

L. BARGERON

INGÉNIEUR-AGRONOME
INSPECTEUR DU TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE

1402

Les Résidus

des

Industries agricoles

Compositions

Utilisations industrielles et agricoles. — Épuration

*(Sucrerie de betterave et de canne — Vinification
Brasserie — Cidrerie — Laiterie — Distillerie — Féculerie — Amidonnerie)*

PRÉFACE DE M. U. DUFRESSE

DIRECTEUR DE L'ÉCOLE NATIONALE DES INDUSTRIES AGRICOLES

PARIS

SOCIÉTÉ D'ÉDITIONS TECHNIQUES

16, RUE DU PONT-NEUF, 16

1910

00225

MUS
COM
LILL

SYNDICAT CENTRAL DES AGRICULTEURS DE FRANCE

Fondé en 1884 -

PARIS — 42, Rue du Louvre, 42 — PARIS

GRAND PRIX à l'Exposition Universelle de Paris (1900) } **MÉDAILLE D'OR** à l'Exposition Universelle de Paris (1889)
Autres Récompenses obtenues à diverses Expositions internationales :
5 GRANDS PRIX, 1 DIPLOME D'HONNEUR, 2 MÉDAILLES D'OR

PRINCIPAUX AVANTAGES RÉSERVÉS AUX ADHÉRENTS
Remises importantes sur les prix d'achat des Machines et Matériel agricoles, Engrais, Insecticides, Semences et Plants, Produits pour l'alimentation du bétail, Livres agricoles.

VENTE DIRECTE DU BÉTAIL ET DES PRODUITS DU SOL
RENSEIGNEMENTS ET CONSEILS AGRICOLES GRATUITS
Consultations Juridiques et Consultations Vétérinaires Gratuites
SERVICE D'ASSURANCE ET DE CONTENTIEUX — MUTUALITÉ

BIBLIOTHÈQUE OUVERTE A TOUS LES ADHÉRENTS

Bulletin bi-mensuel de 32 pages || **COTISATION** { Membres souscripteurs.. 6 fr.
Gratuit || **ANNUELLE** { Membres fondateurs..... 20 fr.

COMPTOIR AGRICOLE & COMMERCIAL

54^{bis}, Rue de Clichy, 54^{bis}

ENGRAIS DE TOUTES NATURES

Superphosphates minéraux et d'os, Scories Thomas

ENGRAIS POTASSIQUES

Raïnit et Chlorure

ENGRAIS AZOTÉS

Poudrettes, Nitrate de soude, Sulfate d'ammoniaque et Crude ammoniac

GRAINES DE BETTERAVES SUCRIÈRES ALLEMANDES

Schobbert et C^{ie}

LEVURES SÉLECTIONNÉES

pures et actives

DE L'INSTITUT LA CLAIRE

Amélioration générale du Vin, du Cidre et de l'Hydromel
Augmentation du degré alcoolique
Bouquet plus développé — Conservation assurée

Une nouvelle brochure, *Guide de l'emploi des Levures sélectionnées*, en 64 pages, et une collection de brochures donnant les résultats aux vendanges depuis 17 ans, sont envoyées gratuitement sur demande adressée à **M. Georges JACQUEMIN** O. G., Directeur de l'Institut de Recherches scientifiques et industrielles de *Malzéville, près Nancy*.

NOTA : Nous rappelons à nos clients que l'emploi des levures sélectionnées est formellement autorisé par la nouvelle loi. Un chapitre de la brochure est du reste consacré à la nouvelle législation.

ÉCONOMIE MEILLEURE SANTÉ
ENGRAISSEMENT RAPIDE
PRODUITS MÉLASSES DE LA **SUCRERIE DE TOURY**
(EURE-ET-LOIR)

LE PAÏL'MEL

environ 25 K^{OS} % DE SUCRE PUR et 55 K^{OS} % DE MATIÈRES DIGESTIBLES

PAÏL'MEL-AZOTE EXTRA-RICHE

ALIMENT D'ENGRAISSEMENT

Pour MOUTONS, BŒUFS, PORCS,

NOURRITURE PARFAITE Pour VACHES LAITIÈRES

Bovidés : 6 à 8 K^{OS}

Moutons : 1 à 2 K^{OS}

PAÏL'MEL-AVOINE

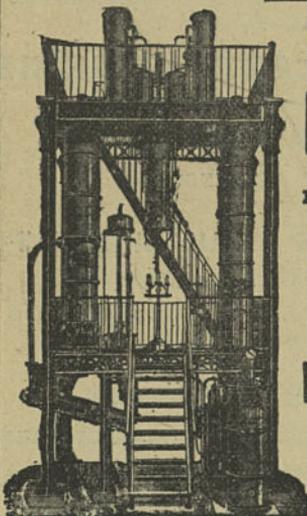
ALIMENT COMPLET

SPÉCIAL POUR LES CHEVAUX

9 à 12 K^{OS} par Jour en trois repas

EXPOS^{on} UNIV^{lle}, PARIS 1900
2 GRANDS PRIX

EGROT 19, 21, 23, Rue Mathis
PARIS



Installation complète
DE
DISTILLERIES

de CANNES, MÉLASSES, GRAINS,
RIZ, BETTERAVES PATATES, etc.

Concessionnaire Général
des Appareils de

DISTILLATION
RECTIFICATION Directe
et **RECTIFICATEURS**
CONTINUS

Syst. E. GUILLAUME Breveté S.G.D.G.

Alcool rectifié à 96-97° extrait directement
des moûts en une seule opération.

ALAMBICS pour la production des *Eaux-de-Vie,*
Cognac, Rhum, etc,

RENSEIGNEMENTS et PRIX FRANCO sur demande.

EXPOS^{on} UNIV^{lle} PARIS 1900 - 2 GRANDS PRIX

EGROT

19-21-23
Rue Mathis
PARIS

CUISEUR
EGROT

INDISPENSABLE DANS TOUTE
EXPLOITATION AGRICOLE
pour la nourriture du bétail, le chauffage
de l'eau, du lait, de la lessive, etc.



RENSEIGNEMENTS ET PRIX FRANCO SUR DEMANDE

CONSTRUCTION DE DISTILLERIES AGRICOLES ET INDUSTRIELLES

E. BARBET *

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

BUREAUX et LABORATOIRE : 173, rue Saint-Honoré, PARIS-1^{er}

TÉLÉPHONE : 239-20

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : RECTIFPAST-PARIS

ENTREPRISES COMPLÈTES D'USINES

Appareils perfectionnés de Distillation et de Rectification continue

GÉNÉRATEURS, DIFFUSION, LEVAINS PURS

APPAREILS ÉVAPORATOIRES A MULTIPLE EFFET

Sous pression ou dans le vide

Nouveau modèle breveté s. g. d. g., muni de séparateurs
des dépôts incrustants et des mousses

* NOMBREUSES RÉFÉRENCES SUR DEMANDE *

ATELIERS DE CONSTRUCTION MÉCANIQUE

E. FOURCY & FILS & C^{IE}

CORBEHEM (Pas-de-Calais)

CHAUDRONNERIE EN FER ET EN CUIVRE, FONDERIE DE FER

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES EN TOUS GENRES

Genérateurs à bouilleurs tubulaires et semi-tubulaires, Syst. VICTOOR et FOURCY

Montage de : SUCRERIES, RAFFINERIES, DISTILLERIES PAR LE MALT
ET PAR L'ACIDE, RAFFINERIES DE POTASSE, DE PÉTROLE ET DE PRODUITS CHIMIQUES

ÉVAPORATEURS — SÈCHEURS — ÉTUVES

DISTILLATION == RECTIFICATION

Ateliers spéciaux pour la construction des appareils "Savalle". — Appareils LAIR, pour la fabrication du sulfate d'ammoniaque. — Filtres "Delhôtel et Moride" à grand débit et nettoyage rapide. — Filtration et épuration des eaux, etc. — Epurateur-Echauffeur "Delhôtel" pour eau d'alimentation des chaudières. — Distillation des goudrons procédés FOURCY et BUIRE. — Appareils DONARD et BOULET pour le séchage de tous produits et l'extraction des huiles ou des graisses de toutes matières.

GARE — POSTE — TELEGRAPHE — TELEPHONE N° 7

COMPAGNIE DE FIVES - LILLE

POUR CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES & ENTREPRISES

ATELIERS : *Siège social et administration :* ATELIERS :
FIVES-LILLE (Nord) 64, Rue Caumartin, PARIS **GIVORS (Rhône)**

INSTALLATIONS COMPLÈTES

DE SUCRERIES DE CANNES ET DE BETTERAVES

RAFFINERIES - DISTILLERIES

GÉNÉRATEURS DE TOUS SYSTÈMES
 Chaudières multitubulaires type STIRLING

MACHINES A VAPEUR A TIROIR, OBTURATEURS OU SOUPAPES

LAVEURS ET ÉPURATEURS SYSTÈME FELD
 pour gaz de hauts fourneaux et de fours à coke

TURBINES A VAPEUR BROWN BOVERI-PARSONS
 Matériel électrique Brown Boveri & C^o

PONTS ET CHARPENTES MÉTALLIQUES — MATÉRIEL DE CHEMINS DE FER ET DE MINES

MOTEURS A GAZ & GAZOGÈNES

MACHINES A DESSÉCHER

toutes matières ou produits liquides, gluants, gélatineux ou en bouillie
 Employées avec succès dans les plus importantes Fabriques de produits chimiques

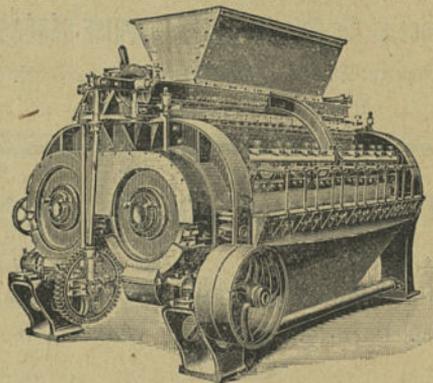
APPAREILS pour la Fabrication des Engrais organiques azotés
 provenant des résidus de cuir, feutre, laine, poils, etc.

APPAREILS pour la dessiccation du sang et des os broyés

MACHINES pour la préparation du poisson ou des débris de poisson comme engrais
 Seul système ayant fait ses preuves dans les Fabriques de poudrette pour le traitement des Matières fécales

Des essais de dessiccation sont faits dans
 nos établissements en présence des
 intéressés.

LA PLUS GRANDE PRODUCTION



FRAIS D'EXPLOITATION LES PLUS BAS
 PRIX EXCESSIVEMENT RÉDUITS
 LES MEILLEURES RÉFÉRENCES
 LES PLUS SÛRES GARANTIES

Appareils rotatoires de dessèchement (*Système original*)

Pour la préparation des pommes de terre

Comportant de nouveaux perfectionnements et pouvant traiter par heure 4 à 25 quintaux
 (de 50 kilos) de pommes de terre

AKTIEN-MASCHINENBAU-ANSTALT Ancienne Maison VENULETH et ELLENBERGER
DARMSTADT (Allemagne)

Séchoir à Vapeur "IMPÉRIAL"

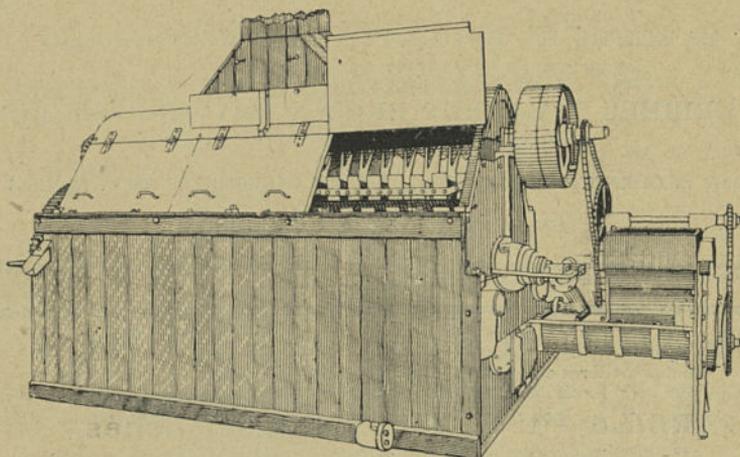
Le plus économique

MAXIMUM DE RENDEMENT — USURE ET ENTRETIEN INSIGNIFIANTS
FRAIS D'INSTALLATION MINIMA

Applications principales aux :

BRASSERIES, SUCRERIES, DISTILLERIES, AMIDONNERIES, PRODUITS CHIMIQUES
SÉCHAGE DU SANG, ETC.

~~~~~ NOMBREUSES RÉFÉRENCES ~~~~~



CONSTRUCTEURS : Fabrique de Machines "Impérial" à MEISSEN (Saxe)

Agence pour la France et les Colonies : L'ENTREPRISE GÉNÉRALE INDUSTRIELLE

DIRECTEUR : P. DUMESNIL, INGÉNIEUR E. C. P.

PARIS — 41, rue Tailbout (TÉLÉPHONE 324-44) — PARIS

## CONSTRUCTIONS EN FER

*Planchers, Combles, Appentis et Marqueses*

*Passerelles, Poteaux et Piliers, Echelles, Escaliers, Clôtures, Grilles, Portes  
Châssis, Parquets en tôle striée pour Salles de machines, etc.*

HANGARS - SERRES - TOLERIE INDUSTRIELLE

Eug. LALLEMANT

~~~~~ Ingénieur-Constructeur ~~~~~  
LA MADELEINE-LEZ-LILLE (Nord)

Bureau d'Études et Recherches
de la
SOCIÉTÉ
D'ÉDITIONS TECHNIQUES

16, Rue du Pont-Neuf, 16

PARIS (1^{er})

Renseignements Techniques, Industriels

et Économiques

Informations sur les débouchés

de divers produits

Consultations sur la législation industrielle

et sur les travaux publics

Bibliographie sur des sujets particuliers

*Les honoraires pour recherches et réponse à une question
déterminée sont fixés au prix très réduit
de CINQ francs.*

EN VENTE
A LA SOCIÉTÉ D'ÉDITIONS TECHNIQUES
16, rue du Pont-Neuf, 16, PARIS

Vient de paraître :

THÉORIE ET PRATIQUE
DU
SÉCHAGE INDUSTRIEL

PAR
PAUL RAZOUS

Ingénieur, Licencié ès sciences mathématiques et physiques
Lauréat de l'Académie des sciences et de la Société Industrielle du Nord de la France

Vol. grand in-8 de 252 pages et 75 fig., broché... 7 fr. 50

EXPOSÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE
DE
L'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

(Dangers des Courants électriques)

PAR
L. ZACON

Ancien Mécanicien de la Marine
Mécanicien électricien de l'Industrie privée, Inspecteur du Travail
dans l'Industrie

Vol. grand in-8 de 208 pages et 94 fig., broché. 7 fr. 50



Les Résidus des Industries agricoles

DU MÊME AUTEUR

Le Commerce des engrais (*Législation, technologie, transports*). — Un volume in-12 de 340 pages. Ch. Amat, éditeur, Paris..... 3 fr.

Le Crude ammoniac (*Engrais, désherbant, insecticide*). — Une brochure in-12 de 60 pages (2^e édition). Ch. Amat, éditeur, Paris..... 1 fr.

N^o Bib 389682/1-166142

BMC 65

L. BARGERON

INGÉNIEUR-AGRONOME

INSPECTEUR DU TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE

Les Résidus

des

Industries agricoles

Compositions

Utilisations industrielles et agricoles. — Épuration

(Sucrierie de betterave et de canne — Vinification

Brasserie — Cidrierie — Laiterie — Distillerie — Féculerie — Amidonnerie)

PRÉFACE DE M. U. DUFRESSE

DIRECTEUR DE L'ÉCOLE NATIONALE DES INDUSTRIES AGRICOLES

PARIS

SOCIÉTÉ D'ÉDITIONS TECHNIQUES

16, RUE DU PONT-NEUF, 16

1910

PRÉFACE

Formé à l'école des Risler, des Schlœsing, des Müntz, des Lindet, des Schribaux, de cette pléiade de maîtres dont la science et l'agriculture s'honorent, notre camarade et ami Bargeron rêvait de vulgariser l'enseignement de ces savants, d'en faire profiter la masse des cultivateurs.

Tandis que d'autres enseignent l'art de cultiver la terre et de lui faire produire de belles récoltes, lui songeait à fournir économiquement au cultivateur les engrais appropriés à ses terres et capables d'augmenter ses rendements culturaux. Les ouvrages qu'il a écrits sur la question si délicate du choix des engrais chimiques, de leur transport et de leur emploi, sont des plus appréciés. Mais son ambition n'est pas satisfaite. Produire est bien, mais utiliser est encore mieux.

Que deviennent les betteraves, les pommes de terre, le blé, le seigle, l'orge, etc., qui constituent la principale production de la ferme ?

Une partie en est consommée par le bétail, à l'écurie ou à l'étable, et fait ensuite retour, en partie, à la terre sous la forme de fumier ; mais la plus grande proportion est vendue à l'industrie, à la sucrerie, à la distillerie, à la féculerie, à la brasserie, etc. Les produits obtenus : sucre, alcool, fécule, bière, etc., vont ensuite à la consommation, laissant à l'usine des sous-produits, des déchets qui ont une valeur très sérieuse et qu'on écoule ensuite vers des industries secondaires ou vers l'agriculture. Souvent ces déchets s'amoncellent, sont mal utilisés, quand ils ne sont pas perdus. Frappé du préju-

dice qui en résulte pour l'usinier comme pour l'agriculteur, notre ami Bargerou a songé à une meilleure utilisation de ces résidus. Pour cela, il a visité les usines où se traitent les produits agricoles, celles où on transforme leurs déchets ; il a parcouru les fermes qui les utilisent ; il a étudié les travaux qui ont été publiés par les techniciens et les savants sur ces questions, et c'est le résumé de ses observations et de ses recherches qu'il a exposé dans son ouvrage : *Les Résidus des industries agricoles*.

Son traité est un exposé sommaire et méthodique de l'usine bien comprise et sagement aménagée pour chaque fabrication. Il quitte ensuite le produit manufacturé qui s'en va sur le marché pour s'attacher spécialement à l'étude des sous-produits qu'il décrit avec soin, dont il donne l'analyse et présente les utilisations multiples. Les usines où ces sous-produits sont traités font l'objet d'un examen complet et peuvent servir de modèles au fabricant qui n'a pas les loisirs de voyager et de se renseigner sur les progrès réalisés à l'étranger. Mais ce n'est pas tout, le vulgarisateur qu'est M. Bargerou ne cesse pas de songer à la culture, et l'agronome qu'il est toujours resté a hâte de revenir à la ferme. C'est elle surtout qu'il veut enrichir de ses résidus, soit pour la consommation de ses animaux, soit pour la fumure de ses terres. Dans ce but, des analyses complètes donnent la composition de tous les sous-produits des industries agricoles ; une description détaillée de leurs différents modes de conservation apprend, à chacun, le moyen de les mettre en réserve, pour les utiliser progressivement, suivant les besoins. Ceux qui servent à l'alimentation des animaux sont conservés avec soin pour qu'ils ne perdent aucune de leurs propriétés alimentaires et même subissent des transformations qui en augmenteront la valeur nutritive ou en élèveront les qualités gustatives ; ceux qui sont simplement employés comme engrais sont l'objet de moins de soins et gardés avec les seules précautions qui en évitent l'altération.

Poursuivant son étude pour l'appropriation des résidus

industriels dans l'alimentation, M. Bargerou en donne des tableaux de rations bien établies, qui ont été soumises au contrôle de l'expérimentation et qui ont donné des résultats certains. Il met en garde contre tous les accidents qu'ils peuvent occasionner, les surprises que peuvent causer leur excès ou leur brusque substitution aux aliments usuels de la ferme.

Les pulpes, les fourrages mélassés, les drèches de distillerie et de brasserie dont la consommation va sans cesse en augmentant, sont l'objet d'une étude très approfondie.

Pour la facilité de la lecture et la rapidité des recherches, cet ouvrage est divisé en nombreux chapitres où se trouvent exposées, toujours dans le même ordre, la description technique de chaque industrie, la composition de chaque produit, ses utilisations industrielles, ses utilisations agricoles, etc., etc. Ce traité sera lu avec profit par tous ceux qui s'intéressent à l'agriculture, par l'industriel, par le fermier aussi bien que par les futurs ingénieurs agronomes, ingénieurs agricoles ou ingénieurs des industries agricoles que leurs absorbantes études techniques tiennent un peu éloignés de la pratique utile. C'est un recueil qui a sa place marquée dans toutes les bibliothèques.

URBAIN DUFRESSE.

Douai, le 20 Septembre 1909.

CHAPITRE PREMIER

Résidus de la sucrerie de betterave

§ 1^{er}. — FABRICATION DU SUCRE

La fabrication du sucre a pris naissance en France au moment du blocus continental. La nécessité fit alors chercher des succédanés au sucre de canne dont l'importation était devenue impossible.

Cette industrie, extrêmement prospère à ses débuts, a subi, depuis, des vicissitudes diverses. On a compté en France jusqu'à 500 sucreries en activité. Aujourd'hui il y en a 250 à peine. Il n'en faudrait pas induire cependant que la quantité de sucre produite a diminué dans les mêmes proportions : ce serait faux. Le progrès a, en effet, été très grand, et il ne se passe pas d'année qui n'apporte encore quelque perfectionnement, soit à la technique, soit à l'outillage.

Quoi qu'il en soit, l'extraction du sucre de la betterave s'effectue au moyen de la série d'opérations suivantes. A leur arrivée, les racines qui ont été dépourvues des **feuilles et des collets** sur le champ même, sont déversées dans un appareil spécial nommé *laveur-épierreur*, où elles se nettoient grâce à leurs frottements mutuels et à l'eau dans laquelle elles sont agitées par des appareils spéciaux. Lorsqu'on ne dispose pas d'une quantité d'eau extrêmement abondante, cette eau finit par se charger de produits divers que nous étudierons plus loin. Ces **eaux de lavage des betteraves** sont évacuées.

Les betteraves lavées, montées par une vis d'archimède, arrivent au *coupe-racines* qui les débite en cossettes faitières, ainsi appelées de la forme en toit qu'elles affectent et qui leur donne une plus

grande surface de contact avec l'eau de diffusion à laquelle elles doivent céder leur sucre et leurs matières solubles. Cet épuisement des cossettes s'effectue dans un grand appareil situé sous le coupe-racines et qui porte le nom de *batterie de diffusion*. L'opération est méthodique.

Au sortir de la batterie, le sucre est séparé de la betterave, c'est-à-dire qu'il a quitté les cellules dans lesquelles il se trouvait pour gagner la masse aqueuse environnante qui prend le nom de *jus*. Les cossettes, privées de sucre et de sels solubles, s'appellent alors **pulpes de diffusion**. Quand elles sont extraites des diffuseurs, les pulpes renferment encore une grande quantité de jus d'interposition qu'il convient d'extraire. Cette opération se fait dans des appareils constitués *grosso modo* par une hélice conique tournant elle-même dans un cylindre ou un tronc de cône, et qui oblige la pulpe à occuper un volume de plus en plus restreint. Ces presses sont désignées par les noms de leurs constructeurs : Bergreen, Klusemann, etc. Les égouttages des presses à cossettes sont mélangés aux autres jus qu'il va falloir épurer afin de leur enlever les matières étrangères qui viendraient plus tard gêner la cristallisation. Cette épuration est double, à la fois chimique (chaulage et double carbonatation), et physique (filtrage à travers des tissus spéciaux et clarification). Pour obtenir la chaux et l'acide carbonique nécessaires à l'épuration chimique des jus, on se sert d'un *four à chaux* qui les donne tous les deux. Au sortir du four, le gaz CO_2 va barbotter dans un *laveur* qui a pour mission de le refroidir, de lui enlever les poussières de coke et de chaux qu'il a pu entraîner, et de le débarrasser du gaz sulfureux.

La chaux est malaxée dans des appareils particuliers et on en fait un lait marquant 20° Beaumé. Ce lait est passé dans un tamis, ce qui retient les incuits.

Le chaulage s'effectue soit dans des cuves spéciales, soit dans les cuves de carbonatation. Les *cuves de chaulage* sont en tôle, munies d'agitateurs et d'un serpentín réchauffeur. Leur capacité varie de 30 à 50 hectolitres. Les jus y sont envoyés par une pompe. Une autre pompe amène le lait de chaux à 20°, 13 qui contient 1/4 de son poids de CaO . La proportion de lait de chaux ajoutée est de 10 à 12 p. 100, représentant par suite 2 1/2 à 3 p. 100 de chaux, proportion nécessaire. Sous l'influence de la chaux, certaines matières organiques en suspension sont précipitées (albuminate,

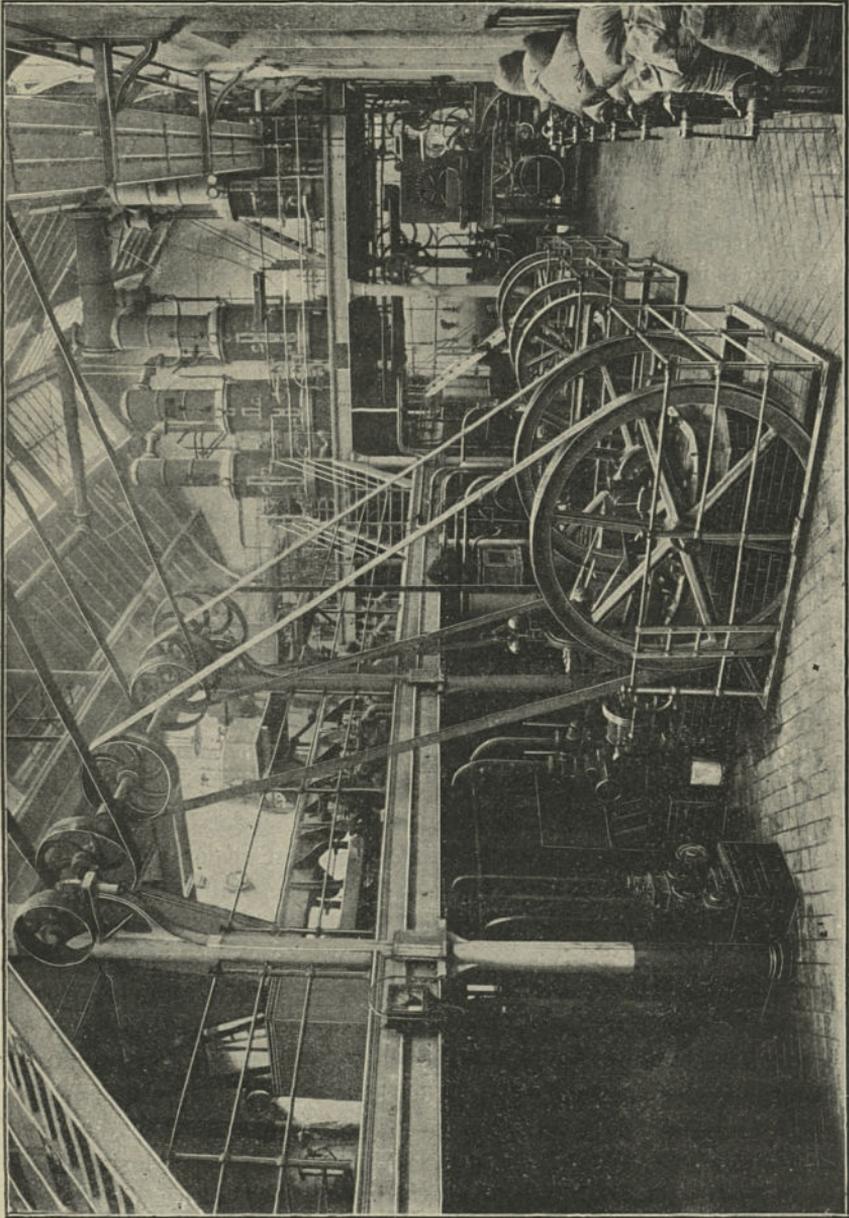


Fig. 1. — Vue de la sucrerie de l'École de Douai.

légumineuse de chaux); d'autres sont décomposées, telles l'asparagine et la glutamine, en donnant de l'ammoniaque et un acide organique (acides aspartique, glutamique, etc.); d'autres, enfin, ne subissent aucune altération, la bétaine par exemple.

Parmi les matières minérales les nitrates et les chlorures ne sont pas touchés; au contraire les phosphates, les malates, les citrates sont précipités.

Malheureusement, quand on ajoute un léger excès de chaux par rapport à la quantité strictement nécessaire, il se forme des composés du sucre et de la chaux qui jouissent de propriétés fâcheuses: d'abord le *sucrate de chaux* ne cristallise pas, ensuite il est mélassigène, c'est-à-dire empêche le sucre de cristalliser.

Comme on ne peut savoir exactement à l'avance la quantité exacte de chaux à ajouter, on ne peut se contenter de la simple défécation à la chaux comme on le fait généralement pour le sucre de canne. Il va falloir carbonater pour décomposer le sucrate produit par l'excès de chaux toujours ajouté.

Le procédé de la double carbonatation a été inventé en 1860 par Possoz et Perrier. Nous verrons, au cours de la description, pourquoi cette carbonatation doit être double.

Les cuves ou chaudières de première carbonatation sont généralement en tôle de 3 mètres de large et 2 m. 50 de profondeur. Elles comportent un serpentín de vapeur pour élever la température à 70° environ, une tuyauterie pour amener les jus chaulés, une tuyauterie ramifiée en étoile dans le fond de la cuve pour l'arrivée de l'anhydride carbonique. D'abondantes mousses se produisent pendant l'opération, qu'il faut arrêter assez tôt pour faire que seule, la chaux, en dissolution ou suspension dans le jus, soit précipitée sous forme de carbonate de chaux qui filtre mieux. Si, en effet, le courant gazeux passait trop longtemps, les combinaisons organiques de la chaux seraient détruites, ce qu'il faut éviter. Les ouvriers s'aperçoivent à certains indices de la fin de l'opération. Les jus chaulés et carbonatés sont alors groupés pour aller à une *batterie de filtres-presses* analogue à celle que l'on rencontre dans d'autres industries et où s'opère la clarification. Il y a plusieurs systèmes de filtres (Daneck, Kasalowsky, etc.) pour la description desquels nous ne pouvons que renvoyer aux traités spéciaux de sucrerie.

Les **tourteaux de défécation** obtenus sont lavés dans le

filtre même et donnent des petits jus qui passent avec les autres en deuxième carbonatation. Ce traitement nouveau à l'anhydride carbonique s'opère dans des cuves analogues à celles qui servent à la première carbonatation. On ne craint plus alors d'envoyer un excès de gaz. Le sucrate de chaux est décomposé et donne du sucre et du carbonate.

La filtration opérée, dans une seconde série de filtres-presses, il ne reste plus d'impuretés calcaires dans le jus qui ne contient alors que le sucre et les sels ayant échappé à l'action combinée de la chaux et de l'acide carbonique. Les tourteaux de défécation provenant de la deuxième pression sont mélangés avec les premiers.

Il ne reste plus maintenant qu'à concentrer les jus épurés, à les évaporer pour les amener à l'état de masse cuite. Cette opération se fait en deux fois. Dans la première, qui est l'évaporation proprement dite et qui a lieu au moyen d'un appareil à évaporer dans le vide dit *triple-effet* à cause de sa disposition, on amène les jus à l'état de sirop à 20° Beaumé, contenant environ 50 p. 100 de sucre.

L'évaporation rapide et à température basse est nécessaire pour éviter l'attaque du sucre par les alcalis. On trouve la description du triple-effet dans tous les ouvrages de chimie organique élémentaire. On lui substitue quelquefois un appareil plus compliqué connu sous le nom de *quadruple-effet*, mais dont le fonctionnement s'explique de la même façon. Il y a même des usines où l'on rencontre des évaporateurs à quintuple et sextuple effet.

Avant d'opérer la transformation du sirop en *masse cuite* à 84 p. 100 de sucre, on lui fait subir deux opérations intermédiaires : la *clarification* et la *sulfitation*. La première s'effectue par filtrage mécanique à travers des tissus Puvrez. La seconde par barbotage de gaz sulfureux dans le sirop. Ce dernier traitement a pour effet de décolorer le sirop et de lui enlever sa viscosité. Il faut traiter avec prudence pour éviter l'acidité qui provoquerait l'inversion du sucre.

Alors a lieu la cuite. La *chaudière à cuire dans le vide* ressemble à une caisse de triple-effet. La chaleur est donnée par des serpentins de vapeur. On évapore de façon à dépasser la solubilité du sucre à chaud et la cristallisation commence. Par refroidissement les cristaux se nourrissent. L'ouvrier cuiseur doit être un homme très habile car l'opération est délicate.

La cuite finie, serrée comme on dit, le cuiseur casse le vide et on fait couler la masse cuite dans un bac plat dit *bac de cristallisation*.

Les cristaux y augmentent de volume, l'ensemble devient très épais. Au bout de deux ou trois heures, on délaye cette masse avec les eaux non cristallisées provenant d'une précédente opération (sirop d'égout) et on passe à la *turbine*, du panier de laquelle on retire le sucre roux après un clairçage, c'est-à-dire un lavage par un mélange d'eau et de sirop d'égout. Si l'on veut obtenir du premier coup du sucre blanc, on clairce dans la turbine par un jet de vapeur assez froide. Alors on obtient au lieu de roux 88°, du blanc connu sous le nom de sucre n° 3 et renfermant 98,7 p. 100 de saccharose.

Les *sirops d'égouts* de la turbine renferment encore, en sucre, 4 p. 100 du poids de la betterave. Ils sont repris. On en fait une cuite claire dans de petites chaudières appropriées. Les masses cuites ainsi obtenues sont coulées dans des bacs que l'on place dans une salle qui porte le nom d'*emplis* et est chauffée à 45°. Le sucre y cristallise et s'y nourrit lentement. Au bout de quinze jours, nouveau turbinage qui donne le *sucre de deuxième jet*.

Une nouvelle cuite claire du sirop d'égout obtenu donne une masse à 60 p. 100 de sucre, qui reste trois mois dans des emplis à 60° et d'où on retire le *sucre de troisième jet*.

Enfin, de sirop d'égout provenant du turbinage des troisièmes jets et incristallisable, bien qu'il contienne encore 45 à 50 p. 100 de sucre, c'est la **mélasse**.

On a cherché encore à extraire du sucre de cette mélasse, qui est le plus important des sous-produits de la sucrerie. Nous étudierons plus loin les procédés employés et qui, d'ailleurs, ne sont pas usités en France.

§ 2. — LA MÉLASSE

COMPOSITION DE LA MÉLASSE. — Maintenant que nous savons comment s'obtient la mélasse, il ne reste plus qu'à préciser sa composition pour avoir une idée très nette de ce produit que tout le monde connaît d'aspect et de consistance.

D'après notre ancien maître L. Lindet, elle renferme :

| | |
|--------------------------|----------------|
| Sucre..... | 45 à 50 p. 100 |
| Matières minérales..... | 10 à 12 — |
| Matières organiques..... | 15 à 20 — |
| Eau..... | 20 à 25 — |

Notre ancien camarade L. Saillard, directeur du laboratoire du Syndicat des fabricants de sucre, lui attribue la composition suivante :

| | |
|--------------------------|-----------|
| Sucre..... | 44 p. 100 |
| Cendres..... | 10 — |
| Matières organiques..... | 19 — |
| Eau..... | 27 — |

Voici maintenant quelques données, empruntées au même auteur, sur la composition centésimale des cendres sèches :

| | |
|-------------------------|--------------|
| Potasse..... | 53 p. 100 |
| Soude..... | 7,6 — |
| Chaux..... | 1,5 — |
| Magnésie..... | 0,4 — |
| Fer et alumine..... | 0,3 — |
| Acide phosphorique..... | 0,01 à 0,5 — |
| Chlore..... | 3 à 3,5 — |

Ce qu'il y a surtout à retenir de cette analyse, c'est la haute proportion de sels de potasse qui nous expliquera ultérieurement divers phénomènes remarquables dans les emplois tant industriels qu'agricoles de ce sous-produit.

Parmi les composants de la matière renfermée dans la mélasse, le plus important est l'azote dont la proportion dans 100 grammes d'extrait sec de mélasse varie de 1,5 à 2,36 p. 100 pour l'azote total. Sous forme albuminoïde, il n'y a guère que 0,13 p. 100, le reste étant à l'état nitrique ammoniacal ou amidé.

Ces 0,13 p. 100 d'azote correspondent à 0,8125 de matières albuminoïdes.

EMPLOIS INDUSTRIELS

La mélasse est utilisée pour la sucraterie, la distillerie, la fabrication des cirages, des bonbons grossiers, du pain d'épice à bon marché. On en peut retirer un autre sucre : le raffinose.

Sucraterie. — Bien que riche encore en sucre, la mélasse ne peut pas être traitée par les procédés ordinaires pour l'extraction d'une nouvelle partie de saccharose. On a songé cependant à en extraire encore. Les fabricants français se disposaient, en 1884, à

appliquer les procédés connus, mais ils ne le firent pas à cause des distillateurs qui manquaient à ce moment-là de matière première. Puis survint, en 1887, la loi qui dégrevait les mélasses sortant de l'usine pour aller en distillerie de 14 p. 100 du poids représentant l'impôt du sucre, ce qui faisait 8 fr. 40.

Dès lors tous les projets furent définitivement abandonnés. Ils n'ont pas été repris parce que depuis on a multiplié les emplois agricoles de la mélasse. Néanmoins, ne serait-ce qu'à titre documentaire, les procédés de sucraterie méritent d'être décrits.

Le *procédé de l'osmose de Dubrunfaut* n'était pas à proprement parler de la sucraterie. — Par dialyse à travers des parchemins, dans des appareils spéciaux, on enlevait à la mélasse une partie de ses sels. On pouvait alors faire une nouvelle cuite claire et obtenir aux emplis une nouvelle cristallisation (4^e jet).

Méthodes actuelles de sucraterie. — Les méthodes actuelles sont basées sur l'insolubilité des combinaisons du sucre avec les alcalins et les alcalino-terreux. Les propriétés de ces composés ont été étudiées par Péligot.

Procédé à la strontiane. — Ce système est dû à Scheibler. Lorsqu'on traite la mélasse par une solution saturée de strontiane, on obtient un sucrate bistrontique insoluble $(S)2SrO$. Ce sucrate a la propriété de se décomposer à froid en sucrate mono $(S)SrO$ et strontiane hydratée. Or $(S)SrO$ est soluble dans l'eau tandis que la strontiane hydratée y est peu soluble à froid. On obtiendra une liqueur dans laquelle la strontiane hydratée cristallisera. Il ne restera plus qu'à traiter la solution de sucrate mono-strontique par l'anhydride carbonique CO_2 pour mettre le sucre en liberté.

Procédé à la chaux. — Dû à Stephen, ce procédé est très avantageux et permet l'utilisation d'une partie du matériel ordinaire de sucrerie.

La mélasse à traiter est étendue d'eau de façon à ne plus titrer que 10 p. 100 de sucre environ. On y ajoute de la chaux vive en poudre qui, se combinant plus rapidement avec le sucre qu'avec l'eau, donne du sucrate tricalcique insoluble. La température ne doit pas s'élever au-dessus de 15° pour éviter l'hydratation trop rapide de la chaux.

On recueille le sucrate tribasique formé dans des filtres-presses, on le délaye dans l'eau et on l'envoie dans les cuves de première carbonation. Ainsi le chaulage se fait avec du sucrate de chaux au

lieu de chaux pure, ce qui est une réelle économie puisqu'ainsi le sucre de la mélasse rentre en œuvre.

Autres procédés. — Signalons encore qu'en 1879, un chimiste de Bohême, M. Zenesek, avait songé à utiliser pour précipiter les sels de potasse qui gênent la cristallisation du sucre, l'acide hydrofluosilicique auquel il ajoutait du tannin. On passait au filtre-pressé et le liquide clair obtenu reprenait la marche normale comme dans le procédé à la strontiane.

La baryte a été également utilisée dans le même but.

Fabrication du raffinosé. — Ce sucre, d'une importance faible, a été extrait des mélasses par M. Lindet, au moyen de la série d'opérations suivante :

1° Purification et décoloration de la mélasse par le sulfate de mercure, la baryte et l'alcool méthylique ;

2° Déshydratation de la solution méthylique au moyen de la chaux, à la température d'ébullition de cet alcool ;

3° Précipitation de la solution méthylique par l'alcool ordinaire ;

4° Cristallisation du produit précipité dans l'alcool éthylique à 80-85°.

Distillerie de mélasse. — La distillerie de mélasse est une industrie d'une certaine importance encore, bien qu'elle perde journellement du terrain à cause de l'extension des emplois agricoles du produit. Elle fournit, au surplus, des résidus fort intéressants, les salins. Aussi l'étudierons-nous avec quelque détail quand nous traiterons de l'utilisation des produits résiduaires des diverses distilleries.

Fabrication du cirage. — L'industrie du cirage est une des plus simples qui soient puisqu'elle consiste essentiellement dans le mélange, en proportions variables suivant les cas, de divers ingrédients à peu près toujours les mêmes.

Une formule employée par un petit fabricant de Lille, formule qui, de l'aveu même de l'intéressé, ne constitue pas un secret de fabrication, est la suivante : dans un vase en terre vernissée, on verse 7 kilos de noir animal (noir d'os) et 5 kilos environ de mélasse, on brasse au moyen d'une cuillère ou d'une spatule en bois en ajoutant progressivement de l'acide sulfurique ordinaire (huile de vitriol). La masse, d'abord extrêmement fluide, prend peu à peu, une fois ajoutée la quantité voulue d'acide (1 litre et demi environ), la consistance connue du cirage.

Il ne faut pas cesser d'agiter dans le double but d'homogénéiser la masse d'une part et d'autre part de favoriser les réactions qui s'accomplissent et qui se peuvent expliquer ainsi :

Le noir d'os contient toujours une certaine proportion de phosphate tricalcique ; ce phosphate attaqué par l'acide sulfurique fournit du phosphate monocalcique et du sulfate de chaux lequel, faisant prise, donne au produit sa compacité. On peut supposer aussi que l'acide sulfurique caramélise une partie de la mélasse dont le rôle est de produire le brillant au brossage.

On trouve dans le commerce des cirages obtenus par d'autres procédés et dans lesquels il y a une certaine proportion de cire, mais comme la mélasse en est absente, ils ne rentrent pas dans le cadre de la présente étude.

Pain d'épice et confiseries à bas prix. — Théoriquement le pain d'épice doit être constitué de farine de seigle, de miel et d'eau pour empâter. On ajoute du levain, on laisse fermenter (lever) très légèrement et on cuit.

Comme le miel coûte cher, on a pris, d'abord par fraude, l'habitude d'y incorporer une certaine quantité de mélasse. Aujourd'hui tous les pains d'épice de qualité inférieure sont faits à la mélasse pure. La composition saline de ce résidu explique très nettement les propriétés laxatives reconnues du pain d'épice.

De la mélasse additionnée de débris sucrés destinés à lui donner de la compacité, coulée dans des moules après cuite claire, est souvent vendue sous le nom de *caramel*.

Dans les villes de l'Ouest, à Nantes spécialement, la mélasse de raffinerie est vendue telle quelle dans des cornets de papier aux enfants qui s'en régalaient. Elle contribue à entretenir chez eux cette liberté du ventre que Rabelais considérait comme un des meilleurs gages d'une bonne santé.

EMPLOIS AGRICOLES DE LA MÉLASSE

Si nous supposons un agriculteur intelligent en présence des chiffres indiquant la composition de la mélasse, deux idées pourront lui venir :

Si son attention se porte sur la richesse du produit en sucre, il se dira : il peut y avoir là un bon aliment pour le bétail. S'il envisage,

au contraire, la quantité de sels potassiques, il y verra un excellent engrais. Cette dernière façon de comprendre la question sera appuyée par cette idée que l'on entend encore exprimer, sans beaucoup de raison, par de nombreux agronomes, à savoir que ce qui provient de la terre doit lui être restitué, mais elle sera combattue par un argument capital et devant lequel il faut bien s'incliner : *employée comme engrais, la mélasse coûterait trop cher.*

Valeur alimentaire de la mélasse. — Il ne faut pas songer à nourrir des animaux exclusivement avec de la mélasse qui n'est pas un aliment complet. Un fourrage pouvant servir à l'entretien des animaux de la ferme est toujours formé de matières azotées, de matières grasses, d'extractifs non azotés, de celluloses, de substances minérales.

Parmi les substances azotées, les plus intéressantes sont les albuminoïdes dans la partie où elles peuvent être assimilées.

Les matières grasses limitent la décomposition des albuminoïdes dans le corps, favorisent l'engraissement et sont à cet égard 2,4 fois environ plus actives que les hydrates de carbone qui composent les extractifs non azotés (sucre, amidon, dextrine, etc.). La cellulose ($C^6H^{10}O^5$) contribue pour la moitié de son poids à la nutrition d'après ce qui est aujourd'hui admis.

Quoi qu'il en soit, dit M. Saillard, les animaux, pour remplir leurs fonctions dans les meilleures conditions, doivent avoir à leur disposition une certaine quantité de matières protéiques et de matières non protéiques, et il doit exister entre les unes et les autres un certain rapport qu'on appelle la relation nutritive et qui s'exprime de la manière suivante :

$$R. = \frac{\text{Matières protéiques digestives}}{\text{Substances amidées} + \text{Graisse} \times 2,4 + \text{Hydrates de carbone} + 1/2 \text{ Cellulose}}$$

D'après le même auteur, les normes qui conviennent aux principaux animaux de la ferme sont les suivantes (elles sont rapportées à 1.000 kil. de poids vivant) :

| | Substances sèches | Protéine digestible | Extractifs non-azotés et non-protéine | Graisse | Relation nutritive |
|---------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------------------|-----------|--------------------|
| | κ | κ | κ | κ | — |
| Bœufs de trait... | 25,0 | 1,5 à 2,3 | 11 à 13 | 0,3 à 0,6 | 1/6 à 1/7,5 |
| Bœufs à l'engrais | 1 ^{re} pér. . . | 2,25 | 13,7 | 0,80 | 1/6,9 |
| | 2 ^e pér. . . | 2,85 | 13,8 | 0,90 | 1/5,6 |
| | 3 ^e pér. . . | 2,71 | 14,0 | 0,90 | 1/6 |
| Vaches laitières... | 20 à 33,5 | 1,5 à 2,4 | 12 à 14 | 0,4 à 0,7 | 1/5 à 1/6 |

Il est aisé, avec ces données, de calculer dans quelle proportion peut entrer la mélasse dans une ration bien constituée. Pour cela, il faut connaître la composition des aliments avec lesquels on veut mélanger la mélasse, d'une part, et, d'autre part, *leur coefficient de digestibilité*.

Ce dernier renseignement se trouve dans des tables spécialement dressées et dont les plus répandues sont celles de l'allemand Kühn.

Considérée en elle-même, abstraction faite des adjuvants dans lesquels on peut l'incorporer, la mélasse française présente au point de vue alimentaire la composition suivante :

Azote albuminoïde 0,13, soit en matières albuminoïdes :

$$0,13 \times 6,25 = 0,8125$$

Extractifs non azolés et hydrates de carbone : 63 environ.

Cendres : 10 environ.

Ceci montre que la mélasse n'a guère de valeur alimentaire que grâce à ses hydrates de carbone. Il y a lieu de croire que dans une pareille matière, l'assimilation est totale (1).

Aliments mélassés. — La mélasse a d'abord été employée en nature, c'est-à-dire qu'après l'avoir délayée dans l'eau on en arrosait les aliments au moment de la consommation. On la répartissait le plus uniformément possible. Pour connaître d'une façon approximativement exacte la quantité utilisée, on se servait de seaux avec une règlette à encoches dont chacune correspondait à un volume déterminé.

Le goût sucré plaisant beaucoup aux animaux, ils mangent avec plaisir les aliments ainsi préparés, et les bons effets de la mélasse-fourrage ne tardent pas à se manifester. Les animaux engraisser et prennent un poil luisant, indice certain d'une santé prospère.

L'emploi de la mélasse en nature présente cependant certains inconvénients. D'abord, on a à manier un produit visqueux qui s'attache facilement aux parois des vases qui le contiennent et qui se dissout trop lentement dans l'eau froide. En outre, elle ne donne pas, semble-t-il, d'aussi bons résultats que lorsqu'elle est mélangée d'avance à un véhicule qui peut être lui-même un fourrage.

(1) D'expériences de Raun et Momsen, rapportées par Geschwind, il résulterait que, à égalité de poids de sucre, la mélasse est supérieure comme aliment au sucre pur.

On a donc cherché à préparer des fourrages composés à base de mélasse.

Nous allons passer en revue les principaux d'entre eux en empruntant nos données à la *Circulaire du Syndicat des fabricants de sucre*.

Cossette sèche mélassée. — Nous verrons, en traitant des cossettes de diffusion, comment s'effectue la dessiccation de ce produit.

En le mélangeant à la mélasse, on utilise à la fois deux sous-produits de la sucrerie et l'on reconstitue en quelque sorte une betterave artificielle, simplement moins riche en sucre que la naturelle. Le mélange de mélasse peut se faire avant la dessiccation des cossettes. Voici quel est alors le mode opératoire :

On fait couler dans la nochière qui reçoit et entraîne les cossettes pressées un mince filet de mélasse, de telle façon qu'il apporte par 1.000 kilos de betteraves toute la mélasse produite. Le tout s'en va ensuite dans un appareil à sécher, qui est, généralement, du système Meyer et Büttner.

A la sortie, il possède la composition moyenne suivante :

| | |
|----------------------------|------------|
| Humidité..... | 8,5 p. 100 |
| Protéine brute..... | 8,75 — |
| Cellulose..... | 14,00 — |
| Graisse..... | 0,25 — |
| Extractifs non azotés..... | 62,00 — |
| (dont 22,5 de sucre) | |
| Cendres..... | 6,80 — |

Dans la protéine brute se trouvent comprises les substances amidées qui, pour le calcul des rations, doivent être comptées non avec les matières protéiques, mais bien avec les extractifs non azotés.

Considérée au point de vue alimentaire, la composition du mélange se ramène à celle-ci :

| | |
|----------------------------|---------------------------------|
| Matières albuminoïdes ... | 4,25 p. 100 |
| Extractifs non azotés..... | 66,5, dont 22,5 p. 100 de sucre |

La mélasse apportant au mélange des sels qui sont déliquescents, le produit, comme la plupart des produits mélassés, doit être conservé dans un endroit sec.

Tourbe mélassée. — Depuis qu'il est question de la préparation des fourrages mélassés, la tourbe a retenu l'attention des fabricants de sucre et des agriculteurs.

L'idée de mélanger de la tourbe à la mélasse pour rendre celle-ci transportable a été brevetée en Allemagne il y a quelques années. La concession de ce brevet a été donnée, en France, à la raffinerie Say.

La *tourbe mélassée* est obtenue en mélangeant de la tourbe pulvérisée avec de la mélasse, dans la proportion de 70 à 80 de mélasse pour 30 à 20 de tourbe.

La tourbe employée à cette préparation est composée de mousses et d'herbes qui ont subi une transformation progressive sous l'action des agents atmosphériques. A l'analyse, elle accuse une composition chimique qui se rapproche beaucoup de celle de certains foin et pailles, et on lui avait attribué une véritable valeur alimentaire, mais des expériences faites sur des moutons par M. Kellner, directeur de la station expérimentale de Mœckern, près Leipzig, montrent qu'on s'était trompé.

Non seulement la tourbe n'est pas un aliment, mais elle peut diminuer le coefficient de digestibilité des fourrages auxquels elle est associée. Elle représente un véritable lest qui exige de l'animal une dépense de forces pour parcourir le canal digestif, et cette dépense se produit, évidemment, aux dépens des principes immédiats qui sont introduits, en même temps qu'elle, dans le corps de l'animal.

Restait à savoir si du mélange de la mélasse et de la tourbe ne résultaient pas des actions chimiques pouvant avoir une influence favorable sur le mélange.

M. Saillard a remarqué que, lors du mélange, il se dégage de l'anhydride carbonique et même, accidentellement, de l'acide sulfureux (SO^2). Ce dégagement correspond à une transformation totale ou partielle des carbonates et des sulfites de la tourbe en d'autres sels qui exerceraient une action moins défavorable sur la digestion.

Son et touraillons mélassés. — Le son mélassé peut être obtenu facilement, à cause du pouvoir absorbant du son pour la mélasse. De tous les mélanges à base de mélasse, c'est celui qui demande le moins de soins et qui réussit le mieux.

On chauffe d'abord la mélasse à 80-88°, de façon à lui donner une certaine fluidité ; puis, on lui ajoute du son, dans la proportion de

50 de son pour 50 de mélasse. On agite le tout et, au bout de peu d'instant, le son a absorbé toute la mélasse.

On peut alors laisser refroidir, et on obtient un produit qui ne colle pour ainsi dire pas à la main et qui se laisse facilement distribuer aux animaux.

La préparation réussit également bien avec les touraillons.

C'est ce procédé qui est employé à la sucrerie de Benkendorf, en Allemagne.

On se sert, à cet effet, d'un grand bac cylindrique pourvu d'un double fond et d'un agitateur-mélangeur. Le double fond reçoit de la vapeur et sert à chauffer la mélasse.

La sucrerie de Benkendorf fournit des mélanges de mélasse et de fourrages à plusieurs sucreries voisines, qui les livrent, à leur tour, aux cultivateurs fournisseurs.

Le mélange est fait dans l'appareil Scholle, construit par la maison Kattendicht, à Hildesheim (Allemagne). Les substances à mélanger arrivent à une extrémité de l'appareil, sont entraînées par l'arbre agitateur. La préparation terminée, elle sort par une ouverture qui est placée à l'extrémité opposée. Au préalable, la mélasse doit être portée à 80° C, et la température peut être maintenue par de la vapeur circulant dans une double paroi autour du cylindre de l'appareil. L'agitateur de l'appareil Scholle, construit par Kattendicht, peut être mû à la main ou par courroie.

Les dimensions sont les suivantes pour l'appareil à main : longueur 2 mètres ; largeur à la partie supérieure 0 m. 35 ; hauteur de la section droite 0 m. 38. L'arbre doit tourner avec une vitesse de 35 tours par minute.

Un appareil, actionné par une courroie et pouvant produire 2.500-3.000 kil. de fourrage par heure, coûte environ 625 francs sans double enveloppe, et 750 francs avec double enveloppe.

La vitesse de rotation de l'arbre est de 100-120 tours par minute. L'appareil a les dimensions suivantes : longueur 2 m. 70 ; largeur 0 m. 65 ; hauteur de la section droite 0 m. 72.

Nous avons insisté un peu sur cet instrument, parce qu'il est le type de tous ceux que l'on rencontre maintenant assez fréquemment chez les fabricants de fourrages mélassés, cette fabrication étant devenue une véritable industrie.

Ces produits ont une tendance à s'échauffer. Pour éviter cela, on les dispose seulement sur 0 m. 50 d'épaisseur et on fait un ou deux

pelletages. Au bout de 24 heures, on peut ensacher sans inconvénient.

Ces produits peuvent s'altérer, nous verrons plus loin pour quelles causes.

Sang mélassé. — En Allemagne, en Autriche-Hongrie, il s'est installé, à côté des abattoirs, des fabriques de sang mélassé. Le sang et la mélasse, préalablement chauffés, sont mélangés ensemble, puis additionnés d'un absorbant, tel que les ballés, le son, etc.

Le tout peut être malaxé dans un appareil analogue à celui de Scholle, puis séché dans un four.

Il est bien difficile de recommander ce produit, attendu que l'acheteur ne peut savoir si le sang qui a servi à le préparer ne provient pas d'animaux atteints de maladies contagieuses.

Il est vrai qu'on peut le stériliser par un chauffage préalable ; mais on n'a jamais la certitude que cette opération a été bien faite.

A ma connaissance, il n'existe pas en France de fabrique de sang mélassé proprement dit.

Pain mélassé. — La préparation de cet aliment est industrielle depuis longtemps déjà, et il semble bien que le pain mélassé Vaury soit le premier en date de toutes ces catégories de produits.

Le directeur du laboratoire des fabricants de sucre s'exprimait ainsi en 1902 :

« Sans me préoccuper des brevets qui ont été pris et dont je ne songe nullement à mettre la valeur en discussion, j'ai cherché s'il n'y avait pas des installations déjà existantes qui pussent s'adapter à la préparation d'un fourrage mélassé sec, et je suis allé, il y a quelque deux mois, visiter la meunerie-boulangerie Schweitzer, qui est sise 63, rue d'Allemagne, Paris.

« La boulangerie seule nous intéresse pour l'instant et je vais en dire deux mots.

« L'eau et la farine arrivent dans un pétrin à marche continue, d'où sort la pâte toute préparée. Celle-ci est ensuite distribuée en pains et amenée à proximité des fours au moyen de chariots à étagères, roulant sur galets.

« Les fours sont à marche continue. Ils se composent de cornues en fonte à section cylindrique aplatie. Ils ont 5 mètres de longueur et présentent sur leur surface interne des arêtes et des saillies qui augmentent leur surface de chauffe. Ils sont légèrement inclinés d'avant en arrière.

« Les pains sont placés sur des tôles métalliques de 1 mètre de long, 0 m. 65 de large, qui reposent sur galets et roulent sur rails dans le four. Celui-ci peut contenir 5 plaques ; dès qu'on en introduit une nouvelle, il en sort une par l'extrémité opposée et les pains tombent sur un transporteur continu à courroie qui les emmène au magasin.

« La durée de la cuisson est de 45 minutes. La température du four est de 200 degrés environ dans la partie antérieure ; elle est un peu plus faible à la partie postérieure. Le four peut être chauffé au coke.

« Il me semble qu'une installation de ce genre pourrait très bien servir à la préparation de fourrages mélassés secs ; il suffirait d'y faire quelques additions ou transformations pour que tout marche en continu. Nous saurons bientôt le parti qu'il y a à en tirer. »

Tourteaux mélassés. — Les tourteaux résiduels de la fabrication des huiles sont eux-mêmes, lorsqu'ils proviennent de graines non nocives, d'excellents aliments pour le bétail. On peut leur restituer une partie au moins de leur valeur alimentaire primitive, en y remplaçant la matière grasse par le sucre de la mélasse. Il y a, alors, intérêt à les mélasser, quand leur prix est suffisamment bas. Pour cela, on les concasse et on les passe à l'appareil Scholle.

Païl-mel. — M. Lambert, sous-directeur de la sucrerie de Toury (Eure-et-Loir), est l'inventeur de ce produit qui consiste essentiellement en une incorporation complète de mélasse avec de la paille hachée. Dans son remarquable ouvrage *Les Déchets industriels*, notre savant ami, M. Paul Razous, s'exprimait ainsi :

« Depuis le mois d'avril 1902, la Compagnie des petites voitures a fait des essais tellement concluants que sa cavalerie en consomme journellement 20.000 kilos. La Compagnie des omnibus a également adopté ce produit. »

Le 2 février 1903, le ministre de la guerre a déclaré que des expériences étaient en cours sur les chevaux de l'armée (1).

L'adoption du païl-mel (2) permettrait, comme l'indiquent les

(1) Ces expériences n'ont pas donné d'abord les résultats attendus, sans doute parce que mal conduites. Il semble qu'il y ait eu de la part de certains officiers une hostilité sourde contre l'adoption de ces produits, qui réussissent partout ailleurs très bien. Cependant, du rapport de M. Messimy, pour l'exercice 1907, il ressortirait que seul le Païl-mel a triomphé de toutes les difficultés et donne vraiment d'excellents résultats.

(2) Ou autre fourrage mélassé équivalent.

chiffres ci-dessous, de réaliser une économie considérable sur le budget de la guerre.

RATION ACTUELLE

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 5 kilos avoine valant | 0 fr. 915 |
| 2 kilos paille — | 0 116 |
| 2 k. 500 foin — | 0 225 |
| 9 k. 500 | 1 fr. 256 |

RATION SUCRÉE

| | |
|-------------------------------|-----------|
| 2 kilos avoine valant..... | 0 fr. 365 |
| 5 k. 500 païl-mel valant..... | 0 522 |
| 2 kilos paille valant | 0 116 |
| 9 k. 500 | 1 fr. 003 |

Economie par cheval et par jour..... 0 fr. 253

Le nombre des produits mélassés offerts à la culture augmente tous les jours, chaque fabricant donnant à ce qu'il fabrique sa marque spéciale. Dans le fond ils sont tous très voisins les uns des autres, et nos lecteurs sont très éclairés sur la matière avec les exemples que nous avons cités.

Exemples de rations à la mélasse. — Voici quelques types de rations. Suivant le produit mélassé que l'on emploiera, il sera facile de calculer ce que l'on doit en mettre et, par contre, ce que l'on peut supprimer des autres aliments employés.

I. — POUR VACHES LAITIÈRES

Par tête

| (a) | (b) |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 6 k. de paille de blé ou de balles. | 6 k. de paille de blé ou de balles. |
| 4 k. de paille d'orge. | 4 k. de paille d'orge. |
| 2 k. de foin de luzerne. | 2 k. de foin de luzerne. |
| 25 k. de pulpe. | 25 k. de pulpe. |
| 1 k. 25 de mélasse. | 1 k. 25 de mélasse. |
| 1 k. de son. | 1 k. de farine de riz. |
| 1 k. 25 de farine de coton. | 1 k. 25 de tourteau d'arachide pulv. |
| Relation nutritive = $\frac{1}{7,7}$ | Relation nutritive = $\frac{1}{7,5}$ |

Si on veut des rations plus riches en matières protéiques, on peut adopter les normes suivantes :

| (c) | (d) |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 6 k. de paille de blé ou de balles. | 6 k. de paille de blé ou de balles. |
| 4 k. de paille d'orge. | 4 k. de paille d'orge. |
| 2 k. de foin de luzerne. | 2 k. de foin de luzerne. |
| 25 k. de pulpe. | 25 k. de pulpe. |
| 1 k. 25 de mélasse. | 1 k. 25 de mélasse. |
| 1 k. de son. | 1 k. de farine de riz. |
| 1 k. 25 de farine de coton. | 1 k. 25 de farine de coton. |
| 1 k. de tourteau de palme moulu. | 0 k. 25 de poudre de viande. |
| Relation nutritive = $\frac{1}{6,4}$ | Relation nutritive = $\frac{1}{6,2}$ |

II. — BOEUFs A L'ENGRAIS

Rations par 1.000 kilos de poids vif

| 1 ^{re} période de l'engraissement | 2 ^e période de l'engraissement |
|--|---|
| 8 k. de paille de blé. | 8 k. de paille de blé. |
| 4 k. de paille d'avoine. | 4 k. de paille d'avoine. |
| 6 k. de luzerne. | 6 k. de luzerne. |
| 60 k. de pulpe. | 60 k. de pulpe. |
| 4 k. de mélasse. | 4 k. de mélasse. |
| 3 k. de son. | 3 k. de son. |
| 2 k. de farine de coton. | 2 k. de farine de coton. |
| | 1 k. de tourteau d'arachide moulu. |
| Relation nutritive = $\frac{1}{7}$ | Relation nutritive = $\frac{1}{5,6}$ |

III. — POUR BOEUFs DE TRAIT

Ration par 1.000 kilos de poids vif

12 k. de paille de blé.
4 k. de foin de luzerne.
60 k. de pulpe.
4 k. de mélasse.
2 k. 5 de farine de coton.

IV. — POUR BOEUFs EN STABULATION

| (a) | (b) |
|--------------------------|------------------------------|
| 14 k. de paille de blé. | 16 k. 5 de paille de blé. |
| 3 k. de foin de prairie. | 0 k. 5 de tourteau de colza. |
| 2 k. de mélasse. | 4 k. de mélasse. |

Composition chimique de divers fourrages mélassés

| DÉSIGNATION
DES
PRODUITS | COMPOSITION
DU
MÉLANGE | EAU | AMIDES | ALBUMINOIDES | MATIÈRES
AZOTÉES | MATIÈRES
GRASSES | SUCRE | MATIÈRES
EXTRACTIVES
NON AZOTÉES | CELLULOSE | MATIÈRES
MINÉRALES |
|---|---|-------|--------|--------------|---------------------|---------------------|-------|--|-----------|-----------------------|
| Cossettes de diffusion et
mélasse..... | 2 cossettes desséchées et
et 1 de mélasse..... | 7.67 | 4.00 | 6.00 | » | 0.85 | 23.09 | 39.33 | 12.40 | 6.66 |
| Germe de maïs-mélasse. | Poids égaux..... | 14.68 | 5.00 | 10.37 | » | 3.79 | 26.54 | 29.45 | 3.33 | 6.84 |
| Son et mélasse..... | — | 16.50 | » | » | 11.31 | 4.67 | 24.20 | 32.12 | 5.52 | 5.60 |
| Drèches et mélasse..... | — | 15.00 | » | » | 13.12 | 4.30 | 24.25 | 32.20 | 6.38 | 5.49 |
| Radicelles et mélasse..... | — | 22.50 | » | » | 15.03 | 2.33 | 20.99 | 20.01 | 13.78 | 5.26 |
| Tourbe et mélasse..... | 14 à 20 : tourbe. — 80 à 86 :
mélasse..... | 19.00 | » | » | 9.77 | 0.34 | 39.61 | 14.20 | 7.77 | 9.31 |
| Pain de mélasse..... | Poids égaux..... | 7.47 | » | » | 18.87 | 3.06 | 25.67 | 26.21 | 12.53 | 6.19 |
| Nutritive Eclancher..... | — | 15.50 | 10.43 | 7.87 | » | 5.30 | 21.50 | 30.50 | » | » |
| Sugar Freed..... | — | » | » | » | 20.00 | 5.00 | 30.00 | 31.00 | » | » |
| Sang mélassé..... | Sang, mélasse, son de blé. | 7.33 | 3.32 | 24.62 | » | 1.04 | 7.50 | 42.20 | 7.02 | 6.97 |
| Sang mélassé..... | Sang, mélasse, drèches.... | 8.51 | 2.88 | 25.00 | » | 0.14 | 12.90 | 52.02 | 9.77 | 5.60 |

Les quantités de mélasse que l'on peut donner chaque jour sont, de façon générale, les suivantes :

- 3 à 4 kilos par 1.000 kilos de poids vivant pour les bœufs de trait.
 4 à 7 — — — — — à l'engrais.
 1 k. 25 par tête pour les vaches laitières.
 0 k. 50 à 0 k. 75 — — — en gestation.
 0 k. 25 par tête pour les moutons à l'engrais,
 0 k. 25 — — — brebis mères (1).

Enfin, pour faciliter encore le calcul des relations nutritives pour l'établissement des rations alimentaires, nous croyons bon de reproduire, après M. Razous, le tableau (voir page 20) de la composition chimique de divers fourrages mélassés.

Rations au Païl'mel. — Le professeur Garola, de Chartres, qui s'est beaucoup occupé du Païl'mel produit dans son département, indique les rations suivantes journalières :

| POUR UNE VACHE LAITIÈRE
DE 500 KILOS DE POIDS VIF | POUR UN LOT DE DIX MOUTONS
PESANT EN MOYENNE 50 KILOS L'UN |
|---|--|
| Païl'mel..... 7 kilos | Païl'mel..... 5 kilos |
| Tourteau de sésame . 2 — | Betteraves..... 20 — |
| Betteraves..... 20 — | ou 10 à 15 kilos de
carottes ou pommes
de terres cuites. |
| ou 10 à 15 kilos de
carottes ou pommes
de terre cuites. | Balles..... 2 — |
| Balles de blé 2 — | Tourteau de sésame . 3 — |
| SUCRE PUR ABSORBÉ PAR JOUR | |
| PAR VACHE LAITIÈRE | PAR MOUTON |
| 1 k. 750 grammes | 0 k. 125 grammes |

(1) On trouve dans la statistique des contributions indirectes, qu'en 1905, 102.870 kilos de mélasse ont été employés à la *nourriture des abeilles*.

Un autre expérimentateur indique :

| POUR UN CHEVAL | | | | |
|---|--------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------|
| RATION AVEC FOIN | | RATION SANS FOIN | | |
| Avoine 3 à 4 kilos
Paill'mel 6 à 5 kilos
Foin pour la nuit 3 kilos | | Avoine 5 à 6 kilos
Paill'mel 6 à 5 kilos
Paille de blé pour la nuit 3 kilos | | |
| EN REMPLACEMENT
D'UNE CERTAINE QUANTITÉ D'AVOINE OU DE TOURTEAUX, ETC., DONNER | | | | |
| POUR UN BŒUF | POUR UNE
VACHE LAITIÈRE | POUR
UN MOUTON | POUR UN PORC | |
| 6 à 7 kilos
de
Paill'mel | 6 à 7 kilos
de
Paill'mel | 500 à 750 gr.
de
Paill'mel | 1 à 2 kilos
de
Paill'mel | |
| SUCRE PUR ABSORBÉ PAR JOUR | | | | |
| PAR CHEVAL | PAR BŒUF | PAR
VACHE LAITIÈRE | PAR MOUTON | PAR PORC |
| 1 k. 500
à
1 k. 250 | 1 k. 500
à
1 k. 750 | 1 k. 500
à
1 k. 750 | 0 k. 125
à
0 k. 187 | 0 k. 250
à
0 k. 500 |

Etant donnés les chiffres comparatifs fournis d'autre part, on voit ce qu'il faudrait introduire de marc mélassé, de pain mélassé, etc., pour remplacer dans ces rations le poids indiqué de paill'mel.

De quelques inconvénients reprochés aux aliments mélassés. — L'excès en tout est un défaut, dit un vieux proverbe, et cela est vrai aussi pour la mélasse. Sous prétexte qu'un kilo par jour donne un résultat avantageux, il n'en faut pas donner des quantités exagérées.

Dans une expérience, que rapporte M. Saillard, des bœufs reçurent jusqu'à 6 kilos de mélasse par 1.000 kilos de poids vivant. Au bout de peu de temps, il se produisit un ramolissement du système

osseux et, malgré qu'on revint rapidement à des doses plus modérées de mélasse, un des animaux périt.

On explique l'amollissement des os de la façon suivante : la mélasse constitue un fourrage très pauvre en chaux et en acide phosphorique. Le sucre qu'elle contient donne naissance, dans le canal digestif, à certains acides qui, une fois assimilés, diminuent l'alcalinité du sang et peuvent exercer une action dissolvante sur les os.

On remédie à cet inconvénient au moyen du phosphate de chaux précipité. Pour les animaux qui reçoivent plus de 4 kilos de mélasse par 1.000 kilos de poids vivant, on conseille d'en employer 50 grammes. Il est bon d'en faire usage chaque fois qu'on fait consommer de la mélasse à des animaux en croissance.

Mieux encore, il faut constituer la ration de telle sorte qu'elle soit bien équilibrée, et l'on n'aura pas à craindre de pareils accidents.

Maercker a dit aussi que des bœufs engraisés à la mélasse et qui auraient reçu chaque jour 2 k. 500 à 3 kilos de ce produit, auraient donné à l'abattoir une viande absolument impropre à la consommation. Le fait serait grave s'il était vérifié plusieurs fois, mais il n'en est rien et il est vraisemblable que le refus de ces animaux ne tenait pas à leur alimentation sucrée. S'il en était ainsi, en effet, le nombre de refus atteindrait maintenant un pourcentage énorme du nombre des présentations car, fort heureusement à de nombreux points de vue, les produits mélassés prennent chaque jour une place de plus en plus importante dans l'alimentation animale.

Il paraîtrait aussi qu'il ne faut pas donner de mélasse aux bêtes pleines, par crainte de provoquer l'avortement. C'est encore une exagération. Sans doute, le fait a été observé quelquefois. Mais ces rares cas, dit Curot, reconnaissent pour cause l'emploi journalier, à la dernière période de la gestation, de doses massives de mélasse (4 à 5 kilos par 500 kilos de poids vif), et alors l'avortement n'est dû qu'aux troubles digestifs déterminés par l'excès.

MÉLASSE ENGRAIS. — On ne l'a pas encore employée dans ce but. Cependant des agronomes allemands ont remarqué que, pour avoir une abondante fixation d'azote de l'air dans le sol par les microbes auxquels ce soin est dévolu, il fallait fournir auxdits microbes les aliments ternaires dont ils ont besoin. En temps ordinaire, ils se procurent ces matières en vivant en symbiose avec des algues microscopiques. Si ces algues viennent à manquer ou sont

insuffisantes, l'expérience a prouvé qu'on pouvait y remédier en arrosant le sol avec une solution sucrée. Peut-être y aura-t-il là, dans l'avenir, un débouché au sous-produit de la sucrerie.

Nous devons attendre pour nous prononcer sur cette théorie, que l'expérience l'ait vérifiée plus en grand.

RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES. — La direction générale des contributions indirectes vient de publier le relevé des quantités de mélasse employées aux usages agricoles en 1907-1908. Ce tableau comprend non seulement les mélasses de sucrerie, mais aussi celles de raffinerie. En voici le résumé, les chiffres exprimant des kilogrammes :

| | 1907-1908 | 1906-1907 |
|-----------------------------|------------|------------|
| MÉLASSES DE SUCRERIE | | |
| Livrées en nature | 2.516.265 | 3.887.330 |
| Dénaturées en mélange sec : | | |
| à l'état de tourteaux..... | 1.185.324 | 1.770.597 |
| — pulvérulent..... | 26.396.212 | 29.556.414 |
| En mélange humide..... | 1.542.032 | 2.006.932 |
| Totaux..... | 31.639.833 | 37.221.273 |
| MÉLASSES DE RAFFINERIE | | |
| Livrées en nature | 1.735.839 | 863.837 |
| Dénaturées en mélange sec : | | |
| à l'état de tourteaux..... | 92.253 | 61.553 |
| — pulvérulent..... | 8.925.821 | 4.979.046 |
| En mélange humide..... | 40.319 | 9.713 |
| Totaux... .. | 10.794.232 | 5.914.149 |

Les mélasses de sucrerie sont employées en beaucoup plus forte proportion que celles de raffinerie pour les usages agricoles. Mais, dans la dernière campagne, il y a eu une diminution de plus de 5.500.000 kilos par rapport à la campagne précédente, tandis qu'il y a eu augmentation de 4.880.000 kilos dans l'emploi des mélasses de raffinerie. Les quantités qui figurent dans ces tableaux sont indiquées comme destinées à l'alimentation du bétail ; en 1906-1907, on a employé, en outre, 30.983 kilos à d'autres usages agricoles. En définitive, on constate une diminution de 732 tonnes dans le résultat total de la campagne qui vient de s'achever. Jusqu'ici, au

contraire, on avait constaté chaque année un progrès dans la consommation.

Les quantités de mélasses de sucrerie employées par l'agriculture ont représenté, dans la dernière campagne, environ 6 p. 100 des mélasses épuisées.

