Quand on cuit du maïs entier on doit :

1° Ajouter au maïs environ 160 litres d'eau par 100 kilogrammes qui avec l'eau non purgée font les 200 litres qu'on doit ajouter au maïs pour lui donner la composition des pommes de terre.

Remarque. — L'impossibilité de purger est une difficulté de chauffage.

2° Opérer à 4 atmosphères ; cependant il ne faut pas exagérer, car dans le maïs il y a du sucre et de l'huile. A une trop haute température le sucre peut se caraméliser et les huiles peuvent être saponifiées et donner des acides gras qui sont nuisibles à la fermentation.

3° Agiter l'empois ; pour cela on cuit à soupape soufflante, avec des appareils munis d'un bon distributeur de vapeur et d'un agitateur.

4° Ajouter au cuiseur un bon appareil de broyage, soit un Barthel pas trop long ou des grilles, soit un broyeur interne, soit un broyeur externe.

Les broyeurs internes sont de deux types, l'un auto-

matique, comme par exemple le broyeur Scheibner qui consiste, comme on sait, en un boulet sphéroconique entaillé de filets hélicoïdaux très prononcés; sous l'influence de la pression, la purée de maïs s'engage dans les rainures hélicoïdales et tend à faire tourner le système. Comme la partie sphérique inférieure est aussi munie de rainures, il se produit une mouture entre elle et son siège. L'autre système de broyeur interne peut être une meule à mouvement spécial.

Le meilleur système de broyeur est un dépeleur extérieur.

5° Vider à 4 atmosphères, car l'empois refroidi se prend en boules, l'orifice de vidange doit donc être nettoyable à la vapeur et on doit en injecter de temps en temps.

6° Avoir un volume de cuiseur bien proportionné à la quantité de grains, car le maïs gonfle par la cuisson d'au moins un tiers. De sorte que pour 100 kilogrammes de maïs, on prend un volume de cuiseur de 360 à 400 litres.

Pour un travail à moût épais il faut un maximum de 270 kilogrammes de maïs par mètre cube de moût; il faut donc pour cette quantité de maïs une capacité de cuiseur de 1 000 litres.

Pour un travail à moût clair, on met 220-240 kilogrammes de maïs et la capacité du cuiseur sera de 900 litres. Avec le maïs de Roumanie le volume sera un peu plus grand.

La marche de la cuisson est à peu près la même que pour les pommes de terre.

On met dans le cuiseur l'eau nécessaire que l'on chauffe jusqu'à 100° et on ajoute le maïs dans l'eau bouillante de façon à ne pas arrêter l'ébullition, ce qui empêche la formation de tas. On ferme le trou d'homme et on chauffe une heure, on charge légèrement la soupape de façon à cuire une heure à 2 ou 3 atmosphères. Après cela la

soupape est chargée et on monte à 4 atmosphères où l'on stationne pendant quinze à vingt minutes.

Le cuiseur est vidé dans le macérateur en maintenant la pression à 4 atmosphères, la suite des opérations se fait comme pour les moûts de pommes de terre ⁽¹⁾.

Le moût ainsi obtenu est jaune et pèse de 18 à 20° Baling.

On peut aussi opérer autrement que pour les pommes de terre. Pour cela on fait, dans une sorte de pétrin à agitateur, un lait de malt dont on décante la partie claire que l'on envoie au macérateur; le résidu est mélangé au maïs, ce mélange peut être traité par l'eau chaude à 90-95°, pendant 20 minutes ou bien cuit à la vapeur, puis on le verse sur l'extrait de malt.

Le travail du maïs à haute pression exige énormément de vapeur, car il est long; de plus les hautes températures que l'on atteint peuvent produire la caramélisation du sucre ou la saponification des matières grasses, d'où il résulte une perte d'alcool et des résidus moins recherchés.

Pour remédier à ces inconvénients on procède, soit par trempes ou cuissons successives et ménagées ou bien par le concassage qui au début n'avait pas réussi avec les appareils sans agitateurs.

Méthodes avec trempes. — Les méthodes avec trempes sont nombreuses. On prépare le grain par une trempes de 12 heures à 50° et on fait la cuisson à trois atmosphères au plus.

Méthode Plischke et Weigel. — On cuit d'abord le grain à 1 atmosphère $\frac{1}{2}$, on le vide dans le macérateur et on le broie à l'aide du dépeleur, on le renvoie ensuite

(1) On a utilisé en particulier la méthode Bücheler où l'on partage le malt en deux parties (3 p. 100 du poids du grain pour une liquéfaction à 78°). On refroidit à 62°, on ajoute encore 13 p. 100 du poids du grain en malt. Le rendement serait amélioré de 5 p. 100.

dans un deuxième cuiseur où l'on achève la cuisson à 2 atmosphères $1/2$. Le moût ainsi obtenu est tout à fait blanc.

Les procédés avec trempe ont l'inconvénient d'être lents.

Procédés avec concassage. — Lorsque la distribution de vapeur et l'agitateur sont bons, ces procédés sont les meilleurs, ils permettent en outre d'employer moins d'eau. Nous citerons :

Procédé Riebe. — Le maïs additionné de 1,5 p. 100 de malt vert, est traité par deux fois son poids d'eau; on chauffe à 60° pendant 10 minutes; la faible proportion de malt ajoutée a pour but de favoriser la liquéfaction du mélange pendant cette période. On porte ensuite à 3 atmosphères ou à $3 \frac{1}{2}$ et on achève de cuire à cette pression.

Procédé belge. — On ajoute le maïs concassé à l'eau bouillante, on maintient pendant une heure à 100° , on monte en une heure à $2 \frac{1}{2}$ ou 3 atmosphères et on vidange à 3 atmosphères.

Le véritable procédé pour le maïs concassé est le procédé à l'air comprimé.

Procédé à l'air comprimé ou procédé Mandl. — Consiste à employer la vapeur et l'air comprimé pour produire la pression. Le cuiseur est muni d'un bon distributeur de vapeur et d'un agitateur, il est de plus relié à une pompe à air comprimé.

On y met le maïs concassé, et on le cuit deux heures à 1 atmosphère $1/2$; puis on comprime l'air de manière à porter la pression à 4 atmosphères. Après 30 ou 60 minutes, on vidange.

Les mouts ainsi obtenus sont blancs et il n'y a que 1 p. 100 de l'amidon qui ne se saccharifie pas.

Dans toutes les méthodes à la vapeur, la saccharification et la fermentation se font d'après les méthodes normales.

Méthode au maïs malté. — Ce procédé est employé en Hongrie où encore naguère on avait tout intérêt à faire des mouts très concentrés par suite du mode de perception de l'impôt.

C'est son seul avantage. En revanche, il présente deux inconvénients sérieux : 1° perte d'amidon à la germination et 2° mauvaise saccharification de ce qui reste.

Quand on malte du maïs pour le travailler seul, le maltage est analogue à celui déjà décrit, mais il est précédé d'une trempe de 120 heures au lieu de 50 ou 60.

Le maïs malté est d'abord broyé avec des meules ou des cylindres. Lorsqu'on se sert de cylindres on en emploie trois paires ; la première paire est cannelée et les autres sont lisses.

On fait la saccharification dans une cuve-matière munie d'un dépeleur ; on ajoute au malt les $\frac{2}{3}$ de l'eau nécessaire ; on porte à 75°, on brasse ; l'empois se forme, on ramène ensuite à 65° avec le reste de l'eau. La température de 75° est celle de la formation de l'empois ; elle a l'inconvénient d'altérer beaucoup de diastase ; or le maïs n'en renferme pas une quantité très grande, il résulte de ce fait une perte de 5 p. 100 d'amidon non saccharifié.

La mise en fermentation a lieu d'après la méthode normale.

Dans toutes les méthodes précédentes les mouts marquent 16-20° Balling. On peut atteindre 26°, mais dans ce cas, la fermentation marche très mal, car on est obligé de mettre plus de levure et il n'y a pas l'azote nécessaire pour cet excédent.

Pour remédier à cet inconvénient on peut ajouter à chaque cuvée de maïs, 50 kilogrammes de seigle pour introduire un complément d'azote, ou bien encore une graine riche en azote telle que le lupin germé qui contient de l'asparagine. On peut aussi ajouter des pommes de terre, dans ce cas on peut procéder :

1° Par travail séparé. On verse le maïs cuit dans la pomme de terre déjà saccharifiée par une partie du malt, on ajoute ensuite le reste du malt.

2° Par travail simultané. On fait d'abord tremper le maïs pendant 24 heures dans de l'eau à 65°. Si on a affaire à des pommes de terre pauvres, on les mélange, dans le cuiseur, au maïs ainsi obtenu. Si on a affaire à des pommes de terre riches, on met les pommes de terre dans le bas du cuiseur et le grain par dessus. Ensuite on cuit à 4 atmosphères et on vide à 6 atmosphères. Le cuiseur doit être muni d'un appareil Barthel.

Emploi pour le maïs de ferments solubles de provenance différente du malt. — On a proposé les spores de l'*Ustilago*.

On fait une culture de moisissure sur un mélange de huit parties de sable, une d'amidon et une d'eau. On a en 36 heures des spores qu'on peut utiliser.

On en conserve une culture six à huit jours pour ensemen-
cer la suivante.

On a aussi utilisé les spores de l'*Aspergillus Orizæ* qui sert pour le riz.

Enfin on a proposé l'emploi de l'*Amylomyces*,

Méthode par l'*Amylomyces*. — Dans cette méthode, le moût préalablement stérilisé est enfermé dans une cuve fermée et stérilisée. Onensemence d'*Amylomyces* qui se développe et produit des sporés qui vont saccharifier l'amidon. On ajoute ensuite la levure. Comme l'action de l'*amylo-*
myces ne se produit qu'à une température élevée, il faut sélectionner des levures capables de vivre dans un milieu très chaud. Au début on a essayé de faire la fermentation avec l'*amylo-*
myces lui-même, mais c'est trop lent.

La méthode avait le défaut, avec les premières variétés, de ne pouvoir employer plus de 12 kilogrammes de maïs par hectolitre, ce qui dilue les moûts et cause une grande dépense de charbon à la distillation. Aussi a-t-on

cherché à sélectionner l'amylomyces, et a-t-on créé des races plus favorables. La méthode exige toujours une dépense relativement forte de charbon à cause de la stérilisation du moût qu'on est obligé de chauffer à 120°.

On prépare le moût en cuisant le maïs avec deux fois son poids d'eau; on fait monter la pression à 4 atmosphères, la durée totale de la cuisson est de 3 heures; on envoie la masse cuite dans la cuve-matière contenant 1 à 2 p. 100 de malt vert qui a pour but de liquéfier la masse. On neutralise s'il y a lieu.

Le moût est envoyé à la stérilisation qui se fait en autoclave à 120°.

D'autre part on a des cuves de fermentation fermées, munies d'un tube de dégagement pour l'acide carbonique, d'un barboteur de vapeur, d'un injecteur d'air stérilisé, d'un agitateur, d'un thermomètre, d'un tuyau d'ensemencement et d'un robinet d'échantillonnage. On peut aussi à l'aide d'une pluie d'eau froide extérieure refroidir les cuves.

Pendant qu'on stérilise le moût, on stérilise aussi la cuve, de sorte que le moût se trouve encore très chaud après son admission dans la cuve de fermentation; on le refroidit à l'aide de la pluie d'eau à la température de 38° et on ensemence avec une culture d'amylomyces faite sur du riz ou sur du pain. On injecte de l'air et on agit afin d'enfoncer le plus possible la culture dans le moût. Car si on cultivait en surface on perdrait beaucoup d'amidon par respiration.

