

P. RAZOUS

LES

DÉCHETS INDUSTRIELS

RÉCUPÉRATION - UTILISATION

Vve CH. DUNOD, ÉDITEUR

Georges ALEXIS-GODILLOT

2, Rue Blanche, 2

PARIS

Chauffage des générateurs en employant les combustibles ligneux et minéraux, tenus, pauvres, humides.

— La Sciure, les Copeaux, les Déchets de bois humides, etc.

UTILISATION DES MAUVAIS COMBUSTIBLES

*Rendement
supérieur,
Économie, Sécurité,
Fumivorté.*

RÉFÉRENCES :

V^o Baumann, à Remiremont (Vosges). — Carpentier Henri, Villers-Cotterets (Aisne). — Gontier fils, à Amiens (Somme). — Jiliiot-Quille et fils, à Denain (Nord). — Laval Henri, à Mimizan (Landes). — Pompes funèbres, Ville de Paris. — Raverdy Albert, à Attiches (Nord). — Sabatié et Pélissier, Albi (Tarn). — Société des Bois de Normandie, Lisieux (Calvados). — Trystram, Dunkèrque (Nord), etc., etc.

Médaille d'Or : Anvers 1885. — Paris 1900.

Membre du Jury : Exposition Universelle Paris 1889.

EN VENTE A LA LIBRAIRIE V^{VE} CH. DUNOD, ÉDITEUR
Quai des Grands-Augustins, 49, PARIS, VI^e.

*Ouvrage couronné par la Société Industrielle du Nord de la France
et honoré d'une souscription du Ministère du Commerce et de l'Industrie,
des Compagnies de Chemins de fer, etc.*

LA

SÉCURITÉ DU TRAVAIL

DANS L'INDUSTRIE

Moyens préventifs contre les accidents d'usines et d'ateliers

Par **Paul RAZOUS**

INGÉNIEUR CIVIL, LICENCIÉ ÈS SCIENCES MATHÉMATIQUES ET ÈS SCIENCES PHYSIQUES
INSPECTEUR DÉPARTEMENTAL DU TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE

Un volume grand in-8° de 378 pages avec 222 figures. . . **12 fr. 50**

TABLE DES CHAPITRES

- Avant-propos.* — Réglementation relative à la sécurité dans les établissements industriels.
- CHAPITRE I^{er}. — Moteurs, passages, escaliers, excavations et échafaudages.
- CHAPITRE II. — Monte-charges.
- CHAPITRE III. — Organes dangereux. Maniement des courroies. Engins tournant à grande vitesse.
- Section I.* — Protection des pièces saillantes mobiles et autres parties dangereuses des machines.
- Section II.* — Machines-outils à instruments tranchants.
- Section III.* — Maniement des courroies.
- Section IV.* — Eclatement des meules et des volants.
- CHAPITRE IV. — Mise en marche et arrêt des machines.
- CHAPITRE V. — Faculté pour le personnel d'obtenir l'arrêt des moteurs.
- CHAPITRE VI. — Nettoyage et graissage en marche. Réparations à un organe mécanique.
- CHAPITRE VII. — Précautions à prendre contre le danger d'incendie.
- CHAPITRE VIII. — Appareils électriques.
- CHAPITRE IX. — Vêtements des ouvriers.
- CHAPITRE X. — Précautions à prendre contre les brûlures.
- CHAPITRE XI. — Mesures préventives contre les explosions.
- CHAPITRE XII. — Travaux dans les milieux délétères. Mesures préventives contre l'asphyxie.
- CHAPITRE XIII. — Mesures réglementaires spéciales pour assurer la sécurité des enfants et des femmes employés dans l'industrie.
- CHAPITRE XIV. — Prescriptions qui seraient de nature à mieux assurer la sécurité du travail industriel.
- CHAPITRE XV. — Premiers soins à donner en cas d'accidents.

Ventilation système V. HUGLO

INGENIEUR CONSTRUCTEUR breveté S. G. D. G.
BUREAUX ET USINE : 18, rue Vergniaud, LILLE.

CAPTATION DES POUSSIÈRES
DE CARDES, LAINEUSES, PEIGNEUSES, BROSSEUSES, ETC.

ASPIRATION DES POUSSIÈRES
DE MEULES, CEMENTS, PLATRES, ETC.

ÉLIMINATION DES BUÈES

SÉCHAGE. — TIRAGE DES FOYERS

*Chargé par le Comité de l'Exposition universelle de 1900
de la ventilation des palais du Champ-de-Mars.*

Société Industrielle du Nord. — Médaille d'or.

EN VENTE A LA LIBRAIRIE V^{ME} CH. DUNOD, ÉDITEUR
Quai des Grands-Augustins, 49, PARIS, VI^{ME}.

LES SCIERIES

et

LES MACHINES A BOIS

PAR

Paul RAZOUS

Ingénieur civil, licencié ès sciences mathématiques et ès sciences physiques,
Inspecteur départemental du travail dans l'industrie.

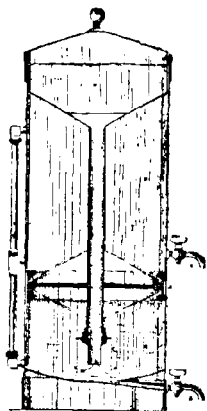
Un volume grand in-8° de 475 pages, avec 332 figures. . . . 15 francs.

TABLE DES CHAPITRES

- CHAPITRE I^{er}. — Exploitation des forêts.
- CHAPITRE II. — Scieries fixes.
- CHAPITRE III. — Atelier de menuiserie et d'ébénisterie.
- CHAPITRE IV. — Tours et machines à copier.
- CHAPITRE V. — Fabrication mécanique des caisses d'emballage.
- CHAPITRE VI. — Tonnellerie mécanique.
- CHAPITRE VII. — Applications de l'électricité dans les ateliers de travail du bois.
- CHAPITRE VIII. — Mesures préventives contre les accidents des scies et des machines à bois.
- CHAPITRE IX. — Responsabilité des patrons des scieries et autres établissements où l'on travaille mécaniquement le bois, en cas d'accidents survenus au personnel occupé.

FILTRE A HUILE

POUR L'ÉPURATION DES HUILES DE GRAISSAGE AYANT DÉJÀ SERVI
SIMPLE — PRATIQUE — TRÈS BON MARCHÉ



FONCTIONNEMENT GARANTI

Indispensable pour tous les propriétaires de machines à vapeur, moteurs à gaz ou à pétrole, ainsi qu'à toutes les personnes qui ont des machines à graisser.

PRIX : N° 1 — 10 litres — **65** fr.
N° 2 — 30 » — **80** fr.

C. CAMBRAY

24, rue de Dunkerque, PARIS

FILTRES PHILIPPE

FIXES ou MOBILES, de grandeurs, formes et dispositions diverses
pour tous liquides industriels et d'alimentation

FILTRES-PRESSES EN BOIS OU EN MÉTAL

Filtres à plateaux

FILTRES SPÉCIAUX POUR TOUTES INDUSTRIES

RÉGÉNÉRATEURS D'HUILES DE GRAISSAGE

POMPES SPÉCIALES POUR FILTRES-PRESSES — MALAXEURS

NOMBREUSES RÉCOMPENSES

EXPOSITION UNIVERSELLE PARIS 1900 : 3 MÉDAILLES D'OR

A. PHILIPPE, INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

PARIS — 188; FAUBOURG SAINT-DENIS, 188 — PARIS

LES
DÉCHETS INDUSTRIELS

LES
DÉCHETS INDUSTRIELS

RÉCUPÉRATION — UTILISATION

PAR

PAUL RAZOUS

Licencié ès-sciences mathématiques et physiques
Membre agrégé de l'Institut des Actuaire
Ancien inspecteur départemental du travail dans l'industrie
Lauréat de la Société Industrielle du nord de la France

PARIS (VI^e)

V^{VE} CH. DUNOD, ÉDITEUR

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

1905

AVANT-PROPOS

Le but de toute industrie est de fabriquer plus spécialement un ou plusieurs objets déterminés. Or les transformations successives que subissent les matières premières, pour aboutir au produit final, donnent naissance à des résidus, à des déchets que, par négligence ou par ignorance, quelques manufacturiers font entrer dans la masse des rebuts.

Pourtant, dans bien des circonstances, il est possible d'employer les déchets et les résidus soit comme combustible, soit comme engrais, soit dans l'alimentation des animaux, soit aussi pour en retirer, par un traitement approprié, des matières ayant une valeur appréciable.

L'utilisation des produits résiduaires présente, d'ailleurs, en dehors du profit commercial qu'elle permet souvent de réaliser, l'avantage de sauvegarder la salubrité du voisinage et d'éviter, par suite, le paiement de dommages-intérêts pour préjudice causé aux propriétés d'alentour. Il arrive en effet que les gaz ou les vapeurs dégagés par certaines opérations industrielles et abandonnés librement à l'air, exercent une action désastreuse sur les récoltes environnantes, et que les résidus solides et liquides amènent la souillure des eaux et du sol.

Il faut donc que les fabricants, de concert avec les chimistes et les agronomes, se préoccupent de plus en plus de l'exploitation rationnelle des résidus. De grands progrès ont été réalisés à ce sujet, dans le cours de ces dernières années, et plusieurs industries sont parvenues à utiliser, à régénérer, à revivifier des dé-

chets et des résidus qui auparavant étaient une cause d'encombrement et d'insalubrité. Nous mettrons ces progrès en évidence dans l'étude qui va suivre. A cet effet, nous examinerons d'abord les résidus et déchets communs à la plupart des usines, c'est-à-dire ceux qui résultent de la production de la force motrice, du graissage, de l'essuyage et du nettoyage des machines, des modes d'éclairage adoptés, etc. Nous passerons ensuite en revue, pour plusieurs industries la nature des déchets et des résidus obtenus, en indiquant les dispositifs qui permettent de les utiliser et les procédés grâce auxquels on peut en extraire des sous-produits dont la valeur soit supérieure aux frais de traitement occasionnés.

LIVRE PREMIER

CHAPITRE I^{er}

UTILISATION DES DECHETS ET DES SOUS-PRODUITS COMMUNS A LA PLUPART DES USINES

Cendres de houille. — Toutes les industries utilisant la vapeur comme force motrice ou comme agent de fabrication produisent des cendres dont le poids varie de 1 à 5 0/0 du poids de houille utilisé.

Ces cendres ont, d'après M. Pierre Larue, la composition moyenne suivante :

| | |
|------------------------------------|--------------|
| Chaux. | 8,5 pour 100 |
| Carbonate de chaux. | 15 — |
| Sulfate de chaux. | 4 — |
| Acide phosphorique. | 0,5 — |
| Potasse | 0,2 à 0,8 — |
| Magnésie. | 2 — |
| Oxyde de fer et d'alumine. | 20 — |

Les cendres de houille constituent par conséquent un amendement et un engrais. Elles agissent comme amendement par la

chaux et le plâtre (sulfate de chaux) qu'elles contiennent, et comme engrais par l'acide phosphorique et par la potasse.

Les cendres de houille conviennent à la dose de 80 à 150 hectolitres par hectare surtout sur les terres argileuses, sur les terres marécageuses ou les sols humides, sur les prairies naturelles et artificielles, notamment sur le trèfle. Il faut se garder de l'employer sur les sols sableux dont elles exagéreraient la friabilité.

M. F. Dupont a proposé d'utiliser les cendres, après les avoir finement broyées, dans la culture de la betterave en les employant à haute dose pour recouvrir la graine. L'essai suivant donna des résultats surprenants : dans un champ de 1 hectare, il fit répandre au semoir, en même temps que les graines, des cendres de générateurs et des escarbilles broyées sur la moitié des lignes de betteraves, l'autre ne recevant rien ; les betteraves semées dans les lignes ayant reçu ces résidus ont levé beaucoup plus vite que les autres et ont présenté pendant longtemps une végétation beaucoup plus vigoureuse.

Les observations de M. Dupont ont été confirmées par les expériences analogues de M. Macarez agriculteur à Haulchin (Nord).

La cendre de houille peut aussi être employée dans la confection de certains mortiers. Toutefois, les cendres destinées à cet usage doivent être pures, exemptes de parties terreuses et de houille imparfaitement brûlée ; on les passe, dans un état bien sec, au blutoir ou au tamis de 36 mailles par centimètre carré. Quand cette opération, qui doit avoir lieu dans un endroit couvert, est terminée, il faut que la cendre soit parfaitement tenue à l'abri de la pluie et de l'humidité, soit dans les magasins de l'entrepreneur, soit dans le transport, soit à pied d'œuvre ; car toute cendre mouillée doit être rejetée comme impropre à la confection de bons mortiers (*La Grande Encyclopédie*, tome IX).

Mâchefers et escarbilles. — On entend par mâchefer le

résidu couleur rouge bleuâtre ou grisâtre que laisse la combustion de la houille. Dans les fourneaux bien construits, ce mâchefer ne contient que des parties non combustibles.