§ 3. — COSSETTES DE DIFFUSION OU PULPES

COMPOSITION. — La pulpe sortant des presses a la composition suivante :

| | |
|------|--|
| 89 | p. 100 d'eau ; |
| 1,1 | — de matières azotées, dont le 1/20 ^e est sous la forme de substances amidées ; |
| 0,08 | — de matières grasses ; |
| 6,4 | — d'extractifs non azotés ; |
| 2,8 | — de cellulose ; |
| 0,6 | — de substances minérales. |

Elle n'a pas d'usages industriels et est employée exclusivement pour la nourriture du bétail. Très accessoirement, on l'utilise comme engrais. A cause de sa grande teneur en eau, elle est de conservation difficile, et il arrive qu'une partie de la marchandise que renferment les silos s'altère fortement et devient impropre à la consommation. Nous verrons plus loin comment on l'utilise. En outre, il s'écoule des silos de conservation de la pulpe en vert un liquide de putréfaction dont l'ingestion serait extrêmement dangereuse pour les animaux et qui ne peut être utilisé que pour l'arrosage des terrains.

PULPE DANS L'ALIMENTATION DU BÉTAIL. — Étant donnée sa composition, il est bien certain que la pulpe est un aliment pauvre et qu'il n'y a intérêt à l'utiliser qu'à proximité des sucreries. Ses éléments sont néanmoins assimilables en assez forte proportion.

On leur attribue, en général, les coefficients de digestibilité suivants :

| | |
|----------------------------|-----------|
| Protéine | 80 p. 100 |
| Extractifs non azotés..... | 84 — |
| Cellulose | 85 — |
| Graisse | ? |

En possession de ces données, il est aisé de calculer la relation nutritive de la pulpe de sucrerie.

Conservation de la pulpe. — Il serait absolument impossible, faute de temps, de faire consommer par le bétail toute la pulpe à l'état frais pendant la période de production. En outre, le moment où l'on en a surtout besoin est l'hiver, alors-qu'on manque de fourrages verts.

Il est donc indispensable de pouvoir conserver la pulpe. Deux procédés principaux sont utilisés pour cela :

I. L'ensilage ;

II. La dessiccation.

Ensilage des pulpes. — Ensiler, c'est mettre en *silo*. Un silo est, en général, une fosse creusée en terre dans laquelle, avec certaines précautions, on dispose la matière à conserver.

Cornevin, de Lyon, donnait la description suivante des silos à pulpe. Fréquemment, disait-il, on adopte les dimensions suivantes :

| | |
|-----------------|-----------|
| Longueur..... | 20 mètres |
| Largeur..... | 3 m. 50 |
| Profondeur..... | 1 m. 50 |

Quand le sol est ferme et qu'il n'y a pas d'éboulis à craindre, on laisse les côtés dans l'état où la bêche et la houe les ont mis ; dans le cas contraire, on épauule le terrassement et on construit de petits murs en maçonnerie. Il est des fermes où l'on construit des silos complètement maçonnés, soit à ras de terre, au fond d'une grange ou d'un hangar, ce qui est commode pour l'extraction quand le moment est venu, soit en contrebas avec toiture.

Quelle que soit la disposition adoptée, on donne 0 m. 01 de pente par mètre au fond du silo, afin de permettre l'écoulement de l'eau. A l'extrémité du silo, on construit un puits absorbant qu'on remplit de galets ou de scories et qui est destiné à recevoir les eaux d'écoulement. On en évite ainsi la stagnation, on diminue les chances d'infection putride qui, dans la saison des chaleurs, communique aux pulpes un goût détestable en même temps qu'elle vicie l'air de la ferme.

La portion de pulpe qui dépasse le niveau du sol ou celui des murs doit être disposée en talus ou en dos d'âne et aménagée comme il va être dit.

Le moment venu de déposer la pulpe en fosse, on garnit le fond

de celle-ci d'une couche de balles de céréales ou de menues pailles et, à leur défaut, de paille hachée, épaisse de 4 à 5 centimètres.

Sur cette litière, on étale une couche de pulpe de 15 centimètres de hauteur, puis un lit de menue paille de 3 centimètres et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à la hauteur fixée à l'avance. On prend alors des bottes de paille de seigle, de blé ou même d'avoine très propre, semblable à celle qui a été préparée pour la confection des liens ou la réparation des toits de chaume ; on les étale de façon que le pied de chaque botte touche le sol et que la partie supérieure vienne rencontrer et se mêler à celle du côté opposé. Une fois toute cette partie bien garnie et une sorte de toiture constituée, on recouvre d'une couche de 25 centimètres de terre qu'on tasse aussi fortement que possible. Quelquefois, on fait la couche de terre moins épaisse et on tasse avec des madriers ou des pierres.

Tant que le tassement n'est pas opéré, il faut surveiller les silos et boucher les fentes qui se produisent dans la couverture, car si l'on n'a point cette précaution, l'accès de l'air entrave la fermentation de la masse ensilée, favorise la multiplication des moisissures et cause de réels dommages aux résidus.

Après quelque temps d'ensilage, la pulpe entre en fermentation lente ; elle s'échauffe quelque peu et prend une odeur spéciale. Les pailles et menues pailles s'imbibent du jus de la pulpe, se ramollissent et leur cellulose de construction est attaquée.

Le bétail, les bêtes bovines surtout, prennent bien les pulpes ensilées et les mangent peut-être plus avidement que les pulpes fraîches.

Le mélange de balles, de pailles hachées ou de menues pailles avec la pulpe ensilée présente plusieurs avantages. D'abord, ces matières sèches prennent pour elles une partie de l'eau de suintement qui, ainsi, ne se perd pas puisque, ne voyant pas l'air, elle ne subit pas la fermentation putride. En outre, elles subissent une sorte de macération qui les rend elles-mêmes plus aisément digestibles. Aussi l'auteur cité plus haut recommandait-il d'employer à cet usage non seulement la paille, mais encore le foin dur des prairies humides, foin qui contient une grande quantité de laïches, roseaux, joncs, massettes, souchets, etc., etc.

M. Pagnoul s'est spécialement occupé de rechercher si, par l'ensilage, les pulpes perdent de leurs matières utiles. Il a trouvé

que, pour les pulpes de diffusion qui sont les seules que l'on rencontre maintenant, la perte pouvait être de 20 à 40 p. 100 par an pour l'eau et 1 p. 100 seulement pour la matière sèche.

Ces pertes s'expliquent par la transformation du sucre en alcool et en acide carbonique qui se volatilise et, vraisemblablement, par l'oxydation d'autres matières.

Dessiccation des pulpes. — Nous avons eu déjà l'occasion de dire un mot de la dessiccation des cossettes de betteraves quand nous avons parlé de la fabrication d'un aliment mélassé au moyen de ce sous-produit. Cette dessiccation présente un grand intérêt en ce sens qu'elle permet de faire d'un aliment aqueux, intransportable, un produit relativement concentré, se conservant bien et pouvant être utilisé à une assez grande distance du lieu de production.

Pendant très longtemps, on n'a pas jugé que cette transformation puisse se faire d'une façon efficace : elle coûtait trop cher. On n'eut un appareil suffisamment pratique qu'à partir de 1883, époque à laquelle la Société des fabricants de sucre allemands fit un concours de séchoirs à cossettes. Le prix était de 20.000 francs et fut gagné par Büttner et Meyer de Darmstadt.

Depuis, d'autres appareils ont vu le jour et certains même ont eu le temps d'être abandonnés dont nous dirons cependant un mot pour fixer l'histoire des tentatives faites dans cet ordre d'idées.

Les appareils de dessiccation artificielle des cossettes peuvent être divisés en deux grandes catégories :

- a. Les fours à foyers ;
- b. Les séchoirs à vapeur.

Fours à foyers. — Parmi ces derniers, on peut citer les appareils Garner, Büttner et Meyer, Mackensen, Petry et Hecking, Devaux.

Appareil Garner. — M. Bénard l'a décrit comme suit en 1891 : « L'appareil Garner est formé d'une toile métallique convexe d'environ 10 mètres de long sur 2 m. 80 de large, sous laquelle se trouvent deux rangées de foyers maçonnés dans lesquels on entretient un peu de coke ; une double voie suspendue, passant dans le sens de la longueur de la toile métallique, sert à conduire les cossettes et à les enlever. Les produits de combustion du coke traversent la toile et les cossettes et sont évacués, chargés de la vapeur d'eau contenue dans ces cossettes. On obtient ainsi une dessiccation suffisante.

Appareil Büttner et Meyer. — C'est un des plus répandus, et on compte à l'heure actuelle, en Allemagne, une soixantaine de sucreries qui l'utilisent. Il y a un foyer à grille où l'on brûle du coke et une chambre en maçonnerie à trois étages. Les gaz de la combustion sont amenés à la partie supérieure de la construction par une cheminée latérale. A l'arrière est un ventilateur qui aspire de haut en bas les gaz et les force à traverser les trois étages et les dispositifs en forme de pétrins à palettes qu'ils supportent.

Il y a une paire de ces pétrins par étage ; dans chacun d'eux tourne un arbre muni de bras disposés en hélice.

Les cossettes à sécher et l'air chaud entrent en même temps dans l'étage supérieur. Entraînées d'avant en arrière, elles tombent bientôt dans le pétrin correspondant du deuxième étage, où elles se déplacent d'arrière en avant, et enfin sur le plancher de l'étage inférieur pour quitter ensuite l'appareil.

L'air chaud sort au même point que les cossettes.

L'expérience a démontré qu'il y a avantage à faire passer les cossettes dans de nouvelles presses avant de les faire passer dans le four.

Les frais d'installation de l'appareil Meyer et Büttner peuvent être, d'après M Saillard, fixés aux chiffres suivants :

Pour 100 tonnes de cossettes pressées par jour : 75 à 80.000 francs.

Pour 160 tonnes de cossettes pressées par jour : 130 à 140.000 francs.

Les producteurs allemands estiment à 0 fr. 20 par 100 kilos de cossettes pressées ou à 2 francs par 100 kilos de cossettes sèches les frais de dessiccation par cet appareil.

Appareil Mäckensen. — Il se compose de deux cylindres parallèles en tôle, légèrement inclinés, et communiquant d'une part avec le foyer et, d'autre part, avec la cheminée. On leur communique un léger mouvement de rotation.

Les cossettes à sécher entrent dans l'un des cylindres en même temps que l'air chaud. A la sortie, elles sont prises par une vis d'Archimède qui les ramène en tête de l'appareil et les déverse dans le deuxième cylindre, qu'elles parcourent dans le même sens que le premier et où s'achève la dessiccation.

Cet appareil est en fonctionnement à la sucrerie de Linden (Hanovre) ; sept fabriques allemandes en sont pourvues.

Pour une sucrerie qui travaille 300.000 kilos par jour, il faut deux cylindres tournants et une machine à vapeur de 25 chevaux. L'ins-

tallation d'ensemble, bâtiments compris, coûte de 70.000 à 75.000 francs.

Appareil de Pétry et Hecking. — Il est installé dans 18 fabriques allemandes.

Il se compose d'une série de chambres à fond demi-cylindriques, qui sont placées côte à côte et parallèlement l'une à l'autre. Dans chacune des chambres tourne un arbre à bras qui fait passer les cossettes d'une chambre dans la voisine, à la façon dont un épierreur fait sortir les betteraves du laveur.

La pulpe et l'air chaud arrivent dans la première chambre et suivent une marche parallèle.

Séchoirs à vapeur. — Un grand nombre de ces appareils ont été successivement construits en Allemagne principalement, et n'ont

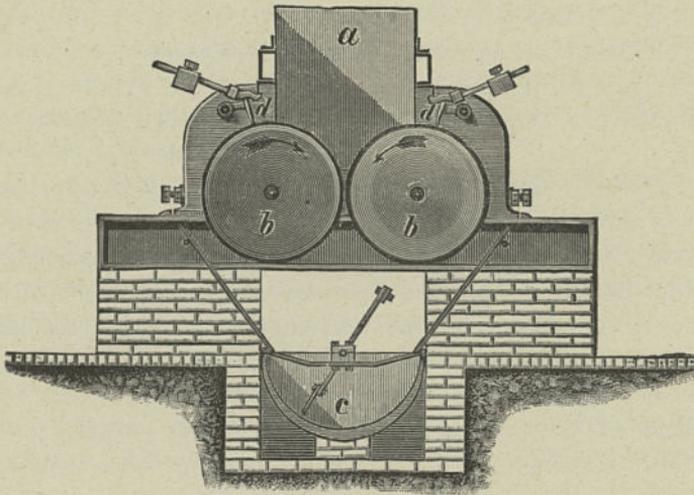


FIG. 2. — Séchoir Venuleth et Ellenberger.

pas obtenu tout le succès qu'en attendaient les inventeurs. Parmi eux nous pouvons citer les appareils Venuleth et Ellenberger, Otto, Schülz, Dippe, etc. Nous décrivons seulement le premier qui est parmi les meilleurs. Depuis quelques années un nouveau système a été adopté en Autriche. Contrairement à ses devanciers qui grevaient la cossette sèche, d'un coût de fabrication supérieur à celui des fours à foyers, il la livrerait, lui, à meilleur marché. Cette affirmation des inventeurs et constructeurs n'a pas été sans

provoquer quelques protestations. Cet appareil récent est construit par la maison Sperber de Vienne.

Appareil Venuleth et Ellenberger. — Deux cylindres creux en fonte, de 3 mètres de long et de 1 mètre de diamètre, tournent en sens contraire. Les cossettes sont comprimées entre elles et l'évaporation s'effectue, car ces cylindres sont chauffés par la vapeur. Les cossettes restent adhérentes en une couche mince aux parois des cylindres et sont enlevées par des racloirs spéciaux ; de là elles tombent dans une auge en tôle, également chauffée par la vapeur, et où elles sont remuées par un agitateur (fig. 2).

Ce système a l'inconvénient de dégager dans l'usine une grande quantité de vapeur. Il est construit à Darmstadt.

Appareil de la maison Sperber. — Cet appareil a été essayé à la sucrerie de Mœdriz, en Moravie. Sa description a été apportée en France par M. Dessin, administrateur délégué de la Société de constructions mécaniques de Saint-Quentin. Au point de vue mécanique, cet appareil a été étudié par MM. Holocek et Svatos, professeurs à l'École des Arts et Manufactures de Brünn (Moravie) ; au point de vue chimique, par M. Strohmer, directeur du laboratoire du Syndicat des fabricants de sucre d'Autriche. D'après la circulaire hebdomadaire du Syndicat des fabricants de sucre de France, le four en question se compose d'une chambre à plusieurs étages, chauffée avec de la vapeur d'échappement à 112° ou de la vapeur directe détendue.

Les cossettes pressées sont amenées dans l'étage supérieur ; elles sont d'abord entraînées d'avant en arrière, puis elles tombent dans l'étage au-dessous qu'elles parcourent en sens contraire, et ainsi de suite, jusqu'au plancher inférieur. Les étages sont séparés par des cloisons demi-cylindriques à double enveloppe, dans lesquelles on fait arriver la vapeur de chauffe.

Quant à l'organe propulseur des cossettes, il est représenté par un véritable faisceau tubulaire qui porte, sur les tuyaux extérieurs, des bras disposés en hélice.

L'air arrive du dehors par la partie inférieure, sous l'action d'un ventilateur placé à la partie supérieure de l'appareil ; il suit donc un chemin inverse de celui des cossettes.

D'après les expériences faites à Mœdriz (Moravie), un four, pouvant débiter 266 kilos de cossettes sèches à l'heure, exige une puissance de 50 chevaux indiqués.

La quantité de vapeur à dépenser pour le fonctionnement de l'appareil et la dessiccation proprement dite peut être évaluée à 576 kilos pour 1 dz de cossettes sèches. A cette dépense, il faut ajouter l'intérêt et l'amortissement du capital engagé.

Quant aux cossettes sèches, elles ont la composition moyenne suivante (d'après M. Strohmmer) :

| | |
|-----------------------------|--------|
| Eau | 9,94 |
| Protéine brute | 6,81 |
| Graisse | 0,56 |
| Extractifs non azotés | 58,01 |
| Cellulose brute..... | 21,00 |
| Cendres..... | 3,68 |
| Total | 100,00 |

Comme tous les fours à sécher les cossettes qui visent une production abondante, le four Sperber exige une installation assez dispendieuse ; il mérite néanmoins d'appeler l'attention des fabriques de sucre qui ne trouvent pas un écoulement facile ni rémunérateur pour leurs cossettes pressées (1).

Valeur alimentaire des cossettes. — 1° *Cossettes fraîches et ensilées.* — Le *Journal de la Distillerie Française* a relaté, en 1889, les expériences du docteur Mærcker sur l'alimentation par les cossettes fraîches ou ensilées contenant 80 à 90 p. 100 d'eau. Pour un bœuf de 600 kilos il ne faut pas introduire journallement plus de 35 à 40 kilos d'eau incorporée aux cossettes. Alors les sucs digestifs seraient trop dilués, les digestions imparfaites et la sécrétion urinaire trop abondante. Une autre cause serait l'augmentation des exhalaisons pulmonaires et cutanées chez les animaux nourris d'aliments très aqueux ; la chaleur nécessaire pour porter l'eau à l'état de vapeur est fournie par l'animal à ses propres dépens.

La forte proportion d'eau contenue dans les pulpes exige que cet aliment soit mélangé avec des matières sèches, telles que paille ou foin haché, ainsi que nous l'avons vu en étudiant l'ensilage, ou bien tourteaux, grains entiers ou concassés, son.

(1) A propos de la dessiccation des drèches nous décrirons le séchoir « Impérial », plus nouveau que le Sperber et qui donne également d'excellents résultats en sucrerie. Nous dirons également un mot de quelques autres systèmes tels que les systèmes Sæst, Heucker, etc.

On peut aussi, pour éviter la déperdition de calorifique signalée plus haut (chaleur de vaporisation), faire absorber ces résidus aussi chauds que les animaux peuvent les supporter.

Voici quelques exemples de rations empruntés à Cornevin (1).

BOEUFs

| | |
|---------------------------|----------|
| Pulpe..... | 40 kilos |
| Foin..... | 5 — |
| Menues pailles..... | 5 — |
| Tourteaux d'arachide..... | 5 — |

MOUTONS

| | |
|--------------------------------|----------|
| Pulpe..... | 2 k. 400 |
| Foin..... | 1 k. 400 |
| Tourteau coton décortiqué..... | 0 k. 300 |
| Orge..... | 0 k. 200 |

Les animaux soumis à ce régime ont subi une augmentation de poids importante allant jusqu'à près de 1 kilo par jour pour les bœufs et 800 grammes pour les moutons.

Voici un type de ration pour une vache laitière, du poids moyen de 500 à 600 kilos, pour trois repas :

Le matin, vers 4 à 5 heures :

| | |
|-----------------------------|----------|
| Pulpes tièdes..... | 12 kilos |
| Avec recoupettes..... | 1 — |
| Et avec luzerne hachée..... | 1 — |

Vers 7 à 8 heures :

| | |
|--|-----------|
| Boisson tenant en suspension 1 demi-kilo de recoupettes..... | 12 litres |
|--|-----------|

Vers midi :

| | |
|--|---------|
| Betteraves hachées..... | 8 kilos |
| Carottes hachées..... | 4 — |
| Mélangées à un tourteau pulvérisé..... | 1 — |

Vers 4 heures :

| | |
|--------------------------------|----------|
| Pulpes..... | 12 kilos |
| Mélangée à luzerne hachée..... | 2 — |

(1) *Des résidus industriels dans l'alimentation du bétail*, p. 59.

Vers 6 heures, même boisson que le matin.

Enfin, pour la nuit :

Luzerne 2 à 3 kilos
Paille a volonté.

MM. Andouard et Dezaunay, qui ont étudié la question de l'influence de la pulpe sur la production du lait chez les vaches, sont arrivés aux résultats suivants :

1° La pulpe de diffusion conservée en silo et donnée à une vache à raison de 5 kilos par jour, augmente sa production en lait de près d'un tiers ;

2° Cette nourriture n'a pas d'influence sensible sur la composition du lait en caséine et en matière minérale, mais elle augmente la proportion du beurre, surtout celle du sucre ;

3° Elle communique au lait une saveur spéciale et lui donne une prédisposition certaine à la fermentation acide.

2° *Cossettes desséchées.* — Nous avons indiqué plus haut la composition des cossettes fournies par l'appareil Sperber. Voici, à titre de comparaison, une analyse de celles que fournit le four Büttner et Meyer :

| | |
|-----------------------------|-------|
| Eau | 9,01 |
| Protéine | 7,56 |
| Cellulose | 19,28 |
| Cendres | 6,65 |
| Extractifs non azotés | 58,15 |

Les pulpes desséchées pèsent 27 à 28 kilogrammes l'hectolitre. Mises en contact avec l'eau, elles en absorbent cinq fois leur poids, et leur volume devient près de trois fois plus grand.

A l'état sec, la pulpe est prise sans hésitation par le bœuf, le mouton, le lapin et le cobaye. Le cheval qui en reçoit pour la première fois est hésitant et parfois refuse d'y toucher. Pour la lui faire prendre on commence par la mêler à son poids d'avoine entière ou de préférence concassée, parce que le mélange se fait mieux ; aux repas suivants, on diminue la proportion d'avoine et on arrive en deux jours à lui faire accepter les pulpes seules. Jetées dans des eaux grasses ou du petit lait, elles sont bien appréciées du porc ; pour cet animal le petit lait est un des aliments les plus conven-

bles à leur ajouter, car il leur apporte les éléments sucrés dont elles ont été dépouillées.

Toutes les considérations relatives à l'alimentation par la pulpe desséchée sont dominées par la très grande puissance absorbante de cet aliment. On ne perdra pas de vue qu'il incorpore cinq fois son poids d'eau, laquelle est empruntée aux liquides salivaires et gastriques, et qu'il triple de volume dans le tube digestif. Oublier ces deux particularités, surtout quand il s'agit de monogastriques, cheval, âne, mulet, porc, lapin, est s'exposer à voir survenir des accidents analogues à ceux qu'amène l'ingestion d'une trop forte proportion de son sec, c'est-à-dire l'indigestion par surcharge et, quelquefois, la rupture de l'estomac. En conséquence, il ne faut pas donner au cheval, par repas, plus de 400 à 500 grammes de pulpes sèches, ce qui représente, en volume, 1 l. 60 à 2 litres. Les expériences exécutées en Allemagne par Mærker et en France par Cornevin témoignent que la pulpe sèche convient très bien aux ruminants. Pour ces animaux, on l'associera à des aliments très aqueux, tels que vinasse et drèches liquides, ou on la fera tremper au préalable dans l'eau ; il sera toujours préférable d'employer l'eau chaude pour celles que doivent recevoir les bêtes laitières et de la leur donner tiède.

Si l'on fait gonfler la pulpe dans l'eau ordinaire avant de la donner au cheval il répugne à la manger, mais si l'on a eu la précaution de l'arroser d'eau mélassée qui lui restitue le sucre qui lui manque, il la mange, au contraire, avec avidité.

Inconvénients des pulpes dans certains cas. — On a parfois remarqué que l'emploi de certaines pulpes plus ou moins altérées ou que l'alimentation trop exclusive aux pulpes pouvaient avoir des inconvénients pour le bétail.

Pulpes altérées. — Les pulpes sèches ne sont guère susceptibles d'altérations et c'est exclusivement aux cossettes non desséchées que s'applique ce qui va suivre. On constate trois sortes d'altérations des pulpes : Elles sont moisies, ont subi la fermentation alcoolique ou ont été envahies par le microbe qui donne la *maladie de la pulpe*.

Moisissure. — C'est une maladie superficielle qui prend fin aussitôt que les liquides qui s'écoulent de la masse ensilée prennent la réaction acide. Il faut éviter de donner les parties atteintes des cryptogames à manger aux animaux qui, au surplus, n'y tiennent

das. Wehenkel a rapporté des cas certains d'empoisonnement dus à ces pulpes moisies et dont le processus n'a pas été étudié à fond. C'est vraisemblablement une sorte de mycose, à moins qu'il n'y ait symbiose entre les moisissures (*Aspergillus*, *Penicilium*) et des formes microbiennes nuisibles.

Fermentation alcoolique. — On conçoit très aisément que s'il reste des jus sucrés dans les cossettes, la fermentation alcoolique puisse s'établir. Cela se produisait surtout avec les cossettes de presse et est beaucoup plus rare avec la pulpe de diffusion. Quoi qu'il en soit, les animaux qui ont mangé des cossettes fermentées en abondance sont sous le coup d'une ivresse manifeste qui se traduit, comme chez les animaux supérieurs en général, par une altération des excitations motrices et du sens de la direction. Si l'alimentation aux pulpes fermentées se prolongeait, l'animal finirait par subir une véritable intoxication alcoolique qui ne pourrait se terminer que par l'abatage ou un changement immédiat de régime.

Maladie de la pulpe. — La maladie dite de la pulpe est une affection qui atteint les animaux nourris aux pulpes ensilées et qui fait des ravages importants dans le voisinage des sucreries.

Les Allemands l'appellent Schnitzelkrankheit (maladie des cossettes). Elle se traduit par des troubles gastro-intestinaux avec diarrhée et inflammation de la caillette. Arloing, de Lyon, l'a étudiée attentivement et est arrivé à cette conclusion que la maladie était provoquée par les sécrétions de plusieurs microbes qui vivent dans la pulpe. Il les a isolés, cultivés et a expérimenté sur des animaux l'exactitude de ses recherches. Comme remède, il conseille la dessiccation des pulpes (les matières toxiques étant détruites à une certaine température) ou leur ébullition.

Excès de pulpe dans la ration. — Comme l'alimentation à la pulpe est extrêmement économique, il est des fermes où l'appât du lucre a entraîné les agriculteurs à donner presque exclusivement de la pulpe mélangée avec de menues pailles. Le résultat a été l'*ostéomalacie*, maladie dont nous avons déjà dit un mot à propos des inconvénients qu'entraîne l'emploi d'un excès de mélasse. Les os se déminéralisent et l'aboutissant est la mort. Il faut donc prendre grand soin de calculer les rations, de façon à ce que la relation nutritive $\frac{MA}{MNA}$ soit toujours bien équilibrée.

PULPE ENGRAIS. — L'analyse que nous avons donnée des pulpes montre surabondamment la pauvreté de ce résidu en éléments fertilisants. Il serait donc préférable de l'utiliser autrement toutes les fois que ce sera possible, et de n'employer ainsi que les matières altérées et qu'il peut être dangereux de distribuer aux bestiaux.

Ces pulpes conviennent surtout aux terres sèches et légères. Il est prudent, avant de les incorporer au sol, de les mélanger avec de la chaux ou des cendres de bois ou des scories basiques du procédé Thomas pour neutraliser leur acidité. Il va de soi que la réaction acide des pulpes a peu d'influence dans les sols qui sont naturellement très basiques : elle est plutôt susceptible de contribuer aux bons résultats de l'engrais.

Étant donnée la pauvreté des pulpes en éléments fertilisants, la quantité à employer à l'hectare n'est pas déterminée. On sera surtout guidé par le souci de ne pas changer défavorablement par leur apport, l'état physique du sol.

§ 4. — ECUMES ET BOUES DE DÉFÉCATION

COMPOSITION. — Lorsqu'elles sortent pour la dernière fois des filtres-presses, les écumes ou boues de défécation, qu'on appelle aussi quelquefois *tourteaux*, présentent la composition suivante, d'après différents auteurs :

| | | |
|--------------------------|---------|--------|
| Eau..... | 40 à 50 | p. 100 |
| Carbonate de chaux..... | 40 | 50 — |
| Phosphate de chaux..... | 1 | 2 — |
| Matières organiques..... | 8 | 15 — |
| Azote..... | 0,3 | 0,5 — |

On y rencontre aussi fréquemment des quantités variables, mais faibles, de magnésie et de potasse.

Elles sont utilisées exclusivement pour la fertilisation du sol. Leur composition faisait d'ailleurs prévoir cet usage. On ne saurait songer à les faire repasser au four à chaux, d'abord parce que l'opération ne serait pas très économique à cause de la quantité d'eau à évaporer, ensuite parce qu'elles donneraient une chaux impure.

ECUMES ENGRAIS. — M. Larbalétrier, qui avait traité la question dans son ouvrage : *Les résidus industriels employés comme engrais*, disait :

« Grâce à l'azote, à l'acide phosphorique et à la potasse qu'ils renferment, ces résidus constituent de véritables engrais, mais, en outre, leur forte teneur en chaux et surtout en calcaire en fait aussi des amendements précieux, qui réussissent particulièrement bien dans les terres argileuses, argilo-siliceuses et, en général, dans tous les sols où l'élément calcaire fait défaut.

« Le carbonate de chaux des écumes s'y trouve sous forme impalpable, très assimilable, qui fait que ces matières, sous ce rapport, ont une valeur supérieure à la marne.

« A l'Ecole d'agriculture du Pas-de-Calais, une pièce de terre peu productive, dans laquelle l'analyse avait décelé la proportion relativement considérable de 17 p. 100 de calcaire, a vu sa productivité augmenter dans une large mesure par l'apport des écumes de défécation. Ce fait, en apparence paradoxal, est dû simplement à ce que le carbonate de chaux du sol ne s'y trouvait pas sous une forme assimilable par les radicules des plantes. Ces résultats n'ont d'ailleurs rien de surprenant, lorsqu'on se rapporte aux remarquables recherches exécutées dans ces derniers temps sur cette question de l'assimilabilité du calcaire pulvérulent, par M. de Montdésir, d'une part, et par M. Bernard, d'autre part ».

Mode d'emploi. — Ces produits ne sont utilisés, bien entendu, qu'au voisinage des sucreries. Bien que leur efficacité soit hors de doute, leur peu de richesse en principes fertilisants de prix élevé (acide phosphorique, azote, potasse) n'en permettrait pas le transport à de grandes distances. Ils ne sont donc à recommander que dans certains départements comme le Nord, la Somme, le Pas-de-Calais, l'Oise, l'Aisne, et en quelques points de Seine-et-Oise, du Puy-de-Dôme, de l'Aveyron, etc.

Dans les départements du Nord, les écumes de défécation sont généralement employées à hautes doses, 25.000 à 40.000 kilos à l'hectare pour une période de deux ou trois ans. Dans les terres de marais on double parfois cette quantité et les résultats obtenus sont tout à fait encourageants. Des terres très productives n'ont, depuis des années, reçu pour toute fumure que des écumes de défécation et des tourteaux de graines oléagineuses.

L'application a lieu dans le courant de l'hiver et aussitôt que

possible ; on les laisse se déliter à l'air sous l'influence des gelées et on les incorpore au sol, dans les premiers jours du printemps, par un ou plusieurs labours.

Il ne faut pas songer — comme le croyait possible Isidore Pierre — à substituer les écumes au fumier. Bien au contraire. La présence de fortes quantités de calcaire ayant pour effet d'activer la nitrification des matières organiques, le sol s'appauvrirait très rapidement en ces éléments si l'on n'y veillait pas. Sous ce rapport, l'action des boues est comparable à celle de la marne et de la chaux.

Il faut prendre soin également, à cause de la chaux libre que renferment toujours les écumes, de ne pas répandre en même temps qu'elles des engrais organiques ou ammoniacaux. La chaux, élément de décomposition des sels ammoniacaux avec mise en liberté d' AzH^3 gazeux, jouerait ainsi un rôle néfaste.

Appliquées en hiver, sur les prairies et pâturages, à la dose de 8.000 à 10.000 kilos par hectare, ces écumes ne tardent pas à faire disparaître les mauvaises herbes et amènent, au bout de peu de temps, la prédominance des plantes légumineuses qui avaient disparu ; du même fait, les rendements se trouvent accrus dans de notables proportions. Dans les jardins, les écumes de sucreries réussissent non moins bien, elles augmentent la quantité et la qualité des légumes, tout en avançant leur maturité.

Ce sont donc à la fois des engrais et des amendements en tous points recommandables, bien supérieurs à la marne et à la chaux, et surtout d'une action beaucoup plus rapide.

Voici, à titre complémentaire, ce que disent nos anciens maîtres, Müntz et Girard, sur l'emploi des écumes de sucrerie :

Mises en tas, les écumes riches en matières organiques ne tardent pas à s'échauffer, par suite de la fermentation qui s'y établit et qui fait perdre un peu d'azote. Ces écumes calcaires peuvent être utilement introduites dans les composts. . . .

. . . Elles ne sont d'un emploi facile que lorsqu'elles sont asséchées ; on peut, à cet effet, les mélanger avec de la terre sèche, des cendres, de la tourbe. Quelquefois on les calcine pour obtenir une chaux grasse, légère et très pulvérulente (1).

(1) GAROLA, in *Encyclopédie agricole*. Engrais (J.-B. Baillièrre et fils, 1903), préconise l'emploi des écumes à doses plus faibles que la marne, à cause de leur pulvérulence (précipité chimique), mais plus souvent répétées.

Valeur marchande. — Dans leurs marchés de betteraves les sucriers introduisent fréquemment une clause obligeant les agriculteurs à reprendre une quantité déterminée d'écume, à un prix de à valoir au règlement de compte.

D'après Garola, le prix de ce produit serait 1 franc la tonne pris sur place, et à ce prix il donne pour rien le carbonate de chaux, Voici en effet le calcul auquel il se livre :

| | |
|--|----------|
| 0 k. 92 d'azote à 1 franc l'un | 0 fr. 72 |
| 1 k. 36 d'acide phosphorique à 0 fr. 25. | 0 39 |
| 1 k. 05 potasse à 0 fr. 30..... | 0 30 |
| Magnésie, matière organique | mémoire |
| Total | 1 fr. 41 |

§ 5. — EAUX DE LAVAGE DES BETTERAVES ET DES PRESSES

COMPOSITION DES EAUX RÉSIDUAIRES DE SUCRERIES. — Les eaux résiduaires des sucreries de betteraves se composent principalement des eaux de lavage des betteraves, des transporteurs hydrauliques et des presses. Celles qui proviennent de ces dernières sont un mélange des eaux exprimées des cossettes épuisées avec toutes les eaux sales produites à la diffusion (eaux de chasse, de la fosse à cossettes, etc.). La production des eaux résiduaires pour 1.000 tonnes de betteraves peut être évaluée ainsi qu'il suit :

| | |
|--|---|
| Eaux des lavoirs et du transporteur .. | 10.000 à 12.000 ^m ³ |
| Eaux des presses..... | 500 à 800 ^m ³ |

Les premières sont surtout chargées de terre ; si l'on pouvait les rejeter immédiatement après décantation, il n'en résulterait aucun danger de contamination, car elles dissolvent très peu de matières organiques pendant l'emploi ; ce n'est que lorsqu'on travaille des betteraves avariées ou gelées que l'on y observe la présence du sucre en proportion notable. Malheureusement, le grand volume nécessaire oblige à les employer après décantation, lorsque l'usine est dans une région pauvre en eau. Alors, les masses d'eau qui font pendant toute une campagne la navette entre l'usine et les bassins de décantation, se souillent de plus en plus par les produits solu-

bles de la fermentation des débris végétaux entraînés dans les boues : l'eau devient acide au bout de quelque temps et l'analyse y décèle les acides butyrique et acétique. Cependant, la concentration des eaux de lavage, même en fin de campagne, est loin d'atteindre celle des eaux de presses.

Ces dernières sont de véritables résidus inutilisables que l'usine doit évacuer. Elles sont très chargées de matières organiques hydro-carbonées, dont le sucre forme à peu près la moitié, et de débris végétaux solides, pulpes folles et fragments de cellules. Les matières azotées en sont presque absentes ; les sels minéraux sont les mêmes que dans l'eau courante. En effet, les sels de potassium et de sodium de la betterave et les composés amidés sont facilement diffusibles et passent presque en totalité dans le jus : il ne reste que les sels de l'eau qui imprègne les cossettes, et la matière azotée est réduite aux petites quantités d'albuminoïdes végétaux qui ne restent pas dans la pulpe (J. Vié).

La composition est variable ; on trouve par litre :

| | | |
|--|------------------|-----------------------------|
| Matières organiques dissoutes (par la perte au rouge)..... | 4 ^{gr.} | à 6 ^{gr.} |
| Matières minérales..... | 1 | à 2 |
| Saccharose..... | 2 | à 3 50 |
| Azote total..... | 0 020 | à 0 030 |
| Azote ammoniacal..... | 0 002 | à 0 007 |
| Matières en suspension..... | 5 ^{gr.} | à 20 ^{gr.} et plus |

Ces eaux, fraîches, ont une réaction neutre et dégagent l'odeur caractéristique de la betterave. Lorsqu'on les abandonne à elles-mêmes, elles ne tardent pas à fermenter en produisant des acides acétique et butyrique à odeur très pénétrante de beurre rance.

ÉPURATION DES EAUX DE SUCRERIE. — M. Razous signale dans son ouvrage : *Eaux d'égouts et eaux résiduaires industrielles*, trois principaux systèmes d'épuration des eaux résiduaires de sucreries :

- 1° L'épuration basée sur l'emploi des réactifs chimiques ;
- 2° L'irrigation agricole ;
- 3° L'épuration biologique.

Épuration basée sur l'emploi des réactifs chimiques.

— Les réactifs chimiques habituellement employés sont la chaux,

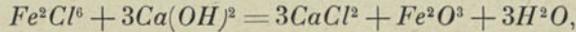
les sulfates ferreux ou ferriques, le perchlorure de fer, le sulfate d'alumine.

Le procédé Gaillet et Huet, appliqué à la Sucrerie centrale de Flavy-le-Martel, consiste à employer le perchlorure de fer et la chaux.

On remplit d'abord un tonneau d'une solution de perchlorure de fer et on déverse son contenu, par une ouverture réglée, dans un bassin renfermant les eaux vannes à épurer.

L'eau, ainsi mélangée, continue son cours; puis, un peu plus loin, on fait couler un lait de chaux par le robinet d'un malaxeur dans lequel on éteint continuellement de la chaux.

Il se forme un précipité d'oxyde de fer, suivant la réaction :



qui entraîne, par son poids considérable, le coagulum de chaux et de matières organiques en suspension; on obtient des boues chauffées qui peuvent être utilisées comme un engrais riche en principes fertilisants.

On peut estimer, avec M. Vivien, le prix de revient de ce traitement, à la Sucrerie centrale de Flavy-le-Martel, de la façon suivante :

Un fût de perchlore de fer, soit 240 kilos, à 6 fr. 75 les 100 kilos

| | |
|-----------------------|------------|
| ou..... | 16 fr. 200 |
| Transport du fût..... | 1 775 |
| | 17 fr. 975 |

Chaux, 3 m. cubes 500, à 15 francs les 100 kilos,

soit $700 \times 3.500 = 2.450$ kilos

c'est-à-dire $\frac{14 \text{ francs} \times 2.450}{1.000} = 34 \text{ fr. } 30$

Main-d'œuvre : deux hommes, un de jour et

un de nuit à 2 fr. 25, ou 4 fr. 50

Total..... 56 fr. 775

Le coût du traitement journalier à Flavy-le-Martel est de 56 fr. 775 pour traiter 15.000 hectolitres d'eaux vannes, c'est-à-dire

de $\frac{56.775}{15.000} = 0.0037$ par hectolitre d'eau à épurer.

Irrigation agricole. — L'irrigation agricole est un système parfait d'épuration des eaux de sucrerie. Il convient lorsque les terres suffisamment perméables ne font pas défaut, et que ces terres sont à proximité des fabriques de sucre. Les terrains cultivés, comme les sols en jachères, peuvent absorber et épurer convenablement 10 mètres cubes d'eaux de presses et de diffusion par hectare et par jour. Une usine de moyenne importance, produisant quotidiennement 500 mètres cubes d'eaux de pressés et de diffusion, doit donc affecter 50 hectares à l'irrigation continue pendant toute la campagne.

Épuration biologique. — L'épuration biologique de ces eaux, étudiée et expérimentée par le docteur Calmette, peut être réalisée :

- 1° Par le procédé des lits bactériens à triple contact ;
- 2° En mélangeant les eaux de presses et de diffusion aux écumes, et en déversant ensuite ces eaux décantées, puis mêlées à une proportion variable d'eaux de lavage, sur des lits bactériens à double contact.

Les lits bactériens sont des bassins de 1 mètre à 1 m. 20 de profondeur, dont le fond bétonné à plat offre une légère pente et supporte un drainage en tuyaux de poterie grossière ou en briques perforées. Sur ce drainage, on dispose des scories ou mâchefer sur une épaisseur de 0 m. 80 et, par dessus, une couche de 0 m. 20 de scories fines, broyées et passées à un crible dont les mailles n'ont pas plus de 2 centimètres de diamètre.

A l'entrée et à la sortie de chaque lit, on place une vanne à main, permettant l'immersion par la surface et la vidange par le fond. Les lits sont disposés en gradins, de telle manière que les eaux qui ont séjourné deux heures sur un premier lit puissent être déversées sur un second lit, puis sur un troisième, et séjourner de nouveau sur chacun d'eux pendant deux heures avant leur évacuation définitive.

Leur surface doit être calculée de telle manière qu'on puisse les remplir en une heure et les vider en une heure également. On doit pouvoir traiter sur chaque contact 1 mètre cube du mélange à parties égales d'eaux de diffusion et de lavage par mètre carré et par 24 heures. C'est-à-dire que pour épuiser 1.000 mètres cubes par 24 heures, il faudra donner au lit de premier contact une surface de 10 ares et aux lits de second et de troisième contact une surface égale.

Le docteur Rouchy, dans la revue : *L'hygiène générale et appliquée*, de mai 1908, indique quelques modifications à faire subir au procédé précédemment décrit. D'après lui, les microbes produisant la minéralisation des matières organiques seraient tous aérobies, ce qui exigerait l'application de colonnes épuratrices ayant un grand contact avec l'air, condition réalisée en formant les parois de ces colonnes avec des toiles métalliques.

§ 6. — FEUILLES ET COLLETS DE BETTERAVES

Les feuilles et collets détachés de la betterave au moment de l'arrachage, soit par les arracheuses décolleteuses, soit, le plus souvent, par des couteaux à main, portent le nom de *verts de betterave*. Les collets sont enlevés en même temps que les feuilles parce que toute la partie hors de terre de la racine est beaucoup moins riche en sucre que l'autre. En revanche, ils sont beaucoup plus chargés en sels minéraux.

Utilisation pour la nourriture du bétail. — D'après certains auteurs, et, en particulier, M. Larbalétrier, il n'y aurait aucun intérêt à employer pour la nourriture du bétail ces parties aériennes de la betterave qui sont extrêmement pauvres et il serait préférable de les utiliser pour la fumure.

Cette affirmation est devenue discutable pour deux motifs : le premier, c'est que l'assèchement des feuilles de betterave permet d'en faire un aliment assez riche et facile à conserver ; le second, c'est que l'emploi des collets et feuilles sur le champ même qui les a produits n'est pas sans présenter quelques inconvénients sur lesquels j'aurai à revenir.

Voici une analyse de feuilles de betteraves ayant passé dans le séchoir « Impérial », analyse exécutée par M. C. Chovau d'Anvers.

| | |
|---|--------|
| Albumine..... | 9,66 |
| Graisse..... | 1,16 |
| Hydrate de carbone (dont 16 p. 100 sucre) | 40,34 |
| Cellulose..... | 8,70 |
| Cendres et sels minéraux..... | 27,45 |
| Eau..... | 12,69 |
| Total..... | 100, » |

Il s'agit donc d'un produit qui, *mélangé avec des matières pauvres en sels minéraux*, peut parfaitement entrer dans la composition d'une ration alimentaire. Resterait à savoir s'il peut y entrer économiquement, ce que les données que je possède ne me permettent pas de résoudre pour le moment.

Utilisation comme engrais. — Le grand argument employé par les protagonistes de cette utilisation est qu'il est naturel de rendre le plus possible au sol ce qui en provient. On compte, dit l'auteur précédemment cité, qu'une récolte de betteraves de 50.000 kilos laisse sur le sol environ 25.000 kilos de verts renfermant :

| | |
|-------------------------|-----------|
| Potasse..... | 270 kilos |
| Chaux..... | 97 — |
| Magnésie..... | 78 — |
| Acide phosphorique..... | 63 — |
| Azote..... | 95 — |

La restitution ainsi opérée est donc loin d'être négligeable. Sans doute, mais il y a à prendre quelques précautions que nous avons été le premier à faire connaître au monde agricole et qui sont surtout importantes lorsqu'on veut faire betterave sur betterave ainsi que cela a lieu fréquemment au voisinage des sucreries.

M. Direz, directeur de la sucrerie de Pierrefonds (Oise), avait remarqué que, très souvent, sa deuxième récolte était envahie par des animalcules que nous avons su depuis être des larves de taupin et des blaniules. Toujours l'envahissement se produisait quand on avait laissé les verts sur le champ. Il n'y avait rien d'anormal en cas contraire. Les résidus laissés servaient d'abri et d'appât aux parasites. On parvint à éviter le fléau et à faire betterave sur betterave en n'enfouissant les *verts* qu'après les avoir saupoudrés, si l'on peut dire, avec une quantité de crude ammoniac correspondant à 2.000 kilos à l'hectare (1).

(1) Voir L. BARGERON : *Le Crude ammoniac*, in-12, chez Amat, 11, rue Cassette. Prix, 1 franc.

CHAPITRE II

Résidus de la sucrerie de cannes

§ I^{er}. — FABRICATION DU SUCRE DE CANNE

Avec des variantes selon les pays, car l'aire géographique de la canne à sucre est très étendue, l'industrie du sucre de canne est la même, d'une façon générale, partout.

Les cannes coupées sont transportées à l'usine pour être passées au *moulin à cannes* qui se compose de trois parties : 1° le transporteur à cannes ; 2° le moulin proprement dit ; 3° le transporteur à **bagasses**, les bagasses étant les cannes dépourvues du jus sucré, qui porte le nom de **vesou**, par le passage dans le moulin.

Les transporteurs sont formés de tabliers sans fin portés par des galets. Le moulin proprement dit est formé de trois cylindres entre lesquels la canne s'écrase. Le jus qui traverse un treillis métallique est recueilli dans des bacs où viendra le prendre la *pompe à vesou* qui le conduit aux *cuves à chauler*.

Le chaulage est, en général, la seule épuration chimique usitée, la carbonatation ne s'employant que rarement. Par filtration, on sépare le jus des **chaux de défécation** qui peuvent être utilisées comme indiqué pour la sucrerie de betteraves.

Les jus épurés sont concentrés par des chaudières à feu nu dans le type d'usine le plus primitif. Enfin on obtient un sirop dans lequel le sucre cristallise. On l'obtient soit par turbinage, soit par les anciens procédés d'écoulement des égouts (purge).

Le sucre est purifié par terrage et clairçage.

On ne cherche généralement à obtenir que les sucres du 1^{er} jet. Les **mélasses ou égouts** qu'on pourrait traiter pour les 2^e et 3^e jets à cause de leur richesse en sucre servent à la fabrication du *rhum*.

§ 2. — LA MÉLASSE DE CANNE

Utilisée presque exclusivement pour la préparation des rhums et tafias, la mélasse de canne sera étudiée d'assez près par nous quand nous passerons en revue, avant de nous étendre sur leurs résidus, les industries de fermentation.

Nous indiquerons alors la composition du produit et la façon dont il se comporte dans l'alambic.

Il convient cependant de dire que dans certains pays, étant données les conditions économiques ou la composition même des mélasses obtenues, on ne pouvait les distiller pour l'obtention des alcools bon goût. On se contentait alors de les brûler sous les générateurs comme de simples bagasses.

En 1893, des sucriers de Cuba avaient songé à l'épandage direct des mélasses sur les champs. Le résultat obtenu fut déplorable à cause des nombreux insectes attirés sur le terrain par ce produit et surtout à cause des fermentations acides qui s'établirent et arrêterent toute végétation.

§ 3. — LA BAGASSE

COMPOSITION. — Nous avons vu que la bagasse est la canne à sucre ayant subi le laminage entre les cylindres du moulin à cannes. Si elle est passée une seule fois, ou deux ou trois, sa composition chimique se ressent naturellement de ce travail industriel.

La canne à sucre ayant en moyenne la composition suivante (d'après L. Lindet) :

| | |
|---------------------------------|-------------|
| Eau | 70,9 p. 100 |
| Sucre | 10,» — |
| Ligneux..... | 9,6 — |
| Matières azotées..... | 0,6 — |
| Autres matières organiques..... | 0,4 — |
| Matières minérales | 0,5 — |

il est facile, suivant la proportion de jus extrait, de se rendre compte de la teneur de la bagasse en divers principes.

Le ligneux y tient, bien entendu, la place prépondérante puisqu'il est insoluble.

Emploi de la bagasse comme combustible. — La combustion des cannes sortant du moulin a été pendant de longues années leur seul emploi et les autres utilisations de ce résidu ne sont que de date récente. — On obtenait avec elles la chaleur nécessaire au fonctionnement des autres parties de l'usine à sucre ou au moins une partie de cette chaleur. Au début, dit M. P. Razous, on faisait sécher la bagasse avant de l'employer ; il en résultait une manipulation coûteuse en tout temps et impossible pendant la saison des pluies, ce qui entravait la marche de l'usine. Il existe actuellement des fours fonctionnant à la bagasse verte, c'est-à-dire l'utilisant au sortir du moulin.

Nous emprunterons à l'excellent ouvrage de MM. Félix Colomer et Charles Lordier la description du four à bagasse verte inventé par M. Colson et appliqué aux établissements sucriers du Gol, à Saint-Louis (Réunion).

Le four a 3 m. 50 sur 2 m. 60 ; sa voûte est demi-circulaire, et la clef de voûte est à 3 m. 48 au-dessus de la grille. Le four complémentaire à bois a 1 mètre sur 1 m. 50 et 1 m. 98 à la clef de sa voûte demi-circulaire. Les deux fours ont même demi-axe et sont séparés par un carneau perpendiculaire à cet axe, allant directement à droite et à gauche en-dessous et à l'avant de chaque générateur. Le carneau est séparé des fours par des autels élevés d'environ 0 m. 60 au-dessus des grilles, et son fond est en contre-bas de celles-ci de manière à produire un bon brassage des flammes et des gaz. La bagasse, amenée par un transporteur, tombe dans le four à sa partie supérieure par deux trémies. Les portes qui servent au décrassage, ont juste la largeur suffisante pour laisser passer les scories, car il faut se garer du rayonnement intense de la voûte. Les scories sont abondantes et il faut nettoyer les carneaux au moins tous les deux jours. Le nettoyage des grilles des fours doit se faire deux fois par vingt-quatre heures au moins, sans interrompre d'ailleurs la marche de l'usine.

Le four a 9 m² 10 de surface de chauffe et le four à bois, 1 m² 50 ; on compte que, par tonne de canne travaillée à l'heure, il faut 0 m² 50 de surface de grille.

Primitivement, on brûlait, en moyenne, 41 kilogrammes de bois et 30 kilogrammes de paille par tonne de canne traitée. La bagasse était ramenée par le séchage de 55 p. 100 d'eau à 25 ou à 35 p. 100, suivant les conditions de l'atmosphère.

Actuellement on brûle toute la bagasse verte et de 25 à 30 kilogrammes de bois de lilas, coupé depuis deux mois, par tonne de canne ; on laisse ainsi la paille dans les champs, et on économise la main-d'œuvre nécessaire pour le séchage de la bagasse, tout en n'étant plus à la merci de la pluie. L'économie de main-d'œuvre est considérable, car les nouveaux fours n'emploient pour six générateurs, grâce à leur bon fonctionnement et aux transporteurs à bagasse, que cinq hommes, y compris le chef chauffeur chargé de l'alimentation. Auparavant, on employait 26 hommes, 8 femmes et 9 mules.

Il faut quatre tonnes de bagasse pour représenter la valeur effective d'une tonne de houille et nous venons de voir que ce n'est pas le combustible idéal, tant s'en faut.

Emploi de la bagasse dans la fabrication de la pâte à papier. — L'idée n'est pas nouvelle et déjà MM. Crost et Bevaud avaient signalé l'utilisation du produit dans certaines papeteries, mais l'on ajoutait que le rendement en pâte était faible et qu'il n'était possible d'obtenir que des sortes inférieures de papier.

Il semble que, depuis, des progrès certains aient été faits dans l'art d'employer le résidu de l'industrie du sucre de canne à la fabrication de la pâte à papier.

La *Revue d'économie industrielle* publiait récemment l'information ci-dessous :

Dans le *Journal des fabricants de sucre* du 22 avril dernier, M. Georges Dureau signale dans sa chronique qu'à la Trinidad, les planteurs semblent suivre avec un vif intérêt les expériences instituées dans la colonie en vue de l'utilisation de la bagasse dans la fabrication du papier. Une information de l'agence Reuter, en date de Port-of-Spain, 9 mars, dit que M. Bert de Lamarre, l'entrepreneur propriétaire des Tacarigua Estates, a, après de minutieuses recherches, acquis la conviction que la pulpe provenant de la canne pressée, c'est-à-dire la bagasse, ainsi que celle du bananier, de l'herbe para et autres plantes qui abondent dans l'île, peut servir à fabriquer d'excellent papier. Aussi M. Bert de Lamarre n'a-t-il pas hésité à adjoindre à sa sucrerie une fabrique de pâte à papier dont le coût ne s'élèverait pas à moins de 17.000 livres.

La bagasse, provenant d'une triple pression aux moulins à cannes, est transportée mécaniquement à l'atelier de fabrication de la pâte à papier. Là, elle subit un traitement spécial par ébullition ; puis elle est broyée sous des meules rotatives en pierre et soumise aux procédés ordinaires connus, pour être ensuite divisée et finalement comprimée sous pression hydraulique. M. de Lamarre calcule que la bagasse donne 84 p. 100 de pâte à papier. L'atelier peut produire 15 tonnes de pâte par jour. Suivant l'inventeur, il y a là le germe d'une véritable révolution dans l'industrie du sucre de canne, la fabrication de la pâte à papier permettant de rémunérer la culture de la canne et le sucre extrait devenant, dès lors, un sous-produit. Ce serait, observe M. de Lamarre, la régénération de l'industrie sucrière coloniale. La bagasse, jusqu'ici, a été utilisée comme combustible, 4 tonnes de bagasse représentant l'équivalent d'une tonne de houille. Le coût de la fabrication de la pâte à papier serait minime, en utilisant les vapeurs perdues de la sucrerie, et la valeur de la pâte à papier obtenue serait, au minimum, de 5 livres la tonne. Dans l'interroulaison, l'atelier de fabrication de pâte à papier continuerait de fonctionner, alimenté alors avec les matières fibreuses variées que produit l'île.

§ 4. — ÉCUMES DE DÉFÉCATION

Les écumes de sucrerie de canne n'ont pas d'autres usages que celles de sucrerie de betterave. On peut donc se reporter aux lignes qui traitent de cette dernière en ce qui concerne leur emploi. Il convient de remarquer cependant que la chaux y est sous forme alcaline car on ne fait pas de carbonatation dans la défécation des jus de canne.

§ 5. — EAUX RÉSIDUAIRES

Toutes celles qui contiennent un peu de sucre, même les eaux de lavage des ouvriers, sont précieusement recueillies et servent à étendre les mélasses qui entrent en fermentation pour la fabrication des *tafias*.

Les autres ne peuvent servir qu'aux irrigations.

CHAPITRE III

Résidus de la vinification

§ 1^{er} — FABRICATION DU VIN

Les méthodes de fabrication du vin sont partout à peu près les mêmes, mais présentent cependant des allures différentes suivant les régions.

Il va de soi que nous n'entrerons pas dans tous les détails des opérations effectuées dans chaque pays, nous contentant d'étudier un type de série opératoire.

Tout d'abord, il faut cueillir le raisin : c'est la *vendange*.

Parfois, quand le cépage est riche en tannin et qu'il n'y a pas lieu d'en trop charger le vin, on procède sur le char même de la vendange à l'égrappage, c'est-à-dire à la séparation des raisins de leur support ou **rafle**.

La vendange conduite au cellier, elle va être traitée de deux façons différentes, suivant qu'il s'agit d'obtenir des vins blancs ou des vins rouges.

Vins rouges. — Pour ces derniers on distingue six opérations principales : le foulage, la fermentation tumultueuse, le décuvage, la fermentation lente, les soutirages, le travail des caves.

Foulage. — Le foulage se fait encore généralement au pied, ce qui a l'avantage de ne pas écraser le pépin, mais présente de nombreux inconvénients. On emploie aussi des *fouloirs mécaniques* constitués par des cylindres cannelés. C'est plus propre, mais les pépins sont écrasés et cela donne mauvais goût au vin. Enfin, on a proposé l'emploi de la *turbine*, dite *aéro foulante*, qui n'écrase pas les pépins et aère la vendange.

Fermentation tumultueuse. — Du fouloir, la vendange écrasée passe dans les *cuves* ou *foudres*. Le vin commence à bouillir comme

disent les vignerons. Les **marcs**, constitués par les rafles et les pellicules des grains, remontent à la surface et constituent un enchevêtrement très solide qui prend le nom de *chapeau*.

Au bout d'un temps variable, suivant l'intérêt qu'il peut y avoir à laisser le vin au contact des marcs, mais qui n'est jamais inférieur à 4 ou 5 jours, on peut procéder au décuvage.

Décuvage. — On ouvre le robinet du foudre ou de la cuve, le vin qui s'écoule est appelé *vin de goutte*. Le marc en retient toujours une certaine quantité qu'il peut y avoir intérêt à extraire. Pour cela on fait passer le dit marc dans un pressoir où il subit deux ou trois pressions successives avant d'être mis de côté. Il fournit le *vin de presse* qui jouit de qualités spéciales et aussi de quelques défauts. Dans les crus ordinaires les deux vins sont mélangés, tandis que les vins de grands crus sont constitués uniquement par le vin de goutte.

Fermentation complémentaire. — Le vin qui s'est écoulé des foudres de fermentation tumultueuse est doux. On l'abandonne quinze jours ou trois semaines dans le foudre de soutirage. La transformation des sucres en alcool s'achève. Les acides engendrés réagissent sur les alcools pour donner des *éthers* qui formeront le bouquet. Le foudre perd de l'eau par évaporation, par suintement. Il se vide par la mousse qui s'échappe. On le maintient plein par des ouillages. Puis le vin s'éclaircit et dépose la **lie de vin** de composition complexe.

Soutirage. — Pour débarrasser le vin de la lie on le soutire et, par décantation, on finit par n'avoir que le vin clair.

Travail des caves. — Ne s'effectue que pour les vins de grands crus. Il consiste en soutirages successifs suivis de ouillages.

Au moment de livrer le vin à la consommation on le colle avec deux ou trois blancs d'œuf par hectolitre. Il y a formation de tannate d'albumine qui entraîne en se précipitant les particules en suspension et les ferments de maladie.

Vins blancs. — On foule comme pour le vin rouge, mais on passe tout au pressoir, en sorte que le jus est séparé des pellicules et des rafles.

Les fermentations, tumultueuse et lente, se succèdent dans le même vase vinaire, sans décuvage.

Le vin reposant sur ses *lies* est soutiré, soumis au travail des caves, collé et livré à la consommation. Les résidus que nous avons

rencontrés sont les **marcs** et les **lies**. Sur le vignoble même on a les **sarments** (bois de taille) et les **feuilles**, dont nous indiquerons également les utilisations possibles.

Enfin, il est un autre sous-produit qui a également son importance et qui se dépose dans les foudres ou cuves où le vin est conservé pendant un certain temps, c'est le **tartre brut** avec lequel on obtient la crème de tartre.

§ 2. — MARCS DE RAISIN

COMPOSITION. — D'après une étude publiée par Henri Marès, en 1851, on obtiendrait en moyenne pour cent de marc :

| | |
|--------------|-------|
| Grains..... | 74,68 |
| Grappes..... | 25,32 |

La composition chimique d'un marc ainsi constitué serait la suivante :

| | |
|--|--------|
| Eau..... | 57,50 |
| Alcool pur en poids..... | 3,34 |
| Cendres..... | 2,55 |
| Azote..... | 0,924 |
| Matières solubles dans l'éther et l'alcool . | 4,51 |
| Cellulose et matières diverses..... | 31,176 |

Plus tard, Degruilly, professeur à Montpellier, a obtenu les chiffres suivants :

Composition centésimale du marc frais

| MATIÈRES DOSÉES | MAXIMUM | MINIMUM | MOYENNE |
|------------------------------|---------|---------|---------|
| Eau..... | 73,30 | 61,4 | 70,00 |
| Matière sèche totale..... | 38,60 | 26,70 | 30,00 |
| Matières protéiques (1)..... | 3,71 | 2,77 | 3,35 |
| Matières grasses..... | 3,06 | 1,90 | 2,36 |
| Extractifs non azotés..... | 19,71 | 15,57 | 17,45 |
| Cellulose ou ligneux..... | 4,77 | 3,20 | 4,06 |
| Matières minérales..... | 3,23 | 2,76 | 2,93 |
| (1) Correspondant à azote... | 0,570 | 04,43 | 0,535 |

qui sont intéressants au point de vue, que nous aurons à étudier, de l'utilisation agricole des marcs.

Dans un de ces sous-produits d'obtention courante, on rencontre trois sortes de matières qui sont diversement appetées par les animaux, ce qui s'explique par leur composition chimique. Il y a :

| | | |
|---------------------|-------|--------|
| Les rafles..... | 28,20 | p. 100 |
| Les pellicules..... | 47,58 | — |
| Les pépins..... | 24,20 | — |

d'après Degrully.

Chacune de ces parties, analysée séparément, a donné au savant M. Müntz, les résultats suivants :

| | Matières
azotées | Matières
grasses | Matières
extractives | Cellulose | Matières
minérales |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|
| Rafles..... | 7,87 | 1,42 | 60,13 | 19,80 | 7,24 |
| Pellicules..... | 13,30 | 3,90 | 50,20 | 13,80 | 17,20 |
| Pépins..... | 10,31 | 7,02 | 34,00 | 42,50 | 3,46 |

Avec ces données nous aurons tout ce qu'il faut pour nous rendre compte de la façon dont se comporte le marc dans les diverses opérations que nous aurons ultérieurement à passer en revue.

EMPLOIS INDUSTRIELS

Les marcs de raisin sont ou peuvent être utilisés industriellement dans divers buts. Nous signalerons, par ordre d'importance, la distillation des marcs, la fabrication des verdets, la fabrication du tartre, l'extraction des matières colorantes, l'extraction des tannins et l'extraction de l'huile de pépins. Nous ne parlerons pas de la fabrication des vins de sucre ni des vins de diffusion, qui sont la suite logique de la vinification du raisin, et si nous traitons un peu de l'utilisation des marcs pour la fabrication des piquettes, c'est que nous considérons cela comme un usage agricole.

DISTILLATION DES MARCS. — Bien que nous envisagions l'extraction de l'alcool contenu dans les marcs comme une opération industrielle, elle n'en est pas moins souvent faite à la ferme même, soit par le fermier, soit par le *distillateur ambulante* qui

promène son alambic chez les petits vigneron qui ne peuvent se permettre d'en avoir un pour leur usage personnel. Le propriétaire du matériel de distillation est alors un véritable industriel qui se charge de toute l'opération moyennant une certaine redevance par litre d'eau-de-vie fabriquée.

Il existe aussi de véritables ateliers de distillation des marcs et où l'on traite les résidus spécialement achetés dans ce but. D'après M. Coste-Floret (*Les résidus de la vendange*), ce sous-produit est acheté aux vigneron à des prix tellement bas que très souvent ils préfèrent le garder.

Rendements en alcool. — Cet auteur donne les explications suivantes :

On donne le nom de muid de marc au résidu des pressoirs correspondant à une masse de raisins suffisante pour produire 7 hectolitres de vin. On estime qu'en moyenne le poids d'un muid de marc est de 100 kilos, et son volume de 2 hectolitres.

D'après M. Emilien Giret, on doit estimer qu'il faut 120 muids de marc pour obtenir une pièce de 3/6, lorsque le vin retiré de ce marc par le pressurage donne une pièce de 3/6 pour 8 muids de vin distillé.

M. G. Paturel, directeur de la station agronomique de Saône-et-Loire, donne, au sujet du rendement en alcool des divers marcs de Bourgogne, quelques détails.

Les rendements, dit-il, sont naturellement très variables suivant la quantité de liquide vineux retenu par le marc, et surtout la force alcoolique de ce liquide. Si l'on admet qu'en moyenne le marc normalement pressé retient encore 60 p. 100 de vin, et si l'on suppose à ce vin un titre de 8 degrés, on voit que 100 kilos de marc doivent rendre théoriquement 4 lit. 8 d'alcool pur, ou 9 lit. 6 d'eau-de-vie à 50 degrés. Dans la pratique, ce résultat est loin d'être obtenu. On compte, aux environs de Cluny, qu'un rendement de 15 litres d'eau-de-vie pour un fût de marc d'environ 200 kilos est très satisfaisant. Cette année (1906), avec le faible degré alcoolique des vins, dû à l'insuffisance de maturité, les rendements sont généralement encore plus faibles : d'après les données que j'ai recueillies, 100 kilos de marc ne rendent pas plus de 6 litres à 6 lit. 5 d'eau-de-vie ; avec les marcs de vignes mildiousées, on obtient même sensiblement moins.

Conservation des marcs. — La distillation des marcs ayant

lieu généralement pendant l'hiver, ils doivent être conservés sans altération à partir de la fin des vendanges.

Pour cela, on les tasse avec soin dans des cuves ou dans des silos bien étanches ; on doit dresser les tas par couches successives en éparpillant les grappes à la fourche et en prenant soin de faire piétiner chaque couche pour obtenir une masse compacte, imperméable à l'air.

Une fois le silo plein, il faut le recouvrir avec un couvercle en bois sur lequel on tasse une couche de terre pour éviter la pénétration de l'air.

Très fréquemment on se sert, en guise de cuves ou de silos, de simples barriques qui, une fois pleines, sont recouvertes d'une couche de terre glaise ou de plâtre.

Généralement cette conservation est très bonne : les marcs ont au moment de l'emploi une bonne odeur vineuse et ne portent aucune moisissure. A peine y distingue-t-on quelques traces de fermentation acétique.

Technique de la distillation. — Autrefois le marc, étendu d'une certaine quantité d'eau, était introduit directement dans des alambics chauffés à feu nu. Les vapeurs étaient condensées dans un serpentín refroidi par un courant d'eau.

Il arrivait que le marc prenait au fond de la chaudière, ce qui donnait à tous les produits obtenus un goût de brûlé fort désagréable.

Un premier perfectionnement fut d'isoler les matières du fond de la cucurbite par de la paille ou des morceaux de bois.

Aujourd'hui, la distillation des marcs comporte très fréquemment une double opération. Dans la première, le marc est épuisé de ses principes alcooliques par la vapeur d'eau. Les produits de condensation sont alors un mélange d'eau, d'alcool et de divers principes solubles.

Ce mélange subit à son tour la distillation : l'alcool passe et l'on obtient du 3/6 et de la vinasse de peu de valeur.

Pour éviter cette double opération et les appareils qu'elle nécessite, on emploie encore, dans les petites et moyennes exploitations, la méthode dite *au panier*. Elle consiste à isoler les marcs de la chaudière qui renferme l'eau de la distillation en les plaçant dans un panier métallique qui ne touche ni le fond ni les parois de la chaudière : c'est, dit Coste, la distillation au bain-marie.

Description et marche de quelques appareils. —

Lorsqu'on se sert de la double opération, les alambics ordinaires sont utilisés. Dans le cas où l'on veut directement traiter les marcs pour obtenir l'alcool, on a deux cas à envisager : 1° la distillation s'applique à la ferme même à d'assez faibles quantités de marc ; 2° il s'agit d'ateliers de distillerie quasi industriels. Dans la première hypothèse, on utilise généralement maintenant les appareils à panier. Dans la seconde, on emploie ce que j'appellerai la distillation méthodique, comportant plusieurs vases et l'emploi de la vapeur, mais pour une seule opération.

Appareil ordinaire muni d'un panier. — M. Egrot construit un panier spécial pour ce cas.

Ce panier est fixé dans l'intérieur de l'alambic, au moyen de clavettes qu'on peut défaire instantanément.

Il porte un couvercle perforé qui empêche les matières d'être projetées dans le chapeau par la violence de l'ébullition, et qui, à la fin de l'opération, permet, en basculant l'alambic, de vider d'abord le liquide, puis, le couvercle défait, de vider les matières solides.

Le panier est en cuivre très fort et sa forme est étudiée de façon à faciliter la distillation des matières qu'on y place.

La fig. 3 montre la chaudière basculée au moment où l'on vide le liquide seul ; puis le couvercle est retiré et les matières solides sont extraites ; le rinçage étant fait, l'alambic est repoussé dans son fourneau et on peut remplir le panier pour une autre opération.

Ce dispositif nouveau permet de gagner beaucoup de temps ; il supprime la manœuvre du panier des autres appareils, manœuvre

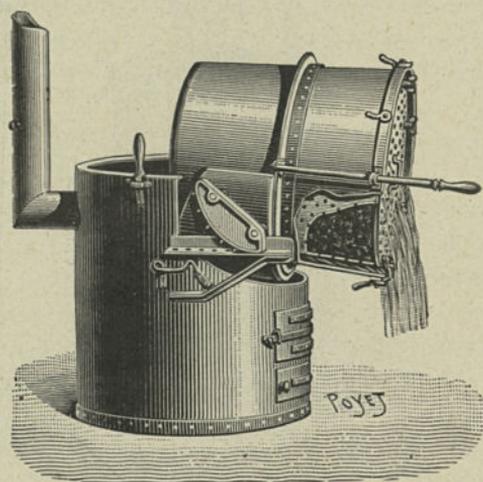


FIG. 3.

qui nécessitait un système de levage dont le maniement pouvait amener des accidents.

La fig. 4 donne une idée très exacte de l'appareil en ordre de marche : *H* est le levier qui sert à basculer le panier pour la vidange des liquides, *M* est le panier, *A* la chaudière, *B* le foyer, *E* le chemin percé de trous sur lequel s'appuie le galet à chevilles *D* qui porte la chaudière sur le foyer et sert à la basculer, *F* le tube adduc-

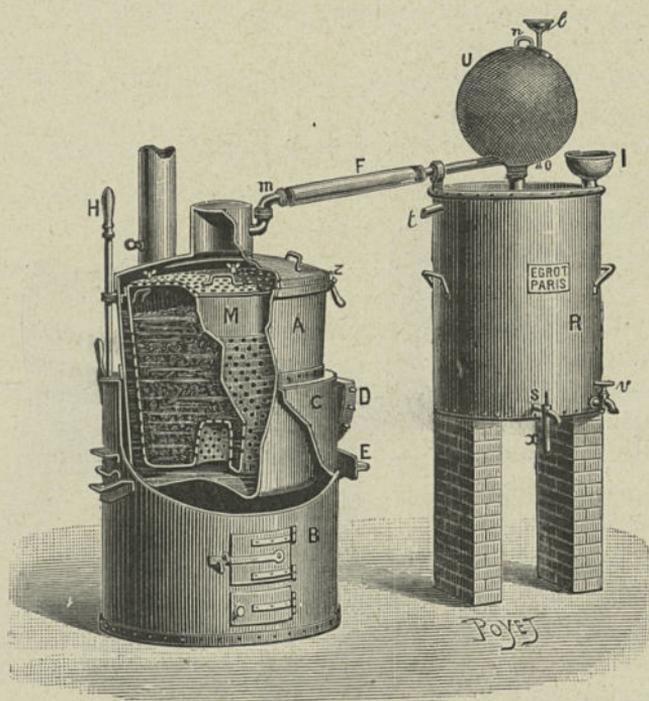


FIG. 4.

teur des vapeurs alcooliques au rectificateur et au serpentin contenu dans le vase *R*.

Appareils à grand travail. — Les appareils spéciaux pour la distillation des marcs en grand, par la vapeur, sont maintenant très répandus ; les plus perfectionnés de ces appareils se composent de 2, 3 ou 4 vases dans lesquels les marcs sont distillés méthodiquement de sorte que les vapeurs sortant du vase mis en distillation le

premier, passent successivement dans les autres en traversant à la fin le marc contenu dans le vase chargé en dernier. Ces vapeurs s'enrichissent de plus en plus en alcool, tandis qu'inversement le marc est de plus en plus épuisé par de la vapeur de moins en moins riche.

On comprend facilement que ce procédé de distillation est beaucoup plus rapide et plus économique de combustible que celui qui consisterait à distiller dans un alambic simple. L'épuisement y est aussi bien meilleur.

Malheureusement, ces appareils sont en général d'une construction très défectueuse, le chargement et la vidange des vases sont longs et difficiles et ne sont pas sans présenter quelques dangers d'accidents ; enfin la qualité de l'eau-de-vie qu'ils produisent est presque toujours très inférieure.

Cependant, il en reste quelques types bien étudiés et dans lesquels on peut concevoir le chargement et le rechargement sans danger d'accidents, des grilles spécialement disposées permettant d'autre part l'épuisement facile.

La légende qui accompagne la fig. 5 nous évitera une longue description.

La vapeur du générateur est introduite dans chaque vase par un des tourillons tandis que l'autre est utilisé pour l'arrivée de la vapeur sortant du ou des autres vases. Le chapiteau-couvercle est fixé à la chaudière par le joint à verrous Egrot déjà décrit et le col de cygne, par où sortent les vapeurs de la distillation, est fixé au moyen d'un raccord rapide.

Les vapeurs alcooliques, sortant d'un vase par le col de cygne, sont conduites dans le vase voisin pour ne se rendre au rectificateur, puis au réfrigérant qu'après avoir successivement traversé tous les vases.

Les marcs étant introduits dans les vases fermés ensuite hermétiquement, la vapeur du générateur est amenée sur l'un d'eux, *A* par exemple, par le robinet *b* ; — après avoir traversé le marc du vase *A*, la vapeur, en passant par le robinet *g*, se rend au fond du vase *A'*, dont elle traverse également tout le marc pour se rendre de là au rectificateur *U*, puis au réfrigérant.

Lorsque le marc de *A* est épuisé, ce que l'on voit par un prélèvement de vapeur que l'on fait sur le vase par une petite tuyauterie placée à cet effet, et qui se rend à un serpentín spécial, on arrête la

vapeur en *b* et l'on ouvre en *b'* sur le vase *A'*, pendant qu'on manœuvre les robinets *g*, *g'* de façon à isoler le vase *A* et à conduire les vapeurs de *A'* directement au rectificateur (ou au troisième vase si l'appareil en comporte).

Lorsque le vase *A* est déchargé puis rempli, il est de nouveau mis en relation par le jeu des robinets *g* avec les autres vases et il

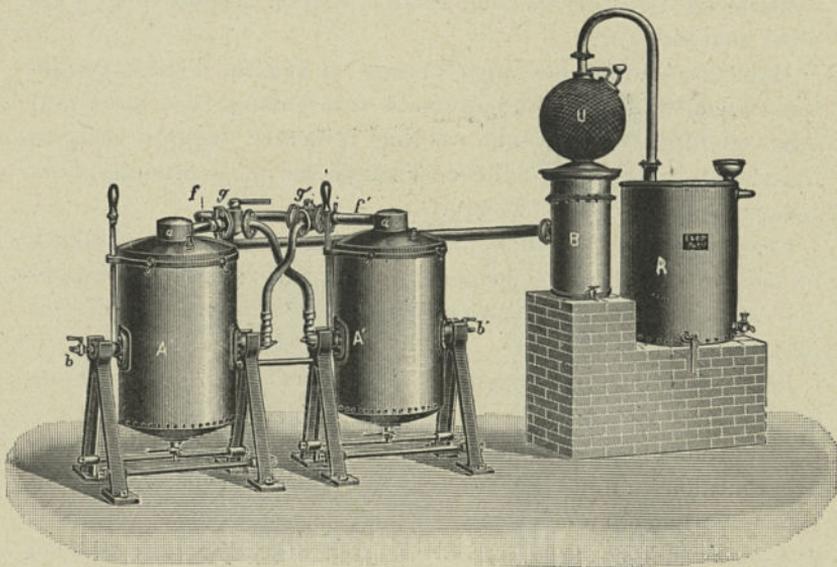


FIG. 5.