Au bout de vingt heures la moisissure a produit son effet et l'amidon est saccharifié. On refroidit alors à 33°, on arrête l'agitateur et on ensemence avec la levure. La fermentation dure environ trois jours; donc la durée totale de l'opération est de cinq jours. On voit qu'on n'évite pas absolument l'emploi du malt. Quant au rendement il semble devoir être au moins équivalent à celui des autres

méthodes. On a sélectionné des moisissures travaillant en milieu plus concentré.

Travail du riz par ferments solubles. — Le travail du riz se fait rarement au malt, dans ce cas on emploie la méthode à l'acide fluorhydrique.

Le riz non décortiqué donne à la fermentation un chapeau intense qui occupe trop de place et le riz décortiqué ne contient pas l'azote suffisant pour favoriser l'action des levures.

On travaille le riz ordinairement sous pression comme le maïs, et on saccharifie à l'aide de 20 p. 100 de malt qui est quelquefois du riz malté.

La mise en fermentation se fait comme pour le maïs.

Au Japon, le riz cuit à la vapeur sur tamis est additionné d'un levain riche en spores d'*Aspergillus Oryzæ* qui saccharifie et fait fermenter le moût. On obtient le saké qui est une bière bue en nature. On ne fait de l'alcool qu'en distillant la drèche à la vapeur.

En Chine on fait un travail analogue avec un levain riche en amylomyces et différentes levures; mais ici on mêle au riz des aromates, et par suite de la distillation à la vapeur on a des alcoolats et non de l'alcool.

Le rakki de Java peut être utilisé également sur du riz ou de la mélasse de cannes (voir au rhum).

J'ai donné dans *Microbes et distillerie* le détail de la fabrication du saké, je n'y reviendrai pas.

Travail du Sorgho (*) ou Dari en Belgique. — On fait tremper 100 kilogrammes de grains dans de l'eau froide pendant 12 heures, on cuit à trois ou cinq atmosphères, on vidange et on ramène la purée à 60°; on ajoute alors peu

(*) En 1852, Leplay a essayé d'extraire par expression le sucre de la tige de sorgho.

à peu environ 25 p. 100 de malt; car la purée est très épaisse. On a ainsi un moût très épais et la durée de saccharification est d'environ une heure.

On met en levure avec un levain de pommes de terre (un litre par 100 kilogrammes de sorgho).

Ce levain s'obtient ainsi :

200 kilogrammes de pommes de terre sont mêlées à 30 litres d'eau à 70° et à 30 kilogrammes de malt. On ajoute de l'eau à 60-75° en plusieurs fois et 400 centimètres cubes de $\text{SO}^4 \text{H}^2$. Après une heure on met la levure.

Travail des grains durs aux acides. — La méthode est d'ailleurs applicable à toutes sortes de grains.

Nous avons vu que dans la saccharification par le malt on obtenait des dextrines et finalement de la maltose; avec les acides, on obtient des dextrines et de la glucose,

La saccharification dépend du temps, de la température et de la quantité d'acide employée. Plus un des facteurs est grand, plus les autres peuvent être petits.

On peut faire agir les acides soit à l'air libre, soit sous pression ou par un procédé mixte.

Les procédés à l'air libre peuvent porter sur des moûts non décantés ou sur des moûts décantés.

Lorsqu'on a affaire à des moûts non décantés, on peut travailler par refroidissement spontané (méthode italienne) ou par réfrigération artificielle.

Les procédés à l'air libre ne sont plus guère employés.

Méthode italienne. — Appliquée surtout au riz.

On chauffe longtemps le grain finement moulu dans de l'eau acidulée avec 1 gr. 25 p. 100 d'acide sulfurique ou 2 gr. 5 d'acide chlorhydrique. Lorsque la saccharification est parfaite on neutralise partiellement et on fait fermenter.

L'opération se fait dans une grande cuve en bois (60 à

80 hectolitres) à couvercle percé d'un grand trou servant à introduire le grain et à la sortie de la vapeur.

L'appareil de chauffage consiste en un serpentín placé à 15 centimètres du fond et percé de 4 rangées de trous lançant la vapeur dans tous les sens. Un agitateur permet de remuer la masse.

Dans cette cuve, on met par 100 kilogrammes de grains, 4 hectolitres d'eau, 5 kilogrammes d'acide sulfurique (ou 10 kilogrammes d'acide chlorhydrique), on pose le couvercle et on fait bouillir; le grain est alors ajouté par petites portions.

Lorsque tout le grain est mis, on procède à une grande ébullition pendant une heure, puis on maintient la masse à la température d'ébullition sans bouillonnement, jusqu'à ce que l'iode ne la bleuisse plus. On doit s'arrêter à ce moment précis. L'opération a duré de sept à douze heures.

On laisse refroidir spontanément, d'abord jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de dextrine, ce que l'on constate à l'aide d'alcool concentré qui donne un précipité avec la dextrine et ensuite jusqu'à la température convenable, pour qu'après la dilution ultérieure, on ait la température de fermentation. On neutralise partiellement de manière à laisser une acidité de 0 gr. 8.

Le moût est envoyé aux cuves de fermentation ou aux filtres-presses.

Lorsque le moût n'est pas filtré, on le dilue avec de l'eau ordinaire afin d'obtenir une densité de 7 à 10° B.

Si le moût est filtré, on fait la dilution avec les eaux de lavage des tourteaux. Pour obtenir ces eaux de lavage on démolit les tourteaux, on les délaye dans de l'eau et on les refiltre ⁽¹⁾.

Pour accélérer la réfrigération lorsqu'il n'y a plus de dextrines, on peut se servir d'un réfrigérant.

(1) Actuellement on emploierait plutôt des filtres à lavage.

Méthode Forest-Bondonneau. — Comme procédé à moûts décantés nous citerons le procédé Forest-Bondonneau dont voici le principe :

Dans une cuve garnie d'un thermosiphon on fait agir sur les grains concassés de l'eau acidulée, celle-ci par son passage répété à cause du thermosiphon, liquéfie l'amidon.

On soutire, on lave le grain jusqu'à ce que la drèche ne soit plus acide, ce qui fait que les tourteaux ne contiennent pas le produit de la neutralisation de l'acide (sulfate de chaux ou chlorure de sodium) ; mais à cause de ces lavages le moût a atteint une très faible densité et une acidité de 0,97.

On chauffe alors ces moûts pour activer la saccharification.

Dans toutes ces méthodes à l'air libre la fermentation a lieu par pied et par coupage. Pour faire le pied, on met dans la cuve un volume de moût de densité 1,05 égal au quart de la contenance de la cuve ; ce moût a une acidité de 0,75 et une température de 22 à 24°. On introduit un kilogramme de levure par hectolitre de moût et on continue de remplir la cuve avec du moût à une température de 24 à 25°. Chaque fois que la densité est tombée de moitié, on coupe de un quart pour servir de pied à la cuve suivante et l'on distille lorsque la chute est 0.

Travail aux acides sous pression. — L'appareil le plus fréquemment employé est l'appareil (fig. 157) Kruger-Colani.

Il consiste en un cuiseur cylindrique en cuivre timbré à 5 kilogrammes et d'une capacité moyenne de 15 hectolitres. On emploie l'acide chlorhydrique qui n'attaque le cuivre qu'en présence de l'air. La figure indique la construction de cet appareil.

A. Double fond.

- B. Barboteur de vapeur (étoile ou serpentin).
- F. Eprouvette pour prélever des échantillons.
- M. Manomètre.
- S. Soupape de sûreté.
- T. Trou d'homme de chargement.
- N. Trou d'homme de nettoyage.
- a. Tuyau d'acide.
- e. Echappement d'air.
- b. Tuyau amenant la vapeur de barbotage.
- v. Vapeur pour chasser l'air au début.
- D. Vidange.
- R. Cuve de dépôt où la saccharification s'achève.

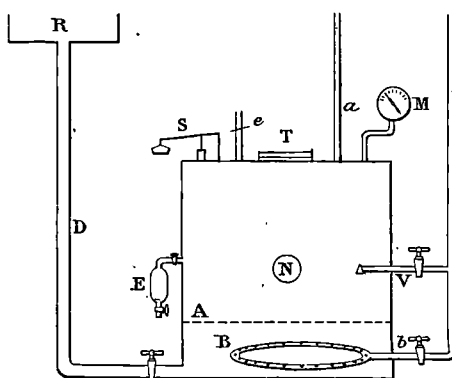


Fig. 157. — Schéma de l'appareil Kruger et Golani.

La cuve de dépôt est située généralement à la partie la plus haute de l'usine de façon à utiliser la chute du liquide pour le transporter aux différents postes. Cette cuve est en bois de chêne et munie d'un couvercle ; elle a une très grande utilité, car si on voulait achever la saccharification dans le cuiseur, on pourrait à haute température altérer la glucose déjà formée, et si on laissait tomber la pression, en présence de l'air, l'acide chlorhydrique altérerait le cuivre.

MARCHE DE L'OPÉRATION. — Dans l'appareil de 15 hectolitres, on met 600 litres d'eau et 16 kilogrammes d'acide chlorhydrique. On chauffe jusqu'à ébullition et on laisse tomber les grains (165 kilogrammes) de façon à ne pas arrêter le bouillonnement. Lorsque tous les grains sont introduits, on ferme le trou d'homme et on continue à chauffer; lorsque l'air est chassé, on ferme le robinet d'air, on monte à trois atmosphères pour le maïs et à deux atmosphères un quart pour les grains tendres. A ce moment on arrête l'arrivée de la vapeur, et lorsque la pression descend, on rétablit un instant la vapeur pour maintenir la pression déterminée.

Après cinquante minutes on ouvre la vidange pour envoyer le moût dans la cuve de dépôt. L'opération a duré environ soixante-cinq minutes, décomposées ainsi qu'il suit :

Chargement de l'appareil	11 minutes
Chauffage	50 —
Déchargement	4 —
	<hr/>
	65 minutes

Le liquide, envoyé dans la cuve de départ, y séjourne environ deux heures, on ajoute alors l'eau nécessaire pour ramener la densité à 7° B. et on neutralise partiellement à l'aide de chaux ou de soude. Souvent on passe au filtre-pressé avant d'envoyer à la fermentation.

Une variante consiste en ceci : placer les grains concassés avec de l'eau acidulée, dans un malaxeur dont l'arbre est en bois de sapin, puis à cuire par la méthode ordinaire.

Une autre variante est celle-ci :

La cuisson s'opère en deux temps :

1° Cuisson avec 2 p. 100 d'acide chlorhydrique, en chauffant à une atmosphère ou une atmosphère et demie, pendant une heure ou une heure et demie.

2° On vidange dans un deuxième autoclave et on ajoute une quantité d'acide, telle qu'on en double le titre; puis on chauffe à trois atmosphères pendant une demi-heure.

Dans ce procédé il y a économie de vapeur et d'acide, mais il faut deux appareils.

Dans toutes ces méthodes la fermentation s'établit par pied et par coupage. La chute est instantanée puisqu'il

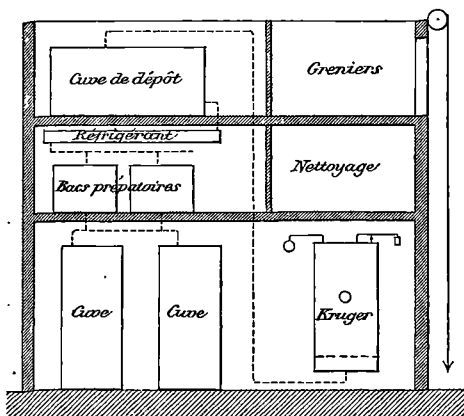


Fig. 158. — Le schéma d'une usine pour le travail des grains aux acides.

n'y a pas de dextrine. Le schéma de l'atelier est représenté par la figure 158.