Mais lorsque les fourneaux ont un vice de construction, que leur alimentation est défectueuse ou qu'ils sont mal surveillés, une partie du charbon est incomplètement brûlé, tombe sous la grille et se trouve confondu avec les cendres et le mâchefer ; le résidu noirâtre ainsi obtenu, connu sous le nom d'escarbilles, est rempli de petits fragments de coke. Il peut être utilisé à divers usages notamment à chauffer des étuves, à cuire la chaux et les briques. Quand on veut arrêter le feu d'un fourneau, on retire parfois quelques barreaux de la grille et l'on fait tomber tout le charbon incandescent ; le mâchefer se trouve alors mélangé avec le coke. On étend le tout à l'air libre pour accélérer l'extinction, et, après le refroidissement, on sépare à la main les morceaux de mâchefer afin de faire rentrer tout le reste, mélangé avec de la houille, dans le chargement du foyer.

Suivant la plus ou moins bonne qualité des houilles, on obtient comme résidu 3 à 25 0/0 de mâchefer.

Le mâchefer est susceptible de plusieurs usages : on l'emploie :

- 1° Pour garantir les rez-de-chaussée de l'humidité ;
- 2° Pour former à la surface des terrains meubles une croûte assez résistante ne se délayant pas à l'humidité ;
- 3° Comme matériaux de construction ;
- 4° Dans les opérations de drainage et de filtrage, ainsi que pour rendre plus perméable à l'eau le fond des puisards.
- 5° Pour préserver de l'attaque des vers les végétaux exotiques contenus dans des caisses.

Emploi du mâchefer contre l'humidité. — Pour garantir les rez-de-chaussée de l'humidité on établit une couche de mâchefer de 0^m,30 à 0^m,40 sous le plancher ou sous le carrelage. Cette substance à demi vitrifiée est fort peu hygrométrique et les larges interstices qu'elle offre entre les morceaux ne favorisent pas l'ascension de l'eau par capillarité. Toutefois ce moyen n'est pas absolument efficace dans un terrain très humide.

Emploi du mâchefer pour la confection des routes et des allées.

— Le mâchefer est utilisé pour former à la surface d'un sol meuble une croûte assez résistante ne se délayant pas à la pluie. Cette utilisation du mâchefer ne donne d'ailleurs des résultats satisfaisants que s'il s'agit de confectionner la chaussée de chemins ou sentiers destinés à n'être utilisés que par les piétons ou les véhicules légers.

Voici le mode de procéder :

Après avoir tracé le chemin sur la terre meuble (argile ou humus) on unit la surface du sol en lui donnant toutefois la forme légèrement convexe dite en dos d'âne et destinée à faciliter de part et d'autre de l'axe du tracé l'écoulement des eaux. Le terrain étant ainsi préparé, on y répand une première couche de mâchefer composée autant que possible de morceaux d'une grosseur uniforme. La grosseur des morceaux sera plus ou moins grande suivant que le chemin devra supporter des véhicules plus ou moins lourds.

La couche de mâchefer étant ainsi disposée, on procède au damage qui a pour but d'enfoncer, d'incruster, de sertir en quelque sorte chaque morceau de mâchefer dans une gaine de terre meuble ou d'argile. Ce damage se fait soit à la hie ou demoiselle, soit avec un rouleau léger. Le sol devra être arrosé avant le damage, afin d'amener la terre à un degré d'amollissement suffisant pour que le mâchefer puisse s'y enfoncer sans être brisé par le rouleau. Si la terre ne peut être suffisamment et régulièrement ramollie, le damage à la hie devra être préféré et permettra de faire le travail avec plus de soin.

Une première couche ayant été ainsi enfoncée, il est bon de répandre une nouvelle couche très légère, composée de morceaux plus petits et destinée à boucher les interstices. On obtient ainsi une croûte régulière d'une teinte uniformément noire.

Il ne reste plus qu'à barrer le chemin pendant quelques jours et l'on a ainsi un revêtement analogue au bitume, ne donnant pas de poussière ni de boue, la porosité du mâchefer absorbant l'eau et facilitant, en raison du dos d'âne, son évacuation vers les

fossés latéraux sans donner lieu à la formation de rigoles.

Lorsqu'il s'agira de sentiers étroits on pourra se contenter de piétiner le mâchefer ou de le répandre sur le sol. Les piétons faisant usage du chemin suffiront à le fixer convenablement au sol.

Si l'on voit des chemins recouverts de mâchefer, poussiéreux en été, boueux en hiver, présentant des ornières en toute saison, c'est parce que les précautions ci-dessus n'ont pas été prises. On s'est contenté de répandre sur le chemin la couche préservatrice sans interrompre la circulation des animaux et des voitures. Surtout lorsque l'opération a été faite par un temps sec, les premiers animaux ou véhicules passant dans le chemin écrasent le mâchefer et le réduisent en une poussière ténue que le vent emporte.

L'emploi du mâchefer est fréquent pour la création des allées dans les jardins. En ce cas, lorsque la couche est bien prise, dure et parfaitement homogène, on la recouvre de sable fin qui, reposant sur une croûte résistante, ne s'enfonce pas dans le sol et maintient l'allée dans un excellent état. Les compagnies de chemins de fer utilisent encore le mâchefer pour en faire un excellent ballast perméable et d'un bourrage facile.

Le mâchefer est quelquefois employé, mélangé avec l'argile, comme revêtement du sol des ateliers où le feu est nécessaire au travail.

Emploi du mâchefer en construction. — Les mâchefers pulvérisés, en mélange avec l'argile, servent à faire des briques d'une plus grande résistance que les briques rouges ordinaires; on obtient le même résultat que si on avait ajouté de l'argile cuite, car on réalise un mélange plus maigre et ayant moins de retrait.

La Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz utilise le mâchefer pour la confection de carreaux de dallage très durs appelés « carreaux mâchefer ».

Le mâchefer remplace aussi le sable dans la confection du mortier. Dans les pays industriels voisins de mines de houille la quantité de mâchefer est considérable par suite de la qualité infé-

rieure des charbons brûlés ; aussi les entrepreneurs de construction s'en servent pour faire avec de la chaux maigre et du ciment une sorte de pierre artificielle qu'ils pilonnent dans des caisses pour faire des murs de clôture.

Il n'est même pas rare de voir, dans les pays où le mâchefer est très abondant, des usines construites entièrement avec cet aggloméré, l'ossature de l'édifice étant en charpente.

D'après M. Ch. Sée la composition du béton de mâchefer est la suivante :

| | |
|-----------------------------|-----------|
| Mâchefer concassé | 5 parties |
| Chaux hydraulique | 1 — |

Ce béton, dont le poids du mètre cube varie de 1.130 à 1.220 kilogrammes, sert à faire des murs que l'on monte entre des coffrages en bois. Les cloisons intérieures se font en carreaux de mâchefer et plâtre.

M. R. Carcanade, ingénieur des Arts et Manufactures, a utilisé dans plusieurs circonstances le béton de mâchefer suivant : Il obtient d'abord un mortier de mâchefer en mélangeant environ 350 kilogrammes de chaux avec 1 mètre cube de mâchefer réduit en poudre ; il incorpore ensuite dans ce mortier des morceaux de mâchefer tout venant ; le béton ainsi fabriqué est coulé et pilonné entre deux coffrages verticaux en bois disposés parallèlement et dont la distance normale est égale à l'épaisseur du mur à construire. Par un procédé analogue, la Compagnie des chemins de fer du Midi a construit, à la gare de marchandises de Castres (Tarn), un mur de plus de 300 mètres de longueur et de 3 m. 50 de hauteur. Les poteaux sur lesquels s'appuient les planches du coffrage en bois sont disposés en quinconce et à une distance consécutive de 0 m. 80 à 1 m. Au fur et à mesure que le mur s'élève les planches inférieures sont enlevées et sont utilisées pour l'encoffrage de la partie supérieure.

Enfin le béton de mâchefer contenant moins de chaux que le précédent peut être utilisé dans la confection des hourdis de

plancher, en raison de ses propriétés d'amortir le bruit et d'éviter la propagation des incendies.

Emploi du mâchefer dans les serres. — Thouin, professeur au Jardin des Plantes à Paris, avait employé avec succès le mâchefer à la culture des plantes exotiques conservées dans des caisses. On sait que les vers de terre occasionnent de grands désordres en s'introduisant dans les caisses contenant des plantes exotiques, par le dérangement qu'ils occasionnent aux racines. Pour éviter cet inconvénient, Thouin, employa le procédé suivant dont nous empruntons la description au *Grand Dictionnaire Larousse* : on étend sur le terrain bien aplani une couche de 0^m10 à 0^m13 de mâchefer passé à la claie ; on bat légèrement cette surface afin de lui donner une consistance suffisante ; après avoir empoté les arbustes, afin de changer la terre usée et d'extraire les lombrics qui se trouvent dans la portion de terre laissée à chaque pied, on dispose les caisses sur la sole ainsi préparée ; quoique le terrain sur lequel repose la couche de mâchefer puisse recéler une très grande quantité de vers, aucun d'eux ne la traverse, soit parce que cette matière vitreuse ne renferme aucun de leurs aliments, soit que, par sa dureté et ses parties anguleuses et coupantes, elle présente un obstacle invincible au passage de ces animaux.

Suie de houille. — La suie de houille est utilisable comme engrais sur les terrains calcaires à la dose de 20 à 30 hectolitres par hectare. Elle doit être employée avec précaution car, répandue par un temps de sécheresse, elle peut nuire aux plantes. Sur les prés, il convient de la déposer de préférence pendant l'hiver sur la neige, en ce cas la suie nourrit plus facilement l'herbe et tue les mousses.

D'après M. Larbalétrier on l'utilise surtout en horticulture, notamment au pied des rosiers, car outre ses propriétés fertilisantes, la suie a la faculté d'éloigner les insectes.

La suie entre aussi dans la composition des encres d'imprimerie de qualité inférieure.

Les teinturiers en font deux couleurs brunes : le bidanet et le bistre.

Le bidanet a l'inconvénient de durcir le tissu et de lui laisser une odeur forte et désagréable. D'après M. Chevreul, une partie de suie provenant d'une cheminée à parois en plâtre, a donné, en bouillant un quart d'heure avec dix parties d'eau, une liqueur d'un brun roux cédant à l'alcool et ensuite à l'éther une matière jaune qui communique à la laine alunée une couleur d'un jaune orangé.

Pour obtenir le bistre on dissout la suie broyée dans du vinaigre, on la fait bouillir et on y ajoute de la gomme arabique pour la rendre adhérente ; la matière colorante ainsi obtenue est conservée en petits pains pyramidaux. Sa teinte chaude et mate est très appréciée pour le lavis, néanmoins l'usage a fait prévaloir la sépia, d'un ton analogue mais plus fin et d'un emploi plus facile.

Utilisation des chaleurs que perdent par rayonnement les fourneaux des générateurs de vapeur. — En Belgique et dans le nord de la France, les chaleurs perdues des générateurs sont utilisées pour le séchage de produits fabriqués ou en cours de fabrication. Dans ce but entre le dessus de la chaudière et le séchoir proprement dit se trouve une chambre de chauffe séparée par une voûte en briques de la chambre du séchoir. Dans la voûte en briques, on a pratiqué une série d'ouvertures munies de fermoirs à glissière analogues aux bouches ordinaires des calorifères à air chaud. Pendant le chargement et le déchargement du séchoir ces bouches restent fermées et la chaleur perdue des générateurs s'accumule dans la chambre de chauffe. Lorsque le chargement du séchoir est terminé, les ouvriers au moment de se retirer ouvrent les bouches de chaleur et l'air chaud envahit le séchoir, qu'il maintient à une température élevée toute la nuit. Le matin, à la rentrée, les ouvriers exécutent la manœuvre inverse.

Emploi des flammes perdues des fours. — On peut souvent

employer les flammes perdues des fours à réverbère à chauffer les chaudières. On peut encore s'en servir pour chauffer l'air nécessaire à la combustion. Ce procédé est utile surtout lorsqu'on brûle des combustibles médiocres, comme le bois et la tourbe ; on augmente ainsi la température produite dans le foyer. A la suite des fours de fusion, on met souvent une seconde sole (cassin) chauffée par les flammes perdues, où se préparent les matières. Pendant qu'une fusion se fait sur la première sole, la charge qui doit être fondue à l'opération suivante s'échauffe sur la seconde sole sans dépense spéciale de combustible. Puis on la fait passer sur la première sole où elle arrive chaude et fond plus vite.