LÉGENDE : *AA'*, vases en cuivre très fort ; *a*, chapiteau-couvercle ; *B*, récipient de condensation ; *bb'* robinets d'entrée de vapeur ; *f*, col de cygne ; *gg'* robinets de communication des vapeurs ; *R*, réfrigérant ; *U*, rectificateur sphérique ; *a*, raccord rapide ; *x*, éprouvette de sortie de l'eau-de-vie.

reçoit alors les vapeurs qui ont traversé la batterie et se rendent de là au rectificateur.

L'opération se poursuit alors par la vidange et le remplissage de tous les vases successivement. Il en résulte pour les appareils à trois ou quatre vases la presque continuité du travail.

On conçoit facilement que cet emploi méthodique des vapeurs procure une grande économie de temps et de combustible, tout en assurant un meilleur épuisement, ces avantages augmentant avec le nombre des vases.

On construit ces appareils à deux, trois et même quatre vases. Il en est qui sont montés sur roues et qu'utilisent des industriels qui parcourent les campagnes, assurant la distillation à forfait.

La fig. 6 représente un de ces appareils dans lequel on remarque tous les organes précédemment figurés et en outre la chaudière productrice de vapeur.

Ces appareils, très robustes, peuvent fonctionner sans réparations pendant toute une campagne.

Enfin, il est d'autres appareils de types analogues sur lesquels

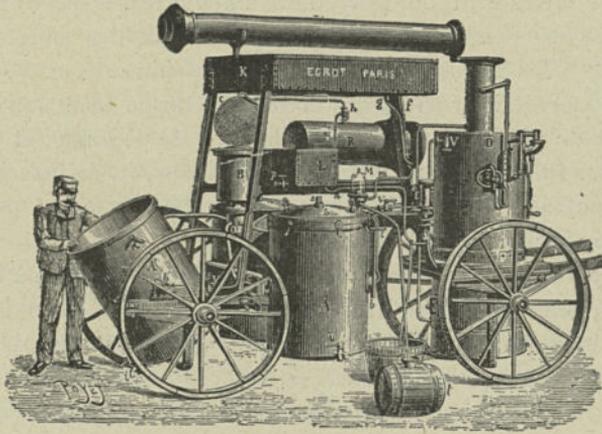


FIG. 6.

nous ne pouvons pas nous étendre dans ce livre qui n'est pas un traité de distillerie.

Résultats économiques de la distillation. — Paturel écrivait en 1903 :

« La vente des eaux-de-vie de marc devient de plus en plus difficile pour les vignerons, heureusement encore nombreux, qui refusent de se prêter à la fraude et, notamment, de favoriser le transport clandestin de l'eau-de-vie. On peut tabler ici sur un prix de vente de 80 à 90 francs l'hecto suivant qualités, avec un prix de revient de 25 francs ; ce dernier chiffre est la somme que demande le bouilleur ambulant qui fournit, outre l'appareil, le charbon et la main-d'œuvre.

En évaluant donc à 60 francs par hecto le bénéfice net que laisse

au producteur la vente de son eau-de-vie, on sera, il me semble, très près de la vérité. Avec le rendement de 6 litres par 100 kilos que nous avons adopté comme chiffre moyen, on voit que la vente seule de l'eau-de-vie donne aux 100 kilos de marc une valeur de 3 fr. 60. C'est un chiffre très peu élevé. »

Sans doute, le chiffre est peu élevé, mais il est néanmoins appréciable. Au surplus, les marcs épuisés d'alcool ont encore d'autres usages qui permettent d'en tirer un nouveau bénéfice.

FABRICATION DU TARTRE. — On désigne, dit M. Paturel, sous le nom de tartre brut, ou de cristaux d'alambics, le produit solide qui se dépose pendant le refroidissement, soit des eaux qui ont bouilli avec les marcs, soit des vinasses, résidus de la distillation des vins. Lorsqu'il provient des marcs, ce tartre brut contient du bitartrate de potasse avec un peu de tartrate de chaux et diverses impuretés, sable et débris solides des organes du raisin : le bitartrate de potasse, qui lui donne toute sa valeur, y entre pour une proportion variant de 60 à 85 p. 100.

La préparation des cristaux d'alambic est une opération à laquelle on n'attache généralement pas assez d'importance dans les campagnes ; bien souvent, les liquides qui sortent des alambics sont jetés en même temps que le marc, ou encore sont donnés au bouilleur qui a fait la distillation, et qui emporte ces eaux pour opérer ensuite l'extraction du tartre à son profit.

Technique de l'opération. — Il serait d'autant plus intéressant de procéder à cette opération qu'elle ne demande ni temps, ni main-d'œuvre, ni matériel : il suffit, dès que la distillation est terminée, de soutirer, par le robinet inférieur, le liquide bouillant de l'alambic, et de le verser dans les fûts mêmes dans lesquels avaient été conservés les marcs. Pour faciliter la cristallisation, il est utile seulement de placer dans les fûts une planche maintenue verticalement, à la surface de laquelle les cristaux pourront se rassembler. Grâce au refroidissement, et sous l'action de la température basse de la nuit, le dépôt du tartre s'effectue assez rapidement : après 24 ou 48 heures, les eaux seront soutirées et pourront être utilisées avec avantage, à la place d'eau pure, pour la distillation d'une nouvelle charge de marc. On fera ainsi, dans les mêmes fûts, une série d'opérations semblables, au bout desquelles la totalité des cristaux bruts déposés sera extraite et séchée au soleil ou dans un four.

Le tartre obtenu sera ensaché et conservé dans un lieu sec jusqu'au moment de la vente.

Rendements. — Le rendement en tartre brut varie dans une grande mesure avec les marcs et suivant les années. D'après Chancel, il reste encore, après le pressurage des vins du Midi, de 500 à 600 grammes de tartre dans le marc qui a fourni un hectolitre de vin : si l'on estime cette quantité de marc en moyenne à 15 kilos, on aurait ainsi de 3 k. 3 à 4 kilos de tartre par quintal de marc. On conçoit toutefois que l'ébullition avec l'eau ne peut dissoudre qu'une fraction de ce tartre, le reste étant retenu énergiquement par la masse spongieuse du marc.

J'ai fait sur ce sujet, dit M. Paturel, une expérience avec un tonneau de marc des vendanges dernières, qui m'avait été obligeamment fourni par l'administration de l'hospice de Cluny. Cent kilos de marc ont été passés à l'alambic avec de l'eau : le liquide séparé a été abandonné pendant vingt-quatre heures à la cristallisation, puis, après séparation du tartre, utilisé à la distillation d'une nouvelle charge de 100 kilos. Les cristaux bruts provenant de l'ensemble des opérations pesaient 2 k. 71 et renfermaient 76 p. 100 de bitartrate de potasse pur. — En résumé, on peut obtenir environ 1 k. 35 de tartre par 100 kilos de marc. Or les tartres bruts se vendent environ 130 francs les 100 kilos. Cent kilos de marc fournissent donc un produit argent d'environ 1 fr. 62.

FABRICATION DES VERDETS. — Les acétates de cuivre étaient autrefois employés exclusivement en peinture ou en teinture. Aujourd'hui ils ont un débouché nouveau dans la confection des bouillies qui servent au traitement des maladies cryptogamiques des arbres fruitiers et, en particulier, de la vigne.

On peut les obtenir par action directe de l'acide acétique sur le cuivre, mais le vieux procédé au marc est encore utilisé économiquement. Il n'est pas sans quelques analogies avec la fabrication de la céruse par la méthode hollandaise.

Dans son livre *Les résidus de la Vendange*, M. Coste-Floret en a fait une description remarquable.

Cette fabrication se divise en plusieurs parties, savoir : 1° Conservation des marcs ; 2° Acétification des marcs ; 3° Préparation et attaque du cuivre ; 4° Formation de l'acétate bibasique ; 5° Raclage et séchage.

1° *Conservation des marcs.* — Au sortir du pressoir, les marcs doivent être soigneusement émiettés à la main et placés dans des cuves en bois ou en maçonnerie, on les piétine fortement de manière à éviter l'accès de l'air pour éviter les moisissures et à ne permettre l'acétification qu'au fur et à mesure des besoins. Autrefois on les tassait dans des cuves en pierre garnies de parois vernissées.

MM. Durand et Galen, qui fabriquent spécialement les verdets à Saint-Jean-de-Fos (Hérault), emploient des encadrements composés de poteaux et planches jointives; le cube de cette enceinte est subordonné à la quantité de marc à conserver et l'on peut compter que 1.000 kilos de marc bien piétiné occupent environ 3 mètres cubes. Des pieds droits de 0,15/0,15, espacés de 1 m. 50, sont fixés en terre, on y adapte deux règles laissant ainsi une rainure pour retenir les planches tout en permettant un démontage facile; l'enceinte est remplie de marc qu'on tasse convenablement et la partie supérieure est recouverte d'argile pour éviter le contact de l'air.

2° *Acétification des marcs.* — Quand on veut commencer l'acétification, on retire la couche d'argile et, en même temps, le marc imprégné de terre; on enlève une première rangée de planches sur tout le pourtour de l'enceinte et on soulève le marc occupant cette hauteur; sous l'influence de l'air le marc ne tarde pas à s'acétifier, la masse s'échauffe et au bout de cinq à six jours, dans les circonstances ordinaires, cette première couche est acétifiée. On l'enlève et, pour procéder à la suite des opérations, on soulève une autre rangée de planches afin de permettre l'acétification de la couche suivante et ainsi de suite.

3° *Préparation et attaque du cuivre.* — Le cuivre dont on se sert est du cuivre rouge de bonne qualité, débité en plaquettes de 8 à 10 centimètres de largeur, de 12 à 16 centimètres de long et pesant de 200 à 250 grammes; elles sont neuves ou tirées de vieux doublages qu'on a martelés au préalable pour les bien dresser, afin qu'elles ne présentent que des surfaces planes. Dans le but de permettre une attaque plus facile, on les plonge dans une dissolution de verdet et on les fait sécher à l'air. Sur une aire en planche de 1 m. 50 de largeur sur 2 mètres de long, on dispose une première couche de marc acétifié, et au-dessus une couche de plaques de cuivre, et ainsi des couches alternatives de marc et de feuilles de cuivre sur une hauteur de 1 mètre à 1 m. 50. L'air agissant sur le marc amène l'acétification de l'alcool et la réaction se manifeste

ainsi sur le cuivre qui s'oxyde ; il en résulte des sous-acétates de cuivre. Au bout de cinq à six jours, lorsque le marc commence à blanchir, l'opération est à peu près terminée. On enlève les plaques de cuivre qui sont recouvertes de petits cristaux verdâtres et luisants ; ces cristaux sont, à peu près, composés de verdet neutre ou acétate neutre soluble.

4° *Formation de l'acétate bibasique.* — Les plaquettes sont disposées sur des chevalets en bois en ayant soin de placer entre elles un petit intervalle ; ces petits appareils, munis d'une trentaine de plaques, sont portés à l'atelier du couvage.

On choisit pour le couvage un petit appartement humide, une cave si possible, dans laquelle on entretient une température de 35 à 40° environ au moyen de réchauds ; là le cuivre commence à s'oxyder. Quand les plaques commencent à se sécher, on plonge les chevalets dans l'eau et on les abandonne ensuite à l'air ; après cinq ou six immersions qui ont lieu tous les quatre ou cinq jours, le verdet gris est fini ; il recouvre toutes les plaques sur une épaisseur de 1/2 centimètre environ ; suivant l'expression pittoresque des ouvriers, le verdet se nourrit par suite de cette oxydation. La coloration et la diminution de l'adhérence du verdet gris à la plaque de cuivre permettent de juger du moment le plus favorable pour le récolter.

5° *Raclage et séchage.* — Les plaques sont ensuite portées sur une table et là, au moyen d'un couteau, on râcle les feuilles sur les deux faces pour en retirer le verdet gris à l'état humide, c'est-à-dire contenant 50 à 60 p. 100 d'humidité. Ce verdet est mis sur des toiles et suffisamment étendu et émietté ; on dispose ces toiles sous des hangars où il sèche ; on ne doit pas l'exposer au soleil, car trop de chaleur pourrait le décomposer et faire dégager une partie de l'acide acétique ; une fois sec, il constitue l'acétate bibasique de cuivre, c'est un produit de couleur bleue grise en petits grains de diverses grosseurs suivant l'émiettement qu'on lui a fait subir.

Après avoir décapé les plaques de cuivre, on peut s'en servir pour une nouvelle opération. Pour livrer le verdet, on le pétrit à la main en l'humectant avec de l'eau dans laquelle on a fait dissoudre du verdet, on en forme des pains que l'on soumet à la pression ou des boules que l'on fait sécher ; suivant le degré de dessèchement, on obtient la qualité sec-marchand ou extra-sec.

6° *Rendement.* — Pour 100 kilos de cuivre en traitement, on

obtient, à chaque opération dont la durée est d'environ un mois, 15 à 20 kilos de verdet extra-sec. La main-d'œuvre nécessaire est insignifiante, et quelques instants à la fin des journées suffisent pour soigner et exécuter cette production dans laquelle le temps est le principal facteur ; en utilisant les mares, le verdet revient pour ainsi dire au prix du cuivre métal qu'il contient. Sa teneur habituelle varie entre 33 et 35 p. 100 de cuivre pur.

D'après Camille Saint-Pierre, 3 muids de marc donnent 41 kilos de verdet humide pouvant produire 27 kilos de verdet marchand-sec et 20 kilos de verdet extra-sec en absorbant 8 k. 6 de cuivre.

FABRICATION DU TANNIN DE PÉPINS. — Les pépins sont extrêmement riches en tannin. Il est donc naturel que le vigneron pour lequel, en certains cas, le tannin est indispensable ait songé à l'en extraire. Avec ce produit il pourra corser les vins qui en manqueraient et les rendre ainsi marchands et transportables.

Deux méthodes d'extraction ont été proposées par M. Robinet d'Epernay.

1^{re} méthode. — On peut traiter les pépins entiers par l'alcool. On obtient ainsi un liquide chargé de tannin en proportions très variables. En évaporant l'alcool à basse température on obtient le tannin, mais il est impur, difficile à conserver et extrêmement hygroscopique. Il doit être gardé à l'état pâteux en y incorporant un peu d'alcool.

2^e méthode. — Les pépins sont broyés puis traités par l'alcool dans un appareil à déplacement. Le liquide obtenu est ensuite évaporé. On obtient ainsi un mélange de tannin et d'huile de pépins, C'est un produit naturellement onctueux et qui ne sèche pas.

A cause de la présence de l'huile, on ne peut employer ce tannin que pour des vins extrêmement communs.

Autres tannins. — On vend quelquefois, sous le nom de tannin de pépins, un mélange obtenu de la façon suivante : pépins pulvérisés, gomme, acide borique et *tannin ordinaire*. Il va de soi que cette pratique est quelque peu frauduleuse.

Enfin on peut préparer avec des pépins frais un vin fortement tannisé qui sert à l'amélioration de vins qui ne le sont pas assez. On fait macérer 10 à 12 kilos de pépins bien propres dans un hectolitre de bon vin blanc. On soutire au bout d'un mois et on laisse déposer le liquide avant de l'employer.

EXTRACTION DES HUILES DE PÉPINS. — Les pépins renferment dans leur amande une matière huileuse qu'il est aisé d'en extraire par divers procédés.

Méthode italienne. — En Italie, les pépins séchés sont réduits en une poudre fine versée dans une chaudière où la température atteint 60 à 80°. Il faut 25 litres d'eau chaude pour 100 litres de pépins. On a ainsi une pâte qui, portée au pressoir, donne de l'huile surnageant sur l'eau.

Les tourteaux obtenus rentrent en fabrication après broyage. Par cette méthode, on extrait 6 litres d'huile par 100 kilos de pépins dans les installations ordinaires et jusqu'à 10 p. 100 par des presses perfectionnées et d'autres méthodes de travail.

Travail de MM. Nivière et Hubert. — En 1895, ces deux chimistes de Béziers ont publié un intéressant travail sur ce sujet, travail dont la reproduction partielle s'impose.

Quelques essais ont déjà été faits en France pour l'extraction de l'huile de pépins de raisins ; mais malgré les excellents résultats qu'ils ont donnés, nous ignorons pourquoi ils n'ont pas été poursuivis ; surtout qu'en Allemagne, dans le Levant et principalement en Italie, cette industrie est pratiquée sur une assez grande échelle et depuis fort longtemps déjà, puisque Bergame s'en occupe depuis 1770, Rome 1782, l'Allemagne 1787, et Naples 1818.

En France, nous citerons les expériences faites à Albi, à une époque qui doit être assez ancienne ; ces essais ont été repris en différents endroits vers 1790 et ont donné des résultats très satisfaisants ; plus tard, vers 1825, on arriva à obtenir 18 p. 100 d'huile et, à cette époque, on ne disposait pas des moyens d'extraction que l'on possède aujourd'hui (Roret).

Les pépins de raisins contiennent de 12 à 20 p. 100 d'huile, suivant qu'ils sont plus ou moins frais : plus les pépins sont vieux, moins ils renferment d'huile. Ceux qui proviennent de raisins noirs en contiennent une plus grande quantité que ceux de raisins blancs.

En outre, une vigne vigoureuse produira des pépins plus riches qu'une vieille et, parmi les différentes provenances, l'Hérault et l'Aude fournissent plus d'huile que le Bordelais à poids égal de pépins.

Les pépins sont tout d'abord nettoyés, desséchés au soleil et moulus comme le blé ; cette séparation du marc n'empêche pas d'utiliser celui-ci pour la distillation.

En Italie on se contente ou on se contentait de broyer les pépins avec de l'eau ; plus le broyage était complet, meilleur le rendement, on soumettait ensuite cette pâte à la presse.

On a également employé le traitement à la vapeur d'eau, ainsi qu'on le faisait pour les graines oléagineuses.

Mais le traitement le plus simple, le plus économique et le meilleur, sous le rapport du rendement, est encore celui au sulfure de carbone.

Il faut encore épurer et clarifier cette huile brute ; les résultats obtenus par cette clarification et cette épuration peuvent servir à la fabrications de savons ordinaires.

Les pépins frais donnent une huile d'un beau jaune doré inodore, d'une saveur douce, un peu fade lorsqu'elle a été préparée à froid, légèrement amère si elle a été préparée à chaud. Cette faible amertume peut s'enlever facilement.

Lorsque les pépins sont vieux, l'huile est brunâtre et âcre. Elle brûle avec une flamme claire, sans odeur ni fumée, et ne se solidifie qu'à -16° . Sa densité varie de 0,920 à 0,956 ; l'indice d'iode est 94 et celui d'acétyle 144. Teneur en acides gras : 95 p. 100 environ. A l'air, cette huile rancit, devient poisseuse et d'une couleur brunâtre. Elle se saponifie très bien avec les alcalis : 3 kilos d'huile fournissent 5 kilos de savons de qualité supérieure ; on peut en obtenir jusqu'à 10 kilos, mais en diminuant d'autant la qualité. Maintenant, faisons un peu de statistique pour établir tout ce que l'on néglige de gagner dans l'Hérault et les départements voisins en n'appliquant pas cette industrie.

Pour n'être pas taxé d'exagération, nous prenons des chiffres plus faibles que les réels :

150 kilos de raisin donnent 1 hectolitre de vin ;

100 — — — 2 à 5 kilos de pépins ;

soit 5 kilos de pépins en moyenne par hectolitre de vin.

100 kilos de pépins donnent 16 kilos d'huile, d'où un hecto de vin correspondra à 800 grammes d'huile.

3 kilos d'huile donnent 5 kilos de savon extra supérieur.

Nous avons pris comme récolte en vin les chiffres de 1894. L'huile est comptée 30 francs les 100 kilos, le savon 40 francs.

Hérault. — Vin, 8.807.000 hectos ; huile, 7.046.000 kilos ; valeur 2.114.000 francs. Savon, 11.743.000 kilos ; valeur 4.700.000 francs.

Aude..... ; Gard..... ; Pyrénées-Orientales.....

Ce qui fait un gain de 9.500.000 francs pour les quatre départements, gain dans lequel l'Hérault entrerait pour la moitié à lui tout seul.

Mais ceci n'est pas tout ce que nous perdons.

Le résidu de la fabrication de l'huile donne des tourteaux contenant :

| | |
|--------------------------|------------|
| Azote..... | 2,8 p. 100 |
| Acide phosphorique | 0,8 — |
| Potasse..... | 1,0 — |
| Magnésie | 0,3 — |

Tourteaux qui peuvent se vendre au minimum 4 fr. 50 les 100 kilos.

Calculons les pertes occasionnées par la non utilisation de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse.

Les pépins de raisins contiennent :

| | |
|--------------------------|------------|
| Azote..... | 2,5 p. 100 |
| Acide phosphorique | 0,56 — |
| Potasse..... | 0,70 — |

Ce qui fait :

| | Azote | Acide phosphorique | Potasse |
|---------------------------|------------------|--------------------|----------------|
| | — | — | — |
| | Kilos | Kilos | Kilos |
| Hérault..... | 1.101.000 | 246.000 | 308.000 |
| Aude..... | 593.000 | 163.000 | 202.000 |
| Gard..... | 228.000 | 63.000 | 78.000 |
| Pyrénées-Orientales | 199.000 | 55.000 | 68.000 |
| | <u>2.121.000</u> | <u>526.000</u> | <u>656.080</u> |

En comptant l'azote à 1 franc, l'acide phosphorique à 0 fr. 30 et la potasse à 0 fr. 25, on arrive à une perte de plus de 2.500.000 francs, dont l'Hérault peut s'attribuer la moitié.

Ces chiffres sont bien au-dessous de la réalité, car on pourrait presque arriver à les doubler, mais ils sont déjà suffisamment éloquents à notre avis.

Les pertes en matières fertilisantes ne sont pas aussi importantes que le disent les auteurs, car les marcs et parmi eux les pépins finissent toujours par retourner à la terre.

Ils n'ont pas fait état, au surplus, de l'amortissement du matériel

nécessaire, des frais d'installation d'une usine, du coût de la main-d'œuvre, etc.

En un mot, leurs calculs pour être théoriquement fort beaux ne sont pas concluants. Il faudrait essayer.

EMPLOIS AGRICOLES

Le marc peut être utilisé :

| | | |
|----------------------------------|---|--------------------|
| Pour la nourriture des humains ; | | |
| — | — | animaux ; |
| — | — | plantes (engrais). |

En ce qui touche l'espèce humaine, il n'est pas consommé tel quel, mais sert à la production de boissons hygiéniques, sapides, peu chargées en alcool et qui se nomment piquettes. Après cet usage, le marc a conservé la plupart des propriétés qui permettent de l'employer soit aux usages industriels que nous venons de passer en revue, soit aux autres usages agricoles.

FABRICATION DES PIQUETTES. — L'art. 3, § 6 de la loi du 6 avril 1897, définit excellentement ce qu'il faut entendre par piquettes : « ... boissons de marc, dites piquettes, provenant de l'épuisement des marcs par l'eau sans addition d'alcool, de sucre, ou de matières sucrées. »

Elles sont destinées soit à la consommation du personnel de l'exploitation, soit dans certains cas, à être passées à l'alambic pour fournir de l'alcool.

En général, les méthodes d'obtention sont encore partout très primitives, surtout là où, comme dans le bordelais, le marc lui-même est distribué aux travailleurs qui doivent en faire leur boisson d'été. Cependant, le progrès s'est fait sentir là comme ailleurs, et en passant du simple au complexe, nous aurons à envisager successivement la macération, l'aspersion et le lavage méthodique.

Macération des marcs. — On met dans des cuves du marc bien émiétté et on verse dessus de l'eau jusqu'à submersion. Une fermentation nouvelle s'établit. Quand elle a cessé, on ouvre le robinet du bas de la cuve, on soutire le liquide et on porte le marc sous le pressoir pour en extraire le liquide alcoolisé qu'il retient.

Il arrive aussi qu'on ne presse pas le marc et qu'on se contente de le laver, l'eau ainsi obtenue étant employée dans une nouvelle macération.

Cette méthode est bonne pour les marcs de vin blanc qui, n'ayant pas fermenté, sont encore riches en sucre. Pour obtenir de bons résultats avec les marcs ordinaires, il convient d'employer de l'eau tiède dont la température favorise l'action des micro-organismes ; on ajoute de l'acide tartrique (100 grammes par hectolitre de piquette) dans le but d'en favoriser la conservation.

Aspersions des marcs. — Les piquettes obtenues par ce procédé sont connues dans le Midi sous le nom de *piquettes à l'arrosoir*. Elles sont colorées, limpides, agréables à boire et très supérieures à ce que l'on obtient par la macération. Voici, dit Coste Floret, comment on prépare cette boisson : on prend du marc bien sain que l'on émiette avec soin avant de l'introduire dans une cuve, dans laquelle on l'entasse par le piétinement qui doit être fait couche par couche.

On verse tout d'abord de l'eau au moyen d'un arrosoir muni de sa pomme et on la répartit avec soin sur toute la surface du marc, jusqu'à ce que la liqueur vineuse commence à couler par le robinet du bas de la cuve laissé constamment ouvert. On continue alors à verser de l'eau, mais en espaçant de dix minutes l'apport de chaque arrosoir, et on ne cesse cette opération que lorsque le liquide s'écoulant par le bas n'a plus un degré alcoolique suffisant. Il faut arroser le marc ainsi jour et nuit jusqu'à la fin de l'opération.

Pour économiser la main-d'œuvre et obtenir plus de régularité dans l'épandage de l'eau, on peut se servir des tourniquets hydrauliques.

Ces petits appareils permettent d'obtenir automatiquement, sans noyer le marc et avec une régularité parfaite, l'épuisement progressif des résidus du pressoir.

Un constructeur d'appareils vinicoles bien connu, M. Bourdil, de Narbonne, inventa, il y a déjà quelque temps, un *tourniquet hydraulique* pour l'arrosage méthodique, automatique et continu des marcs, fonctionnant sous pression et pouvant être monté sur chaque cuve de lavage.

Cet appareil est formé d'une chambre annulaire suspendue par son ajutage au tuyau d'arrivée d'eau venant d'un réservoir quelconque.

Deux tubes horizontaux, ayant une longueur totale égale au diamètre de la cuve, sont embranchés sur les parois de la chambre annulaire. Ils sont percés de petits trous horizontaux à travers lesquels l'eau se répand en pluie au dehors en imprimant par sa sortie un mouvement de rotation à l'appareil. Il en résulte que toute la surface du marc est mouillée méthodiquement.

Dans le même ordre d'idées, M. Pépin, de Bordeaux, a imaginé un arrosoir automatique donnant un débit d'eau constant.

L'appareil est placé sur le marc qui ne doit pas remplir entièrement la cuve, pour éviter que l'eau soit projetée au dehors.

Dans ces derniers temps, M. Bourdil vient de compléter son tourniquet arrose-marc par un récipient de forme spéciale qu'il dénomme *distributeur* d'eau automatique.

Ce *distributeur* se fixe contre le mur, à une hauteur moyenne entre les cuves et le dessous du réservoir duquel il reçoit l'eau, qu'il renvoie ensuite au tourniquet par chasses, dont on règle la fréquence et le débit au moyen d'un robinet placé sur son couvercle, de façon qu'on peut faire arriver 20, 40, 60, 100, 200 litres à volonté. Il n'y a pas de mécanisme, la distribution étant basée sur le principe de l'obturation hydraulique. Si le distributeur est de 10 litres et que le robinet soit réglé pour le remplir en cinq minutes, il y aura, toutes les cinq minutes, un déversement de 10 litres, soit 120 litres à l'heure et ainsi de suite jour et nuit.

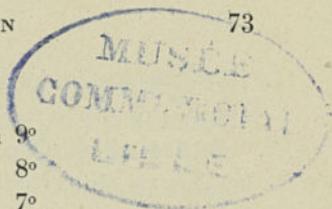
Notre maître M. Achille Müntz a étudié très rigoureusement la fabrication des piquettes par aspersion, et il a même précisé les règles que l'on doit suivre pour obtenir, dit-il, avec des raisins de Carignan de Roussillon, « une boisson très agréable et certainement égale, en qualité, aux vins de plaine du Midi ; avec la proportion d'alcool et d'extrait sec qu'elle renferme, elle pouvait se comparer à un vin un peu léger ».

En opérant sur 4.858 kilos de marc dans un domaine du Roussillon, dont les vins avaient une richesse moyenne de 10°5, M. Müntz a relevé les résultats qui suivent :

100 kilos de marc sortant des pressoirs pesaient à l'état sec 35 kilos, ils contenaient donc 65 litres de liquide vineux. Par suite, 48.583 kilos de marc renfermaient 315 hectolitres à 10°5, soit 33 hectolitres d'alcool. La totalité des piquettes a atteint 312 hectolitres à 8° de moyenne, soit 25 hectolitres d'alcool et un rendement de 80 p. 100.

M. Müntz a obtenu successivement :

| | | | |
|-------------------------------|---|---|----|
| 90 hectolitres piquettes à 9° | | | |
| 102 | — | — | 8° |
| 120 | — | — | 7° |



Ces piquettes contenaient de 17 à 19 p. 100 d'extrait sec et se sont bien conservées.

Lavage méthodique. — La fabrication des piquettes par lavage méthodique a surtout été étudiée par M. Giret, ancien président du comice agricole de Béziers. Il fit remarquer que toujours, même lorsque l'alcoomètre indiquait une teneur 0° en alcool, il subsistait encore dans les marcs des parties de liquides sucrés non touchées par la fermentation. C'est pourquoi il est toujours bon de laisser quelque temps le marc en contact avec de l'eau tiède dans les cuves de lavage avant de commencer les opérations. Cela a pour but de transformer en alcool les dernières traces de sucre restant.

Système de M. Giret. — Il est ainsi décrit par M. Coste :

Pour le lavage des marcs, M. Giret emploie six cuves en pierre, dont la moitié servent au lavage, pendant que les trois autres servent à la fermentation des marcs ou sont en chargement et déchargement. Bien entendu que chaque cuve entre dans la série du lavage méthodique ou en sort pour entrer dans la série où s'opèrent successivement le déchargement, le chargement et la fermentation, de sorte que les opérations suivantes se répètent exactement dans chaque récipient de la batterie de lavage méthodique :

1° Le marc, avant d'être soumis au lavage, doit subir dans chaque cuve une fermentation supplémentaire pendant deux jours ;

2° Le marc est soumis à cinq lavages successifs, dans l'intervalle desquels il reste en macération pendant un ou deux jours ;

3° La circulation du liquide doit avoir lieu de bas en haut, afin que la partie alcoolique qui a été dissoute et qui est plus légère que l'eau de lavage surnage au-dessus de l'eau nouvellement introduite ;

4° Toutes les eaux sortant des cuves de lavage ont dû successivement passer dans les trois cuves : en premier lieu, dans celle contenant le marc le plus épuisé ; en second lieu, sur celle qui contient le marc un peu moins épuisé ; et en troisième lieu, sur le marc le plus frais.

Il en résulte un épuisement méthodique de l'alcool retenu par le marc ;

5° Tous les liquides provenant du lavage des marcs doivent être distillés pour produire des alcools de bon goût.

Système de Crozals. — Les cuves de lavage méthodique, au nombre de cinq, sont contenues dans un massif de maçonnerie. Au fond de chacune est une claie sur laquelle on verse le marc ; sous cette claie débouche un tuyau qui permet d'envoyer l'eau nécessaire au lavage du marc *per ascensum*. Il y a, en outre, un double jeu de tuyauterie permettant :

1° De faire communiquer les cuves entre elles, deux à deux, par le haut ; 2° d'évacuer les piquettes fabriquées.

Cette description sommaire permet de se rendre compte qu'il s'agit là d'un travail analogue au travail de diffusion dans les sucreries ou les distilleries.

Les cinq cuves étant pleines de marc, on envoie de l'eau sous la première cuve. Après un certain temps de macération, on envoie dans la même cuve une égale quantité d'eau qui déplace celle envoyée précédemment et qui gagne alors le fond de la deuxième cuve, etc. Au sortir de la cinquième cuve, on a un liquide aussi riche que possible en principes fermentescibles.

Quand on a recueilli le liquide de lavage de la cuve de queue, on vide la cuve de tête qu'on remplit de marc neuf et qui devient cuve de queue, pendant que la deuxième devient cuve de tête. Puis, les opérations continuent.

M. Roos, directeur de la station œnologique de Montpellier, a résumé ainsi les avantages de cette méthode :

« Dans le déplacement méthodique, on cherche plutôt à pousser en l'air le vin interposé dans le marc qu'à l'obtenir mélangé d'eau. L'eau, *théoriquement*, ne sert que comme une sorte de piston se mouvant sur toutes les surfaces, occupant toutes les cavités, et qui pousserait devant lui le liquide mouillant ces surfaces ou emprisonné dans ces cavités. *En pratique*, il n'en est pas ainsi, il y a mélange ; mais la zone du mélange ne s'étend que sur une certaine épaisseur, de sorte qu'on peut recueillir du vin à peu près pur en queue de la batterie. L'essentiel dans le déplacement méthodique (*per ascensum*) est de bien régler l'arrivée de cette eau. Il faut que la vitesse ascensionnelle soit toujours assez faible »,

EMPLOI DU MARC DANS L'ALIMENTATION DU BÉTAIL. — Les analyses que nous avons publiées au début de l'étude des marcs nous

renseignement exactement sur les marcs frais, mais on a aussi à utiliser au point de vue alimentation, des marcs provenant de l'épuisement pour les piquettes ou de la distillation. Valent-ils les autres ?

Des analyses comparatives vont nous permettre d'adopter l'affirmative. Voici les résultats de A. Müntz :

| | Marc frais | Marc épuisé |
|----------------------------|------------|-------------|
| Matières azotées..... | 4,28 | 4,16 |
| — grasses..... | 1,01 | 1, » |
| Extractifs non azotés..... | 19,06 | 17,86 |
| Cellulose..... | 8,13 | 8,13 |
| Alcool..... | 6,50 | traces |
| Eau..... | 57,20 | 63,70 |

Si, d'autre part, nous mettons en face l'un de l'autre le résultat moyen donné par Degruilly et une analyse de marc distillé, nous constaterons qu'il n'y a de différence, encore est-elle légère, que pour les extractifs non azotés et les matières ternaires.

Les praticiens admettent que 100 kilos de marc frais ont même valeur alimentaire que 50 kilos de foin. Des calculs auxquels s'est livré M. Dantony, dans un mémoire couronné par la Société départementale d'encouragement à l'agriculture de l'Hérault, il résulte qu'alors que, dans le foin, l'unité nutritive se paye 0 fr. 36, elle ne revient dans le marc qu'à 0 fr. 05. On admet que le foin vaut 12 francs les 100 kilos et le marc 1 franc seulement, ce qui est une évaluation plutôt faible, admissible seulement s'il s'agit de marcs ayant déjà été épuisés de tout ce qu'ils peuvent rendre.

Les calculs de cet expérimentateur ont porté sur les marcs égrappés, c'est-à-dire ne renfermant plus que les pellicules et les pépins, et il affirme que *les marcs destinés à l'alimentation doivent être égrappés*. Les raisons en sont que la rafle n'est pas acceptée par la majeure partie des animaux : les moutons en particulier ne la mangent jamais et font dans leurs mangeoires un égrappage parfait. La rafle est certainement très peu digestible et possède une valeur alimentaire à peu près nulle. Il vaut donc mieux l'éliminer, ce qui peut se faire assez aisément par un crible ou tamis à mailles larges.

Conservation des marcs. — Nous avons dit plus haut un mot de l'ensilage et nous n'y reviendrons pas, mais il est un autre procédé de conservation qui présente de l'intérêt : c'est la dessiccation.

Séchage des marcs. — Le moyen le plus simple est de faire le séchage à l'air libre, au soleil, sur des claies. Le taux d'humidité peut être ramené ainsi à 15 p. 100, ce qui est suffisant pour la conservation.

Malheureusement, le soleil est un séchoir inconstant et capricieux. Il faut donc avoir recours au séchage artificiel. On peut employer le four de boulanger, mais il nécessite une surveillance assez grande pour éviter le brûlage qui rendrait le produit inutilisable. Le mieux est donc d'utiliser les évaporateurs ou séchoirs, dont nous avons déjà décrit succinctement quelques types et dont nous reparlerons à nouveau pour les drèches de brasserie et de distillerie.

Le coût du séchage peut être évalué au maximum à 0 fr. 50 par 100 kilos de produit sec, main-d'œuvre en sus.

Il n'a pas besoin d'être absolument complet. Les marcs contenant encore 10 à 15 p. 100 d'eau se conservent indéfiniment dans un endroit sec. Les dernières molécules d'eau étant les plus coûteuses à éliminer, il vaut mieux ne pas chercher à aller trop loin dans la voie de la dessiccation.

Mélanges alimentaires à base de marc. — Une ration composée seulement de marc frais serait trop volumineuse.

En outre, pour les jeunes animaux, la ration nutritive $\frac{MA}{MNA}$ doit être voisine de $\frac{1}{3}$, alors que le marc apporte $\frac{1}{6,7}$, rapport beaucoup trop large ; l'addition d'aliments plus riches s'impose donc.

Il faut dire, en outre, que les marcs lavés ou distillés ne sont pas acceptés aussi facilement par les animaux que les marcs frais. Néanmoins ils doivent être utilisés, et, pour les faire prendre, on les mélange à des produits pour lesquels les animaux ont plus de goût.

Cornevin préconisait les mélanges suivants :

BOEUFs ENTRETIEN : Marc, balles de céréales, luzerne.

BOEUFs A L'ENGRAIS : a) Marc, tourteau de lin, son, mélanges de vesces, orge, etc., tiges et graines.

b) Marc, tourteau de coton, luzerne sèche, maïs en grain.

MOUTONS : a) Marc, balles de luzerne bouillies, paille de blé.

b) Marc, tourteaux d'arachide, menues pailles.

On peut aussi réaliser les mélanges :

CHEVAUX : Marc, foin, avoine, maïs.

BOEUFs : Marc, paille, maïs.

MOUTONS : Marc, son, betteraves.

On peut, suivant les cas et les matières premières dont on dispose, modifier les mélanges sus-indiqués qui n'ont rien d'absolu. Parmi les substances tout particulièrement destinées à donner de la sapidité, deux sont à signaler, ce sont : les *mélasses* et les *cossettes desséchées*. Leur addition aux marcs constitue, à notre avis, une excellente opération ; aussi allons-nous entrer dans quelques détails à ce sujet.

Marcs mélassés. — Nous n'avons pas à revenir ici sur la haute valeur alimentaire des mélasses. On a songé (M. Papelier, président de la Fédération des associations agricoles du Nord-Est) à utiliser les marcs comme support au résidu de la sucrerie.

Comme pour les autres produits mélassés, dit M. Mathieu, il ne semble pas que cette préparation puisse être effectuée à la ferme, car elle doit être réalisée avec un outillage spécial ; en effet, les marcs doivent être, au préalable, non seulement bien conservés, mais séchés, hachés, broyés, avant d'être mélangés à la mélasse. Pendant le séchage, l'alcool et les produits volatils s'échappent des marcs, aussi espère-t-on recueillir l'alcool comme sous-produit. Les pépins, qui sont l'élément le plus nutritif, sont broyés ; le marc ainsi préparé et séché devient très poreux, et, à une température de 50 à 60 degrés, il absorbe facilement 1/3 de son poids de mélasse. Le produit obtenu se conserve d'une façon parfaite même exposé à l'air. Il se présente sous une forme très maniable et il aurait le grand avantage de ne pouvoir guère être fraudé.

Le marc mélassé a été soumis à la fois à des analyses et à des expériences d'alimentation. M. Grandeau a relevé la composition suivante :

| | Composition
du marc mélassé
d'après M. Grandeau | Composition
de l'avoine
d'après Vœlcker |
|-----------------------|---|---|
| Eau..... | 13,00 | 13,09 |
| Matières azotées..... | 11,74 | 11,85 |
| — amylicées..... | 48,55 | 57,34 |
| — grasses..... | 3,52 | 6,00 |
| — minérales..... | 7,79 | 2,72 |
| Cellulose..... | 15,50 | 9,00 |
| Sucre..... | 11,61 | |
| Protéine..... | 8,20 | |

Cette composition rapproche le marc mélassé de l'avoine, comme le montre la comparaison des proportions des principes de ces deux aliments.

M. Papelier, qui a essayé ce fourrage sur ses chevaux pendant six semaines, en les nourrissant de parties égales d'avoine et de marc mélassé, rapporte que les bêtes ainsi nourries ont fourni sans fatigue et sans peine un travail ininterrompu.

Quant au prix de revient, il serait de 6 francs les 100 kilos en fabrique, se décomposant ainsi qu'il suit :

| | |
|-----------------------|----------|
| 66 kilos de marc..... | 2 francs |
| 33 — de mélasse..... | 4 — |

En y ajoutant 2 à 3 francs pour les bénéfices de la Société, le prix de 8 à 9 francs serait notablement inférieur à celui de l'avoine qui atteint 14 à 15 francs le quintal.

La question semble donc bien étudiée au point de vue technique ; le côté économique de la fabrication a été résolu à Nancy d'une façon très originale par les créateurs.

La Société est fondée par les vigneron eux-mêmes, par actions de 100 francs, dont le 1/4 seulement exigible en espèces, le reste en marcs ; 25 p. 100 des bénéfices sont attribués aux actionnaires fournisseurs de marcs. Les organisateurs comptent, de plus, pouvoir utiliser les fonds mis par l'Etat à la disposition des caisses agricoles et l'an prochain adjoindre une distillerie à leur usine.

La Société à laquelle il est fait allusion plus haut n'a pas donné, dit-on, tous les résultats que l'on pouvait en espérer, mais les causes de cet insuccès n'auraient rien à voir avec la valeur de l'aliment préparé ni même avec les procédés usités pour sa préparation et qui sont analogues à ceux dont nous avons traité à propos des emplois divers de la mélasse.

Marcs mélangés avec des cossettes. — M. Dantony a songé à incorporer les *marcs frais* avec les cossettes sèches provenant de la dessiccation de la betterave entière, c'est-à-dire avant l'extraction soit du sucre sous forme de sucre, soit du sucre sous forme d'alcool. Il s'exprime ainsi :

Le mélange marc-cossettes peut être opéré en toutes proportions ; néanmoins, il convient, pour satisfaire aux exigences de l'aliment complet et pour utiliser tout le marc que l'on possède, de rester entre certaines limites ; les proportions qui nous paraissent les plus convenables sont :

| | |
|---------------------------|----------|
| Marcs frais..... | 75 à 90 |
| Cossettes desséchées..... | 25 à 10, |

les mélanges les plus riches en cossettes étant destinés aux animaux adultes, les mélanges les plus pauvres aux jeunes, ceci dans le but de réduire la quantité d'aliments riches en protéine devant compléter la ration.

Le mélange peut se faire aisément à la fourche : le marc étendu sur une aire plane est saupoudré avec la cossette, un brassage énergique permet l'incorporation qui est d'autant meilleure que la proportion de cossettes est plus faible. On pourrait combiner dans les grandes exploitations des appareils spéciaux permettant d'opérer plus vite et à meilleur compte, appareils analogues à ceux qui existent déjà pour la préparation des fourrages mélassés.

La composition trouvée à l'analyse pour un mélange de 80 parties de marc et 20 parties de cossettes est la suivante :

Composition centésimale en principes nutritifs bruts du mélange de *marc humide-cossettes* :

| | | |
|--|-------|--------|
| Eau | 59,00 | p. 100 |
| Matières protéiques..... | 3,54 | — |
| Matières grasses | 1,15 | — |
| Hydrocarbonés..... | 23,12 | — |
| Cellulose..... | 6,48 | — |
| Matières minérales | 5,32 | — |
| Matières non dosées, sels ammoniacaux. | 1,02 | — |
| | <hr/> | |
| | 99,63 | p. 100 |

La composition du mélange en principes nutritifs digestibles oscille autour des chiffres ci-dessous :

| | |
|-----------------------------|-------|
| Matières protéiques | 2,66 |
| Matières grasses | 1,03 |
| Extractifs non azotés | 20,70 |
| Cellulose | 3,99 |

La relation nutritive qu'on en déduit est 1/9,5, suffisamment étroite pour des animaux de trait.

Il faut 125 kilos de ce mélange pour équivaloir à 110 kilos de bon foin ordinaire au point de vue alimentaire. Mais étant donnés les cours de ses composants, le marc-cossettes livre l'unité nutritive à 0 fr. 20 ou 0 fr. 30, alors qu'elle vaut 0 fr. 36 dans le foin.

Types de rations à base de marc. — Ces types n'ont pour

but que de fixer les agriculteurs et ne prétendent pas devoir être partout et toujours appliqués tels quels. Suivant l'heureuse expression de M. Dantony, ce sont des jalons indiquant à peu près la route à suivre, rien de plus.

Rations au marc. — Pour 1.000 kilos de poids vif :

CHEVAUX FOURNISSANT UN TRAVAIL MOYEN

| | |
|------------------|----------|
| Marc frais | 25 kilos |
| Maïs | 10 — |
| Luzerne | 5 — |

BOEUFs

| | |
|------------------|----------|
| Marc frais | 30 kilos |
| Maïs | 8 — |
| Luzerne | 5 — |

Ration journalière pour 1.000 kilos poids vif :

MOUTONS

| | |
|----------------------------|----------|
| Marc frais ou épuisé | 30 kilos |
| Betteraves | 30 — |
| Balles de froment | 15 — |
| Tourteau sésame | 1 — |

Rations au marc sec mélassé. — Pour 1.000 kilos poids vif :

CHEVAUX FOURNISSANT UN TRAVAIL MOYEN

| | |
|--------------------|----------|
| Marc mélassé | 25 kilos |
| Luzerne | 5 — |

BOEUFs AU REPOS (*stabulation*)

| | |
|-------------------------|----------|
| Marc mélassé | 10 kilos |
| Paille de froment | 15 — |

BOEUFs FOURNISSANT UN FORT TRAVAIL

| | |
|-----------------------|----------|
| Marc mélassé | 25 kilos |
| Luzerne | 5 — |
| Paille d'avoine | 5 — |

VACHES LAITIÈRES

| | |
|-------------------------|----------|
| Marc mélassé | 20 kilos |
| Betteraves | 20 — |
| Balles de froment | 5 — |
| Tourteau sésame | 3 — |

BOEUFs OU VACHES A L'ENGRAIS

| | |
|-----------------------|----------|
| Marc mélassé..... | 25 kilos |
| Paille d'avoine | 5 — |
| Tourteau sésame..... | 3 — |

BOEUFs OU VACHES DE 6 A 10 MOIS

| | |
|-----------------------|----------|
| Marc mélassé..... | 25 kilos |
| Luzerne | 2 k. 500 |
| Betteraves | 5 kilos |
| Tourteau sésame | 2 — |

MOUTONS A L'ENGRAIS

| | |
|-------------------------|----------|
| Marc mélassé..... | 25 kilos |
| Betteraves..... | 10 — |
| Balles de froment | 2 k. 500 |
| Son | 1 kilo |
| Tourteau | 4 — |

PORCS A L'ENGRAIS

| | |
|-----------------------|----------|
| Marc mélassé..... | 30 kilos |
| Lait écrémé | 65 — |
| Pommes de terre | 15 — |

Rations au marc-cossettes. — Pour 1.000 kilos de poids vif :

CHEVAUX TRAVAIL MOYEN

| | |
|-----------------------|----------|
| Marc-cossettes..... | 40 kilos |
| Luzerne | 5 — |
| Tourteau sésame | 1 — |

BOEUFs TRAVAIL MOYEN

| | |
|----------------------|----------|
| Marc-cossettes..... | 50 kilos |
| Paille-froment | 8 — |

MOUTONS

| | |
|------------------------|----------|
| Marc-cossettes | 40 kilos |
| Betteraves..... | 10 — |
| Balles de froment..... | 5 — |

MARC ENGRAIS. — Les nombreuses analyses publiées par divers auteurs permettent d'assigner au marc une assez haute valeur comme engrais. Nous avons résumé quelques résultats dans le tableau suivant :

| | Müntz et Girard | Paturel | Garola |
|-------------------------|-----------------|---------|--------|
| Eau | » | 60,00 | 76,00 |
| Azote | 1,00 | 0,83 | 1,11 |
| Acide phosphorique | 0,30 | 0,13 | 0,27 |
| Potasse..... | 0,50 | 0,32 | 0,67 |
| Magnésie | 0,10 | » | » |

Le simple examen de ce tableau indique la valeur du marc comme engrais, mais indique aussi que ce n'est pas un engrais complet et qu'une fumure au marc seul serait insuffisante.

Emploi du marc comme engrais. — Généralement on se contente de mélanger le marc au fumier de ferme ; d'autres fois on le répand sur le sol et on l'enfouit. Si ces deux opérations ne sont pas faites rapidement, le marc se couvre de moisissures qui lui font perdre une grande partie de sa valeur comme aliment des plantes. En outre, l'utilisation n'en est pas parfaite, même dans le cas d'un emploi rapide. On a retrouvé des pépins noircis, mais intacts, au bout de quatre ans, dans un sol copieusement fumé au marc (G. Paturel).

Il a donc fallu chercher une méthode d'emploi.

Celle qui jouit de la meilleure réputation est le procédé L. Roos.

Procédé L. Roos. — Ayant remarqué que la résistance des marcs à la décomposition dans le sol tient à leur acidité, qui empêche l'action des microorganismes destructeurs et en particulier du bacille de la nitrification, M. Roos s'est dit qu'il fallait modifier le marc de telle sorte que sa réaction acide devienne neutre ou même basique. Il a décrit lui-même sa méthode dans le *Progrès agricole et viticole*, en août 1902 :

On choisit l'emplacement sur lequel on se propose de former le tas d'engrais et on répand sur le sol, en tassant légèrement, une couche de 20 à 25 centimètres de marc.

On s'arrange d'une manière quelconque pour connaître approximativement le poids de cette couche, puis on répand à la surface, à la volée, 4 p. 100 de ce poids de scories de déphosphoration, et 2 p. 100 de sulfate de potasse.

S'il s'agit de marcs non épuisés, on peut réduire à 1,50 p. 100 la dose du sulfate de potasse.

On fait d'autre part, dans un demi-muid défoncé, un bassin ou

toute autre capacité, un purin artificiel composé de la manière suivante :

| | |
|---------------------------|------------|
| Chaux vive..... | 1 kilo |
| Eau | 100 litres |
| Sulfate d'ammoniaque..... | 2 k. 500 |

On éteint d'abord la chaux vive avec une petite quantité d'eau, on forme un lait en ajoutant le reste d'eau, on ajoute enfin le sulfate d'ammoniaque. On brasse vigoureusement le tout à l'aide d'un fort bâton jusqu'à dissolution complète du sulfate d'ammoniaque, ce qui ne demande d'ailleurs guère plus d'un quart d'heure. Le purin artificiel est fait.

On en arrose copieusement la première couche de marc pourvue des scories et du sulfate de potasse. On élève le tas autant qu'on veut en procédant de même, y compris l'arrosage par couches successives. La dernière est recouverte de 5 à 10 centimètres de terre.

Au bout de très peu de temps, la température s'élève considérablement dans la masse où s'établit une fermentation très active, qu'on laisse se continuer sans intervenir.

Après trois semaines, on recoupe le tas transversalement pour le reformer à deux mètres plus loin. L'opération a pour but de mélanger les différentes couches et de mieux répartir les produits ajoutés. La fermentation un instant arrêtée reprend, bien qu'avec moins d'activité ; le marc est alors devenu noir verdâtre et très friable. Il est tellement modifié qu'un tas de 2 m. 50 d'épaisseur peut être facilement traversé avec un roseau.

Au moment de l'emploi, le second recoupage, effectué pour le transport, complète le mélange qui serait un peu insuffisant après un seul.

A la dose de trois kilos par pied, l'engrais obtenu constitue une fumure complète, très intensive et assimilable dans tous les sols, car le compost porte en lui-même l'alcalinité nécessaire à une bonne nitrification.

La valeur fertilisante absolue s'est accrue des éléments ajoutés, soit 210 grammes d'azote par kilogramme de sulfate d'ammoniaque employé, 150 grammes d'acide phosphorique par kilogramme de scories et 500 grammes de potasse par kilogramme de sulfate de potasse. Il y a absorption d'eau telle que 100 kilos de marc employé deviennent 115 à 120 kilos.

Le prix de revient reste peu élevé car la main-d'œuvre de recoupage des tas n'est ni très délicate ni très longue.

Dans certaines régions, où le combustible est rare, il arrive que l'on brûle le marc après l'avoir exposé pendant un certain temps au soleil. Les cendres obtenues sont employées comme engrais. A beaucoup près cet engrais ne vaut pas l'engrais Roos, car il a perdu par combustion tout son azote.

Si l'on fait le calcul de la valeur du marc au cours des éléments fertilisants, on arrive à fr. : 1 à 1,50 les 100 kilos.

Il résulte de là que le marc ne doit être utilisé comme engrais que lorsqu'il y en a de trop pour l'alimentation. Cependant, le profit ainsi combiné avec l'extraction des piquettes ou la fabrication de l'alcool n'est pas négligeable, tant s'en faut.

Cet engrais convient à toutes les cultures. Dans les vignes il sauvegarde, dit-on, la délicatesse des vins. Il donne de bons résultats dans les oliviers, les asperges etc.

§ 3. — LIES DE VIN

COMPOSITION. — On distingue deux sortes de lies. Les lies de débouillage et de collage, les lies de soutirage.

Ce sont des produits boueux dans lesquels on rencontre, d'après Camille Saint-Pierre :

| | |
|---------------------------|-------------|
| Eau | 50,5 p. 100 |
| Matières organiques | 31,9 — |
| Matières minérales | 17,6 — |
| Azote | 1,9 |
| Acide phosphorique | 4,29 |

Leur poids spécifique atteint 1070 et quelquefois 1080. Elles renferment un liquide qui n'est autre chose que du *vin*. Leur résidu solide contient entre autres matières précieuses : le tartre (bitartrate de potasse) et le tartrate de chaux dont on retire l'acide tartrique.

Les proportions de ces éléments sont extrêmement variables suivant les vins, la région, les traitements subis par la vendange.

Dans les lies de collage on retrouve des albuminés, fibrines, géla-

tines, des tannins, etc. Ces dernières ne se conservent pas facilement à cause même de cette composition.

M. Bracquenot a donné l'analyse suivante d'un lot de lies desséchées à 100° :

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Bitartrate de potasse..... | 60,75 |
| Tartrate de chaux | 5,25 |
| Tartrate de magnésie..... | 0,40 |
| Phosphate de chaux | 6,00 |
| Phosphate et sulfate de potasse..... | 2,80 |
| Acide silicique et sable... .. | 2,00 |
| Substances azotées... .. | 20,70 |
| Chlorophylle | 1,60 |
| Matières grasses | 0,50 |
| | 100 |

Ferdinand Jean pensait que l'on pouvait admettre pour les lies une teneur moyenne de 20 p. 100 d'acide tartrique.

UTILISATION DES LIES. — Quoi qu'il en soit les lies sont généralement traitées ainsi :

- 1° On en extrait le vin de lies ;
- 2° On traite le résidu pour l'obtention de l'acide tartrique et de la crème de tartre (bitartrate de potasse) ;
- 3° Les résidus restants appelés tourteaux de lie de vin sont utilisés comme engrais.

On peut cependant distiller les lies dans des alambics munis d'agitateurs afin d'en extraire directement l'alcool. Dans ce cas, bien entendu, il n'y a plus lieu d'extraire le vin.

Extraction du vin de lies. — Il y a trois méthodes :

- 1° La décantation ;
- 2° La filtration dans des sacs en forte toile qu'on peut placer sous la presse ;
- 3° La filtration au filtre presse ou au filtre à manche.

Décantation. — Bien qu'elle soit peu employée, nous en dirons un mot à cause de sa simplicité.

L'appareil consiste en un tonneau debout portant des robinets disposés verticalement le long d'une douelle.

La matière boueuse emplissant le tonneau, les parties solides se déposent peu à peu. Quand, au niveau du premier robinet, il n'y a

que du liquide clair on soutire par ce robinet. On attend quelque temps et l'on passe au second robinet, ainsi de suite. Pendant tout le temps que dure l'opération, il convient de brûler des mèches soufrées au-dessus du tonneau pour éviter les végétations cryptogamiques.

En fin de compte, on extrait par le robinet du bas les boues épaisses qui sont vendues telles quelles aux *tartriers*.

On ajoute parfois une petite quantité d'acide sulfurique pur qui reste avec les parties solides dont la précipitation est ainsi facilitée.

Extraction au pressoir ordinaire. — Les lies, mises dans des sacs en forte toile, sont portées sous le pressoir. L'opération doit être conduite sans brusquerie pour éviter la crevaison des toiles par pression trop rapide. On obtient ainsi un liquide trouble qui pourra être filtré par les procédés habituels usités en vinification.

M. Coste-Floret cite qu'un viticulteur d'Agde, nommé Crouzilbac, sépare le vin des lies en faisant passer ces dépôts dans un pressoir continu. On forme le bouchon avec du marc ordinaire et derrière ce tampon les boues se disposent en gâteaux, tandis que le vin trouble s'échappe à travers les trous du cylindre.

Ce procédé est recommandable et il y aurait intérêt à établir de petits pressoirs qui en permettraient la généralisation.

Extraction au filtre presse. — Cette méthode qui, scientifiquement, est la plus rationnelle, tend à se répandre de plus en plus. Nous ne saurions entrer ici dans des détails sur le filtre presse dont on trouve la description dans tous les cours de technologie. La méthode opératoire s'explique d'elle-même sans difficulté.

Valeur des vins de lies. — Disons d'abord qu'il est admis que ces vins peuvent être vendus comme tels sans la moindre fraude. Il n'en serait pas de même de la piquette obtenue en faisant fermenter des lies additionnées d'eau et de sucre, ainsi que cela a été fait quelquefois en temps de rareté de la piquette ordinaire. Ce sont des vins très ordinaires qui, cependant, soigneusement préparés, peuvent être vendus dans le commerce. Des entrepreneurs spéciaux achètent par exemple les lies de Bercy et de la Halle aux Vins pour en extraire du vin qui est encore vendu un bon prix. Cependant, en général, même quand ils proviennent de lies rouges, ces liquides manquent de couleur.

M. Joué a proposé de les convertir en vins blancs avec la préparation suivante :

| | |
|--------------------------|-------------|
| Charbon de peuplier..... | 500 grammes |
| Tannin à l'alcool | 10 — |
| Caséine..... | 25 — |

Le charbon végétal doit être très finement pulvérisé.

Le tannin est introduit le premier dans le fût. On brasse. Deux jours après on introduit le charbon et la caséine. Le tout est soigneusement remué trois ou quatre fois. Après repos de 8 à 10 jours on soutire dans un fût bien mûché. Le vin est blanc.

Extraction du tartre des lies. — Le vin séparé, les lies sont séchées pour pouvoir être réduites en poudre et vendues aisément aux industriels dont c'est le métier d'en extraire l'acide tartrique.

Ces lies, additionnées d'une certaine quantité d'eau, sont versées dans une chaudière en cuivre où on les porte à l'ébullition. On ajoute 2 kilos d'acide chlorhydrique par 100 kilos de lie sèche pour dissoudre les tartrates. On continue à chauffer le temps que la dissolution s'accomplisse et on filtre.

Le liquide clair est amené dans une cuve à agitateur où on le neutralise par de la craie pulvérisée. La craie est ajoutée par petites quantités et on cesse d'en ajouter lorsque l'effervescence due au dégagement d'acide carbonique a cessé.

Le tartrate de calcium formé est séparé par passage au filtre presse. Il contient un peu de chaux en excès.

Les liquides clairs sont traités pour l'obtention du chlorure de potassium.

La partie retenue entre les toiles des filtres présente un aspect terreux. On l'amène dans des bacs en bois doublés de plomb où elle est décomposée par l'acide sulfurique étendu. Il faut 30 à 35 kilos d'acide par 100 kilos de tartrate de chaux pour que la réaction soit complète. On chauffe par un courant de vapeur et le sulfate de calcium se dépose peu à peu. Le liquide clair est concentré, dans des chaudières en cuivre, jusqu'à consistance sirupeuse.

On le verse alors dans des bacs en bois où, par refroidissement, des cristaux d'acide tartrique se déposent.

L'acide obtenu ainsi est fréquemment coloré. Pour le purifier on le redissout, on décolore par le noir animal, et on fait de nouveau cristalliser.

Emploi des lies comme engrais. — Les dosages en azote et acide phosphorique indiqués en tête de ce chapitre, d'après une

analyse de Camille Saint-Pierre, montrent que ce produit a une richesse appréciable en éléments fertilisants.

Il s'agit là, évidemment, des lies de soutirage, celles de débouillage étant moins riches.

Lies de débouillage. — Elles sont employées directement à la ferme, soit en arrosages, soit après dessiccation au soleil et pulvérisation, soit après mélange avec du plâtre et nouveau broyage.

En tout état de cause elles ne constituent pas une fumure complète et doivent être additionnées d'engrais concentrés azotés, phosphatés et potassiques.

Lies provenant de l'extraction du tartre. — Au sortir du filtre presse, ces lies que les traitements ont appauvries en potasse mais qui se trouvent, de ce fait, enrichies en azote, sont séchées au séchoir dans les grandes usines, au four dans les petites.

On obtient ainsi un produit pulvérulent rougeâtre, dosant jusqu'à 4 p. 100 d'azote et présentant une valeur marchande assez élevée.

Néanmoins l'azote s'y vend autour de 1 fr. à 1 fr. 20 le kilo. A cause de son aspect et du bas prix de l'azote, ce produit a été, et est encore employé sans doute, en mélange avec le sang desséché moulu. Le dosage habituel du sang est de 12 p. 100 d'azote. Au moyen des lies on ramène à 8 ou 10 p. 100 et on vend le tout au prix de l'azote du sang, soit 1 fr. 80 le degré.

Cela fait un bénéfice illicite de 0 fr. 80 par kilo d'azote de lie.

Utilisé en mélange avec des engrais phosphatés et potassiques appropriés, ce produit peut fournir d'excellents résultats.

§ 4. — TARTRE BRUT

COMPOSITION. — Le tartre se dépose après la fermentation lente et par refroidissement sur toutes les aspérités des cuves et foudres. Il y a lieu de détartrer ces vases vinaires tous les ans, à cause des ferments de maladies, tels que *tourne* et *graisse*, qu'ils peuvent contenir enclos dans le tartre (M. Duclaux).

Dans cent parties de tartre, il y a en moyenne :

70 de bitartrate de potasse ;

10 de tartrate de chaux ;

20 de matières colorantes ou extractives.



RÉSIDUS DE LA VINIFICATION

Les tartres se vendent au kilo de bitartrate de potasse ou crème de tartre qu'ils renferment.

Essai à la casserole. — Pour éviter d'avoir recours au Laboratoire, les marchands de tartre se servent, pour leurs achats, du procédé suivant :

Il faut tout d'abord choisir l'échantillon avec assez de précautions pour qu'il représente bien la moyenne du lot. Pour cela, le tartre étant mis en tas, on prélèvera des prises de place en place en faisant pénétrer la pelle dans toute l'épaisseur. Avec ces prises on fera un petit tas en prenant soin de bien écraser les fragments trop gros et l'on prélèvera dessus un autre échantillon moyen de 100 grammes de tartre. Le tartre doit être desséché avant d'être mis en tas pour la prise.

Après la prise d'échantillon on en pulvérise finement 50 grammes, on ajoute 1 litre d'eau ordinaire et l'on fait bouillir dans une casserole en terre pendant dix minutes. A la sortie du feu et après deux minutes de repos tout le liquide clair est décanté dans un vase de grès et abandonné pendant douze heures au refroidissement. La crème de tartre cristallise, l'eau-mère est décantée, puis on lave les cristaux à plusieurs reprises avec de l'eau en évitant que toute l'eau de lavage dépasse un litre. Après avoir desséché les cristaux à feu très doux on les pèse.

Ce poids est multiplié par 2 et on ajoute au produit 10 comme coefficient de perte, ce qui donne le degré des cristaux. Ainsi, comme exemple, si le poids des cristaux pesés est de 27 gr. 5, en multipliant 27,5 par 2 on a 55. A ce chiffre on ajoute 10 et on obtient 65, ce qui serait le degré du tartre.

Malgré ses imperfections certaines, le procédé rend de nombreux services. Il y en a de meilleurs à employer suivant les cas par le Laboratoire et pour lesquels nous devons renvoyer aux Traités spéciaux d'Analyse Chimique.

Camille Saint-Pierre admettait que le dépôt de tartre dans les cuves pouvait être évalué à 2 à 3 kilos par 1.000 litres de vin et par an.

Raffinage du tartre brut. — En général la crème de tartre vaut le double du tartre brut. Après avoir bien pulvérisé le tartre brut, on le fait dissoudre dans de grandes chaudières en cuivre, en employant de l'eau privée de sels calcaires.

La solubilité du tartre dans l'eau augmente avec la température.

Ainsi, on a pu dresser le tableau suivant de la solubilité des tartres :

Un litre d'eau dissout :

| | | |
|---|-----------|--------------------|
| A | 0°..... | 3 ^{gr} .2 |
| | 10°..... | 4 |
| | 20°..... | 5 7 |
| | 30°..... | 9 |
| | 40°..... | 13 |
| | 50°..... | 18 |
| | 60°..... | 24 |
| | 70°..... | 32 |
| | 80°..... | 45 |
| | 90°..... | 57 |
| | 100°..... | 69 |

On arrête l'opération lorsqu'une pellicule se forme à la surface du liquide bouillant. Le tartrate de chaux étant peu soluble, même à chaud, se dépose. On décante. Le liquide clair laissé au repos fournit par refroidissement des cristaux. Au bout de quatre jours l'opération est terminée.

On obtient ainsi des cristaux légèrement colorés que l'on lave dans l'eau froide pour les débarrasser de l'eau-mère.

Si on veut un produit tout à fait blanc on fait redissoudre et recristalliser le produit de la première opération.

Les *sablons* ou dépôts de tartrate de chaux du fond des cuves sont traités par une méthode analogue à celle indiquée plus haut pour le traitement des lies dans la fabrication de l'acide tartrique.

Usages de la crème de tartre. — Le bitartrate de potassium ($C^4 H^5 O^6 K$) est sous forme de cristaux incolores, très peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, ayant une saveur acide.

Il est employé en médecine comme purgatif ; en teinture comme mordant ; en chimie pour la fabrication des émétiques et de l'acide tartrique pur.

On utilise la crème de tartre en vinification pour remonter l'acidité des vins.

On l'utilise en Amérique et sans doute ailleurs, en l'incorporant à la pâte de boulangerie. Elle facilite alors la levée du pain.

Mélangée après broyage avec de la craie en poudre elle fournit un excellent produit pour le nettoyage de l'argenterie, etc., etc.

§ 5. — LES SARMENTS

Il résulte d'expériences de M. Chauzit que, annuellement, chaque hectare de vignes fournit une moyenne de 1.500 kilos de sarments. C'est donc une production extrêmement importante et qui est à tout jamais perdue pour le vignoble si on ne l'utilise pas d'une façon quelconque.

COMPOSITION DES SARMENTS. — La densité du bois des sarments est de 1,04. Ils renferment 38,5 p. 100 d'eau et 41,5 p. 100 de matière sèche dont 1,81 de cendres.

Le pourcentage des cendres par rapport à la matière sèche est donc 4,50 environ, dans lesquels on trouve :

| | |
|-------------------------|------|
| Potasse..... | 0,75 |
| Chaux..... | 1,50 |
| Magnésie..... | 0,30 |
| Acide phosphorique..... | 0,30 |

UTILISATIONS INDUSTRIELLES. — A ma connaissance, elles n'existent pas encore, mais on en a proposé deux au sujet desquelles je crois bon de donner quelques détails, car elles pourraient faire au moins l'objet de tentatives intéressantes ; ce sont : 1° la fabrication de la pâte à papier ; 2° la distillation.

Fabrication de la pâte à papier. — Quelques essais sur cette utilisation possible ont été faits par M. Léon Chaptal, répétiteur de chimie à l'Ecole nationale d'agriculture de Montpellier, qui a également étudié la carbonisation.

Bien qu'assez superficiels, les travaux de cet expérimentateur ont permis d'acquérir quelques notions intéressantes. Il est acquis, par exemple, qu'en traitant les sarments par les procédés usuellement employés pour fabriquer la pâte de bois, on obtient une pâte susceptible de se feutrer facilement, le rapport entre la longueur et le diamètre des fibres étant supérieur à 50 (critérium d'A. Girard).

Les procédés mécaniques d'obtention de la pâte à papier seraient les plus économiques, mais à cause de la grande force motrice qu'ils nécessitent, il serait préférable d'user des procédés chimiques

et notamment du traitement par les alcalis. Les sulfites et bisulfites ne donneraient pas de bons résultats.

Le chlore est le meilleur agent de décoloration des pâtes de sarments.

En résumé, les opérations nécessaires à la transformation des sarments en pâte à papier sont :

- 1° Le débitage des sarments en morceaux de longueur voulue ;
- 2° Le broyage des sarments de façon à faciliter l'attaque ;
- 3° L'attaque par une dissolution alcaline ;
- 4° L'effilochage ;
- 5° Le blanchiment au chlore.

Il serait peut-être avantageux de faire subir aux sarments, avant les opérations précédentes, une sorte de rouissage ou de macération, comme cela se pratique pour la paille destinée à la fabrication du papier.

Au point de vue économique, on ne peut pas encore se prononcer en toute connaissance de cause ; mais on peut estimer que les sarments seraient payés par cette industrie à plus de 1 franc les 100 kilos. Cela entraînerait donc pour le viticulteur un bénéfice supplémentaire de plus de 15 francs à l'hectare.

Carbonisation des sarments. — Le même auteur (L. Chaptal) a fait quelques essais de laboratoire sur la carbonisation des sarments, et il est arrivé à des résultats encourageants mais manquant totalement de précision. Je crois devoir néanmoins citer ces essais pour encourager les chercheurs.

Les procédés qu'il préconise sont ceux en usage dans la distillation des bois.

Le rendement en argent par hectare serait un peu meilleur qu'avec la pâte à papier.

UTILISATIONS AGRICOLES. — A la suite de la grande sécheresse de 1893, les sarments ont été utilisés dans l'*alimentation du bétail*. On peut, en effet, substituer une certaine proportion de sarments au foin ou à la paille, mais ce n'est pas un aliment de très grande valeur. Pour les faire accepter par les animaux il faut qu'ils soient broyés.

On construit pour le broyage des sarments des appareils à cylindres, dont les principaux types sont les broyeurs Garnier, Texier, Vernet, etc.

En 1894, M. Giret, de Béziers, faisait le calcul suivant :

« Depuis que je suis possesseur d'un broyeur Texier, voici comment sont rationnées mes bêtes de travail :

| | |
|----------------------|---------|
| Sarments broyés..... | 8 kilos |
| Avoine | 4 — |
| Foin | 2 — |

« Les 2 premiers kilos de foin sont donnés au premier repas du matin quand le charretier se lève.

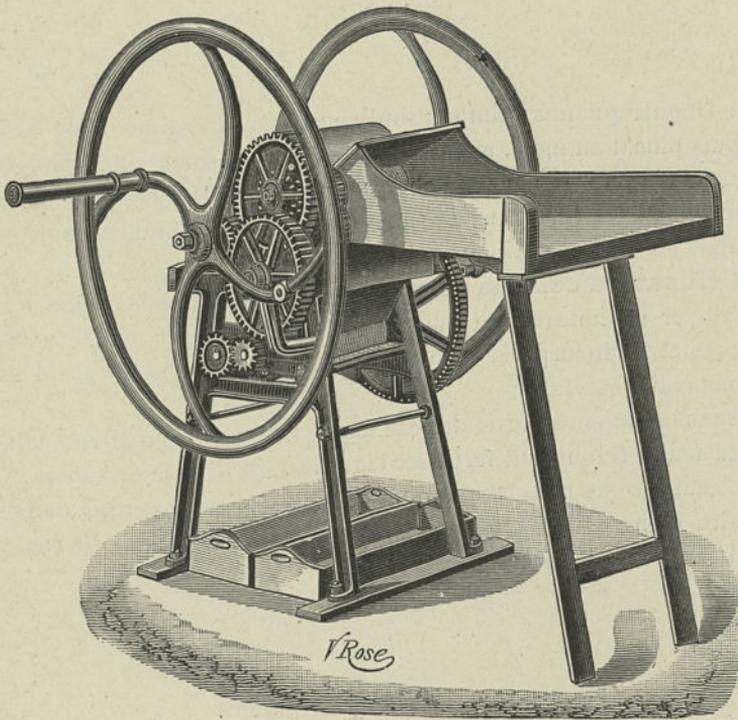


FIG. 7. — Broyeur à sarments.

« En comptant 8 heures de travail par jour et le prix de la journée d'un homme et d'une bête à 8 francs, voici le prix de revient de 100 kilos de sarments broyés avec la machine Texier, actionnée par un manège à un cheval :

| | |
|--|-----------------|
| Valeur du sarment : les 100 kilos | 1 fr. 00 |
| Broyage..... | 1 45 |
| Amortissement du capital : machine,
entretien, graissage et frais divers | 0 50 |
| Total : les 100 kilos..... | <u>2 fr. 95</u> |

« Mettons 3 francs les 100 kilos.

« Le prix de la ration donnée s'établit ainsi :

| | |
|--|-----------------|
| 8 kilos sarments broyés à 3 francs les 100 kilos.. | 0 fr. 24 |
| 4 — avoine..... à 22 — — .. | 0 88 |
| 2 — foin..... à 16 — — .. | 0 32 |
| Total..... | <u>1 fr. 44</u> |

« Depuis que nos animaux sont soumis à ce régime, c'est-à-dire depuis plus d'un mois, aucun signe d'affaiblissement ou d'amaigrissement n'a pu être constaté chez aucun d'eux. Ils paraissent même avoir plus d'énergie, plus de sang, comme on dit vulgairement, que soumis au régime ordinaire.

Utilisation comme engrais. — On ne peut pas songer à les employer en nature. On pourrait les broyer pour en faire des litières et les incorporer au fumier, ce qui a été fait et n'a pas donné de mauvais résultats.

Dans la majeure partie des cas on les brûle, et les matières minérales seules retournent fertiliser les sols dont elles proviennent.

L'analyse que nous avons donnée ci-dessus nous permet de nous rendre compte de la valeur de ces résidus au point de vue de l'alimentation des plantes.

§ 6. — FEUILLES DE VIGNE

Elles n'ont, en dehors de l'alimentation du bétail, aucune utilisation en grand.

Glucosides. — Cependant, il convient de citer que M. Jacquemin, de Nancy, les utilise pour l'extraction de ce qu'il appelle les *ampelosides*, substances qui ont pour effet, étant introduites dans des moûts en fermentation, d'y faire développer des substances aroma-

tiques caractéristiques de la feuille dont provient l'ampeloside ou glucoside.