Une autre variante est le procédé Billet.

PROCÉDÉ BILLET. — Consiste à chauffer le grain avec de l'eau acidulée à 5 p. 100 pendant vingt minutes à 3 atmosphères. On titre l'acidité et on la ramène par de la chaux à l'acidité de 1 gr. 9 par litre. Le liquide est ensuite filtré. On dilue avec l'eau provenant du lavage des tourteaux. On a ainsi des moûts de densité 1,04, une température de 15° à 25° et une acidité de 0 gr. 75 par litre.

La mise en fermentation se fait par addition de 3 kilogrammes de levure par 100 kilogrammes de grains; la température ne doit pas dépasser 25°.

La levure surnage, on peut en recueillir 10 à 11 kilogrammes à la surface ; dans le fond on a de la levure qui peut servir pour amorcer l'opération suivante.

Ce procédé avait été inventé pour la fabrication de la levure, mais elle était de mauvaise qualité.

Travail mixte aux acides. — L'appareil et la méthode de Kruger ont été modifiés par Warein-Defrance qui en ont fait une méthode mixte.

PROCÉDÉ WAREIN-DEFRANCE. — C'est un autoclave à axe horizontal muni d'un agitateur à bras.

On introduit 250 litres d'eau et 100 kilogrammes de maïs, on envoie la vapeur et on met l'agitateur en marche. Après trente minutes, on ferme le robinet à air et on monte à trois atmosphères, pression à laquelle on se maintient pendant deux heures et demie.

On introduit alors seulement 5 p. 100 d'acide chlorhydrique non dilué à l'aide d'une pompe à air. Après vingt-cinq minutes la saccharification se trouve terminée.

Souvent la cuisson préalable sans acide est effectuée à l'air libre.

Travail du mélange des grains tendres et des grains durs. — La mélange des grains a pour but d'améliorer, en faveur de la levure, la valeur nutritive des moûts de maïs. Cette fabrication peut se faire dans le simple but de faire de l'alcool ou de produire de la levure.

Dans le premier cas on peut opérer à l'air libre ou sous pression.

Travail à l'air libre. — *Méthode autrichienne.* Comme matières premières, on emploie un tiers de maïs, un tiers de seigle, un tiers de malt. On cuit le maïs moulu dans une cuve en bois à agitateur horizontal avec 10 fois son poids d'eau. On maintient à 90° pendant trente à quarante-cinq minutes. Il faut avoir soin de se servir d'un bâton pour détruire les grumeaux qui pourraient se former.

L'empois est coulé dans une cuve-matière où il doit arriver à 65-70°. On ajoute alors les autres grains finement moulus. On agite une heure. L'addition des grains ayant abaissé la température, on réchauffe à 60° et on laisse en repos une heure et demie. Le moût est ensuite dilué avec de la vinasse pour obtenir une densité de 14° Balling.

La mise en fermentation se fait à 20°, à l'aide d'un levain de seigle et de malt plus acidifié qu'à l'ordinaire. La durée d'acidification du levain est de trente-six heures et son acidité exprimée en acide sulfurique est de 5 à 6 grammes par litre.

Une variante consiste à cuire le maïs à la cuve matière ; dans ce cas, on se réserve un peu d'eau froide pour amener la température en cuve-matière à 65-70°.

Travail sous pression. — S'effectue en cuisant le maïs et les autres grains dans deux appareils différents ; le maïs est coulé dans un macérateur où l'on a mis une petite partie du malt à employer pour le liquéfier ; on envoie ensuite le seigle et enfin le lait de malt.

Aux Etats-Unis les proportions sont les suivantes :

Pour 26 parties d'eau, on ajoute 12 parties de maïs, une de seigle et une de malt.

Le maïs est cuit au Hollefreund, le reste est ajouté en farine.

La mise en fermentation se fait à l'aide de levure pressée.

Travail des grains en mélange pour fabrication de levure pressée. La levure pressée est la levure isolée, lavée et pressée pour la conservation.

La production de la levure exige l'action de l'air, cette action est obtenue :

1° A l'aide de moûts suffisamment mucilagineux ; dans ces conditions l'acide carbonique se colle à la levure et tend à l'élever à la surface.

2° A l'aide de moûts suffisamment denses pour que la levure surnage.

La richesse en azote des moûts doit être d'une bonne moyenne, car dans les moûts trop pauvres l'accroissement de la levure est très faible et dans les moûts trop riches la levure devient paresseuse.

Il faut récolter lorsque la levure est mûre; c'est-à-dire lorsqu'il y a majorité de cellules adultes; il faut que le milieu ne soit pas trop alcoolique car la levure s'étiole, aussi la recueille-t-on avant que la fermentation ne soit poussée trop loin, à peu près vers moitié.

Ces différentes conditions exigent une certaine corrélation entre la richesse primitive du moût, l'acidité, la dose des sels, celle de la dextrine (saccharification incomplète), la température et la qualité du levain.

Cette corrélation existera si on opère dans un moût ayant les qualités suivantes :

1° Concentration de 10 à 14° Balling ;

2° Richesse moyenne en azote ;

3° Matières premières du seigle et du maïs, dans des proportions telles que la viscosité apportée par le seigle soit suffisante pour coller la levure sur les bulles d'acide carbonique sans rendre la masse trop épaisse; l'huile du maïs apporte de la fluidité.

4° Acidité convenable pour peptoniser les matières azotées; trop grande l'acidité retarde le départ de la fermentation; il y a alors beaucoup de cellules vieilles.

5° Température convenable, car trop basse le départ de la fermentation est retardé, il y a encore des cellules vieilles, de plus la fermentation languit et il y a danger d'infection; trop haute, l'acide carbonique se dégage trop vite et la levure ne se rassemble pas.

Les matières employées sont le seigle pour donner la viscosité, le maïs pour donner la fluidité, le malt sec pour fournir, outre la diastase, des aliments aux levures;

quelquefois on ajoute du sarrasin. Les fabriques de levure qui travaillent en été et qui ont une vente variable ont besoin d'avoir des provisions de malt, ce qui, indépendamment de la question de la valeur nutritive, exige un malt sec.

Le malt employé peut être de l'orge malté ou du maïs malté.

Le seigle doit être parfaitement nettoyé, moulu relativement gros (car le gros son favorise la montée de la levure); il ne doit pas être employé fraîchement moulu, le grain chaud tendant plus facilement à faire des boules.

Il y a deux méthodes de fabrication de levure par les grains tendres et durs :

- I. Méthode autrichienne ;
- II. Méthode de l'aérolevure.

La plus grande partie de la levure pressée provient d'une fabrication par la méthode autrichienne.

La méthode hollandaise décrite d'autre part, en fournit aussi. Quant à l'aérolevure son importance est moindre.

MÉTHODE AUTRICHIENNE. — La fabrication par la méthode autrichienne comprend les opérations suivantes :

- 1° Fabrication des levains ;
- 2° Fabrication des moûts ;
- 3° Fermentation ;
- 4° Récolte de la levure.

Fabrication des levains. — Soit 1 000 kilogrammes de grains à mettre en fermentation, correspondant à environ 26 hectolitres de moût; on fera des levains avec du seigle où l'on introduit soit du malt d'orge et du maïs, soit du malt de maïs et du maïs cru.

Exemples. Premier levain : 80 kilogrammes de seigle, 80 kilogrammes de malt d'orge et 230 ou 250 litres d'eau.

Deuxième levain : 100 kilogrammes de seigle, 50 kilo-

grammes de malt d'orge, 25 kilogrammes de malt de maïs et 230 à 250 litres d'eau.

Cela fait environ 30 à 32 kilogrammes de grains par mètre cube de moût.

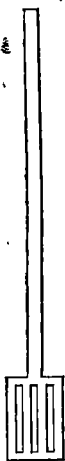
C'est plus que pour les moûts ordinaires malgré que les moûts seront plus dilués ; les levains sont donc plus pâteux que les levains ordinaires, ce qui produit un chapeau protecteur très épais. Il faut éviter de faire des levains trop grands. Ordinairement on ne travaille dans un seul bac que les doses correspondant à moins de 1 500 à 2 000 kilogrammes de grains totaux.

Le travail peut se faire soit à la main, soit à l'aide d'appareils mécaniques.

Travail à la main. — Les cuves sont en sapin rouge de 600 à 700 litres pour un levain correspondant à 1000 kilogrammes de grains ; elles ont une forme tronconique pour l'aération sans cependant être trop plates à cause du refroidissement.

Le brassage du moût levain est effectué ordinairement par 4 hommes placés diamétralement et à angle droit, agissant de leur gauche à leur droite. Ils sont armés de pelles évidées (fig. 159).

Fig. 159. — Pelle pour brasser les levains.



Le seigle se brasse ainsi : α) battage en deux temps :
 1° La pelle parallèle à la paroi est introduite verticalement et au centre ; on procède à un mouvement de torsion ;
 2° On la ramène vers la paroi pour écraser le grain.

β) Fendage et aération : l'homme enfonce sa pelle normalement à la paroi et la retire.

Le malt se brasse ainsi : α) battage en quatre temps ;
 1° et 2° comme plus haut ;

3° Relever la pelle horizontalement, frapper trois fois la paroi pour détacher les grumeaux.

4° Mouvement giratoire dans les deux sens.

On met dans la cuve une partie de l'eau à 92°. On délaie une partie des farines, on ajoute successivement des fractions de l'eau et des farines. On doit obtenir 63° pour avoir des matières coagulées qui feront dans le moût des bulles abondantes sur lesquelles la levure se fixera et s'aérera.

β) Fendage comme plus haut.

Comme exemple, nous citerons dans le cas du malt et du seigle, une manière de fractionner l'eau et la farine.

Eau	40 litres
Seigl	20 kg
Malt	20 —
Eau	40 litres
Seigl	20 kg
Malt	30 —
Eau	50 litres
Seigl	20 kg
Eau	40 litres
Seigl	20 kg
Malt	30 —
Eau	40 litres

Le levain bien battu, on essuie la paroi avec une éponge pour éviter les mauvaises fermentations dues aux éclaboussures, on lisse la surface avec une palette en bois et on recouvre avec un couvercle en bois léger.

Travail à la machine. — Se fait dans une cuve matière ou dans un préparateur à lait de malt; le levain est mieux mélangé et plus dilué, mais on est obligé de le transvaser.

On a, pour éviter la trop grande dilution, proposé la méthode par empâtage dans un pétrin mécanique de boulangerie.

Les cuves à levains restent couvertes environ deux heures dans une chambre à 30 degrés. Il se forme une

croûte molle brunissant à l'air et déchirée de place en place.

Si la masse offre, en frappant à la main, la résistance d'un corps solide, la saccharification est mal faite, le levain ne sera pas bon.

Après deux heures, on découvre les cuves à levains et on les abandonne de quarante à soixante-dix heures (suivant les dimensions des cuves, la saison, la température, etc.).

On a ainsi une acidité finale de 7 à 8 grammes (en SO^4H^2), elle ne peut aller plus loin, car c'est le maximum que puisse supporter le ferment lactique. Le levain marque alors 22°-25° B.

Souvent, sur les bords, on trouve des moisissures ; on doit alors rejeter le levain, c'est-à-dire qu'on le laisse complètement fermenter, qu'on le distille comme moût, sans s'en servir comme de levain. Une fois acidifié, on met immédiatement en levure.

Pour cela, on le refroidit à 35°-40°, on ajoute au levain son volume d'eau pour le diluer et le refroidir. Pour économiser l'eau des réfrigérants, il est bon d'atteler les différents réfrigérants en batteries.