Le plus souvent on n'utilise par ces procédés que la chaleur sensible des gaz : cependant il n'est pas rare qu'ils contiennent de l'oxyde de carbone en proportion assez forte pour pouvoir brûler. Pour en tirer parti, il faudra faire passer les gaz, au sortir du laboratoire, sur une grille où l'on entretiendra un feu avec des fagots ou avec du menu charbon : on aura soin d'élargir les conduits en ce point, de manière à diminuer la vitesse du courant. L'oxyde de carbone brûlera, et les gaz ainsi réchauffés seront envoyés directement sous les chaudières, ou dans l'enceinte quelconque où on veut les utiliser.

La chaleur emportée par les gaz brûlés des fours des divers types peut servir aussi à réchauffer l'air secondaire des gazogènes et souvent aussi le gaz lui-même. Ce dernier réchauffage est très utile si le four est éloigné du gazogène. En ce cas, comme le transport du gaz est d'autant plus économique que ce gaz est plus refroidi, il y a d'abord intérêt à utiliser les gaz du gazogène à réchauffer l'air primaire, de la façon indiquée ci-dessus ; cela fait le gaz froid est facilement épuré et transporté aux fours et ce sont les chaleurs perdues des fours qui réchaufferont suffisamment l'air secondaire et le gaz du gazogène.

Les appareils destinés à obtenir la seconde récupération, c'est-à-dire à utiliser les chaleurs emportées par les gaz brûlés des fours sont appelés régénérateurs.

Ces appareils se composent de vastes chambres où des empilages de briques sont établis, de façon que les gaz brûlés les traversent pendant un temps suffisant, élèvent la température de ces corps qui constituent un puissant volant de chaleur.

Cette opération dure un temps assez long et, lorsque la température est suffisamment établie, on renverse la marche de l'appareil.

Utilisation des chaleurs contenues dans les gaz qui s'échappent par les cheminées d'usine. — Une question d'économie exige que les gaz brûlés qui s'échappent à leur sortie du dernier carneau ne conservent que la chaleur nécessaire pour assurer un bon tirage. Habituellement les gaz qui s'échappent par la cheminée enlèvent avec eux, dans les conditions d'installation ordinaire, 30 0/0 de la chaleur du charbon brûlé dans les foyers des chaudières. Une partie de cette chaleur perdue peut être livrée à l'eau d'alimentation au moyen d'appareils appelés réchauffeurs d'eau d'alimentation. Une autre partie peut servir à surchauffer la vapeur; on sait en effet que, pour réaliser les meilleures conditions de marche d'une machine à vapeur, il faut surchauffer suffisamment la vapeur, pour que la vapeur du cylindre à la fin de la détente se trouve à l'état de vapeur saturée sèche.

Enfin la quantité de chaleur fournie par le combustible est utilisée presque entièrement si au lieu du tirage naturel on a recours au tirage artificiel.

Nous sommes donc amenés à examiner les réchauffeurs d'eau d'alimentation, les surchauffeurs de vapeur et le tirage artificiel. Nous dirons aussi quelques mots d'un mode de séchage employant les chaleurs perdues des générateurs ou des fours.

Réchauffeurs d'eau d'alimentation. — Les réchauffeurs d'eau d'alimentation sont constitués habituellement par des faisceaux de tubes verticaux. L'eau d'alimentation entre dans le réchauffeur près de la sortie des gaz chauds, de la même manière que dans la chaudière à vapeur, par une pompe ou par un injecteur et elle sort à la partie supérieure du côté opposé.

Parmi les réchauffeurs d'eau d'alimentation les plus connus, nous citerons les types adaptés aux générateurs de Naeyer, Belleville, Babcock et Wilcox et aussi les économiseurs Green et Lemoine.

Réchauffeur de Naeyer. — A la suite des chaudières de Naeyer se trouve un réchauffeur d'eau d'alimentation. Ce réchauffeur est formé d'un faisceau de tubes disposés en quinconce et en serpent. L'eau circule dans ce faisceau de bas en haut, c'est-à-dire dans le sens inverse de la marche des gaz chauds ; ceux-ci arrivent dans le réchauffeur à une température moyenne de 260° et en sortent à 150° environ. La chaleur perdue par les gaz est absorbée par l'eau d'alimentation, qui arrive alors dans la chaudière à une température voisine de 100° ; le rendement du générateur est amélioré et on arrive à produire 10 kg. de vapeur par kilogramme de charbon brûlé (menu, demi-gros de bonne qualité).

Economiseurs Babcock et Wilcox. — Ces appareils sont constitués par des faisceaux de tubes d'acier mandrinés à leurs extrémités dans des collecteurs dont l'arrangement a pour résultat que la circulation ne se fasse que dans trois tubes à la fois et soit par suite très rapide. En outre la circulation se fait par rangées horizontales de groupes de trois tubes et parcourt une rangée complète avant de passer à la rangée supérieure. La circulation des gaz se fait en sens inverse du mouvement de l'eau et l'on obtient ainsi une marche absolument méthodique. Deux registres fermant l'entrée des chambres de circulation et un troisième fermant le carneau entre les deux premiers permettent de faire passer les gaz dans l'économiseur ou en dehors en cas de réparations.

Economiseur réchauffeur Belleville. — Cet appareil est formé d'éléments tubulaires analogues à ceux des générateurs. Les éléments économiseurs sont raccordés à deux collecteurs : le collecteur inférieur, dans lequel arrive l'eau d'alimentation, et le collecteur supérieur, d'où part le tuyau qui amène l'eau d'alimentation à l'épurateur du générateur.

Entre les deux faisceaux tubulaires, l'un vaporisateur et l'autre

économiseur, se trouve une chambre de mélange et de combustion, dans laquelle les parties comburantes et les parties combustibles des gaz qui ont passé dans le faisceau vaporisateur peuvent se combiner avant de passer dans le faisceau tubulaire économiseur.

Économiseur Green. — Il convient aussi de citer l'*économiseur Green* qui n'est autre chose qu'un réchauffeur. L'emplacement nécessaire pour l'installation de cet économiseur varie de la façon suivante :

| | | | |
|---|----|---|------|
| Économiseur de 4 tubes dont la largeur occupe une place de 1 mètre. | | | |
| — | 5 | — | 1,22 |
| — | 6 | — | 1,42 |
| — | 8 | — | 1,82 |
| — | 10 | — | 2,24 |

Économiseur Lemoine. — Cet appareil, qui n'est autre chose

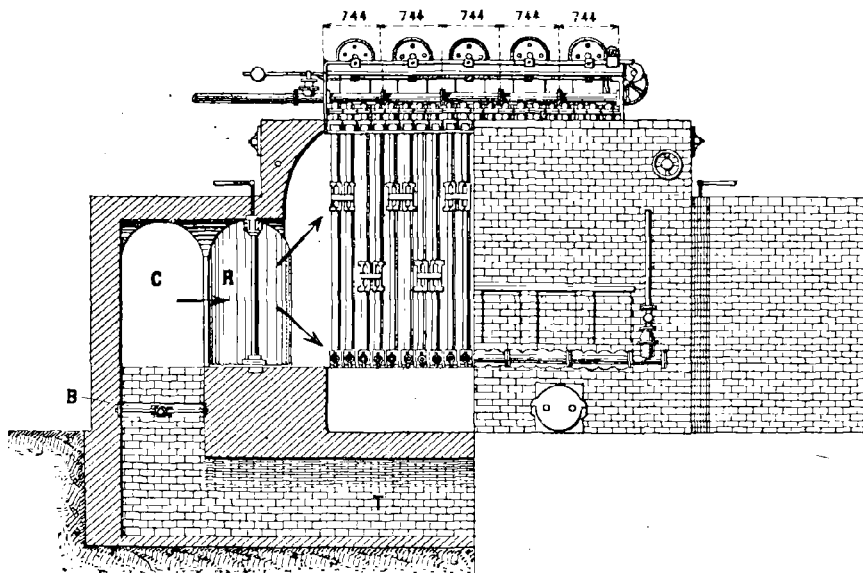


Fig. 1. — Économiseur Lemoine.

que l'économiseur Green modifié, réalise la circulation de l'eau

alimentaire successivement dans tous les éléments pour aboutir à la chaudière au point où les gaz abandonnés sont à leur maximum de température ; l'eau suit une marche rationnelle en sens inverse des gaz chauds. L'économiseur est muni d'un ramonage mécanique permettant de maintenir sa surface de chauffe dans un état de conductibilité maximum.

Le dessin ci-contre (fig. 1) indique la marche suivie par les gaz chauds qui arrivent de la chaudière par le carneau C. En R est un registre qui permet de les faire circuler lorsqu'il est ouvert le long de l'économiseur dans le sens des flèches. Les gaz se rendent à la cheminée par le conduit T prolongé. En fermant le registre C et en ouvrant le registre R, on pourra envoyer directement les gaz à la cheminée sans qu'ils passent par l'économiseur.

Surchauffeurs de vapeur. — Parmi les surchauffeurs de vapeur susceptibles d'être employés dans les usines, nous citerons les types Schwærer, Steinmüller, Petry-Dereux, Hering, Babcock et Wilcox.

Dans le surchauffeur *Schwærer* la vapeur prise sur le dôme de la chaudière parcourt, avant d'aller rejoindre la conduite principale de la machine, une sorte de serpentín constitué par des faisceaux de tubes de fonte à ailettes. Avec les chaudières à bouilleurs, les tubes de fonte sont placés horizontalement dans les carneaux, sous les bouilleurs. L'ouverture par laquelle les gaz chauds s'élèvent dans le carneau du corps de la chaudière est dans la plupart des cas fermée par un registre. C'est après avoir circulé autour des surchauffeurs, en double parcours, que les gaz montent dans le carneau du corps principal pour se diriger vers le réchauffeur ou vers la cheminée. Dans les chaudières à foyer intérieur, le surchauffeur est constitué par un serpentín placé verticalement dans une chambre communiquant directement avec les tubes-foyers ; les gaz chauds, après avoir circulé autour du serpentín, dans cette chambre, circulent dans les carneaux extérieurs au corps de la chaudière.

Avec le surchauffeur *Steinmüller* la vapeur se divise au sortir

de la chaudière en un grand nombre de jets très minces, de façon à réaliser un surchauffage rapide. D'après M. Boutté, ingénieur du service des installations électriques de l'Exposition de 1900, l'emploi du surchauffeur Steinmüller permet de réaliser une économie de vapeur de 16,7 0/0, et de combustible de 16,2 0/0.

Dans le surchauffeur *Hering* l'ensemble du faisceau tubulaire est divisé en plusieurs secteurs munis chacun d'une vanne que l'on manœuvre de l'extérieur pour ouvrir ou fermer à volonté le passage des gaz chauds dans la section correspondante. Les vannes permettent en outre de régler la température de surchauffe et d'isoler complètement l'appareil, sans qu'il soit nécessaire d'arrêter le générateur.

Le surchauffeur *Petry-Dereux* est, comme le surchauffeur Steinmüller, construit avec des tubes à fortes parois et à faible section. Il peut s'appliquer à toutes les chaudières et produit une sensible économie de combustible.

Les surchauffeurs de vapeur *Babcock et Wilcox* se composent d'une série de tubes de petit diamètre en acier étiré sans soudure, recourbés sur eux-mêmes et mandrinés à leurs extrémités dans deux collecteurs en acier forgé à section rectangulaire et droits. Ces tubes sont divisés en deux faisceaux dont l'un est inférieur à l'autre.

Le collecteur supérieur est muni en son milieu de deux tubes à large section qui traversent le réservoir d'eau et de vapeur et viennent prendre la vapeur à la partie supérieure du réservoir par l'intermédiaire des tubes séparateurs d'eau.

Le collecteur inférieur est relié à ses deux extrémités par deux tubes de large section au corps même de la valve de prise de vapeur. Sur cette même valve se trouve raccordée une petite prise de vapeur saturée, fermée par un robinet et permettant de régler à volonté le degré de surchauffe final.