En un mot, ces glucosides qui sont naturellement utilisés par le fruit à sa maturation, sont dédoublés pendant la fermentation en donnant au moût le bouquet du fruit qui aurait poussé sur la même vigne qui a fourni la feuille.

M. Frantz Malvézin fabrique des glucosides extraits de feuilles de vignes de grands crus, dans son usine du Colombier, à Cauderan.

CHAPITRE IV

Résidus de la brasserie

§ 1^{er}. — TECHNOLOGIE DE LA BRASSERIE

On appelle *bière* la boisson obtenue par la fermentation alcoolique d'un moût fabriqué avec du *houblon*, du *malt d'orge*, de la levure et de l'eau.

Les façons d'obtenir le moût d'orge et de houblon sont extrêmement variables, et d'elles dépend l'énorme quantité de sortes de bières que l'on rencontrait autrefois sur le marché : bières anglaises, bières allemandes, bières du Nord, bières de Paris et de Lyon.

En France, on ne rencontre plus guère maintenant que deux bières : celle du Nord, qui a résisté et résistera longtemps encore à l'invasion ; l'allemande, qui entre de plus en plus dans les goûts français et se substitue aux anciennes bières du centre et de Paris. Exceptionnellement, on use chez nous des bières anglaises fortes et à goût spécial.

L'opération qui consiste à transformer l'orge en malt est le *maltage*, que nous devons étudier rapidement à cause des résidus intéressants qu'il fournit.

Maltage. — Le malt est fait d'orge germé. On emploie en brasserie le malt et non l'orge ordinaire, parce que pendant la germination il se développe dans le grain d'orge un principe spécial auquel on a donné le nom de *diastase*, ou plus spécialement d'*amylase*, et qui jouit de la propriété de transformer en sucres fermentescibles l'amidon contenu dans les graines.

Ces sucres sont le maltose et la dextrine, forme transitoire d'obtention du glucose.

Ceci dit, nous pouvons comprendre les opérations du maltage.

Triage. — On procède d'abord au triage des grains d'orge arrivant en malterie, car il faut autant que possible que le grain soit très régulier et très semblable à lui-même dans l'ensemble du lot en travail. S'il n'en était pas ainsi, la germination se ferait irrégulièrement et l'utilisation de la matière ne serait pas, par suite, la meilleure possible.

De là un premier résidu : **les petites graines et rendus de triage.**

Mouillage. — L'orge triée est ensuite nettoyée puis envoyée dans des cuves spéciales qui portent le nom de *cuves mouilloires*, de grandeur variable et construites en ciment ou en tôle de fer.

A la partie supérieure est un robinet d'amenée d'eau. A la partie inférieure une soupape destinée à faire écouler vers les germoirs l'orge trempée. Quand le grain arrive, la cuve est à moitié pleine d'eau à 10 ou 15° C. **Les grains avariés, les grains légers** surnagent sur l'eau de mouillage et sont ainsi facilement éliminés. Le grain reste environ 60 heures dans la cuve mouilloire, après quoi il est suffisamment trempé.

Germination. — Il passe de là aux *germoirs*, qui sont des salles basses, éclairées par des soupiraux et à sol dallé ou cimenté. Leurs dimensions sont tout à fait variables. Suivant l'importance de l'établissement on compte 3 m. 50 de haut, 8 mètres de large, 10 mètres et plus de long. Les murs et les plafonds sont fréquemment peints à la chaux, pour éviter le développement des moisissures.

L'orge est étalée humide sur le sol du germoir en un seul tas rectangulaire distant de 0 m. 60 à 0 m. 75 du mur, sauf sur une des faces où on laisse un espace de 2 à 3 mètres pour le pelletage. Les couches ont une hauteur de 0 m. 15 à 0 m. 20, suivant la température ; elles sont bien égalisées à la pelle. Au bout de 30 à 40 heures l'orge *pique* puis fourche, autrement dit la racicule sort et se développe.

Les pelletages évitent l'échauffement en aérant la masse. Ils sont exécutés toutes les 8 ou 10 heures. Lorsque la plumule mesure les 2/3 de la longueur du grain, ce qui a lieu dans les 10 jours si la température moyenne de 15° C a été maintenue, on peut arrêter la germination.

Germoirs pneumatiques. — Le procédé de germination que nous venons d'étudier rapidement nécessite d'immenses salles. On lui substitue souvent, depuis quelques années, la germination en caisses, où des couches plus épaisses d'orge sont traversées par un courant d'air humide, chassé ou aspiré par un ventilateur.

Une fois la germination complète, on peut substituer au courant d'air humide un courant d'air sec qui commence la dessiccation.

Touraillage. — L'opération du touraillage a pour but de dessécher le grain germé après l'avoir tué. En général, une touraille se compose d'un bâtiment de briques portant 2 plateaux perforés sur lesquels on a accès par des portes latérales. Le chauffage a lieu soit par feu nu au coke, soit par l'air chaud. Le malt introduit d'abord sur le plateau supérieur y est desséché par une température de 75-76°. Il y subit des pelletages qui sont extrêmement dangereux et pénibles pour les ouvriers. De là, il passe par une trappe sur le plateau inférieur de la touraille, où la dessiccation est achevée à une température qui atteint 98-99°.

Fréquemment, les plateaux sont munis de pelleteurs mécaniques. Sur le plateau inférieur le malt grille légèrement, ce qui développe un arôme spécial.

Le procédé de la touraille à deux plateaux est encore primitif, mais nous nous en tiendrons à lui parce qu'il est le plus usité.

Dégérmage. — Avant d'entrer en brasserie, les grains de malt doivent être débarrassés de leurs radicelles. Cette opération se fait dans un tambour rotatif en treillis métallique, à travers les mailles duquel passent les **germes** ou **touraillons** qui sont recueillis et utilisés, nous verrons comment. Il est impossible de conserver le malt avec ses radicelles parce que celles-ci se couvriraient de moisissures après avoir absorbé l'humidité suffisante dans l'air ambiant et pourraient entraîner la contamination de toute la masse.

Concassage. — Avant d'être employé, le malt subit un nettoyage qui lui enlève la plupart des poussières qui peuvent le souiller. Ce nettoyage est suivi d'un concassage entre les cylindres d'un moulin spécial. Il ne doit pas être moulu.

Brassage. — On peut distinguer, en brasserie proprement dite, deux catégories d'opérations : le brassage, fournissant le moût sucré et aromatique, et la fermentation de ce moût.

Il y a plusieurs procédés de brassage que l'on appelle décoction, infusion et procédé mixte ou lillois. Comme nous ne faisons pas un

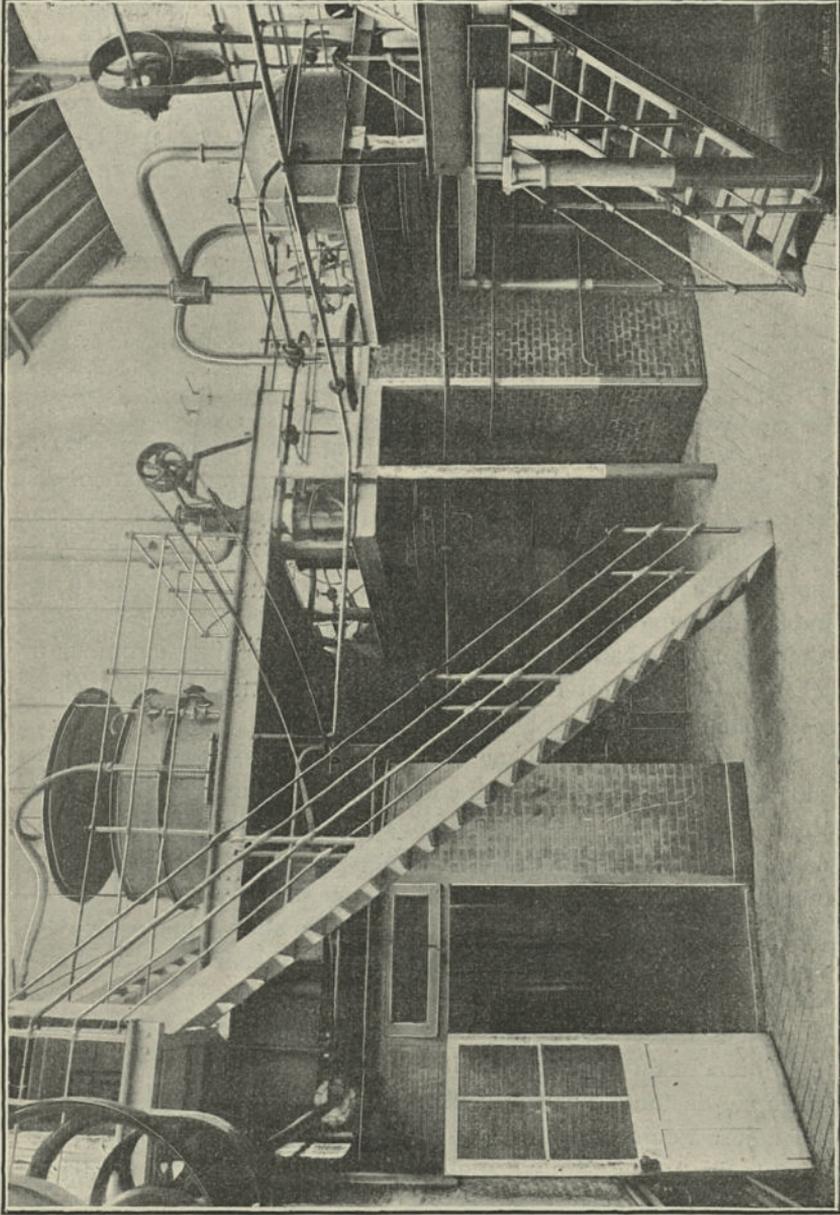


Fig. 8. — Vue de la brasserie de l'École de Douai.

traité de brasserie et que les résidus laissés par chacun sont les mêmes, il nous suffira de décrire succinctement l'un d'eux ; par exemple le procédé lillois qui donne les bières spéciales dites du Nord. Les appareils employés sont la *cuve-matière*, dans laquelle se fait le brassage proprement dit ; la chaudière à masse, dont nous verrons le rôle et qui correspond à la chaudière à vaguer du procédé par décoction ; des bâches ou chaudières à eau chaude pour l'infusion ; la chaudière à cuire et à houblonner.

Subsidiairement, on rencontre des appareils à réfrigération, des filtres, etc., etc.

Notre maître, L. Lindet, a décrit ainsi le procédé lillois :

« On commence d'abord à débattre dans la cuve-matière le malt moulu avec une quantité d'eau qui représente à peu près trois fois son poids. L'eau doit être ajoutée à la cuve à 65°, de façon que le mélange une fois fait la pâte ait une température d'environ 50° C. On abandonne ce moût à lui-même pendant 20 minutes. Au bout de ce temps, on tire par le faux fond de la cuve-matière une trempe claire (*lauter maische*) à laquelle on donne le nom de *masse*. Le volume de liquide ainsi soutiré représente un peu moins de la moitié du volume d'eau ajouté au débattage. La masse est introduite dans la chaudière à masse qui est munie d'un agitateur à chaînettes flottantes. Dans cette chaudière à masse le moût clair est rechauffé et cuit.

« Pendant que l'on rechauffe la masse, on s'occupe de donner sur la cuve-matière une trempe d'infusion, en faisant arriver dans cette cuve-matière de l'eau bouillante (à peu près le poids du grain), la température s'élève à 70° C ; le brassage proprement dit commence, dure de une heure à une heure et demie et, quand il est terminé, le moût est abandonné quelques instants à lui-même. On soutire par le faux fond et l'on dirige le moût clair vers les chaudières à cuire.

« On revient alors à la masse qui, maintenant, se trouve en pleine ébullition, et on la rejette sur la cuve-matière. On brasse pendant quelques instants, puis on soutire pour envoyer le moût dans la chaudière à cuire où se trouve déjà celui qui provient de la trempe directe d'infusion. Il n'y a plus qu'à procéder aux lavages dans la cuve-matière, de la **drèche épuisée**, et à diriger le moût faible vers une chaudière à cuire spéciale, destinée à la fabrication de la petite bière. »

Le moût est cuit dans la chaudière tout d'abord sans houblon, qui n'est ajouté que lorsque les matières albuminoïdes ont été coagulées par la chaleur. Une fois le houblonnage terminé, on filtre la bière et on obtient comme résidu le **marc de houblon**. Après cuisson, la bière est refroidie pour entrer en fermentation.

Fermentation. — Suivant la température à laquelle elles s'effectuent, on distingue deux sortes de fermentations : la *haute* et la *basse*.

La fermentation basse s'effectue dans des cuves spéciales, à une température de 5 à 6° C. La température dans la fermentation haute, qui a lieu en fûts ou rondelles, atteint jusqu'à 20° dans le Nord. Nous décrirons cette dernière que nous avons pu étudier sur place.

La mise en levain est faite dans une cuve spéciale et le moût ensemençé est immédiatement distribué dans les rondelles. Le tonneau plein, l'acide carbonique en se dégageant entraîne la **levure** vers la bonde qui se met à cracher. Cette levure est recueillie dans des bacs plats placés sous les tonneaux. On l'aère par un battage et on la réintroduit dans les rondelles. Elle en ressort alors une seconde fois et est mise à part pour divers usages.

Au bout de trois ou quatre jours la fermentation tumultueuse est terminée et les tonneaux peuvent être expédiés. Cependant, en général, on laisse la fermentation secondaire s'accomplir dans les caves du brasseur.

Nous avons rencontré comme résidus les petits grains, les graines avariées ou légères, les eaux de mouillage, les touraillons et la drèche qui, ainsi, se trouvent exactement placés par ordre décroissant d'importance, puis les marcs de houblon.

Les résidus du collage des bières et ce qui correspondrait aux lies de vin, n'a pas, en général, d'utilisation. Ils sont envoyés aux ordures ménagères.

§ 2. — UTILISATIONS DE LA DRÈCHE DE BRASSERIE

COMPOSITION. — La drèche est le malt épuisé. Elle est formée de la partie ligneuse du grain. Elle renferme, en outre, des matières azotées et minérales et même des matières ternaires assimilables, ayant échappé à la saccharification ou aux lavages. C'est donc un produit d'une certaine valeur alimentaire.

Lindet et Herbet en ont donné les analyses suivantes en ce qui concerne les matières azotées et minérales :

| Matières dosées | O. Chevalier | O. Hongrie | Escourgeon | O. Algérie |
|-----------------------------|--------------|------------|------------|------------|
| Drèche sèche p. 100 du malt | 28,5 | 23,5 | 30,2 | 29,2 |
| Matière azotée — — | 5,17 | 5,14 | 5,09 | 5,07 |
| Mat. minérale — — | 1,45 | 1,09 | 1,74 | 1,31 |

D'après Dietrich et Kœnig, la composition moyenne des drèches est la suivante :

| | |
|---------------------|-------|
| Eau..... | 77,65 |
| Matière sèche | 22,35 |

Pour 100 de matière sèche on trouve :

| | |
|----------------------------|-------|
| Matières azotées..... | 20,65 |
| — grasses..... | 6,83 |
| Extractifs non azotés..... | 46,07 |
| Cellulose brute | 21,31 |
| Cendres..... | 5,13 |

Flourens a obtenu comme moyenne d'analyses d'un grand nombre de drèches des brasseries du Nord les chiffres suivants :

| | |
|----------------------------|---------------|
| Eau..... | 74,50 à 76,90 |
| Amidon et dérivés | 4,25 à 6,50 |
| Matières azotées..... | 4,20 |
| Matières non azotées | 13,65 à 15,90 |
| Matières minérales..... | 0,75 à 1 |

Tous ces chiffres font prévoir que la drèche doit être un aliment de grande valeur pour le bétail.

On voit aussi qu'elle peut être utilisée avantageusement comme engrais, mais la grande quantité d'eau qu'elle renferme permet de prévoir qu'elle sera de conservation difficile à cause de la fermentation putride qui ne manquera pas de s'y établir, et qu'il y a lieu de prendre des dispositions en vue de sa conservation.

Rarement les drèches employées comme engrais ont eu besoin d'être conservées, car elles ne sont précisément employées ainsi que parce qu'elles ont été altérées, et la conservation n'a d'intérêt que pour les drèches alimentaires.

EMPLOI DE LA DRÈCHE DANS L'ALIMENTATION DU BÉTAIL.

— Comme pour la pulpe de sucrerie, on utilise trois principaux modes de conservation : l'ensilage, la dessiccation. Pour certaines drèches (de distillerie notamment), on ajoute la *conservation en tourteaux*, dont nous dirons un mot en temps voulu.

Ensilage. — La description de cette méthode faite à propos de pulpes s'applique parfaitement aux drèches. Comme le montre l'analyse suivante due à Müntz et Girard, la composition des drèches ensilées diffère tant soit peu de celle des drèches fraîches, à cause des fermentations qui s'établissent dans le silo :

| | | |
|----------------------------|-------|--------|
| Eau | 71,75 | p. 100 |
| Matières azotées | 5,74 | — |
| — grasses..... | 3,19 | — |
| — minérales..... | 1,20 | — |
| Cellulose..... | 4,38 | — |
| Extractifs non azotés..... | 13,74 | — |

Dessiccation. — La pulpe est un aliment de peu de valeur en comparaison de la valeur des drèches. Nous avons indiqué, à propos de la pulpe, quelques types d'appareils sécheurs sur lesquels nous comptons nous étendre davantage à propos de la *drèche de brasserie*. La question du séchage industriel des résidus d'industries agricoles se trouvera ainsi à peu près complètement traitée en son état actuel, ce qui nous évitera d'avoir à entrer dans de grands détails à propos des autres industries.

Avantages généraux de la dessiccation. — MM. Prangéy et de Grobert, ingénieurs des Arts et manufactures, les résumant ainsi :

Elle rend ces produits inaltérables et permet leur conservation indéfinie ;

Elle les rend moins encombrants ;

Elle leur enlève une proportion considérable de leur poids ;

Elle facilite par conséquent leur transport, naturellement limité à de très faibles distances pour certains d'entre eux, plus particulièrement encombrants ou altérables, comme les pulpes, les drèches, et même les betteraves.

Ces avantages ont conduit, depuis longtemps déjà, les industriels et les agriculteurs allemands à appliquer la dessiccation à un grand nombre de produits. Ils ont été également appréciés en Espagne, en Autriche et en Italie, où les sécheries se multiplient rapidement.

Malheureusement, la France ne suit pas ce mouvement, et la dessiccation n'y existe qu'à l'état de trop rares exceptions.

Il appartient donc à ceux de nos compatriotes qui sont en situation de pousser à son application dans notre pays, de s'employer énergiquement à faire apprécier les avantages qu'elle procure, soit en prêchant d'exemple quand cela leur est possible, soit en usant de leur influence pour faire accepter les produits desséchés partout où leur consommation est possible et avantageuse et, notamment, pour les faire entrer dans les rations des vaches laitières, des bœufs de travail, des chevaux, etc.

La dessiccation présente un intérêt tout particulier lorsqu'elle est appliquée aux produits susceptibles de perdre, par une altération spontanée, une partie des matières nutritives qu'ils contiennent, comme c'est le cas pour les produits sucrés (betteraves, pulpes de sucrerie, etc.), les pommes de terre, les topinambours, etc., etc.

On sait combien est grande la valeur alimentaire du sucre, source principale de la chaleur et de l'énergie animales ; il convient donc de le conserver très soigneusement dans les produits où la nature l'a accumulé, ainsi que dans les résidus industriels qui en contiennent encore.

Mais cette matière si précieuse s'altère, se transforme, disparaît avec une extraordinaire rapidité lorsqu'elle est dissoute dans une proportion élevée d'eau, ainsi que nous la trouvons dans le jus des plantes sucrées ou dans les résidus de l'industrie sucrière.

Il en résulte que pour conserver ce sucre que nous livre la nature ou que nous laisse l'usine, il est nécessaire de le séparer de l'eau. C'est ce qu'on réalise en soumettant à la dessiccation les produits qui le renferment.

En Allemagne, où la dessiccation a pris, notamment depuis une dizaine d'années, un développement considérable, on dessèche industriellement :

- Les pulpes de sucrerie ;
- Les drèches de brasserie et de distillerie ;
- Les marcs de féculerie et d'amidonnerie ;
- Les cossettes de betteraves ;
- La chicorée ;
- La pomme de terre, la carotte, etc. ;
- Les feuilles et les collets de betteraves, les feuilles de pommes de terre, les fanes de carottes, etc. ;

On fabrique, en outre, sous la rubrique générale de fourrages mélassés, une énorme quantité de produits secs, ayant pour base commune la mélasse, résidu sucré de la fabrication ou du raffinage du sucre, alliée aux matières les plus diverses telles que tourbe, menues pailles et paille hachée, tourteaux divers, etc.

Enfin, la dessiccation des grains humides : avoine, maïs, blé, etc., rend les plus grands services en prévenant ou arrêtant leur altération.

Avantages particuliers de la dessiccation des drèches de brasserie. — Rien n'est susceptible de montrer l'intérêt de la dessiccation des drèches que le calcul de la valeur à laquelle ressortent dans ce produit les hydrates de carbone et les matières protéiques, en comparaison avec leur valeur dans les aliments courants.

On a publié à ce sujet le tableau suivant (p. 106) qui, même quelque peu exagéré en faveur de la drèche séchée, ne laisse pas que d'être très instructif à cet égard.

En comparant la teneur de la drèche séchée à celle des autres matières alimentaires, les analyses de E. de Wolff prises pour base, et en calculant la valeur d'un kilo d'hydrates de carbone à 0,10, le kilo de matières protéiques et grasses à 0,50, ainsi qu'on l'a généralement adopté, on arrive aux proportions indiquées au tableau, p. 106.

Il résulte de ce tableau que séchée et considérée comme aliment substantiel, la drèche, suivant sa composition et sa teneur, très forte en matières assimilables, est beaucoup meilleur marché que tous les fourrages connus jusqu'à présent. Les essais d'alimentation faits dans la pratique ont démontré d'ailleurs que la drèche séchée a été prise par les animaux avec une satisfaction visible, et que son effet alimentaire a été remarquable, attendu que toutes les substances nutritives y sont à l'état facilement digestible. Donc, par sa composition, elle forme l'aliment le plus rationnel des animaux domestiques. Enfin, par sa forte teneur en sels, elle augmente les principes générateurs et fortifiants de l'ossature, principes qui manquent pour une grande partie à presque tous les autres fourrages.

Des divers appareils proposés pour le séchage. — Dès 1892, le professeur Cornevin, auquel cette question du séchage paraissait à juste titre d'une importance capitale, attirait l'attention des intéressés sur le séchoir Boulet, Donnard et Contamine qui, au reste, était conçu dans un but particulier. L'évaporation se faisait

| ESPÈCE DES ALIMENTS | MATIÈRES DIGESTIBLES | | | VALEUR
PAR 100 KILOS
SELON
E. DE WOLFF | VALENT DANS
LE
COMMERCE | PAR CONSÉQUENT
LE KILO VAUT DANS LE
COMMERCE | |
|---------------------------------|----------------------|---------------------------|---------------------|---|-------------------------------|--|---------------------------------|
| | ALBUMINE | HYDRATES
DE
CARBONE | MATIÈRES
GRASSES | | | HYDRATES
DE
CARBONE | MAT. GRASSES
OU
PROTÉINES |
| Avoine..... | 9,0 | 43,3 | 4,7 | fr.
11,18 | fr.
17, » | c.
7,50 | c.
40, » |
| Orge..... | 8,0 | 59,0 | 1,7 | 10,75 | 18,75 | 8,75 | 45, » |
| Pommés de terre..... | 2,1 | 21,8 | 0,2 | 3,32 | 5, » | 8,75 | 37,50 |
| Haricots (fèves de marais)..... | 23,0 | 50,2 | 1,4 | 16,47 | 18,75 | 6,25 | 26,25 |
| Son de froment..... | 12,0 | 3,0 | 2,8 | 11,85 | 13,75 | 8,75 | 45, » |
| Drèche de brasserie séchée..... | 16,8 | 43,0 | 6,9 | 16,15 | 15, » | 4,37 | 23,75 |
| | | | | | | | seulement |
| | | | | | | | seulement |

sous dépression, dans un cylindre tournant à faible vitesse et à température assez basse. Il n'est pas à notre connaissance que cet instrument se soit beaucoup répandu.

Presque toutes les installations sont faites par des maisons allemandes, qui se font entre elles une concurrence acharnée et dont il faut se féliciter, car elle est factrice du progrès.

On pouvait au début, comme pour la pulpe, employer les séchoirs à air chaud du type Büttner et Meyer et les séchoirs à vapeur; mais il semble qu'à l'heure actuelle et au moins pour ce produit de valeur assez grande qu'est la drèche, on n'ait recours qu'aux séchoirs à vapeur.

Certaines maisons qui bâtissent encore des appareils à air chaud pour les pulpes, telle Petry et Hecking, construisent pour les drèches des appareils à vapeur.

Le séchoir Impérial. — Dans une communication faite en avril 1908, au Congrès international de sucrerie, M. l'ingénieur P. Dumesnil s'est exprimé ainsi sur cet appareil :

« Lors d'un voyage que nous avons fait récemment en Allemagne, nous avons eu l'occasion de voir différentes applications du séchage, et nous avons vu fonctionner un séchoir, dit l'« Impérial », qui peut s'adapter sans modifications sensibles au séchage des différents produits indiqués plus haut.

« Nous ne donnerons ici qu'une description succincte de ce séchoir, dont vous avez devant vous une réduction, et qui fonctionne à vapeur et à air.

« Contrairement à tous les autres systèmes de ce genre, qui se font surtout en tôle de fer, le séchoir « Impérial » se construit presque entièrement en fonte. La fonte étant plus solide que la tôle et offrant surtout une résistance plus grande contre l'influence des acides qui pourraient être contenus dans le produit à sécher, il en résulte que la durée de ce séchoir doit naturellement être plus grande que celle des autres systèmes.

« Le séchoir « Impérial » se compose essentiellement d'une cuve en fonte et d'un système tubulaire rotatif. Toutes les surfaces de chauffe sont disposées de façon à être constamment couvertes par la matière à sécher.

« Par suite de la division de l'appareil en plusieurs sections dont une pour la dessiccation préliminaire et une pour la dessiccation définitive, on évite que la matière à sécher ne puisse se déposer en

croûte sur les surfaces de chauffe, de sorte que l'efficacité de celle-ci ne se trouve jamais altérée.

« A la périphérie du système tubulaire rotatif, des palettes ont été prévues qui servent à agiter continuellement la matière à sécher, et à la bien distribuer sur toutes les surfaces de chauffe. Par suite de leurs formes différentes, ces palettes font en même temps avancer la matière — suivant le progrès de la dessiccation — vers la sortie du séchoir.

« Pour écraser les grumeaux qui se forment au commencement de la dessiccation, des contre-bras, qui tournent plus vite que le système tubulaire et en sens opposé, ont été disposés sur l'arbre moteur de l'appareil.

« En dehors de l'agitation convenable du produit à sécher, c'est surtout la question de l'utilisation économique de la vapeur qui est d'une très grande importance.

« Toutes les surfaces de chauffe, qui se trouvent à l'intérieur de la cuve, sont en contact direct avec la matière à sécher, tandis que celles qui se trouvent à l'extérieur servent à réchauffer l'air dont on a besoin pour la dessiccation. Toute perte de chaleur est donc presque complètement évitée.

« L'écoulement de l'eau de condensation se fait de telle façon qu'on évite complètement toute accumulation dans le séchoir. Toutes les surfaces de chauffe ne sont mises en contact qu'avec de la vapeur sèche.

« Le fonctionnement du séchoir « Impérial » est continu et nécessite une surveillance presque nulle.

« Des soins particuliers sont apportés dans la construction de toutes les parties mobiles du séchoir. Ainsi les deux palières de l'arbre du système tubulaire, qui sont des pièces de précision, sont de construction très solide et pourvus de dispositifs défendant l'entrée de la poussière. De plus, suivant la nature du produit à sécher, les palettes et les boulons qui se trouvent à l'intérieur de l'appareil se font en bronze d'une composition spéciale, assurant une grande résistance contre l'influence des acides.

« Les dispositifs de graissage sont arrangés de façon à être facilement surveillés, comme, du reste, toute la construction du séchoir qui est telle, qu'elle permet l'accès et la surveillance facile de toutes les parties.

« Pour le montage du séchoir « Impérial » aucune fondation ou

autre maçonnerie n'est nécessaire : il peut être placé sur le sol tout simplement, ou bien sur un plancher assez fort. »

Ce séchoir est fabriqué en Saxe, à Meissen.

Appareil Hencke (construit par Venuleth et Ellenberger). — Le principe de cet excellent séchoir est très différent du précédent et les figures 2 et 9 en feront comprendre parfaitement le fonctionnement.

Lorsque la drèche a été versée dans la caisse de répartition *a*, elle est prise par deux rouleaux *bb* tournant chacun dans un sens différent. La drèche s'y met en couches très minces et uniformes, se sèche pendant une seule rotation des rouleaux, et revenant en haut, un racloir l'enlève et la fait tomber dans l'auge *c*. Ici se termine le séchage au moyen des doubles parois chauffées à l'intérieur, et des agitateurs remuant la drèche et la poussant vers le bout, où elle est expulsée par les mêmes agitateurs. Elle sort ainsi en marchandise prête à être vendue et expédiée.

La mise en marche de l'appareil se fait à l'aide de deux courroies et de transmissions intermédiaires.

Il est à remarquer que cet appareil extrêmement robuste peut être chauffé par le gaz de foyers sans que l'on ait à craindre pour les produits séchés qu'ils prennent un goût particulier puisque ces produits ne sont jamais en contact direct avec les gaz.

Nous extrayons de la *Allgemeinen brauer und Hopfen Zeitung* du 28 avril 1888, la description suivante du professeur Aloïs Schwartz :

« Ce système se distingue surtout par la possibilité d'y employer au séchage toute sorte de chaleur, aussi bien les gaz de combustion du feu nu, que la vapeur directe ou d'échappement, ou enfin les deux sortes de chauffage combinées. De cette manière le brasseur peut choisir le chauffage qui lui convient le plus, selon les conditions de travail dans lesquelles il est placé. (Suit dessin et description de l'appareil chauffé par les gaz de combustion ; description que les figures ci-jointes suffisent à faire comprendre.)

« L'écrivain a eu l'occasion de voir une installation pareille dans le *Boehmische Brauhaus* à Berlin. Son cylindre séchoir a une longueur d'environ 1,8 mètre, à diamètre égal. Le séchage se complète dans deux auges placées côte à côte, chacune d'une longueur de 8,5 mètres, sur 1 mètre de large. Elles communiquent par les bouts opposés au chauffage. La drèche y est remuée et poussée à la sortie. Les gaz de combustion venant du cylindre séchoir chemi-

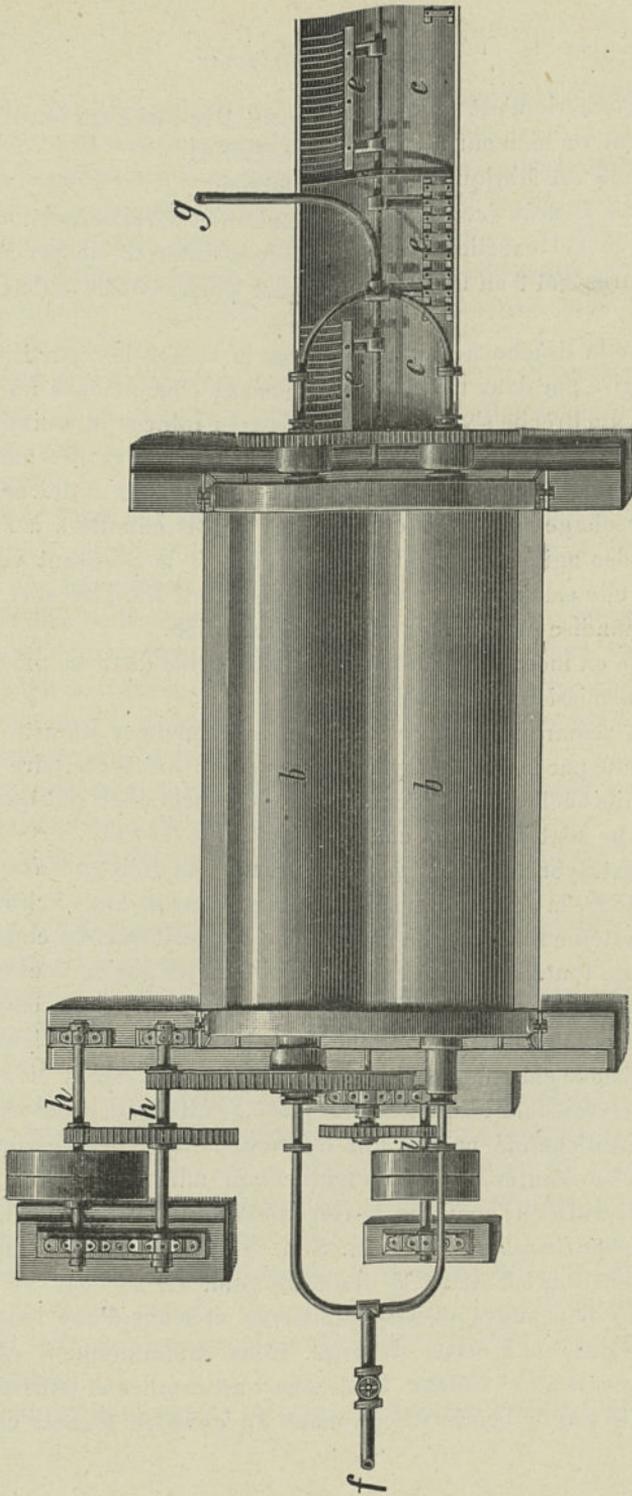


FIG. 9. — Séchoir Hencke, construit par Venuleth et Ellenberger.

nent au-dessous des aûges, et sortent enfin par la cheminée. Le chauffage peut se faire avec des combustibles de peu de valeur, tels que déchets de bois, lignite, tourbe, etc. On doit chauffer modérément pour obtenir un séchage gradué, et un produit de belle

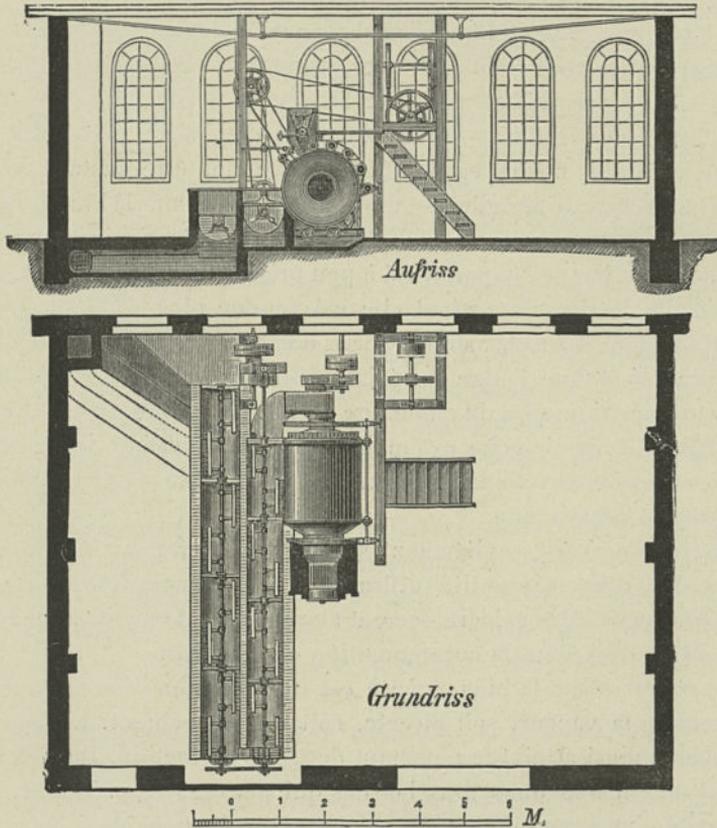


FIG. 10.

apparence. L'installation se trouve dans un local très spacieux de 13 mètres de long et de 9,5 mètres de large, où il y a assez de place pour l'entrée de la drèche fraîche et la sortie du produit séché. Quant à sa capacité de travail, l'appareil a fait ses preuves, il peut sécher les résidus de 6.000 kilos de grains mis en œuvre et il n'emploie qu'un minimum de combustible. Un homme suffit pour

faire marcher l'appareil. Quand il s'agit d'un appareil plus petit, cet homme peut encore vaquer à d'autres travaux de la brasserie. — La force motrice que demande un petit appareil est de 1/8 cheval-vapeur, à remplacer, au besoin, par un homme ; l'appareil moyen exige 1/2 cheval-vapeur, un grand 2 chevaux-vapeur au plus.

« Un autre grand avantage de cet appareil consiste dans son fonctionnement partout visible, tous les organes pouvant facilement être visités. La place qu'il occupe est relativement petite, et sa construction fort simple. N'importe quelle salle disponible peut donc le loger, et il peut même, sans difficulté aucune, être installé à un étage supérieur. Une telle installation a été faite dans la brasserie de M. Jos Bardenheuer (fig. 10) à Kalk-sur-Rhin où l'écrivain l'a visitée. La construction de l'appareil est à peu près pareille à celle que nous venons de décrire. Cependant elle est rendue plus complète pour l'emploi supplémentaire de la vapeur d'échappement. Sur le cylindre séchoir et dans l'auge de séchage final la drèche n'est séchée qu'à moitié, au moyen du chauffage direct. En quittant cette auge, la drèche à demi sèche est montée par un élévateur dans deux autres auges posées l'une au-dessus de l'autre, et de même construction que la première. »

La drèche y est complètement séchée par la vapeur d'échappement, dont il y a en quantité suffisante. Par ces dispositions la capacité de travail est considérablement augmentée, et on obtient encore une diminution dans la consommation du charbon.

La construction la plus récente est celle où l'on se sert exclusivement de la vapeur, soit directe, soit d'échappement. L'appareil Hencke a ainsi atteint le plus haut degré de perfection. De la sorte, il est applicable dans tous les cas qui peuvent se présenter. La capacité d'un appareil peut être augmentée de manière à pouvoir sécher par jour les résidus de 30.000 kilos de malt mis en œuvre.

Mais avec tous ces avantages et pour des raisons qui échappent à notre analyse, le séchoir Hencke ne s'est pas beaucoup répandu et sa réputation n'égalé pas celle de certains de ses concurrents. Nous le considérons personnellement comme susceptible de rendre des services, malgré l'inconvénient que nous avons signalé aux résidus de sucrerie et qui est de répandre des buées dans l'usine.

Appareil « Sesto », construit par L. Sæst et C^{ie}, à Reisholz. — C'est un perfectionnement au séchoir « Otto », construit par la

même maison, et dont la vogue commence à cesser. Le « Sesto » est mixte, c'est-à-dire utilise à la fois la vapeur et l'air chaud d'un calorifère installé dans l'appareil même.

La description ressemble beaucoup à celle du séchoir Impérial que nous avons donnée ci-dessus.

A la base de la cheminée se trouve une chambre à poussière dans laquelle l'air dépose par détente toutes les particules de drèches qu'il aurait pu entraîner et qui, ainsi, ne sont pas perdues. C'est un des meilleurs instruments.

Appareil Petry et Hecking. — Cet appareil, dont nous avons donné la description sommaire à propos des pulpes, est principalement utilisé pour les drèches de brasserie.

Il paraîtrait que ce séchoir n'est pas parmi les plus économiques. Il convient cependant de dire qu'il a eu un très grand et légitime succès parce qu'il a été un des premiers bons séchoirs qui aient paru. (Voir page 30.)

Appareil Pawling. — Construit par la Société strasbourgeoise de construction mécanique, l'instrument comporte deux auges en fer à cheval chauffées par la vapeur. Au bout de l'appareil se trouve un distributeur-égouttoir qui enlève des drèches une partie de l'eau d'interposition.

La dessiccation commence à s'effectuer dans l'auge supérieure, d'où la matière tombe dans l'inférieure. Là les drèches sont brassées par un serpent agitateur dans lequel circule de la vapeur. On consomme 200 à 240 kilos de vapeur par 100 kilos de drèche sèche contenant, après refroidissement, de 9 à 12 p. 100 d'eau.

Valeur alimentaire des drèches. — *Drèches liquides fraîches.* — Les observations que nous avons faites au sujet de l'alimentation par les cossettes fraîches sont ici, en grande partie, applicables. Il convient de distribuer la drèche fraîche aussi chaude que possible pour compenser, dans une certaine mesure, la perte de chaleur de l'organisme due à une évaporation d'eau trop considérable.

D'après Maercker, on peut donner aux vaches laitières de grandes quantités de drèches si elles sont riches en azote. Elles doivent être mélangées à des matières formant lest et à des aliments concentrés. Voici quelques types de rations empruntées à Cornevin :

RATIONS POUR VACHES LAITIÈRES

| | |
|---|-----------|
| 1 ^{er} type. — Drèches de brasserie..... | 20 kilos |
| Foin de trèfle | 5 — |
| Tourteau de coton | 1 — |
| Paille d'avoine | 5 — |
| 2 ^e type. — Drèches de brasserie | 12 k. 500 |
| Regain..... | 6 k. 500 |
| Son | 3 kilos |
| Paille | 4 k. 500 |
| 3 ^e type. — Drèches de brasserie..... | 18 kilos |
| Luzerne sèche..... | 6 — |
| Farine de féverolles..... | 2 k. 500 |
| Menues pailles | 4 kilos |

RATIONS POUR BÊTES A L'ENGRAISSEMENT

| | |
|---|----------|
| 1 ^{er} type. — Drèches de brasserie | 18 kilos |
| Graines et balles de foin..... | 15 — |
| Tourteau de coton..... | 3 k. 500 |
| 2 ^e type. — Drèches de maïs (égouttées) .. | 32 kilos |
| Graines de foin..... | 4 — |
| Tourteau de coprah..... | 4 — |
| 3 ^e type. — Drèches de brasserie | 20 kilos |
| Foin..... | 6 — |
| Farine de maïs..... | 2 k. 500 |

Un lot de quatre vaches ayant été alimenté par le type de ration n° 1 ci-dessus a donné une augmentation quotidienne de 1200 grammes par tête de poids vif.

2^o *Drèches desséchées.* — L'analyse que nous avons publiée plus haut montre quelle est la valeur alimentaire de la drèche de brasserie desséchée. On admet que 100 kilos de ce résidu sec peuvent remplacer 120 kilos d'avoine ou 125 kilos de maïs ou encore 140 kilos d'orge parce qu'il est très assimilable.

On voit, d'après ces données, qu'il est aisé de composer des rations alimentaires à base de drèche sèche.

De quelques inconvénients des drèches données comme aliment. — Qu'elles soient fraîches ou desséchées, les drèches saines ne provoquent aucun malaise chez les animaux qui les con-

somment, mais, si pour une cause quelconque, elles sont altérées, elles peuvent amener certains accidents parmi lesquels l'avortement, la météorisation, les éruptions de la peau, la paralysie suffocante.

L'avortement a été observé dans des cas d'ingestions de drèches moisies (Cornevin, parc de la Tête d'or).

La météorisation est provoquée par l'ingestion de drèches trop riches en levures qui amènent dans l'estomac une fermentation analogue à celle produite par le trèfle ou la luzerne en vert.

L'éruption de la peau (Haberausschlag) se remarque surtout chez les bœufs qui consomment trop de drèche mal préparée.

Enfin, on a observé en Amérique que l'ingestion de mauvaises drèches occasionne chez les animaux de la paralysie musculaire, de la pharyngite, une toux suffocante. Dans les cas graves, l'animal ne peut plus respirer et la mort survient (paralysie suffocante).

LA DRÈCHE ENGRAIS. — Nous avons vu que les drèches avariées sont susceptibles de rendre malades et même de faire mourir les animaux qui les consomment.

Dès que l'on s'aperçoit de l'altération d'un lot, il est préférable de le destiner à la fumure des terres. On y rencontre 0,8 p. 100 d'azote et 0,5 p. 100 acide phosphorique. Il n'y a que des traces de potasse. La richesse en est, à certains points de vue, supérieure à celle du fumier.

Employée telle quelle la drèche se décompose lentement dans le sol, de plus, des fermentations acides s'y développent assez rapidement et peuvent nuire à sa bonne utilisation.

Il est, pour ces causes, préférable d'en faire des composts. Un excellent procédé serait de stratifier les drèches avec de la terre et des scories de déphosphoration, d'arroser le tas avec un purin artificiel, comme pour les marcs dans le système Roos, et d'effectuer des recoupages. On obtiendrait ainsi un excellent terreau qu'on pourrait au besoin enrichir en potasse par une adjonction de kaïnit.

§ 3. — UTILISATION DES TOURAILLONS

COMPOSITION. — Les tourailbons se présentent sous forme de filaments fins d'un jaune brun. Ils absorbent rapidement l'humidité et leur richesse en azote est considérable. Notre camarade Boullan-

ger, le distingué chef de laboratoire de l'Institut Pasteur de Lille, en donne l'analyse suivante :

| | |
|----------------------------------|---------------|
| Eau..... | 8 à 12 p. 100 |
| Matières organiques azotées..... | 24 à 30 — |
| — extractives non azotées.. | 39 à 49 — |
| Cellulose..... | 14 à 23 — |
| Cendres..... | 6 à 8 — |

LES TOURAILLONS DANS L'ALIMENTATION DU BÉTAIL. —

Leur richesse en matières nutritives désigne tout naturellement ces germes d'orge comme des aliments de grande valeur. Ils sont de conservation facile si on les emmagasine dans des endroits secs et à l'abri de tout excès d'humidité qui en entraînerait la moisissure.

Le plus souvent, on les incorpore à des tourteaux et à des drèches. Jusqu'à ces derniers temps, les Allemands nous achetaient presque tous ces résidus, mais, depuis ces dernières années, une réaction s'est produite en leur faveur. Aujourd'hui, il existe dans le Nord certaines usines où, par compression, on fabrique des tourteaux en mélangeant drèches, touraillons et levures résiduaires. Ces tourteaux se vendent de mieux en mieux et donnent de bons résultats quand ils sont judicieusement distribués au bétail.

Suivant Cornevin, il ne faudrait pas donner par jour plus de 1 kilo de touraillons aux vaches laitières. A dose supérieure, le produit serait irritant. En les ajoutant aux navets rutabagats on neutralise l'odeur que ces crucifères communiquent au lait. Il serait sans doute également profitable de les associer aux tourteaux de colza et de navette.

Rappelons qu'incorporés à la mélasse, les touraillons constituent un aliment de première valeur et dont nous avons donné la composition plus haut (page 20).

On signale encore qu'introduits dans la ration de vaches pleines à dose supérieure à 2 kilos par jour, ils seraient susceptibles de provoquer l'avortement.

LES TOURAILLONS EN MÉDECINE. —

De recherches présentées en 1890 par M. G. Roux à la Société des sciences médicales de Lyon, on pourrait déduire que le bouillon de touraillons est excellent contre le *bacille virgule*, microbe du choléra.

Si à 2 centimètres cubes de décoction de touraillon à 5 p. 100 on

ajoute 1 centimètre cube de culture très active de choléra asiatique dans le bouillon de bœuf, aucun développement ne s'opère dans le mélange à la température optima de 38°, et de plus, tous les bacilles sont tués après 24 heures. Même à la dose de 2 à 1 p. 100, la décoction de touraillons est mortelle pour le bacille virgule, à condition d'être acide ou, au contraire, très alcaline.

M^r. Roux estime qu'il est possible d'employer la décoction de touraillon au traitement du choléra au début. Pour l'usage interne, il faudrait faire bouillir 50 grammes de touraillons secs dans un litre d'eau, filtrer plusieurs fois et édulcorer avec un sirop quelconque.

LES TOURAILLONS COMME ENGRAIS. — On ne peut économiquement songer à employer les touraillons pour la fertilisation du sol que si l'on se trouve dans des conditions telles que leur emploi dans l'alimentation ne soit pas pratique, soit qu'ils soient avariés, soit que le bétail qui pourrait les utiliser ne soit pas à portée de la brasserie, soit que l'usine soit trop éloignée d'une gare de chemin de fer.

Analysés par Wolf au point de vue de leur teneur en aliments fertilisants, les touraillons ont fourni les chiffres suivants :

| | |
|-------------------------|-------------|
| Azote | 3,89 p. 100 |
| Acide phosphorique..... | 1,25 — |
| Potasse..... | 2,08 — |
| Chaux..... | 0,09 — |

Ils constituent donc un engrais assez riche. Pour une fumure complète en azote, il faudrait les répandre à raison de 1.500 à 2.000 kilos à l'hectare, mais il sera préférable d'en employer moins et de compléter la ration du sol — si nous pouvons dire — avec des engrais minéraux tels que nitrate de soude ou sulfate d'ammoniaque pour l'azote, chlorure de potassium ou sulfate de potasse pour cet alcali, superphosphate pour l'acide phosphorique.

On a conseillé — nous ne savons pas trop pourquoi — de répandre cela le matin à la rosée. Ce sont, en tout cas, des produits à employer comme engrais de fonds.

Leur forme pulvérulente rend complètement inutile la précaution prise avec d'autres produits de les faire entrer dans des composts.

§ 4. — UTILISATION DE LA LEVURE RÉSIDUELLE

COMPOSITION. — La levure de brasserie a l'aspect d'une bouillie épaisse d'un blanc sale. Son odeur est caractéristique. Ce n'est pas, à beaucoup près, telle qu'on la recueille dans les bacs, de la levure pure. En l'examinant au microscope, on peut y rencontrer de l'eau, un peu de bière, des cristaux d'oxalate de chaux, des débris de grains d'orge, de la résine de houblon, des sels.

V. Nøegeli et O. Löw en ont donné l'analyse suivante :

| | | |
|------------------------------|----|-------|
| Cellulose | 37 | } 100 |
| Matières albuminoïdes. | 45 | |
| Peptones | 2 | |
| Matières grasses | 5 | |
| Cendres | 7 | |
| Substances extractives | 4 | |

UTILISATIONS INDUSTRIELLES. — La brasserie moderne, comme toutes les industries de fermentation, s'adresse aujourd'hui avec raison et de plus en plus aux levures pures pour l'ensemencement des brassins. Il en résulte que les levures résiduelles deviennent d'un écoulement de plus en plus difficile, ainsi que l'a fait remarquer notre camarade Boullanger.

Il a donc fallu s'ingénier à trouver des procédés permettant d'en tirer parti.

Préparation des extraits de levures. — La composition chimique de ces extraits alimentaires se rapproche beaucoup de celles des extraits de viande, et ils peuvent leur être substitués dans une certaine mesure. Ils jouiraient, en plus, de propriétés thérapeutiques spéciales dont nous parlerons plus loin.

Procédé Wahl et Henius. — Cette méthode est des plus simples puisque, en somme, elle se résume à faire un bouillon de levures, c'est-à-dire une décoction dans l'eau bouillante des dites levures. Le liquide obtenu est ensuite concentré jusqu'à consistance sirupeuse. Le produit est alors l'extrait de levure.

Procédé Peeters. — Le contenu protoplasmique de la levure est extrait à une température de 60° par des substances liquéfiantes telles que l'acide chlorhydrique.

Procédé Goodfellow. — La levure est traitée successivement par l'acide chlorhydrique étendu, la pepsine et la pancréatine, qui lui font subir, en un mot, une digestion artificielle.

Procédé O' Sullivan. — Placée à 40° dans un milieu non nutritif, la levure ne tarde pas à vivre au moyen de sa propre substance (c'est le phénomène qui porte le nom d'*autophagie de la levure*). Dans ces conditions, la portion interne de la levure se liquéfie et peut facilement être extraite par pression filtrante.

Procédé Dormeyer et Ruckporth. — Si l'on soumet la levure à une température de 16° suivie d'un brusque réchauffement, l'enveloppe cellulaire se déchire, ce qui permet d'obtenir, par l'emploi de l'eau chaude, une extraction parfaite.

Panification. — Aujourd'hui, la boulangerie emploie plutôt la levure pressée de distillerie. Cependant, occasionnellement, on utilise aussi la levure de bière.

Distillation sèche de la levure. — Récemment, la distillation sèche de la levure a été préconisée par Schidrowitz et Kaye.

Chauffée en vase clos à une température très forte, la levure fournit comme produits de distillation un liquide aqueux surnageant sur un épais goudron. Comme résidu de l'opération, on a du coke. D'après Boullanger, une tonne de levure séchée donnerait à la distillation :

| | |
|-----------------|-----------------|
| Ammoniaque..... | 25 kilos |
| Goudrons..... | 76 — |
| Coke..... | 350 à 450 kilos |

Le coke obtenu est riche en azote, phosphate, potasse, et peut avantageusement être employé comme engrais.

EMPLOIS THÉRAPEUTIQUES. — Dans ces dernières années, la levure de bière a été fort employée contre certains bacilles produisant des éruptions cutanées superficielles et notamment contre la furonculose. Pour cet usage, la levure était employée — et l'est encore — soit dans le régime interne, soit en application ou compresses.

Thomson a indiqué en outre que la levure peut être employée pour la préparation de la nucléine utilisée en médecine, et à laquelle elle doit peut-être ses vertus curatives (vertus d'ailleurs contestées).

EMPLOIS AGRICOLES. — Les levures ayant perdu leur pouvoir ferment entrent avec les drèches dans la composition des tourteaux mélassés dont nous avons antérieurement parlé.

Comme engrais, elles entrent avec profit dans la composition des composts. La preuve de leur valeur dans ce but résulte de l'examen de leur composition en principes fertilisants. On y trouve :

| | | |
|-------------------------|------------|--------|
| Azote..... | 1,5 à 2 | p. 100 |
| Acide phosphorique..... | 0,8 à 1,75 | — |

On a donc grand tort de les laisser, comme on le fait souvent encore, partir, dans les eaux de lavage, pour l'égout.

§ 5. — UTILISATION DES MARCS DE HOUBLON

COMPOSITION. — M. G. de Marneffe a donné autrefois, dans le *Bulletin de la station agronomique de l'Etat belge*, à Gembloux, l'analyse suivante de ce résidu :

| | |
|----------------------------|--------|
| Eau..... | 82,73 |
| Matières grasses..... | 1,74 |
| — albuminoïdes..... | 5,44 |
| Extractifs non azotés..... | 7,21 |
| Cellulose..... | 2,25 |
| Matières minérales..... | 0,63 |
| | <hr/> |
| | 100,00 |

Une analyse plus complète a donné à ce chimiste, par 1.000 kilos :

| | |
|-------------------------|-------|
| Azote..... | 8,70 |
| Potasse..... | 0,23 |
| Chaux..... | 1,62 |
| Magnésie..... | 0,37 |
| Acide phosphorique..... | 1,52* |

Dans un échantillon analysé au laboratoire à l'Ecole d'Agriculture du Pas-de-Calais, feu M. Larbalétrier, auquel nous empruntons ces résultats, avait trouvé :

| | |
|-------------------------|--------|
| Eau | 80,40 |
| Matière organique..... | 18,85 |
| Matière minérale | 0,75 |
| | <hr/> |
| | 100,00 |
|
 | |
| Azote | 0,9 |
| Acide phosphorique..... | 0,3 |
| Potasse | 0,17 |

UTILISATION INDUSTRIELLE. — A vrai dire, les marcs usagés ne comportent aucune utilisation industrielle distincte, à moins que l'on ne considère comme tel l'épuisement du houblon séparé du moût et sur lequel nous dirons un mot.

D'après Bleisch et Windisch, dit Boullanger (*Brasserie*, page 372), chaque kilo de houblon séparé par le panier retient en moyenne 6,7 litres de moût. Pour récupérer ce moût, on peut presser le houblon ou le laver à l'eau chaude. Le pressurage se fait soit dans le panier à houblon, soit dans une caisse spéciale, mais il a l'inconvénient d'extraire des cônes des substances amères qui nuisent à la saveur de la bière. En outre, le houblon pressé renferme encore du moût qu'on ne peut lui enlever que par des lavages à l'eau chaude. Dans ces conditions, il vaut bien mieux laver simplement le houblon à l'eau chaude sans le presser. On fait alors arriver de l'eau chaude sur le houblon, on laisse reposer et l'on soutire ; ou bien on procède à des arrosages à la croix écossaise.

Une autre méthode, suggérée par ce que nous avons vu de l'épuisement des marcs de vendange, serait l'épuisement par arrosage au moyen du tourniquet hydraulique. Elle fournirait, par un emploi judicieux, d'excellents résultats.

UTILISATIONS AGRICOLES. — Le marc de houblon dans l'alimentation du bétail. — M. Maurice Bouteau, dit P. Razous, dans son remarquable ouvrage *Les Déchets industriels*, a fait breveter (brevet n° 330.647 délivré le 4 juillet 1903) un produit pour l'alimentation des chevaux et du bétail, formé par un mélange convenablement préparé de résidus de houblons ayant servi à la fabrication de la bière, de drèches de brasserie et de mélasse.

On opère la fabrication de ce produit de la manière suivante :

On prend les résidus de houblon qui ont servi à la fabrication de

la bière et qui renferment encore une grande quantité de moût de bière, on les sèche dans des appareils sécheurs et on les broie dans des broyeurs de manière à les réduire à l'état de poudre.

D'autre part on dessèche les drèches de brasserie, on les broie et on les mélange au houblon préparé comme il vient d'être dit : on ajoute de la mélasse à l'état liquide en plaçant le tout dans un malaxeur où l'on fait un mélange intime des trois matières. La mélasse s'incorpore, puis on dessèche la masse dans un appareil sécheur ; cette masse se présente à l'état pulvérulent ou granulé et c'est sous cette forme qu'elle doit être consommée.

Les trois matières constitutives du nouveau produit peuvent être mélangées en proportions très variables. M. Boutteau indique la proportion suivante qui donne d'excellents résultats :

| | | |
|----------------------------------|----|-----------------|
| Houblon desséché et broyé | 30 | p. 100 en poids |
| Drèches séchées et broyées | 30 | — |
| Mélasse | 40 | — |

Il va de soi que le marc de houblon peut entrer dans la composition d'aliments de teneurs différentes et que pour obtenir avec lui un mélange bien équilibré au point de vue nutrition, il n'y a qu'à se reporter à l'analyse que nous en donnons en tête de ce paragraphe.

Le marc de houblon comme engrais. — A ce point de vue ce résidu de brasserie a surtout été étudié par M. de Marneffe et M. Larbalétrier.

Son emploi comme paillis dans les cultures de fraisiers semble recommandable pour éloigner les insectes, les limaces, et pour maintenir les fruits dans un état parfait de propreté.

M. Payen avait déjà parlé des bons résultats obtenus avec ces marcs en application pour effectuer la couverture des prairies qui viennent d'être fauchées. On obtient ainsi, dit-il, une deuxième pousse vigoureuse, en sorte que, sur 4 hectares, en en recouvrant 1, on le découvrira ultérieurement pour recouvrir le deuxième récemment fauché ; la prairie fournira par cette méthode, de deux à quatre fois plus de produits qu'en l'abandonnant, après chaque récolte, à l'action desséchante de l'air. Tel est l'avantage d'une pareille disposition, que beaucoup de cultivateurs anglais, dans les comtés de Cornouailles et de Derby, y consacrent des pailles ayant une assez grande valeur, et qui servent seulement cinq ou six fois. Le marc de houblon ne pourrait être mieux employé, d'autant plus que la

désagrégation partielle à chaque déplacement laisserait peu à peu sur le sol tous ses débris agissant comme engrais.

Cependant, pour M. de Marneffe, la transformation de ces marcs en composts pour prairies, pelouses, jardins légumiers, etc., paraît être le meilleur mode d'utilisation. Il propose le mélange suivant :

| | |
|---------------------------------|----------|
| Marcs de houblon..... | 40 kilos |
| Kaïnite..... | 10 — |
| Scories de déphosphoration..... | 10 — |
| Terre végétale..... | 10 — |

Le tas, ainsi formé, sera maintenu humide en l'arrosant avec du purin ou des eaux de ménage et on le recouvrira d'une couche de 10 centimètres de terre pour entraver toute perte d'ammoniaque.

C'est là, en effet, un excellent mode d'utilisation, recommandable en tous points et qu'on ne saurait trop conseiller aux agriculteurs des régions du Nord, où les brasseries sont nombreuses.

Les marcs de houblon étant sans emploi, ils les obtiendraient à un prix très bas et pourraient les transformer ainsi en un engrais précieux.

Quant à la quantité de marcs dont on dispose, elle n'est pas si négligeable qu'on pourrait le supposer au premier abord, car on compte qu'il faut employer en moyenne 300 ou 400 grammes de houblon par hectolitre de bière. Or, le département du Nord, à lui seul, produit en moyenne 3 à 4.000.000 d'hectolitres de bière par an, ce qui fait 900 à 1.200.000 kilos de houblon employé. On compte que 100 kilos de houblon sec donnent 300 kilos de marc frais. Nous nous trouvons donc là en présence d'une production de 2.700.000, à 3.600.000 kilos de marc de houblon, rien que pour le département du Nord.

§ 6. — UTILISATION DES EAUX DE BRASSERIE ET DE MALTERIE

EAUX DE TREMPAGE DE L'ORGE

COMPOSITION. — Les eaux de trempage présentent une teinte sale et une odeur caractéristique de paille mouillée. Etant donné qu'elles entraînent la plupart des ferments fixés à la surface des

grains, qu'elles ont dissout une grande quantité de produits organiques, elles sont très fermentescibles. On y trouve, d'après Larbaletrier (en moyenne) :

| | |
|--------------------------|-------|
| Résidu fixe | 0,40 |
| Azote..... | 0,035 |
| Acide phosphorique | 0,035 |
| Potasse..... | 0,07 |

EMPLOIS AGRICOLES. — La seule utilisation possible de ces eaux est leur épandage sur le sol où elles jouent le double rôle d'irrigant et de fertilisant.

Le transport trop élevé peut empêcher leur emploi car leur valeur intrinsèque est relativement faible. Elles ne deviennent pratiques que si on peut, sans charrois, les amener facilement à pied d'œuvre par canalisations aériennes ou souterraines.

Elles conviendraient particulièrement, dit-on, pour l'arrosage des prairies.

EAUX DE BRASSERIE

Les eaux provenant surtout du lavage des tonneaux et des cuves renferment des matières organiques en fermentation.

Leur épuration biologique. — Nous verrons ultérieurement, à propos de l'épuration des eaux résiduaires, la technique de ce mode épuratoire. En ce qui concerne spécialement les eaux de brasserie, d'après M. Bezault, on ne devrait pas prolonger le séjour en fosse septique ; c'est de l'oxydation intense qu'il faudrait faire dans ce cas.

On ne doit pas traiter ces eaux seules, mais y joindre, toutes les fois que cela sera possible, les produits de cabinets d'aisances. On se débarrassera ainsi de matières toujours gênantes, tout en favorisant l'action de la fosse septique par un apport de ferments des plus actifs.

La fosse septique devra être égale à environ la moitié du volume total. L'effluent passera ensuite sur des lits bactériens de premier contact et enfin sur des lits de percolation continue avec distribution en gouttelettes par « sprinklers ».

§ 7. — UTILISATION DES PETITS GRAINS, GRAINS AVARIÉS, ETC.

Ces petits grains recueillis à la surface des cuves de mouillage et séchés sont employés exclusivement à la nourriture des volailles à moins qu'ils ne soient tels qu'on puisse hésiter à les donner comme aliment. Dans ce cas ils doivent être mélangés aux composts ou fumiers et utilisés comme engrais.

CHAPITRE V

Résidus de la cidrerie

§ 1^{er}. — TECHNOLOGIE DE LA CIDRERIE

La fabrication du cidre a encore conservé, dans nombre de régions, l'allure empirique du temps jadis et les notions scientifiques n'ont commencé à s'y introduire qu'à une époque récente. Les indications que nous allons donner sur l'obtention de cette excellente boisson auront un caractère théorique en ce sens qu'elles ne correspondront pas à ce qui se fait dans une région plutôt que dans une autre mais représenteront un ensemble rationnel d'opérations permettant de préparer convenablement un cidre de bonne qualité.

Au moment de la *cueillette* on doit, contrairement à une opinion trop généralement admise encore, laisser de côté **les fruits véreux, blets ou gâtés** qui introduiraient dans le moût des ferments étrangers et rendraient difficile la conservation du liquide.

Lavage. — Les fruits obtenus mélangés d'après leurs espèces, suivant la nature de cidre cherchée, doivent être lavés. Il y a pour cette opération des appareils spéciaux donnant d'excellents résultats (Simon frères). L'on obtient comme sous-produits, **des eaux de lavage des pommes**.

Broyage. — Sortant du *laveur* les pommes sont recueillies dans des corbeilles et portées au concasseur ou *broyeur* qui déchire la pulpe du fruit après l'avoir divisée, permettant ainsi au jus de s'échapper facilement par pression ou de présenter à l'action de l'eau, dans le cas de la diffusion, une plus grande surface. Il faut éviter, dans le broyage, d'obtenir de la bouillie et d'écraser les

pépins. Un grand nombre de broyeurs de divers types fonctionnent aujourd'hui à la grande satisfaction des fabricants de cidre (Simon frères, Garnier, etc., etc.).

Cuvage. — Les pulpes sortant des broyeurs sont exposées à l'air (cuvage) pour que l'oxydation leur fasse prendre une teinte brune qui donnera, se transmettant au liquide, un meilleur aspect à la boisson obtenue.

Obtention des moûts. — Elles servent ensuite à la préparation du moût qui peut s'obtenir par deux procédés principaux :

1° par pression ;

2° par diffusion ;

Dans la première méthode (la plus ancienne) l'eau n'intervient pas ou ne doit pas intervenir ; dans la deuxième elle joue un rôle important.

Pour l'obtention des jus par pression on emploie des pressoirs à vis analogues à ceux qui sont quelquefois utilisés en vinification. Le jus qu'ils fournissent est recueilli soit dans des fûts, soit dans des cuves où il subira la fermentation.

La diffusion se fait par des méthodes analogues à celles usitées pour la betterave en sucrerie. Cette dernière façon de procéder est recommandée par la plupart des auteurs qui se sont occupés de la question et convient mieux que l'ancienne méthode des pressoirs lorsqu'il s'agit de *cidreries industrielles* qu'on appelle encore brasseries de cidre. Il reste **le marc de pomme**.

Quelquefois les moûts sont collés avant d'entrer en fermentation, ce qui permet d'obtenir des cidres très limpides et donne un **résidu de collage du moût** riche en matières azotées.

Fermentation. — La fermentation s'effectue soit en fûts (fabrication agricole) soit en cuves (fabrication industrielle). Elle nécessite de grandes précautions pour éviter les fermentations secondaires. Pendant cette opération qui se subdivise en fermentation tumultueuse et fermentation lente il se dépose dans les vases de la **lie de cidre**.

Travail des caves. — Il comporte, comme pour le vin, les collage, ouillage, filtrage, embouteillage, toutes opérations qui s'expliquent aisément et donnent un résidu de la nature des **lies de cidre**.

§ 2. — UTILISATION DES MARCS DE POMMES

COMPOSITION. — Le marc qui reste dans le pressoir n'est pas complètement épuisé et renferme encore certains principes permettant son utilisation pour l'obtention d'un liquide à consommer.

La composition chimique de ce marc est assez variable.

On y trouve, d'après Wolf :

| | | |
|---------------------------|------|--------|
| Eau | 74,3 | p. 100 |
| Protéine brute | 1,4 | — |
| Cellulose..... | 10,5 | — |
| Matières non azotées..... | 11,2 | — |
| Graisse..... | 1,3 | — |
| Cendres | 1,3 | — |

Le tableau suivant résume les résultats de divers auteurs :

| | HOUZEAU | LECHARTIER |
|-----------------------------|---------|--|
| Eau | 80,110 | 75,75 |
| Matières azotées..... | 1,029 | 1,37 |
| — grasses..... | 0,756 | 1,26 |
| — sucrées..... | 0,372 | 3,17 |
| — saccharifiables..... | 2,778 | 5,01 |
| Cellulose brute..... | 6,005 | 12,08 |
| Matières minérales..... | 0,806 | 0,65 |
| — non azotées diverses..... | 8,144 | (Complètes par Lechartier en cellulose brute). |

D'une manière générale on peut retenir, dit Crochetille, la composition moyenne suivante :

| | | |
|-------------------------|------|--------|
| Matières azotées..... | 1,4 | p. 100 |
| — grasses..... | 1,3 | — |
| — sucrées..... | 3, | — |
| Potasse..... | 0,15 | — |
| Acide phosphorique..... | 0,05 | — |

EMPLOIS DU MARC DE POMMES

Les marcs de pommes peuvent servir à l'obtention de petits cidres, c'est le *rémiage*, à l'alimentation du bétail et comme engrais.

Rémiage. — Crochetelle a résumé ainsi la fabrication de cette boisson légère de marc :

Pour extraire les principes contenus dans ce marc, on peut le rebroyer, le faire macérer dans de l'eau et le presser.

On peut aussi appliquer la diffusion méthodique à l'épuisement des marcs, mais cette opération est assez délicate, car le passage du liquide ne se fait pas bien, ou ne se fait pas régulièrement, l'eau suit de préférence certains chemins sans épuiser le reste de la masse.

On peut appliquer le procédé du trempage (système de La Hayrie) ; on obtient alors des jus limpides, ayant une densité assez élevée pour former une boisson agréable.

Par l'un de ces procédés quelconques, on obtient un faible moût qui peut être employé suivant les cas :

1° En nature, tel qu'il est obtenu après fermentation. On se trouve alors en présence d'un petit cidre à consommer immédiatement, car sa conservation laisse à désirer ; il est agréable, désaltère bien et peut être bu en abondance aux repas ou dans les champs ;

2° En mélangeant des purs jus avec ces petits cidres, on obtient des cidres qui possèdent encore la composition chimique exigée par les laboratoires, les arrêtés municipaux, etc. Leur fabrication est à conseiller comme boisson de consommation courante, car le pur jus ne peut pas être employé pour boire en mangeant, d'une façon continue, surtout s'il est obtenu avec des pommes riches en sucre.

Il faut viser, pour la table, à la production d'un cidre ayant 4 à 5° d'alcool. Un bon collage au tannin est recommandé pour faciliter la conservation ;

3° On peut opérer le sucrage du rémiage en se rappelant qu'il faut 1 kil. 800 de sucre pour élever de 1 degré l'alcool de 1 hectolitre de cidre. Avant de parler de ce sucrage, nous dirons que les marcs obtenus après un premier rémiage peuvent être encore travaillés par l'eau. Après cette seconde opération, on peut considérer le produit comme épuisé. Il n'est plus utilisable alors que pour la fumure des terres ou l'alimentation du bétail.

LE MARC DE POMMES DANS L'ALIMENTATION DU BÉTAIL. —

Conservation du marc de pommes. — Le procédé le plus employé est l'*ensilage*. Il n'appelle pas d'autres observations que celles déjà faites à propos de ce mode de conservation pour d'autres produits. Le marc doit être fortement tassé dans le silo et il faut prendre toutes précautions pour éviter l'accès de l'air. Malgré cela la fermentation des produits sucrés s'effectue, mais n'a pas un grand inconvénient car les marcs acquièrent ainsi une saveur agréable et qui les fait prendre avec facilité par les animaux.

On emploie aussi la dessiccation, mais dans les petites installations seulement et sans appareils spéciaux. On ne dessèche que si le temps s'y prête et seulement les marcs destinés à la basse-cour (volailles, lapins, etc.).

M. Houzeau avait proposé le sel comme produit de nature à conserver le marc. Les résultats sont bons mais ne présenteraient d'intérêt que si l'on pouvait utiliser du sel franc de droits (dénaturé aux tourteaux, par exemple, ou à l'absinthe).

Généralités sur l'alimentation par le marc de pommes. — Les marcs frais sont, en général, très appetés par les vaches, porcs, moutons. Pris en trop grande quantité, ils peuvent amener la diarrhée. C'est pourquoi il est bon de les mélanger avec des produits secs tels que paille, foin, son, farines, etc.

Reiset cuisait le marc qu'il distribuait ensuite à ses vaches à raison de 12 kilos par jour. Il est bon de les donner chauds pour compenser la perte de chaleur entraînée chez les animaux par l'évaporation de la grande quantité d'eau qu'ils introduisent dans l'organisme.

Les porcs s'en trouvent très bien car, comme l'indique la composition, c'est un aliment de lest.

On peut avantageusement l'employer pour les lapins.

Types de rations au marc de pommes. — M. Buche, professeur d'agriculture, a donné, dans un journal de Blois, les indications suivantes :

BÊTES A CORNES

| | |
|--|----------|
| 1 ^{er} type. — Marc de pommes | 10 kilos |
| Betteraves | 10 — |
| Paille hachée | 6 — |
| Glands concassés | 5 — |

| | |
|---|----------|
| 2 ^e type. — Marc de pommes | 10 kilos |
| Raves | 12 — |
| Paille hachée, balles ... | 6 — |
| Tourteaux, sons, farines | 1 k. 500 |

MOUTONS

| | |
|------------------------------|--|
| 2 parties de marc de pommes. | |
| 2 — betteraves. | |
| 1 — paille hachée. | |
| 1 — fèves. | |

PORCS

| | |
|---|----------|
| 1 ^{er} type. — Marc de pommes..... | 2 kilos |
| Pommes de terre cuites. | 3 — |
| Eaux grasses..... | 6 — |
| 2 ^e type. — Marc de pommes..... | 2 — |
| Recoupes..... | 1 k. 500 |
| Orge..... | 1 k. 500 |

Antérieurement Cornevin avait proposé, d'après Verrier :

RATIONS POUR VACHES (Verrier)

| | |
|---|----------|
| 1 ^{er} type. — Marc de conserve..... | 10 kilos |
| Son | 1 — |
| Paille..... | 1 — |
| Foin..... | 8 — |
| 2 ^e type. — Marc | 12 — |
| Betteraves divisées..... | 4 — |
| Son | 0 k. 500 |
| Paille d'avoine..... | 3 kilos |
| 3 ^e type. — Marc | 12 — |
| Criblures de lin cuites.. | 2 — |
| Foin..... | 6 — |

RATIONS POUR PORCS

| | |
|-------------------------------------|----------|
| 1 ^{er} type. — Marcs | 1 k. 500 |
| Pommes de terre cuites | 3 kilos |
| Eaux grasses | 6 — |

| | |
|------------------------------------|----------|
| 2 ^e type. — Marcs | 2 kilos |
| Recoupes | 1 k. 500 |
| Orge..... | 1 k. 500 |

Il est préférable d'alterner les repas à base de marc avec la nourriture ordinaire afin de parer autant que possible aux inconvénients que peut avoir ce genre d'alimentation.

De quelques reproches faits au marc de pommes. — On a vu plus haut comment il est possible d'éviter la diarrhée produite dans certaines circonstances par le marc de pommes.

Ce résidu a été accusé de rendre les animaux malades et fiévreux et même de provoquer l'avortement des vaches en gestation.