On amène la température à 22°-23° en hiver, 20°-21° en été. A ces températures, la fermentation dure douze heures.

On met en levain avec de la levure de la fabrique et non par levure-mère, qui présente trop de chance de contamination.

On emploie 1 kg. 33 de levure par mètre cube de moût à travailler (3 kg. 4 par 1000 kilogrammes de grains).

Au début de la fabrication, on n'a pas encore de levure fabriquée, on fait une culture de levure pure ou autre : par exemple, dans 100 kilogrammes de seigle, 70 kilogr. de malt, 500 litres d'eau.

Avant d'employer la levure, elle est délayée à l'eau chaude et aérée.

On la verse dans le levain, on brasse ; après trente minutes, une grosse écume s'est produite, on agite.

Après sept à huit heures, la température est de 28° ; on a des bulles ; le levain gonflé paraît jaune d'or, s'il y a du malt d'orge, puis il s'échauffe.

Après douze heures, la température est de 34°-35° (un degré en moins, si on a du malt de maïs) ; à la surface, on voit des taches blanches, le niveau est redescendu.

La densité est moitié de celle du début.

On porte alors le levain à la cuve de fermentation dans des baquets portés à la main ou sur civière.

On peut aussi l'envoyer au réfrigérant à moût, si c'est un bac refroidissoir.

La durée de fabrication est :

Brassage.	1	heure
Saccharification	2	—
Acidification.	40-70	—
Rafraîchissement.	1	—
Fermentation	12	—
	<hr/>	
	56-86	heures

On voit que ces levains diffèrent des levains ordinaires :

1° Ils ont plus de grains (31 kilogrammes au lieu de 20-25).

2° On y coagule les albuminoïdes.

3° On pousse l'acidité à 7-8 grammes au lieu de 2-4 grammes.

4° On dilue après coup, avant de mettre en fermentation.

5° On ne prélève pas de levure-mère, on ensemeence avec de la levure pressée.

Préparation du moût de culture. — Les matières premières employées sont assez variables. En général, on

s'efforce de se rapprocher d'un type moyen qui contient après l'addition du levain :

130 kilogrammes de maïs ;

130 kilogrammes de malt ;

130 kilogrammes de seigle ;

par mètre cube de moût à faire.

C'est-à-dire que si on a mis dans le levain 30 kilogrammes de malt et 30 kilogrammes de seigle par mètre cube, on aura à ajouter dans le moût 130 kilogrammes de maïs, 100 kilogrammes de seigle et 100 kilogrammes de malt.

Ces matières sont employées en farines moyennes.

Le seigle bluté est repassé dans un deuxième moulin.

Le maïs bluté est repassé au premier moulin.

Le malt n'est pas bluté.

Travail au maïs, seigle et malt ordinaire. — Le matériel doit comprendre trois macérateurs, deux en haut et un en bas. Toutes les proportions données sont pour un mètre cube.

Dans l'un des macérateurs supérieurs on fait un brassin avec le malt, en employant 200 litres d'eau pour 100 kilogrammes de malt.

On brasse quinze minutes à froid et on complète à 480 litres. Après un moment de repos, c'est-à-dire dès qu'on a l'extrait de malt, on décante la partie liquide et on l'envoie dans le macérateur inférieur, où l'on ajoute le seigle, et l'on brasse à froid.

Pendant ce temps, dans l'autre macérateur du haut, on travaille le maïs avec 5 hectolitres d'eau à 90 degrés pendant quarante minutes.

On fait couler le maïs dans le macérateur inférieur, de façon à régler la température à 59°-60° ; il faut éviter des températures supérieures, car ici, il ne faut pas coaguler les matières albuminoïdes afin de laisser au moût la valeur nutritive nécessaire pour produire la levure.

On saccharifie deux heures ou deux heures et demie, en agitant de temps en temps.

Le volume total obtenu est d'un mètre cube.

Si, au lieu d'employer de l'orge maltée, on se sert de maïs malté, deux macérateurs suffisent ; en effet, dans le macérateur supérieur, on travaille le malt de maïs (environ 120 kilogrammes et 6 hectolitres d'eau).

On évacue l'extrait de malt par décantation dans le macérateur inférieur où l'on travaille le seigle (120 kilogrammes) et on verse le maïs sur le résidu du malt dans le macérateur supérieur avec 380 litres d'eau. On porte à 90°-92°, pendant quinze minutes, et l'on envoie dans le macérateur inférieur, où l'on laisse reposer à 59°-60° en couvrant et agitant de temps en temps.

Le moût, quelle que soit sa provenance, est refroidi à 32°-36°, souvent à l'aide d'un réfrigérant Lawrence, relié par une pompe avec le fond du macérateur, de façon à établir la circulation continue du liquide à refroidir du réfrigérant au macérateur et de celui-ci au réfrigérant.

Le moût, ainsi préparé, est envoyé à la cuve de fermentation, où se trouve un pied de cuve formé du levain auquel on a ajouté 2 à 2 hect. 5 de moût. On ajoute, par-dessus le moût, 6 hectolitres d'eau à 11 degrés et 6 hectolitres de vinasse à 17 degrés.

Comme il s'agit d'une fabrication de levure, il faut avoir soin de stériliser la vinasse qui pourrait infecter le moût de mauvaises fermentations. Il ne faut pas changer l'ordre de l'envoi des matières dans la cuve de fermentation, car la vinasse, étant très acide, si elle était versée la première, aurait un effet nuisible sur le levain.

Il n'y a rien d'absolu dans les proportions d'eau et de vinasse à ajouter, ni quant à leur température ; ce qu'il faut, c'est s'arranger de façon à obtenir une température finale de 22 degrés en été et de 26 degrés en hiver, avec une

acidité de 2 à 3 grammes par litre, exprimée en acide sulfurique.

La vinasse dont on se sert est la partie claire décantée de la drèche et passée à l'autoclave à 120 degrés pendant vingt minutes pour stérilisation.

Fermentation du moût et récolte de la levure. — La fermentation va commencer, la cuve présente successivement les aspects suivants :

Une heure environ après le chargement, on constate : 1° à la surface des taches blanches de mousse légère ; c'est en définitive peu de temps après la formation du chapeau, composé d'une couche de son de 3 à 4 doigts d'épaisseur, et 2° quelques bulles d'acide carbonique.

Trois heures après le chargement, la masse de son est striée, le dégagement de CO^2 devient plus abondant, les bulles montent, le son est débordé et la cuve se gonfle.

Sept ou huit heures après le chargement, on a, non plus le chapeau, mais une écume persistante formée de grosses bulles et montant sans cesse.

Dix heures après le chargement, les bulles atteignent le haut de la cuve, elles ont une surface laiteuse. Il est bon, à ce moment, de faire passer un courant d'air dans la salle pour aérer la levure étalée sur les bulles.

Douze heures après le chargement, l'écume commence à descendre ; à ce moment la levure est mûre, c'est-à-dire formée en majorité de cellules adultes. On commence alors la récolte par un écumage. Autrefois, il se faisait à l'aide de pelles plates à bout rond pour éviter de ramener du moût.

L'écumage d'une cuve se fait en deux fois.

L'ouvrier occupé à la récolte fait le tour de la cuve, il enfonce la cuiller à moitié de l'épaisseur de la couche de levure ; cela permet à la levure du dessous de s'aérer, pendant qu'il écume les autres cuves, et ce n'est que lors qu'il a fini d'enlever la première couche de toutes les cuves qu'il

commence à enlever la deuxième couche de la première cuve.

Lorsque, sur une cuve, la levure devient rare on l'accumule dans un coin, en râclant, avec une barre de bois, toute la surface de la cuve. Après six à dix heures, les cuves ne donnent plus de levure.

On laisse continuer la fermentation qui dure encore quatorze à vingt heures; elle pourrait durer plus longtemps, mais afin d'évacuer plus vite les cuves, on envoie le moût à la distillation, lorsque la densité de chute est de 2 1/2 ou 1°,5 Balling.

Pendant toute cette fermentation, la température tend à s'élever, le maximum a lieu au moment de la récolte; l'acidité augmente aussi dans une assez grande proportion de 0,4 à 0,6. Cette augmentation est due à la formation d'acide acétique pendant l'aération.

La durée de l'opération a été, du chargement à la récolte, de dix à douze heures; pour l'écumage, de six à dix heures; pour la fin de la fermentation, quatorze à vingt heures.

Les cuves fermentées, sont évacuées dans une citerne où elles sont agitées et, de là, envoyées à la colonne.

Lavage. — La levure recueillie est mise dans une rigole en bois ou en cuivre qui la conduit dans un réservoir, d'où elle coule immédiatement sur un tamis destiné à retenir la drèche. Le tamis est parfois une sorte de blutoir à six faces, d'une longueur de 2 m. 50, tournant de 25 tours à la minute, et incliné à 5°-10°. Parallèlement à l'axe, un tuyau percé de trous amène de l'eau. La levure arrive par la base supérieure à l'intérieur du tamis. Elle tamise avec l'eau; la drèche ne passe pas et est évacuée par le bas.

D'autres fois (fig. 160), le tamis est une sorte de tarare formé de tamis enchicanes.

En dessous de ces tamis se trouvent des plans qui récoltent la levure et l'eau.

Entre le deuxième et le troisième tamis est intercalé un malaxeur où on délaie la drèche avec de la nouvelle eau.

La levure est envoyée, en sortant des tamis, dans des cuves en bois où on la lave à l'eau froide.

Ce lavage a pour but :

- 1° La dissolution de l'alcool entraîné;

- 2° Empêcher les petites cellules de se précipiter;

- 3° Empêcher la fermentation.

Si on employait de l'eau chaude, la dissolution de l'alcool serait moins parfaite, les petites cellules ne surnageraient pas dans l'eau qui serait moins dense et la fermentation pourrait reprendre et donner lieu à l'autophagie de la levure.

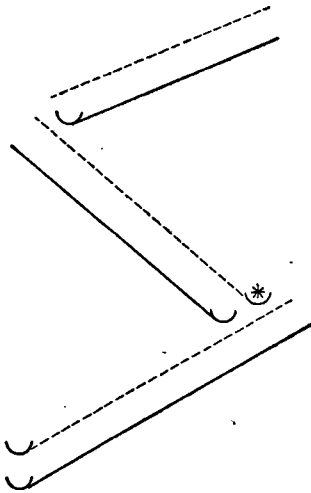


Fig. 160.
Tamis à levure.

Il ne faut pas non plus que l'eau soit trop froide, les grosses cellules ne se précipiteraient pas.

Après deux ou trois heures de séjour dans l'eau froide, le dépôt s'est effectué, on voit nettement trois couches.

La couche supérieure (petites eaux), qui est formée d'eau alcoolisée et de matières grasses; cette couche est distillée et donne des flegmes à 25° ou 30°.

La couche intermédiaire comprend les petites cellules en grappes, elles sont mauvaises au point de vue de la fermentation et sont difficiles à filtrer; ordinairement on les envoie avec les petites eaux, d'autres fois on les filtre. On a proposé d'en diminuer la quantité en récoltant par

petites fractions, en agitant la levure dans l'oxygène ou en lavant à l'eau acidulée. Mais ces procédés n'ont pas donné de bons résultats.

La couche inférieure est formée de bonnes cellules; on les envoie soit dans des bassins en cuivre, soit dans une citerne en ciment.

Pour cela on décante les couches supérieures et on évacue le fond.

Les cuves de lavage sont en bois, carrées et accouplées deux par deux, la paroi de séparation est une glace. Cela permet de voir la formation des couches, lorsque, sur deux cuves, il n'y en a qu'une de pleine. L'eau de lavage doit arriver par le bas pour produire un meilleur effet (agitation).