Le collecteur inférieur est, d'autre part, relié à la partie inférieure du fond arrière de la chaudière par un tuyau avec robinet à trois voies ayant pour but ou bien de faire fonctionner le sur-

chauffeur comme surface de chauffe ordinaire à la mise en pres-

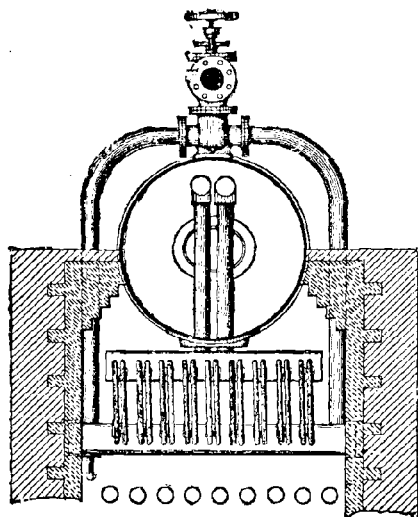
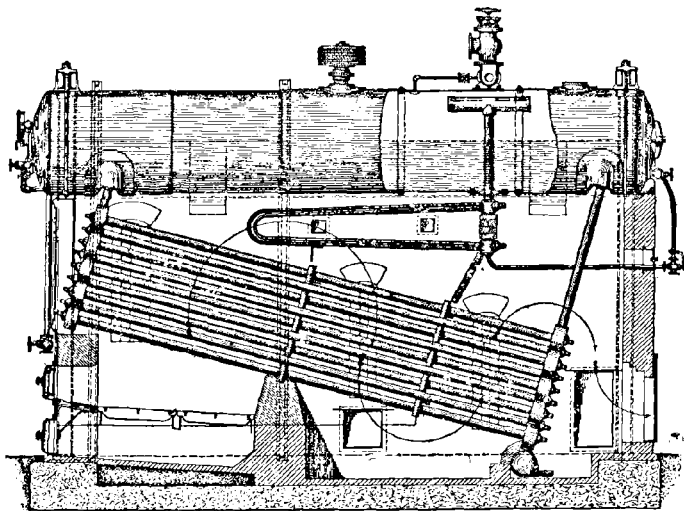


Fig. 2 et 3. — Surchauffeur Babcock et Wilcox.

sion ou bien d'effectuer sa vidange, après avoir fonctionné comme vaporisateur avant de l'utiliser à nouveau comme surchauffeur.

Ces surchauffeurs permettent d'obtenir 70 degrés de surchauffe

Les Déchets industriels,

2

sur la température de la vapeur saturée et des surchauffeurs doubles permettent d'aller jusqu'à 140 et 160 degrés de surchauffe dans les mêmes conditions. Ces appareils, en raison de l'emplacement même qu'ils occupent dans la chaudière et de leur non-exposition directe à l'action du foyer, ne sont pas sujets à se brûler ni à se détériorer, quelles que soient les périodes de marche ou d'arrêt de la chaudière.

D'autre part, ils se trouvent suffisamment rapprochés pour obtenir la surchauffe voulue sans autre encombrement que celui résultant de la chaudière elle-même.

Tirage artificiel. — L'utilisation des chaleurs perdues au réchauffage de l'eau d'alimentation ou au surchauffage de la vapeur rend souvent nécessaire le tirage mécanique ou artificiel. Ce tirage mécanique se divise en deux sortes : le tirage forcé et le tirage induit (ou aspiré). Le choix de l'une ou de l'autre de ces méthodes est déterminé par les circonstances de chaque cas particulier, car il est impossible d'affirmer que l'une de ces méthodes soit toujours absolument supérieure à l'autre.

Le tirage forcé s'obtient en général en refoulant de l'air sous pression dans le cendrier clos, d'où il s'échappe à travers le combustible placé sur la grille. Le succès de cette méthode dépend beaucoup de la manière dont l'air est admis dans le cendrier ; il convient surtout pour les combustibles maigres.

Le tirage aspiré ou induit tel qu'il est réalisé par M. Lebrasseur, directeur de la Compagnie Sturtevant, s'applique mieux aux combustibles gras ; il permet d'obtenir de très fortes vaporisations et ne fatigue pas les tôles des chaudières comme les souffleurs à vapeur. La consommation de force par ventilateur est environ quatre ou cinq fois moindre et le tirage peut être réglé automatiquement, de façon à augmenter quand la pression des générateurs baisse et inversement. La fumivorité est presque complète.

Dans les installations à tirage induit ou aspiré (fig. 4), le ventilateur remplace la cheminée. Il produit un vide dans le foyer et aspire les produits de combustion. Le tirage étant ainsi devenu in-

dépendant de toute autre circonstance que la vitesse du ventilateur,

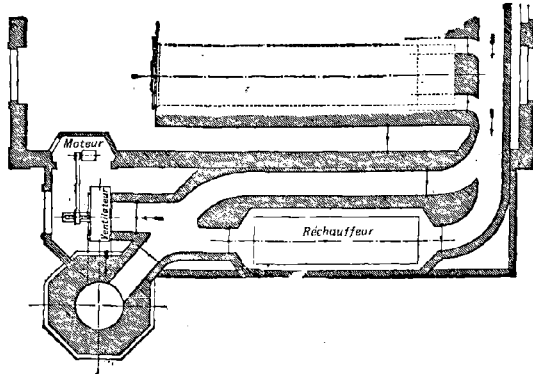


Fig. 4. — Tirage aspiré.

on n'a besoin que d'un court tuyau de refoulement pour permettre aux produits de combustion de s'échapper dans l'atmosphère sans incommoder le voisinage.

La capacité d'un ventilateur pour tirage induit, mesurée par le poids d'air ou de gaz débité, varie avec la température des gaz à débiter. Il faut aussi tenir compte dans tous les calculs de la densité, laquelle est inversement proportionnelle à la température absolue. Les dispositions possibles dans les installations de tirage induit sont assez nombreuses. Une disposition très simple (disposition Sturtevant), consiste à placer les ventilateurs directement au-dessus des chaudières, et à relier les carneaux à l'ouïe du ventilateur, l'évacuation des gaz de la combustion s'effectuant par un court tuyau dépassant un peu le toit de la chaufferie. La force absorbée par le ventilateur ne dépasse pas 1 0/0 de la vapeur produite.

M. L. Prat a appliqué, dans plusieurs installations de chaudières, un système particulier de tirage artificiel. Le ventilateur est placé en dehors du trajet des produits de la combustion; il injecte de l'air à la base de la cheminée, cet air agissant sur le gaz par entraînement, comme la vapeur dans l'injecteur Giffard. Les gaz arrivent par un cornet central conique (fig. 5); l'air

injecté se répand autour, dans une chambre assez large, puis le

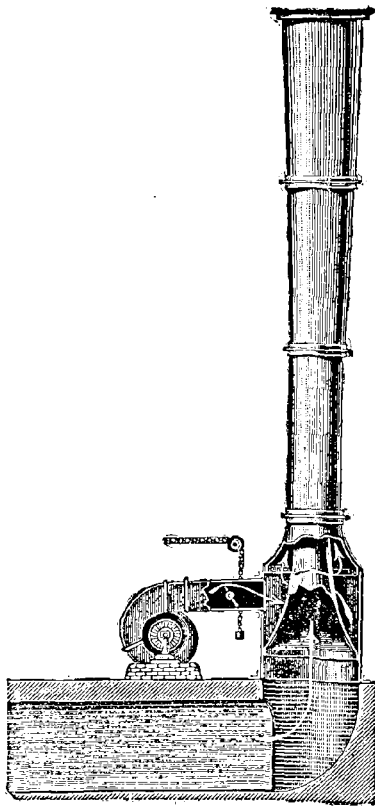


Fig. 5. — Ensemble d'un transformateur de pression avec son ventilateur système Prat.

mélange s'échappe par un ajustage évasé dont la hauteur doit être égale à peu près à 7 fois le diamètre. La section est 15 fois plus petite que celle d'une cheminée équivalente et la hauteur trois fois plus faible. L'appareil Prat fonctionne à travail constant, c'est-à-dire que le produit du débit par la dépression reste à peu près le même. Dans de certaines limites, la dépression augmente avec les résistances et en raison inverse de la quantité de gaz appelée.

On a parfois employé, pour activer le tirage, des trompes à vapeur, comme l'injecteur Kœrting. Ces appareils ne fonctionnent qu'avec de petits orifices et s'appliquent habituellement comme souffleurs en les plaçant au-dessous de chaque grille.

Production d'air chaud par les gaz de combustion. — Le tirage induit ou aspiré a le grand avantage de permettre d'extraire les gaz de combustion à très basse température et par conséquent d'utiliser toutes les calories contenues par interposition d'économiseur ou déchargeur.

M. Lebrasseur, directeur de la C^{ie} Sturtevant, a fait breveter, sous le nom d'*économiseur anathermique*, un appareil très simple

et très économique permettant de réchauffer de l'air au moyen des chaleurs contenues dans les gaz de combustion. Cet appareil se compose d'une série d'éléments formés par des tôles ondulées, que l'on place dans les carreaux. Les gaz de combustion

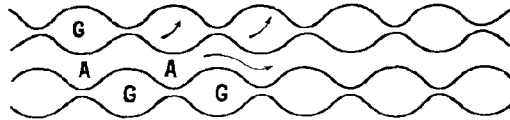


Fig. 6. — Économiseur anathermique Lebrasseur.

passent dans les espaces tubulaires GG, tandis que l'air circule dans les espaces interlamellaires sinueux AA. On obtient ainsi de l'air pur et chaud qui sert au chauffage ou au séchage, ce qui permet une grande économie de combustible. On peut évaluer à 13 0/0 environ du poids de charbon brûlé, le nombre de calories utilisables.

Utilisation des chaleurs perdues pour la concentration des liquides résiduaux. — Les chaleurs perdues peuvent aussi être employées pour concentrer des liquides résiduaux. A cet effet on fait arriver les liquides dans l'ouïe d'un ventilateur qui aspire à sa périphérie les chaleurs perdues. Cette disposition a permis à M. Kestner, ingénieur à Lille, de concentrer les eaux noires des papeteries.

Emploi des chaleurs perdues des générateurs et des fours pour la dessiccation des matières premières, des produits manufacturés ou des résidus de fabrication. — Les chaleurs perdues des foyers peuvent être utilisées pour le séchage des matières industrielles. A cet effet M. J. Garçon recommande dans *l'Industrie textile* de décembre 1888 de ménager au bas de la cheminée d'appel une petite chambre disposée de façon qu'une porte oscillante la fit traverser par les gaz de la combustion ou l'isolât à volonté. On placerait dans cette chambre plusieurs gros tuyaux inclinés, l'une de leurs extrémités traversant

le mur et communiquant avec l'air extérieur, l'autre se rendant dans un collecteur commun. Celui-ci amènerait l'air dans une chambre placée près du séchoir constituant le réservoir à air chaud.

Mais le mode de séchage le plus économique, au double point de vue de la dépense courante et de la dépense d'installation est assurément celui qui consiste à employer dans le séchoir des gaz chauds dont on n'a souvent aucun autre emploi (gaz de générateurs, de fours spéciaux, etc.). Ces gaz possèdent, en général, une température élevée (plus de 200°), et présentent donc un intérêt d'autant plus grand ; ils conduisent à des appareils de dimensions relativement faibles et, grâce à leur emploi direct, ne nécessitent aucun échangeur.

Le dessin (fig. 7) indique la disposition à adopter avec les séchoirs Alph. Huillard.

Les générateurs sont en AB... F et envoient, en temps ordinaire, leurs gaz à la cheminée H par le carneau *ab*. Au point M de ce carneau, on établit une dérivation avec registre de réglage *r*, amenant au sécheur la masse de gaz nécessaire : un

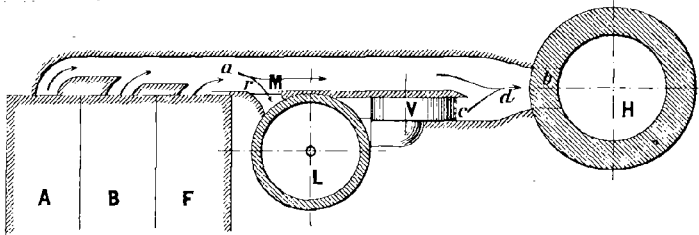


Fig. 7. — Utilisation des chaleurs perdues des générateurs.

ventilateur V, qui agit en aspiration sur le sécheur L, assure le déplacement de cette masse et l'envoie par refoulement dans une cheminée spéciale, vers l'intérieur, ou bien dans la cheminée même des générateurs, ainsi que le représente la figure ; dans ce dernier cas il y a mélange entre les gaz humides et froids utilisés par le sécheur et les gaz chauds non utilisés ; la diminution de tirage causée par l'abaissement de température et la haute

teneur en humidité des gaz mélangés, se trouve aisément compensée par l'effet de refoulement du ventilateur; d'ailleurs, lorsqu'on cesse d'utiliser le sécheur, les gaz reprennent leur chemin direct *ab*, et le tirage ordinaire se rétablit immédiatement.

Les gaz de combustion constituent une atmosphère renfermant une grande proportion d'azote et d'acide carbonique, avec peu d'oxygène, si la combustion est bien conduite : ils ne risquent donc pas d'altérer les matières mises en contact aussi facilement que de l'air ayant la même température. Mais il arrive fréquemment que ces matières ne peuvent pas supporter une température aussi élevée, ou bien que les corps étrangers contenus dans les gaz de combustion sont de nature à les détériorer. On ne peut pas alors utiliser directement les chaleurs perdues et il faut disposer sur les parcours *ab* un échangeur de chaleur que traversent les gaz de combustion; dans l'échangeur on fait circuler l'air extérieur, aspiré par le ventilateur centrifuge type Sturtevant V; cet air s'échauffe, sert au séchage et est rejeté au dehors avec son humidité.