Dans le premier cas, il est vraisemblable que la pourriture ou au moins un début d'altération de cet ordre s'était emparée du marc. Le remède — alors simple — consisterait à ne pas faire consommer les marcs altérés et à les réserver pour l'engrais.

En ce qui concerne l'avortement, les observations manquent de précision.

Quoi qu'il en soit, M. Reiset qui employait le marc cuit en grande abondance dans son troupeau, sans omettre les bêtes pleines, ne constata jamais un seul cas d'avortement dû à ce produit. L'indication serait donc de faire cuire le marc destiné aux mères en puissance.

LE MARC DE POMMES COMME ENGRAIS. — L'analyse que nous avons publiée en tête de cette étude montre combien ce résidu est pauvre. Il a un autre inconvénient qui est son acidité plus prononcée encore que celle des marcs de raisin. Cela ne manquerait pas d'avoir des inconvénients dans les terres ayant une tendance naturelle à l'acidité et même dans toutes celles qui sont pauvres en calcaire. Il est donc préférable de faire subir au sous-produit quelques traitements préparatoires avant son épandage.

Fabrication de l'engrais de marc. — Dans certains cas, on s'est contenté de les saupoudrer de chaux au moment de leur emploi. Isidore Pierre pensait qu'un des meilleurs procédés était de les mélanger avec les fumiers de basse-cour. Ces derniers, disait-il, en facilitent la décomposition, et les marcs, par leur acidité, tendent à s'emparer des vapeurs ammoniacales qui pourraient se dégager du fumier pendant une fermentation trop active. La crainte d'une

détérioration du fumier par cette pratique, crainte manifestée par beaucoup de cultivateurs normands, ne nous paraît nullement fondée.

Il en était arrivé là pour éviter l'emploi de la chaux sur les marcs par les agriculteurs. Il craignait que ceux-ci n'en emploient de trop grandes quantités, ce qui eût pu avoir pour résultat de favoriser le départ d'une partie de l'azote sous forme ammoniacale.

Une méthode très recommandable est l'addition aux marcs de phosphates fossiles : sur une couche de terre de 3 à 5 centimètres, on répand une couche de 15 à 18 centimètres de marcs, saupoudrés de 5 à 6 millimètres de phosphate fossile. On recommence la superposition dans le même ordre, jusqu'à une hauteur de 1 mètre à 1 m. 50. Au mois de juin ou, au plus tard, en août, on recoupe le tas ainsi formé et on utilise le mélange obtenu pendant l'hiver suivant. (Müntz et Girard.)

Larbalétrier avait proposé le procédé suivant :

On stratifie un hectolitre et demi de terre avec un hectolitre et demi de marc et un hectolitre de chaux vive en petits morceaux. Trois jours après la chaux s'est délitée ; on opère le mélange de toutes les matières à la bêche. Au bout de trois semaines, on recoupe une seconde fois ; trois mois après, nouveau mélange. Le douzième mois, on recoupe encore et on peut employer le compost. A cette époque, le marc est entièrement détruit et l'on n'en aperçoit plus de vestiges.

Nous nous permettons de suggérer, à ce système qui, en soi, paraît assez bon, des modifications qui, à notre sens, le doivent rendre parfait. On peut lui reprocher, en effet, de ne pas parer suffisamment aux pertes d'ammoniaque par volatilisation, d'une part et d'autre part de ne pas introduire dans la masse d'éléments fertilisants de nature à équilibrer l'engrais dont la pauvreté en acide phosphorique est particulière.

Ceci donné, nous procéderions de la façon suivante : sur un tas de terre disposée sur une aire battue ou imperméable permettant l'écoulement, nous disposerions un lit de marc, un lit de scories de déphosphoration dont l'épaisseur par rapport à celle du marc serait calculée de façon que la richesse en acide phosphorique de la masse atteigne autour de 1 à 2 p. 100, ce qui ferait, pour des scories à 15 p. 100, environ un dixième de l'épaisseur du marc, puis une couche de terre et ainsi de suite pour terminer en haut par une couche de terre.

Cette stratification serait arrosée de temps à autre comme le fumier par du purin ordinaire ou par le purin artificiel obtenu comme dans la méthode Roos pour les marcs de vendange.

Le compost serait recoupé de temps à autre et soigné comme un compost ordinaire. Au bout d'un certain temps, il serait parfaitement consommé, pulvérulent suffisamment pour qu'on n'y rencontre plus trace de la matière première et présenterait l'aspect d'un excellent terreau.

Emplois du marc de pommes : terres et cultures auxquelles il convient. — D'après une idée souvent émise, le marc doit retourner au pommier afin de lui restituer une partie de ce qui lui a été pris par la récolte de pommes. Son emploi sur cultures arbustives était assez indiqué avant que l'on ait eu l'idée de le débarrasser au préalable de son acidité. En effet, l'arbre est plus résistant que la culture herbagère à l'action des acides organiques dilués et peut, une fois ces acides détruits, profiter des principes fertilisants apportés par le marc.

En Normandie, on l'emploie plus spécialement à l'amélioration de jeunes prairies. Le compost aux scories que nous préconisons sera très avantageux dans ce cas, car par son apport de chaux il favorisera la poussée des légumineuses qui aiment en général le calcaire.

Isidore Pierre raconte que dès la fin du XVIII^e siècle, l'emploi du marc de pommes était signalé par le *Recueil des Mémoires de la Société d'agriculture de Rouen* comme donnant sur colza et sur navette de meilleurs résultats que le fumier de ferme.

D'une façon générale, on peut dire que le compost marc-scories peut être utilisé partout avec succès comme remplaçant avantageux du fumier de ferme et à plus faibles doses que celui-ci à cause de sa plus rapide assimilation par les plantes.

§ 2. — UTILISATION DES LIES DE CIDRE ET DES RÉSIDUS DE COLLAGE

La quantité de ce sous-produit obtenu étant très inférieure à ce que donne la fabrication du vin on s'en est beaucoup moins préoccupé. Dans la majeure partie des exploitations agricoles on se contente de jeter les lies sur le fumier.

Dans les brasseries de cidre ou dans les fermes importantes on

l'utilise (en Normandie principalement) pour la fabrication de *l'eau-de-vie*.

FABRICATION DE L'EAU-DE-VIE. — Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons déjà dit des précautions à prendre lors de la distillation des produits tenant des parties solides en suspension. Les observations faites à ce sujet s'appliquent parfaitement aux lies de cidre.

Il conviendra donc d'employer, pour avoir de bons résultats, les appareils et les méthodes usités en distillerie de marc de vendange. De très bons résultats seront vraisemblablement obtenus par la distillation en deux fois au moyen, par exemple, de l'appareil à deux vases basculants de la figure 5.

Cette opinion est corroborée par ce que dit Crochetelle : « Distillation rapide d'une grande partie du produit sans autre précaution que de ne pas brûler le fond de la chaudière ; le liquide obtenu, étendu d'eau pour obtenir un flegme à 10°, est redistillé dans l'appareil entièrement nettoyé à l'eau bouillante. »

Ces eaux-de-vies de marc de pomme ne valent pas, à beaucoup près, les eaux-de-vie de cidre. Elles sont plus impures et conviennent seulement pour aromatiser le café (bistouille).

Nous n'avons pu nous procurer aucune donnée nous permettant de dire si le traitement des lies pour l'alcool est ou non une opération économique.

LES LIÈS EMPLOYÉES COMME ENGRAIS. — Elles renferment une certaine proportion de tartrate et de malate de chaux et de potasse et ont une réaction acide.

La meilleure méthode pour les utiliser comme engrais consiste assurément à les incorporer au compost de marc et à leur faire subir tous les traitements de ce tas.

§ 3. — AUTRES SOUS-PRODUITS DE LA CIDRERIE

Les fruits gâtés doivent, sans hésitation, être mis au compost et les eaux de lavage des pommes ne peuvent être employées plus efficacement qu'à l'arrosage dudit tas d'engrais dont elles favoriseront la fermentation rapide étant donnée la grande quantité de germes variés qu'elles contiennent.

Ainsi que nous le faisons remarquer au début, la cidrerie est une industrie qui commence seulement à sortir, en France tout au moins, du domaine agricole. Jusqu'à présent les produits résiduaux qu'elle fournit n'ont été pour personne une cause d'embarras et l'on s'explique ainsi le peu de données que l'on a sur la question.

Il est cependant hors de doute que, d'ici quelques années, il n'en sera plus de même et que la question sera mieux et plus complètement étudiée.

CHAPITRE VI

Résidus de l'industrie laitière

§ 1. — TECHNOLOGIE DE LA LAITERIE

La laiterie ou industrie laitière est l'ensemble des opérations que subit le lait pour être conservé afin de le consommer en nature ou pour servir à la fabrication du beurre et du fromage.

Les manipulations que le lait est appelé à subir pour sa conservation ne donnent lieu à aucun résidu. Il n'y a donc pas lieu d'y insister.

FABRICATION DU BEURRE. — Le lait se compose d'eau, de matières grasses, de caséine, de sucre et de sels. Voici, à titre d'indication, la composition d'un lait, donnée par E. Duclaux (lait de vache complet) :

| | |
|-----------------------|--------------|
| Eau..... | 87,25 p. 100 |
| Matières grasses..... | 3,50 — |
| Caséine | 3,90 — |
| Sucre de lait..... | 4,60 — |
| Sels | 0,75 — |

La matière grasse du lait s'appelle beurre. Fabriquer du beurre c'est donc essentiellement extraire la matière grasse du lait.

Lorsqu'on abandonne le lait à lui-même pendant un certain temps dans des vases spéciaux appelés *crèmeuses*, la plus grande partie de la matière grasse monte à la surface par différence de densité en entraînant en mélange une partie du sérum du lait (on appelle sérum tout le non beurre) et constituant la crème. On peut, pour

obtenir cette crème rapidement, se servir d'*écrémeuses centrifuges* dont il existe plusieurs modèles et qui donnent d'une part la crème, d'autre part le **sérum** ou **lait écrémé**.

La crème est reprise et travaillée dans la baratte où les globules graisseux sont soudés entre eux par des chocs répétés et finissent par constituer la masse connue sous le nom de beurre. Il reste dans la baratte une autre partie de *sérum* appelé encore **lait de beurre** et qui peut être utilisé de diverses façons.

Le beurre ainsi obtenu est malaxé soigneusement et lavé pour en extraire les dernières parties de sérum qu'il renferme et qui auraient pour effet de le faire s'altérer plus rapidement. On obtient ainsi le beurre marchand d'une part, d'autre part **les eaux de lavage des beurres**.

Le beurre fini, on le moule pour le présenter sous une forme agréable à l'œil, on l'empaquète et on l'expédie.

FABRICATION DU FROMAGE. — La beurrerie est une industrie mécanique ; la fromagerie, au contraire, est une industrie biologique, une véritable industrie de fermentation. On obtient toujours du beurre comparable à lui-même, quelle que soit la situation de la laiterie, pourvu que le lait provienne d'animaux nourris dans les mêmes conditions. En fromagerie, au contraire, il y a l'infinie variété qui tient à l'espèce dominante de ferments dans la localité envisagée, plus encore qu'à la technique opératoire. Il n'entre pas dans notre plan de décrire toutes les fabrications fromagères. L'essentiel, pour nous, est de chercher à rencontrer tous les résidus concevables.

Toutes les fabrications fromagères comportent le caillage du lait. Cette opération s'effectue en additionnant le lait frais de *présure*, substance extraite de la caillette (une des poches stomacales) du veau. Découpé et soumis à certaines manipulations, le caillé se contracte et expulse de sa masse une partie de l'eau et des matières solubles qui s'y trouvaient emprisonnées : **c'est le petit lait ou lait aigre**.

Ce caillé pourra être utilisé pour la fabrication des fromages frais ou des fromages fermentés. Ces derniers sont de deux sortes : les fromages à pâte crue et les fromages à pâte légèrement cuite. Parmi les premiers sont : le brie, le camembert, le coulommiers, l'olivet ; parmi les autres : le gruyère, la fourme du Cantal, le hol-

lande, etc., dont la pâte, après le caillage fait à chaud, a été fortement pressée, ce qui n'a pas eu lieu pour les autres.

Etant données ces préparations différentes, les fermentations qui s'établissent diffèrent. Dans les fromages non pressés ce sont des moisissures (microbes aérobies) qui s'emparent de la masse de caillé pour la transformer en fromage fait, dans les fromages pressés, où l'air n'a pas accès, ce sont des bactéries qui se chargent du travail. Il y a cependant un fromage à pâte comprimée qui fait exception à cette règle et où ce sont des moisissures qui, au moins partiellement, entrent en jeu, c'est le roquefort. Pour favoriser le développement du *Penicilium glaucum* on introduit du pain dans la pâte au moment de la mise en moule, puis, pour que le champignon puisse se développer, on fait au bout de quelque temps des ouvertures dans la masse au moyen d'appareils spéciaux munis d'aiguilles.

Pendant que la moisissure verte travaille dans l'intérieur du fromage, d'autres aérobies travaillent à l'extérieur donnant des produits résiduels qui doivent être enlevés.

Voici, d'après Cornevin, comment les choses se passent :

Quatre à cinq jours après la salaison, il se produit à la surface des fromages une couche gluante, formée de sel, de petit-lait et de la couche externe du fromage ; on l'appelle *pégot* et les cabaniers l'enlèvent. Immédiatement après, on procède à un deuxième raclage et on obtient une matière pâteuse dite *rebarbe blanche* ou *rhubarbe*.

Au bout de quelque temps, les fromages se couvrent de croûtes jaunes-rougeâtres où végètent des mucorinées formant duvet. On racle à nouveau, opération qu'on appelle *revirer*, et le nom de *reverain* ou *reverum* est appliqué au résidu obtenu.

Tous les huit ou quinze jours, on renouvelle le revirage. Un dernier raclage donne la *rebarbe rouge*.

Ces opérations, dans les petites exploitations, sont faites à la main et exécutées, généralement, par des femmes. Aux caves de Roquefort, elles le sont mécaniquement par une *brosseuse* mue à la vapeur qui nettoie huit fromages à la minute.

On estime à 18 p. 100 le poids des **déchets** obtenus par le **raclage**.

En résumé, la fabrication du beurre donne comme résidus le lait de beurre, le lait écrémé et des eaux de lavage ; la fabrication du fromage fournit le petit lait, les déchets de raclure et également des eaux de lavage.

§ 2. — UTILISATION DU LAIT ÉCRÉMÉ

COMPOSITION. — Cent de lait pur fournissent environ 80 à 85 p. 100 de lait écrémé. Il a une nuance vert bleuâtre ; son poids spécifique à 15° est 1,0345. Il renferme quelques globules butyreux et un peu d'acide lactique. D'après Fleischmann, sa composition moyenne est la suivante :

| | |
|---------------------|--------------|
| Eau. | 89,85 p. 100 |
| Caséine..... | 4,03 — |
| Matière grasse..... | 0,75 — |
| Lactose..... | 4,60 — |
| Sels | 0,77 — |

Elle montre que ce n'est pas un aliment à dédaigner, même pour l'homme, qui fréquemment l'utilise ainsi. Industriellement, il peut servir en œnologie pour le collage des vins et pour la fabrication de la caséine destinée aux succédanés de la corne (galalithe), pour la fabrication de la caséine soluble (aliments concentrés), pour la fabrication de la caséine employée comme colle et apprêt, etc.

Au point de vue agricole, il sert à obtenir les fromages dits maigres, pour l'engraissement des veaux et des porcs, comme engrais, etc., etc.

UTILISATIONS INDUSTRIELLES

Notre ami Paul Razous a magistralement traité cette question (1), et nous devons, au cours de notre exposé, lui faire de nombreux emprunts.

FABRICATION DE LA CASÉINE. — Au point de vue chimique, la caséine est une albumine de formule $C^{72} H^{112} Az^{18} SO^{22}$ ou même $C^{240} H^{347} Az^{55} S^3 O^{75}$ d'après Schutzenberger. Cette caséine est,

(1) *Conservation du lait, du beurre et du fromage*, suivie de *l'Utilisation des sous-produits de l'industrie laitière*. Société d'éditions techniques, 16, rue du Pont-Neuf, Paris, 3 fr. 50.

d'après Duclaux, la seule matière albuminoïde que renferme le lait normal dans lequel elle est sous trois états différents :

1° La caséine en suspension, c'est-à-dire celle qui, renfermée dans un lait recueilli dans un ballon (système Pasteur) à l'abri de toute altération subséquente, cède à l'action de la pesanteur et se dépose au fond du vase, par le repos ;

2° La caséine colloïdale, c'est-à-dire celle contenue dans le lait à l'état muqueux, et qui, dans une expérience de dialyse, ne peut passer à travers un tube poreux de porcelaine et reste en suspension dans le liquide ;

3° La caséine dissoute, c'est-à-dire celle qui, dans la même expérience, filtre à travers les cloisons poreuses du tube de porcelaine.

Dans les laboratoires, on emploie pour recueillir la caséine le procédé suivant :

Le lait, débarrassé de ses matières grasses, est laissé au repos pendant 24 heures. On y ajoute alors de l'acide sulfurique qui précipite la caséine. Celle-ci est lavée, puis mise à digérer avec du carbonate de sodium qui la dissout. La petite quantité de beurre qui était restée dans le lait monte à la surface. On décante, on précipite la caséine par un acide, on la lave à l'eau, puis à l'alcool et à l'éther.

La fabrication industrielle de la caséine s'effectue par des méthodes qui diffèrent entre elles suivant les diverses variétés de caséines qu'on veut obtenir et suivant aussi le procédé employé pour coaguler la caséine.

Si l'on veut obtenir une caséine soluble destinée à l'alimentation ou à la pharmacie, on précipite le petit lait par l'acide acétique ou bien on laisse la caséine se coaguler spontanément par suite de la fermentation lactique.

Pour recueillir la caséine utilisée industriellement, on place le petit lait dans de grandes cuves et l'on coagule la caséine soit par un acide, soit avec la présure.

La caséine coagulée avec la présure est précipitée avec de l'acide sulfurique et sert à la fabrication d'objets de toute sorte (peignes, porte-plumes, coupe-papier, grattoirs, broches, etc...) dits en « galalithe ».

La caséine coagulée avec un acide est précipitée par l'acide muriatique et sert en particulier à faire de la colle.

Nous allons donner maintenant quelques détails sur les manipu-

lations que nécessite la fabrication de la caséine et aussi sur les usages si différents des diverses variétés obtenues.

Caséine soluble destinée à l'alimentation. — La caséine soluble a une très grande valeur nutritive; elle a été introduite dans l'alimentation de l'armée anglaise sous forme de pains comprimés. Tandis que la poudre de viande revient à 4 francs le kilo, la caséine, de même pouvoir nutritif, ne revient qu'à 0 fr. 80.

On fabrique aussi, avec la caséine soluble, des matières alimentaires lactées (plasmon, caséone, nutrose, globon, eukasine, sanotogène, etc.), riches en azote, auxquelles les fabricants attribuent des qualités extraordinaires et notamment une très grande digestibilité et un pouvoir nutritif énergique. Presque tous ces corps contiennent de la caséine associée à des sels de sodium, en particulier à du bicarbonate. La *caséone* s'obtient en traitant à chaud, dans un malaxeur, de la caséine avec du bicarbonate de sodium; en même temps, on fait arriver dans le malaxeur un courant de gaz carbonique; la température ne doit pas dépasser 70°.

D'après Liebrecht et Rœhman, la *nutrose* s'obtient en triturant ensemble 100 grammes de caséine, 2 gr. 3 d'hydrate de sodium et 3 grammes de chlorure de calcium. On fait bouillir le produit ainsi obtenu avec de l'alcool. Après expulsion de celui-ci et dessiccation, on a une poudre blanche, fine et soluble dans l'eau.

Le *sanotogène*, préparé par Bauer et C^{ie}, de Berlin, se compose, d'après Fischer, Wagner et Gautier, de 75 p. 100 de caséine et de 25 p. 100 de glycérophosphate de sodium. Le *globon* est aussi de la caséine traitée par la soude.

Le *plasmon* est essentiellement formé par la caséine et les nucléo-albumines du lait.

Pour la préparation du plasmon, la caséine est précipitée du lait débeurré au moyen d'un peu d'acide acétique. Les principaux phosphates ainsi que la plupart des nucléo-albumines restent en combinaison avec la caséine. Celle-ci est ensuite lavée puis agitée mécaniquement avec une solution faible de carbonate sodique. Ce sel, avec lequel la caséine était primitivement combinée dans le lait, la réduira dans son premier état. Il ne reste plus qu'à sécher à l'étuve dans l'acide carbonique.

Caséine destinée à la fabrication des objets de tabletterie. — La caséine est précipitée du lait écrémé au moyen de la

présure ; puis, séchée, est une masse friable et d'un blanc jaunâtre, soluble dans les dissolutions alcalines d'où elle est reprécipitée à nouveau par des acides. Le produit ainsi obtenu a été appelé galalithe, diminutif de « Galactolithe » qui signifie, en grec, pierre de lait.

La galalithe est employée à la fabrication d'objets de tabletterie imitant la corne, l'ambre, l'ivoire, le corail, la malachite et l'ébène naturels.

Schönfeld a obtenu le premier un corps d'aspect analogue au celluloid ou à l'os en chauffant du lait à 60°, l'additionnant de borax et portant à 90° ; la caséine est précipitée par le chlorure de baryum ou autres sels minéraux appropriés ; le précipité obtenu est lavé et pressé, puis transformé en plaques, grâce à un broyage avec de la soude ou autre dissolvant de la caséine ; on le presse ensuite dans des moules chauffés. M. Coulon signale qu'en mélangeant la caséine commerciale à 13 fois son poids d'une solution sodique dans laquelle le poids de NaO^2 est les 25 p. 100 du poids de la caséine sèche, on obtient une solution trouble. Quand la proportion de soude atteint 14 p. 100, la solution se laisse séparer du précipité boueux et blanchâtre. Mais le produit obtenu se ramollit dans l'eau ou est cassant à sec.

Dans une intéressante étude parue dans la *Revue scientifique* du 23 septembre 1905, M. Henri Pieron signale que la caséine permettant de fabriquer les objets dits « articles de Paris » est obtenue dans deux usines, une à Levallois-Perret (compagnie internationale de la Galalith Hoff et C^{ie}) et l'autre près de Hambourg. On y durcit la caséine dans le formol, qui l'empêche de s'altérer, et pour amener un durcissement considérable, on la soumet à de très fortes pressions. On lui donne toutes sortes de formes.

L'usine de Levallois-Perret livre la « Galalith » en plaques et bâtons de toutes couleurs, unis ou marbrés. Les plaques entières mesurent environ 40 cm. × 40 cm. ou 50 cm. × 80 cm. Les bâtons mesurent 0 m. 75 à 1 mètre de long.

La galalith a exactement les mêmes propriétés que la corne naturelle, et les moyens pour travailler ces deux matières sont identiques.

Caséine pour apprêt et pour colle. — Cette caséine est celle qui a été précipitée par l'acide sulfurique ou par l'acide chlorhydrique. Le lait écrémé est versé dans une cuve à double

fond, chauffée à la vapeur. Aussitôt que la température a atteint 60° (il ne faut jamais dépasser 65°), on ajoute de l'acide sulfurique étendu : habituellement un litre par mètre cubé de lait écrémé. En été, la quantité d'acide sulfurique à ajouter est un peu moindre, car le lait écrémé, par suite d'une fermentation plus active, devient très acide et se coagule quelquefois spontanément. Lorsque la coagulation complète est obtenue, la masse est jetée sur des filtres en toile où elle s'égoutte. A la laiterie de Pont-de-Ruan (Indre-et-Loire), on emploie comme filtre un treillis métallique sur lequel on

dispose une nappe en toile. Au bout de vingt-quatre heures, la caséine est devenue très dure et peut être emmagasinée dans des sacs pour être dirigée aux usines d'utilisation. La caséine ainsi obtenue est dite, à cause de sa teneur en eau, à 50 p. 100 d'humidité.

Lorsqu'on veut obtenir de la caséine plus sèche, on place le coagulum dans des plateaux en porcelaine qui sont chauffés lentement dans des étuves.

M. Lebrasseur, directeur de la Compagnie Sturtevant, a ima-

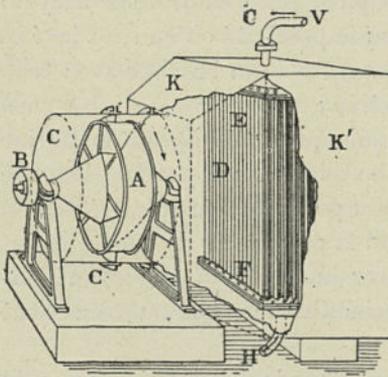


FIG. 11. — Aérocondenseur, système Fouché.

giné dans ce but un système de séchage analogue à celui employé dans un grand nombre d'autres industries sous le nom de tunnel-séchoir. La caséine humide est disposée sur des claies à toile métallique empilées dans des wagonnets W (fig. 12 et 13). Les claies consécutives sont séparées par les cales *s*. L'appareil de dessiccation, représenté schématiquement en plan par la figure 13 et en coupe transversale suivant AB par la figure 12, comprend : 1° l'étuve proprement dite, munie de deux portes PQ et ST ; 2° un ventilateur V refoulant l'air extérieur dans le calorifère C ; 3° la chambre de compression d'air chaud D.

Les wagonnets W, chargés de caséine humide, pénètrent par la porte PQ en roulant sur des rails dans le sens des flèches *f* ; ils ressortent de l'étuve, quand la caséine est sèche, par la porte ST. L'air, refoulé par le ventilateur V et échauffé par le calorifère C,

arrive dans la chambre de compression d'air chaud D et passe ensuite entre les diverses claies en suivant la direction des flèches a . A intervalles réguliers, on sort le wagonet V_1 qui est en tête, on fait avancer la rame de wagonets et on fait entrer un wagonet chargé de caséine fraîche qui vient à la place du W_2 . On voit que le séchage est méthodique. Il suffit de quatre wagonets; pendant que trois wagonets sont en traitement dans le tunnel-séchoir, le quatrième est en déchargement ou rechargement à l'extérieur. L'ensemble des ventilateurs et du calorifère constitue ce que M. Lebrasseur appelle un groupe calorigène.

Nous signalerons également le séchoir à chariots de M. Fouché qui donne de bons résultats, et dont l'organe essentiel est un aérocondenseur. Cet aérocondenseur, qui utilise la vapeur venant de l'échappement d'une machine, ou directement d'une chaudière, lance un courant d'air chaud dans une série de chariots chargés de caséine. (Voir page 144 la figure 11.)

A cet effet, un ventilateur, mis en mouvement au moyen de la poulie B et renfermé dans l'enveloppe C, projette l'air sur un faisceau de tubes verticaux D

assemblés en haut et en bas dans des capacités E et F formées chacune d'une plaque tubulaire jointe à boulons sur une calotte en bronze; C' est le condenseur proprement dit renfermé dans une enveloppe KK' qui se relie à celle du ventilateur; V est la tubulure d'arrivée de vapeur; H, celle d'évacuation

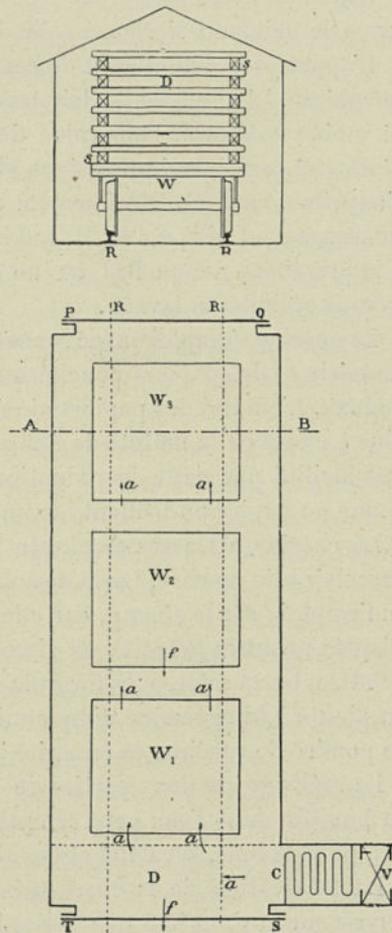


FIG. 12 et 13. — Coupe transversale et plan du tunnel-séchoir pour caséine.

de l'eau condensée. La vapeur qui remplit les deux calottes et le tube est à 100° si l'échappement est libre, ou à une température moindre si l'on fait le vide ; dans ce cas, la tubulure H aboutit à une pompe à air.

Des séchoirs de ce système ont été récemment installés à la caséinerie de Sains-du-Nord et à celle de Gisors (Eure).

L'apprêt des dentelles et de certains tissus de valeur se fait avec la caséine. L'albumine du lait tend à remplacer, comme supérieure et moins coûteuse, l'albumine de l'œuf dans les impressions sur étoffes et certaines impressions plus légères. L'apprêt à la caséine s'imprime, en effet, très finement et ne ternit pas les couleurs. Malheureusement, d'après M. H. Labbé, on est limité à ce genre spécial d'impressions, auxquelles on ne demande pas de présenter une grande solidité au lavage.

La caséine s'emploie avec succès dans l'industrie des papiers de fantaisie et des papiers couchés en blanc destinés aux impressions de luxe. L'emploi des papiers ainsi apprêtés se vulgarise de plus en plus à cause de la netteté de l'impression. Le glaçage lui-même est très facilité par cette introduction de caséine dans l'apprêt, et il donne au papier un brillant incomparable.

La caséine est assez employée comme mastic pour la poterie, la porcelaine, le marbre. On la dissout dans un faible lait de chaux, et on l'emploie sur le champ, car elle perd rapidement ses propriétés. D'après un autre procédé, on dissout la caséine dans l'ammoniaque. Schützenberger donne la formule suivante : à 28 litres d'eau tiède, on ajoute 1 kilogramme d'ammoniaque à 20 p. 100, puis 7 kil. 500 de poudre de caséine, et on agite jusqu'à dissolution.

Le mélange de deux parties de caséine et d'une partie de borax en bouillie dans l'eau peut remplacer la colle forte dans bien des cas, pour le bois, le carton et le cuir.

La fabrication de la *caséo-peinture*, ou peinture à la caséine, repose sur la propriété que possède la caséine de former un précipité insoluble avec la chaux vive. L'utilisation de la caséine en peinture est assez ancienne, puisqu'un très vieux procédé consistait à faire au petit lait la peinture des plafonds soignés. Dans la caséo-peinture on peut incorporer les couleurs qu'on désire.

Caséine employée pour le collage des boissons. —

Le collage aux blancs d'œufs est onéreux. On peut craindre, pour les vins de choix principalement, que la colle de poisson, cependant

utilisée, ne laisse un goût particulier. Le problème s'est donc posé de chercher une substance bon marché qui puisse être employée avec succès et sans inconvénient aucun au collage. Le lait a d'abord été essayé, puis la caséine.

D'après M. Müntz, il existe plusieurs variétés de caséines susceptibles d'être employées pour le collage des vins. L'une d'elles, obtenue par les procédés de M. Hatmaker, se présente sous forme d'une poudre légère, neigeuse, d'un blanc éblouissant, exempte de tout mauvais goût.

Les appareils de dessiccation Just Hatmaker consistent essentiellement en deux cylindres horizontaux de 0 m. 20 de diamètre, chauffés intérieurement par un courant de vapeur d'eau. Ces cylindres sont presque tangents et tournent en sens contraire. La caséine tombe en nappe plane entre les deux cylindres qui l'entraînent en couche mince; l'eau s'évapore pendant la rotation des cylindres et il se forme des pellicules qui sont solides au moment où des raclettes les détachent.

La caséine est versée de préférence dans l'eau tiède. Une partie se dissout immédiatement; une autre portion se forme en grumeaux qui disparaissent bien vite quand on agite et quand on frotte sur les parois du récipient. Nous obtenons alors une solution opalescente et mousseuse, analogue au blanc d'œuf.

Cette solution contient de 10 à 20 parties d'eau pour une de caséine. Elle est versée directement, mais en plusieurs fois, dans le liquide à coller, en fouettant vivement ce dernier.

La clarification ainsi obtenue est parfaite et s'effectue plus rapidement qu'avec les autres matières employées jusqu'ici.

Le vin ainsi traité ne s'altère pas, même quand on a employé un excédent de caséine. D'ordinaire, en effet, l'excès de blanc d'œuf ou de colle de poisson reste en dissolution dans le liquide, et son action s'exerçant sur le tannin contenu naturellement ou artificiellement dans le vin, le liquide devient louche et les différents ferments de maladie se développent rapidement.

Au contraire, la caséine, même employée avec excès, s'élimine entièrement, parce qu'elle se précipite, au contact de l'acidité du vin, sous forme de caillots qui se rassemblent très bien. Les accidents si fréquents qui se produisent à la suite du collage des vins pauvres en tannin ne sont donc plus à craindre par l'emploi de la caséine.

Ainsi donc, en lui-même, le produit que nous étudions offre des qualités de premier ordre, qui le recommandent non seulement aux producteurs de vins de crus ou de vins ordinaires, mais aussi aux producteurs de bière et de cidre.

Mais le prix en est-il abordable? C'est ce que des calculs très simples rendent tout à fait évident.

Pour les forts collages, 30 grammes de caséine remplacent 28 grammes d'albumine, nécessaires au collage d'une barrique.

Le prix du kilogramme de caséine étant de 3 fr. 50, la dépense par barrique sera environ de 10 centimes et demi au lieu de 50 centimes. Pour les collages plus faibles, suffisants la plupart du temps, on emploiera 10 à 12 grammes de caséine par barrique, ce qui rend la dépense absolument minime.

M. Müntz a opéré sur des vins du Midi avec la quantité de 5 grammes par hectolitre, sur des vins de la Dordogne avec 6 grammes.

La *Revue commerciale, coloniale et viticole* du 15 avril 1905 signale que des essais comparatifs étant faits avec des poudres d'albumine du commerce, d'un prix de 8 et 12 francs le kilo, le collage à la caséine a donné des résultats sensiblement meilleurs au triple point de vue de la clarification, de la rapidité avec laquelle le vin est devenu limpide, et de la manière dont le dépôt s'est effectué et rassemblé.

Tels sont les principes de la préparation ainsi que les principaux usages des diverses variétés de caséines. Toutefois, avant de terminer cet exposé, nous signalerons l'utilisation des résidus de fabrication de la caséine. Le sérum qui s'écoule du caillot peut être restitué à la beurrerie qui l'emploie avec de la farine pour nourrir les porcs; mais cette nourriture ne réussit pas toujours et peut même occasionner des maladies aux bestiaux. Aussi un chimiste autrichien, le docteur Zirn, songe à extraire le lactose du sérum par évaporation dans le vide. Ce lactose, d'après M. Pieron, serait susceptible d'être utilisé pour fabriquer des produits entrant dans l'alimentation des enfants. Tous les « soluble foods » pour enfants des Anglais contiennent du lactose. Toutefois l'exportation du lactose serait assez difficile à cause de droits de douane très élevés, aussi le sucre du lait devrait être employé pour un aliment artificiel en France même.

On voit ainsi que le lait écrémé est susceptible d'être la matière

première de deux industries encore peu connues en France : la caséinerie et la lactoserie.

Nous retrouverons cette dernière aux emplois du petit lait, résidu des fromageries.

UTILISATIONS AGRICOLES

LE LAIT ÉCRÉMÉ DANS L'ALIMENTATION DE L'HOMME. —

Dans les petites exploitations agricoles, le lait écrémé est utilisé depuis toujours pour l'alimentation des habitants de la ferme. Dans la région du Nord, aux environs de Lille principalement, il est vendu aux populations ouvrières sous le nom de *lait battu* et sert à la confection d'un potage fort apprécié des gens de la région. Il faut, pour s'y accoutumer, une certaine persévérance à cause du goût aigrelet qu'a cette nourriture.

La valeur alimentaire du petit lait a été mise en lumière par les recherches de notre camarade Mazé, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Paris. Il pense qu'il faut chercher par tous les moyens possibles à mettre le lait écrémé à la disposition des habitants des grands centres comme Paris.

Dans ce but il peut être utilisé pour la fabrication du pain, pour l'obtention du lait condensé, pour la fabrication du fromage maigre et même pour celle des fromages gras, ainsi que nous le verrons.

Fabrication du pain. — En raison de la valeur nutritive du lait écrémé qui, d'après le docteur Gerber, est égale aux deux tiers de celle du lait entier, M. Chevalley proposa, en 1886, de le substituer à l'eau dans la préparation de la pâte à pain ; le pain obtenu ne coûterait que deux centimes de plus par kilogramme que celui fait à l'eau ; d'après M. Mer, la proportion la plus convenable est 1 litre de lait écrémé pour 1 kil. 550 de farine, mélange qui donne un pain de 2 kil. 150.

Fabrication du lait condensé. — D'après M. A. Rolet le lait des centrifuges pourrait être employé à la fabrication du lait condensé, et ce serait là le moyen d'utilisation le plus rationnel du principal sous-produit des beurreries.

Fabrication du fromage maigre. — Pour préparer le fromage maigre, après avoir fait tiédir le lait écrémé, on coagule

celui-ci avec de la présure délayée dans un peu d'eau ; le caillé étant formé, on le met à égoutter sur des claies ou dans des moules en bois ou en terre, percés de trous et quelquefois garnis d'un linge ; on le comprime ensuite légèrement pour expulser le lait écrémé. On le consomme dans cet état (fromages frais), ou bien on le sale, on lave sa surface avec du petit-lait bouillant, on le fait sécher et on le porte à la cave, où il subit une espèce de fermentation ou maturation. Toutes choses égales d'ailleurs, ces fromages maigres sont d'une digestion beaucoup plus facile que les fromages gras correspondants.

Incorporation au lait de beurre d'une matière grasse artificielle. — Fabrication des fromages gras.

— On a essayé de réincorporer dans le lait écrémé des corps gras d'origine végétale, tels que l'huile de coton épurée, l'huile d'arachide, la margarine, l'oléine, le saindoux, afin de remplacer la matière grasse primitive.

Le mélange intime du lait écrémé et de la matière grasse destinée à remplacer le beurre disparu peut se faire :

1° Au moyen d'injecteur fonctionnant sous l'influence d'une forte pression ; un des ajutages amène le lait, l'autre la matière grasse ;

2° Au moyen d'écrémeuses ou d'émulseuses.

L'écrémeuse Burmester et Wein est disposée pour cet usage. Pour réincorporer des quantités de matière grasse variant de 1 à 4 p. 100, il faut régler les températures ainsi :

| | | | |
|-------------------|-----|-------------|-------------|
| Huile de lin..... | 20° | Lait écrémé | 20 à 28° |
| Oléine, saindoux. | 30° | — | 50° ou plus |
| Oléo-margarine.. | 55° | — | 60° — |

On règle les afflux de lait et de matière grasse dans les proportions qu'on veut obtenir, par exemple 97 de lait, 3 de matière grasse.

L'émulseur Laval consiste en deux bols vissés l'un sur l'autre et laissant entre eux un espace vide dans lequel sont introduits les liquides à mélanger. Ces deux bols se montent à la place du tambour de l'écrémeuse centrifuge. On les rapproche jusqu'à ce qu'entre eux il y ait une fente épaisse comme une feuille de papier ; c'est par cette petite ouverture circulaire extrêmement mince que s'écoulent les liquides mélangés. Les liquides sont laminés dans ce passage, ce qui permet d'incorporer jusqu'à 20 et 25 p. 100 de matière grasse à une température de 75 à 80°.

Dans l'émulseur américain, le résultat est obtenu au moyen d'une brosse tournant rapidement.

Cette réincorporation qui est une fraude lorsqu'il s'agit de vendre du lait en nature permet d'obtenir à la fois du beurre et des fromages gras qui, au fait, sont peut être également fraudés, mais n'en sont pas moins bons et sains.

Ils s'obtiennent absolument par les procédés habituels de travail du lait frais et il faut être vraiment connaisseur pour distinguer dans un fromage fait si la matière grasse provient du lait ou d'une graisse végétale quelconque.

Le lait écrémé destiné à l'alimentation de l'homme doit être *pasteurisé* s'il est suspect.

LE LAIT ÉCRÉMÉ DANS L'ALIMENTATION DU BÉTAIL. — Le lait écrémé, dit P. Razous, est un aliment très précieux pour les jeunes animaux, mais il ne peut pas constituer à lui seul une ration bien comprise; il convient de remplacer les 40 grammes de matière grasse qui ont été enlevés de chaque litre de lait pour obtenir le beurre par l'équivalent de substances amylacées ou par une quantité un peu plus élevée, suivant le but que l'on vise.

S'il s'agit simplement d'élever des veaux sevrés prématurément pour des raisons d'ordre économique, il faut remplacer les matières grasses par leur poids de fécule multiplié par le coefficient 2,3. On additionnera donc chaque litre de lait écrémé de 92 grammes de fécule. Si l'on se propose de faire de l'engraissement on doit augmenter encore la proportion de matières non azotées par rapport à celle des matières azotées; leur rapport $\frac{\text{Matières azotées}}{\text{Matières amylacées}}$, c'est-à-dire petit lait écrémé, doit être voisin de 1/6; mais s'il entre dans la ration une quantité sensible de matières grasses, par exemple 1/5 du poids de matières non azotées, le rapport nutritif doit être égal à 1/5. M. Mazé fait sur ce sujet une remarque importante: on sait aujourd'hui que les matières azotées, aussi bien que les substances amylacées, peuvent se transformer dans l'organisme en matières grasses; il est avantageux de constituer la ration de façon à éviter l'accumulation de réserves de graisses aux dépens des matières azotées; celles-ci doivent être employées exclusivement à la formation des tissus musculaires; si la ration est trop riche en azote, il y a gaspillage de l'aliment le plus coûteux; par contre il ne faut pas exagérer non plus la proportion des matières

non azotées, car on favorise, dans ces conditions, la production de graisse sans provoquer un développement correspondant des tissus musculaires ; on produit plus de gras que de maigre ; il ne faut pas oublier qu'à ce point de vue, surtout chez le porc, on recherche de préférence le maigre.

Lorsque le lait écrémé constitue la base de la ration, il est facile, ajoute M. Mazé, de la compléter au moyen de fécule ou de pommes de terre ; on n'a à se préoccuper ni de la teneur en azote, ni en matières minérales, puisque le lait écrémé les renferme en proportions convenables.

Nourriture des veaux. — En 1873, 74 et 75, de nombreuses expériences ont été faites en Allemagne sur l'engraissement des veaux au moyen du lait écrémé. On leur donnait en moyenne à chacun, 10 litres de ce produit. On obtenait une augmentation de poids de 22 kilos en 4 jours, ce qui mettait le prix du litre écrémé à 7 centimes environ.

On est arrivé à de bons résultats en nourrissant les veaux de boucherie avec du lait écrémé et de la fécule. La dose à employer est de 50 grammes par litre de lait écrémé : on met, sur un feu doux, un peu moins de la moitié du lait écrémé destiné au repas que l'on prépare et toute la fécule nécessaire, puis on agite pour empêcher la fécule de s'agglomérer en moltons. Au premier bouillon, la cuisson est achevée, il ne reste plus qu'à verser ce mélange dans la portion du lait écrémé qui n'a pas été chauffée, ce qui le refroidit suffisamment pour qu'il puisse être bu de suite. La fécule peut être donnée aux veaux à partir du huitième jour.

Il est préférable de donner le lait à une température de 30° environ pour éviter de la part de l'animal les pertes d'énergie nécessaires pour amener la vaporisation de l'eau ainsi incorporée.

Le veau s'accommode bien, également, des aliments secs que l'on peut préparer avec le lait écrémé et dont nous dirons un mot plus loin.

Nourriture des porcs. — Les expériences faites sur ce sujet sont assez anciennes. L'une d'elles, rapportée par Cornevin, fut exécutée en 1856 en Allemagne sur des porcs essex. On en donne davantage aux cochons qu'aux veaux et ils ne l'utilisent pas aussi bien, à beaucoup près.

C'est ainsi que d'expériences faites à la ferme de Raslède et en Danemark, on a déduit que le litre de lait écrémé qui ressortait,

nous l'avons vu, à 7 centimes pour les veaux, ne valait plus que 0 fr. 035 quand il était donné aux cochons. On compte en moyenne qu'il en faut à ces animaux une vingtaine de litres par jour.

Pour le porc, le moyen le plus pratique et le plus économique de donner au lait écrémé les matières grasses qui lui manquent est de le mélanger aux eaux de vaisselle et aux débris de cuisine ou, si l'on n'en possède pas en quantité suffisante, d'avoir recours aux pains de cretons. Il y a également toujours utilité d'ajouter des aliments solides, afin d'empêcher les diarrhées qui se déclarent quand la nourriture est trop aqueuse.

Nourriture des volailles. — On a conseillé de mettre de la présure dans le lait écrémé, de recueillir le caillé qui peut être avantageusement distribué aux volailles pour l'engraissement ou la ponte.

Le petit lait qui s'écoule serait avantageusement donné aux porcs ou aux veaux.

On peut aussi donner aux poussins de six semaines une ration composée, d'après M. Rollet, de

- 1 k. 500 de lait écrémé dilué à 50 p. 100 d'eau ;
- 1 k. 100 de farine ;
- 0 k. 200 de grain (avoine, petit blé, sarrazin).

A trois mois, on leur fait avaler, par le gavage mécanique ou par l'entonnoir, une pâtée composée de 300 à 350 gr. de farine d'orge délayée dans un litre de lait écrémé.

Après 20 jours de ce dernier régime, les poulets pèsent de 800 à 1.000 grammes de plus.

FABRICATION D'ALIMENTS CONCENTRÉS AU MOYEN DU LAIT ÉCRÉMÉ. — M. Alph. Huillard a proposé d'incorporer le lait écrémé à des substances fourragères absorbantes, de les dessécher ensuite par des appareils à sécher, en vue de leur conservation et de leur transport.

Cette méthode, qui se prête à la fabrication d'une quantité pour ainsi dire illimitée de produits, de teneur variable en éléments nutritifs, a l'avantage de mettre en réserve des substances altérables lorsqu'elles ne peuvent pas être consommées sur place.

Voici un des types d'appareil à sécher utilisé par M. Huillard.

La matière à sécher, qui a absorbé le lait écrémé, est introduite

en B à la partie supérieure d'une tour circulaire A (fig. 14), sur le contour extérieur d'un plateau perforé C, où des palettes *p*, tournant avec un arbre D situé dans l'axe de la tour, poussent graduellement au centre du plateau, dans un tuyau E évasé par le bas et

fixé au plateau C. La matière vient alors sur la plate-forme d'un tronc de cône G, tournant avec l'axe; elle s'accumule dans le tuyau jusqu'à une certaine hauteur, constituant un bouchage, et crée sur le bas du bouchage une charge grâce à laquelle il est chassé à mesure en suivant les parois du tronc de cône G, puis envoyé au contour extérieur du plateau suivant où les mêmes phénomènes se reproduisent.

La matière sèche sort à la partie inférieure, d'une manière automatique et continue, sous l'action d'une palette.

On crée ainsi d'un étage à l'autre un bouchage par lequel la matière à sécher circule seule. Quant aux

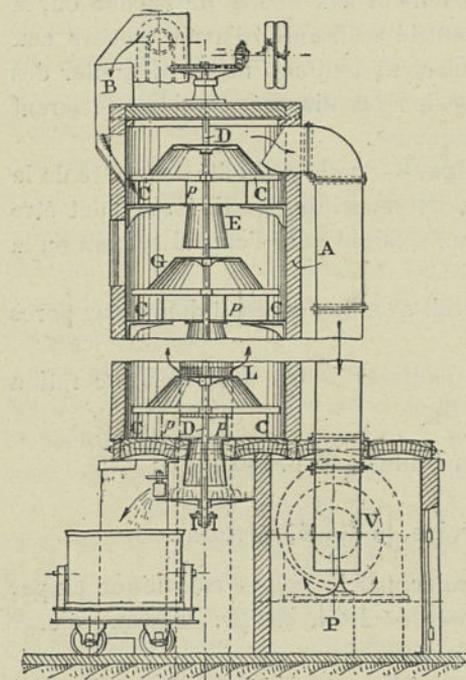


FIG. 14. — Appareil Huillard pour la dessiccation de matières alimentaires à base de lait écrémé.

gaz chauds, ils sont introduits en L, à la base de l'appareil, et montent en M à la partie supérieure en traversant chacune des couches étalées. L'ascension des gaz chauds est produite par un ventilateur aspirant V, placé en queue. Les poussières entraînées par les gaz chauds sont recueillies dans la chambre P.

Pour éviter aux animaux les troubles intestinaux et les maladies d'origine microbienne (tuberculose notamment) que leur donnerait le lait écrémé, on a proposé de le pasteuriser avant de le faire passer par le tube digestif.

Des appareils spéciaux ont même été construits dans ce but, mais il ne semble pas, jusqu'à présent tout au moins, avoir pris une grande extension.

Le meilleur conseil à donner est de porter le petit lait à l'ébullition, quand on le peut, avant de le distribuer aux bêtes.

§ 3. — UTILISATIONS DU PETIT LAIT

COMPOSITION. — Suivant l'espèce de fromage de la fabrication duquel il est un sous-produit, le petit lait varie. Dans la fabrication des fromages à pâte cuite où l'on fait cailler rapidement le lait, le petit lait obtenu est doux; il est, au contraire, acide et en pleine fermentation lactique lorsqu'il provient de la fabrication des fromages à pâte crue comme le maroille, le brie, le camembert, etc.

C'est un liquide jaune-verdâtre, assez clair généralement, quelquefois trouble.

D'après Mazé, sa composition est la suivante :

| | |
|------------------------|-------|
| Eau | 93,06 |
| Matières azotées | 0,8 |
| Sucre de lait | 4,9 |
| Matières grasses..... | 0,1 |
| Cendres | 0,6 |

Fleischmann a obtenu le résultat ci-dessous, ce qu'il appelle petit lait proprement dit étant le petit lait doux, et le petit lait aigre celui qui provient des fromages à pâte crue :

| | p. 100. | Petit lait proprement dit | | Petit lait aigre | |
|---|---------|---------------------------|--------|------------------|--------|
| | | I | II | I | II |
| Eau | | 93,059 | 92,949 | 93,475 | 93,131 |
| Matière grasse..... | — | 0,127 | 0,152 | 0,083 | 0,122 |
| Précipité par l'acide acétique à 100° | — | 0,599 | 0,592 | 0,518 | 0,474 |
| Précipité par l'acide tannique | — | 0,466 | 0,426 | 0,520 | 0,585 |
| Sucre de lait..... | — | 5,095 | 4,904 | 4,419 | 4,377 |
| Sels inorganiques | — | 0,581 | 0,606 | 0,816 | 0,817 |
| Perte..... | — | 0,073 | 0,311 | 0,169 | 0,494 |
| Protéine totale | — | 1,065 | 1,018 | 1,038 | 1,059 |

Le petit lait aigre renferme — ce qui s'explique — moins de lactose que le petit lait proprement dit.

L'examen de ces tableaux de composition montre : 1° que quoique de valeur assez faible à ce point de vue, le petit lait peut néanmoins servir d'aliment ; 2° qu'il doit pouvoir être utilisé pour l'extraction d'une autre partie de la protéine qu'il renferme ; 3° qu'il doit pouvoir servir à l'extraction du lactose, de l'acide lactique, de l'acide acétique.

De là divers usages du petit lait que nous allons successivement passer en revue.

UTILISATIONS INDUSTRIELLES

Là encore nous devons faire de nombreux emprunts au livre déjà cité de notre ami P. Razous.

Fabrication du sucre de lait. — Voici quel est, d'après Wagner, Fischer et Gautier, le procédé de fabrication du sucre de lait.

Le sucre de lait est extrait du petit lait par évaporation et cristallisation. Dans ces derniers temps, on a proposé de traiter le petit lait dans les fabriques de sucre de betterave. Le traitement est effectué à peu près comme celui du jus de betterave, et il consiste tout d'abord à éliminer aussi complètement que possible les substances non sucrées. Dans ce but, le petit lait est d'abord chauffé à 75-85° et ensuite mélangé avec 6 à 10 p. 100 d'un lait de chaux à 20° Baumé ; les acides libres sont ainsi neutralisés, les sels solubles sont transformés en sels insolubles et précipités avec les substances protéiques, les peptones et la matière grasse ; en même temps, la matière colorante extractive passe dans le précipité calcaire, de sorte que le processus de défécation se passe tout à fait comme pour le sucre de betterave.

La saturation par l'acide carbonique, la séparation du précipité à l'aide de filtres-presses, ainsi que le traitement de la solution sucrée ont lieu également comme dans les fabriques de sucre brut. La solution de sucre est d'abord évaporée à 19-20° Baumé ; elle est ensuite cuite pour sucre en grains et ce dernier est séparé comme à l'ordinaire par turbinage. Les frais s'élèvent aux chiffres suivants :

| | |
|---|-----------|
| Prix d'un hectolitre de petit lait..... | 3 fr. 125 |
| Évaporation | 0 300 |
| Autres frais.. .. | 0 625 |
| TOTAL | 4 fr. 050 |

Le rendement en sucre de lait est, en moyenne, de 3,4 p. 100.

En Amérique, ainsi qu'en Allemagne, le petit lait, neutralisé par la soude, est concentré dans le vide. Dans l'appareil à condenser Streckheiven, le liquide est amené au contact de disques lenticulaires chauffés par la vapeur. Ce liquide, réparti en couche mince, s'évapore rapidement. Le sucre brut est raffiné par l'addition, à sa solution, de noir animal et d'alun : le liquide, clarifié par le passage à travers un filtre-pressé, est concentré à nouveau, puis desséché à l'étuve.

Le Moniteur du Dr Quesneville signale en 1906 un procédé d'obtention et de raffinage du sucre de lait imaginé par Nielsen qui a fait l'objet du brevet danois n° 8015 du 7 février 1905.

Les petits laits débarrassés de la masse caséuse sont concentrés par évaporation au quart de leur volume primitif. On écume en même temps soigneusement les matières albuminoïdes et les matières grasses quand celles-ci viennent se réunir à la surface du liquide. Ce dernier est alors filtré, évaporé de nouveau au quart et forme une masse sirupeuse dans laquelle le sucre de lait cristallise. Ce sirop restant est dissous dans une quantité d'eau suffisante et chauffé jusqu'au point d'ébullition avec du sulfate de magnésium. La dissolution est alors chauffée et filtrée, additionnée d'alun et de noir animal, concentrée à consistance sirupeuse, et enfin centrifugée.

Dans plusieurs laiteries françaises, les frais de fabrication du sucre de lait seraient inférieurs aux chiffres précédents puisque le petit lait est revendu aux propriétaires à un prix ne dépassant guère 0 fr. 02 le litre. Mais, pour qu'une pareille fabrication ait des chances de réussite, il faut qu'elle soit pratiquée en grand et dans une usine convenablement agencée.

Les produits d'une sorte de fermentation alcoolique du sucre de lait, dans certaines conditions, donnent des laits fermentés (koumys, képhir, galazime) de digestion plus ou moins facile selon le degré d'avancement de la fermentation. Ces produits sont très nourrissants et excellents contre le catarrhe stomacal des buveurs ; ils servent à rétablir graduellement le régime lacté exclusif, non

seulement chez les alcooliques, mais chez tous les malades astreints au régime lacté dont l'estomac ne peut pas supporter le lait ordinaire cru ou bouilli.

Fabrication de l'acide lactique. — La fermentation qui s'opère peut, lorsqu'elle est bien conduite, transformer les 50 grammes de sucre de lait que contient un litre de petit lait presque entièrement en acide lactique. Le rendement peut atteindre 98 p. 100. Les meilleurs ferments à utiliser sont ceux que l'on rencontre en distillerie et dans certains laits coagulés, comme le leben d'Égypte, le yoghourt de Bulgarie ; ces ferments agissent à 50° et prennent très vite possession du terrain.

On commence par filtrer le petit lait à travers des manches, afin de le débarrasser des matières azotées en suspension ; on le porte ensuite dans des récipients profonds munis de serpentins à travers lesquels on peut faire passer un courant d'eau chaude, afin de le stériliser partiellement.

Dès que la température est redescendue au point voulu, favorable au ferment qu'on veut employer, on ensemence ce dernier largement ; on doit prendre la précaution d'ajouter le milieu de carbonate de chaux en poudre destiné à neutraliser l'acide lactique au fur et à mesure de sa production. La fermentation dans ce milieu neutre et à température constante, dans une pièce au besoin légèrement chauffée, s'effectue très rapidement, en cinq à six jours. Sans l'addition du carbonate de chaux, la fermentation s'arrêterait à un certain degré d'acidité, le ferment lactique ne pouvant vivre en présence d'un trop grand excès du produit qu'il élabore. Le lactate de chaux est ensuite décomposé par l'acide sulfurique ; il se forme du sulfate de chaux qui précipite ; l'acide lactique, qui reste en dissolution, est extrait par un autre dissolvant approprié, puis on le purifie et on le décolore par le noir animal.

Suivant que l'acide sulfurique employé est plus ou moins concentré, on a de l'acide lactique avec des doses variant de 23 jusqu'à 30 0/0 d'eau.

Il n'est pas très facile d'estimer le prix de revient de l'acide lactique, car il dépend de l'installation et de la proximité ou de l'absence d'une autre usine donnant de la vapeur perdue ; les principaux frais sont, d'après M. Kayser, l'achat du carbonate de chaux, qu'on ajoute à raison de 5 kilos par hectolitre de petit lait, estimé à 1 fr. ; l'acide sulfurique destiné à mettre l'acide lactique en liberté ; enfin

la chaleur nécessaire au maintien d'une température favorable pendant la fermentation, celle nécessaire à la concentration du lactaté et de l'acide lactique.

L'acide lactique est employé en médecine contre les maladies d'estomac et sous forme de limonade pour produire l'asepsie intestinale en cas de trouble d'origine infectieuse ; industriellement, on l'utilise en teinturerie pour le mordantage, en tannerie, dans la fabrication de certaines conserves, dans l'encolage.

Fabrication du vinaigre. — Mon ancien maître, M. Kayser, directeur du laboratoire des fermentations à l'Institut agronomique, a donné d'intéressants détails sur cette fabrication qui, par une fermentation alcoolique, transforme le sucre de lait ou petit-lait en acide acétique.

On sait que toutes les boissons alcooliques peuvent être transformées en vinaigre. Comme le petit lait contient de 4,5 à 5 p. 100 de lactose, nous pouvons obtenir des boissons alcooliques de 2 à 2,5 p. 100 d'alcool, qui, en raison des pertes de diverse nature, etc., peuvent donner des liquides avec 20 gr. d'acide acétique par litre.

Comme le bon vinaigre renferme 50 à 60 p. 100 d'acide acétique, il faudra donc concentrer le petit lait de façon à avoir 100 à 120 grammes de lactose par litre, ce qui augmente, on le conçoit, dans la même proportion, les principes minéraux, ou bien adopter une autre voie, qui consiste à l'additionner de lactose ou de sucre ordinaire, de façon à obtenir des teneurs alcooliques de 50 à 60 grammes par litre, donnant presque autant d'acide acétique.

La transformation du sucre de lait en alcool se fait par des levures spécifiques, dites levures de lactose, dont on connaît déjà une dizaine et qu'on trouve dans le lait et les fromages.

Ces levures aiment les moûts neutres, comme le lait, et sont aérobies ; il importe donc de neutraliser l'acide lactique du petit lait ; de plus, en raison de sa facile décomposition, il faudra le porter à l'ébullition pour détruire le plus possible de ferments étrangers, notamment les ferments butyriques. Ensuite, il faudra, après refroidissement, ou lorsque la température sera tombée à 32°, l'ensemencer par une levure de lactose en pleine activité. On filtrera le liquide alcoolique obtenu par une légère acidification, pour le débarrasser de la levure et des matières albuminoïdes précipitées et on l'ensemencera dans de bonnes conditions d'asepsie, avec un ferment acétique énergétique.

Les meilleures conditions pour le développement de ce dernier ferment sont : milieu pauvre en matières azotées, — ce qui exclut déjà la concentration du petit lait, — accès facile de l'air et température optima.

L'addition d'acide acétique dès le début a, en outre, le grand avantage de créer un milieu favorable à la bactérie acétique, nuisible aux autres ferments.

L'acidification du liquide alcoolique devra se faire par la méthode Pasteur ou une méthode voisine de la méthode d'Orléans, car, avec le procédé allemand, les copeaux seraient trop facilement encrassés.

La réussite dépend, en outre, du choix du ferment acétique. Le collage peut avoir de bons effets.

M. Kayser recommande la plus grande propreté dans toutes les opérations ; l'ensemencement doit être fait à la façon d'Orléans, à l'aide d'un ferment rajeuni dans un milieu alcoolique pauvre en matières azotées. Ce sera l'amorce qui se trouvera encore favorisée par l'addition de vinaigre dès le début. On doit surtout essayer des ferments donnant des voiles minces et actifs à la surface des liquides alcooliques.

M. Kayser établit ainsi le prix de revient :

| | | |
|---|-----|------|
| Hectolitre de petit lait | Fr. | 1 » |
| Sucre ajouté..... | . | 4,20 |
| Acide acétique ajouté (1/2 litre) | | 0,40 |
| Frais de fabrication, 2,25 à 2,75 par hecto.... | | 2,75 |
| | Fr. | 8,35 |

Le prix peut varier entre 8 et 10 francs par hectolitre ; en le vendant 18 à 20 francs, on aurait un bénéfice de 8 à 10 francs par hectolitre, et, à ce point de vue, cette fabrication serait à encourager.

UTILISATIONS AGRICOLES

LE PETIT LAIT DANS L'ALIMENTATION HUMAINE. — **Le petit lait consommé en nature.** — Le Dr Metschnikoff, de l'Institut Pasteur de Paris, a préconisé, il y a quelques années, l'emploi du petit lait dans l'alimentation humaine. Ce produit jouerait un rôle d'assainissement dans le tube digestif en favorisant le déve-

loppement de la flore microbienne utile au détriment de la flore nuisible. Il y a eu une sorte d'engouement passager pour ce produit qui continue à être fort apprécié dans les campagnes, surtout au moment des chaleurs, comme boisson désaltérante.

Lorsqu'il est frais, son goût n'est pas désagréable parce que, précisément, il est aigrelet.

Beurre de petit lait. — Dans les fromageries où l'on fabrique des fromages absolument gras, c'est-à-dire où l'on met en présure le lait vierge de tout écrémage, on peut prélever la crème sur le liquide qui se sépare du caillé et en fabriquer du beurre dit « beurre de petit-lait ». A cet effet, il convient, d'après M. Pouriau, de refroidir immédiatement le petit lait et de le maintenir à une température de 10 à 12 degrés afin de hâter l'ascension de la crème et de pouvoir écrémer au bout de douze à quinze heures au plus. Dans ces conditions, le beurre fourni par le barattage de cette crème, et ensuite très soigneusement lavé, peut trouver un écoulement facile. De 1.000 litres de lait ayant servi à fabriquer un fromage gras de Gruyère, M. Chevalley, a retiré 12 kilos d'un beurre recherché par les pâtisseries.

Mon ancien camarade, M. Ch. Martin, signale, dans son *Traité de laiterie*, deux autres méthodes permettant l'extraction avantageuse du beurre de petit lait :

1° Chauffage du petit lait à 85 degrés, de façon à rassembler la matière grasse à la partie supérieure sous forme de crème. Le milieu est rendu acide par l'addition d'*aisy*, petit lait aigri, employé dans la fabrication du gruyère ;

2° Traitement du petit lait porté à 45 degrés environ par le centrifuge.

Fromages de petit lait. — Dans le cas où, de par la fabrication, le petit lait pourrait être assez bon, dans la préparation du gruyère, par exemple, on l'épure à nouveau en extrayant, après le caillé du fromage, un deuxième caillé auquel suivant les pays on donne le nom de ricotte en Italie, brocotte dans les Vosges, recuite dans les Cévennes, serau en Savoie, serai en Suisse. Ce caillé, qui emprisonne encore du serum sert à la fabrication d'un fromage spécial, le *seret*, qui présente, suivant les régions, plusieurs variantes parmi lesquelles sont les gruaux de montagne, la ricotta italienne, le mascarponi, le hüdeliziger.

Le petit lait clair résultant de l'extraction du seret porte le nom

de *petit lait ribot*. Engling a donné les compositions suivantes pour le petit lait ribot de vache :

| | I | II |
|------------------------|--------|--------|
| Eau | 93,310 | 93,908 |
| Matières grasses..... | 0,102 | 0,084 |
| Protéine..... | 0,267 | 0,344 |
| Sucre de lait..... | 5,852 | 5,347 |
| Sels inorganiques..... | 0,469 | 0,317 |

Au point de vue alimentaire le petit lait ribot n'a pas de valeur mais il peut parfaitement être utilisé comme nous l'avons indiqué précédemment pour le lactose, l'acide lactique, etc., etc. Dans les chalets et les fruitières ce petit lait sert à la préparation de ce qu'on appelle *l'aisy* et de la présure.

L'aisy que l'on conserve près du foyer, dans un tonneau, sert à la précipitation du serai ou ricotte dans le petit lait ordinaire. Pour cela on l'y ajoute sur la proportion de 5 0/0.

LE PETIT LAIT DANS L'ALIMENTATION DES ANIMAUX. — On peut utiliser le petit lait en nature pour l'alimentation des animaux, mais, à cause de la forte proportion d'eau qu'il renferme, il convient de les placer dans les meilleures conditions hygiéniques et de leur donner les plus grands soins. Sa relation nutritive est 1/5.

Le petit lait dans l'alimentation des veaux. — C'est avec ces animaux que l'emploi exclusif du petit lait est particulièrement délicat. En admettant que la ration d'engraissement d'un de ces petits bovidés soit calculée à raison de 4 grammes de matières azotées et 25 grammes de matières non azotées par kilo de poids vif, il faudrait faire consommer à un animal de 100 kilos, 57 litres de petit lait pour lui constituer sa ration alimentaire, alors que sa consommation journalière normale peut être évaluée à 10 ou 12 litres seulement. De toute nécessité il faut donc ne pas constituer la ration exclusivement avec du petit lait mais y mélanger des farines choisies pour y rétablir l'équilibre nutritif.

Un certain nombre de farines dites lactées, que l'on offre un peu partout comme d'étonnants succédanés du lait entier de vache sont faites par addition de farines diverses à du petit lait et dessiccation. Nous décrirons plus loin un appareil qui peut être utilisé pour leur préparation.

Le petit lait dans l'alimentation des porcs. — Le petit lait convient tout particulièrement pour l'élevage des porcs. On peut le combiner avec les pulpes de sucrerie préalablement desséchées. Ces pulpes, qui pèsent de 27 à 28 kilos l'hectolitre, absorbent cinq fois leur volume de petit lait et leur propre volume devient trois fois plus grand ; l'addition du petit lait aux pulpes apporte à celles-ci les éléments sucrés dont elles ont été dépouillées.

Pour une truie qui allaite, M. Rolet, cite, d'après Sander, la ration suivante :

| | |
|------------------------------|---------|
| Petit lait | 2 kilos |
| Eaux grasses | 6 — |
| Farine de viande..... | 0 k. 5 |
| Son | 1 kilo |
| Pommes de terre cuites | 4 kilos |

Le petit lait pour les gros bovidés. — La possibilité d'utiliser le petit lait dans l'alimentation des autres animaux de la ferme, en particulier des bovidés, a été mise en évidence par M. Mazé.

Si les produits fermentés, certains fourrages, comme les crucifères, les ombellifères, les labiées, quelques végétaux que l'on ne cultive pas comme fourrage, comme les alliées, communiquent au lait des saveurs désagréables, il n'en résulte pas que le petit lait, qui est un produit fermenté, présente les mêmes inconvénients. Les substances qui passent de l'aliment dans le lait peuvent traverser l'organisme sans être détruites. Ce sont les essences, les huiles essentielles et d'autres corps sapides encore mal définis. Les produits qui se forment dans le petit lait ne jouissent pas de cette propriété ; ils sont assimilés ou détruits dans l'organisme. Aussi M. Mazé ne peut pas admettre que la généralisation du petit lait, au moins comme breuvage, ne soit pas possible. Il n'est pas douteux qu'il soit accepté par tous les animaux, et qu'à défaut des porcs ou de vaches laitières, il ne soit pas possible de le faire absorber aux moutons et aux veaux. Mais il peut se faire que les bovidés ne l'acceptent pas, en raison du goût ou de l'odeur de présure ; le fait est à vérifier.

Fabrication d'aliments concentrés au moyen du petit lait. — *L'appareil Huillard.* — Paul Razous décrit ainsi le procédé :

Appelé par des travaux antérieurs à résoudre le problème du

séchage des pâtes et, en général, des matières aqueuses les plus diverses, M. Alph. Huillard a été conduit à faire absorber le petit lait par des résidus industriels secs, issues de céréales, etc., qui ont un caractère alimentaire, et à en former ainsi une pâte.

Cette pâte traitée ensuite sur des appareils à sécher, est transformée en produits granulés conservables.

La figure 15 représente un de ces appareils dénommé « pailleteuse » essentiellement constitué par une toile métallique sans fin AB... LM qui plonge dans la cuve B contenant la matière à dessécher.

La toile métallique repose alternativement sur un rouleau supé-

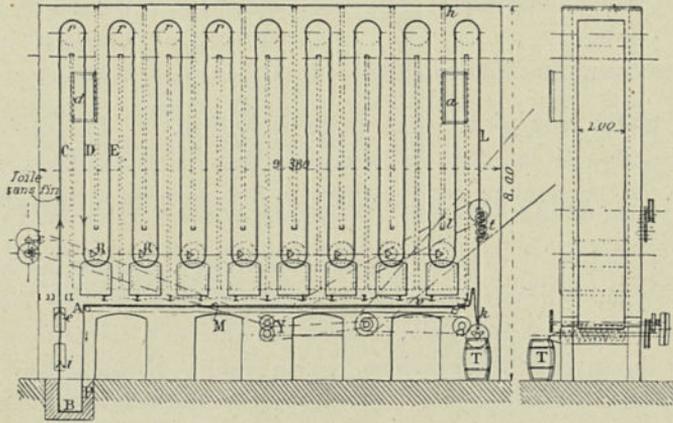


FIG. 15. — Coupe transversale et vue en bout schématiques de l'appareil Huillard.

rieur *r* et sur un rouleau inférieur *R*. Les rouleaux inférieurs sont seuls moteurs ; ils font habituellement un tour par minute, ce qui, dans le même temps, donne à la toile sans fin une vitesse linéaire d'environ 1 m. 30. L'espace dans lequel se meut la toile métallique est, sauf à l'endroit où elle plonge dans la cuve, complètement fermé par un coffrage dans lequel l'air chaud est introduit à une température telle que la dessiccation soit complète. Cet air chaud pénètre dans le coffrage en *a* ; grâce aux cloisons successives *h* formant chicanes, il cède presque toute sa chaleur avant de sortir en *d*. L'échauffement de l'air est obtenu au moyen des chaleurs perdues qui s'échappent par la cheminée de l'usine et son passage

à travers le séchoir est réalisé par un ventilateur aspirant non représenté sur les figures ci-dessus.

Voici maintenant comment s'effectue la dessiccation de la matière imprégnée de petit lait.

La toile métallique, se déplaçant à une vitesse convenablement réglée, plonge dans la pâte contenue dans la cuve et prend dans ses mailles une certaine quantité de cette pâte ; en *i*, se trouvent deux lèvres égalisant sur la toile l'épaisseur de la pâte. Deux contre-lèvres *e* ont pour but d'éviter l'entrée de l'air froid extérieur dans le coffrage qui constitue le séchoir. La toile sans fin, chargée de pâte, chemine dans le séchoir en sens inverse du courant d'air chaud. En *t*, sont disposées des tringles de pliage, en *k* une boîte de battage ayant pour but d'enlever à la toile sans fin la pellicule de pâte solide qui y adhère. Les pellicules tombent dans le tonneau T.

Comme pour le lait écrémé, l'emploi du petit lait, si l'on veut qu'il soit sans danger, doit être précédé de sa pasteurisation.

§ 4. — UTILISATIONS DU LAIT DE BEURRE

COMPOSITION. — Suivant l'état dans lequel la crème a été introduite dans la baratte, le lait de beurre présente une saveur douce ou aigre. Sa densité est de 1,033 environ. Sa couleur se rapproche beaucoup de celle du lait pur : il devrait, étant donnée sa pauvreté en corps gras, présenter la couleur bleutée habituelle à ces sortes de produits. Or, il n'en est rien, et pour expliquer cela, les Allemands admettent (Muller-Fleischmann) que la caséine ne s'y trouve plus dans le même état physique que dans le lait entier, mais que la forte action mécanique à laquelle cette matière a été soumise pendant le barattage lui a donné une nature particulière, appelée *pecteuse* par Müller.

La composition moyenne du lait de beurre est la suivante :

| | | |
|-------------------------|--------------|--|
| Eau | 91,24 p. 100 | |
| Caséine | 3,30 — | |
| Albumine | 0,20 — | |
| Matières grasses..... | 0,56 — | |
| Sucre de lait | 4 » — | |
| Sels inorganiques | 0,70 — | |

Les emplois du lait de beurre sont, en général, les mêmes que ceux du lait écrémé avec lequel, au surplus, il est souvent mélangé.

USAGES PARTICULIERS. — Certaines personnes prennent le babeurre comme rafraîchissant et purgatif.

Dans le Centre de la France, le lait de beurre mis à égoutter à travers un linge fin, dont on fait un nouet, fournit une sorte de fromage à goût un peu particulier auquel on donne le nom de *babeurre*, donné ailleurs au lait de beurre lui-même. On le mélange avec le lait écrémé pour la fabrication de fromages auxquels il donne souvent un goût amer.

On l'utilise dans l'alimentation des veaux et des porcs. Il faut prendre avec lui certaines précautions, comme pour le petit lait et le lait de beurre.

Il n'a pas d'utilisation industrielle.

§ 5. — UTILISATION DES RACLURES DE FROMAGE

Nous avons été initiés précédemment au traitement que subissent les fromages de Roquefort, seule exploitation suffisamment importante pour donner une quantité appréciable de résidus de raclage.

La composition de ces résidus est variable, mais cependant toujours très riche en substances alimentaires.

ALIMENTATION HUMAINE. — Certaines personnes recherchent ces raclures pour leur consommation personnelle. Ils leur attribuent des qualités stomachiques et apéritives. Il est certain que comme ces raclures sont en général très salées, elles doivent faire boire.

ALIMENTATION DES ANIMAUX. — Délayés et mêlés à des pommes de terre cuites, ces résidus sont très bien pris par les porcs, auxquels il faut veiller à n'en pas donner de trop, à cause de la forte proportion de sel qu'ils renferment. Il ne faut pas, en effet, donner au porc plus de 200 à 250 grammes de sel par jour. S'il y a excès, on observe des dérangements intestinaux (vomissements, entérite) ou même des troubles nerveux et circulatoires (ralentissement du cœur, symptômes de paralysie).

En général, ces raclures, même recouvertes de moisissures, servent de condiments dans les mêmes conditions que le sel dénaturé qu'on mélange aux fourrages. Malgré leur odeur spéciale, la saveur salée qu'ils communiquent aux aliments les fait mieux appéter par les animaux auxquels on les distribue.