Pour évacuer le liquide, on met, à différentes hauteurs du bac, des robinets, ou bien on se sert d'un tuyau à charnière dont l'embouchure peut être placée à tel niveau qu'on désire.

Dans certaines usines on fait deux fois le lavage; c'est un mauvais procédé, on épuise la levure et on peut en produire l'involution.

La levure décantée est envoyée dans une citerne en ciment où se trouve un malaxeur.

Là, on ajoute souvent de l'amidon, reconnaissable par l'iode ou par le goût âpre. Cette addition dépend de la clientèle.

Par exemple, souvent pour la Belgique, on ajoute 5 p. 100 d'amidon, pour la Hollande 25 p. 100, pour la France 5 p. 100 + 10 p. 100 fécule, etc.

Pressurage de la levure. — Dans la citerne à levure se trouve la pompe qui doit amener le liquide aux filtres-presses. Les filtres employés sont ordinaires et sans lavages. Les toiles sont en coton serré, imperméables à l'eau, à la pression atmosphérique.

La pompe est à deux corps; un de 10 centimètres de diamètre et l'autre de 3 centimètres.

Au début de l'opération, les deux pistons marchent ensemble. Lorsque la pression est égale à 4 atmosphères, une soupape automatique ferme le grand corps. Cette disposition est indispensable, car une trop grande pression amènerait le craquement des toiles déjà crevassées.

Le deuxième corps de pompe se ferme au moment où la pression atteint 6 ou 8 kilogrammes, lorsqu'on a affaire à de la levure mélangée, à 10 p. 100 d'amidon et 9 ou 10 kilogrammes, lorsqu'on a affaire à de la levure pure.

La durée de pression est d'environ cinq quarts d'heure. Elle est un peu plus longue, si on a affaire à de la levure pure ou non mûre (en grappes), ou grasse.

Avant de débâter les filtres, on doit attendre la fin de l'égouttage. En ouvrant les filtres, on remarque que sur tous les tourteaux, le centre est plus sec et que les tourteaux du centre sont les plus secs. On détache la levure avec des râcloirs et on la reçoit dans des vanes d'osier.

La levure ainsi obtenue est blanc jaunâtre, elle ne doit pas être molle, elle doit se rompre, mais ne pas s'écraser sous le doigt; quand on la coupe, on ne doit pas voir de marbrures blanches formées par des parties farineuses; elle ne doit pas avoir un goût âpre. La levure trop mûre crève au pressurage et les paquets se remouillent.

L'eau de filtration est mêlée aux petites eaux pour la distillation.

Emballage. — La levure venant des presses est transportée dans des vans en osier doublés de toile. On doit l'emballer de suite. On peut cependant la conserver en la tassant ou en la plaçant dans des glacières.

On la façonne soit en paquets, soit en sacs. Si on fait des paquets, on la boudine avec la machine à savon; on la découpe à la scie à ruban et on la pèse sur une machine automatique.

Si on la met en sacs, on la comprime dans les sacs à l'aide d'une presse à vis dont le support est articulé de

manière à permettre de tourner le plateau pendant l'emplissage des sacs qui sont d'ailleurs posés sur un socle résistant.

Les paquets les plus usuels sont de 250 à 500 grammes; ils sont entourés d'une triple enveloppe, la première en parchemin, la deuxième en étain et la troisième en carton léger.

Les sacs sont en toile.

Pour l'Angleterre, ils ont ordinairement un poids de 6 kg. 25 et sont carrés.

Pour la Belgique, ils ont le plus souvent un poids de 10 à 20 kilogrammes et sont ronds.

La méthode autrichienne pour la fabrication de la levure a reçu plusieurs améliorations.

1° Au lieu d'employer des grains à l'état de farine, on les met tremper, sauf le malt qui est toujours concassé; on passe ensuite au broyeur.

Cette trempée pour les grains ordinaires se fait avec de l'eau à une température de 10 à 12° acidulée par 100 centimètres cubes d'acide sulfurique pour 100 kilogrammes de grains; elle est d'une durée de 18 à 40 heures suivant la dureté de l'eau ou la nature du grain. Ainsi pour le seigle et le blé, la durée de la trempée est plus courte que pour le sarrasin et le maïs. Chaque sorte de grain est trempée dans un trempoir spécial. L'eau de trempée est utilisée à la trempée du malt sec. Le broyage des grains se fait à l'aide d'un dépeleur. Le malt est transformé en lait de malt et envoyé au macérateur qui est lui-même muni d'un dépeleur, et on y ajoute environ un tiers du grain. A ce moment on chauffe rapidement à 50°, puis lentement de 50 à 60° tout en ajoutant le reste des grains. Le moût préparé est envoyé chaud sur un tamis pour éliminer la drèche, puis en cuve de fermentation où on le ramène à 31-33°. Ces cuves doivent être à agitateurs.

Lorsque la cuve de fermentation est au tiers pleine, on envoie le levain ; puis on remplit un tiers de la contenance de la cuve avec du moût, de façon à laisser un tiers de vide ; on laisse fermenter une heure et demie, puis on refroidit avec de l'eau ou de la vinasse à 22-23°.

2° La récolte de levure peut se faire automatiquement ; pour cela, à une hauteur déterminée, un peu supérieure au niveau, les cuves ont une fente qui sert de déversoir et qui pourra laisser passer la levure lorsque celle-ci sera poussée par la règle de bois.

MÉTHODE DE L'AÉROLEVURE. — Au lieu de récolter la levure à la surface, on cherche à la recueillir au fond des cuves ; pour cela il faut d'abord changer la nature du moût, c'est-à-dire éviter les moûts visqueux. Dans ce but, on élimine les dextrines en faisant la saccharification aux acides et on coagule les matières albuminoïdes par la chaleur ; on a même proposé de déféquer les gommés à la chaux.

Dans ces conditions la levure tombe au fond. On ne pourra donc la recueillir qu'à la fin de la fermentation. Dès lors, pour que les cellules ne soient pas trop vieilles ni trop altérées, il faut une faible proportion d'alcool dans le moût. On emploie par suite des moûts dilués. Une aération artificielle est aussi nécessaire ; enfin, pour éviter le mélange des drèches à la levure, on doit procéder à une filtration.

1° *Préparation du moût clair.* — Dans ce but on se sert d'une cuve-matière de brasserie munie d'un faux fond, ou d'une cuve-matière ordinaire reliée à un filtre-pressé qu'on peut laver à l'eau et stériliser à la vapeur.

On emploie 105 kilogrammes de matières premières par mètre cube de moût dans les proportions d'un tiers de seigle, d'un tiers de malt, d'un tiers de maïs.

La quantité de grains employée est juste la moitié de celle employée dans la méthode précédente afin d'avoir

des moûts dilués de moitié et dont la richesse alcoolique sera la même à la fin de la fermentation que celle des moûts de la méthode autrichienne au milieu de la fermentation, c'est-à-dire au moment de la récolte.

On remplace quelquefois un peu de seigle par du sarrasin ou par du malt; dans le cas des filtres-presses, il faut toujours laisser du maïs.

Le seigle est trempé, puis broyé.

Le malt est concassé quand on a une cuve-matière à faux fond et moulu quand on a des filtres-presses.

Le maïs est cuit sous pression ou moulu dans le cas de la filtration.

On met à tremper à froid les grains, sauf le maïs lorsqu'il est cuit sous pression. La trempé dure de 2 à 3 heures si les grains sont en farine ou 12 à 14 heures si les grains sont concassés; la trempé se fait dans de l'eau acidulée par 100-250 centimètres cubes d'acide chlorhydrique, ce qui aide à la saccharification, diminue la proportion de dextrine et favorise la filtration.

On procède à une agitation et on ajoute l'eau pour élever la température à 62-65° ou à 50-52°, si on cuit le maïs à part; de sorte qu'après l'addition du maïs chaud on arrive cependant à 62-55°. On maintient cette température pendant une heure et demie et on filtre à l'aide soit du faux fond, soit du filtre-pressé; les premiers jus troubles sont refiltrés. Si le liquide reste trouble, cela tient à la mauvaise qualité du malt.

On épuise ensuite la drèche avec de l'eau à 60°; cette eau est stérilisée et sert à faire la trempé de l'opération ultérieure. On obtient aussi un moût à 8-10° Balling.

On refroidit à 24-25°.

La mise en fermentation se fait dans des cuves de 1 500 à 1 700 litres par 1 000 litres de moût, car il y a beaucoup de mousses par suite de l'aération. Les cuves sont munies d'un réfrigérant.

L'aération se fait à l'aide soit d'un double fond placé à 5 centimètres du fond et sous lequel on souffle de l'air comprimé, soit d'une étoile à 8 ou 12 branches percées de trous pour permettre l'arrivée de l'air. Dans ce cas la somme des sections des trous égale la section du tuyau.

L'air vient d'une pompe de compression qui le puise sur les toits le plus loin possible de l'usine; il est stérilisé; il y a sur la canalisation une soupape de sûreté permettant d'en régler le débit.

Il faut de 12 à 13 mètres cubes d'air pour 1 000 litres de moût.

Quand une cuve est aux deux tiers pleine, on y ajoute 2 ou 3 kilogrammes de levure par 100 kilogrammes de grains, la température est alors 22-24°; on commence l'aération et on maintient la température à 26-30° pendant le travail.

L'aération est modérée au début, on l'active pendant la prolifération et on la diminue à la fin.

On se rend compte de la marche de l'opération en regardant l'épaisseur de la couche de levure dans une éprouvette.

La fermentation part vite, elle donne d'abord une mousse transparente, ensuite de la mousse laiteuse. Lorsque la mousse occupe toute la cuve, on empêche la température de monter au delà de 30°.

La fermentation dure de 7 à 20 heures.

Quand la chute est à 1 ou 2° Balling, on diminue l'arrivée d'air et on refroidit la cuve à 15-18°. On pompe alors le moût dans un bac de dépôt qui consiste en un bac plat d'une hauteur de 30 centimètres muni d'une conduite d'eau et d'un trop-plein.

Aussitôt que la levure est déposée, on décante le moût fermenté qui est à 0°,2 Balling et on l'envoie à la distillation.

Le dépôt est lavé deux ou trois fois et la pâte qui reste est envoyée à la manutention de la levure.

Au lieu de cette décantation, on envoie quelquefois le moût au turbinage.

Cette méthode donne une levure moins pure que la méthode autrichienne. La levure est plus lente, mais plus durable, si elle est bien exempte d'albuminoïdes.

Elle a l'avantage pour les grandes usines d'éviter le tamisage de la drèche. On a beaucoup plus de levure, mais moins d'alcool.

Nous verrons plus loin ce qu'il faut penser du rendement.

Souvent cette levure est infectée de mycodermes. Pour l'éviter, on a proposé, après l'addition du malt et la saccharification, de porter à l'ébullition, ce qui d'ailleurs achèverait la saccharification, puisque le milieu est acide, et ce qui détruirait les dextrines et coagulerait les albuminoïdes.

Mais c'est trop coûteux.

ALLURE GÉNÉRALE D'UNE FERMENTATION D'ALCOOL DE GRAINS.

Dans toutes les méthodes de production d'alcool de grains, on conduit la fermentation comme celle des pommes de terre.

La marche de la fermentation est identique.

Si on opère aux acides, il n'y a pas de chapeau, ni de période complémentaire.

RENDREMENT DE LA FABRICATION DE L'ALCOOL DE GRAINS.