Les échangeurs de chaleur doivent être établis de façon à ne présenter au passage des gaz brûlés qu'une résistance minimale : ils ne sont donc pas susceptibles d'entraver le tirage de la cheminée. Si, toutefois, on demandait à ces gaz une portion trop considérable de leur chaleur, la température s'en trouverait abaissée au point de rendre le tirage insuffisant et il deviendrait nécessaire d'employer un ventilateur spécial pour le tirage de la cheminée. L'économiseur anathermique dont nous avons parlé plus haut convient bien dans le cas où on désire obtenir de l'air chaud pur.

Voici maintenant la description dans l'appareil de dessiccation, système Alp. Huillard, qui a donné de bons résultats avec les chaleurs perdues.

La figure 8 représente une coupe verticale de l'appareil. Son principe est le suivant :

On amène, au moyen d'un organe convenable (chaîne à godets, transporteur, vis sans fin, etc.), la matière à sécher à la

partie supérieure d'une tour circulaire A, et on l'introduit avec un dispositif B évitant les rentrées d'air, sur le contour extérieur

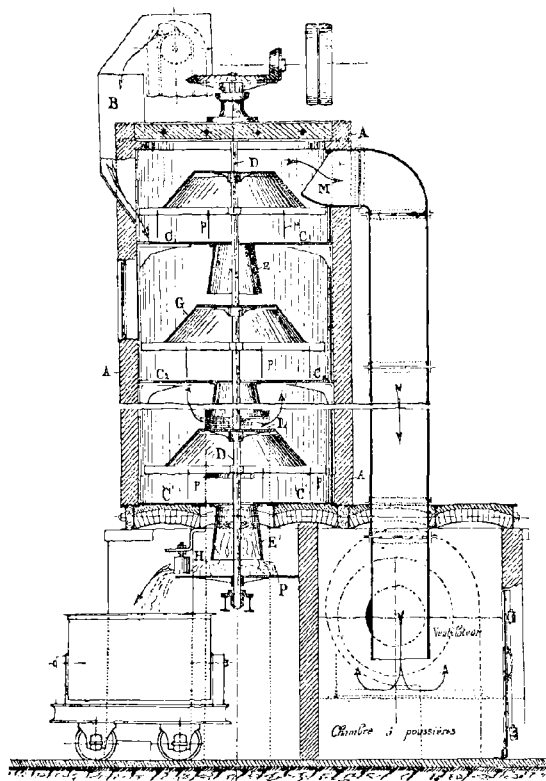


Fig. 8. — Appareil Huillard.

d'un plateau perforé G, où des palettes *p*, tournant avec un arbre D situé dans l'axe de la tour, la poussent graduellement au centre du plateau, dans un tuyau E, évasé vers le bas, fixé au plateau C. La matière vient alors reposer sur la plateforme 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 elle est chassée à mesure, selon les parois du tronc de cône G, puis

envoyée au contour extérieur du plateau suivant C² où les mêmes phénomènes vont se reproduire.

Enfin, la matière sort, à la partie inférieure, sous l'action d'une palette fixe H, d'une manière automatique et continue.

On a donc créé, d'un étage à l'autre, un bouchage par lequel la matière pourra circuler, mais non les gaz. Ceux-ci introduits en L, à la base de l'appareil, montent jusqu'en M, à la partie supérieure, en traversant chacune des couches étalées, et donnent rapidement toute leur action.

L'appareil Huillard est applicable au séchage d'une foule de résidus industriels : bagasses, tannée, déchets de bois de teinture, cossettes, drèches, tourbe mélassée, etc.

Grâce à l'emploi de cet appareil on a pu évaporer jusqu'à 100 tonnes d'eau en 24 heures dans des sucreries et cela sans aucune dépense de combustible; on n'employait dans ce but que le quart des gaz de combustion disponibles.

Utilisation de la vapeur d'échappement. — Les machines à vapeur à échappement atmosphérique perdent d'assez grandes quantités de vapeur et, par suite, une quantité d'énergie considérable. Cette perte existe surtout dans les machines à marche intermittente, telles que les machines d'extraction de mines, les moteurs reversibles de laminoirs, les marteaux-pilons qui, en raison de leur intermittence, ne se prêtent pas aussi facilement à l'application de la condensation et du compoundage que les moteurs à fonctionnement continu.

Utilisation des vapeurs d'échappement par l'emploi combiné d'accumulateurs de vapeur et de turbines à condensation. — En vue d'éviter cette perte, M. A. Rateau, professeur à l'École supérieure des mines, a étudié (1) l'utilisation des vapeurs d'échappement par l'emploi combiné d'accumulateurs de vapeur et de turbines à condensation. Le système qu'il a installé à la fosse n° 5 des mines

(1) *Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minière*, année 1903, 1^{re} livraison, page 281.

de Bruay consiste essentiellement à accumuler dans un appareil approprié les flux d'échappement discontinus des machines à marche intermittente, de façon à obtenir, à la sortie de cet appareil, un flux de vapeur régulier, qu'on utilise ensuite dans une machine secondaire (de préférence une turbine), pourvue elle-même d'un condenseur. Ce dispositif permet ainsi d'appliquer aux machines à marche intermittente tout le bénéfice de la condensation, en recueillant mécaniquement l'énergie considérable que l'échappement libre de ces machines emportait jusqu'ici dans l'atmosphère.

L'appareil de M. Rateau se compose, comme on le voit par la figure schématique 9 qui donne une coupe verticale par l'axe et une coupe transversale, d'une cuve en tôle cylindrique CC, ayant son axe vertical (ou horizontal) dans laquelle sont empilées l'une au-dessus de l'autre des cuvettes métalliques A_1B_1 , A_2B_2 , A_nB_n , en fonte de forme annulaire divisées en plusieurs morceaux pour la commodité des manutentions.

Ces cuvettes, toujours à peu près remplies d'eau, reposent par des talons les unes sur les autres. Entre elles existent de petits intervalles de quelques centimètres destinés à donner passage à la vapeur :

Une telle disposition a pour effet :

1° D'offrir à la vapeur une très grande surface pour la condensation et pour la réévaporation.

2° De permettre d'enfermer dans un petit espace une masse de métal et de liquide aussi grande que possible.

Cette masse, qui forme volant de chaleur, doit naturellement être d'autant plus grande qu'il y a davantage de vapeur à accumuler et que l'on désire moins d'irrégularités dans la pression d'échappement. On peut l'augmenter en disposant des nervures sur le fond des cuvettes et en ajoutant des morceaux de ferraille de fonte ou de matières quelconques.

La vapeur qui entre dans l'appareil par le tuyau D vient au canal central par le canal central F. La partie qui ne se condense pas, ainsi que celle qui se revaporise ensuite, descend le long

des parois latérales de la cuve CC pour aller au tuyau de sortie E qui la conduit à la machine à pression.

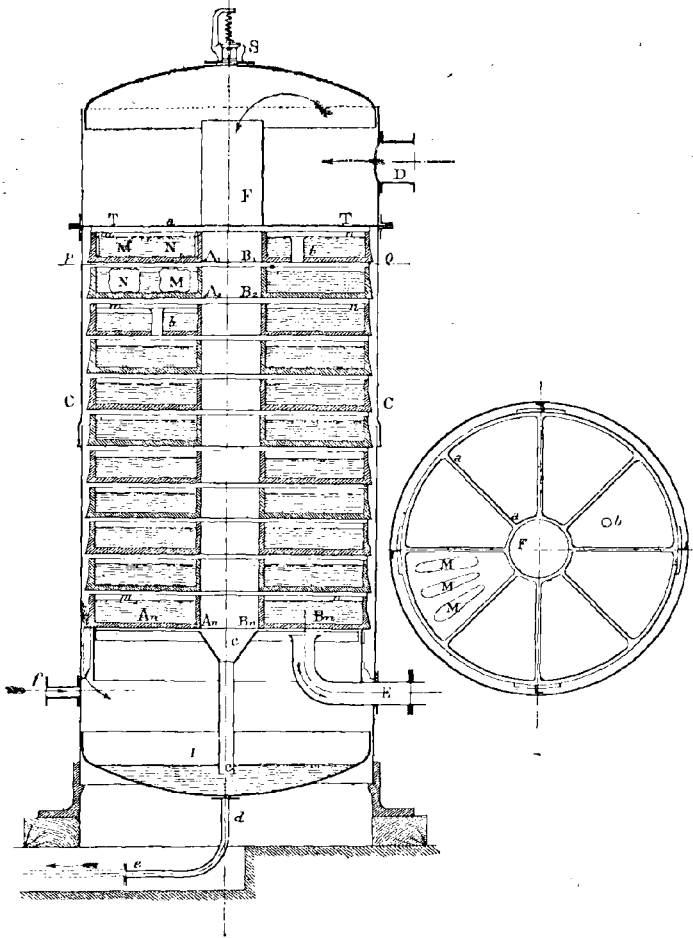


Fig. 9. — Appareil Rateau.

Le liquide que la vapeur entraîne se sépare dans la chambre supérieure et tombe de cuvette en cuvette d'abord par les trous A percés dans la tôle TT puis par les tuyaux de trop plein *b* jusqu'au fond de la cuve d'où il est évacué par le tuyau *d e* et un purgeur automatique.

Comme purgeur automatique, quand l'appareil fonctionne à une pression voisine de la pression atmosphérique, ce qui est le cas ordinaire, l'on emploie simplement un tube en U formant siphon renversé.

On remarquera qu'avec la disposition adoptée, la vapeur balaie toutes les parties de l'appareil, en sorte que l'air ne peut s'y accumuler nulle part. Il importe, en effet, d'éviter que l'air entraîné par la vapeur ne vienne se localiser en quelque endroit ou il gênerait l'échange de chaleur entre la vapeur et le métal ou l'eau. On pourrait craindre aussi que l'huile que contient la vapeur venant d'une machine dont les cylindres ont besoin d'être graissés en s'attachant aux parois métalliques, ne forme un enduit isolant de nature à empêcher l'échange de chaleur. Mais, comme la durée du passage de la chaleur est loin d'être négligeable, et qu'elle atteint, en général, au moins une demi-minute, cet inconvénient est évidemment peu à redouter.

M. Rateau a d'ailleurs prévu une nouvelle disposition d'ensemble dans laquelle, la vapeur arrivant par le bas de l'accumulateur, il devient très facile de dépouiller la vapeur de l'eau et de l'huile dès son arrivée dans l'appareil et d'empêcher ainsi que cette huile ne vienne souiller les cuvettes.

Utilisation de la vapeur d'échappement pour le réchauffage de l'eau d'alimentation des générateurs. — Le réchauffage de l'eau d'alimentation peut, dans les machines à vapeur fixes fonctionnant sans condenseur, être obtenu au moyen de la vapeur d'échappement qu'on a le tort de laisser trop souvent perdre dans l'atmosphère.

Voici la description du dispositif réalisé par M. *Henri Carpentier*, pour obtenir ce réchauffage.

Sur le fond d'un réservoir d'eau suffisamment élevé, de la plus grande contenance possible, se trouve placé le réchauffeur-épuration en fonte, composé de deux caisses plates, munies de chicanes intérieures, réunies par des tubes verticaux.

Au sortir du cylindre de la machine à vapeur, la vapeur d'échappement, arrivant par le tuyau A (fig. 40), est lancée dans l'intérieur

du réchauffeur: elle s'y détend, et transmet à l'eau qui entoure le réchauffeur la chaleur qu'elle allait perdre dans l'atmosphère.

L'eau distillée, produite par la condensation de la vapeur,

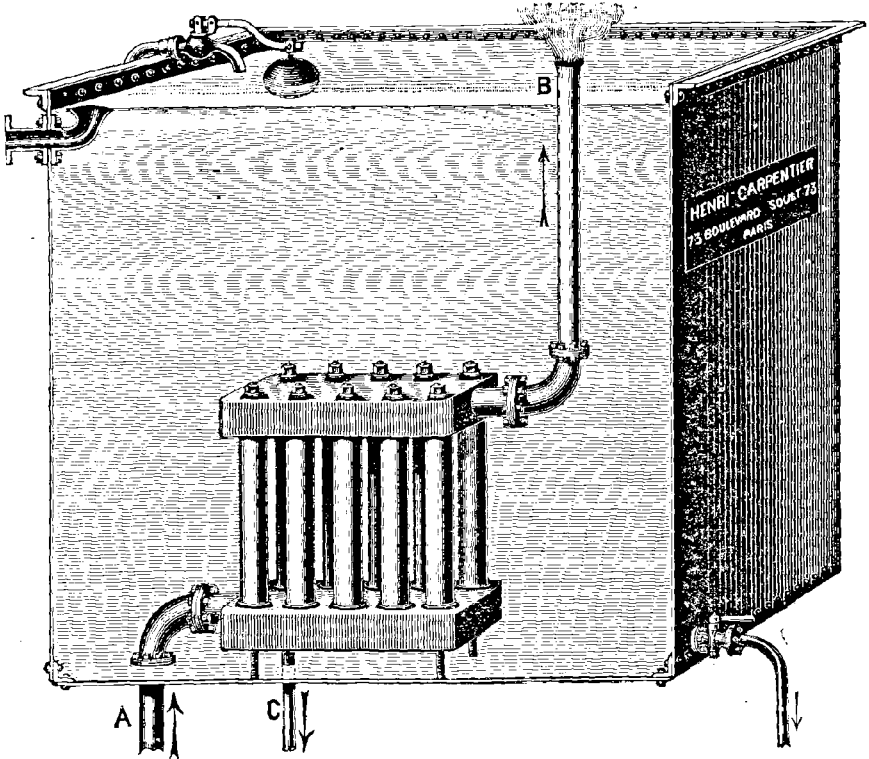


Fig. 10. — Réchauffeur Carpentier.

s'écoule par le petit tuyau de purge C, entraînant la totalité des huiles de graissage dont la vapeur s'était chargée en traversant le cylindre de la machine. Ces huiles, convenablement décantées, peuvent servir pour un nouveau graissage.