CHAPITRE VII

Résidus de la distillerie

§ 1. — TECHNOLOGIE DE LA DISTILLERIE

Il convient tout d'abord de distinguer les véritables distilleries des fabriques de liqueurs, les propriétaires ou directeurs de ces derniers établissements se donnant souvent — à tort — le nom de distillateurs. Tant que l'on ne sera pas arrivé à produire synthétiquement l'alcool, nous pouvons dire que la distillerie est l'art d'extraire, de substances variées, de l'*alcool*.

A la vérité, on peut distiller d'autres produits que l'alcool ordinaire ou éthylique (C^2H^6O), mais alors, on fait toujours suivre le mot distillerie, de la désignation de la matière première employée; exemples : distillerie de bois, de résine; ou de celle des produits obtenus : distillerie de parfums, d'essences, etc., etc. Quand on parle simplement de distillerie, il s'agit de l'alcool ordinaire.

DES MATIÈRES PREMIÈRES DE FABRICATION DE L'ALCOOL. —

En dehors des liquides alcooliques que nous avons déjà rencontrés, tels que vin, cidre, bière, liquides desquels on peut extraire l'alcool en n'obtenant guère comme résidu que des *vinasses*, il existe des foules de matières qui, sans passer par l'intermédiaire d'une boisson consommable, peuvent servir à la fabrication de l'alcool éthylique.

Les céréales (seigle, blé, maïs) renferment de l'amidon. Cet amidon peut être transformé en dextrine et glucose sous l'influence des acides, dextrine et maltose sous l'influence des diastases. Ces

MUSÉE
COMMERCIAL
LILLE

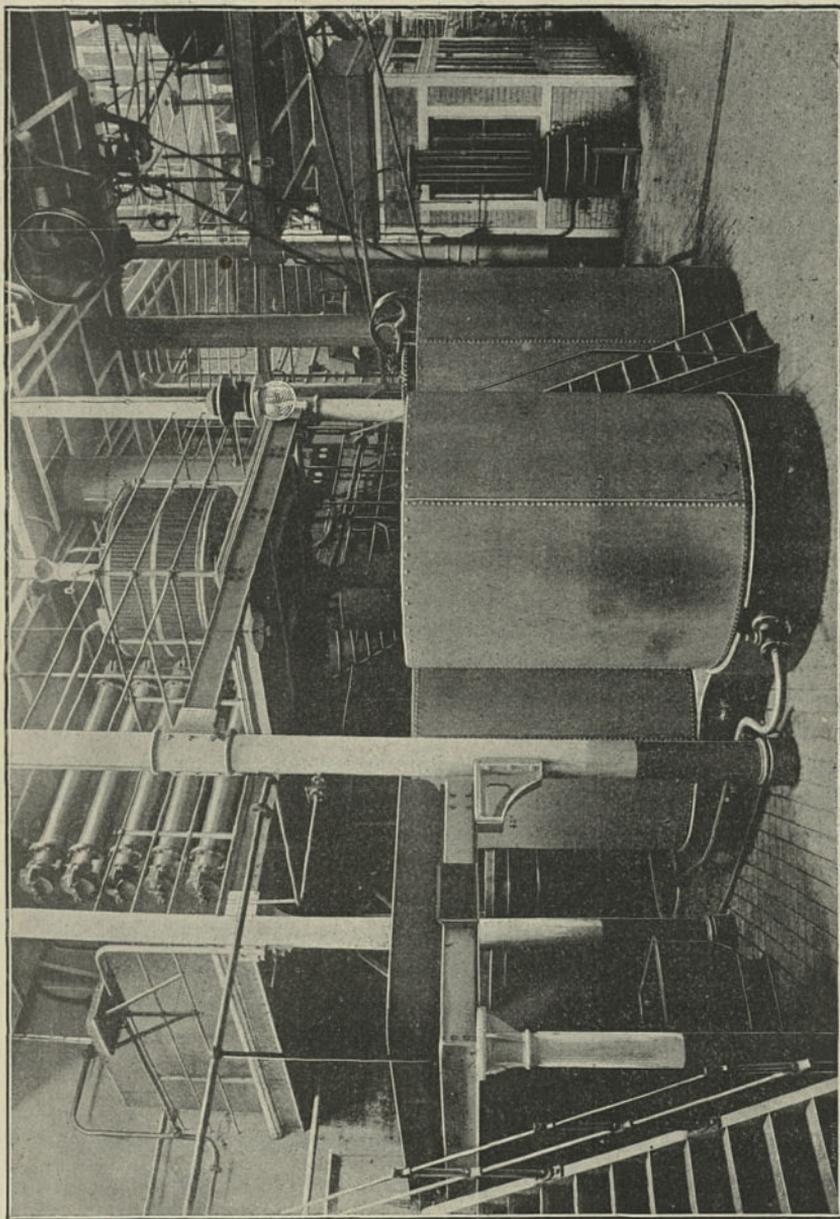


FIG. 16. — Distillerie de l'École de Douai : Les cuves.

mélanges de sucres sont susceptibles de fermenter sous l'influence des levures en donnant un moût alcoolique qu'il ne reste plus qu'à distiller. Le même raisonnement s'applique aux pommes de terre et aux topinambours, la fécule n'étant pas autre chose qu'une variété de l'amidon.

Lorsqu'il s'agit de plantes fournissant des liqueurs naturellement sucrées, comme la betterave, la série des opérations est moins compliquée.

Nous passerons successivement et succinctement en revue les principales sortes de distillations.

ALCOOL DE VIN. — L'alcool de vin, quelle qu'en soit la provenance, est supérieur comme produit de consommation à tous les autres. On distille ou *brûle* des vins blancs clairs de façon à éviter les goûts d'empyreume que viendraient à donner les particules solides brûlées ou simplement trop chauffées au fond de la cucurbite. L'alambic le plus généralement employé est encore l'ancien alambic simple, dit des Charentes, composé d'un récipient, d'un col de cygne et d'un serpentín. On s'y prenait à deux fois pour obtenir l'alcool pur : c'était la méthode *des brouillis et repasses*.

On obtenait comme unique résidu de la **vinasse**. Aujourd'hui, on a substitué, dans quelques cas, des alambics du genre de ceux que nous avons étudiés à propos de la distillation des mares. Les résultats qu'ils donnent sont très supérieurs en ce sens qu'ils permettent d'obtenir par un seul passage un degré alcoolique suffisant. Au dire des connaisseurs, les produits obtenus seraient un peu moins fins que par l'ancien système.

Dans le Midi, on fabriquait et on fabrique toujours des alcools moins fins, destinés surtout au vinage et auxquels on demande un fort degré alcoolique. Ces alcools sont connus sous le nom de 3-6 et obtenus par des appareils à rectificateurs dont un des plus anciens est la colonne Cellier-Blumenthal.

Les alcools d'Algérie sont analogues aux 3-6 du Midi.

ALCOOL DE CIDRE. — L'alcool en question n'est guère fabriqué que dans le Calvados, l'Orne, la Sarthe, l'Eure, la Manche et la Mayenne.

Les procédés sont les mêmes que pour le vin. Il n'y a qu'un résidu : la **vinasse**.

ALCOOL DE BIÈRE. — La bière peut également fournir un alcool, mais il a un goût tel qu'il a besoin de nombreuses rectifications pour être consommable par d'autres gosiers que ceux d'outre-Rhin.

ALCOOLS DE FRUITS. — Les plus intéressants sont l'eau-de-vie de prunes (prunelle, quetsche) et le kirsch (merises). Les uns et les autres fruits sont abandonnés à la fermentation dans des tonneaux et distillés dans des appareils à panier analogues à celui de la figure 4 (Egrot), page 58. Il reste dans l'alambic une **vinasse pâteuse**.

LE RHUM. — Fabriqué autrefois avec le vesou, jus de la canne à sucre, le rhum était un excellent produit qui, d'ailleurs, ne s'importait que fort peu en Europe : c'était *le rhum d'habitant*. Il s'en produit encore de faibles quantités, mais l'Europe continue à n'en pas boire et à se contenter de tafias ou rhums de mélasse. Les consommateurs de nos régions doivent encore s'estimer heureux, paraît-il, quand ils ont du vrai tafia et non une simple infusion de vieilles semelles diluée dans de l'alcool d'industrie.

Analyse de la mélasse de canne. — Les nombreux sucres qui entrent dans la composition de la mélasse rendent son analyse délicate. Il importe cependant de connaître le produit qui va être soumis à la distillation et d'avoir à l'avance une idée approximative de ce qu'il pourra donner ; mais cette idée sera loin d'être exacte, et, pour avoir des données précises, il n'est encore rien de tel qu'un essai de fermentation dans le laboratoire.

Toutefois, voici les résultats moyens de Prinsen sur de la mélasse de Java et de Pellet sur deux mélasses d'Égypte :

| | JAVA |
|---|-------|
| Sucre cristallisable calculé par inversion..... | 35,3 |
| Réducteurs | 27,6 |
| Dextrose | 14,2 |
| Levulose | 13,4 |
| Cendres totales | 8,08 |
| Eau | 19,1 |
| Matières organiques | 11,23 |
| Densité..... | 1,48 |
| Acidité (en acide acétique) | 0,19 |
| Pureté réelle (par rapport à la saccharose).... | 43,6 |
| Matières azotées..... | |

| | ÉGYPTE | |
|---|--------|-------|
| | I | II |
| Sucre cristallisable (méth. Clerget). | 39,10 | 39,60 |
| Réducteurs | 19,33 | 16,90 |
| Total des deux (en incristallisable) . | 60,48 | 58,53 |
| Total par inversion faite directement
sur la mélasse | 59,06 | 58,56 |

En outre, les mélasses sont très variables suivant les sucreries d'où elles proviennent, à cause du mode de travail de ces dernières. Certaines sont acides, d'autres basiques; certaines renferment de la baryte, d'autres du bichlorure d'étain, etc. C'est au distillateur à surveiller étroitement la provenance de la marchandise qu'il reçoit et qui pourrait aisément lui donner des mécomptes au moment de la fermentation.

Travail des mélasses. — En général, elles sont utilisées pour le rhum, mais elles peuvent l'être aussi pour l'alcool d'industrie à haut degré. Elles servent surtout à faire les tafias de coupage qui, mélangés aux alcools européens, leur donneront le goût de rhum.

Préparation et fermentation des moûts. — On appelle *grappe* le moût de mélasse ou de jus de canne à sucre. Cette grappe se fabrique dans de grandes cuves. On emploie 4 volumes d'eau ou 4 volumes d'un mélange de vinasse et d'eau pour 1 volume de mélasse. Le mélange, dans les installations ayant un caractère industriel, se fait dans des cuves rondes possédant un mélangeur mécanique.

L'*acidification* du moût se fait dans ce mélange, généralement au moyen d'acide tartrique. Cette acidification a pour but d'éviter les fermentations adjuvantes telles que le développement du microbe de la viscosité, de précipiter les excès de chaux et de baryte qui pourraient gêner, etc. Les ferments coloniaux peuvent vivre d'ailleurs en milieu beaucoup plus acides que les ferments européens.

C'est encore dans ce mélangeur qu'on ajoute la levure qu'il vaut mieux employer *sélectionnée*. Il faut que la levure soit bien une levure de canne, ou sinon les produits obtenus n'ont pas le goût de rhum (expérience de G. Arachequesne avec de la levure de boulangerie). Quand on n'a pas de ferments sélectionnés, on se contente d'ajouter un seau de levure provenant d'un fond de cuve et que l'on a eu la précaution de soigneusement laver.

La fermentation s'établit dans le mélangeur même.

Pour éviter qu'elle soit gênée par l'excès d'humidité, il y a souvent intérêt à porter le moût à l'ébullition et à y injecter de l'air. Les acides volatils sont ainsi entraînés et la fermentation est ensuite très améliorée. Il va de soi que cette opération doit se faire avant l'ensemencement en levure. Le pasteurisateur Houdard, modifié spécialement par Egrot et Grangé, peut donner de bons résultats pour cette opération.

Une fois obtenu le vin de mélasse de canne, on procède à la distillation.

Distillation des rhums. — On emploie encore aux Antilles l'appareil intermittent qu'y avait introduit le père Labat et qui est connu des indigènes sous le nom de *Lambic a pé Labat*. Il se compose essentiellement d'une chaudière plate portant un chapiteau en forme de poire. La base de ce chapiteau se raccorde avec la chaudière, la partie allongée communique, par un col de cygne, avec une sorte de cuve en bois close et munie de deux tubulures à la partie supérieure, l'une amenant les vapeurs alcooliques, l'autre les conduisant au serpentin. Ce qui se condense dans la cuve en bois ou provient d'entraînement mécanique du vin, retourné à la chaudière plate.

On utilise encore l'appareil Privat qui comporte une légère colonne de rectification à deux plateaux : c'est également un appareil intermittent.

Avec ces appareils, dit Boullanger, il passe au début un alcool à haut titre, environ 80°, puis ce titre s'abaisse peu à peu jusqu'à 30°. A ce moment, les parties distillées mélangées donnent du rhum à 60°. On continue la distillation en recueillant à part les petites eaux qui ont moins de 30° et on se sert de ces liquides pour charger l'appareil dans une opération suivante.

On utilise aujourd'hui des appareils beaucoup plus parfaits fournis par les constructeurs européens et plus particulièrement les constructeurs parisiens. Ils permettent la distillation continue qui est préférable pour obtenir les alcools industriels à 85-90°.

ALCOOLS D'INDUSTRIE

Industriellement on fabrique l'alcool avec les grains, les pommes de terre, les betteraves, le topinambour. On emploie aussi dans cette industrie les résidus d'une autre industrie : la mélasse de sucrerie. Cette dernière distillation ne diffère pas sensiblement des autres une fois les moûts fermentescibles préparés. Elle comporte la même série d'appareils et comme nous devons la connaître plus spécialement, puisqu'en somme il s'agit là de l'utilisation des résidus d'une industrie agricole, nous la prendrons comme type. Nous ne dirons donc ensuite des distilleries de betteraves, de grains, etc., que ce qui est absolument indispensable pour éclairer l'origine des résidus qu'elles fournissent.

DISTILLERIES DE MÉLASSE. — Préparation des moûts.

Nous avons vu quelle est la composition générale de la mélasse. Étant donnés les sels alcalins qu'elle renferme, elle a une réaction basique : il faut la neutraliser.

Elle renferme, en outre, des sels d'acides gras volatils tels que butyrates, acétates, propionates de soude et de potasse. Ces acides sont aisément mis en liberté par les acides plus énergiques et gêneraient la levure, les sels alcalins d'acides fixes, tels que tartrique, citrique, malique, la favorisent au contraire à dose convenable. Il faudra donc *acidifier*, mais pas trop.

La mélasse contient encore des nitrites (réduction des nitrates pendant le travail en sucrerie) et des sulfites (traitement par SO_2) qu'il convient d'éliminer.

L'ensemble des opérations préparatoires que doit subir la mélasse pour devenir un moût fermentescible dans de bonnes conditions porte le nom de *dénitrage* et se fait dans un appareil dit *dénitreur*.

Boullanger (*Distillerie in Encyclopédie des Ingénieurs agronomes*) décrit ainsi la marche des opérations :

1° **Préparation des moûts de mélasse avec chauffage.** — Il y a deux opérations : a) la dilution de la mélasse et l'acidification ; b) le chauffage ou dénitrage.

La mélasse doit d'abord être diluée avec de l'eau pour éviter la décomposition qui se produirait aux dépens du sucre avec la masse

concentrée au moment des opérations de l'acidification et du chauffage. Cette dilution peut se faire soit dans un bac mélangeur spécial muni d'un agitateur mécanique, soit dans le bac dénitréur. On y place de l'eau en quantité suffisante pour obtenir, après l'addition de mélasse, une densité de 25° B en moyenne.

On y ajoute l'acide sulfurique en proportion voulue. La dose d'acide se calcule d'après l'alcalinité de la mélasse et d'après l'acidité qu'on veut avoir après dilution à la densité adoptée pour le chargement des cuves de fermentation, acidité généralement comprise entre 0 gr. 5 et 1 gramme par litre (en SO^4H^2). On doit également tenir compte de l'acidité apportée par le levain dans la cuve quand on emploie des levains lactiques. La quantité d'acide sulfurique à ajouter doit donc être déterminée par un essai préalable.

On porte à l'ébullition dans le bac la masse ainsi diluée et acidifiée. L'ébullition doit durer en moyenne 15 minutes, mais, avec certaines mélasses, on doit faire bouillir plus longtemps. Il est bon de faire fonctionner pendant toute l'opération un courant d'air qui entraîne les acides volatils (SO^2 et AzO) dans la hotte qui surmonte le bac.

La mélasse ainsi acidifiée et dénitrée est alors refroidie à la température favorable à la fermentation alcoolique et amenée à la concentration voulue. On doit obtenir finalement une densité de 1075 à 1105 suivant les modes de travail.

2° Préparation des moûts de mélasse sans chauffage. — On se contente de neutraliser la mélasse ou de lui donner une légère acidité (0 gr. 8 par litre en SO^4H^2). Cela peut être suffisant si l'on emploie des levains purs ou des procédés spéciaux de fermentation tels que le procédé Effront (acide fluorhydrique et colophane).

Les fermentations secondaires sont beaucoup moins à craindre et il est inutile dans ce cas de stériliser la masse pour la préserver des ferments nuisibles.

Il existe encore divers procédés tendant à remplacer l'acide sulfurique par d'autres acides pouvant entraîner des conséquences heureuses soit pour la fermentation elle-même, soit pour la valeur industrielle subséquente des vinasses que l'on obtiendra.

L'emploi d'acide tartrique, par exemple, augmente la richesse des salins en carbonate de potasse, sel de grande valeur.

L'acide phosphorique (procédé Collette et Boidin) rend les fermentations plus faciles en fournissant du phosphore aux levures

qui en ont besoin ; si on traite les vinasses par la chaux on précipite l'acide phosphorique qui peut rentrer en fabrication.

La tourbe sèche pulvérisée a été employée par de Cuyper. On a préconisé l'électrolyse qui décompose les sels et entraîne les bases hors du bain de mélasse qui ainsi devient acide. Les fermentations ultérieures sont très pures et il semble qu'il y ait eu stérilisation pendant l'opération. Par cette méthode plus besoin d'acide, etc.

FERMENTATION DES MÉLASSES. — Quoi qu'il en soit du système de préparation des moûts adopté, ils sont envoyés en fermentation. Cette mise en fermentation se fait au moyen de levures dont nous étudierons plus loin la production. On emploie trois sortes de levures : la levure de bière, le levain lactique et les levures pures.

Travail à la levure de bière. — On délaie un peu de moût avec une forte proportion de levure et on met cela au fond d'une cuve (pied de cuve) ; quand la fermentation est bien établie dans le pied on fait arriver le reste du moût. Il faut ainsi un pied par cuve. En outre la levure n'est pas toujours très pure, ce qui est un autre inconvénient.

Travail par levains lactiques. — Surtout employée en Autriche, cette méthode de travail peu rationnelle n'est pas usitée en France.

Travail par levains de levures pures. — M. Boullanger, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Lille, a fort bien résumé cette opération. « Les levains de levure pure, dit-il, peuvent être fabriqués soit avec des grains soit avec de la mélasse. »

Quand on prépare les levains avec des grains on a recours au maïs qu'on saccharifie par les acides. On opère alors, le plus souvent, de la façon suivante. Le maïs concassé est d'abord empâté dans un malaxeur avec environ 350 litres d'eau et 4 k. 5 d'acide sulfurique par 100 kilos de grains ; on chauffe pendant une heure à 90° puis on envoie la masse dans un Krüger où on la porte à 2 kilos de pression. On évacue la masse dans une cuve, on neutralise partiellement avec de la soude de manière à ramener l'acidité du moût à 0 gr. 8 environ, la densité étant de 1045. On charge avec ce moût un appareil métallique à culture pure, on stérilise par ébullition puis on refroidit à 30-31° et onensemence avec la levure choisie. Quand la densité est tombée à 1025-1030, on vide l'appareil dans une cuve de propagation qui est alimentée avec du moût de mélasse ; on y maintient la

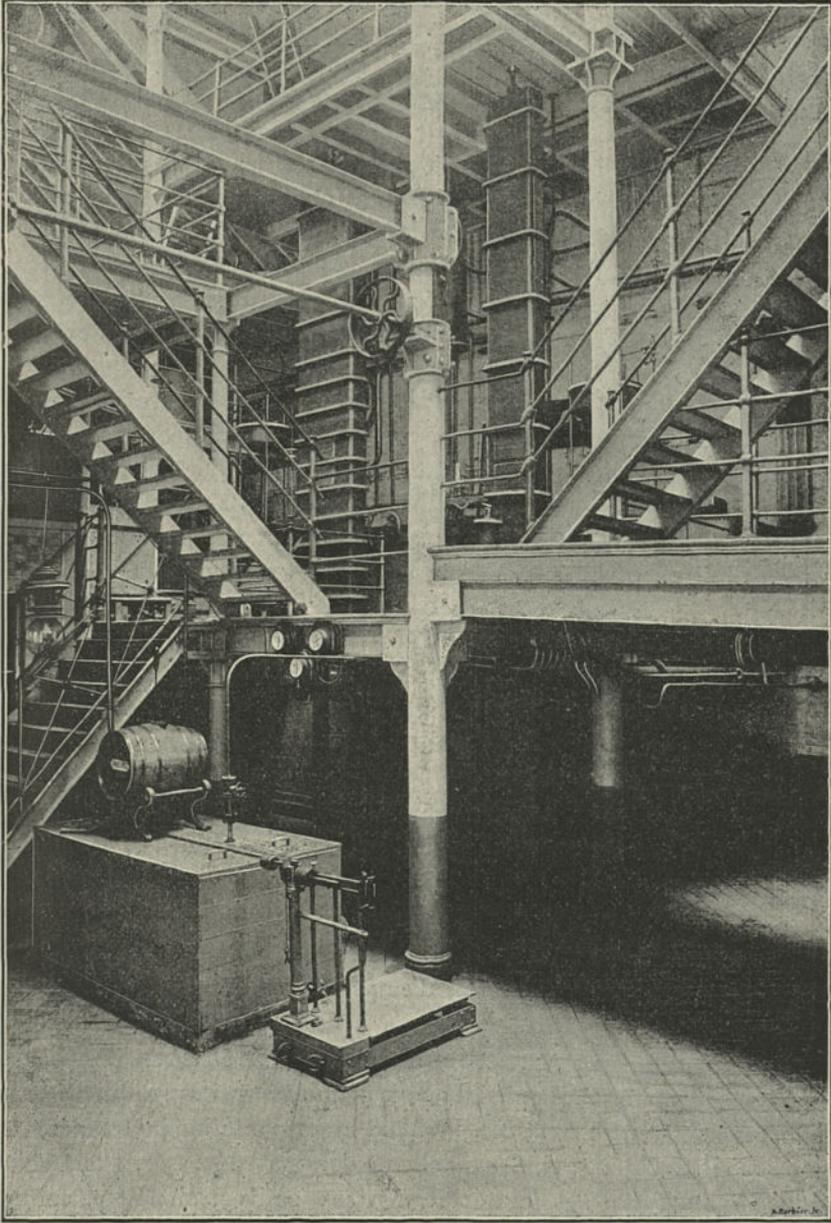


FIG. 17. — Distillerie de l'École de Douai : *Les colonnes.*

densité à 1035 environ et la température à 28° ; quand elle est pleine, on l'envoie comme pied dans une cuve de fermentation ». Cette méthode est avantageuse quand le maïs est à bon marché. Les levains de maïs sont riches en matières nutritives. La stérilisation est parfaite, ce qui permet d'avoir des pieds très purs.

L'emploi de la mélasse pour la préparation des levains nécessite l'addition de matières nutritives azotées et phosphatées pour permettre le développement normal de la levure. M. Barbet a préconisé, dans ce but, l'emploi de la levure résiduaire récoltée dans les fonds de cuves et peptonisée par cuisson sous pression en présence d'un peu d'acide sulfurique. Il faut environ 500 grammes de levure peptonisée par 100 kilos de mélasse travaillée.

Quelle que soit la matière nutritive adoptée, dit encore Boullanger, la quantité de mélasse employée pour confectionner les pieds à 1045-1050 est introduite dans un appareil métallique fermé et stérilisable par la vapeur ; on stérilise le moût à 100°, l'acidité étant établie à 2 gr. 5 par litre environ. On refroidit par injection d'air filtré et ruissellement d'eau sur les parois extérieures de la cuve. Quand la température est descendue à 35° on ensemence la levure pure choisie, et quand la densité est tombée environ à 1020, on coule le levain dans une cuve à préparation qu'on alimente avec du moût de mélasses ; on y maintient la densité à 1030 environ et l'on procède comme dit précédemment pour les cultures sur moût de maïs.

Il y a divers appareils de production continue des levains purs, parmi lesquels on cite ceux de Jacquemin et de Barbet, dont on trouve la description dans la plupart des ouvrages de distillerie.

Citons encore le procédé Effront de préparation de levains par des levures acclimatées aux antiseptiques et notamment à l'acide fluorhydrique, qui a pour but d'empêcher le développement des bactéries.

Fermentation proprement dite des mélasses. — Les moûts sont coulés sur le pied de cuve à une température qui varie généralement entre 20 et 25°. Pendant la fermentation la température monte à 30°-34°, chiffre qu'elle ne doit pas dépasser. Dans ce but, et pour éviter des fermentations trop actives, on fait parfois rentrer dans la cuve des vinasses provenant d'une opération précédente. De cette façon, la température ne s'élève pas trop, il n'y a pas, par suite, de pertes d'alcool. En outre, les moûts sont moins

riches en sucre, mais d'autre part les vinasses obtenues sont plus concentrées et coûtent moins cher pour l'évaporation.

M. Efront a proposé d'additionner les moûts en fermentation de 20 à 40 grammes de colophane par hectolitre. Cela rend la multiplication des levures plus active. Il faut une acidité sulfurique moindre et les salins obtenus par la suite se trouvent être appauvris en sulfate de potasse mais enrichis en carbonate qui est un sel autrement intéressant.

On recommande de ne pas ensemercer les cuves par coupage car les levures dégénèrent rapidement dans les milieux mélassés. Il faut de préférence employer un levain par chaque cuve.

La fermentation terminée, il faut envoyer aussitôt que possible en distillation, pour éviter les pertes d'alcool par évaporation. Il reste au fond des cuves un résidu important, qui est la **levure**.

Remarque. — L'étude de la distillerie de la mélasse ne nous a fourni jusqu'à présent aucun résidu. S'il s'était agi de betteraves, nous aurions déjà rencontré **les eaux de lavage** et **les pulpes**, soit de diffusion, soit de presse, suivant le cas. S'il s'était agi de grain, nous nous serions trouvé en présence des **drèches** résultant de la filtration des moûts. Avec les pommes de terre, nous aurions des **eaux de lavage et de cuisson**, etc.

DISTILLATION INDUSTRIELLE. — Nous avons vu comment étaient constitués en gros les appareils simples de distillation quand nous nous sommes occupé des eaux-de-vie de marc. Les appareils utilisés pour les alcools d'industrie et en particulier les alcools de mélasse sont tout autres.

Appareils. — On les appelle colonnes à distiller. Il y en a deux types principaux sur lesquels sont venues se greffer de nombreuses sortes d'appareils divers, mais dont le principe est le même. Il y a la colonne Savalle et la colonne Champonnois, qui comportent chacune des appareils auxiliaires indispensables; on trouve : 1° le chauffeoir à vinasse A; 2° la colonne proprement dite B; 3° le chauffe-vin C; 4° le réfrigérant D.

La fig. 18 nous permet de suivre aisément la marche de la distillation. Nous suivrons d'abord la marche du vin, puis, ayant fait connaissance des appareils, nous les décrirons. Nous verrons ensuite la marche des vapeurs alcooliques.

Le vin ou moût fermenté entre à la partie supérieure du chauffe-

vin C. Il se réchauffe légèrement en circulant dans des tubes qu'entourent les vapeurs alcooliques provenant de la colonne et allant au réfrigérant D. De là, il passe par le tube marqué et dans le sens de la flèche pour aboutir vers le sommet de la colonne à plateaux, dont nous verrons plus loin la construction et le fonctionnement. Il

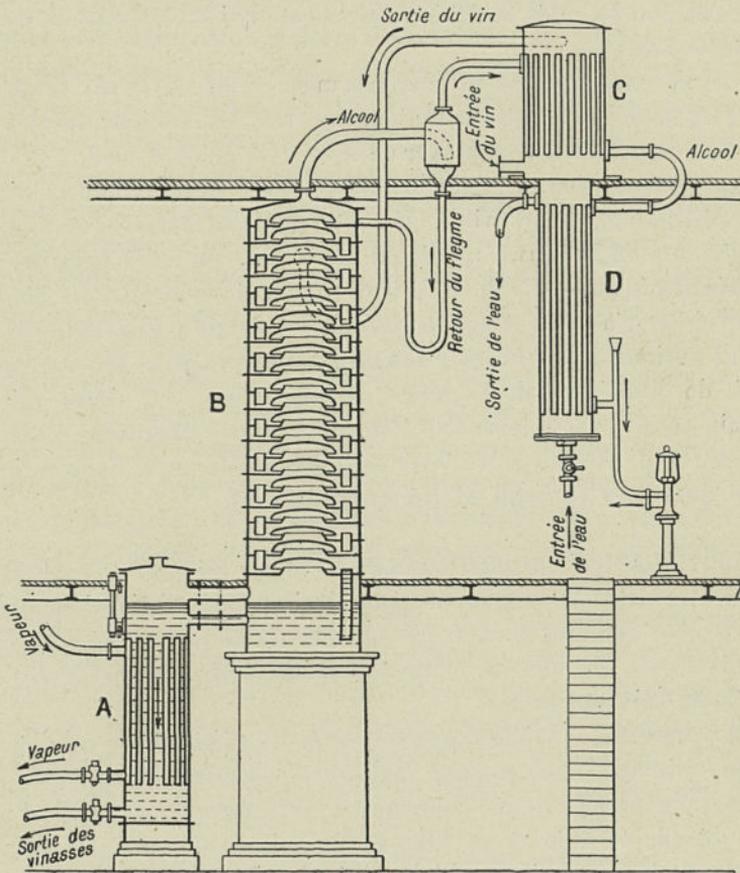


FIG. 18. — Colonne Savalle.

descend de plateau en plateau jusqu'au chauffeoir à vinasse d'où, devenu vinasse en effet, il sort par une tubulure.

Colonne Savalle. — Les plateaux sont circulaires et en cuivre. Ils portent au centre une ouverture circulaire également. Sur le côté, tantôt à droite, tantôt à gauche, se trouve un tube qui, partant du

plateau supérieur, aboutit à quelque distance du plateau inférieur ; au-dessus de chaque ouverture centrale est une calotte en cuivre très surbaissée et ne touchant pas le plateau au-dessous duquel elles se trouvent, et sont soutenues par celui qui est au-dessus d'elles.

Les plateaux sont au nombre de 20 à 25 par colonne et l'ensemble peut avoir 8 à 10 mètres de haut.

Colonne Champonnois. — Cet instrument diffère du précédent en ce qu'il est en fonte généralement, par la disposition des diverses pièces et la forme des calottes qui sont disposées en patte d'oie, ce qui favorise le barbotage des vapeurs ascendantes dans le vin descendant.

Fonctionnement des colonnes. — Nous avons précédemment indiqué la marche du vin dans la colonne Savalle. Voyons maintenant ce qu'il advient de ce liquide pendant l'opération. Au début, on fait arriver le moût fermenté à la base du chauffe-vin C. Il gagne peu à peu les plateaux où il s'établit sur une hauteur déterminée par le niveau des tuyaux de descente, puis le réchauffeur à vinasse A où un tube de niveau indique l'état de remplissage. Ceci fait, on envoie de la vapeur dans l'espace intertubulaire du réchauffeur A. Les vapeurs alcooliques commencent à s'échapper par la partie supérieure et gagnent, par la tubulure *ad hoc*, le bas de la colonne. La pression de ces vapeurs est bientôt suffisante pour que, laminées par les bords inférieurs de la calotte du 1^{er} plateau, elles aillent barboter dans le vin que soutient ce plateau. En y barbotant, elles l'échauffent et l'agitent, après l'avoir d'abord enrichi en alcool. Ce vin émet à son tour des vapeurs d'alcool qui gagnent le second plateau avec les premières, et ainsi de suite. Les vapeurs montent ; le vin, constamment envoyé par la partie supérieure de la colonne, descend.

L'alcool sortant par le sommet de la colonne va barboter dans une bouteille où les alcools les moins volatils se condensent pour retourner (retour des flegmes) sur les plateaux supérieurs de la colonne. Les vapeurs alcooliques non encore condensées passent alors dans le chauffe-vin, puis dans le réfrigérant où la condensation s'achève. L'alcool condensé se rend dans une *éprouvette* où un alcoomètre permet de lire constamment le degré, puis de là dans les réservoirs destinés à le recueillir ou à l'expédier. Cet alcool impur porte le nom de *flegme*.

Le vin dépouillé de son alcool constitue la **vinasse**, qui est le

résidu le plus important de toute l'opération et qui est plus important encore, nous le verrons, en distillerie de mélasse qu'en toute autre.

Nous nous en tiendrons là de ce cette petite étude technologique de la distillation en mentionnant cependant quelques autres sous-produits dus à la rectification.

Rectification des flegmes. — La rectification a pour objet de séparer des alcools tels que les fournit la distillerie ordinaire, certains produits qui les rendent impropres à la consommation.

Cette opération se fait dans des appareils spéciaux à colonnes, dits à rectifier, qui vont fournir trois sortes de produits : *tête, cœur* et *queue*. On distingue encore parmi les alcools de tête, les mauvais goûts de tête, les moyens goûts de tête, les bons goûts de tête ; de même parmi les alcools de queue. Les moyens et bons goûts de tête et de queue donnent par redistillation des alcools bon goût qui peuvent être vendus comme les cœurs de la première opération.

Les têtes renferment comme produits étrangers de *l'aldéhyde* et de *l'éther acétique*, les queues des alcools supérieurs (amylique) et du furfurool. On donne souvent aux produits de queue le nom *d'huile de fusel*.

Les alcools mauvais goût, dénaturés par l'esprit de bois ou le méthylène forment *l'alcool à brûler*.

§ 2. — UTILISATION DES VINASSES

COMPOSITION DES DIVERSES VINASSES. — Les plus importantes des vinasses que nous aurons à passer en revue sont celles de mélasse et de betterave. Nous parlerons aussi de quelques autres, telles que vinasses de matières amylacées, de raisins, de fruits, etc.

Vinasse de mélasse. — J. Kühn et Dietrich ont donné pour les *vinasses de mélasse* la composition suivante (moyenne) :

| | J. KÜHN | DIETRICH |
|---------------------------|---------|----------|
| | — | — |
| Eau | 92,0 | 91,4 |
| Matières minérales..... | 1,7 | 1,7 |
| Matières azotées..... | 1,7 | 1,4 |
| Matières non azotées..... | 4,6 | 5,5 |

D'après E. Von Wolff, 100 parties de *cendres* non carbonatées de *mélasse* renferment :

| | |
|-------------------------|-------|
| Potasse | 78,64 |
| Soude..... | 10,41 |
| Chaux..... | 1,07 |
| Oxyde de fer..... | 3,06 |
| Acide phosphorique..... | 0,75 |
| Acide sulfurique..... | 1,28 |
| Silice | 0,16 |
| Chlore | 4,45 |

Strommer a fourni les chiffres suivants :

| | | |
|-------------------------|------|-------|
| Saccharomètre | 9,7 | 13,00 |
| Eau..... | 90,9 | 88,5 |
| Matières organiques ... | 5,3 | 7,6 |
| Cendres..... | 3,00 | 3,9 |
| Azote..... | 0,38 | 0,5 |
| Potasse (K^2O)..... | 1,31 | 1,94 |

Ces vinasses contiennent, on le voit, la plus grande partie des matières azotées, minérales et autres non sucres de la *mélasse*. La partie qui manque a été consommée par la levure, mais, d'autre part, les levains ont pu apporter certains éléments étrangers à la *mélasse* elle-même et notamment de l'azote.

Au point de vue de la forme des combinaisons dans lesquelles sont engagés ces corps, on peut dire, avec Boullanger, que ces vinasses contiennent les acides organiques de la *mélasse* partiellement déplacés par l'acide sulfurique, les sels alcalins organiques non décomposés, les sulfates résultant du traitement par l'acide sulfurique et les matières azotées provenant de la *mélasse*, de la décoction de la levure pendant la distillation et des matières nutritives ajoutées.

Vinasses de betterave. — La composition en est extrêmement variable. De nombreux facteurs influent, en effet, sur elle. Parmi eux sont la qualité des betteraves travaillées et le procédé de fabrication. MM. Verbièse et Darras, ingénieurs-chimistes à Lille, ont analysé, au sortir de la colonne, les vinasses de nombreuses distilleries de la région du Nord et sont arrivés suivant le mode de fabrication aux chiffres du tableau suivant :

| Numéro d'ordre de l'usine... | 2 | 13 | 17 | 23 | 20 | 28 | 29 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Densité à 15° C..... | 1011,5 | 1010 | 1010 | 1010 | 1011 | 1007 | 1008 |
| Acidité totale en SO ⁴ H ²
par litre | 2g4 | 1g6 | 1g75 | 1g95 | 2g2 | 1g30 | 1g9 |
| Matières réduisant la li-
queur cuivrique après
interversion, par litre. | 0 174 | traces | 0 322 | traces | 0 195 | traces | 0 390 |
| Extrait sec par litre ... | 21 472 | 24g636 | 22 218 | 19g566 | 18 578 | 14g302 | 18 062 |
| Cendres par litre | 7 516 | 6 044 | 6 858 | 6 404 | 6 158 | 3 056 | 3 860 |
| Acide sulfurique total
par litre en SO ⁴ H ² ... | 2 77 | 2 10 | 2 392 | 2 31 | 2 07 | 1 47 | 1 47 |
| Azote par mètre cube.. | 0k971 | 1k114 | 1k243 | 0k985 | 1k012 | 0k591 | 1k043 |
| Ac. phosphor. p ^r m. cube | 0 525 | 0 211 | 0 309 | 0 313 | 0 409 | 0 345 | 0 406 |
| Potasse K ² O p ^r m. cube | 1 595 | 1 690 | 1 724 | 1 668 | 1 811 | 0 905 | 1 344 |

Il est à remarquer que les modes de travail des usines étaient les suivants :

- 2. Macération Champonnois ;
- 13. Presses continues (2 pressions) ;
- 17. — (3 pressions) ;
- 23. — —
- 20. Diffusion (pulpes non pressées) ;
- 28. — (pulpes pressées) ;
- 29. — —

Antérieurement aux recherches de Darras et Verbièse, divers auteurs, se plaçant au seul point de vue des matières fertilisantes contenues dans la vinasse, avaient donné les chiffres suivants (en grammes par hectolitre) :

| | HANICOTTE | CH. GIRARD | SIDERSKY | DEJONGHE |
|-------------------|-----------|------------|----------|----------|
| | — | — | — | — |
| Azote | 56 | 90 | 112 | 100 |
| Acide phosphor... | 130 | 20 | 36 | 130 |
| Potasse | 128 | 150 | 165 | 167. |

Reprenant le même ordre de recherches, les deux auteurs précités sont arrivés aux chiffres suivants :

Teneur par 1.000 kilos de betteraves

| Numéro d'ordre de l'usine... | 2 | 13 | 17 | 23 | 20 | 28 | 29 |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Azote | 1 ^k 554 | 1 ^k 894 | 1 ^k 616 | 1 ^k 379 | 1 ^k 366 | 1 ^k 064 | 1 ^k 283 |
| Acide phosphorique ... | 0 840 | 0 359 | 0 402 | 0 438 | 0 552 | 0 621 | 0 499 |
| Potasse..... | 2 552 | 2 873 | 2 241 | 2 335 | 2 445 | 1 629 | 1 653 |

Ils remarquent que dans les deux diffusions 20 et 29, on ne faisait aucune rentrée de vinasse, qu'on en rentrait très peu dans les numéros 13, 17, 23 et 28, tandis que les rentrées étaient considérables dans le numéro 2. Il faut sans doute voir là la cause de l'extraordinaire richesse en acide phosphorique.

Les usines 13, 17, 23 et 20 travaillent des betteraves pauvres, les usines 28 et 29 des betteraves riches (sucrières). L'examen du tableau de la composition par 1.000 kilos de betteraves montre rapidement quelle différence donne cette particularité sur le chiffre des sels : moins de 4 kilos pour la vinasse de betteraves riches et de 6 à 7 kilos pour celle de betteraves pauvres.

La différence de teneur en azote entre les vinasses provenant des jus de diffusion et celle provenant des jus de presse s'explique facilement par l'appoint qu'apporte aux jus de presse la quantité de débris de pulpes et autres matières qu'ils tiennent en suspension. Ces jus sont, en effet, généralement très sales ; au microscope, les champs sont remplis de corpuscules inanimés entre lesquels évoluent les levures, les fonds de cuve sont très épais, tandis que les jus de diffusion sont très beaux, très propres, et de rares matières étrangères se révèlent aux examens microscopiques.

C'est précisément là où les jus étaient les plus sales (usine 13), disent Verbièse et Darras, que nous avons obtenu le chiffre le plus élevé d'azote, 1 kil. 894 par 1.000 kilos. La proportion plus ou moins importante de levure a aussi son influence.

La potasse est en augmentation, plus marquée encore que pour l'azote, dans les vinasses de betteraves pauvres : de 2 kil. 241 à 2 kil. 873 contre 1 kil. 629 et 1 kil. 653 en betteraves riches. Les matières en suspension ici n'influent pas, aussi la vinasse numéro 20 (diffusion de betteraves pauvres), contient-elle autant de potasse que les vinasses de presses continues.

Quand à l'acide phosphorique, nous le trouvons plus élevé en

betteraves riches qu'en betteraves pauvres où les quantités sont vraiment faibles, et la vinasse la plus riche en azote et en potasse (numéro 13) est précisément la moins riche (est-ce une coïncidence ?) en acide phosphorique. Ceci s'expliquerait d'ailleurs, car les engrais phosphatés sont plus fréquemment employés dans la culture des betteraves riches que dans celle des betteraves pauvres, où l'on recherche surtout les gros poids, obtenus à force de fumiers, d'engrais humains, de nitrates, de vinasses, etc., riches en azote et en potasse.

Telles sont les réflexions que nous suggère l'examen des teneurs en azote, acide phosphorique et potasse.

Vinasses de matières amylacées. — Les vinasses ou drèches de matières amylacées ne sont pas, en général, utilisées pour l'engrais : elles n'ont donc guère été analysées à ce point de vue. Cependant Müntz et Girard ont fourni les résultats suivants :

| | Grains | Pommes de terre | Topinambours |
|--------------------|-----------|-----------------|--------------|
| Azote | 2,5 | 2,1 | 1,20 |
| Acide phosphorique | 2,5 à 4,5 | 1 | 0,02 |
| Potasse..... | 2,6 | 3 | 2,87 |

Aimé Girard donnait comme composition moyenne des vinasses de pommes de terre :

| | |
|---------------------------------|------|
| Matières azotées..... | 7,8 |
| Autres matières organiques..... | 38,8 |
| Matières minérales..... | 4,7 |
| Total..... | 51,3 |

Dietrich et Kœnig, qui ont analysé de nombreux échantillons de drèches de distillerie (vinasses), donnent, comme composition moyenne pour les pommes de terre, le seigle et le maïs (drèche fraîche) :

| | Pommes de terre | Seigle | Maïs |
|-------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Eau..... | 91,2 à 97,3 | 86,8 à 96,6 | 87,7 à 94,3 |
| Matières azotées..... | 0,9 à 1,6 | 1,2 à 2,3 | 1,6 à 2,3 |
| Matières grasses..... | 0,0 à 0,3 | 0,3 à 0,7 | 0,4 à 1,4 |
| Extractifs non azotés.. | 2,3 à 3,8 | 3,7 à 5,6 | 3,2 à 5,8 |
| Cellulose brute..... | 0,5 à 1,0 | 0,4 à 1,3 | 0,5 à 1,4 |
| Cendres..... | 0,5 à 2,0 | 0,05 à 0,5 | 0,03 à 0,08 |

L'examen de ce tableau permet les constatations suivantes :

La drèche (vinasse) est riche en eau. Dans celles de grain la teneur en albuminoïdes est importante ; elle l'est moins dans la vinasse de pomme de terre. La digestibilité de ces matières azotées varie de 85 à 90 p. 100 pour les grains, de 80 à 85 p. 100 pour les pommes de terre (Mærker).

Les extractifs non azotés sont constitués principalement d'amidon, de sucre et de dextrine, ces dernières en formant la majeure partie. Les acides organiques (hemicelluloses) possèdent aussi une certaine valeur nutritive.

Les matières grasses sont contenues en assez grande quantité dans les drèches de maïs d'où, ainsi que nous le verrons, on peut les extraire.

Les sels de potasse et les phosphates sont le fond de la composition des matières minérales.

100 parties de cendres de drèches renferment 44,79 parties de potasse ;

100 parties de cendres de drèches renferment 19,51 parties d'acide phosphorique ;

100 parties de cendres de drèches renferment 5,2 parties de chaux (Wolf).

Vinasses de fruits. — Voici quelques chiffres empruntés à Behrend, Soxhlet et Strommer :

| | CERISES | MYRTILES | QUETSCHES | |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | (Behrend) | (Behrend) | (Soxhlet) | (Strommer) |
| Eau..... | 81,1 | 92,1 | 93,44 | 90,17 |
| Matières azotées | 1,6 | 0,7 | 0,42 | 0,62 |
| — non azotées.... | 8,4 | 4,8 | 4,76 | 6,72 |
| — grasses..... | 0,9 | 0,3 | 0,19 | 0,59 |
| Cellulose et noyaux..... | 7 | 1,5 | 0,58 | 1,30 |
| Cendres..... | 1 | 0,6 | 0,61 | 0,60 |

A égale dilution les vinasses des autres fruits ne doivent pas différer énormément.

Vinasses de raisin. — Sont contenus dans la vinasse tous les produits du vin sauf l'alcool. Il est donc aisé de se rendre compte de la teneur de ce sous-produit, composition d'ailleurs extrêmement variable comme celle de tous les produits de cette espèce.

EMPLOIS INDUSTRIELS

Il n'y a guère que deux sortes de vinasses qui soient susceptibles d'utilisations industrielles importantes : ce sont celles de mélasse et celles de betterave. Les autres sont exclusivement employées par l'agriculture. A cause de leur richesse, les vinasses de mélasse sont susceptibles de beaucoup plus d'applications que celles de betterave, qui cependant servent aussi de matière première à des industries intéressantes.

Voyons donc d'abord les vinasses de mélasse :

VINASSES DE MÉLASSE. — A cause de leur richesse en eau, la première opération à faire subir aux vinasses est la concentration, qui peut ou non être suivie de calcination.

Concentration des vinasses. — Plusieurs méthodes sont utilisées pour obtenir le résultat cherché. La plus ancienne est la concentration par évaporation simple au four à sole, dit *four Porion*.

On peut aussi employer des appareils à évaporation dans le vide, dits à multiple effet. Enfin on peut utiliser des appareils à évaporateurs de divers modèles, parmi lesquels on cite plus spécialement l'évaporateur Kestner.

Four Porion. — La vinasse sortant de la colonne subit quelquefois, dit M. Razous, un commencement d'évaporation dans une caisse plate, chauffée par serpentin et munie d'agitateurs à lames de couteaux projetant le liquide en pluie.

Il faut remarquer que la vapeur issue d'un générateur bien conduit et avec retour immédiat de l'eau bouillante condensée, coûte de 1,8 à 1,9 de son poids de charbon. L'opération est donc des plus coûteuses et il y a lieu de la remplacer par autre chose.

Sortant ou ne sortant pas de la chaudière précédente, la vinasse se rend au four Porion, où s'effectuent les deux opérations dans deux parties distinctes de l'appareil, la sole d'évaporation et la sole de combustion.

La sole évaporatoire comprend trois soles en gradin, séparées l'une de l'autre par des barrages ; la communication du liquide d'une sole avec une autre se fait par la partie latérale ; des caniveaux en

bois placés extérieurement au four et commandés par des registres établissent la communication.

Au-dessus de chaque sole se trouve un agitateur à oreilles formé d'ailettes enfilées et calées sur un arbre de rotation. La vitesse de celui-ci est de 200 tours. Les ailettes projettent en pluie le liquide accumulé sur les soles. Ce liquide est léché par un courant de gaz chaud qui arrive d'abord sur la sole inférieure, passe successivement sur les autres et sort enfin par une cheminée.

Ce gaz circule sous une voûte qui recouvre les soles.

Sur la partie latérale du four on voit, outre les caniveaux, les poulies et les courroies de transmission du mouvement aux arbres de rotation. Le liquide concentré par l'évaporation extérieure à 1,07-1,08 sort de la première sole à 1,085, de la deuxième à 1,1075 et de la troisième à 1,1335.

Calcination. — La sole de calcination se trouve en avant des trois autres, en contre-bas et à hauteur de ceinture d'homme ce qui facilite le travail des ouvriers ; elle est recouverte d'une voûte qui rejoint celle de la sole d'évaporation.

Autour de cette sole des poêles à coke et à ventilateur déversent leurs gaz dans la voûte ; de sorte que ces gaz parcourent les deux régions de l'appareil et sortent par la cheminée.

Entre les poêles, des trappes permettent d'aller ringarder, avec une rasette, la matière.

Celle-ci, amenée par un caniveau latéral sur la sole de calcination, s'échauffe au début sous l'influence du gaz des poêles et ne tarde pas à s'enflammer. A partir de ce moment on peut éteindre une partie des poêles, la chaleur de la combustion suffisant en partie à l'opération. Il faut brasser la matière pour éviter la formation de sulfures fusibles. Lorsqu'elle est complètement calcinée, on la fait tomber encore rouge dans des brouettes en tôle qu'on va décharger dans un hangar où le salin s'éteint en perdant beaucoup d'ammoniaque et de chaleur.

Il faut éviter, lorsqu'on charge la sole de calcination, d'y envoyer du liquide froid sans la laisser refroidir préalablement. C'est une cause d'explosion.

Le four Porion est tel que 1 kilo de charbon évapore de 23 à 30 kilos d'eau.

D'après M. Lévy, le four Porion doit être assez long pour que les gaz chargés d'eau soient refroidis sous peine de perdre de la chaleur.

La discontinuité du four est également une cause de perte de chaleur puisqu'au moment de la charge il y a entrée d'air froid qui refroidit inutilement.

C'est pour ces deux raisons qu'il est bon d'adopter une longueur de four de 10 à 15 mètres au lieu de 7 à 8 (ce qui refroidit le gaz) et d'avoir deux soles de calcination qu'on alterne de manière à rendre l'appareil continu et à éviter les rentrées d'air froid.

D'après Matignon et Kestner, 1.000 kilos de vinasses brutes à 5°,13 ont un pouvoir calorique de 320.830 calories. Le charbon restant dans les salins serait encore susceptible de fournir 38.700 calories. La matière organique contenue dans le salin est donc susceptible de fournir 282.130 calories pouvant évaporer 514 kilos d'eau à 90°, température de sortie de la vapeur du four. La quantité totale d'eau à évaporer étant de 900 kilos, il en résulte que la matière organique de la vinasse peut, en brûlant, contribuer à l'évaporation d'au moins 50 p. 100 de l'eau totale.

Les mêmes auteurs pensent que les gaz perdus provenant des générateurs de vapeur peuvent, dans une usine bien montée, servir à évaporer encore 20 p. 100 de l'eau des vinasses. Il ne devrait donc rester à évaporer que 30 p. 100 par du charbon. On considère qu'une usine marche bien qui n'utilise que pour 40 p. 100 de charbon.

Multiple effet. Évaporation dans le vide. — M. Barbet a nettement démontré l'économie de la concentration par appareils à effets multiples. Voici comment Boullanger résume son mémoire :

M. Barbet envisage d'abord le cas du travail au four à potasse dans une distillerie travaillant environ 25.000 kilos de mélasse par vingt-quatre heures. Si on fait la dilution au degré de 1.075 on aura environ 1.000 hectolitres de jus par jour. Au rendement de 27 litres d'alcool à 100° par 100 kilos de mélasse on obtiendra 68 hect. 8 d'alcool par jour. En supposant la mélasse à 60 p. 100 de pureté moyenne, on aura 29 p. 100 de non sucré soit 7.395 kilos par vingt-quatre heures. Dans ces conditions, si on suppose une colonne à distiller à bas degré, à chauffe-vin et à chauffe-vinasse, la dépense de cette colonne sera de 18 kilos de vapeur environ par hectolitre de vin, soit 18.000 kilos par vingt-quatre heures. En supposant que l'usine rectifie le flegme à bas degré par rectification continue on dépensera 200 kilos de vapeur par hectolitre de flegme brut à 100°, soit par vingt-quatre heures 13.760 kilos.

- Si on opère le dénitrage d'une façon continue avec récupération de chaleur de la mélasse bouillante, le calcul indique une consommation de vapeur de 3.000 kilos. Supposons que la force motrice pour les pompes et l'électricité soit, en moyenne, de 10 chevaux effectifs, en comptant ces chevaux à 20 kilos de vapeur par cheval et par heure, à cause de la contre-pression, on dépensera donc par jour $204 \times 24 = 4.800$ kilos de vapeur. Ajoutons 15 p. 100 pour les levains purs, arrêts, pertes diverses, etc., soit 6.440 kilos, la somme de toutes ces dépenses s'élèvera à 46.000 kilos par vingt-quatre heures, soit environ 6.200 kilos de charbon par jour ou 90 kilos par hectolitre de flegme à 100°. Les 68 hect. 8 de flegmes au continu produiront 75 hectolitres d'alcool rectifié vendu à 90°. La dépense sera donc de $\frac{6.200}{75} = 83$ k. 6 de charbon par hectolitre à 90°. Quant au four à potasse, il brûle généralement 70 kilos de charbon par hectolitre d'alcool à 90°. La distillation consommera donc au total 152 k. 6 par hectolitre d'alcool à 90°. Si l'on emploie la chaleur d'échappement de la machine au rectificateur continu on fait une économie de 7 k. 25 à l'hectolitre d'alcool. Il reste donc net 145 k. 35 quand on évapore au four à potasse.

Voyons maintenant quelle serait la consommation de la même usine concentrant ses vinasses par multiple effet jusqu'à ce que la concentration puisse s'achever sans aucune dépense de charbon. Il faut pour cela arriver à 20° B soit 20 kilos de non sucre par hectolitre.

Dans le cas de l'usine qui nous occupe, il faut réduire les vinasses à $\frac{7.395}{20} = 370$ hectolitres pour qu'elles soient *auto-incinérables*. Les 1.000 hectolitres de vin sortant de la colonne ne sont plus que 862 hect. 4, car il a été enlevé par la distillation 137 hect. 6 de flegmes à 50°. Supposons que le chauffe-vinasse de la colonne constitue la troisième caisse du triple-effet. Cette caisse dépensera les 18.000 kilos de vapeur nécessaires à la colonne par vingt-quatre heures. Dans un triple-effet ordinaire ces 18.000 kilos évaporeront environ $18.000 \times 0,96 = 17.280$ litres d'eau. Or la colonne ne distille que 13.760 litres de flegmes, il y a donc un déficit d'évaporation de 3.520 litres. Tout se passe donc comme si le triple-effet était normal mais partait de $1.000 + 35$ hect. 20 = 1.035 hect. 20 de liquide au lieu de 1.000 hectolitres.

Il faut réduire ces 1.035 hect. 20 à 370 hectolitres de vinasse auto-incinérable, il y a donc, en réalité, à évaporer 665 hect. 20 d'eau. Or, le rendement moyen d'un triple effet, industriellement, est de 2 k. 6 d'évaporation par 1 kilo de vapeur vive mise à la première caisse. La dépense sera donc de $\frac{66.520}{2,6} = 25.584$ kilos de vapeur.

Dans la première caisse du triple effet, le coefficient du rendement en vaporisation n'est guère que de 90 p. 100, parce qu'il faut réchauffer la vinasse jusqu'à 140°, la pression étant de 2 k. 500; mais, en revanche, cet excès de chaleur se retrouve quand le liquide à 140° passe dans la deuxième caisse, puis quand le liquide de celle-ci sort pour aller dans le réservoir de vinasses concentrées.

On peut donc admettre pour la deuxième et la troisième caisse le coefficient de rendement de 96 p. 100. Donc, dans le haut de la première caisse, la vaporisation sera : $25.584 \times 0,90 = 23.025$ kilos. Dans le haut de la deuxième caisse, elle sera : $23.025 \times 0,96 = 22.100$ kilos.

Telle est la quantité de vapeurs de vinasse disponible pour les divers chauffages ultérieurs formant troisième effet. Si on prélève d'abord les 18.000 kilos nécessaires à la colonne et les 3.000 kilos du dénitrage, soit 21.000 kilos, nous voyons que presque tout y passe. Admettons en somme, dit M. Barbet, 25.000 kilos de vapeur vive à la première caisse, ces 25.000 kilos conduisent la colonne et le dénitrage; ajoutons à ce chiffre 4.800 kilos pour la machine, qui fournit 4.080 kilos au rectificateur, et prenons pour les autres dépenses les mêmes chiffres que plus haut, soit $13.760 - 4.080 = 9.680$ kilos pour le rectificateur et 6.440 kilos pour les levains, pertes diverses, etc., nous arrivons à un total de 45.920 kilos de vapeur, ce qui correspond à 82 k. 5 de charbon à l'hectolitre à 90°. Mais toute la dépense de charbon est supprimée au four à potasse, de sorte que 82 k. 5 est la dépense totale de l'usine au lieu de 145 k. 35, soit une économie de 62 k. 85 de charbon par hectolitre d'alcool à 90°.

M. Barbet envisage enfin le cas de l'évaporation par triple effet dans le vide. Dans ce cas, le chauffeur tubulaire de la colonne à distiller est chauffé à la vapeur vive. Il sort de ce chauffeur 862 hect. 4 de vinasses, de sorte que le triple effet n'a plus à évaporer que $862,4 - 370 = 492$ hect. 4. Le rendement d'un kilo de vapeur entrant à la première caisse peut être conservé à 2 k. 6.

Donc il faudra $\frac{49.240}{2,6} = 18.940$ kilos de vapeur. Pour chauffer cette caisse, on utilisera d'abord l'échappement A de la machine à vapeur, puis l'échappement B de la pompe à faire le vide ; si nous admettons pour A 4.080 kilos comme précédemment, et si nous prenons 4.800 kilos pour la dépense journalière de la pompe à vide qui fournira aussi un échappement de 4.800 — 15 p. 100, c'est-à-dire de 4.080 kilos, la quantité de vapeur vive à fournir au triple effet sera de 18.940 — 4.080 — 4.080 = 10.780 kilos. Dans ces conditions, si nous admettons les diverses dépenses : 18.000 kilos pour la colonne, 13.760 kilos pour le rectificateur, 3.000 kilos pour le dénitrage, 4.800 kilos pour la machine à vapeur, 4.800 kilos pour la pompe à vide, 10.780 kilos pour le triple effet et 6.440 kilos pour les levains purs, cheval alimentaire, pertes diverses, arrêts, etc., nous arrivons à un total de 61.580 kilos de vapeur, soit 8.210 kilos de charbon par jour ou $\frac{8.210}{75} = 109$ k. 4 de charbon par hectolitre d'alcool rectifié à 90°.

L'étude précédente peut se résumer ainsi en ce qui concerne la consommation en charbon de l'usine par hectolitre d'alcool rectifié à 90° :

| | |
|---|-----------|
| Ancien système, sans concentration à triple effet.. | 145 k. 35 |
| Triple effet sous vide | 109 k. 40 |
| Triple effet sous pression..... | 82 k. 50 |

On peut employer dès lors soit un triple effet ordinaire fonctionnant sous vide, sous pression ou sous les deux modes, soit des appareils spéciaux.

Système Yarian. — L'appareil Yarian, dit Boullanger, se compose de deux, trois ou quatre caisses cylindriques horizontales superposées et munies de tubes longitudinaux réunis en serpent dans lesquels circule la vinasse à concentrer, tandis que la vapeur de chauffage arrive entre les tubes. Chaque caisse communique avec un séparateur qui sépare le liquide de la vapeur destinée à chauffer la caisse suivante. Une pompe à vide produit un vide partiel dans l'appareil, et trois pompes accessoires servent l'une pour l'alimentation, l'autre pour l'extraction des vinasses concentrées, la troisième pour l'extraction de l'eau distillée. La pompe d'alimentation envoie la vinasse dans le bas de l'appareil. Cette vinasse

s'élève de caisse en caisse jusqu'à la caisse supérieure, qui reçoit la vapeur directe et où elle atteint l'ébullition. Elle entre alors dans le tube en serpentin de la caisse supérieure, le traverse d'un bout à l'autre, vient se diviser, partiellement vaporisée, dans le premier séparateur. Le liquide va alors au tube de la deuxième caisse, tandis que la vapeur va chauffer cette caisse, et ainsi de suite. A la sortie du dernier séparateur, la vinasse concentrée est enlevée par la pompe. M. Kestner conseille d'employer la vapeur concentrée du dernier corps pour le chauffage de la colonne. Quand on emploie le triple effet ou le double effet ordinaire sous pression, la vinasse est rēfoulée, à la sortie de la colonne à distiller, dans la première caisse, sous une pression de trois atmosphères, par exemple. Cette caisse est chauffée par la vapeur directe ; les vapeurs qu'elle produit chauffent la deuxième caisse, où la pression est moindre, et les vapeurs de la dernière caisse servent au chauffage du tubulaire de la colonne.

Système Barbet. — M. Barbet emploie un multiple effet sous pression (fig. 19), dont la dernière caisse constitue le chauffeur de vinasses de la colonne à distiller ou du rectificateur continu. La vinasse sort assez concentrée pour ne plus nécessiter de charbon au four à incinérer : elle est devenue *auto-incinérable*. Chaque caisse tubulaire est reliée à un séparateur dans lequel se fait l'admission des liquides. Ceux-ci, portés subitement à une température très élevée, se séparent de leurs sels incrustants qui précipitent et tombent au fond. On opère de loin en loin, par un robinet, une extraction de ces précipités qu'on dirige directement vers le four. Les liquides débarrassés des sels incrustants passent dans les tubes où l'évaporation est facilitée par l'élévation préalable de la température dans le séparateur. Le mélange des vapeurs liquides entraînées et mousses passe par une tubulure dans la caisse suivante. Un dispositif intérieur permet de séparer les liquides entraînés des vapeurs qui passent à la caisse suivante, suffisamment sèches pour ne pas salir l'intérieur des tubes évaporateurs. Un émoussage permanent et automatique permet de compléter l'effet de cette séparation. La forme allongée des faisceaux tubulaires permet une émulsion violente qui assure un rendement évaporatoire très élevé. Enfin, lorsqu'il y a lieu de nettoyer les tubes de l'une des caisses, celle-ci peut être facilement isolée par une simple manœuvre de soupapes et robinets, et on peut continuer le travail sans inter-

rompre le fonctionnement de l'appareil, comme cela est indispensable avec les autres systèmes de multiple effet.

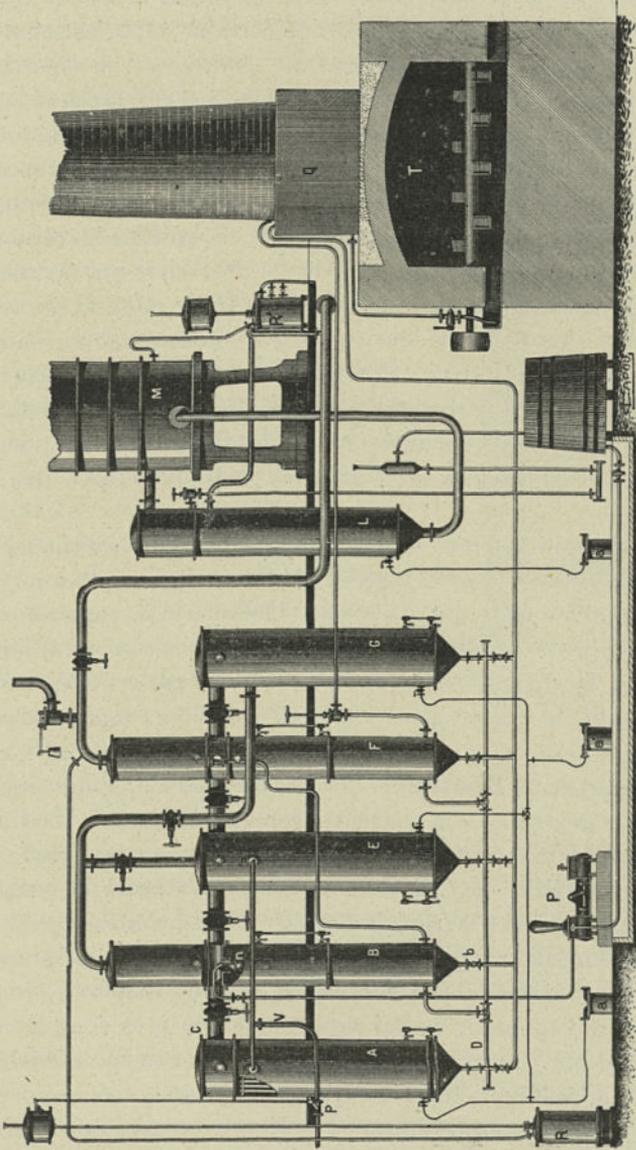


Fig. 19 — Concentreur système Barbet.

On peut se demander s'il y aurait avantage à pousser l'évaporation jusqu'à 33-35° Baumé, de manière à ne plus avoir d'évaporation

complémentaire au four. Ce système, pratiqué dans plusieurs usines, a l'avantage de supprimer presque entièrement la mauvaise odeur. Les gaz de la combustion à température élevée se rendent au générateur et engendrent ainsi une certaine vaporisation d'eau. Des essais, faits par M. Vasseux, ont montré que la vaporisation ainsi produite vient compenser l'excès de vapeur réclamé par un triple effet poussant l'évaporation jusqu'à 40° B. En examinant ce genre de travail, M. Barbet a montré qu'il est un peu moins avantageux, au point de vue de la dépense en charbon, que le mode de travail avec concentration jusqu'à 11° B, et auto-incinération. En outre, cette méthode a l'inconvénient de nécessiter une augmentation de la surface des générateurs et du triple effet, et de donner lieu à des incrustations beaucoup plus considérables dans les caisses. Elle a par contre l'avantage de supprimer les mauvaises odeurs, les fumées blanches chargées d'eau, et de permettre de faire soit des engrais composés en supprimant la calcination, soit de calciner en vase clos pour récolter l'ammoniaque et les goudrons.

Quand on veut calciner les vinasses, la meilleure solution paraît donc être la concentration jusqu'à 11° Baumé, au double ou triple effet sous pression, ce qui, pour une vinasse à 5°5, représente une évaporation de 50 p. 100 de la quantité d'eau à évaporer. Dans ces conditions, la vinasse est devenue auto-incinérable et le four fait gratuitement le reste, grâce à la chaleur de combustion des vinasses.

Évaporateurs Kestner. — M. P. Kestner a appliqué ses évaporateurs à grimpage à la concentration des vinasses de distillerie. Ces évaporateurs se composent d'un long faisceau tubulaire vertical, dont les tubes ont 7 mètres de long ; la vinasse à concentrer arrive dans les tubes à la partie inférieure, s'y concentre et s'échappe à la partie supérieure. Le chauffage a lieu par admission de vapeur dans l'espace intertubulaire. Les tubes peuvent toujours être lavés sans arrêt de l'appareil, ce qui supprime à peu près complètement les incrustations. La marche est régulière et continue, le liquide ne faisant qu'un passage à travers l'appareil.

Le gros avantage des évaporateurs Kestner est qu'ils permettent de neutraliser les vinasses pour pouvoir employer le fer à la construction, au lieu d'avoir à faire des installations, extrêmement coûteuses, en cuivre. Comme les vinasses neutralisées moussent beau-

coup, il est difficile de procéder avec les autres appareils à cette neutralisation. Au contraire, l'évaporateur à grimpage est un véritable brise-mousses, qui fonctionne mieux encore avec un liquide mousseux. Cette neutralisation se fait avec du salin dans l'appareil lui-même; la pompe qui refoule la vinasse dans l'évaporateur est à deux corps, et le corps auxiliaire refoule la solution de salin nécessaire à la neutralisation. Les évaporateurs Kestner peuvent être combinés avec la colonne à distiller et être à simple, double ou triple effet.

Ces appareils, grâce à leur facilité de conduite, de nettoyage, à leur grande puissance d'évaporation et à leurs dispositions spéciales pour éviter les entraînements, conviennent tout particulièrement à la concentration des vinasses de betteraves et de mélasses. Comme ils permettent le travail des mélasses neutralisées, ils peuvent être construits en fer et sont ainsi beaucoup moins coûteux. Enfin, ils permettent la séparation des sels qui se déposent pendant la concentration à un degré élevé, qu'on peut recueillir d'une façon continue, grâce à des dispositions spéciales. Le résidu liquide peut alors être incinéré, ou mieux, traité pour la production d'engrais, par une des méthodes que nous étudierons plus loin.

Pour plus de détails sur l'appareil, on se reportera avec fruit au traité de P. Razous : *Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles*.

SALINS. — Quel que soit le procédé employé, le résidu de la calcination des vinasses de mélasse porte le nom de **salin**. On peut, pendant la calcination, récupérer certains produits azotés gazeux. Nous verrons comment en étudiant le procédé Vincent.

Composition des salins. — Nous n'entrerons pas ici dans le détail des diverses méthodes d'analyses des salins; chaque usine,

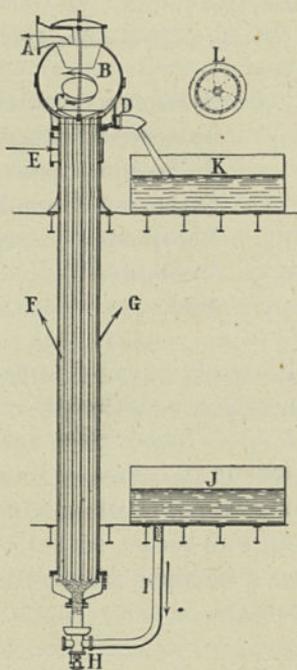


FIG. 20. — Concentreur Kestner.

nous pourrions presque dire chaque chimiste, a la sienne qui a des qualités et des défauts.

La composition des salins varie avec la nature de la betterave, le sol, la culture, les engrais employés, etc., etc.

Voici les limites extrêmes fournies par M. Vincent dans son cours de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures :

| | | |
|---------------------------|-------|-------|
| Carbonate de potasse..... | 15,00 | 45,00 |
| Chlorure de potassium ... | 17,00 | 11,00 |
| Sulfate de potasse | 20,00 | 15,00 |
| Carbonate de soude..... | 24,00 | 16,00 |
| Phosphates | 0,30 | 0,20 |
| Insoluble | 22,00 | 11,00 |
| Eau | 1,70 | 1,80 |

Il semble cependant que ces chiffres soient trop bas en ce qui concerne principalement le carbonate de potasse.

D'après Bauer, qui a analysé des salins de diverses provenances, la teneur en carbonate de potasse varierait de 50 à 60 p. 100. Il est vrai qu'il s'agissait de salins allemands qui sont, en général, beaucoup plus riches en carbonate que les salins français. — Voici, à titre d'exemple, des analyses de salins autrichiens dues à Strohmmer (Autriche).

| | I | II | III | IV |
|----------------------------|-------|-------|-------|--------|
| Humidité | 1,40 | 0,32 | 3,00 | 1,38 |
| Insoluble dans l'eau..... | 14,50 | 6,39 | 10,50 | 11,77 |
| Carbonate de potasse | 45,89 | 50,36 | 43,46 | 60,84 |
| Sulfate de potasse | 19,33 | 17,06 | 19,95 | 3,17 |
| Phosphate de potasse..... | 0,96 | 1,60 | 0,84 | traces |
| Chlorure de potassium..... | 9,40 | 11,26 | 9,19 | 11,01 |
| Carbonate de soude..... | 7,41 | 12,06 | 13,01 | 11,36 |

D'après M. Beirnaert, distillateur à Ascq et ingénieur des Arts et Manufactures, cette différence de richesse en carbonate de potasse entre les produits étrangers et les produits français tient à ce que les raffineurs de potasse ne paient dans le salin que 40 p. 100 au maximum de carbonate. Si donc les distillateurs leur fournissaient un salin à 60, ils perdraient de l'argent puisque le carbonate est le plus cher des sels. Dès lors, ils s'arrangent pour ne pas pousser la calcination trop loin afin d'avoir le plus de sels possible tout en

s'approchant de 40 p. 100 pour le carbonate. Dans les pays étrangers, les mêmes raisons n'existent pas. La calcination est poussée plus loin et il n'y a presque plus de sulfate de potasse.

Les raffineurs auraient tout autant d'intérêt à s'entendre pour payer tous les degrés, mais les payer moins cher. Malheureusement, il en reste six en France et ils ne savent pas s'accorder. Il est à prévoir que, en présence de la diminution de la matière première (crise de la sucrerie, consommation de mélasse pour les bestiaux), en présence de la concurrence des lessives allemandes (chlorures et hypochlorite de *K*, produits au moyen de *KCl* allemand. Usine de La Motte-Breuil près de Compiègne, par électrolyse), en présence de la concurrence des potasses de tournesol de Russie ; tous produits entrant presque en franchise, ce métier est appelé à disparaître. Il suffirait aussi que, pour une cause économique quelconque, le CO^3K^2 vienne à valoir le même prix que les autres sels, il n'y aurait plus d'intérêt à en opérer la séparation. Les salins deviendraient alors un excellent engrais potassique, CO^3Na^2 qui serait perdu, ayant relativement peu de valeur.

Raffinage des salins. — M. Beirnaert, précité, a bien voulu nous fournir sur cette question une fort intéressante note que nous reproduisons in extenso.

Les salins préalablement concassés et réduits à la grosseur d'une noix sont chargés dans des lessiviers méthodiques Chance, auxquels on donne encore le nom de filtres, les gros morceaux au fond pour ne pas obstruer les tôles perforées. Un lessivier comporte quatre ou cinq compartiments. Le compartiment qu'on vient de charger est rempli avec la liqueur provenant du filtre précédent, déjà lessivé une fois et ainsi de suite. Le filtre de queue est chargé avec de l'eau pure ou avec les petites eaux provenant du pressage final des salins épuisés au filtre-pressé. On retire ainsi, en tête de la batterie, des jus marquant environ 40° B. Dans d'autres usines on épuise plus bas encore, cela dépend des procédés de fabrication.

Le sulfate, moins soluble que les autres sels, reste en partie sur les salins épuisés. On retire ces derniers, on les malaxe avec barbotement de vapeur et on les passe au filtre-pressé ordinaire. En faisant varier la quantité d'eau ajoutée au malaxeur, on épuise plus ou moins. Les petites eaux produites sont : ou bien concentrées pour entrer directement dans le travail, ou bien servent à alimenter les lessiviers en queue.