Rappelons que les rendements en alcool sont indiqués en litres d'alcool par les chiffres suivants :

	Très bon trav.	Bon trav.	Moyen trav.	Mauvais trav.
Dans les méthodes à l'eau chaude, 100 kg d'amidon donnent	59	56	51	48
Dans les méthodes à la vapeur, 100 kg d'amidon donnent	62	60	56	51

Il résulte de ce que nous savons que pour des grains d'une richesse moyenne de 60 p. 100 d'amidon, 100 kilogrammes de grains doivent donner en litres d'alcool :

	Très bon trav.	Bon trav.	Moyen trav.	Mauvais trav.
Méthodes à l'eau chaude.	35,4	33,6	30,6	28,8
Méthodes à la vapeur.	37,2	36	33,6	30,6

Lorsque l'on fait de la levure les rendements sont moindres, mais on peut établir la comparaison en admettant que 1 litre d'alcool peut être remplacé par 2 kilogrammes de levure.

En effet 100 kilogrammes de sucre peuvent fournir 25 kilogrammes de matières sèches de levure ou 100 kilogrammes de levure pressée à 33 p. 100 d'humidité extérieure.

Donc 60 kilogrammes d'amidon, équivalents de 66 kilogrammes de sucre, peuvent donner 66 kilogrammes de levure pressée.

Or dans un travail moyen on aurait 33,6 d'alcool.

Donc 1 litre d'alcool équivaut sensiblement à 2 kilogrammes de levure pressée.

Cela posé, disons que dans la méthode hollandaise, on a en moyenne 26 l. 5 d'alcool + 4 kg. 5 de levure équivalant à 2 l. 25 d'alcool; soit un rendement de 28 l. 5 en alcool.

Dans la méthode viennoise, on a 29 litres d'alcool + 11 kilogrammes de levure; soit un rendement de 29 + 5,5 = 34 l. 5 en alcool.

Par l'aérolevure on a 11 l. 5 d'alcool + 25 kilogrammes de levure; soit un rendement de 11,5 + 12,5 = 24 l.

On voit que l'aérolevure n'est pas de bon rendement; la méthode viennoise l'est au contraire, cela tient à ce que la vinasse repasse dans le mout.

Contrôle de la fabrication de l'alcool de grains au malt et aux acides. — ANALYSES POUR LE TRAVAIL AU MALT. — Les ada-

lyses à effectuer sont celles indiquées pour les pommes de terre.

En fabrication de levure, il est bon d'étudier le moût au point de vue bactériologique. On étudie le nombre de cellules mortes, le nombre de bactéries, etc. (voir *Microbes et Distillerie* pour ces questions). De même il est bon de caractériser la levure pressée et l'aérolevure (voir *ibidem*).

Dans le travail des grains aux acides, on suit le moût en fermentation et fermenté comme les moûts de betteraves.

ECRITURES A TENIR. — *Feuille de cuve.*

Feuille de cuve.

		APPORT EN AMIDON		
		Mais	Seigle	Malt
Cuve n° A.				
Commencement du remplissage				
Fin	—			
Mise en levain	Cuiseur n° C			
Chute	— n° C + 1			
Distillée	Etc.			
	Levain.			
		Total	Total	Total
	Total général.			

Volume initial.

Température initiale après l'addition du levain.

— finale.

Densité initiale

— finale

Acidité initiale

— finale

Alcool produit

Rapport $\frac{\text{alcool}}{\text{amidon}}$

REMARQUE. — Tous les numéros sont des numéros de série commençant à 1 et continuant jusqu'à la fin de la campagne.

I. Décompte des cuves (n^{os} de série).

	Inventaire actuel	Inventaire précédent
Cuves distillées.	D	D'
— en cours de travail. . .	F	F'
— remplies pendant la période	(D + F)	(D' + F')D - D'
Alcool produit (inventaire de la colonne).	A	A'
Rendement par cuve distillée.	$\frac{A - A'}{D - D'}$	

II. Décompte des matières premières (n^{os} d'ordre des sacs de 100 kg)

APPAREILS DIVERS	ORGE				MALT				MAÏS etc
	1	2	+	-	1	2	+	-	
En magasin									
Entrées ou sorties en nature									
Au trempoir.									
Au germoir									
Au cuiseur									
Aux cuves en cours. . .									
Aux cuves à distiller . .									
Total.									

Dans la colonne 1 inventaire actuel.

— 2 — précédent.

— + ou — balance.

CELLULOSE

Une troisième catégorie de matière première de l'alcool, la cellulose, n'est pas employée dans la pratique.

1° Dans la fabrication de la pâte de bois pour papeterie, il y a 20 p. 100 du bois qui se trouvent saccharifiés. Mais on n'utilise pas la mannose et la xylose qui doivent se trouver en abondance dans les eaux résiduaires.

2° La saccharification de la cellulose (ou de la tourbe),

a été tentée à l'aide d'acide sulfurique concentré; on aurait une forte proportion de sucres réducteurs et de dextrines.

Seulement il s'agit d'une industrie qui serait très dispendieuse à cause de l'usure du matériel et de la perte considérable d'acide concentré, lequel ne sert plus à l'état dilué.

INDUSTRIE DE L'ACIDE CARBONIQUE

Certaines usines sont installées pour recueillir l'acide carbonique se formant pendant la fermentation et qui est employé à la fabrication des eaux gazeuses, du caoutchouc, de la céruse, ou de la glace.

Cet acide est utilisé à l'état liquide. L'opération comprend donc :

- 1° La captation,
- 2° La purification,
- 3° La liquéfaction par compression.

Lorsqu'on doit recueillir l'acide carbonique, on laisse au-dessus des cuves environ un mètre de vide, pour qu'il n'y ait pas trop d'air mélangé au gaz; il serait en effet difficile de le comprimer.

La captation se fait par l'aspiration à la surface des cuves.

Il y a plusieurs sortes d'aspirateurs :

1° Une sorte de parachute descendu au niveau du liquide est relié par la partie supérieure à une pompe.

2° Un entonnoir nageant à la surface est relié à la pompe par un long tuyau passant à l'intérieur de la cuve, au-dessus se trouve un diaphragme pour empêcher le courant d'air.

3° Un serpentín placé au-dessus du niveau du liquide et percé de petits trous pour l'aspiration.

Le gaz ainsi recueilli est soumis à une compression de

deux atmosphères qui a pour but l'élimination d'une grande partie de l'eau entraînée. C'est alors que commence la purification.

On fait d'abord passer le gaz dans une série de flacons laveurs en fonte contenant de l'eau dans le but d'éliminer les levures et les matières solides; l'eau de ces flacons doit être courante, elle se renouvelle par une pompe et s'évacue par un siphon; de là, le gaz se rend dans un flacon laveur en plomb contenant de l'acide sulfurique pour éliminer l'eau, les éthers et les matières empyreumatiques. Puis le gaz passe dans un flacon contenant du carbonate de soude et du permanganate de potassium pour arrêter les acides volatils.

Enfin on procède à la dessiccation en faisant passer à nouveau dans de l'acide sulfurique.

Le gaz ainsi purifié est soumis à la compression pour le liquéfier.

Dans cette opération il faut éviter l'échauffement au-dessus de la température correspondant au point critique qui est 31° pour l'acide carbonique; pour cela on donne une première pression de 50 atmosphères⁽¹⁾ et on fait passer le gaz dans un réfrigérant. De là, il se rend dans un deuxième appareil où on le comprime à 70 atmosphères, puis il est détendu dans un serpentin plongeant dans l'eau froide.

Il prend alors une température et une pression convenables à la liquéfaction.

Avec huit chevaux de force, on fait 25 kilogrammes à l'heure.

Avec douze chevaux de force, on fait 50 kilogrammes à l'heure.

L'acide carbonique liquide est mis dans des bouteilles

(1) Certains constructeurs se contentent des atmosphères.

en acier, essayées à 100 atmosphères, il est d'un transport difficile et coûteux,

Il y a des industries où l'on emploie l'acide carbonique sans le comprimer ; par la combinaison avec du carbonate de soude et de l'eau, on forme un bicarbonate qui par la chaleur se décompose en acide carbonique et en carbonate régénéré. En fait, l'opération est très difficile, car il faut mettre juste la quantité de carbonate et d'eau qu'il faut pour faire le bicarbonate, de plus, l'attaque n'est pas régulière, de sorte qu'on transporte encore inutilement un poids mort de carbonate inattaqué (').

(') L'acide carbonique, d'une manière générale, s'obtient par un grand nombre de voies différentes qui font forcément concurrence à la précédente.

On peut classer les différents procédés ainsi :

Utilisation des sources naturelles.

Utilisation de l'acide de fermentation, lequel provient plutôt de la distillerie que de la brasserie ; car la fermentation haute se passe en tonneaux et la basse est trop lente.

Lorsque les deux produits précédents sont suffisamment purs, on les utilise directement ; lorsqu'ils sont impurs on les utilise par voie de carbonatation, procédé employé également pour utiliser l'acide des fours à coke ou des fours à chaux.

TABLE DES MATIÈRES

DÉFINITIONS.	1
HISTORIQUE DE LA DISTILLERIE.	2
Ancienneté des boissons fermentées.	2
Ancienneté de la distillation.	3
Application de la distillation à l'extraction de l'alcool .	4
PÉRIODE ANCIENNE.	4
1780.	6
PÉRIODE ACTUELLE.	8
STATISTIQUE GÉNÉRALE.	9
France.	17
Étranger.	10
ALLEMAGNE.	17
BELGIQUE.	18
AUTRICHE-HONGRIE.	18
DIVERS.	19
DES IMPOTS EN DISTILLERIE.	19
France.	20
Russie.	20
Suisse.	20
Italie.	21
Belgique.	21
Grande-Bretagne.	21
Espagne.	21
Roumanie.	21
États-Unis.	21
Allemagne.	22
Autriche-Hongrie.	23
QUESTIONS THÉORIQUES.	24
Alcool. Modes de production. Propriétés.	25
PROCÉDÉS CHIMIQUES.	25

PROCÉDÉS MICROBIENS	25
PROPRIÉTÉS PHYSIQUES	26
PROPRIÉTÉS CHIMIQUES	27
DOSAGE DE L'ALCOOL, ALCOOMÉTRIE	29
<i>Compte-gouttes de Duclaux</i>	30
<i>Ebullioscopes</i>	30
<i>Densimètres et aéromètres</i>	33
<i>Alcoomètres</i>	34
Alcoomètre Gay-Lussac	35
Tables de correction	40
Tables de la Régie	43
Alcoométrie en Autriche	44
Alcoomètre Tralles	44
Hydrométrie en Angleterre	45
Preuve de Hollande	46
Alcoométrie pondérale	47
Alcoométrie officielle allemande	48
1 ^{er} Appendice	49
2 ^e Appendice, Problème du mouillage	50
Cas particuliers, alcool et eau	51
CHIMIE DES PRINCIPES IMMÉDIATS INTERVENANT EN DISTILLERIE	51
Matières minérales	52
Substances organiques	52
POLARISATION ROTATOIRE	52
<i>Polarimètres</i>	54
<i>Saccharimètres</i>	56
<i>Dosage d'un sucre quelconque</i>	58
<i>Cas du mélange des sucres</i>	60
Hydrates de carbone	62
SUCRES	62
<i>Première classe. Sucres non dédoublables</i>	63
Mannite	63
Caractères analytiques	63
Sorbite	64
Sucres réducteurs	64
Caractères analytiques	65
Xylose	65
Arabinose	66
Glucose	66
Galactose	69
Mannose	69
Glucose	70
Lévilose	70
Sorbose	71
2 ^e classe. <i>Sucres dédoublables</i>	71
Saccharose	71