L'eau du réservoir s'échauffe rapidement, abandonnant les sels calcaires qui, auparavant, venaient dans le générateur former des incrustations dangereuses.

Le peu de vapeur d'échappement non condensé s'échappe librement par le tuyau B.

L'eau bouillante purifiée, contenue dans le réservoir, constitue une ressource précieuse dans la plupart des industries : teintures, apprêts, brasseries, distilleries.

Il existe une catégorie d'appareils dénommés *réchauffeurs épurateurs d'eau d'alimentation*, qui sont chauffés généralement avec la vapeur d'échappement et même parfois avec de la vapeur prise directement à la chaudière. Ils sont basés sur la propriété que possèdent les sels calcaires et principalement le sulfate de chaux de devenir de moins en moins solubles dans l'eau à mesure que la température s'élève. On peut citer les réchauffeurs épurateurs Worthington, Hoopes, Babcock et Wilcox, etc.

Le *réchauffeur d'eau d'alimentation Babcock et Wilcox* (fig. 11) se compose d'une chambre d'eau inférieure et d'une chambre d'eau supérieure mises en communication l'une avec l'autre au moyen d'un faisceau de tubes de cuivre T de faible épaisseur. Elles sont en outre raccordées extérieurement par une enveloppe en fonte ou en tôle. Sur cette enveloppe sont fixées deux tubulures reliées par un conduit de passage direct de la vapeur pour obtenir l'échappement direct à air libre en cas de non-fonctionnement de l'appareil. Des registres à papillon sont intercalés à cet effet dans ce conduit et dans les tubulures.

L'eau, refoulée par la pompe d'alimentation, passe dans la chambre inférieure puis dans le faisceau de tubes, arrive dans la chambre supérieure, pour aller de là aux chaudières. Un robinet à trois voies, comme pour l'échappement de la vapeur, permet d'envoyer l'eau directement aux chaudières en cas de non-fonctionnement de l'appareil.

La construction de ces appareils est telle qu'on puisse les employer à volonté pour les machines sans condensation, en utilisant la vapeur d'échappement avant de l'envoyer dans l'atmosphère, ou pour les machines à condensation, en intercalant l'appareil sur la conduite de raccordement de la machine au condenseur, et par suite, en soumettant cet appareil au vide produit par le condenseur.

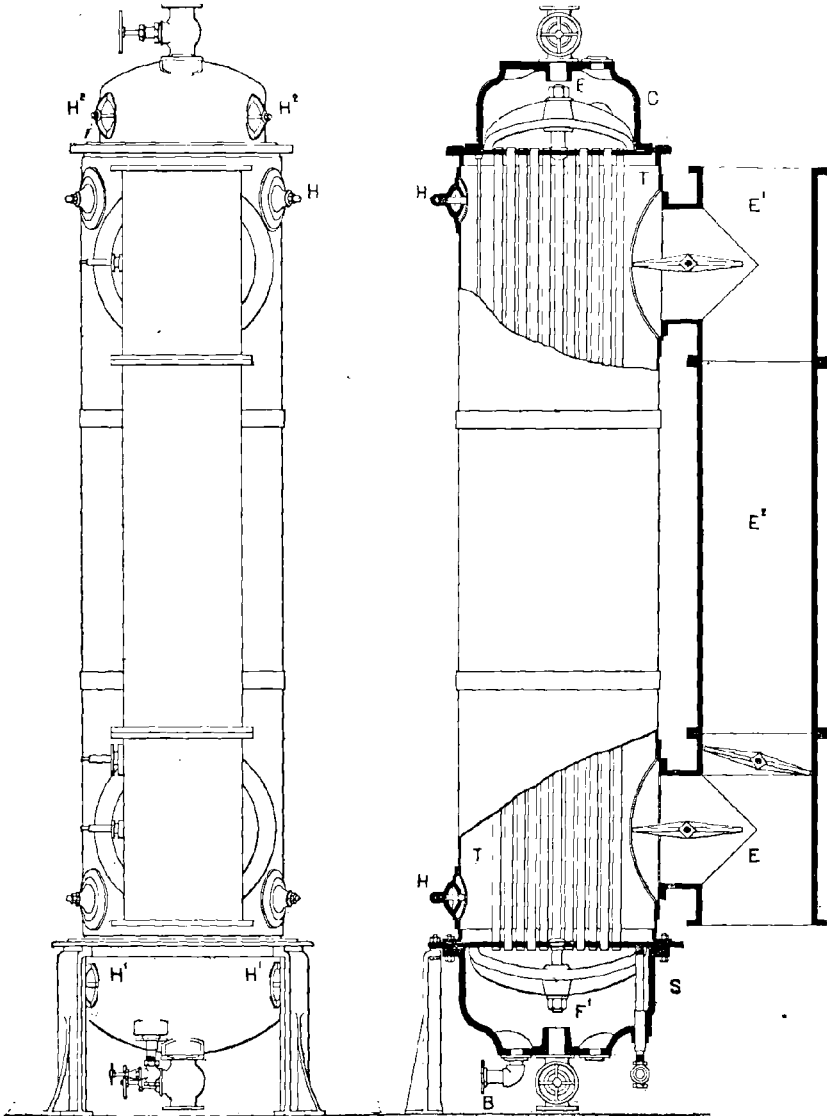


Fig. 11. — Réchauffeur Babcock et Wilcox.

Le réchauffeur détartreur Hopes (fig. 12) est très employé aux Etats-Unis : la vapeur d'échappement, admise en I, sort en O, après avoir réchauffé l'eau d'alimentation qui, admise par le haut de l'appareil, dans le grand plateau A se déverse des bords de ce

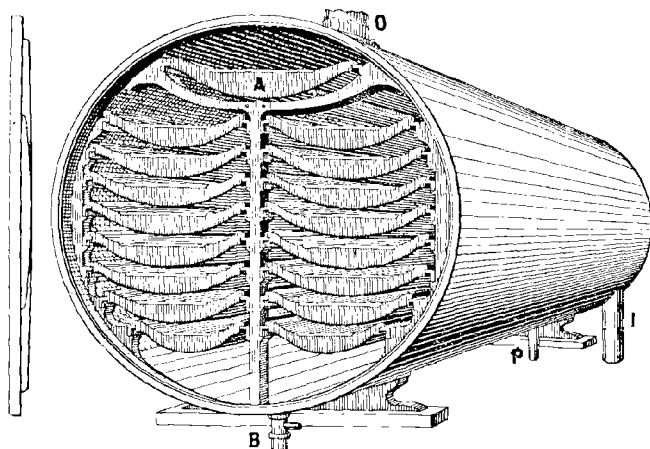


Fig. 12. — Réchauffeur détartreur Hopes.

plateau, sur deux rangées d'auges analogues pour s'échapper par P et passer dans un second appareil analogue plus petit où elle est chauffée par la vapeur vive de la chaudière ; elle pénètre enfin dans la chaudière elle-même. Les plateaux A sont faciles à retirer pour le nettoyage et la vapeur ne subit aucune compression du fait de son passage au travers du réchauffeur.

Dans le réchauffeur Worthington, l'eau aspirée du réservoir B par la pompe E est refoulée au réchauffeur A d'où elle s'échappe par G à la pompe alimentaire P. La pompe C du réchauffeur reçoit sa vapeur motrice du tuyau N par une valve régulatrice qu'un flotteur commande de manière à arrêter automatiquement la pompe C quand le niveau baisse en B.

L'eau pénètre dans le réchauffeur A au travers d'une soupape à ressort réglable disposée de manière à la pulvériser au droit de la vapeur qui arrive tout autour d'elle par le tuyau I et les trous du barillet, de façon à se mêler intimement à l'eau. La vapeur

entre au réchauffeur à travers une soupape à dash-pot empêchant tout retour d'eau au réchauffeur.

Afin de régler automatiquement la marche des pompes C et F

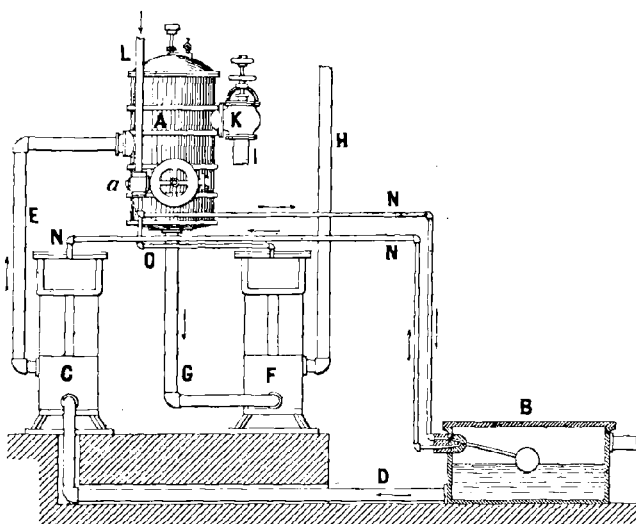


Fig. 13. — Réchauffeur Worthington.

la vapeur leur arrive des tuyaux N et O reliés à la chaudière par le tuyau L et le robinet a.

Ces réchauffeurs ont été appliqués avec succès principalement à bord des navires pour utiliser la vapeur d'échappement des machines auxiliaires.

Utilisation de la vapeur d'échappement pour l'échauffement de grands volumes d'air et pour le séchage industriel. — La quantité de chaleur perdue dans l'échappement des machines à vapeur est avantageusement utilisée pour échauffer des grands volumes d'air.

Comme types d'appareils permettant cette utilisation nous citerons l'aéro-condenseur Fouché et le groupe calorigène Sturtevant. Mais nous indiquerons auparavant le procédé décrit par M. Jules Gargon dans l'*Industrie textile* de décembre 1888.

La vapeur, recueillie après une première utilisation à la machine, est envoyée dans une chambre où elle circule par une série de tuyaux et chauffe l'air puisé à l'extérieur.

Le séchoir prend alors la forme d'une tour carrée, construite en matériaux mauvais conducteurs de la chaleur : il est utilement partagé en 2 parties indépendantes dans le sens de la hauteur, afin de pouvoir charger l'une de ces parties tandis que l'autre séchera.

L'air doit arriver par le haut du séchoir. En effet l'air chaud pèse moins que l'air froid, car la chaleur en dilatant l'air lui fait occuper un volume plus grand, et par conséquent un même espace contient moins de molécules gazeuses à chaud qu'à froid. Donc l'air chaud tend à s'élever au-dessus de l'air froid. Si l'arrivée de l'air est en bas du séchoir, l'air chaud tendant à gagner le haut par le chemin le plus court il se produit fatalement un courant d'air très nuisible à la régularité du séchage. La bouche d'arrivée se trouvera donc en haut.

La sortie doit se trouver en bas du séchoir.

Si elle était en haut, ainsi que l'arrivée, l'air sortirait immédiatement sans traverser le séchoir. D'ailleurs l'air d'un séchoir, ainsi disposé se renouvelle ainsi lentement pour avoir le temps de se refroidir. La vapeur d'eau ne se produit pas toute seule : pour amener l'évaporation, ce changement d'état physique, il faut un certain travail sous forme de chaleur. Cette chaleur, l'eau l'emprunte aux corps voisins, à l'air ambiant, et si l'air ne se renouvelle que tardivement, sa perte de chaleur devient sensible : il se contracte, il s'alourdit, il tombe. Il s'écoule donc naturellement par une sortie placée au bas du séchoir.

Cette sortie devra être multiple, afin qu'il ne se forme pas un courant unique, mais que le séchoir soit traversé dans toutes ses parties. Ces différentes sorties communiqueront directement avec l'atmosphère, ou bien avec une cheminée d'évaporation en bois ou en plâtre, au bas de laquelle un ventilateur sera placé avantageusement. Appelé par le ventilateur, l'air se répandra en couches uniformes et descendra peu à peu. Une valve interposée sur le

conduit d'arrivée de l'air chaud permettra de régler son entrée.