L'insoluble, plus ou moins riche en sels suivant le travail, est employé comme engrais. Il constitue ce que l'on appelle résidus de potasserie, noirs de potasserie, salins sulfatés. Il peut contenir encore 1 à 2 p. 100 d'azote.

Les lessives, qui sortent des filtres-presses à 40° B, sont envoyées dans un bac d'attente, puis évaporées dans un bac à 48° B environ. Quand ce degré est atteint, on les coule dans des cristallisoirs à chlorures. Une partie du carbonate de soude s'est précipitée pendant la concentration, on le lave, on le filtre sur un bac à faux-fond. Il se prend, par refroidissement, en morceaux très durs ; on le broie dans un malaxeur à meules avec un peu d'eau et on le turbine de manière à avoir un carbonate de soude bien débarrassé des autres sels. Les égouts rentrent dans le travail.

Quant aux *lessives*, elles abandonnent leurs *chlorures* par refroidissement, puis on les renvoie à la concentration.

Les chlorures sont lavés, égouttés et séchés au-dessus des fours à potasse ; les égouts rentrent dans le travail.

Les lessives sont concentrées ensuite jusqu'à 51-52° B, puis coulées dans d'autres cristallisoirs. Elles abandonnent encore de la *soude* pendant la concentration, et ce $CO^3 Na^2$ est traité comme précédemment.

Les jus à 52° abandonnent, par refroidissement, des *sels doubles*, contenant $CO^3 K^2$, KCl , $SO^4 K^2$ et $CO^3 Na^2$. Ces sels doubles sont refondus et remis dans le travail ; on les coule alors dans les *fours à potasse*.

Ces fours à potasse sont analogues aux fours Leblanc, la sole a, comme surface, environ 8 mètres carrés. La cuite demande beaucoup de soins, il faut remuer constamment. Pour désulfurer, quand on a des potasses sulfureuses, on ajoute du nitrate de soude qui oxyde les sulfures restants. Les cuites sont d'environ 500 kilos. La potasse qui en sort doit être blanche et friable. Une cuite, y compris le temps du remplissage du four et de la vidange, dure de 5 à 6 heures.

Suivant la potasse que l'on désire, on peut concentrer les lessives à + 52. On obtient ainsi des 75/80, des 80/85, des 85/90, etc. En général, on fait des potasses 75/80, c'est-à-dire contenant 75 à 80 p. 100 de $CO^3 K^2$. Voici, par exemple, une analyse de ce produit :

| | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|
| Carbonate de potasse..... | 79,19 | 76,88 | 77,85 |
| $CO^3 Na^2$ | 12,00 | 13,34 | 11,92 |
| KCl | 3,00 | 3,40 | 3,15 |
| $SO^4 K^2$ | 3,74 | 4,07 | 4,48 |
| Eau..... | 0,77 | 0,92 | 0,91 |
| Insoluble..... | 0,16 | 0,25 | 0,29 |
| Non dosé..... | 1,14 | 1,14 | 1,40 |
| Titre alcalimétrique..... | 67,37 | » | 66,25 |

On peut voir que la perte en sels est assez forte. Le $CO^3 Na^2$ ne gêne pas, il a certains avantages pendant les temps chauds pour les savonniers.

Sulfates. — On extrait les sulfates en concentrant à 38° B, dans une chaudière spéciale, les petites eaux de lavage des filtres, ou, suivant le cas, par refroidissement après concentration à 38° B des lessives des lessivoirs à bas titres (25-28° B, même moins). On obtient alors des sulfates que l'on lave et turbine comme pour les autres sels. Les égouts reviennent dans le travail.

Voici quelques analyses de sulfates et de chlorures :

| | SULFATE | | CHLORURE |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Titre alcalimétrique..... | 1,28 | 2,22 | 1,12 |
| Carbonate de potasse..... | 1,12 | 2,89 | 1,06 |
| Carbonate de soude..... | 0,53 | 0,19 | 0,40 |
| Chlorure de potassium..... | 0,25 | 0,45 | 84,66 |
| Sulfate de potasse..... | 93,45 | 91,48 | 0,18 |
| Insoluble..... | 0,32 | 0,34 | 5,20 |
| Eau..... | 3,93 | 3,60 | 0,02 |
| Pertes..... | 0,40 | 0,65 | 8,48 |

Ces sels sont blancs ou roux suivant que les salins initiaux ont été bien ou mal calcinés.

Les autres sous-produits, carbonate de soude et salins sulfatés séchés provenant des insolubles ont la composition suivante :

1° *Carbonate de potasse :*

| | I | II | III |
|---------------------------|-------|-------|-------|
| Titre alcalimétrique..... | 88,50 | 91,60 | 90,75 |
| Carbonate de soude..... | 95,58 | 98,93 | 98,01 |
| Carbonate de potasse..... | 1 » | 1 » | 1 » |

2° *Salins sulfatés séchés :*

| | I | II | III | IV |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Carbonate de potasse..... | 6,33 | 7,97 | 6,41 | 2,79 |
| Carbonate de soude..... | 2,75 | 3,76 | 2,65 | 1,85 |
| Chlorure de potassium..... | 2,20 | 2,10 | 1,60 | 0,98 |
| Sulfate de potasse..... | 44,84 | 40,65 | 22,58 | 27,06 |
| Insoluble..... | 40,77 | 42,13 | 66,76 | 67,32 |
| Eau..... | 3,68 | 2,87 | | |
| Non dosé..... | 0,18 | 0,52 | | |

AUTRES PROCÉDÉS DE TRAITEMENT DES VINASSES. — Au Congrès de chimie appliquée de Berlin, M. Aulard a démontré que si la distillerie récupérait les engrais azotés des vinasses, elle pourrait fournir chaque année à notre agriculture 48.226 tonnes d'azote organique représentant au bas mot 70.000.000 de francs. Il y a donc intérêt à chercher quelque méthode permettant de capter tout ou partie de cette fortune qui s'en va actuellement dans l'atmosphère.

On peut chercher soit à récupérer l'azote sous une forme déterminée pouvant présenter de l'intérêt au point de vue chimique pur, soit simplement à fabriquer des engrais mixtes azotés, soit les deux.

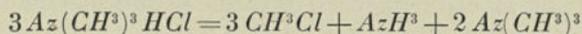
Fabrication des produits chimiques. — Procédé Vincent.

— M. C. Vincent, dit Paul Razous, en remplaçant la calcination par une distillation, a recueilli et utilisé des produits organiques très importants. Les vinasses marquant 4° Baumé sont concentrées à l'air libre jusqu'à 37°, puis coulées dans des cornues en fonte, où elles sont soumises à la distillation. Après 4 heures de chauffe, on retire des cornues un salin noir, poreux, facile à lessiver, et plus riche en carbonate de potassium que le salin fait dans les fours à réverbère. Les produits volatils (alcool méthylique, ammoniacque, triméthylamine, etc.), dégagés pendant la distillation sont condensés dans des réfrigérants.

Ces produits volatils sont utilisés pour préparer industriellement le chlorure de méthyle. A cet effet, le produit brut de la condensation des vapeurs fournies par ces vinasses est saturé par de l'acide sulfurique.

En concentrant par distillation le liquide ainsi obtenu, on recueille des vapeurs d'alcool méthylique et de cyanure de méthyle (ce dernier traité par la chaux, donne de l'ammoniacque et de l'acétate de calcium). Le liquide ainsi concentré donne par cristallisation du sulfate d'ammonium et des eaux mères qui renferment la

triméthylamine à l'état de sulfate impur noirâtre. Ces eaux mères, chauffées avec de la chaux éteinte, dégagent la triméthylamine que l'on recueille dans l'acide chlorhydrique du commerce. En soumettant à la distillation le chlorhydrate ainsi obtenu, et élevant progressivement la température jusqu'à 525° on transforme toute la matière par simple distillation en un mélange d'ammoniaque, de triméthylamine et de chlorure de méthyle :



Ce mélange gazeux, reçu dans l'acide chlorhydrique ordinaire, y abandonne l'ammoniaque et la triméthylamine, tandis que le chlorure de méthyle est recueilli dans un gazomètre sur l'eau. Une pompe aspirante et foulante permet de le comprimer et de le liquéfier à la température ordinaire dans des réservoirs métalliques. La nouvelle dissolution de chlorhydrate de triméthylamine mêlé de chlorure d'ammonium, concentrée par ébullition jusqu'à 140° donne par refroidissement du chlorure d'ammonium ; l'eau mère sera décomposée par distillation comme le chlorhydrate de triméthylamine primitif.

Si au lieu d'opérer la distillation du chlorhydrate de triméthylamine à 325° on avait chauffé seulement jusqu'à 285°, il aurait distillé de la triméthylamine libre et du chlorure de méthyle ; il serait resté dans la cornue du chlorhydrate de monométhylamine et du chlorure d'ammonium. En traitant ce résidu par l'alcool absolu on dissout le chlorhydrate de monométhylamine, qui permet d'obtenir la monométhylamine pure.

Le salin restant peut être employé, comme un salin ordinaire, en potasserie.

Il convient de dire que ce procédé n'est guère entré dans la pratique courante.

Procédés Effront. — Les méthodes de travail proposées par M. Effront sont au nombre de deux :

1° La première peut être ainsi décrite : Si l'on n'obtient pas plus d'azote par les procédés de distillation directe des vinasses (procédé Vincent, par exemple), cela tient à ce que ce corps est engagé dans des combinaisons alcalines stables dont il conviendrait au préalable de le dégager. Pour cette opération préliminaire on peut utiliser, suivant les cas, de la colophane, des sels acides ou des acides minéraux. Pour les vinasses de mélasse, ce qui convient le mieux est la

colophane qui forme, avec les bases alcalines, des savons résineux facilement transformables en carbonates.

Dans la pratique, les vinasses étant concentrées à 40-42° B, on y ajoute la quantité voulue de résine (20 à 38 kilos) et on dessèche dans une étuve chauffée à 180-200° et où passe un courant d'air surchauffé alternant avec de l'acide carbonique.

Les produits de distillation sont recueillis dans des laveurs contenant de l'acide. Ils contiennent, sous forme de sels d'ammoniaque, à peu près 50 p. 100 de l'azote total de la matière. Le résidu contient le salin des matières azotées organiques et du savon de résine.

Ce résidu, qui est une masse fondue et poreuse, est repris, concassé, introduit dans des récipients contenant de l'eau chaude. La résine surnage. On la décante, puis on filtre sur une toile sur laquelle reste une substance azotée à peu près insoluble. Après dessiccation à l'étuve à 100°, cette substance est portée dans des cornues chauffées au rouge blanc et où passe un courant d'air et de vapeur surchauffée. Les produits distillés sont recueillis dans l'acide.

Nous verrons les modifications que subit ce procédé lorsqu'il s'agira des résidus des distilleries de matières amylicées auxquels il s'applique également.

2° En exposant son nouveau procédé, M. Effront résume ainsi les causes d'insuccès des précédents :

- 1° Le rendement par distillation sèche n'est que 50 à 60 p. 100 de l'azote contenu.
- 2° Le produit distillé se compose à parties égales d'amides et d'ammoniaque.
- 3° Les sulfates obtenus cristallisent mal et sont hygroscopiques.
- 4° Les procédés demandent des installations très importantes dont l'ammoniaque obtenue ne couvrirait pas les frais.

M. Effront a cherché à traiter les vinasses par voie biologique, en essayant de trouver une diastase capable, dans des conditions pratiquement réalisables, de transformer l'azote organique des vinasses en azote ammoniacal.

Les résultats de ces recherches ont été les suivants :

- 1° La levure de bière contient des diastases agissant sur les acides amidés. Cette diastase, dénommée « Amidase » par l'auteur, opère complètement la décomposition des acides amidés en ammoniaque et en acides gras volatils.

2° La présence d'amidase a été constatée dans les ferments butyriques ainsi que dans les différentes bactéries et moisissures.

3° Par l'action de la levure à l'état d'autophagie ou de ferments amenés à un état particulier par l'alcalinisation du milieu, par aération, par emploi d'antiseptiques, on arrive à transformer l'azote organique des vinasses de betteraves, mélasses ou grains, en azote ammoniacal.

4° Les vinasses provenant de 1.000 kilos de mélasse donnent environ 75 kilos de sulfate d'ammoniaque et 95 à 110 kilos d'acides volatils composés d'acides acétique, propionnique et butyrique.

A l'emploi des cultures pures, on peut substituer celui de la terre de jardins qui peut très bien être prise comme point de départ pour la fermentation ammoniacale. L'auteur recommande de stériliser cette terre mélangée à de la vinasse alcalinisée pendant une heure à 70-80°, stérilisation sans action sur les ferments à fonction ammoniacale. Cette culture de terre dans la vinasse peut être employée comme levain à condition de la renouveler assez souvent.

Fabrication des sels de potasse et des engrais organiques azotés. — Procédé Savary. — La méthode s'applique également aux vinasses de betterave car elle permet d'en extraire la glycérine. Le principe est le suivant. Les vinasses évaporées à 30-40° B sont traitées par le sulfate d'ammoniaque qui transforme la plus grande partie de la potasse en sulfate. Ce sulfate de potasse est séparé après cristallisation. Le liquide résiduaire, concentré à 42-44° B, est distillé dans le vide par la vapeur surchauffée pour en extraire la glycérine.

Le résidu de la distillation se prend en masse. Une fois pulvérisé il fournit un excellent engrais complet très apprécié des cultivateurs à juste titre (engrais Neslois).

Procédé Vasseux. — La masse concentrée est traitée par suffisamment d'acide sulfurique pour transformer tous les sels de potasse en sulfate. A 32 ou 35° B, le sulfate cristallise dans la masse. On turbine après avoir décanté et filtré. Pour purifier ce sulfate on le lave et on le turbine à nouveau. C'est alors un produit très blanc et très pur. Les égouts sont repris et desséchés dans le vide. La dessiccation terminée, on fait couler la masse dans des chariots où elle se solidifie. Après broyage, elle constitue un engrais de très grande valeur également contenant 5 à 7 p. 100 d'azote et 6 à 7 p. 100 de potasse.

Cet engrais est presque entièrement soluble dans l'eau, peu hygroscopique et se conservant très bien. Son azote nitrifie rapidement dans le sol.

Quelquefois on ajoute de la tourbe pulvérisée à la matière en train de sécher, ce qui rend, postérieurement, la pulvérisation plus aisée.

D'après M. Vasseux, on obtient par 1.000 kilos de mélasses :

| | |
|---|-----------|
| 75 à 80 kilos de sulfate de potasse 75-80 valant.... | 14 fr. 00 |
| 150 kilos d'engrais organique azoté, d'une valeur de. | 16 fr. 50 |
| TOTAL..... | 30 fr. 50 |

Si on travaille par calcination, on récupère seulement, par 1.000 kilos de mélasses, 90 kilos de salins, d'une valeur de 13 à 14 francs, et on perd tout l'azote récupérable, c'est-à-dire 75 à 80 p. 100 de l'azote total ou 11 kilogrammes à 1 fr. 50, soit 16 fr. 50. Ces chiffres montrent l'avantage de la récupération et sa nécessité même pour les distillateurs de mélasses.

Procédé Gimel. — Cette méthode, dit Boullanger, consiste à concentrer la vinasse jusqu'à 35° B, puis à la distiller en présence de chaux vive ; il se dégage de l'ammoniaque et des amines qu'on recueille dans une série de touries renfermant de l'acide chlorhydrique. On évapore la solution à 325° ; la masse est ainsi décomposée en un mélange d'ammoniaque, de triméthylamine et de chlorure de méthyle, et les produits ultimes de la décomposition sont le chlorure de méthyle qu'on recueille et le chlorhydrate d'ammoniaque comme résidu. D'autre part, on ajoute de l'acide sulfurique dans le résidu de la distillation de la vinasse à la chaux, de manière à neutraliser à peu près complètement. On sépare le précipité formé et on concentre jusqu'à dessiccation complète. Dans ce processus, la glycérine s'est en grande partie décomposée, après séparation du liquide clair, on enlève la presque totalité de ce qui reste. On obtient ainsi un engrais non hygroscopique.

Procédé Rivière. — M. Rivière a proposé de traiter les vinasses par l'acide hydrofluosilicique avec récupération ultérieure de ce produit. C'est très compliqué et il n'est pas à notre connaissance que cette méthode soit entrée dans la pratique industrielle.

Utilisation des vinasses pour produire l'ammoniaque. — D'après Wagner, Fischer et Gauthier, les vinasses de mélasses mélangées avec de la bauxite et chauffées fourniraient de grandes quantités d'ammoniaque.

VINASSES DE BETTERAVE. — D'après Pasteur, 100 kilos de sucre soumis à la fermentation alcoolique complète fournissent en poids :

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Alcool | 51,11 |
| Acide carbonique | 48,89 |
| Acide succinique | 0,67 |
| Glycérine | 3,16 |
| Cellulose, graisse et extractif. | 1,00 |

Cela montre que dans toutes les vinasses, il existe une importante proportion de glycérine, des quantités appréciables de graisses et d'extractifs, et aussi quelque peu de principes acides en dehors de l'acide sulfurique qui peut avoir été ajouté. Parmi eux, l'acide succinique pourrait être retiré, mais ses usages sont trop restreints pour que l'opération soit intéressante.

L'extraction de ces produits résiduaux, au premier plan desquels est la glycérine, est plus intéressante pour les vinasses de betterave que pour celles de mélasse. Ces dernières ont des utilisations variées, tandis que, le plus souvent, les vinasses de betterave sont un produit encombrant, dont le distillateur se demande comment il pourra se débarrasser quand il n'a pas à sa disposition de terrains d'épandage pour leur utilisation directe.

Extraction de la glycérine. — M. Barbet a envisagé une usine qui mettrait en fermentation 1.600 hectolitres à 10 p. 100 de sucre, soit 16.000 kilos de sucre par jour. Ces 16.000 kilos de sucre peuvent donner, en comptant 3,4 p. 100 de glycérine dans les produits de la fermentation :

$$16.000 \times \frac{3,4}{100} = 544 \text{ kilos de glycérine.}$$

En extrayant 80 à 90 p. 100 de cette glycérine, soit 450 kilos par jour, et en comptant la glycérine à 1 franc le kilogramme, on aurait une recette supplémentaire de 450 francs par jour, soit 3 francs par tonne de betterave, ce qui est appréciable.

Plusieurs méthodes ont été proposées pour l'extraction de ce produit.

Procédé Sudre et Thierry. — On laisse couler la vinasse en nappe mince sur un support logé dans une chambre bien close et chauffée à 200-250°. Ce support est animé d'un mouvement de translation

convenablement réglé. On dirige sur la masse des jets de vapeur d'eau ayant pour objet de favoriser le dégagement de la glycérine.

Une tubulure, reliée avec une aspiration, permet de récupérer l'ammoniaque, la glycérine et les goudrons qui se dégagent.

La masse arrivée à l'extrémité de la table sans fin est pulvérisée. Raclée, elle est envoyée sur une seconde table sans fin où elle se calcine en donnant un salin.

La glycérine est ultérieurement séparée des autres distillats.

Procédé Thierry. — Le principe est le même que dans le procédé précédent, mais les organes d'évaporation, au lieu d'être mobiles, sont fixes. Le raclage est supprimé. La vinasse liquide coule sur une surface évaporatoire inclinée, située dans une enceinte fermée où l'on crée une dépression ; sous l'action de la chaleur et du vide, l'eau et la glycérine se volatilisent et sont aspirées par la pompe à vide pour aller se condenser dans un réfrigérant. La matière arrive à la partie inférieure de la surface inclinée encore assez fluide pour couler dans un récipient collecteur d'où elle est extraite de temps à autre.

Procédé Savary. — Nous l'avons examiné plus haut en traitant des vinasses de mélasse, auxquelles il peut également s'appliquer.

Premier procédé Barbet. — Il arrive parfois que lorsque la température de distillation de la glycérine n'est pas bien réglée et qu'elle se rapproche de 300°, une partie de ce corps est décomposée, d'où perte. Pour éviter cela, M. Barbet a songé à procéder par osmose et se sert d'alcool à 95°. La vinasse et l'alcool circulent à contre courant dans l'osmoseur, qui est de construction particulière.

La glycérine passe plus rapidement dans l'alcool que les sels, et on obtient un alcool glycérineux contenant un peu de sel, d'une part, et, d'autre part, une vinasse contenant un peu d'alcool et ayant totalement perdu sa glycérine.

L'alcool glycérineux est distillé et il reste, après départ de l'alcool, un produit pouvant renfermer jusqu'à 80 p. 100 de glycérine anhydre.

Deuxième procédé Barbet. — C'est le plus récent. La plupart des sels solubles dans l'alcool sont précipités de la vinasse par l'addition de 1 kilo de chaux en poudre à moitié éteinte à 1 k. 25 de sirop de vinasse, préalablement ramené par évaporation à 40-42° B.

Si alors on ajoute de l'alcool, ce dernier corps dissoudra seulement la glycérine et il n'y aura qu'à distiller, comme dans le cas précédent, pour obtenir l'alcool employé moins les pertes, d'une part, la glycérine de l'autre.

Fabrication des engrais pulvérulents. — Au point de vue agricole, la solution qui, d'après Verbièse et Darras, satisferait tous les intéressés, serait la transformation des vinasses en un engrais sec, facilement transportable et d'un emploi commode. Cette transformation se ferait évidemment à l'aide d'un matériel assez coûteux et avec une dépense assez élevée de charbon. Mais l'écart existant actuellement entre la valeur payée de la vinasse et sa valeur réelle permet d'espérer que ces transformations laisseraient un bénéfice très appréciable encore.

Peut-être le traitement des vinasses pourrait-il se faire dans quelques usines spécialement agencées à cet effet, la majorité des distilleries se contentant de leur expédier leurs résidus sous le volume le plus réduit.

Des essais dans ce sens ont déjà été tentés, et, à l'heure actuelle, on en est arrivé à cette conclusion que la concentration économique des vinasses nécessite l'emploi d'appareils à triple effet et même à quadruple effet.

Idées de M. Barbet. — M. Barbet, auquel on doit beaucoup en ces matières, envisage ainsi la question. Il faut obtenir des vinasses aussi concentrées que possible. Pour cela, il convient de modifier le travail même de la distillerie et s'arranger de façon à n'avoir que 105 à 110 litres de jus par 100 kilos de betterave. La stérilisation complète de ces jus peut être très facilement opérée par l'emploi de puissants récupérateurs de chaleur. Complétée par l'emploi de levains purs actifs, cette stérilisation permet d'économiser les deux tiers de l'acide sulfurique ordinairement employé, ce qui donne aux salins ultérieurement produits une plus grande valeur. Prenons le cas d'une usine fournissant journallement 1.600 hectolitres de jus à 1005, ce jus contenant en moyenne 10 p. 100 de sucre et 2,5 p. 100 de non sucre. La distillation dans une colonne à bas degré sans récupérateur demandera 15 kilos de vapeur à l'hectolitre de vin, soit 24.000 kilos. La colonne, dit Boullanger, donnera par vingt-quatre heures 192 hectolitres de flegmes à 50°, et il restera 1.408 hectolitres de vinasses. Si le tubulaire de la colonne avait été la quatrième caisse d'un quadruple effet ordinaire, les 24.000 kilos

auraient évaporé les 96 centièmes de leur poids, c'est-à-dire 200 hect. 4 au lieu de 192. La différence est donc de 38 hect. 4, et tout se passera comme si nous avions à alimenter le quadruple effet de 1.638 hect. 40.

Nous verrons plus loin que pour que la vinasse obtenue puisse achever sa concentration sans aucune dépense de charbon, la combustion des matières organiques donnant la chaleur nécessaire pour ce travail, il faut concentrer la vinasse à un degré tel qu'elle contienne environ 20 kilos de non sucre à l'hectolitre. Or, nous avons introduit dans le travail $1.600 \times 2,5 = 4.000$ kilos de non sucre. Il faudra donc réduire le liquide à $\frac{4.000}{20} = 200$ hectolitres et la quantité à vaporiser sera de $1.638,4 - 200 = 1.438$ hect. 4. Or, dans un quadruple effet, chaque kilo de vapeur mis au premier effet doit produire au minimum 3 k. 4 d'évaporation effective. La dépense de vapeur vive à la première caisse sera donc de $\frac{143.840}{3,4} = 42.305$ kilos.

Dans la première caisse, le coefficient de rendement en vaporisation étant supposé égal à 90 p. 100, et dans la deuxième et la troisième caisse à 98 p. 100, on évaporera dans la première caisse $42.305 \times 0,90 = 38.075$ kilos ; dans la deuxième caisse $38.075 \times 0,98 = 37.314$ kilos ; dans la troisième caisse $37.314 \times 0,98 = 36.568$ kilos. La quatrième caisse ne consomme, comme nous l'avons vu, que 24.000 kilos, qui ne produisent qu'une vaporisation effective de 192 hectolitres de flegmes. Il reste par conséquent une disponibilité de 12.568 kilos avec lesquels on peut chauffer une grande cuve à air libre servant de réservoir aux vinasses concentrées, de façon à terminer leur réduction à 200 hectolitres par vingt-quatre heures. Ce dernier réservoir, fermé, peut chauffer la stérilisation.

Dans le travail sans concentration, on dépensera donc 24.000 kilos de vapeur à la colonne à distiller, 19.200 kilos au rectificateur continu (96 hectolitres à 200 kilos de vapeur) et 6.000 kilos pour la stérilisation des jus, soit en tout 49.200 kilos de vapeur, sans compter la diffusion, la force motrice, etc., dont les dépenses sont les mêmes dans les deux cas. Dans le travail à quadruple effet, lequel chauffe la colonne et la stérilisation, la dépense est de 42.305 kilos de vapeur pour le multiple effet et de 19.200 pour le rectificateur, soit 61.505 kilos au lieu de 49.200 kilos, d'où une dépense supplémen-

taire de 12.305 kilos de vapeur ou de 1.640 kilos de charbon par jour. Si on double ce chiffre pour tenir compte de la main-d'œuvre pour le multiple effet et le four à potasse, on arrive à une dépense de 66 francs par jour. Or, le jus de diffusion contenant environ 0 k. 8 de cendres, on extraira donc $0,8 \times 1.600 = 1.280$ kilos de salins. En comptant ces salins à 10 francs seulement les 100 kilos, on arrive à un produit de 128 francs, laissant par conséquent un bénéfice de 62 francs par jour, soit de 5.580 francs pour 90 jours de campagne et 0 fr. 413 par tonne de betterave.

Idées de M. Kestner. — M. Kestner, ingénieur à Lille, a proposé d'employer pour la concentration de la vinasse, la tourbe desséchée pulvérisée qui contient elle-même de l'azote, azote qui acquiert une valeur suffisante pour qu'on puisse considérer qu'il compense largement le prix d'achat de cette matière. Les vinasses sont concentrées dans des appareils à multiple effet, puis dans l'évaporateur à grimpage de M. Kestner que nous avons précédemment décrit succinctement. On les amène ainsi à 40° B. On mélange alors le sirop obtenu avec de la tourbe et on porte le tout dans des fours qui utilisent pour la dessiccation la chaleur perdue des chaudières de l'usine.

M. Kestner compte que la concentration à 40° B demande 55 kilos de charbon par hectolitre d'alcool, soit 1 fr. 10. On doit ajouter à ce chiffre 0 fr. 50 pour la main-d'œuvre. On compte donc, au total, sur 1 fr. 60 par hectolitre d'alcool. Or, on admet, d'après la composition des vinasses, que la valeur des principes fertilisants y contenus est d'environ 5 francs. Voici d'ailleurs, à ce sujet, un tableau de Verbièse et Darras se rapportant aux usines dont nous avons précédemment parlé :

Valeur des éléments fertilisants de la vinasse par hectolitre d'alcool

| Numéro d'ordre de l'usine... | 2 | 15 | 17 | 25 | 20 | 28 | 29 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Fr. |
| Azote..... | 4 894 | 5 40 | 4 848 | 4 033 | 4 713 | 1 836 | 2 406 |
| Acide phosphorique.... | 0 529 | 0 205 | 0 241 | 0 256 | 0 381 | 0 214 | 0 187 |
| Potasse..... | 2 144 | 2 184 | 1 793 | 1 821 | 2 249 | 0 749 | 0 826 |
| Total..... | 7 567 | 7 789 | 6 882 | 6 110 | 7 343 | 2 799 | 3 419 |

L'écart, entre ces chiffres, de 1 fr. 60 est assez intéressant pour que des essais industriels soient tentés.

VINASSES DE GRAINS ET AUTRES MATIÈRES AMYLACÉES.—

Tout ce que nous avons dit, à peu près, des vinasses de betterave peut s'appliquer aux vinasses filtrées de matières amylacées. Elles mériteraient d'ailleurs également d'être étudiées de plus près et nous les retrouverons en étudiant la dessiccation des drèches dont elles ne sont souvent séparées qu'au sortir de la colonne.

VINASSES DE FRUITS DIVERS. — Elles sont en trop petite quantité pour être susceptibles d'une application industrielle quelconque. Il n'en est pas de même des

VINASSES DE VIN DE RAISIN. — 1° **Fabrication d'engrais secs.** — Elles ont été utilisées par feu M. Marès pour la fabrication d'un engrais pulvérulent à la ferme même et sans grand matériel. Il suffit de les traiter par la chaux. 607 grammes par litre de cet alcali suffisent à la neutralisation de la vinasse. Pour en précipiter les phosphates, tartrates et matières albuminoïdes, il faut porter la quantité de chaux à 20 à 30 grammes par litre de vinasse, soit à 2 ou 3 p. 100 du liquide à précipiter.

L'opération se fait d'une manière très simple ; il suffit, à mesure qu'on fait écouler de la chaudière les vinasses bouillantes, de placer sous le jet la quantité de chaux vive nécessaire pour traiter le volume de liquide évacué, soit 2 kilos environ de chaux en pierre.

On dispose pour cela, à l'issue de la chaudière, un bassin approprié d'une faible profondeur ; on y brasse avec un ringard la vinasse et la chaux, et on voit aussitôt se former à la surface du liquide d'épaisses écumes ; on le fait couler ensuite vers un deuxième bassin où se forment les dépôts et d'où la vinasse refroidie est évacuée, soit pour être employée à l'arrosage, soit pour être dirigée, par des conduits couverts, loin des lieux habités.

Il est facile de calculer la dépense du traitement des vinasses par la chaux. Si on prend le cas d'une distillerie capable de produire 20 hectolitres d'alcool en vingt-quatre heures, soit environ trois pièces de 3/6 du commerce, cas le plus ordinaire dans le département de l'Hérault, elle consommera, *au maximum*, 200 hectolitres de vin par jour, et produira 180 hectolitres de vinasse ; il faudra, pour en opérer la décomposition, *au maximum*, une proportion de chaux vive de 3 p. 100 du poids du liquide, soit 540 kilos de chaux vive, ou à peu près 5 hectolitres et demi, lesquels, à raison de 1 franc

l'hectolitre en moyenne, constituent une dépense de 5 fr. 50 par jour.

En admettant le cas le plus défavorable, celui de l'emploi de 3 p. 100 de chaux vive et de la précipitation du tiers seulement de la matière solide contenue dans la vinasse, le chaulage du liquide évacué par la distillerie produit en engrais les résultats suivants :

| | |
|--|-----------|
| La chaux reste à peu près tout entière ; on la retrouve, soit dans le bassin de chaulage, soit dans les dépôts : chaux . . . | 540 kilos |
| En s'hydratant, elle absorbe 31 p. 100 d'eau, soit . . . | 180 — |
| Elle précipite <i>au moins</i> 1/3 de la matière solide contenue dans la vinasse, laquelle, pour 180 hectolitres, s'élève à 642 kilos en moyenne, soit | 214 — |
| Engrais sec déposé par jour dans les bassins de dépôt | 934 kilos |

En prenant le cas le plus ordinaire, celui de l'emploi de 2 p. 100 de chaux vive, et de la précipitation de la moitié de la matière solide contenue dans la vinasse, on obtient par jour 793 kilos d'engrais sec composé ainsi qu'il suit :

| | |
|----------------------------------|-----------------|
| Chaux | 360 kilos |
| Eau d'hydratation | 112 — |
| Matières de la vinasse | 321 — |
| | <hr/> 793 kilos |

La valeur d'un pareil engrais desséché à l'air est, en tout cas, supérieure à celui d'un poids égal de fumier de ferme ordinaire ; mais en ne l'estimant pas à un taux plus élevé, il vaudrait au moins 10 francs les 1.000 kilos, ce qui produirait 9 fr. 34 pour le produit d'une journée de chaulage et constituerait un bénéfice notable sur la dépense occasionnée par l'achat de la chaux.

Si le chaulage des vinasses était appliqué au département de l'Hérault, il conduirait aux résultats suivants, sous le rapport de la dépense et des produits en engrais qui en seraient la conséquence :

En admettant, comme plus haut, que la production des distilleries fût de 2.700.000 hectolitres de vinasse, et en prenant le cas le plus coûteux, celui où leur chaulage serait effectué à raison de 3 p. 100 de leur poids, l'hectolitre de chaux pesant environ 100 kilos, il exigerait 81.000 hectolitres de chaux, lesquels, à raison de 1 franc par hectolitre, constitueraient une dépense de 81.000 francs.

Les frais de main-d'œuvre pour le mélange de la chaux aux vinasses sont insignifiants et ne peuvent sérieusement entrer en ligne de compte. Quant aux résultats produits, non seulement les vinasses seraient décomposées, rendues propres à l'arrosage ou à la nitrification artificielle des terres, mais elles fourniraient en *engrais sec*, composé comme il a été dit précédemment, une masse de 14.400.000 kilos, lesquels, à raison de 10 francs les 1.000 kilos, représenteraient, au taux le plus bas, une valeur de 144.000 francs.

2° **Reconstitution du vin au moyen des vinasses.** — Au moment le plus aigu de la crise phylloxérique où l'on cherchait à faire vin de tous liquides, on a utilisé les vinasses pour en faire de pseudo-vins.

Déjà, en 1866, on avait essayé de faire cuver avec du marc les vinasses additionnées de glucose. On n'obtenait que des vins très inférieurs et à goût spécial qui se transmettait aux produits de la nouvelle distillation.

Une autre pratique frauduleuse qui serait, dit un auteur, assez répandue consiste à additionner simplement les vinasses d'alcool d'industrie pour les faire passer à nouveau à l'alambic.

Le *Bulletin* de la Société de pharmacie de Bordeaux a publié dans le temps sur cette question un article du professeur Ch. Blarez.

« Depuis très longtemps, disait ce savant, l'emploi de vinasses de vins blancs a été utilisé dans les Charentes et dans les pays à eaux-de-vie, pour, après addition d'alcool d'industrie, le plus souvent introduit en fraude, reconstituer des produits offerts à la vente pour la chaudière, ou bien, après dépôt et collage, entrer dans des coupages avec des vins naturels de l'année et être offerts à la consommation.

« Cette fraude, qui a fait et fait encore la terreur des distillateurs, a régné bien longtemps en Charente, et elle s'est répandue également dans l'Armagnac et le Midi.

« En effet, ces vinasses qui n'ont pour ainsi dire qu'une valeur presque insignifiante, peuvent acquérir, par l'alcoolisation, des valeurs atteignant 20 francs l'hectolitre, ce qui laisse un gros bénéfice à celui qui les revend comme vins naturels et marchands.

« Il peut même exister des négociants-distillateurs ayant la conscience assez élastique qui, introduisant des vins naturels dans leur magasin en même temps que de l'alcool d'industrie, distillent les premiers pour en retirer de l'eau-de-vie pure ayant grande

valeur, et additionnent les marcs de distillation d'alcool d'industrie et le revendent comme vin. Il y a incontestablement des difficultés à opérer ainsi, et les comptes spéciaux des régies, s'ils étaient tenus exactement, seraient un obstacle ; mais, en réalité, la chose est-elle absolument impossible ? Le produit ainsi obtenu, à coup sûr, ne vaudra pas le vin qu'ils ont distillé, mais ils trouveront toujours preneur à des prix très rémunérateurs pour eux. De plus, la différence de la valeur entre l'eau-de-vie qu'ils auront retirée du vin et de l'alcool d'industrie qu'ils y auront ajouté pour la remplacer est telle que le bénéfice pourra être considérable. »

A coup sûr, en effet, ce vin ne vaudra pas l'ancien, mais tout se perfectionnant, on est arrivé aujourd'hui à produire, si nous pouvons employer cette expression, des **vinasses bon goût** au lieu des anciennes qui conservaient toujours un certain goût de cuit.

M. Ch. Girard, directeur du Laboratoire municipal, a, dans le *Bulletin* de juillet 1908 de la Société chimique, appelé l'attention sur la distillation des vins dans le vide faite dans l'industrie. Cette distillation que l'on opère à une température inférieure à 30° donne d'une part une eau-de-vie qui possède une finesse supérieure, tant au goût qu'à l'odorat, à celle des eaux-de-vie distillées à la pression ordinaire, soit à feu nu, soit à la vapeur.

D'autre part, elle laisse une vinasse qui n'a perdu aucune des qualités du vin primitif et dont la composition chimique n'est pas modifiée sensiblement.

Cette vinasse, qui constitue ce qu'on a appelé le vin désalcoolisé, constitue une boisson hygiénique d'un goût agréable, conservant le goût du vin et ses bouquets.

Cette nouvelle application est intéressante.

Ces vinasses obtenues dans le vide seraient, paraît-il, employées pour couper les vins suralcoolisés. Elles apporteraient l'extrait sec du vin.

Additionnées d'alcool, elles permettent la fabrication du vinaigre de vin.

Les vinasses de vin blanc se prêtent à la préparation des vins mousseux et gazéifiés.

Par sucrage à la dose de 150 grammes ou 200 grammes de sucre par litre et fermentation, les vinasses redonnent un vin complet.

Au moment où la crise viticole occupe tous les esprits, il n'est pas sans intérêt de signaler des procédés de traitement des vins qui,

tout en donnant une eau-de-vie fine, excluraient les procédés déplorables de fraude par addition de substances souvent quelconques et impures pour donner l'extrait sec. Dans ces produits entrent par exemple la glycérine extraite des corps gras, toujours imprégnés de produits *sui generis*.

La vinasse préparée dans le vide est encore un produit naturel et, comme nous l'avons dit, les analyses ont montré que sa composition n'a pas changé après la distillation.

Pour 25 grammes d'extrait sec par litre, elle contient 5 gr. 94 de glycérine, 1 gr. 40 de sucre, 3 gr. 65 de tartre avec 4 gr. 70 d'acidité totale calculée en acide sulfurique.

L'acidité volatile calculée en acide acétique est un peu plus faible, elle est de 1 gr. 19 au lieu de 1 gr. 35.

La couleur vive de la vinasse est un peu atténuée et ressemble à celle du vin vieux.

EMPLOIS AGRICOLES

VINASSES DE MÉLASSE ET DE BETTERAVE. — En général, à cause du traitement des moûts à l'acide sulfurique, il ne faut absolument pas songer à utiliser les vinasses de mélasse et de betterave aussi, d'ailleurs, autrement que comme engrais. Donnés aux animaux en boisson, ces produits seraient en effet susceptibles de produire des désordres graves.

En 1905, le ministère de l'Agriculture a fait une enquête qui a permis d'établir ce que l'on fait des vinasses dans la plupart des distilleries de France. Il y en avait alors 321 en fonctionnement sur lesquelles :

223 ont utilisé les vinasses en irrigations ;

7 ont utilisé les vinasses en irrigations, mais partiellement seulement ;

23 les abandonnent à la filtration lente dans des sous-sols par puits perdus ;

68 n'ont pas fourni les renseignements demandés.

Il résulte de là trois catégories de distilleries :

a) Celles pour lesquelles les vinasses sont une source de revenu ;

b) Celles pour lesquelles les vinasses sont indifférentes ;

c) Celles pour lesquelles les vinasses sont une source d'ennuis, l'administration refusant avec quelque raison de laisser déverser telles quelles ces eaux résiduaires dans les cours d'eau.

Il y a eu ainsi, en 1905, 3.995 hectares d'irrigués par les vinasses :
34 distilleries épandent moins de 1.000 hectolitres par hectare et par an ;

72 distilleries épandent de 1.000 à 10.000 hectolitres ;

45 distilleries épandent de 10.000 à 20.000 hectolitres.

La faculté d'absorption dépend, évidemment, de la nature du terrain.

L'emploi des vinasses permet l'économie de 20 à 40.000 kilos de fumier de ferme par hectare et par an suivant la nature du terrain.

Les cultures qui s'accommodent le mieux des vinasses sont par ordre : les betteraves, les pommes de terre, le tabac, le maïs-fourrage, les prairies.

Il convient de ne pas irriguer deux années de suite le même sol. Cela entraîne, en effet, une diminution de qualité des betteraves, ou la verse des céréales, ou l'envahissement du sol par les plantes acides : oseille, rumex, etc., etc.

Il semble que l'irrigation du sol tous les trois ans soit ce qu'il y a de plus convenable.

Méthodes d'épandage des vinasses. — En général et quand on le peut, les vinasses sont amenées sur les champs d'épandage au moyen de tuyaux souterrains en fonte. A défaut, on peut utiliser des canalisations à ciel ouvert ou faire des charrois par tonneaux ce qui est beaucoup plus onéreux.

On peut, à défaut de tuyaux en fonte, employer des tuyaux en grès vernissé, mais ils ont l'inconvénient, s'ils coûtent moins cher, de nécessiter beaucoup plus de réparations à cause du bris et des déplacements.

On n'épand les vinasses à l'état pur que si l'on ne dispose pas de la place suffisante pour les épandre diluées, ce qui est préférable pour diminuer l'acidité nuisible du produit.

Quelquefois, avant d'envoyer les vinasses sur les champs, on les laisse décanter pendant quelques jours dans des fosses ou bassins, ou l'on envoie tout ou partie des eaux de lavage de betteraves. Au point de vue agricole, cette pratique est excellente. Les carbonates contenus dans la terre qu'entraînent les eaux de lavage contribuent en effet à la neutralisation des vinasses, neutralisation qui,

ainsi, est à peu près complète. La réaction des eaux des fosses de décantation devient même fréquemment alcaline.

La fermentation ammoniacale s'y établit de façon active et une fois arrivées sur les champs, ces eaux nitrifient leur azote avec une grande facilité.

* Les résidus déposés dans les fosses de décantation sont mélangés à la paille humide et altérée des silos pour être employés à la fumure des parties non irrigables de l'exploitation.

Certaines distilleries industrielles vendent leurs vinasses à la culture. La redevance est établie soit aux 1.000 kilos de betterave travaillée (0 fr. 30 à 0 fr. 60), soit à l'hectare (150 à 300 francs). La réparation et l'entretien des canalisations est à la charge de l'usine. Les prix en question ne correspondent pas du tout à la valeur véritable des vinasses telle qu'elle ressort des chiffres de MM. Verbièse et Darras que nous avons cités plus haut.

VINASSES DE MATIÈRES AMYLACÉES. — Emploi à l'alimentation du bétail. — Au point de vue de la nourriture du bétail, les vinasses ou drèches liquides de matières amylacées présentent une très grande importance. Elles renferment en effet une très grande quantité de principes nutritifs utilisables.

Suivant les procédés de fabrication de l'alcool, la valeur de ces produits varie cependant dans des limites assez larges.

Dans certaines usines, de plus en plus rares d'ailleurs, on emploie encore, surtout pour le maïs, la saccharification par l'acide. Les drèches obtenues ainsi ne seraient pas utilisables pour l'alimentation du bétail, mais un perfectionnement apporté au procédé Porion et Mehay permet cependant de les employer dans ce but, d'après Boullanger.

Procédé Porion et Mehay perfectionné. — Au sortir de la colonne, les vinasses sont envoyées dans des filtres-presses qui séparent les parties solides. Les tourteaux ainsi obtenus sont de nouveau passés au filtre-presse après avoir été délayés dans l'eau bouillante. Les matières salines provenant de la neutralisation de l'acide sont ainsi complètement éliminées. Les seconds tourteaux sont amenés par dessiccation à ne contenir que 10 p. 100 d'eau, puis ils sont broyés et traités par le sulfure de carbone ou l'éther de pétrole dans le but de récupérer les matières grasses. Le résidu de ce traitement peut être employé pour l'alimentation du bétail.

Le procédé de saccharification le plus ordinairement employé est la méthode par le malt, qui donne des produits de haute valeur nutritive. La richesse en azote est assez grande pour que la relation nutritive varie seulement entre $\frac{1}{1,5}$ et $\frac{1}{2,5}$.

Il découle de là que, pour avoir une ration normale, il faut mélanger la drèche avec des aliments pauvres en protéine et par conséquent riches en non azotés.

Consommation de la drèche-vinasse telle quelle ou en mélange. — Cet aliment étant très aqueux doit être distribué, ainsi que nous l'avons vu antérieurement pour les pulpes et drèches de brasserie, à une température plutôt élevée afin de compenser la perte de chaleur par évaporation.

Il est donc bon de munir les réservoirs à vinasses d'un serpentin de chauffage.

Maercker pense qu'une ration de 60 litres par jour est suffisante pour des bœufs à l'engrais quand on mélange cette drèche avec des aliments convenables.

Pour les vaches laitières, la dose la plus favorable serait de 40 à 50 litres.

Avec ces quantités, on évite les troubles organiques qui se manifesteraient sûrement si on employait des quantités plus élevées.

On peut mélanger avec ces vinasses du foin, de la luzerne, du trèfle, de la paille hachée. On y peut adjoindre aussi des aliments concentrés tels que : tourteaux de graines oléagineuses moulus, seigle et maïs concassés. Maercker conseille de distribuer par jour aux animaux soumis à ce régime 2 à 3 kilos de foin s'il s'agit de gros bétail.

Rations aux vinasses. — Voici, d'après Boullanger, quelques types de rations donnés par le célèbre agronome allemand dans la dernière édition de son ouvrage : *Spiritus Fabrikation* (P. Parey, éditeur, Berlin, 1903).

1° Rations riches en protéine pour animaux en croissance destinés à l'engraissement : 3 kil. matières azotées, 15 kil. non azotées = 1 : 5

1

| | |
|--------------------------------|---------|
| Drèche de pommes de terre..... | 40 kil. |
| Son | 3 — |
| Maïs concassé | 4 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. |
|------------------------|------|------------------------|------|
| Tourteau de coton..... | 2,2 | Tourteau de coton..... | 3,00 |
| Farine de riz..... | 3,7 | Mélasse..... | 3,25 |

2

| | |
|--------------------------------|---------|
| Drèche de pommes de terre..... | 40 kil. |
| Betteraves fourragères..... | 25 — |
| Son..... | 3 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. | <i>c</i> | kil. |
|-----------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| Tourteau de co-
ton..... | 2,5 | Tourteau de co-
ton..... | 2,8 | Tourteau de co-
ton..... | 3,4 |
| Farine de riz.... | 4,1 | Maïs concassé.. | 3,5 | Mélasse..... | 3,5 |

3

| | |
|--------------------------------|---------|
| Drèche de pommes de terre..... | 40 kil. |
| Cossettes de diffusion..... | 30 — |
| Son..... | 3 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. | <i>c</i> | kil. |
|-----------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| Tourteau de co-
ton..... | 2,1 | Tourteau de co-
ton..... | 2,5 | Tourteau de co-
ton..... | 3,3 |
| Farine de riz.... | 5,1 | Maïs concassé... 4,5 | | Mélasse..... | 4,3 |

4

| | |
|----------------------|---------|
| Drèche..... | 40 kil. |
| Pommes de terre..... | 15 — |
| Son..... | 3 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. | <i>c</i> | kil. |
|-----------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| Tourteau de co-
ton..... | 2,7 | Tourteau de co-
ton..... | 2,9 | Tourteau de co-
ton..... | 3,4 |
| Farine de riz.... | 3,0 | Maïs concassé... 2,7 | | Mélasse..... | 2,6 |

5

| | |
|--------------------------------|---------|
| Drèche de pommes de terre..... | 60 kil. |
| Betteraves..... | 25 — |
| Son..... | 3 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. | <i>c</i> | kil. |
|-----------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------------|------|
| Tourteau de co-
ton..... | 1,7 | Tourteau de co-
ton..... | 2,00 | Tourteau de co-
ton..... | 2,25 |
| Farine de riz ... | 4,7 | Maïs concassé.. 4,15 | | Mélasse..... | 2,00 |
| | | | | Farine de riz ou
maïs concassé | 2,30 |

6

| | |
|--------------------------------|---------|
| Drèche de pommes de terre..... | 60 kil. |
| Cossettes de diffusion..... | 30 — |
| Son..... | 3 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. | <i>c</i> | kil. |
|-------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| Tourteau de co- | | Tourteau de co- | | Tourteau de co- | |
| ton..... | 1,6 | ton..... | 1,9 | ton..... | 2,15 |
| Farine de riz.... | 4,6 | Maïs concassé... | 4,0 | Mélasse..... | 2,00 |
| | | | | Farine de riz ou | |
| | | | | maïs concassé | 2,20 |

7

| | |
|----------------------|---------|
| Drèche..... | 60 kil. |
| Pommes de terre..... | 15 — |
| Son..... | 3 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. |
|------------------------|------|------------------------|------|
| Tourteau de coton..... | 2,2 | Tourteau de coton..... | 2,3 |
| Farine de riz..... | 2,4 | Maïs concassé..... | 2,2 |

2° Rations moyennement riches en protéine pour le début de l'engraissement des animaux adultes : 2 kil. 5 de matières azotées, 15 kil. 5 de matières non azotées — $\frac{MA}{MNA} = \frac{1}{6,5}$.

1

| | |
|-----------------------------|---------|
| Drèche..... | 60 kil. |
| Betteraves fourragères..... | 25 — |
| Mélasse..... | 4 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. |
|------------------------|------|------------------------|------|
| Tourteau de coton..... | 1,75 | Tourteau de coton..... | 1,9 |
| Farine de riz..... | 2,75 | Maïs concassé..... | 2,5 |

2

| | |
|-----------------------------|---------|
| Drèche..... | 60 kil. |
| Cossettes de diffusion..... | 30 — |
| Mélasse..... | 4 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. |
|------------------------|------|------------------------|------|
| Tourteau de coton..... | 1,5 | Tourteau de coton..... | 1,65 |
| Farine de riz..... | 3,5 | Maïs concassé..... | 3,10 |

3

| | |
|----------------------|---------|
| Drèche..... | 60 kil. |
| Pommes de terre..... | 15 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. | <i>c</i> | kil. |
|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| Tourteau de co- | | Tourteau de co- | | Tourteau de co- | |
| ton | 0,85 | ton | 1,1 | ton | 1,95 |
| Farine de riz... | 6,20 | Farine de riz... | 3,0 | Mélasse..... | 4,00 |
| | | Maïs concassé... | 2,8 | Farine de riz ou | |
| | | | | maïs concassé | 1,50 |

4

| | |
|-----------------------------|---------|
| Drèche..... | 40 kil. |
| Betteraves fourragères..... | 25 — |
| Son..... | 3 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. | <i>c</i> | kil. |
|-------------------|------|-----------------|------|-----------------|------|
| Tourteau de co- | | Tourteau de co- | | Tourteau de co- | |
| ton | 0,9 | ton | 1,25 | ton | 2,3 |
| Farine de riz ... | 5,9 | Maïs concassé.. | 5,60 | Mélasse | 5,0 |

5

| | |
|-----------------------------|---------|
| Drèche..... | 40 kil. |
| Cossettes de diffusion..... | 30 — |
| Son..... | 3 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. | <i>c</i> | kil. |
|------------------|------|-------------------|------|------------------|------|
| Tourteau de co- | | Tourteau de co- | | Tourteau de co- | |
| ton | 0,75 | ton | 1,3 | ton | 1,6 |
| Farine de riz... | 3,00 | Farine de riz ... | 3,3 | Maïs concassé... | 3,0 |
| Maïs concassé.. | 3,50 | Mélasse..... | 3,0 | Mélasse..... | 4,0 |

6

| | |
|--------------------------------|---------|
| Drèche de pommes de terre..... | 40 kil. |
| Pommes de terre..... | 15 — |
| Son..... | 3 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. | <i>c</i> | kil. |
|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| Tourteau de co- | | Tourteau de co- | | Tourteau de co- | |
| ton..... | 1,1 | ton..... | 1,4 | ton..... | 1,90 |
| Farine de riz... | 4,3 | Maïs concassé... | 4,2 | Farine de riz... | 1,25 |
| | | | | Mélasse..... | 3,00 |

3° Rations pauvres en protéine pour animaux adultes :

2 kil. matières azotées, 16 kil. matières non azotées = 1 : 8

1

| | |
|--------------------------------|---------|
| Drèche de pommes de terre..... | 40 kil. |
| Betteraves fourragères..... | 35 — |
| Son..... | 3 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. | <i>c</i> | kil. |
|--------------------|------|-------------------------|------|-----------------|------|
| Tourteau de co- | | Farine de riz | 4 | Tourteau de co- | |
| ton | 0,5 | Mélasses | 2 | ton | 0,50 |
| Farine de riz ou | | | | Maïs concassé.. | 2,75 |
| maïs concassé. | 2,0 | | | | |
| Mélasses | 3,0 | | | | |

| | 2 | 3 |
|--|----------|----------|
| | kil. | kil. |
| Drèche | 40,0 | 40,0 |
| Cossettes de diffusion | 45,0 | 45,0 |
| Son | 5,8 | 2,0 |
| Mélasses | 4,5 | 4,5 |
| Tourteau de coton | » | 0,4 |
| Farine de riz ou maïs concassé | » | 2,5 |

| 4 | |
|---------------------------|---------|
| Drèche | 40 kil. |
| Pommes de terre | 20 — |

| <i>a</i> | kil. | <i>b</i> | kil. | <i>c</i> | kil. |
|-------------------------|------|-------------------------|------|-------------------------|------|
| Tourteau de co- | | Tourteau de co- | | Tourteau de co- | |
| ton | 0,5 | ton | 0,8 | ton | 1,0 |
| Farine de riz | 5,0 | Maïs concassé | 4,5 | Farine de riz | 2,7 |
| | | | | Mélasses | 2,0 |

4^o Rations pour vaches laitières : a) Rations fortes $\frac{3,0 \text{ MA}}{13,5 \text{ MNA}} = \frac{1}{4,5}$

| | 1 | 2 | 3 |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|
| | kil. | kil. | kil. |
| Drèche de pommes de terre | 30 | 30 | 50 |
| Betteraves fourragères | 20 | » | » |
| Son de blé | 2 | 2 | 2 |
| Tourteau de cocotier | 2 | 2 | 2 |
| Tourteau de coton | 2,5 | 3 | 1,5 |
| Tourillons | 2 | 2 | » |
| Mélasses | » | 3 | 2,75 |
| Tourteau d'arachide | » | » | 1,5 |

b) Rations moyennes $\frac{2,5 \text{ MA}}{12,5 \text{ MNA}} = \frac{1}{5}$

| | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------------|----------|----------|----------|
| | kil. | kil. | kil. |
| Drèche | 30 | 30 | 50 |
| Betteraves fourragères | 20 | » | » |

| | | | |
|---------------------------|------|------|------|
| | kil. | kil. | kil. |
| Son de blé..... | 2 | 2 | 2 |
| Tourteau de cocotier..... | 2 | 2 | 2 |
| Tourteau de coton..... | 2 | 2 | 2 |
| Mélasse..... | » | 2 | 1,75 |

5° Rations pour bœufs de trait : a) Fort travail, 2 kil. 4 matières azotées,
14 kil. 4 matières non azotées

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---------|---------|---------|---------|
| Drèche..... | 60 lit. | 60 lit. | 60 lit. | 60 lit. |
| Foin..... | 5 kil. | 5 kil. | 5 kil. | 5 kil. |
| Paille et balles..... | 10 — | 10 — | 10 — | 10 — |
| Farine de riz..... | 3 — | 2 — | 3 — | » |
| Son de seigle..... | 3 — | 3 — | 1,5 | 2 kil. |
| Son de blé..... | 3 — | » | 3,0 | » |
| Tourteau de coton..... | 0,25 | 0,3 | 0,3 | 1 kil. |
| Mélasse..... | 3,25 | » | » | » |
| Cossettes desséchées... | » | 8 kil. | » | » |
| Betteraves..... | » | » | 30 kil. | » |
| Pulpe sèche de pommes
de terre..... | » | » | » | 9 kil. |

b) Travail moyen, 1 kil. 6 matières azotées, 12 kil. matières non azotées

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---------|---------|---------|---------|
| Drèche..... | 10 lit. | 50 lit. | 50 lit. | 50 lit. |
| Foin..... | 5 kil. | 5 kil. | 5 kil. | 5 kil. |
| Paille et balles..... | 13 — | 13 — | 13 — | 13 — |
| Farine de riz..... | 2 — | » | 2,5 | 1 — |
| Son de blé..... | 2 — | » | » | » |
| Mélasse..... | 3,25 | » | » | » |
| Cossettes sèches..... | » | 8,25 | » | » |
| Betteraves..... | » | » | 30 kil. | » |
| Pulpe sèche de pommes
de terre..... | » | » | » | 6 kil. |

6° Rations pour moutons et brebis à l'engraissement, par 1.000 kil. de
poids vivant, 3 kil. 75 matières azotées, 18 kil. matières non azotées

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------|----------|----------|---------|---------|----------|---------|
| Drèche..... | 120 lit. | 120 lit. | 60 lit. | 60 lit. | 120 lit. | 60 lit. |
| Pailles et balles | 25 kil. | 25 kil. | 25 kil. | 25 kil. | 25 kil. | 20 kil. |

| | | | | | | |
|--------------------------|-----|--------|------|--------|---------|--------|
| Tourteau d'arachide..... | 1 — | 2,5 | 2,5 | 4,5 | 1,75 | 2,75 |
| Farine de riz .. | 4 — | » | 5,0 | 1,25 | » | 5 kil. |
| Son de blé | 7 — | 2 kil. | 7,75 | 3,0 | 3,5 | 5 — |
| Son de seigle.. | » | 2 — | » | » | 2,0 | » |
| Mélasses..... | » | 5 — | » | 6 kil. | » | » |
| Betteraves..... | » | » | » | » | 30 kil. | » |
| Cossettes sèches | » | » | » | » | » | 5 kil. |

Dessiccation de la drèche. — Dans les grandes distilleries qui ne peuvent avoir assez d'animaux pour consommer sur place la vinasse produite, il y a un intérêt certain à chercher à transformer ce liquide peu transportable en une matière sèche qui pourra être conservée à l'usine et expédiée dans les régions où le fourrage manque, au moment le mieux choisi pour la vente et, par suite, pour l'obtention de prix élevés.

Il faut d'abord envoyer les vinasses au filtre-pressé pour en extraire l'énorme quantité de liquide dans laquelle sont noyés les déchets solides particulièrement utiles à l'alimentation.

Cette opération effectuée, on peut utiliser pour la dessiccation simple l'un des nombreux appareils que nous avons passés en revue, soit à propos de la drèche (ou cossettes) de sucrerie, soit à propos de la drèche de brasserie : appareils qui, d'ailleurs, peuvent également être utilisés pour les cossettes de distillerie travaillant par la diffusion.

La filtration n'est pas toujours une opération facile. Elle est bien plus aisée quand la distillerie utilise le procédé « Amylo » de M. Collette que dans les autres cas, ce à cause du feutrage du mycélium des mucédinées employées dans le travail.

Quoi qu'il en soit, ce filtrage donne, d'une part, un liquide, d'autre part un résidu humide.

Le liquide peut être traité par un des procédés que nous avons rencontrés en traitant des vinasses de mélasse et de betterave.

Restent les résidus solides.

Appareil Donard et Boulet. — Une des meilleures machines à dessécher ces drèches se trouve être l'appareil français de MM. Donard et Boulet de Rouen, construit par Fourcy et fils à Corbehem (Pas-de-Calais) et dont nous allons dire un mot.

On y doit distinguer essentiellement deux parties. Celle qui nous intéresse plus particulièrement ici est le dessiccateur dans le vide.

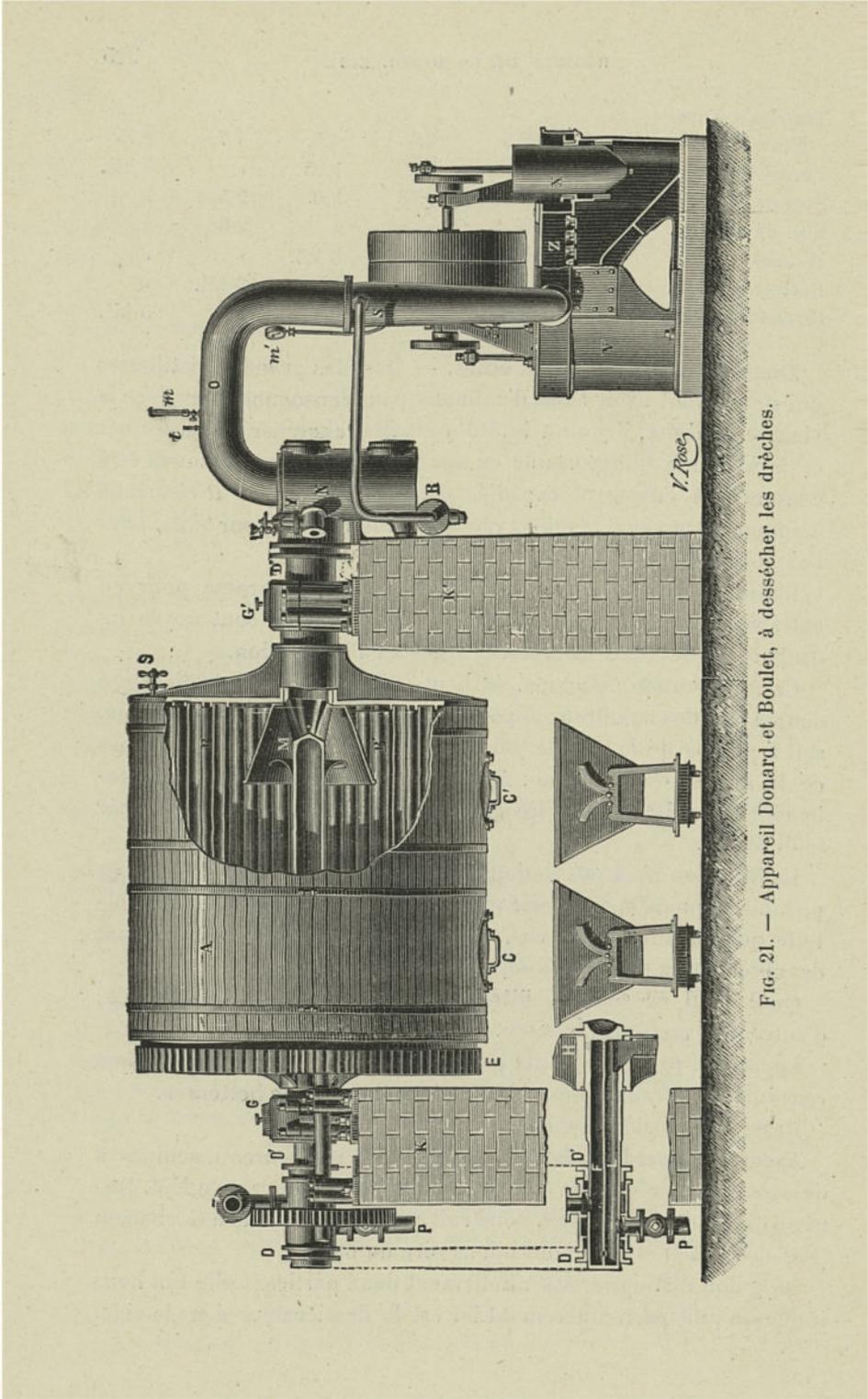


FIG. 21. — Appareil Donard et Boulet, à dessécher les drêches.

Cet appareil (fig. 21) se compose d'un grand cylindre tournant autour d'un axe horizontal creux dans lequel arrive d'un côté la vapeur de chauffage tandis que de l'autre sort la vapeur d'évaporation des drèches. Il y a des tubes de chauffe B placés à l'intérieur du cylindre. Le robinet P sert à l'évacuation de la vapeur condensée. En V se trouve une pompe à vide à condenseur dans lequel se rend l'eau d'évaporation, en passant par l'axe creux de l'autre extrémité du cylindre. L'appareil se charge et se décharge au moyen de deux trous d'homme C et C'. Au moyen d'engrenages appropriés E, le tambour est animé d'un mouvement lent de rotation : trois tours par minute.

Il faut trois heures et demie seulement pour amener 2.500 kilos de drèches de presse à ne plus contenir que 15 p. 100 d'eau. La pression est réduite à 0 m. 04 de mercure.

Lorsqu'il s'agit de drèches riches en huile comme c'est le cas des maïs traités par le procédé Colette et Boidin, il y a intérêt à épuiser les drèches des corps gras qu'elles renferment. MM. Donard et Boulet ont également construit, dans ce but, un appareil que M. Boullanger a ainsi décrit dans son intéressant ouvrage *Distillerie* :

« L'appareil utilisé dans ce but (fig. 22) est constitué de deux chaudières A, A', surmontées chacune de leur appareil extracteur B, B', auquel elles sont reliées par les tuyaux E, E'. A la partie supérieure des extracteurs se trouvent deux serpentins T, T', dans lesquels on peut à volonté envoyer de l'eau par les robinets U, U' ou de la vapeur par les robinets V, V'. Les extracteurs B, B' communiquent par leur partie inférieure avec les chaudières A, A' au moyen des tuyaux F, F' qui aboutissent tous deux au serpentin G, lequel est relié aux chaudières par les tuyaux H et H'. Au milieu de la bûche se trouve un second serpentin K, relié par la partie supérieure aux tuyaux F, F' par les conduits J, J'; il aboutit au réservoir M. Les chaudières A, A' sont chauffées par des serpentins de vapeur S, S', et peuvent être vidées en O, O'.

« L'opération se fait de la façon suivante. Les extracteurs sont chargés de drèche sèche qu'on veut épuiser d'huile, et il reste dans la chaudière A de l'eau, de l'huile et de l'éther de pétrole provenant d'une opération précédente. La chaudière A' est vide. On ouvre alors les robinets F, J et H, on ferme F', J', H' et on chauffe la chaudière A en ouvrant le robinet de vapeur S. L'éther de pétrole

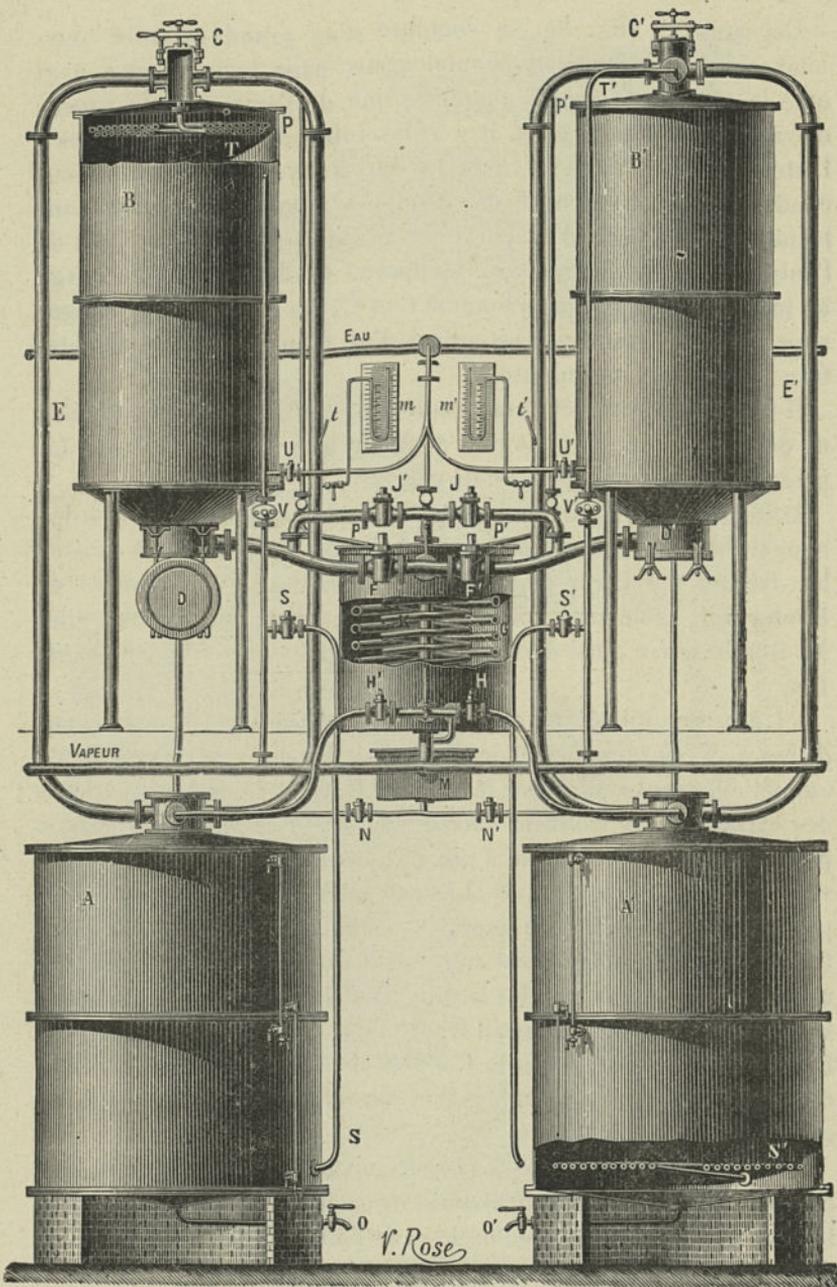


FIG. 22. — Appareil jumeau, système Donard et Boulet pour l'extraction des matières grasses des produits résiduaire.

distille, monte par le tuyau E et vient se condenser dans l'extracteur B au contact du réfrigérant T dans lequel passe de l'eau froide.

« Il vient tomber en pluie chaude sur la matière, dissout l'huile, s'échappe par le tuyau F, passe dans le serpentin G où il se refroidit, et coule dans la chaudière A'. Des thermomètres placés sur les tuyaux E, E, et à l'entrée du serpentin G permettent de suivre la distillation de l'éther de pétrole et de régler la vapeur de chauffage. Quand on atteint 85° dans le tuyau E, la chaudière A est épuisée d'éther de pétrole, et il n'y reste plus que l'huile et l'eau. En outre, l'huile de la matière contenue dans l'extracteur B est déplacée. On chauffe alors jusqu'à ce que la température atteigne 100°, en remplaçant au préalable, dans le serpentin T, l'eau par la vapeur. La vapeur d'eau provenant de A entraîne les dernières traces d'essence, se condense dans G et va rejoindre dans A' l'huile et l'éther de pétrole. Quand le thermomètre placé à l'entrée du serpentin G marque 100°, l'opération est terminée. La chaudière A contient alors seulement de l'huile et de l'eau, on la vide, ainsi que l'extracteur B qui est rempli de drèche épuisée. L'air entraîné dans A' remonte par E', rencontre le serpentin T', traverse la matière non épuisée de l'extracteur B' où il abandonne l'essence qui ne serait pas condensée, puis traverse par J le serpentin de sûreté K et le réservoir M.

« On recharge B de drèches nouvelles, et l'appareil est de nouveau prêt à fonctionner, la chaudière A' fournissant cette fois l'éther de pétrole qui épuise la matière contenue dans l'extracteur B' et qui se rend en A. L'appareil n'a donc d'autres arrêts que ceux qui sont nécessités par la vidange et le rechargement. Pour le rendre tout à fait continu, les inventeurs ont ajouté un troisième vase et, quand on veut vider une des chaudières, il suffit d'interrompre la communication avec les deux autres qui continuent à fonctionner. On augmente ainsi beaucoup la puissance de l'appareil.

« Les drèches ainsi obtenues sont presque complètement épuisées d'huile. Comme elles sont parfaitement desséchées, elles se conservent bien et peuvent s'expédier au loin; aussi leur écoulement est-il facile. »

Procédé Barbet. — Même pour la concentration des vinasses de grains et de pommes de terre à mouls troubles, M. Barbet pense qu'il serait bon d'employer les évaporateurs à multiple effet. Il y a, cependant, à cause de la nature même des produits à traiter, quelques précautions particulières à prendre. Les matières solides

qui viendraient à se déposer sur les parois des caisses pourraient assez facilement prendre mauvais goût. Pour éviter cela, les surfaces de chauffe sont constamment brossées.

La drèche obtenue au triple-effet est assez épaisse pour être aisément conservée par ensilotage, mais ne pourrait pas s'expédier au loin. Pour avoir un produit sec analogue à celui que fournit le séchoir Donard, on peut se servir d'appareils divers utilisant les chaleurs perdues des chaudières à vapeur ou le chauffage à feu nu. Parmi ces appareils, on peut citer la plupart de ceux que nous avons antérieurement décrits à propos des drèches de brasserie ou des cossettes de sucrerie (Petry, Sperber, Impérial, Sesto, Venuleth et Ellenberger, etc., etc., etc.).

Composition de la drèche desséchée comparée à celle de la vinasse liquide. — Les chiffres du tableau suivant sont fournis par divers laboratoires d'outre-Rhin et s'appliquent à des vinasses traitées dans l'appareil *Venuleth et Ellenberger* qui, lorsqu'il s'applique aux distilleries, comporte, en dehors de l'appareil à dessécher proprement dit, que nous avons déjà décrit, des appareils à évaporation et concentration.

| ESPÈCE DE VINASSE | NATURE | EAU | CENDRES | PROTÉINE BRUTE | CELLULOSE | EXTRACTIFS NON AZOTÉS | MATIÈRES GRASSES | LABORATOIRES |
|----------------------|---------|-------|---------|----------------|-----------|-----------------------|------------------|---|
| Froment | liquide | 89,20 | 0,20 | 1,40 | 0,30 | 8,30 | 0,60 | Station agricole de Munich. |
| | séchée | 11,39 | 8,74 | 22,88 | 8,60 | 33,85 | 8,54 | |
| Seigle..... | liquide | 91,10 | 0,50 | 1,90 | 1,00 | 5,20 | 0,30 | Station d'essai de Brême. |
| | séchée | 10,81 | 4,65 | 23,07 | 4,02 | 51,56 | 5,89 | |
| Maïs..... | liquide | 90,60 | 0,40 | 1,80 | 1,00 | 5,20 | 1,00 | École centrale d'agriculture de Weihensphan. |
| | séchée | 11,12 | 6,50 | 21,44 | 10,54 | 38,96 | 11,44 | |
| Pomme de terre | liquide | 93,90 | 0,50 | 1,20 | 0,70 | 3,50 | 0,20 | Station centrale d'essais culturaux à Munich. |
| | séchée | 7,83 | 16,40 | 23,08 | 8,60 | 40,54 | 3,55 | |

Ces chiffres de composition des drèches sèches permettent aisément de déterminer dans quelle proportion ces produits peuvent entrer, suivant les cas, dans une ration alimentaire normale.

De nombreuses analyses ont été faites par divers auteurs, surtout en Allemagne et en Hongrie. Parmi ces chimistes, on peut citer

Bötticher, Morgen, Liebermann, Schultze, Grote, etc., mais la reproduction de leurs résultats ne nous apprendrait pas grand'chose de nouveau.