Maltose	74
Tréhalose	74
Mélibiose.	74
Lactose	74
Raffinose	75
Gentianose	75
GLUCOSIDES	76
ANALYSE DES SUCRES.	77
<i>Liqueur de Fehling</i>	77
Emploi de la liqueur de Fehling. Analyse rapide . .	80
Calcul de la teneur en sucre	81
Titrage de la liqueur de Fehling	81
Emploi de la liqueur de Fehling. Méthodes précises.	83
Application de la liqueur de Fehling aux mélanges.	
Méthode approchée	84
Méthode précise.	85
<i>Intervention de la polarisation</i>	86
<i>Méthode de Lindet.</i>	86
<i>Méthode biologique</i>	87
AMIDON.	87
<i>Fécule</i>	87
<i>Microscope polarisant</i>	88
<i>Amidons de blé, seigle et orge</i>	89
<i>Amidons des légumineuses</i>	90
<i>Grains composés</i>	90
PROPRIÉTÉS	91
Propriétés physiques	91
Constitution	94
Propriétés chimiques. Action de la chaleur	96
Action de l'iode	96
Action des oxydants	97
Action des bases.	97
Action des acides	98
Amidon soluble	99
Action de la diastase.	99
Isomaltose et malto-dextrine	101
Dextrine stable	102
HYDRATES DE CARBONE DIVERS.	102
<i>Pentosanes</i>	103
<i>Hexanes</i>	103
<i>Lichénine.</i>	104
SUR LES MATIÈRES PECTIQUES	104
CELLULOSE C ⁶ H ¹⁰ O ⁵	105
<i>Dosage des hydrates de carbone autres que les sucres.</i>	107
Dosage des pentosanes.	107
Dosage de l'amidon. Méthode par dosage direct de la	
glucose.	109

<i>Méthodes de première approximation</i>	109
Méthode Sacchsse	109
Méthode Reinke	111
Méthode Mørker	111
<i>Méthodes de deuxième approximation</i>	112
Méthodes de dosage de l'amidon par fermentation de la glucose	113
Méthode Efront	114
Méthode Lindet	116
Dosage des dextrines	117
Dosage d'un mélange de dextrines et de glucose	117
Dosage d'un mélange de dextrines et de maltose	118
Dosage d'un mélange de dextrines, de glucose et de maltose	118
Dosage de la cellulose	118
Matières différentes des hydrates de carbone	119
ACIDES	119
<i>Acide formique</i>	119
<i>Acide acétique</i>	119
<i>Acides gras supérieurs</i>	120
<i>Acide oléique</i>	120
<i>Acide lactique</i>	120
<i>Acide tartrique</i>	121
<i>Acide malique</i>	121
<i>Acide citrique</i>	122
<i>Acide oxalique</i>	122
<i>Acide succinique</i>	123
<i>Recherche des acides organiques</i>	123
<i>Dosage des acides organiques</i>	123
CORPS GRAS	125
LÉCITHINE	126
CHOLESTÉRINE C ²⁶ H ⁴³ OH	126
MATIÈRES AZOTÉES	126
<i>Nitrates</i>	126
<i>Ammoniaque</i>	127
<i>Amines</i>	127
Choline	128
Neurine	128
Guanidine	128
<i>Amides</i>	128
Glycoocolle	128
Analine	128
Acide aspartique	128
Acide glutamique	129
Asparagine	129
Glutaminé	129

Leucine	129
Bétaïne.	129
Sarcosine.	129
Tyrosine.	129
Série de la purine	130
Xanthine.	130
Hypoxanthine.	131
Divers.	131
Allantoïne	131
Carnine et arginine.	131
Lysine	132
Hystidine.	132
Exemples de séparation des amides	132
Caractères de l'asparagine et de la glutamine	133
<i>Matières albuminoïdes (type albumine de l'œuf)</i>	134
Propriétés générales des albuminoïdes	134
Constitution vraisemblable.	134
Classification des matières albuminoïdes végétales	135
Réactions des matières albuminoïdes (1, 2, 3, 4, 5).	136
Enzymes	137
Propriétés	140
Classification.	141
Enzymes de l'orge.	142
Détails sur la saccharification.	142
Substances activantes et retardatrices	144
Possibilité de deux éléments dans l'amylase	146
Préparation d'amylase supposée pure.	148
Autres diastases. Glucose	150
Takadiastases	151
Diastase des germes de blé.	151
Diastases diverses	151
Enzymes hydrolysants des levures.	152
Sucrase	152
Préparation	152
Facteurs de l'action de la sucrase	153
Maltase	157
Enzymes oxydants ou oxydases.	159
Laccase	159
Tyrosinase	160
Oenoxydase	160
Peptases	161
Pepsine	161
Action de la pepsine sur les albuminoïdes	161
Trypsine	162
Présure	162
Enzyme protéolytique de la levure	163
Zymase	164
Peptones	168
Alcaloïdes véritables.	169
Dosage des éléments azotés	169

MICROBIOLOGIE	171
Levure	172
FORME	172
ACTION DE L'AIR	172
ALIMENTATION	173
AUTOPHAGIE	175
RÉSUMÉ.	176
PRODUITS DE LA FERMENTATION.	176
RACES DE LEVURE.	177
ANTISEPTIQUES.	178
SOURCES DE LEVURE.	180
Moisissures	182
Bactéries	184
BACTÉRIES HYDRATANTES.	185
BACTÉRIES OXYDANTES	185
BACTÉRIES DE RÉDUCTION	185
BACTÉRIES DE DÉDOUBLEMENT.	186
ÉTUDE DES PRODUITS NATURELS D'OU L'ON TIRE L'ALCOOL	187
Classification	188
PRODUITS FOURNISSANT DES SUCRES	188
<i>Plantes fournissant des sucres</i>	188
PLANTES A RACINES SUCRÉES	188
Betterave.	188
Nature, développement, composition.	188
Maladies de la betterave	191
Betteraves de distillerie	193
Achat de la graine	196
Achat des betteraves	197
Contrôle de l'achat	198
Poids de la betterave	198
Richesse en sucre de la betterave	199
Echantillonnage	199
Dosage du sucre dans le jus (méthodes indirectes)	200
Dosage par extraction aqueuse (méthodes directes)	202
Mélasse de betteraves.	203
Achat des mélasses.	206
Dosage du sucre. Polarimètre	206
Dosage du sucre total en invertissant et en dosant à la liqueur de Fehling	208
Méthode par fermentation.	208
Etude de la richesse saline de la mélasse	210
Chicorée.	210
Dahlia.	210
Gentiane.	211
Garance.	211
Asphodèle et Scille.	211
Navet, carotte, panais.	212

PLANTES A TIGES SUCRÉES.	212
<i>Cas des tubercules tiges</i>	212
Topinambour.	212
<i>Plantes donnant le sucre par les tiges proprement dites.</i>	214
Maïs et seigle	214
Canne à sucre	214
Mélasse de canne à sucre.	216
Dosage du sucre dans les mélasses de canne.	217
Agave.	217
Erable.	218
Dattier.	218
Chiendent	218
PLANTES CONTENANT LE SUCRE DANS LEURS FRUITS	218
Genévrier	219
Dattier.	219
Ananas et banane	220
Mûrier.	221
Figuier	221
Caroubier	222
Fruits de la famille des rosacées	223
Cerise.	223
Pêche	224
Abricot	225
Prune	225
Mirabelle	225
Quetsch	225
Pruneau.	226
Fraise.	226
Ronce et framboise.	227
Coing.	127
Nêlle	227
Corme et sorbe	228
Poire	228
Pomme	228
Raisin	230
Raisin sec	231
Figue de Barbarie	232
Groseille.	232
Grenadé	233
Fruit du cornouiller	233
Airelle.	233
Cucurbitacées	233
Sureau	234
Analyse.	234
<i>Matières premières sucrées d'origine animale</i>	234
Lait	234
Miel	236
MATIÈRES PREMIÈRES AMYLACÉES.	237
<i>Plantes utilisées pour les racines</i>	237
Patate.	237
Igname	237
LÉVY. Les Moutts et les Vins.	41

Salep	237
Arrow-root. — Manioc	238
<i>Plantes féculentes utilisées pour la tige</i>	238
Pomme de terre	238
Analyse des pommes de terre	243
Prise d'essai	243
Dosage par l'humidité	243
Dosage par la densité	243
Carafe Dupont	244
Féculomètres	244
Méthode de la balance hydrostatique	244
Dosage chimique	245
Méthode précise	245
Méthode plus rapide	245
Résidus de féculerie	246
Sagou	246
<i>Matières premières à fruits féculents</i>	247
Légumes	247
Banane	247
Divers	248
Sarrasin	248
Orge	249
Drèches de brasserie	253
Riz	253
Maïs	254
Avoine	258
Seigle	259
Blé	260
Résidus d'amidonnerie	262
Doura ou dari	263
Analyse des grains	263
Méthode approchée	263
Dosage de l'huile	264
Dosage des autres éléments	264
Dosage de l'amidon par le malt	264
Tourteaux	265
LICHENS D'ISLANDE	266
<i>Matières premières cellulosiques</i>	267
Bois	267
Tourbe	267

DEUXIÈME PARTIE

TECHNIQUE DE LA FABRICATION DES VINS ET DES MOUTS

Betterave	269
REMARQUES PRÉLIMINAIRES	269
CONSERVATION DES BETTERAVES	270
RÈGLES A OBSERVER PENDANT LA CONSERVATION DES BETTE- RAVES	271

<i>Système des tas</i>	272
Tas ordinaires	272
Système Champonnois	273
<i>Types de silos</i>	274
Silo ordinaire	274
Type à escarbilles	274
Type à cheminée	274
Type pour transporteur hydraulique	275
TRAVAIL DES BETTERAVES	277
TRANSPORT DES BETTERAVES	277
<i>Transport horizontal</i>	278
Moyens discontinus	278
Moyens continus	278
Brouette	280
Tombereau	280
Cas du Decauville	281
Câble aérien	283
Toile sans fin	285
Transporteur hydraulique	285
<i>Séparation de l'eau et des betteraves</i>	288
<i>Transport vertical des betteraves</i>	289
Élévateur à palettes	290
Chaîne à godets	291
Hélice	293
A la suite du transporteur	
1 ^{er} cas. Séparation de l'eau et élévation des betteraves	295
2 ^o cas. Élévation des betteraves et de l'eau	296
<i>Transport oblique</i>	297
LAVEURS A BETTERAVES	297
Type à tambour	299
Type à auge	300
Modifications apportées aux laveurs	302
Epierreurs	302
BASCULE	304
EXTRACTION DU JUS DE BETTÈRÀVE	304
<i>Du rôle de l'acide sulfurique</i>	305
MÉTHODE DES PRESSES CONTINUES	306
Râpes	306
Râpes à lames externes	308
Râpes à sabots	308
Râpes à lames internes	311
Bac de râpe. Malaxeurs	313
Malaxeurs extracteurs	313
Pompes	314
Presses	315