Dans l'*appareil Fouché*, 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 haut et bas dans des capacités E et F, dont chacune est formée d'une plaque tubulaire jointe à boutons sur une calote en fonte. C'est le condenseur proprement dit,

renfermé dans une enveloppe KK' qui se relie à celle du ventilateur; VG est la tubulure d'arrivée de vapeur; H celle d'évacuation de l'eau condensée.

La vapeur qui remplit les deux calottes et les tubes 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.

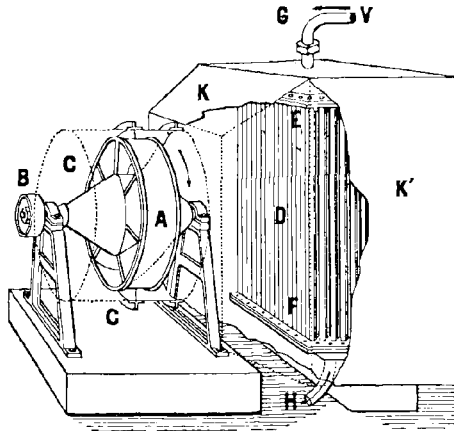


Fig. 14. — Appareil Fouché.

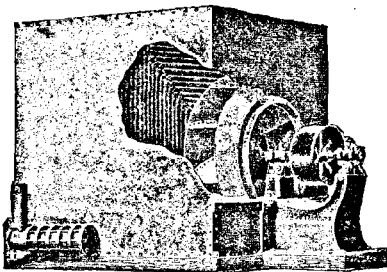


Fig. 15. — Groupe calorifique Sturtevant.

Le *groupe calorifique Sturtevant* (fig. 15) se compose d'un ventilateur et d'un réchauffeur spécial constituant un aéro-condenseur. Le ventilateur aspire l'air de l'extérieur et le refoule à travers le réchauffeur avec une vitesse variable, suivant les

besoins. Le réchauffeur est alimenté par la vapeur d'échappement; il se compose de plusieurs éléments qui possèdent une alimentation et une purge distinctes, ce qui permet de mettre en tension

un nombre plus ou moins grand d'éléments et par conséquent de régler le réchauffement de l'air à volonté. Le dispositif Sturtevant, décrit avec quelques détails dans mon ouvrage : *Les scieries et les machines à bois*, a été appliqué au chauffage industriel et au séchage des bois, cuirs, tissus, produits chimiques, etc., etc., et marche indifféremment à la vapeur vive ou à la vapeur d'échappement.

Autres utilisations. — La vapeur d'échappement a été utilisée par M. Mond dans les usines de Northwich pour fournir de la vapeur d'eau aux gazogènes qui permettent de recueillir les sels ammoniacaux.

Utilisation de la chaleur perdue par les moteurs à gaz.

— En général, un moteur à gaz utilise 20 0/0 de la chaleur totale du gaz et 40 0/0 sont emportés par l'eau réfrigérante des enveloppes dont la température à leur sortie varie de 45° à 65°, enfin 40 0/0 s'en vont par l'échappement qui se fait au rouge sombre pour tomber rapidement par détente à 550° environ.

Appareil Lencauchez. — Frappé de ce fait, M. Lencauchez a imaginé un appareil intéressant qui permet d'utiliser la chaleur perdue des moteurs à gaz. Voici la théorie de cet appareil, telle que la donne M. Lencauchez, dans son intéressant ouvrage : *Etudes sur divers gaz combustibles* (1).

Si l'on fait passer les gaz brûlés dans un réchauffeur récupérateur tubulaire (fig. 16), cet appareil étant divisé par une cloison verticale et transversale en deux compartiments le vent passe dans un compartiment, et s'en échappe par le haut ainsi que les flèches numérotées le font voir. Le vent chaud à 50° environ, qui sort du saturateur rempli de petit coke ou de fibres de bois jusqu'à une hauteur convenable, traversant son compartiment dans le récupérateur y est chauffé jusqu'à 300° avec la vapeur produite dans le compartiment voisin qu'une

(1) Bernard Tignol, éditeur.

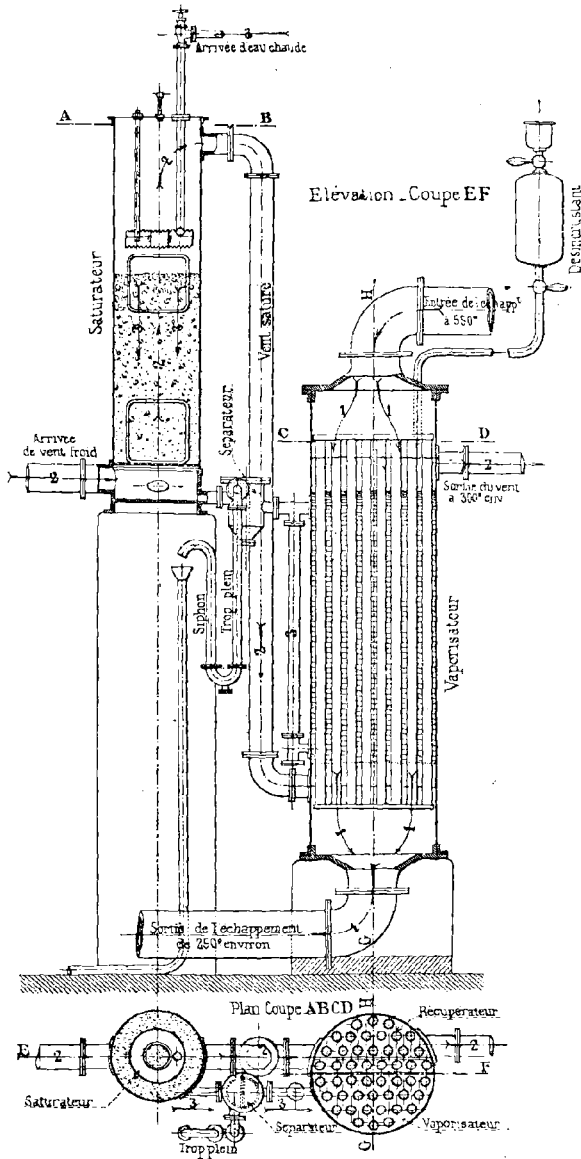


Fig. 16. — Appareil Lencauchez.

deuxième cloison force à descendre en bas où elle rencontre l'air chaud saturé à 50° venant du saturateur.

Le courant ascendant dans le compartiment récupérateur surchauffeur porte donc à 300° un mélange d'air primaire et de vapeur : les gaz brûlés (fumée) sont refroidis méthodiquement et graduellement, de même que la production de la vapeur et la surchauffe du vent sont aussi graduelles et méthodiques de façon à avoir la quantité de vapeur requise dans le vent primaire pour donner du gaz au maximum de richesse calorifique. L'eau en excès du saturateur passe dans le compartiment du récupérateur vaporisateur qui peut jouer le rôle de chaudière sur 1650 m. environ et l'eau non vaporisée s'écoule par un siphon de trop plein, mais ce siphon est placé à l'avant du compartiment vaporisateur pour que la partie seule de l'eau vaporisée puisse y entrer, car il fait fonction de trop plein pour le saturateur et d'alimentation pour le vaporisateur. Si les incrustations sont à craindre on peut envoyer au moyen d'une bouteille alimentaire une solution de carbonate de soude dans le compartiment du réchauffeur qui reçoit l'eau en excès du saturateur, elle empêche les incrustations.

Le principal avantage de cette disposition avec saturation est la production d'incrustations sur le coke, lequel peut être changé facilement.

Le soufflage à la vapeur à 250° absorbe 21 0/0 ou 1/5 du calorique ou du combustible consommé par le gazogène. Donc le soufflage par ventilateur avec utilisation des chaleurs perdues des moteurs pourrait réaliser 21 0/0 d'économie si le vent primaire pouvait être chauffé à 250°. Si on admet que par kilog de carbone fixé il passe dans le gazogène 1 kilog de vapeur, celle-ci absorbera par sa formation (634—60) calories \times 1 kilog. = 574 calories. La moitié du carbone fixe doit être brûlé par l'oxygène de la vapeur d'eau et moitié par l'oxygène de l'air ; donc, s'il faut 4^m3,441 pour faire passer 1 kg. de carbone à l'état d'oxyde il n'en faudra que $\frac{4,441}{2} = 2^{\text{m}3}220,5$ pour faire passer 1/2 kilog. soit $2,220,5 \times 1,3 = 2^{\text{m}8},887$ d'air qu'il faut pratiquement porter à

3 kilog., ce qui donne $5 \times (250 - 60) \times 0,24 = 137$ calories, comme il faudrait 574 calories il en manque donc $574 - 137 = 437$ calories.

Il en résulte que ces 137 calories ne représentent que $\frac{66}{574} = 0,115$ de vapeur alors qu'il en faut 0k,750 théoriquement et 1 kg. en pratique pour compenser les pertes. Il s'ensuit de là que l'économiseur ou récupérateur de l'échappement doit jouer avant tout le rôle de vaporisateur.

Les moteurs à gaz laissent échapper de leurs enveloppes réfrigérantes 20 à 25 litres d'eau à 55 à 70° en moyenne par heure et par cheval effectif.

1° Le cheval effectif consomme 0k,6 d'antracite par heure ;

2° Par cheval ou par 0k,6 d'antracite il faudra vaporiser pour le gazogène 1 kg. $\times 0,6 = 0k,6$ d'eau et chauffer à 250°, soit 300° au besoin $2^m32205 \times 1,3 = 2^k887$ ou mieux 3 kg. d'air.

3° La quantité de chaleur nécessaire pour donner le vent saturé puis surchauffé sera de :

| | |
|--------------------------------------|--|
| a) Pour la formation de la vapeur : | $1 \text{ kg} \times 634 \text{ calories} = 634 \text{ calories}$ |
| b) Pour la surchauffe de la vapeur : | $1 \text{ kg} \times 0,48 \times 200^\circ = 96 \text{ calories}$ |
| c) Pour la surchauffe de l'air . . : | $3 \text{ k.} \times 0,24 \times 300^\circ = 216 \text{ calories}$ |
| TOTAL | <u>946 calories</u> |

L'eau réfrigérante des enveloppes a 60°, en moyenne à sa sortie du moteur et 15° en y entrant, elle emporte donc par heure et par cheval effectif : $(60 - 15) 20 \text{ l.} = 900 \text{ calories}$.

Les gaz brûlés de l'échappement emportent aussi par heure et par cheval effectif : $(40^m3 \times 1,3 \times 0^k,6) 0,24 \times 550^\circ = 1030 \text{ calories}$, donc pour chauffer l'eau, la vaporiser et surchauffer le vent à 300° ou le mélange d'air et de vapeur, on dispose par heure et par cheval de 900 calories + 1030 calories = 1930 calories, alors qu'il faut 946 calories.

Il faut remarquer que l'air primaire passe dans une colonne à coke arrosée par de l'eau à 60° ; cet air étant pris à 15° peut être chauffé et saturé à la température de 52°.

a) Pour l'air $3 \times 0,24 \times 52 - 15) = 27$ calories.

b) Pour la vapeur $57 \text{ calories} \times \frac{3 \text{ k.}}{1 \text{ k.}3} = 132$ calories

TOTAL 159 calories

Réduisons la température de 20 l. d'eau de 60° à 60 — $\left(\frac{159 \text{ cal.}}{20 \text{ l.}}\right) = 52^{\circ}05$, mais à cette température les 3 litres d'air primitifs ne renferment que $0 \text{ k.} 09 \times \frac{3 \text{ k.}}{1 \text{ k.} 3} = 0 \text{ kg.} 207$ de vapeur d'eau et comme en pratique il en faut 1 litre, 0 k. 800 doivent être donnés par la vaporisation en réclamant $(637 \text{ calories} - 60^{\circ}) \times 0 \text{ k.} 800 = 462$ calories.

Or nous avons vu plus haut que nous disposons de 1030 calories dans les fumées d'échappement, donc la vaporisation des 0 k. 800 d'eau est assurée en réclamant une surface de chauffe de vaporisation de $0^{\text{m}233}$ par cheval.

Pour porter le mélange d'air et de vapeur à 250°, soit à 300°, pour assurer 250° aux cendriers du gazogène, la surface de chauffe tubulaire sera de $\frac{96 \text{ cal.} + 225 \text{ cal.}}{1000 \text{ cal.}} = 0^{\text{m}233}$, il résulte que la sur-

face de chauffe totale nécessaire sera de $0^{\text{m}233} \times 2 = 0^{\text{m}266}$ par cheval. L'économie de 21 0|0 dont il a été déjà question peut être très pratiquement réalisée; 1030 calories pour n'utiliser que 96 cal + 226 cal = 322 calories donnent un rendement inférieur aux appareils récupérateurs à celui de 1/3 ou 33 0,0, ce qui est très pratique à ces basses températures nécessaires à la surchauffe du vent à 250° aux cendriers des gazogènes et à 300° dans les récupérateurs.