Emploi des vinasses de grain comme engrais. — Ces vinasses peuvent à la rigueur, et lorsqu'il s'agit de distilleries purement agricoles ne comportant pas, pour des raisons économiques, le montage d'un des systèmes précédemment envisagés, être utilisées en irrigations des terres dans des conditions analogues à celles des vinasses de betterave.

On peut aussi en obtenir un engrais sec par l'application du procédé précédemment décrit de Porion et Mehay tel qu'il avait été d'abord conçu.

Procédé Porion et Mehay. — Le début de l'opération est le même que celui de Porion et Mehay fournissant des tourteaux alimentaires mais on ne pratique pas le lavage des tourteaux en sorte que les produits résiduels du traitement renferment encore des traces d'acide qui les rendent impossibles à consommer par le bétail. En revanche, comme ils contiennent de notables proportions d'azote et d'acide phosphorique, ils constituent un excellent engrais organique connu dans le commerce sous le nom de *Tourteau de maïs deshuilé*.

VINASSES DE RAISIN. — Nous avons vu comment on peut, par distillation dans le vide, obtenir des vinasses alimentaires qui peuvent être utilisées, dans un but industriel, pour la refabrication d'un vin ou l'obtention du vinaigre.

Alimentation. — Ces vinasses peuvent également être consommées telles quelles soit par l'homme, soit par les animaux, mais nous n'avons aucune donnée précise sur la valeur de cet aliment.

Engrais. — On peut également répandre les vinasses ordinaires sur les terres comme engrais et c'est ce qu'on fait d'une façon courante dans les petites exploitations. Il faut procéder à cet épandage aussi rapidement que possible à cause de la rapidité avec laquelle ces résidus subissent la fermentation putride.

VINASSES DE FRUITS. — A cause de la faible quantité produite il n'y a pas d'embarras créé par ce sous-produit. Il a donc moins que les autres attiré l'attention. Le procédé d'utilisation le plus simple consiste à en arroser le fumier de ferme et par cet intermédiaire à restituer aux terres productrices des récoltes les matières minérales qu'elles avaient fournies à la végétation.

ÉPURATION DES VINASSES

Nous avons passé en revue les conditions d'une bonne utilisation des vinasses. Ces conditions peuvent être facilement remplies quand il s'agit de distilleries agricoles de betteraves ayant à leur disposition de grandes étendues de terrains perméables permettant le retour tous les trois ans, au plus, sur la même terre, de l'irrigation aux vinasses. Mais ce n'est pas, hélas, toujours le cas et nombreux sont les industriels qui doivent, pour se débarrasser de ce sous-produit ennuyeux, le déverser dans les cours d'eau ou même dans des puits perdus.

C'est alors que les difficultés commencent. Dans les puits perdus s'établissent des fermentations putrides désagréables et pouvant gêner la marche de la distillerie. Dans les cours d'eau les inconvénients ne sont pas moindres, l'hygiène du voisinage en souffre et, d'ailleurs, les arrêtés d'autorisation des usines l'interdisent.

Dès lors que faire ?

Il n'y a pas de nombreuses solutions. Il faut pour pouvoir rejeter ces liquides dans les eaux courantes superficielles, les *épurer*.

Il y a deux sortes d'épurations : la chimique et la biologique. Nous allons dire quelques mots de chacune d'elles en insistant plus particulièrement sur la dernière qui a fait l'objet de nombreux travaux pendant ces années dernières.

ÉPURATION CHIMIQUE. — Les vinasses renferment à la fois des matières organiques en suspension et des matières en dissolution. Pour éviter la putréfaction il faut autant que possible précipiter toutes les matières tant en suspension qu'en dissolution.

Pour les matières en suspension la chose est assez facile et le réactif ordinairement employé est la chaux.

On peut adopter une installation différent peu de celle de la fig. 23 décrite par P. Razous dans son excellent ouvrage *Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles*.

RR sont des cuves munies d'agitateurs pour la préparation d'un lait de chaux, SS des cuves analogues pour la préparation d'un autre réactif chimique approprié. P est une pompe centrifuge permettant de puiser l'eau et de l'envoyer dans les cuves RR, SS ; AB

est un arbre de transmission actionnant les agitateurs et la pompe. Cet arbre reçoit son mouvement d'un petit moteur M.

En T arrive, suivant la direction des flèches, l'eau à épurer ; cette eau reçoit le lait de chaux et le réactif qui coule par les robinets *rr*, et l'ensemble arrive dans les bassins à décantation D où se déposent les précipités et les matières solides. L'eau contenue dans le dernier bassin D est, lorsque l'épuration est bien conduite, suffisamment bien épurée pour être envoyée à la rivière. Les dépôts restant au fond des bassins peuvent être passés au filtre-pressé, mis à sécher et susceptibles de donner des tourteaux utilisables quelquefois comme engrais.

L'inconvénient est qu'il n'y a guère que la chaux de pratiquement

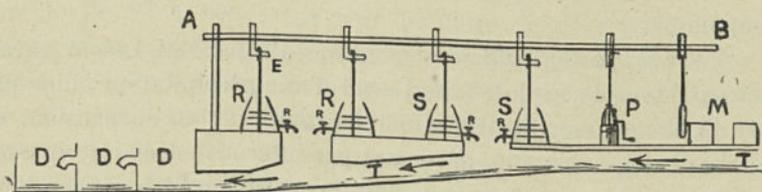


FIG. 23. — Schéma de l'épuration chimique des eaux résiduaires.

utilisable comme réactif. Or l'épuration qu'elle donne n'est pas telle que les liquides clairs de décantation ne soient pas encore légèrement putrescibles.

Je signale que pour certaines vinasses particulièrement riches en azote et pouvant en contenir jusqu'à 1,5 à 2 p. 1000 il serait sans doute possible de parachever l'épuration des liquides clairs en utilisant le procédé Fousset, dit de la colonne froide, que j'ai décrit dans la *Revue d'Economie Industrielle*, en 1907.

On obtiendrait d'une part du sulfate d'ammoniaque et d'autre part un liquide clair, imputrescible, pouvant être envoyé sans le moindre inconvénient dans les cours d'eau.

Il va de soi que l'installation, pour être économique, devrait se trouver dans un milieu voisin de nombreuses distilleries.

ÉPURATION BIOLOGIQUE. — M. Rolants, pharmacien supérieur, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Lille a fait à ce sujet de nombreuses expériences tant au laboratoire que dans les distilleries de la région du Nord.

M. Calmette, membre du Conseil départemental d'Hygiène du Nord, rapporta comme suit, devant de cette docte assemblée, les expériences entreprises à la distillerie de MM. Lesaffre frères, à Marquette, installation que nous avons nous-même visitée en détail. On ne doit pas considérer les résultats de cette année comme définitifs.

« Ces essais, commencés au cours de la campagne précédente, portent sur un volume quotidien de 80 mètres cubes de vinasses et de 320 mètres cubes d'eau de lavage, soit 400 mètres cubes au total.

« Rappelons que ces vinasses, dans le cas particulier qui nous occupe, ne peuvent pas être épurées par irrigation agricole, par suite de l'éloignement de terres propres à l'irrigation et de diverses autres circonstances qui rendraient ce mode de traitement difficile à appliquer.

« Votre rapporteur, officieusement consulté par MM. Lesaffre, avait conseillé tout d'abord de faire l'essai d'une précipitation chimique par la chaux, en vue d'éliminer les matières en suspension, et d'achever l'épuration en déversant par intermittences les vinasses mélangées d'eaux de lavage de betteraves sur un lit bactérien percolateur semblable à celui qui est installé à la Madeleine.

« Vous avez été mis au courant, par un précédent rapport, des résultats obtenus avec cette méthode. L'emploi de la chaux comme réactif précipitant ne nous a pas donné satisfaction. Outre que le volume de boues produites était trop considérable, celles-ci ne se décantaient que très incomplètement et avec une extrême lenteur, de sorte qu'on fut obligé de passer tout le liquide traité par la chaux à travers des filtres-presses. Il en résultait une dépense excessive de main-d'œuvre. De plus le liquide, très alcalin, redissolvait une partie des composés azotés qui s'étaient précipités en solution acide pendant la distillation : il devenait, par suite, d'une extrême putrescibilité et plus difficilement épurable.

« On se décida donc de recommencer cette année l'expérience en substituant à la précipitation par la chaux et à la filtration consécutive, une simple décantation dans un vaste bassin où l'on s'efforcerait de développer une fermentation ammoniacale aussi active que possible pendant un temps suffisant pour que les acides organiques de la vinasse pussent être neutralisés. Le liquide neutre ou légèrement alcalin sortant de ce bassin devait être traité comme précédemment par oxydation sur un lit bactérien percolateur.

« Ce programme fut tracé à la suite d'observations faites par votre rapporteur dans une autre distillerie des environs de Lille, où se pratique l'épandage des vinasses après décantation dans de grandes fosses où s'était établie spontanément la fermentation ammoniacale. On avait constaté que les vinasses rendues alcalines par cette fermentation s'épuraient avec une grande facilité sur le sol, sans qu'il en résultât aucun des inconvénients signalés par de nombreux distillateurs à la suite de l'épandage intensif par des vinasses acides.

« MM. Lesaffre ont donc fait creuser deux vastes bassins rectangulaires, communiquant l'un avec l'autre, d'environ 2.000 mètres cubes de capacité chacun. Le premier de ces bassins fut disposé pour recevoir à l'une à l'une de ses extrémités les vinasses brutes chaudes, telles qu'elles sortent des colonnes à distiller, c'est-à-dire à la température de 85 à 90°. Dans leur goulotte de déversement, ces vinasses se mélangent à l'eau de lavage des betteraves, dans la proportion de 4 parties d'eau de lavage pour 1 de vinasses. La température de ces dernières se trouve ainsi ramenée tout de suite aux environs de 20 à 25°, éminemment favorable à la fermentation ammoniacale. Celle-ci, dès l'arrivée des premières eaux dans le premier bassin, fut amorcée par l'addition d'une petite quantité de matières fécales. Elle se développa bientôt avec une grande énergie et, déjà après 8 jours, lorsque le liquide décanté et fermenté commençait à sortir par déversement du second bassin, on pouvait constater que sa réaction était déjà neutre ou faiblement alcaline.

« A partir de ce moment, elle est restée régulière jusqu'à la fin de la campagne, c'est-à-dire jusqu'au 12 décembre.

« Pendant toute la durée du travail de l'usine, les deux bassins ont largement suffi à retenir les pulpes folles et toutes les matières en suspension décantées. Il n'a jamais été nécessaire d'interrompre leur fonctionnement pour vider les dépôts. On procède actuellement à l'enlèvement de ceux-ci qui constituent un engrais riche d'excellente qualité et d'une manutention facile.

« Le liquide sorti par déversement du deuxième bassin de fermentation, débarrassé de matières solides, est dirigé par un canal vers les six bacs distributeurs automatiques qui alimentent un lit bactérien unique de 1 m. 50 de hauteur, constitué par des scories. L'eau est répartie sur un lit au moyen de rigoles garnies de tuiles renversées.

« Pendant la courte campagne de cette année, le fonctionnement

de ce lit n'a pas été satisfaisant. Cela tient d'abord à ce que les scories étaient neuves et n'ont pas eu le temps de se peupler suffisamment en germes de microbes nitrificateurs ou oxydants, et ensuite à ce que le lit a été constitué par des scories beaucoup trop grosses, de sorte que le liquide déversé à la surface le traversait aussitôt sans y séjourner suffisamment pour que la fixation des matières organiques dissoutes pût s'effectuer.

« Il sera d'ailleurs facile de remédier l'an prochain à cet état de choses : il suffira de charger la surface du lit d'une couche de 25 à 30 centimètres de scories fines, afin de retenir plus longtemps le liquide à épurer. Dans ces conditions, il est à peu près certain que les réactions de fixation et d'oxydation pourront s'effectuer convenablement.

« Il ne faut pas se dissimuler d'ailleurs que, dans cette question de l'épuration des vinasses de distilleries, le problème le plus difficile à résoudre était la transformation du liquide très acide et presque bouillant qui sort des colonnes à distiller en un liquide alcalin ou neutre, débarrassé de matières en suspension. Or ce problème est résolu dans des conditions très satisfaisantes et très économiques, puisqu'on est parvenu à supprimer la main-d'œuvre, les dépenses de réactif et la manutention des boues en cours de campagne. »

La seconde phase, oxydation des eaux de façon à pouvoir les envoyer sans inconvénient à la rivière, devait s'accomplir normalement les années suivantes d'après le rapporteur. Nous verrons plus loin ce qu'il en est.

En 1906, les résultats obtenus ont pu se traduire par les chiffres du tableau ci-contre.

Les bacs distributeurs automatiques dont parle le rapport précité sont du type Calmette. Ils ont en général 800 litres de capacité et leur nombre correspond au volume de liquide à traiter par jour, chaque réservoir débitant journallement 750 litres à raison d'une chasse par quart d'heure. Ces siphons, qui s'amorcent lentement, se vident en une minute à la surface du lit bactérien.

La largeur de celui-ci doit être de 10 mètres dans le sens du déversement des siphons, et la longueur doit correspondre à la quantité de liquide à traiter étant donné qu'il faut 2 m³ par mètre cube de liquide. Au bas du lit, un caniveau recueille les eaux épurées.

Pendant la campagne 1907, malgré les perfectionnements appor-

ÉPURATION DES VINASSES DE DISTILLERIES DE BETTERAVES

Expériences effectuées chez MM. Lesaffre

(Campagne 1906)

Résultats en milligrammes par litre

| | VINASSE
BRUTE | VINASSE
DILUÉE | EFFLUENT | | |
|--|------------------------------|-------------------|--|---------------------------|-----------------------|
| | | | 1 ^{er}
bassin
de
fermen-
tation | 2 ^{me}
bassin | Lit
bacté-
rien |
| <i>Matières en suspension :</i> | | | | | |
| Perte au rouge..... | 7.180 | 1.436 | » | » | » |
| Azote organique..... | 675 | 135 | » | » | » |
| <i>Matières en solution :</i> | | | | | |
| Perte au rouge..... | 9.161 | 1.832 | 857 | 834 | 730 |
| Oxydabilité ou solution acide.... | » | » | 234 | 174 | 121 |
| Permanganate (solution alcaline). | » | » | 259 | 234 | 150 |
| Ammoniaque..... | 115 | 23 | 26 | 31 | 138 |
| Azote organique..... | 1.050 | 210 | 49 | 49 | 37 |
| Nitrates..... | » | » | » | » | 2 |
| ÉPURATION
dans les bassins de fermentation avant admission
sur le lit bactérien. | | | | | |
| Par rapport à..... | la vinasse diluée
brute : | | la vinasse diluée
décantée : | | |
| Perte au rouge..... | 74 % | | 55 % | | |
| Azote organique..... | 86 % | | 77 % | | |
| ÉPURATION TOTALE | | | | | |
| Par rapport à..... | la vinasse diluée
brute : | | la vinasse diluée
décantée : | | |
| Perte au rouge..... | 78 % | | 61 % | | |
| Azote organique..... | 90 % | | 82 % | | |

tés à la composition du lit bactérien, les résultats n'ont pas changé en ce qui concerne l'épuration proprement dite. M. le docteur Calmette attribue ce quasi insuccès au manque de dilution des vinasses qui sont beaucoup trop chargées en matières organiques. Des essais doivent être poursuivis et l'installation actuelle de MM. Lesaffre ne

peut servir de modèle. Cependant, elle débarrasse suffisamment les liquides des matières en suspension pour qu'ils puissent être rejetés à la rivière sans inconvénient.

§ 3. — UTILISATION DES PULPES

Les pulpes sont formées, suivant le cas, soit des cossettes épuisées (distilleries marchant à la diffusion) soit de la râpüre qui s'échappe du dernier pressurage. On ne rencontre ce sous-produit que dans les distilleries de betteraves.

COMPOSITION DES PULPES. — Cette composition est extrêmement variable suivant le mode de travail de l'usine d'où provient l'échantillon analysé. Les pulpes provenant d'usines où l'on se sert de presses continues ne contiennent que 75 p. 100 d'eau environ, tandis qu'on en rencontre jusqu'à 88 à 90 p. 100 dans les pulpes sortant des presses à cossettes après diffusion. Il en résulte que la pulpe de presse continue est au moins deux fois plus riche que l'autre en matière sèche. Aussi se vend-elle plus cher.

Dans les pulpes de diffusion, il y a également des qualités diverses. Quand les vinasses rentrent dans le travail, les pulpes sont plus riches que lorsque l'épuisement n'a lieu qu'à l'eau. Cela s'explique aisément si l'on considère que la diffusion des principes azotés doit se faire plus difficilement dans un liquide qui, comme la vinasse, en est déjà chargé que dans un milieu qui, comme l'eau, n'en contient pas. En sucrerie, on ne peut travailler qu'à l'eau, en sorte que, d'une façon générale, la cossette épuisée de sucrerie est plus pauvre que celle de distillerie.

Nous donnons dans le tableau (page 239) quelques analyses de ces produits dues à divers auteurs et reproduites par M. Boullanger.

Les pulpes de distillerie n'ont pas d'utilisation industrielle.

UTILISATION AGRICOLE DES PULPES. — Nous ne pensons pas qu'il y ait lieu d'insister longuement sur ce chapitre qui ne serait, à très peu près, que la répétition de ce que nous avons précédemment écrit à propos des pulpes de sucrerie. La composition que nous en donnons suffit pour montrer quelles peuvent être suivant

| | PRESSES continues | | MACÉRATION Champenois | | MACÉRATION | | MACÉRATION à la vinasse | | | DIFFUSION à la vinasse | | | DIFFUSION Boullanger | |
|--|-------------------|--------|-----------------------|--------|------------|--------------|-------------------------|-------|-------|------------------------|-------|-------|----------------------|---|
| | fraîche | sèche | fraîche | sèche | à l'eau | à la vinasse | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Eau | 84,68 | » | 89,20 | » | 93,11 | 92,64 | 91,00 | 90,80 | 89,60 | 89,40 | 86,42 | 89,74 | 90,09 | |
| Matière sèche..... | 15,32 | 100,00 | 10,80 | 100,00 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Matières azotées..... | 1,71 | 11,20 | 1,33 | 12,3 | 0,21 | 0,77 | 1,70 | 1,79 | 1,20 | 1,32 | 1,78 | 2,49 | 2,13 | |
| — grasses | 0,22 | 1,42 | 0,12 | 1,2 | » | » | 0,68 | 0,57 | 0,42 | 0,45 | 0,60 | 0,90 | 0,67 | |
| Cellulose | 3,63 | 23,7 | 2,12 | 19,6 | 1,48 | 1,44 | 3,12 | 3,20 | 4,80 | 4,60 | 6,48 | 3,64 | 3,80 | |
| Sucre | » | » | 0,66 | 6,1 | 1,72 | 1,34 | » | » | » | » | » | » | » | |
| Autres matières hydrocar-
bonées | 8,95 | 58,41 | 4,47 | 41,2 | 2,93 | 2,97 | 1,71 | 2,28 | 2,90 | 3,03 | 3,15 | 2,06 | 2,18 | |
| Cendres | 0,81 | 5,27 | 1,86 | 17,2 | 0,55 | 0,84 | 1,79 | 1,36 | 1,08 | 1,20 | 1,57 | 1,17 | 1,13 | |
| Substances diverses | » | » | 0,24 | 2,4 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | |
| Poids du litre de pulpe en
grammes..... | » | » | » | » | » | » | 972 | 993 | 950 | 960 | » | » | » | |
| Auteur | Briem | | Linter | | Stiegel | | Sidersky | | | | | | | |

les cas, les différences de poids de pulpes sèches ou humides à introduire dans les rations des animaux. Mais la conservation en silos, la dessiccation des pulpes de distillerie s'effectuent absolument comme l'ensilotage ou l'extraction de l'eau des pulpes de sucrerie. Il est donc inutile d'y insister à nouveau.

De même, rien ne diffère dans l'emploi des pulpes avariées comme engrais.

§ 4. — LA LEVURE

La levure de distillerie est très fréquemment employée, depuis quelques années, par les boulangers et les pâtisseries. Autrefois, on se contentait de la levure résiduaire dont nous allons montrer la récolte et la purification, mais aujourd'hui la fabrication de la levure est devenue une véritable industrie annexe de la distillerie de grain, et pour laquelle nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer au livre de M. E. Boullanger souvent cité déjà : *Distillerie*.

RÉCOLTE DE LA LEVURE. — Lorsque la mousse d'une cuve en fermentation devient laiteuse et a tendance à tomber, c'est que les bulles d'acide carbonique qui se dégagent entraînent avec elles de nombreuses cellules de levure.

Pour récolter cette levure qui, à ce moment, est mûre, on se sert de palettes en fer blanc munies d'un long manche. On écume le moût jusqu'à ce que la surface du liquide apparaisse, puis on laisse se reformer une nouvelle couche qu'on enlève encore.

TRAITEMENT DE LA LEVURE RÉCOLTÉE. — La levure est lavée à l'eau froide, par un procédé analogue à celui employé pour le lavage des minerais aurifères. Un premier tamis débarrasse la levure des impuretés et pulpes folles qui la souillent. La levure recueillie dans des cuves de décantation est relavée à nouveau dans des bacs spéciaux contenant de l'eau très froide (9 à 11°).

La levure passe enfin au filtre-pressé (ou à la presse à vis dans les petites usines) qui lui donne une consistance telle qu'elle peut facilement être ensachée ou mise en pains qu'il ne reste plus qu'à envelopper et mettre en boîtes pour l'expédition.

UTILISATIONS DE LA LEVURE. — Dans les distilleries où l'on ne fait pas la récolte de la levure, ce sous-produit passe dans les drèches ou dans les eaux résiduaires et est traité comme tel. Dans celles où la récolte s'effectue, on envoie le produit fabriqué en boulangerie ou en pâtisserie où il sert à la fermentation panaière qu'il n'entre pas dans le cadre de cet ouvrage d'étudier.

Pour le surplus, nous devons nous reporter à ce que nous avons dit de la levure de bière qui ne diffère pas essentiellement de la levure de distillerie.

§ 5. — LES PETITES EAUX

COMPOSITION. — En distillerie, on donne le nom de *petites eaux* à un ensemble de liquides d'origines diverses. Il y a : 1° les eaux de lavage des betteraves qui contiennent surtout des matières minérales terreuses et aussi des débris organiques provenant du frottement des racines entre elles et qui sont constitués spécialement de radicelles et de queues de betteraves; 2° les eaux de vidange des diffuseurs dans les installations qui marchent à la diffusion, les eaux de presse, etc., etc.

Les eaux de presse et les eaux de diffusion ont la composition moyenne suivante :

| | | |
|-----------------------------|----------------|-----------|
| Matières organiques totales | 5 gr. | par litre |
| — minérales..... | 1 gr. 5 | — |
| Sucre..... | 2 gr. 75 | — |
| Azote total..... | 0 gr. 026 | — |
| Ammoniaque..... | 0 gr. 0045 | — |
| Matières en suspension..... | 15 gr. et plus | — |

UTILISATION DES PETITES EAUX. — La seule utilisation possible des petites eaux est leur emploi en arrosage quand il y a des terrains à proximité pour recevoir cette quantité de liquide.

Nous avons vu que lorsqu'on épure les vinasses par le procédé des lits bactériens, ces eaux peuvent avantageusement être mélangées aux vinasses pour les diluer, mais ce n'est pas là une utilisation à proprement parler : c'est plutôt une épuration avant le rejet définitif dans les eaux courantes avoisinant l'usine. L'épuration est

d'ailleurs nécessaire, car ces eaux fermentent facilement en dégageant des odeurs désagréables et pourraient entraîner des plaintes de la part des riverains du cours d'eau qui les recevrait telles quelles.

ÉPURATION DES PETITES EAUX. — Il faut considérer, comme pour les vinasses, l'épuration chimique et l'épuration biologique.

Épuration chimique. — Ce système spécialement étudié pour chaque usine donnerait très certainement d'excellents résultats si l'on ne regardait pas à la dépense, mais il est probable que celle-ci serait hors de proportion avec le but à atteindre. Il faudrait en effet que l'épuration chimique fût précédée d'une épuration physique par filtration et que seuls les liquides clairs soient soumis au traitement qui devrait être suivi d'une nouvelle filtration pour retenir les précipités. Donc il ne faut pas trop y songer.

Épuration biologique. — Elle a été également très étudiée par l'Institut Pasteur de Lille (Voy. Dr Calmette, *Recherches sur l'Épuration biologique des eaux d'égout*, tome II, page 235) et les essais faits dans diverses sucreries et distilleries de la région du nord, notamment à Pont-d'Ardres et à Marquillies, chez feu M. Barrois-Brame, ont montré que cette méthode était susceptible de rendre des services. On peut, par ce moyen, obtenir des eaux suffisamment pures pour quelles soient rejetées au canal et à la rivière sans inconvénient pour personne.

Voici comment on procède : les eaux de presse et les petites eaux de diffusion renferment toujours des pulpes folles et des débris organiques divers. Pour les en débarrasser elles passent d'abord dans un bassin qui porte le nom de *dépulpeur* ; quelquefois ces bassins sont au nombre de deux ce qui est préférable. Du dépulpeur les eaux passent dans un bassin dit de dilution ou elles reçoivent en mélange les eaux de lavage des betteraves (laveurs et transporteurs), préalablement décantées dans un bassin spécial. Le mélange des deux liquides se fait par parties égales. On a ainsi à traiter 300 à 400 litres d'eau par 100 kilogrammes de betteraves.

Grâce aux ferments apportés par les eaux de lavage et de transporteurs la fermentation commence déjà, lentement il est vrai, dans le bassin de dilution. Il faut envoyer le plus rapidement possible ces liquides sur le lit bactérien afin d'éviter des fermentations anaérobies.

Le lit bactérien à employer ne diffère pas dans ses parties essentielles de ce que nous avons vu plus haut pour l'épuration biologique des vinasses. On admet que les dimensions du lit doivent être de 1 m² par mètre cube d'eau à traiter par jour et que la hauteur doit être de 2 mètres.

Il est toujours composé de scories ou escarbilles, les plus grosses étant placées au fond sur une hauteur de 0 m. 30 à 0 m. 40, le solde des 2 mètres étant constitué par des scories tout venant.

Les rigoles de répartition de l'eau, à la surface du lit, sont parallèles et distantes de 0 m. 50 à 0 m. 60, elles sont constituées par des tuiles faîtières renversées et ne doivent pas, autant que possible avoir plus de 15 mètres de long. Au cas où cette longueur devrait être dépassée il serait préférable de faire arriver l'eau à épurer simultanément en deux points de la surface du lit bactérien.

Pour peu que la température la favorise, la fermentation devient très active dans le lit et l'oxydation des matières organiques est parfaite. Les eaux sortent à la base du lit, claires, transparentes, avec une saveur légèrement aigrelette et peuvent être sans inconvénient rejetées à la circulation étant devenues complètement imputrescibles.

Il n'y a qu'un inconvénient, c'est que le lit bactérien nécessite quelque surveillance. Il faut éviter, autant que faire se peut, de le noyer. Or, en pleine saison betteravière, on a d'autres occupations que d'aller surveiller l'épuration des eaux et c'est sans doute à ce défaut d'attention plutôt qu'au procédé lui-même qu'il faut attribuer les mauvais résultats qui ont parfois été observés.

§ 6. — RÉSIDUS DIVERS

CRISTAUX D'ALAMBIC. — Les cristaux d'alambic sont un résidu de la distillation du vin en tant qu'ils proviennent des vinasses, ou un résidu de la fabrication du vin s'ils proviennent de l'eau qui a bouilli avec les mares. Nous les avons étudiés dans les résidus de la vinification (voir page 62 la fabrication des Tartres).

VINASSES DE MÉLASSE DE CANNE. — Très fréquemment les rhumiers se contentent de rejeter ce sous-produit ou au moins les

excédents de ce sous-produit, car une partie des vinasses est fréquemment employée pour diluer la mélasse rentrant en distillation.

Cette pratique est déplorable à tous égards, car tout aussi bien que les vinasses de mélasse de betterave, celles de canne sont riches en sels potassiques qui pourraient rendre de grands services à l'agriculture des pays chauds.

A Saint-Pierre (Martinique), ces vinasses sont envoyées à la mer. On ne peut pas songer à irriguer les champs à cause de la position de la ville, mais on pourrait installer une potasserie.

A l'île Maurice, au contraire, les vinasses sont employées en irrigations et les distillateurs-planteurs déclarent qu'ils peuvent faire marcher leurs rhumeries sans bénéfice rien qu'à cause de l'excédent certain de récoltes que leur donne l'emploi des vinasses sur leurs terres.

FONDS DE CUVE DES DISTILLERIES DE MÉLASSE. — Les fonds de cuves, provenant d'un travail à la levure de brasserie, sont quelquefois passés dans un alambic spécial (ou mieux dans une batterie de deux alambics jumeaux) pour en retirer un flegme, d'ailleurs mauvais. Aujourd'hui on évite ces fonds de cuve en malaxant le vin, ou bien en les mélangeant avec des boues de salins; on en fait des tourteaux vendables comme engrais (3 à 5 p. 100 d'azote, 2 de potasse et 2 d'acide phosphorique). Les manutentions de ces vinasses se font à l'aide de deux monte-jus (un au malaxeur, un au filtre). Une bonne méthode consiste à cuire ces fonds de cuve avec un peu d'acide dans un autoclave et à en faire une sorte de peptone qu'on ajoute au moût.

CHAPITRE VIII

Résidus de la féculerie

§ 1^{er}. — TECHNOLOGIE DE LA FÉCULERIE

La féculerie est l'ensemble des opérations qui concourent à l'obtention de la *fécule* ou amidon de *pomme de terre*. Cette définition nous indique à la fois le but et la matière première. La fécule a de nombreux emplois. Elle sert en nature comme aliment (gâteaux de Savoie, pâtes diverses, cuisine). C'est avec elle que se fabriquent certaines colles employées pour le papier. Elle fournit par saccharification partielle la dextrine, plus avancée, la glucose qui, elle, est employée en confiserie pour la fabrication des caramels à bière, etc., etc.

La féculerie comprend un certain nombre d'opérations que subissent les pommes de terre.

Elles doivent être d'abord lavées et épierrées, ce qui se fait dans des appareils spéciaux. Les laveurs sont à peu près les mêmes qu'en sucrerie. L'épierreur est une sorte de demi-cylindre plein d'eau et légèrement incliné dont l'axe porte une vis d'Archimède. Cet axe est mobile ; les pommes de terre frottant l'une contre l'autre se débarrassent des petits cailloux qui tombent à la partie inférieure du demi-cylindre d'où ils sont extraits par une vanne spéciale (épierreur Joly).

Puis les pommes de terre sont râpées dans un appareil analogue à celui que l'on rencontre encore en distillerie (râpe à tambour) ou par une râpe Champonnois. Ce râpage est souvent double, le second ayant pour but de déchirer les cellules que le premier aurait simplement séparées, afin d'en extraire l'amidon ou fécule.

Après le râpage vient le tamisage qui se fait au moyen de tamis en fil de fer n° 40, la dite toile métallique étant montée sur des bâtis cylindriques inclinés de 1 m. 10 à 1 m. 20 de long et tournant autour de leur axe. Ces tamis tournent dans des berceaux hémicylindriques à raison de 25 à 30 tours par minute. Il y arrive de l'eau sous pression qui oblige les grains de fécule à traverser. Après passage dans trois ou quatre tamis cylindriques de cet ordre, on a, d'une part des **drèches**, d'autre part de l'eau chargée de fécule. Cette eau est envoyée dans de grandes citernes où elle se dépose. L'eau surnageante est envoyée également dans des bassins où au bout de deux ou trois mois, elle dépose encore.

La *pulpe* qui retenait encore de la fécule est reprise, passée entre deux cylindres en spires de fil de cuivre, entre les tours desquelles la fécule passe sous l'influence de l'eau qui l'entraîne aux réservoirs à eaux féculentes. Quant à la *drèche*, nous verrons ultérieurement ce qu'il en advient.

Les eaux féculentes envoyées dans les citernes ne tardent pas à prendre une teinte noirâtre due à l'influence d'une diastase qui oxyde la Tyrosine (Tyrosidase).

Tous les matins, on enlève le dépôt qu'elles ont formé, dépôt qui contient encore pas mal de matières étrangères dont il faudra le débarrasser : c'est la *fécule brute*. D'autre part, il reste **une eau chargée de sels et de débris organiques**.

Cette fécule brute est envoyée dans des caisses tronc-coniques en bois où se meut un agitateur. Au repos, le sable et la terre vont au fond, la fécule vient au-dessus. Au-dessus de la fécule s'établissent les *gras* constitués d'un mélange de fécule légère et de cellulose, puis l'eau. On enlève dans l'ordre. La fécule mise ainsi de côté constitue la *fécule verte*.

Les gras travaillés sur plans inclinés très longs fournissent par différence de densité de la pulpe folle qui est entraînée très loin et de la fécule qu'on recueille sur les portions les plus élevées des plans.

Pour débarrasser la fécule verte de son excès d'eau, on la passe à la hocheuse ou secoueuse qui imprime à la masse des secousses brusques qui éliminent l'eau. On remplace quelquefois maintenant le hochage par le turbinage qui donne deux couches : la plus excentrée est la *fécule verte pure*, la moins éloignée du centre est un *gras* qu'il y aura lieu de retravailler.

Enfin on reprend la fécule pure et on la dessèche sur des toiles sans fin de 10 à 12 mètres de long dans une étuve où il y en a plusieurs de superposées, la fécule, pour éviter l'empoissage, s'échauffant d'autant plus qu'elle est plus sèche.

En séchant, la fécule se prend en masses (fécule en marrons). On peut la broyer au moulin et la bluter comme une ordinaire farine.

§ 2. — UTILISATION DES DRÊCHES DE FÉCULERIE

COMPOSITION. — De consistance très aqueuse, les drêches de féculerie ont une composition qui varie beaucoup, non seulement avec le travail de la féculerie mais encore avec l'espèce de pomme de terre dont elles proviennent.

Dietrich et Kœnig ont donné pour les fibres et pulpes de pomme de terre la composition suivante :

| | PULPES | FIBRES |
|----------------------------|--------|--------|
| Eau..... | 86,11 | 85,5 |
| Matières azotées..... | 0,68 | 1,00 |
| Matières grasses..... | 0,12 | » |
| Extractifs non azotés..... | 10,94 | 11,9 |
| Cellulose..... | 1,95 | 1,1 |
| Cendres..... | 0,20 | 0,40 |

En ramenant cela au pourcentage dans la substance sèche on trouve :

| | PULPES | FIBRES |
|---------------------------------------|--------|--------|
| Taux de la substance sèche..... | 13,89 | 14,5 |
| Matières azotées..... | 4,89 | 6,89 |
| Matières grasses..... | 0,86 | 0,86 |
| Matières extractives non azotées..... | 78,77 | 82,06 |
| Cellulose..... | 14,04 | 7,58 |
| Cendres..... | 1,44 | 3,44 |

UTILISATION INDUSTRIELLE. — La drêche de féculerie, séchée par des procédés analogues à ceux que nous avons déjà passés en revue pour divers produits, peut être ensachée et vendue aux boulangers. Elle leur sert à faire le fleurage des pains de luxe.

UTILISATIONS AGRICOLES DES DRÈCHES DE FÉCULERIE. —

Alimentation du bétail. — La composition de ce produit fait suffisamment prévoir qu'il peut constituer pour le bétail un aliment de valeur. A cause de sa grande teneur en eau, il présente les inconvénients que nous avons examinés plusieurs fois à l'occasion de produits analogues. Il est notamment impossible de le conserver sous sa forme résiduaire ordinaire. On s'est préoccupé depuis longtemps de la

Conservation des drèches. — Deux procédés, comme toujours, sont ou peuvent être employés : l'ensilotage et la dessiccation.

L'*ensilotage* demande des fosses en maçonnerie. La pulpe y est tassée fortement. On la recouvre d'un lit de paille sur laquelle s'applique une épaisse couche de terre foulée. Dans ces conditions, le produit se conserve assez bien mais finit tout de même, à la longue par prendre un goût désagréable et, surtout aux bords des silos, une teinte rougeâtre peu appétissante.

La *dessiccation* des pulpes de féculerie peut s'effectuer dans un des nombreux appareils que nous avons passés antérieurement en revue. Ceux qui paraissent le mieux convenir sont les séchoirs Impérial, Soest, Petry, Venuleth, que nous n'entreprendrons pas de décrire à nouveau. La drèche en sort à l'état d'une poussière grumeleuse qui, broyée et tamisée, peut être employée au fleurage, mais qui, ensachée telle quelle, se conserve parfaitement et peut entrer dans la ration des bêtes de la ferme.

Calcul des rations. — Les nombreux exemples donnés jusque-là nous dispensent d'insister sur ce chapitre. Connaissant les compositions du produit et de ceux auxquels il doit être mélangé, connaissant en outre les limites de la relation nutritive, la ration de chaque espèce d'animal est aisée à calculer.

Les drèches employées comme engrais. — Très exceptionnellement et seulement lorsqu'il s'agit de produits inutilisables pour l'alimentation — dans le cas de drèches avariées en silo par exemple — on les emploie comme engrais. Elles n'ont d'ailleurs, à ce point de vue, qu'une valeur très faible. On les mélange au fumier de ferme ordinaire.

§ 3. — UTILISATION DES EAUX RÉSIDUAIRES DE FÉCULERIE

COMPOSITION. — Dans les féculeries, il y a deux sortes d'eaux résiduares : celles provenant du lavage des tubercules et celles des plans à fécule et des citernes où l'on a ajouté un peu d'acide sulfurique pour prévenir la fermentation.

On peut admettre pour ces dernières, d'après Larbalétrier, la composition suivante en principes fertilisants :

| | |
|--------------------------|-------------|
| Azote | 0,20 à 0,28 |
| Acide phosphorique | 0,05 à 0,10 |
| Potasse..... | 0,50 à 0,60 |

Les eaux qui ont servi à laver la pulpe sont éminemment fermentescibles ; leur couleur est rougeâtre et elles dégagent une odeur nauséabonde.

C'est, en somme, un résidu très encombrant et d'une insalubrité certaine. Les eaux de lavage des tubercules ont moins d'inconvénients, mais n'en constituent pas moins un embarras pour l'industriel qui cherche à s'en débarrasser par tous les moyens. Elles contiennent des matières terreuses surtout, et quelques débris organiques en suspension.

UTILISATION AGRICOLE. — L'épandage en terrain perméable cultivé permettant de donner aux plantes une partie de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse renfermés dans ces eaux est la seule méthode d'utilisation qui existe. Nous étudierons d'autres procédés à mettre en œuvre pour s'en débarrasser sans inconvénient pour la santé publique, mais ce ne sont que des pis aller, des dépenses sans profit, ce sont les divers procédés d'épuration.

Épandage et fabrication de la poudrette végétale. — Les résultats les plus palpables à ce point de vue ont été obtenus sur les conseils de Payen à la féculerie de Trappes (Seine-et-Oise) appartenant alors à M. Dailly, et où les eaux résiduares constituaient une gêne considérable.

On obtient d'une part des eaux destinées à l'arrosage, d'autre part un engrais solide auquel on donne le nom de *poudrette végétale*.

Le procédé usité, décrit par M. L.-J. Dubief, consiste à recueillir

les eaux alternativement dans deux grands bassins où elles se déposent pendant douze heures. Le dépôt qui se forme contient, outre les matières étrangères, environ 1 1/2 p. 100 de fécule du poids des tubercules. En sortant de ces bassins, les eaux sont conduites dans de grands réservoirs glaisés, où le dépôt des matières albumineuses, etc., s'achève et, de ces réservoirs, elles sont amenées par des canaux sur les terrains voisins de la fabrique, où elles sont employées en irrigation. Les réservoirs dans lesquels les eaux séjournent et se renouvellent lentement sont vidés chaque année, et on trouve dans leur partie inférieure un dépôt de matières organiques et terreuses qui, séché à l'air et employé comme engrais, constitue la *poudrette végétale*.

D'après des analyses de Meurein, cette poudrette contiendrait jusqu'à 4 et 5 p. 100 d'azote, ce qui en fait un engrais azoté de grande valeur (Isidore Pierre). Payen a fait ainsi le compte rendu des dépenses et recettes réalisées dans cette opération. En trois mois de fabrication, on a soumis à la râpe 17.400 hectos de pommes de terre et obtenu en résidus perdus naguère :

| | |
|---|--------------|
| 82.000 hectolitres eau de lavage appliquée à la fumure de 16 hectares représentant une valeur de..... | 462 francs |
| Plus 1.100 hectolitres de dépôt, ou, en poudrette végétale, 820 hectolitres à 2 francs..... | 1.640 — |
| Valeur représentant la fumure de 6 hectares..... | 2.102 francs |
| <i>Dépenses :</i> | |
| Frais de fossés et d'irrigation des eaux..... | 210 francs |
| Frais de dessiccation des dépôts..... | 230 — |
| Total des dépenses..... | 440 francs |
| Bénéfice net..... | 1.662 francs |

Ce bénéfice réalisé, remplaçant une dépense en pure perte de 400 à 500 francs pour faire écouler les eaux, faute d'un ruisseau ou d'une rivière pour les recevoir et payer des dommages-intérêts, équivaut en somme à une différence annuelle dépassant 2.000 francs au profit de l'intelligent fabricant.

Il est à noter qu'avant l'établissement de ce procédé, la féculerie de Trappes avait à payer 7.000 francs de dommages-intérêts par an.

M. Larbalétrier fait remarquer que le procédé d'utilisation de la féculerie de Trappes n'est pas applicable partout. Il faut que la féculerie soit installée au-dessus des terrains à irriguer, ce qui est loin d'être le cas le plus habituel; le plus souvent, ces usines sont situées le long des cours d'eau à cause de la grande quantité d'eau que nécessite l'extraction industrielle de la fécule.

ÉPURATION DES EAUX RÉSIDUAIRES DE FÉCULERIE. — Quand on ne peut épandre les eaux résiduaires, il faut cependant s'en débarrasser et l'on est tenu de s'en débarrasser non pas en les envoyant telles quelles dans le cours d'eau, mais en faisant en sorte que sorties de l'usine elles ne soient plus susceptibles de fermenter. En un mot, il faut les épurer avant leur rejet dans la circulation superficielle.

Il y a deux modes d'épuration : le chimique et le biologique.

Épuration chimique. — L'épuration chimique des eaux de lavage des féculeries s'effectue avec le sesquichlorure de fer et la chaux. L'eau purifiée chimiquement se clarifie très vite avec les filtres Paul Gaillet, de Lille, qui consistent à offrir aux liquides chargés de particules solides des obstacles sur lesquels ces particules se déposent. L'eau épurée peut servir de nouveau au lavage des pommes de terre; les tourteaux sont employés comme engrais.

Le docteur Calmette a essayé l'épuration chimique des eaux de féculerie avec la chaux et le sulfate ferrique, les seuls composés qui, d'après lui, sont d'un prix assez modique pour ne pas constituer une trop lourde charge pour l'industriel. Avec les doses, recommandées par divers auteurs, de 200 kilogrammes de sulfate de fer et de 1 mètre cube de chaux pour 1.000 mètres cubes d'eau à épurer, les résultats obtenus ont été peu satisfaisants.

Épuration biologique des eaux résiduaires de féculerie. — L'épuration biologique des eaux résiduaires de féculerie se présente, d'après le docteur Calmette, d'une façon très simple. Ces eaux ne contenant que très peu de matières en suspension (par suite de la valeur que présentent les drèches pour le fabricant), peuvent être traitées directement sur lits bactériens aérobies. Comme elles sont très riches en matières organiques putrescibles, il est indispensable de les diluer. Cette dilution, d'après les expériences de M. Calmette, devra être de une partie d'eau résiduaire pour trois parties d'eau de rivière ou de forage. Peut-être la pra-

tique industrielle permettra-t-elle de diminuer le taux de cette dilution, mais il est recommandable de prendre, au début, ces indications pour base.

Un traitement sur lits bactériens percolateurs, en employant les appareils distributeurs connus (Sprinklers, Fiddian, etc.) ou le siphon de chasse, suffira. Les lits seront alors établis avec 2 mètres de hauteur de mâchefer et leur surface sera calculée de manière à traiter 1 mètre cube d'eau par mètre carré de surface.

CHAPITRE IX

Résidus de l'amidonnerie

§ 1^{er}. — TECHNOLOGIE DE L'AMIDONNERIE

Au point de vue chimique, la fécule et l'amidon sont un seul et même corps. On appelle plus particulièrement fécule, cependant, l'amidon contenu dans les parties souterraines des plantes telles que pomme de terre, sorgho, etc.

Les principaux grains dont on extrait l'amidon sont le blé, le maïs, le riz.

AMIDON DE BLÉ. — Les opérations de l'amidonnerie, une fois obtenue l'eau chargée d'amidon, ressemblent beaucoup à celles de la féculerie. Nous nous bornerons donc à étudier l'obtention de cette eau laiteuse au moyen du blé qui est le plus employé des grains au moins en France.

On distingue trois méthodes qui sont : l'ancienne ou par pourriture, le procédé Martin, le procédé par trempage.

Ancien procédé. — Le blé concassé est placé dans des cuves et abandonné à la fermentation putride en présence de cinq fois son poids d'eau. Cette fermentation est amorcée par un peu d'eau provenant d'une fermentation précédente (*eau sûre des amidonniers*) et dure une vingtaine de jours. De gros microbes, parmi lesquels le *Bacillus amylobacter* (*Van Thiegem*), solubilisent le gluten. Le liquide prend une odeur épouvantable. L'amidon, débarrassé des matières qui l'enveloppaient, se précipite au fond des cuves. Il y est repris, lavé et traité pour son épuration comme l'est la fécule ordi-

naire. La matière, sortant de la hocheuse en masse compacte, est divisée en cubes qui, enveloppés de papier, sont portés au séchoir. Ils s'y dessèchent en se craquelant et fournissent l'amidon en bâtonnets bien connu des blanchisseuses. Ces dernières préfèrent l'amidon obtenu par ce procédé parce qu'il y subsiste des traces de gluten qui, à l'emploi, permettent d'obtenir sur le linge un plus beau glacé.

Les résidus sont l'eau qui tient en dissolution le gluten, les drèches ou **enveloppes des grains** d'une part et, d'autre part, les **eaux de lavage de l'amidon sur les plans**; tous ces produits sont inutilisables pour le bétail à cause de leur odeur.

Procédé Martin. — Cette méthode permet de séparer le gluten de l'amidon en conservant aux deux produits toute leur valeur propre. C'est plutôt l'amidon qui serait dans ce cas un résidu, bien que nous devions considérer comme tel le **gluten** et les **enveloppes**.

On forme avec les grains broyés une pâte qui est malaxée sous un courant d'eau dans un appareil spécial appelé *amidonnière* : c'est un berceau héli-cylindrique dont les parois sont garnies, à la partie supérieure, de toile métallique.

A l'intérieur est disposé un rouleau de bois fortement cannelé suspendu à un axe parallèle à celui de la corbeille et que l'ouvrier peut y faire manœuvrer à la main. Le bâton de pâte ainsi malaxé sous l'eau abandonne peu à peu son amidon pendant que le gluten s'hydrate.

Procédé par trempage. — Le grain est mis dans des cuves dont on change l'eau fréquemment pour éviter la pourriture. Lorsque le grain est gonflé, on l'envoie sous des meules qui broient le tout : pendant que le gluten, devenu plastique par le trempage, s'agglutine, l'amidon est entraîné. On obtient donc d'une part de l'amidon, d'autre part **une drèche très riche en azote renfermant le gluten et les enveloppes du grain**.

AMIDON DE RIZ. — S'obtient par trempage. L'eau de trempage est additionnée de soude qui dissout le gluten, mais a aussi la propriété de faire de l'empoî avec l'amidon ; il faut donc une solution très peu concentrée. L'eau amidonneuse est envoyée dans de grandes cuves. On ajoute de l'acide sulfurique, on ne sait pas

trop pourquoi. On achève la préparation par turbinage comme en féculerie.

AMIDON DE MAIS. — C'est encore le trempage qui est employé, mais avec une nouvelle variante. Le maïs moulu est passé au bluttoir et on obtient comme déchet les **brisures** très nourrissantes. Les semoules sont trempées avec de l'eau chaude. Une légère fermentation s'établit. Au bout de trois jours, cette eau est remplacée par de l'eau acidifiée à 1 p. 100 par l'acide sulfureux. La nouvelle trempée dure deux jours au bout desquels on écrase sous des meules rapprochées. On obtient la crème de maïs qui, additionnée d'eau et laminée, fournit d'une part de l'eau amidonneuse et, d'autre part, de la **drèche**.

L'eau amidonneuse contient aussi le gluten qu'on en sépare par des plans courants sur lesquels reste l'amidon.

Les **eaux contenant le gluten** sont recueillies dans des citernes envoyées aux filtres-presses et fournissent *un aliment du bétail très substantiel*.

§ 2. — LE GLUTEN

COMPOSITION. — Le gluten est formé d'un mélange de principes albuminoïdes parmi lesquels domine la fibrine.

Séchée, cette substance a l'aspect d'écaillés jaunes très friables, dont la composition moyenne peut être représentée par les chiffres suivants :

| | |
|------------------------|-------|
| Carbone..... | 52,6 |
| Hydrogène..... | 7,0 |
| Azote..... | 16,0 |
| Oxygène et soufre..... | 24,4 |
| | 100,0 |

Le gluten humide, traité par l'alcool chaud, se dissout en partie, laissant un résidu grisâtre et fibrineux appelé *fibrine végétale*. L'alcool refroidi abandonne une substance analogue à la *caséine* du lait : c'est la *caséine végétale*.

Enfin, sous l'influence des diastases, le gluten se transforme en produits particuliers tels que la glyadine, la glutamine, etc., qui n'ont aucun intérêt à notre point de vue.

EMPLOI DU GLUTEN DANS L'ALIMENTATION DE L'HOMME. —

Pâtes. — Le gluten est introduit depuis longtemps déjà dans l'alimentation humaine sous diverses formes. En petites boules rondes, il constitue les *perles du Japon* utilisées pour les potages au même titre que les pâtes d'Italie. Il entre en mélange dans la composition de celles-ci. Enfin et surtout, il est utilisé pour la fabrication d'un pain particulier.

Pain de gluten. — Pour faciliter la panification, on ajoute toujours une certaine proportion de farine ordinaire et, par suite, d'amidon. D'après Bouchardat, cette addition ne doit pas être considérée comme nuisible pour les diabétiques auxquels ce pain est spécialement destiné, pourvu cependant que la proportion n'en soit pas trop forte.

A l'usage des malades, on fabrique avec le gluten plusieurs sortes de pain : pain-croûte, biscottes, etc., etc., etc.

USAGES INDUSTRIELS. — Il sert à la fabrication des colles employées en papeterie et constitue la partie la plus importante de la colle dite *de pâte*. Il est employé surtout pour le collage des cuirs.

De nombreux essais sont à tenter avec cette matière qui pourrait très vraisemblablement, par des traitements appropriés, être transformée en un produit analogue à la « galalithe » ou pierre de lait. La composition du gluten ne diffère pas beaucoup, nous l'avons vu, de celle de la caséine.

En pharmacie, le gluten est employé pour confectionner l'enveloppe solide de certaines capsules ou pilules.

Le gluten pur n'a pas d'usages agricoles.

§ 3. — DRÈCHES D'AMIDONNERIE

Nous ne pouvons que prier le lecteur de se reporter à ce que nous avons déjà dit des drèches en général. Tout s'applique aux drèches d'amidonnerie, sous cette réserve que ces dernières sont particulièrement riches en azote. Il faut donc tenir compte de cela dans la composition des rations alimentaires du bétail. En outre, on dispose rarement de quantités suffisantes pour que la dessiccation soit une

opération avantageuse. Elles sont donc toujours consommées vertes.

Accidentellement et quand elles se sont avariées, on utilise ces drèches à la fumure des terres. Cependant, si elles proviennent du procédé ancien, elles ne peuvent, nous l'avons vu, avoir d'autre usage.

§ 4. — EAUX RÉSIDUAIRES D'AMIDONNERIE

COMPOSITION. — Les eaux les plus chargées sont celles qui proviennent de l'amidonnerie de maïs.

D'une façon générale, il y a en amidonnerie trois sortes d'eaux résiduaires :

- 1° Les eaux de trempage ;
- 2° Les eaux de lavage et d'entraînement de l'amidon ;
- 3° Les eaux de pressurage des drèches.

Ces eaux renferment une très petite quantité d'amidon qui a échappé aux bacs de dépôt, de la drèche en faible proportion. Elles contiennent, en plus, toutes les substances solubles du grain ainsi que celles qui proviennent de l'action des produits chimiques employés sur les éléments du grain et, en particulier, sur les éléments azotés.

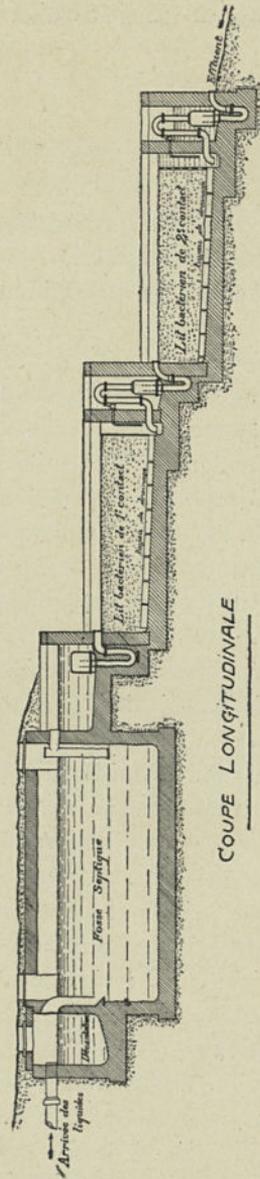
Tous ces composés solubles sont éminemment putrescibles et ne tardent pas à devenir la proie des ferments ; cependant, dans le procédé à l'acide sulfureux, la petite quantité de cet acide qui reste encore dans les eaux (8 à 12 milligrammes par litre) est suffisante pour retarder la putréfaction qui ne s'effectue plus dans l'usine, mais s'opère dans les cours d'eau où ces eaux sont déversées dès que l'acidité, si faible soit-elle, se trouve neutralisée.

Certains industriels acidifient même leurs eaux résiduaires dans le seul but de les garder assez longtemps pour que, sans qu'il y ait putréfaction, ils puissent en retirer des drèches entraînées qu'ils mélangent aux résidus de leur fabrication.

Épuration chimique. — Le Conseil d'hygiène du Nord, ayant été appelé à diverses reprises à donner son avis sur les conditions à exiger des industriels demandant l'autorisation d'établir une amidonnerie, M. Meurein, puis M. Delezanne demandèrent dans leurs rapports que les eaux fussent reçues alternativement dans deux bassins où elles seraient traitées par un lait de chaux, de façon

INSTALLATION AVEC FILTRES BACTÉRIENS DE 1^{er} ET 2^{es} CONTACT

DISTRIBUTION AUTOMATIQUE PAR SIPHONS ALTERNATIFS "ADAMS"



COUPE LONGITUDINALE

FIG. 24.

qu'après mélange et repos suffisant, elles s'écoulent limpides, inodores et légèrement alcalines. Les boues seraient enlevées aussi souvent que cela serait nécessaire, mises à égoutter et employées comme engrais.

On a essayé de purifier chimiquement les eaux résiduaires d'amidonnerie avec le perchlorure de fer et la chaux ; on offre aux liquides chargés de particules solides des obstacles sur lesquels ces particules se déposent. Les résidus passés aux filtres-presses fournissent des tourteaux ; avec 2 kilos de perchlorure de fer et 3 kilos de chaux, on retire 13 kilos de tourteaux secs.

Mais l'épuration chimique seule est presque toujours insuffisante et il est nécessaire, comme l'a montré le docteur Calmette, de faire suivre le traitement chimique de l'épuration biologique ; à ces conditions seulement, on enlève aux cours d'eau une cause sérieuse de contamination.

Épuration biologique. — Les eaux doivent être, d'après le docteur Calmette, conduites dans une fosse d'attente d'où un canal ou une pompe les amènera avec un débit régulier dans une série de bassins de décantation. Sur leur parcours, les eaux seront additionnées en proportion convenable de lait de chaux ou mieux, si la dépense n'est pas jugée trop forte, d'eau de chaux. Lorsqu'un bassin sera rempli, on dirigera les eaux sur le suivant. La décantation ne demande guère plus d'une heure et, après ce temps, les eaux décantées seront déversées sur un premier lit bactérien. Après un premier contact de deux heures, elles passeront par siphonage dans un second lit bactérien d'où elles sortiront assez pures pour être rejetées dans la circulation superficielle. La fig. 24 montre la coupe d'une installation de ce genre.

TABLE DES MATIÈRES

| | PAGES |
|--|-------|
| PRÉFACE..... | I-III |
|
 | |
| CHAPITRE PREMIER. — Résidus de la sucrerie de betterave | 1 |
| § 1. FABRICATION DU SUCRE..... | 1 |
| § 2. LA MÉLASSE..... | 6 |
| <i>Composition</i> | 6 |
| <i>Emplois industriels</i> | 7 |
| Sucraterie..... | 7 |
| Fabrication du raffinose..... | 9 |
| Distillerie de mélasse..... | 9 |
| Fabrication du cirage..... | 9 |
| Pain d'épice, confiserie..... | 10 |
| <i>Emplois agricoles</i> | 10 |
| Valeur alimentaire..... | 11 |
| Aliments mélassés..... | 12 |
| Rations à la mélasse..... | 18 |
| Inconvénients des aliments mélassés..... | 22 |
| La mélasse engrais..... | 23 |
| Renseignements statistiques..... | 24 |
| § 3. COSSETTES DE DIFFUSION OU PULPES..... | 25 |
| <i>Composition</i> | 25 |
| <i>Alimentation du bétail</i> | 25 |
| Conservation de la pulpe..... | 26 |
| Ensilage..... | 26 |
| Dessiccation (séchoirs divers)..... | 28 |
| Valeur alimentaire des pulpes..... | 32 |
| Inconvénients divers..... | 35 |
| <i>Pulpes-engrais</i> | 37 |
| § 4. ECUMES ET BOUES DE DÉFÉCATION..... | 37 |
| <i>Composition</i> | 37 |
| <i>Ecumes-engrais</i> | 38 |
| Mode d'emploi..... | 38 |
| Valeur marchande..... | 40 |

| | |
|---|----|
| § 5. EAUX DE LAVAGE DES BETTERAVES ET DES PRESSES..... | 40 |
| <i>Composition des eaux résiduaires</i> | 40 |
| <i>Épuration des eaux de sucrerie</i> | 41 |
| Épuration chimique..... | 41 |
| Irrigation agricole..... | 43 |
| Épuration biologique..... | 43 |
| § 6. FEUILLES ET COLLETS DE BETTERAVES..... | 44 |
| <i>Utilisation pour la nourriture du bétail</i> | 44 |
| <i>Utilisation comme engrais</i> | 45 |
| CHAPITRE II. — Résidus de la sucrerie de canne | 46 |
| § 1. FABRICATION DU SUCRE DE CANNE..... | 46 |
| § 2. LA MÉLASSE DE CANNE..... | 47 |
| § 3. LA BAGASSE..... | 47 |
| <i>Composition</i> | 47 |
| <i>La bagasse combustible</i> | 48 |
| <i>Fabrication de la pâte à papier</i> | 49 |
| § 4. ECUMES DE DÉFÉCATION..... | 50 |
| § 5. EAUX RÉSIDUAIRES..... | 50 |
| CHAPITRE III. — Résidus de la vinification | 51 |
| § 1. FABRICATION DU VIN..... | 51 |
| <i>Vins rouges</i> | 51 |
| <i>Vins blancs</i> | 52 |
| § 2. MARCS DE RAISIN..... | 53 |
| <i>Composition</i> | 53 |
| <i>Emplois industriels</i> | 54 |
| Distillation des marcs..... | 54 |
| Rendements, Conservation des marcs..... | 55 |
| Technique de la distillation..... | 56 |
| Marche des appareils..... | 57 |
| Résultats économiques..... | 61 |
| Fabrication du tartre..... | 62 |
| Fabrication des verdets..... | 63 |
| Fabrication du tannin de pépins..... | 66 |
| Extraction des huiles de pépins..... | 67 |
| <i>Emplois agricoles</i> | 70 |
| Fabrication des piquettes..... | 70 |
| Alimentation du bétail..... | 74 |
| Conservation des marcs..... | 75 |
| Mélanges alimentaires..... | 76 |
| Types de rations..... | 79 |
| Le marc-engrais..... | 81 |
| Modes d'emploi (procédé Roos)..... | 82 |

| | |
|---|-----|
| § 3. LES LIES DE VIN..... | 84 |
| <i>Composition</i> | 84 |
| Extraction du vin des lies..... | 85 |
| Extraction du tartre..... | 87 |
| Emploi des lies comme engrais..... | 88 |
| § 4. LE TARTRE BRUT..... | 88 |
| <i>Composition</i> | 88 |
| Essais, raffinage..... | 89 |
| Usages divers..... | 90 |
| § 5. LES SARMENTS..... | 91 |
| <i>Composition</i> | 91 |
| Fabrication de la pâte à papier..... | 91 |
| Carbonisation..... | 92 |
| Les sarments dans l'alimentation..... | 92 |
| Emploi comme engrais..... | 94 |
| § 6. LES FEUILLES DE VIGNE..... | 94 |
| Les glucosides..... | 94 |
| CHAPITRE IV. — Résidus de la brasserie..... | 96 |
| § 1. TECHNOLOGIE DE LA BRASSERIE..... | 96 |
| <i>Maltage</i> | 96 |
| <i>Brassage</i> | 98 |
| § 2. LA DRÈCHE DE BRASSERIE..... | 101 |
| <i>Composition</i> | 102 |
| <i>Alimentation du bétail</i> | 103 |
| Ensilage et dessiccation..... | 103 |
| Valeur alimentaire..... | 113 |
| Inconvénients..... | 114 |
| <i>La drèche-engrais</i> | 115 |
| § 3. LES TOURAILLONS..... | 115 |
| <i>Composition</i> | 115 |
| <i>Alimentation du bétail</i> | 116 |
| <i>Les tourailons en médecine</i> | 116 |
| <i>Les tourailons-engrais</i> | 117 |
| § 4. LA LEVURE RÉSIDUELLE..... | 118 |
| <i>Composition</i> | 118 |
| Préparation des extraits de levure..... | 118 |
| Distillation sèche..... | 119 |
| <i>Emplois thérapeutiques</i> | 119 |
| <i>Emplois agricoles</i> | 120 |
| § 5. LES MARCS DE HOUBLON..... | 120 |
| <i>Composition</i> | 120 |
| <i>Utilisations industrielles</i> | 121 |

| | |
|--|-----|
| <i>Utilisations agricoles</i> | 121 |
| Alimentation du bétail | 122 |
| Engrais | 122 |
| § 6. EAUX RÉSIDUAIRES DE BRASSERIE | 123 |
| <i>Eaux de trempage</i> | 123 |
| <i>Eaux de brasserie</i> | 124 |
| § 7. PETITS GRAINS, GRAINS AVARIÉS | 125 |
| CHAPITRE V. — Résidus de la cidrerie | 126 |
| § 1. TECHNOLOGIE DE LA CIDRERIE | 126 |
| § 2. LES MARCS DE POMME | 128 |
| <i>Composition</i> | 128 |
| <i>Emplois divers</i> | 129 |
| Rémiage | 129 |
| Alimentation du bétail | 129 |
| Conservation des marcs | 130 |
| Types de rations | 131 |
| Le marc-engrais | 132 |
| Fabrication de l'engrais de marc | 132 |
| Terres et cultures auxquelles il convient | 134 |
| § 3. LIES DE CIDRE ET RÉSIDUS DE COLLAGE | 134 |
| <i>Eau-de-vie de lies</i> | 135 |
| <i>Emploi comme engrais</i> | 135 |
| § 4. AUTRES SOUS-PRODUITS DE LA CIDRERIE | 135 |
| CHAPITRE VI. — Résidus de l'industrie laitière | 137 |
| § 1. TECHNOLOGIE DE LA LAITERIE | 137 |
| <i>Fabrication du beurre</i> | 137 |
| <i>Fabrication du fromage</i> | 138 |
| § 2. LE LAIT ÉCRÉMÉ | 140 |
| <i>Composition</i> | 140 |
| <i>Utilisations industrielles</i> | 140 |
| Fabrication de la caséine | 140 |
| Caséine alimentaire | 142 |
| Caséine pour la tabletterie | 142 |
| Caséine pour apprêts et colles | 143 |
| Caseine pour collage des boissons | 146 |
| <i>Utilisations agricoles</i> | 149 |
| Alimentation de l'homme | 149 |
| Fabrication du pain, du lait condensé, du fromage
maigre | 149 |
| Incorporation de matières grasses étrangères, fromages
gras | 150 |

| | |
|---|-----|
| Alimentation du bétail..... | 151 |
| Nourriture des veaux et des porcs | 152 |
| Nourriture des volailles..... | 153 |
| Fabrication d'aliments concentrés..... | 153 |
| § 3. LE PETIT LAIT..... | 155 |
| <i>Composition</i> | 155 |
| <i>Utilisations industrielles</i> | 156 |
| Sucre de lait..... | 156 |
| Vinaigre..... | 159 |
| <i>Utilisations agricoles</i> | 160 |
| Consommation en nature..... | 160 |
| Beurre et fromage de petit lait..... | 161 |
| Alimentation des animaux | 162 |
| Veaux, porcs, gros bovidés | 163 |
| Fabrication d'aliments concentrés..... | 163 |
| § 4. LAIT DE BEURRE | 165 |
| <i>Composition</i> | 165 |
| <i>Usages particuliers</i> | 166 |
| § 5. RACLURES DE FROMAGE..... | 166 |
| <i>Alimentation humaine</i> | 166 |
| <i>Alimentation des animaux</i> | 166 |
| CHAPITRE VII. — Résidus de la distillerie..... | 168 |
| § 1. TECHNOLOGIE DE LA DISTILLERIE | 168 |
| <i>Matières premières</i> | 168 |
| <i>Alcool de vin, de cidre</i> | 171 |
| <i>Alcool de bière, de fruits, rhum</i> | 171 |
| Analyse des mélasses de canne..... | 171 |
| Travail des mélasses..... | 172 |
| <i>Alcools d'industrie : Distillerie de mélasse</i> | 174 |
| <i>Préparation des moûts</i> | 174 |
| <i>Fermentation des mélasses</i> | 176 |
| <i>Distillation industrielle</i> | 179 |
| Colonnes : leur fonctionnement..... | 181 |
| Rectification..... | 182 |
| § 2. LES VINASSES..... | 182 |
| <i>Compositions des diverses vinasses</i> | 182 |
| <i>Emplois industriels</i> | 188 |
| Concentration et calcination des vinasses de mélasse..... | 188 |
| Salins : leur composition..... | 197 |
| Raffinage des salins..... | 199 |
| Autres procédés de traitement des vinasses..... | 202 |
| Fabrication de produits chimiques..... | 202 |
| Fabrication de sels potassiques engrais..... | 205 |
| Production de l'ammoniaque..... | 206 |

| | |
|---|-----|
| Vinasses de betterave..... | 207 |
| Extraction de la glycérine..... | 207 |
| Fabrication d'engrais pulvérulents..... | 209 |
| Vinasses de grains..... | 212 |
| Vinasses de fruits divers..... | 212 |
| Vinasses de vin de raisin..... | 212 |
| Fabrication d'engrais secs..... | 212 |
| Reconstitution du vin..... | 214 |
| <i>Emplois agricoles</i> | 216 |
| Vinasses de mélasse et de betterave..... | 216 |
| Epan dage des vinasses..... | 217 |
| *Vinasses de grains..... | 218 |
| Alimentation du bétail..... | 218 |
| Mélanges et rations..... | 219 |
| Dessiccation de la drèche..... | 225 |
| Vinasses-engrais..... | 231 |
| Vinasses de raisin, de fruits..... | 231 |
| E.puration des vinasses..... | 232 |
| Chimique..... | 232 |
| Biologique..... | 233 |
| § 3. LES PULPES..... | 238 |
| <i>Composition</i> | 238 |
| <i>Utilisations agricoles</i> | 238 |
| § 4. LA LEVURE..... | 240 |
| <i>Récolte, traitement</i> | 240 |
| <i>Utilisations</i> | 241 |
| § 5. LES PETITES EAUX..... | 241 |
| <i>Composition, utilisation</i> | 241 |
| <i>E.puration</i> | 242 |
| § 6. RÉSIDUS DIVERS..... | 243 |
| <i>Cristaux d'alambic, vinasses de mélasse de canne</i> | 243 |
| <i>Fonds de cuve de distillerie de mélasse</i> | 244 |
| CHAPITRE VIII. — Résidus de la féculerie | 245 |
| § 1. TECHNOLOGIE DE LA FÉCULERIE..... | 245 |
| § 2. DRÈCHES DE FÉCULERIE..... | 247 |
| <i>Composition, utilisation industrielle</i> | 247 |
| <i>Utilisations agricoles</i> | 247 |
| Alimentation du bétail..... | 248 |
| Drèches-engrais..... | 248 |
| § 3. EAUX RÉSIDUAIRES DE FÉCULERIE..... | 249 |
| <i>Composition</i> | 249 |
| <i>E.pandage, poudrette végétale</i> | 249 |
| <i>E.puration chimique, biologique</i> | 251 |

| | |
|--|-----|
| CHAPITRE IX. — Résidus de l'amidonnerie..... | 253 |
| § 1. TECHNOLOGIE DE L'AMIDONNERIE..... | 253 |
| <i>Amidon de blé, procédés divers</i> | 253 |
| <i>Amidon de riz</i> | 254 |
| <i>Amidon de maïs</i> | 255 |
| § 2. LE GLUTEN..... | 255 |
| <i>Composition</i> | 255 |
| <i>Pâtes et pain de gluten</i> | 256 |
| <i>Usages industriels</i> | 256 |
| § 3. DRÈCHES D'AMIDONNERIE..... | 256 |
| § 4. EAUX RÉSIDUAIRES D'AMIDONNERIE..... | 257 |
| <i>Composition</i> | 257 |
| <i>Epuration chimique</i> | 257 |
| <i>Epuration biologique</i> | 259 |
| TABLE DES MATIÈRES..... | 261 |

IMPRIMERIE " L'UNION TYPOGRAPHIQUE "

VILLENEUVE-SAINT-GEORGES

EN VENTE A LA LIBRAIRIE DE LA SOCIÉTÉ D'ÉDITIONS TECHNIQUES

16, Rue du Pont-Neuf, PARIS

AVIS IMPORTANT. — Les livres ci-après sont envoyés *franco* contre le montant en mandat-poste ou mandat-carte. — "La Société d'Éditions techniques" fournit également tous les ouvrages de science, industrie, littérature, publiés en France et à l'Étranger. Elle édite avec le plus grand soin, à son compte ou au compte des auteurs, tous les ouvrages d'ordre technique, industriel, scientifique ou économique.

Installations des Ateliers et Usines. Création, Construction, Agrandissements et Améliorations techniques, par M. Paul RAZOUS, ingénieur, licencié ès sciences mathématiques et physiques, lauréat de l'Académie des sciences et de la Société industrielle du Nord de la France, 2^e édition, entièrement revue et considérablement augmentée. — Volume grand in-8° de 332 pages et 115 figures, broché, 7 fr. 50.

Établissements industriels susceptibles d'être créés en France et dans les colonies françaises. Choix de l'emplacement. Formalités administratives préalables à la création des usines et de leurs dépendances. Formes générales des usines et données sur leur construction. Choix de la force motrice. Transport de force et transmission de mouvement. Transport et manutention des matières premières, des produits intermédiaires et des objets fabriqués. Chauffage industriel. Agrandissement d'établissements industriels existants. Modifications susceptibles d'être réalisées dans les établissements industriels existants. Amélioration du rendement des chaudières et des machines à vapeur. Tirage mécanique. Réchauffeurs. Economiseurs. Réalisation des conditions de température et d'état hygrométrique permettant d'améliorer la fabrication ou d'assurer la conservation des matières. Humidification des locaux industriels.

Exposé théorique et pratique de l'Électricité industrielle. Prévention de dangers des courants électriques, par M. ZACON, membre du Comité d'électricité au ministère des Travaux publics. — Volume grand in-8° de 212 pages, avec 94 schémas et figures, 7 fr. 50.

Étude des courants électriques. Matériaux employés dans les exploitations électriques. Courants continus et courants alternatifs. Construction des dynamos. Accumulateurs. Distributions en série et en dérivation. Tableaux de distribution. Transformateurs. Accumulateurs. Moteurs synchrones et asynchrones. Appareils de mesure. Utilisation des courants électriques pour la production de la lumière. Réglage de l'éclairage.

Détermination des tensions dangereuses. Relevé comparatif des valeurs limites adoptées comme tensions dangereuses. Accidents causés par les courants électriques. Précautions spéciales pour éviter les accidents sur les tableaux de distribution, les lignes, parafoudres, réseaux. Soins à donner aux victimes des courants électriques. Législation relative aux exploitations électriques et aux distributions d'énergie électrique.

Captage, évacuation et utilisation des poussières industrielles, par M. Marcel FROIS, ingénieur civil des mines, inspecteur départemental du travail dans l'industrie. — Volume grand in-8° broché de 328 pages, avec 160 figures, 10 francs.

Classification des poussières. Captage des poussières dans les ateliers. Procédés généraux par voie humide, en vase clos, par amasation, par l'air comprimé, la vapeur. Mesure des vitesses et des pressions. Éléments d'une installation de dépoussiérage. Ventilateurs. Canalisations et leur diamètre. Collecteurs de poussières. Captage et utilisation des poussières dans les minoteries, les amidonneries, les féculeries, les sucreries, les raffineries, les malteries. Captage des poussières dans les fabriques de céruse, de minium. Emballage des matières pulvérentes, le broyage des phosphates et le traitement des superphosphates, le traitement des scories de déphosphoration, la préparation des ocres, les usines à soufre, les usines de blanc d'Espagne, etc. Captage et utilisation des poussières dans les papeteries, cartonneries, industries du livre, industries textiles, industries du vêtement, le travail des pailles, plumes, crins, les industries des cuirs et peaux, industries du bois, de l'os, du corozo, de la nacre, du celluloïd, de l'ivoire, de la corne, du buffle, industries métallurgiques, travail des métaux ordinaires, travail des pierres précieuses, travaux des métaux fins, taille et polissage des pierres, travaux de peinture, travail des pierres et terres au feu, etc.

Dictionnaire de Législation industrielle et commerciale, par M. Albert BERTHIOT, licencié ès sciences, inspecteur du travail. — Volume de 414 pages, avec tableaux, broché : 6 francs ; relié : 7 fr. 50.

Analyse et commentaire des prescriptions relatives aux accidents, à l'hygiène, à la sécurité, à la réglementation du travail, aux conflits résultant du travail, au repos hebdomadaire, à l'apprentissage, à la prévoyance sociale, au contrat de louage, à l'éducation professionnelle, aux attributions des conseils de prud'hommes, à la propriété industrielle et aux diverses questions de législation et d'administration applicables au commerce et à l'industrie.

Imprimerie L'UNION TYPOGRAPHIQUE, Villeneuve-Saint-Georges (S.-&-O.)