TABLE DES MATIÈRES

Nécessité de plusieurs pressions	315
Construction de presses continues	318
Presse Champonnois	318
Comparaison de 2 et de 3 pressions	320
Presse Dujardin	321
Presse Colette	324
<i>Dépulpeur</i>	324
<i>Installation générale.</i>	325
PROCÉDÉS PAR MACÉRATION OU DIFFUSION	327
Historique	327
Macération	329
Coupe-racines	330
Coupe-racines centrifuges. Type Champonnois	330
Distribution des cossettes au macérateur	334
Acidulation des cossettes	335
Installation de l'acide dans une petite fabrique	335
Coupe-racines non centrifuges	335
Coupe-racines horizontaux	336
Porte-couteaux	337
Couteaux	339
Affutage des couteaux	340
Coupe-racines non centrifuges, non horizontaux	340
Appareils de macération	341
Lexivigation méthodique	343
Marche de la macération	345
Marche à l'eau. Cas de 5 macérateurs	347
Calcul de l'épuisement d'un macérateur	350
Marche à la vinasse	352
Disposition générale de l'usine pour le travail par macération	353
Diffusion	354
Avantages et inconvénients	354
Températures à la diffusion	355
Soutirage	356
Vitesse de circulation de l'eau	357
Gaz de la diffusion	358
Diffuseurs	358
Annexes des diffuseurs	362
Calorisateurs	362
Tuyauterie	363
Plancher	364
Bacs jaugeurs	364
Fosse à cossettes	365
Matières premières des diffuseurs	365
Nombre de diffuseurs	367
Diffusion à l'eau	368
Marche de la diffusion à l'eau en distillerie	370
Diffusion à la vinasse	372
Marche à la vinasse	373
Presses	374
Presse Kluseman	374

Presse Bergreen.	375
Ensemble de l'installation par diffusion.	375
Système Guillaume.	376
Système Garez	377
Système Naudet	377
Comparaison des trois procédés	378
Etude de la quantité d'eau	378
Etude du sucre perdu	381
Etude la valeur des pulpes.	381
Etude de la dépense de combustible.	381
<i>Macération-Diffusion.</i>	389
BAC REFROIDISSEUR. BAGS PRÉPARATOIRES	390
CONTRÔLE DU TRAVAIL DE L'EXTRACTION DU JUS	390
<i>Surveillance du jus</i>	390
<i>Surveillance de l'épuisement des cossettes et de la pulpe</i>	390
<i>Comptabilité</i>	394
STÉRILISATEURS	395
FERMENTATION DU JUS DE BETTERAVE	397
<i>Cuverie.</i>	398
<i>Mise en fermentation du jus de betterave</i>	400
Méthode par pied et coupages	400
Méthode par cuve-mère	402
Méthode par levains.	403
Appareil Barbet	406
Méthode mixte	406
Méthode par levains de levures pures	407
Méthode mixte par levure pure	407
Mise en fermentation anormale	408
Accidents pendant la fermentation.	409
Refroidissement	409
Echauffement trop fort.	409
Mauvaises fermentations.	409
Contrôle à la fermentation	411
Analyse du moût fermenté	411
Comptabilité de la cuverie	412
RENDEMENT DES BETTERAVES.	412
PROCÉDÉS SPÉCIAUX.	413
Mélasse de betterave.	414
RÉCEPTION	414
ÉLÉVATION	415
TRAVAIL DE LA MÉLASSE.	416
<i>Délayage.</i>	418
<i>Dénitrage</i>	418
<i>Refroidissement.</i>	419
<i>Dilution</i>	420

TRAVAIL DES MÉLASSES AVEC FILTRATION DES MOUTS	422
FERMENTATION DES MÉLASSES.	422
<i>Cuverie.</i>	422
MISE EN FERMENTATION DES MÉLASSES	423
Pied de mélasse pure	424
» et grains en mélange	424
Levains.	425
Ancienne méthode Jacquemin.	426
Levures pures nouvelles	427
Méthode de la cuve mère.	428
Méthode par coupage	428
Méthode Barbet.	428
Marche de la fermentation des mélasses	428
Accidents	429
Langueur	429
Fermentation visqueuse	429
« boueuse	429
<i>Cuve d'attente</i>	430
<i>Résumé de l'installation du travail des mélasses.</i>	430
<i>Rendement des mélasses.</i>	431
<i>Contrôle de la fabrication des mélasses.</i>	431
Analyses	431
Comptabilité	431
<i>Appendice aux mélasses : levure pressée</i>	432
Topinambour	432
Garance	433
Gentiane.	434
Canne à sucre	434
MOULINS.	434
DIFFUSION.	436
MACÉRATION DES BAGASSES	437
Mélasse de canne	438
FERMENTATION DANS LES DIFFÉRENTS PAYS DU VESOU ET DE	
LA MÉLASSE DE CANNE.	438
<i>Cuba</i>	438
<i>Java</i>	439
<i>Jamaïque.</i>	440
<i>Malacca, rhum inférieur</i>	441
<i>Guadeloupe.</i>	441
<i>Martinique</i>	443
<i>Méthode Barbet.</i>	443
Mélasses de betterave et de canne mélangées.	444
Sorgho.	445
Caroube	446
Vins	448

<i>Cuves</i>	450
<i>Fermentation</i>	451
VINS BLANCS.	453
<i>Mars</i>	454
Vins de sucre.	455
Piquette	456
Distillation directe.	456
<i>Lies</i>	457
CONTRÔLE DE LA FABRICATION	457
Fabrication du cidre.	458
MÉTHODE PAR PRESSEIRS.	458
<i>Pilage</i>	458
<i>Pressurage</i>	460
Presses continues	461
MACÉRATION.	461
DIFFUSION.	461
FERMENTATION.	461
Fermentation des fruits divers.	462
FRUITS A NOYAUX.	462
<i>Cerise</i>	463
<i>Autres fruits à noyaux.</i>	463
FRUITS SANS NOYAUX	463
FRUITS SECS.	464
Alcools de matières sucrées animales	464
ALCOOL DE MIEL	464
ALCOOL DE LAIT	465
<i>Kephir</i>	465
<i>Koumyss</i>	465
Fabrication de l'alcool des matières amylacées.	465
PRINCIPE	465
POMME DE TERRE.	465
<i>Principe du travail</i>	466
Travail au malt	466
Transport.	467
Laveurs.	468
Laveur Joly.	469
Laveur Eckert.	469
Laveur Héring.	470
Laveurs mixtes	471
Laveur Venueth-Ellenberger	471
Pesage.	471
Cuisson	471
Théorie	471
Cuisson sous pression	472
Appareil Hollefreund.	473
Marche de l'appareil.	474

Appareil Bohm	478
Appareil Henze	479
Marche de l'appareil Henze	483
Choix d'un appareil	485
Dimensions	485
MALT	486
<i>Malts de distillerie</i>	486
Travail de l'orge	487
Malt court pelleté	487
Malts longs	488
Malt feutré	488
Malt long par sueur froide ou malt hongrois	489
Maltage pneumatique	489
Autres malts utilisés en distillerie	489
Malt d'avoine	490
Malt de seigle	490
Malt de blé	490
Malt de maïs	491
Du germoir	492
Malt vert	492
Conservation, séchage du malt	493
Essai des malts en distillerie	494
Malt vert	494
Malt sec	495
Broyage du malt	496
Types à cylindres	496
Broyeurs à meules plates	498
Lait de malt	499
Préparateur à lait de malt	500
Type Hollefreund	500
Type pile hollandaise	500
Type Bohm	501
<i>Travail à l'acide fluorhydrique</i>	504
Macération	504
Principe	504
Réfrigération et classification	506
Classification des macérateurs	507
Macérateurs à réfrigération totale	507
Macérateurs à réfrigération totale et à agitateurs faibles	507
Macérateurs à réfrigération totale et à agitateurs forts	508
Macérateurs à réfrigération partielle et rapide	510
Réfrigérants	518
Refroidissement par l'air	518
Refroidissement par l'eau	519
Nature de l'eau	519
Réfrigérants à eau	520
Surface d'un réfrigérant	523
Description des principaux réfrigérants à eau	525

Systèmes à eau extérieure.	525
Systèmes à eau extérieure et intérieure	527
Systèmes où l'eau est intérieure aux tubes	527
Réfrigérants utilisant l'air et l'eau.	528
Type à agitateur.	528
Type à nappe de moût	528
Réfrigération à la glace	529
Filtration des moûts	530
Description des filtres à moûts	531
Description des filtres indépendants du macérateur	531
Description des filtres placés sur le macérateur	533
Réfrigération des moûts filtrés	534
Thermomètres	534
<i>Moûts exceptionnellement épais.</i>	535
<i>Travail à l'acide fluorhydrique.</i>	535
<i>Travail des pommes de terre pauvres avec addition d'amidon.</i>	536
<i>Travail des pommes de terre mélangées aux mélasses.</i>	536
<i>Cuisson continue</i>	536
<i>Travail des pommes de terre aux acides</i>	536
<i>Drèche de féculerie</i>	537
TRAVAIL DE LA PATATE	537
Contrôle de la fabrication du moût de pomme de terre.	538
Travail au malt, analyses à faire.	538
Travail aux acides	539
<i>Mise en fermentation des pommes de terre au malt</i>	541
Température initiale	541
Procédés de mise en fermentation	541
Cuverie : cuves ; systèmes de réfrigération	541
<i>Méthodes de fermentation ; levains</i>	551
Installation d'une usine à alcool de pommes de terre par le malt	563
Quantité d'eau nécessaire.	564
Rendement obtenu dans le travail des pommes de terre	564
Méthodes pour calculer la dose d'amidon qui se trouve dans un moût.	565
Contrôle de la fermentation des moûts de pommes de terre	566
Surveillance des levains	566
Surveillance des moûts en fermentation.	568
Contrôle par comptabilité d'une distillerie de pomme de terre	569
Contrôle du travail aux acides	570
TRAVAIL DES GRAINS	570
<i>Choix de la matière première.</i>	570
<i>Conservation des grains</i>	570
<i>Manutention des grains</i>	571

TABLE DES MATIÈRES

Transports verticaux.	571
Transports horizontaux.	573
Transports dans les deux sens	574
<i>Nettoyage des grains</i>	574
<i>Mouture des grains tendres</i>	575
Moulin.	575
Moulins progressifs	578
Mouture par cylindres.	578
<i>Mouture des grains durs</i>	579
<i>Alcoolisation des grains</i>	580
Principe	580
Travail au malt	581
Cuves matières	582
Travail des grains tendres au malt	584
Anciennes méthodes allemande et belge.	585
Ancienne méthode autrichienne.	586
Ancienne méthode française	586
Ancienne méthode hollandaise	586
Méthode par la vapeur.	588
Méthode anglaise. Méthode à mouës décantés	590
Travail aux acides	591
Travail mixte	591
Travail des grains durs	591
Travail du maïs non malté à l'eau chaude pure	592
Méthodes de cuisson à la vapeur	594
Maïs entier sans trempé	594
Méthodes avec trempé	596
Procédé avec concassage	597
Procédé à l'air comprimé ou procédé Mandl	597
Méthode du maïs malté.	598
Emploi pour le maïs de ferments solubles de provenance différente du malt	599
Méthode par l'Amylomyces	599
Travail du riz par ferments solubles	601
Travail du Sorgho ou Dari en Belgique	601
Travail des grains durs aux acides.	602
Méthode italienne	602
Méthode Forest Bondonneau	604
Travail aux acides sous pression	604
Marche de l'opération	606
Procédé Billet	607
Travail mixte aux acides.	608
Procédé Warein-Defrance.	608
Travail du mélange des grains tendres et des grains durs	608
Travail à l'air libre	608
Travail sous pression	609
Travail des grains en mélange pour fabrication de levure pressée.	609

<i>TABLE DES MATIÈRES</i>		651
Méthode autrichienne.		611
Allure générale d'une fermentation d'alcool de grains.		627
Rendement de la fabrication de l'alcool de grains. .		627
Contrôle de la fabrication de l'alcool de grains au malt et aux acides		628
Analyses pour le travail au malt		628
Écritures à tenir		629
Cellulose		630
Industrie de l'acide carbonique		631

ÉVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY

ERRATA

Page 100, 14^e ligne, *permuter* premières et troisièmes.

Page 115, 7^e ligne, *lire* 400 *au lieu de* 40.