Appareil Garnier. — Le moteur à récupération, système Garnier, comporte un cycle à 6 temps. Il effectue d'abord les 4 temps habituels des moteurs à explosions puis, un peu avant le début de la 5^e course du piston, on injecte à l'intérieur du cylindre une certaine quantité d'eau amenée sous pression et à haute température (150 à 200°) par un tube qui circule dans les gaz de l'échap-

pement et leur enlève la plus grande quantité possible de chaleur. En entrant dans le cylindre, l'eau se vaporise rapidement en absorbant la chaleur qui s'est accumulée pendant l'explosion à la surface interne des parois. La vapeur en se formant puis en se détendant fournit un certain travail utile. Le 6^e temps expulse la vapeur et le cycle recommence par l'aspiration du mélange tonnant.

Comme dispositions de détail destinées à améliorer le diagramme de la vapeur d'eau il y a :

1^o Un dispositif spécial pour augmenter la rapidité de la vaporisation de l'eau.

2^o Un dispositif supprimant presque entièrement l'influence de l'espace nuisible constitué par la chambre d'explosion.

3^o Au lieu de refroidir le moteur par une circulation d'eau, toutes les parties chaudes : chambre, cylindre, conduite et pot d'échappement sont garanties contre le refroidissement.

Ce moteur n'est pas encore entré dans le domaine de la pratique. Les essais étaient en cours d'exécution en mai 1904 dans les ateliers de construction de MM. Sauvée et C^{ie}, à Londres.

Utilisation des chaleurs emportées par les gaz qui sortent des gazogènes. — La température des gaz à la sortie des gazogènes dépend principalement du combustible employé.

Cette température varie entre 800 et 900°, dans les gazogènes à coke, 400 à 500°, si l'on emploie des charbons maigres, 300 à 400° avec les charbons bitumineux. Elle s'abaisse au-dessous de 100° avec les lignites, la tourbe ou le bois.

En ne tenant compte que de la température, on voit donc que la récupération de la chaleur entraînée est d'autant plus avantageuse que l'on a à faire à des charbons moins riches en produits volatils. Cette récupération devient d'un très haut intérêt lorsqu'on utilise dans les gazogènes des anthracites ou des coques.

D'autre part, ainsi que l'a fait remarquer M. Deschamps, si les gaz sont destinés au chauffage d'un four, qui n'est muni d'aucun appareil de récupération ou de régénération, toute la chaleur entraînée par les gaz sera utilement employée et il n'y

a aucun inconvénient à ce que les gaz sortent très chauds du gazogène. Si, au contraire, le four est installé de façon à donner le même rendement, à pouvoir calorifique égal, que le gaz lui parvienne froid ou chaud, il n'est pas nécessaire d'abandonner, aux gaz qui sortent du gazogène, une quantité de chaleur qui peut être une proportion importante de la chaleur totale fournie par le combustible.

Enfin, si les gazogènes doivent alimenter des moteurs à gaz, il y a intérêt, pour un grand établissement du moins, à réunir tous les gazogènes, au point d'arrivée des combustibles et à distribuer le gaz par une canalisation aux différents moteurs situés en des points différents de l'usine. En ce cas, il est indispensable de refroidir le gaz, si l'on veut l'épurer tant des poussières que des goudrons qu'il contient et le débarrasser avec avantage de la vapeur d'eau qu'il entraîne. Ce refroidissement du gaz est aussi très utile lorsque les fours à alimenter sont installés dans des bâtiments différents et éloignés plus ou moins des gazogènes, puisque le transport du gaz ne peut se faire sans déchet et sans dépense appréciable que si le gaz est froid.

Les considérations qui précèdent permettent de reconnaître facilement les cas où l'utilisation des chaleurs entraînées par les gaz qui sortent des gazogènes est avantageuse.

L'utilisation dont il s'agit peut s'effectuer de deux moyens :

1° L'un consiste à faire passer les gaz chauds sous le foyer d'une chaudière et à recueillir de la vapeur d'eau pour différents emplois, notamment pour l'alimentation du gazogène lui-même.

2° L'autre est d'utiliser cette chaleur à chauffer l'air primaire, de façon à faire retourner la plus grande partie de ce déchet au gazogène lui-même.

L'utilisation de la chaleur des gaz entraînés pour chauffer l'air primaire est réalisée dans des appareils appelés récupérateurs qui permettent de recueillir en grande partie la chaleur entraînée par les gaz pour réchauffer l'air primaire.

Dans ces appareils, la chaleur passe directement des gaz à l'air au travers d'une paroi.

Ils se composent essentiellement de deux caisses, l'une dans laquelle passent les gaz chauds, l'autre dans laquelle circule, en sens contraire, l'air à réchauffer.

Ces deux caisses ont une surface commune par laquelle se fait l'échange de chaleur.

M. Deschamps estime que — théoriquement du moins — si les deux caisses étaient suffisamment grandes, pour que le contact fût très long, par une surface considérable, toute la chaleur pourrait passer, des gaz, à l'air primaire. D'après lui il suffirait que des précautions suffisantes soient prises, pour que la perte aux parois soit de très peu d'importance, ce qui est théoriquement possible aussi, si les deux caisses s'enroulent l'une autour de l'autre, de façon qu'il ne puisse y avoir d'échange, avec l'extérieur, que par des surfaces relativement froides.

On conçoit donc que l'on peut imaginer un récupérateur parfait. Dans un semblable appareil, les gaz sortiraient à température très voisine de la température extérieure, et l'air s'échaufferait, petit à petit, de façon à atteindre, à l'autre extrémité, une température très voisine de celle que les gaz possèdent à leur sortie du gazogène.

Comme types de récupérateurs nous citerons ceux qui ont été adaptés au gazogène Deschamps, au gazogène Lencachez et Genty, et au gazogène Fichet et Heurtey.

Récupérateur Deschamps. — Le gazogène Deschamps, que nous décrirons d'abord pour rendre plus compréhensible le système de récupération, a pour but la transformation en gaz pauvre des combustibles riches en produits volatils, comme les charbons gras, les charbons à longue flamme, les lignites, les tourbes, les déchets de bois, les schistes, etc..., et notamment des combustibles, qui, sous l'influence de la chaleur, peuvent se souder et descendre difficilement dans un gazogène ordinaire.

Il fonctionne en combustion renversée.

En outre, il fonctionne par aspiration, le gaz étant appelé par un ventilateur (non figuré sur le dessin), ce qui permet d'ouvrir, en cas de besoin, les orifices en haut de la cuve, et de pi-

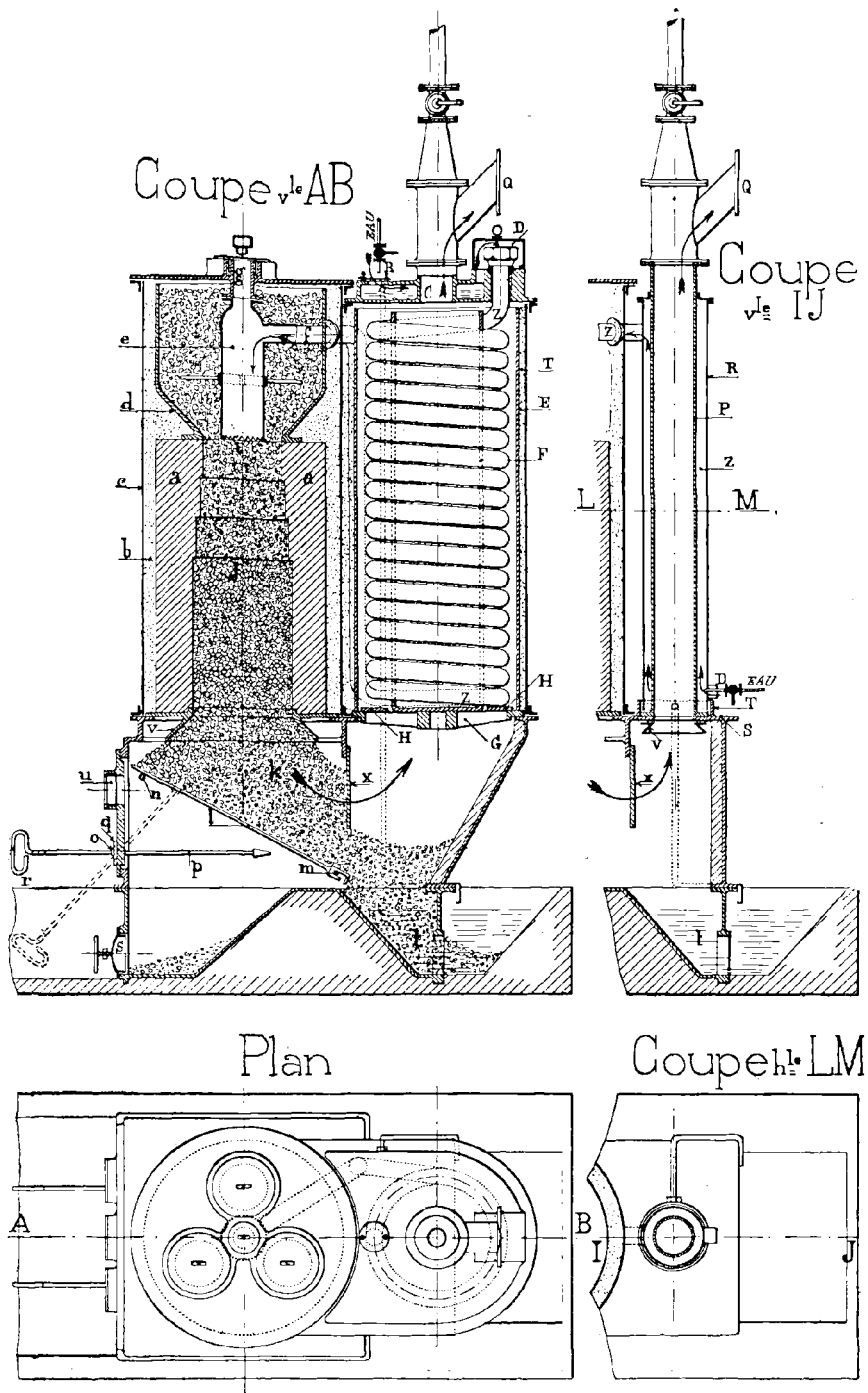


Fig. 17. — Gazogène Deschamps.

quer le combustible sans interrompre la marche de l'appareil.

Comme la prise d'air est centrale, descend profondément dans le gazogène et s'ouvre par en haut, le ringard peut aboutir directement dans la zone de combustion, et briser facilement les voûtes qui s'y formeraient sans avoir à traverser la couche du charbon qui s'échauffe et distille.

L'appareil se compose essentiellement (fig. 17) d'une cuve en produits réfractaires *aa*, entourée d'isolants *bb*, maintenus par une chemise en tôle *cc*. Cette cuve est légèrement évasée de haut en bas, dans la partie supérieure où se fait la combustion.

Au-dessus de cette cuve est posée une large trémie en fonte *d*, bien protégée contre les pertes de chaleur et n'aboutissant pas au couvercle du gazogène.

Cette trémie a pour but de recevoir le combustible et de le chauffer par conductibilité, au fur et à mesure de sa descente. Elle doit être épaisse et faire volant de chaleur.

Au centre se trouve une bouteille en acier étampé *ee*, destinée à amener l'air chaud venant de la conduite *f*, et à permettre, par sa partie supérieure ouverte, le passage des ringards pour le piquage. Quelques trous sont percés, sur son pourtour pour le passage de la vapeur et des gaz de distillation. L'ouverture supérieure se continue par celle, *g*, du couvercle, fermée la plupart du temps par un tampon.

Le couvercle porte, en outre, trois autres ouvertures, fermées par des tampons et permettant d'introduire le combustible et au besoin de ringarder.

Le combustible doit, en général, être chargé humide, et même une disposition peut être ajoutée permettant d'introduire goutte à goutte de l'eau par le couvercle du gazogène, afin qu'elle se volatilise en même temps que se produit la distillation.

Le combustible s'échauffe donc, tant au contact de la bouteille *e*, qu'au contact du gueulard *d*. Il rencontre en *i* l'air introduit, se brûle, descend en *j* dans la zone de réduction, pour aboutir, en *k*, à une température moins élevée, dans une zone où le com-

bustible est, en grande partie, réduit à l'état de cendre et de scories.

Cette partie basse du gazogène est entièrement métallique, de façon à être étanche.

Une grille *l*, qui s'articule, d'une part, sur une barre *m* et s'appuie, d'autre part, sur une barre *n*, supporte le combustible en permettant seulement aux cendres et aux menus déchets de traverser.

Plusieurs lances *p*, couissant dans des rotules *o*, disposées de façon à former un joint universel étanche, permettant de faire descendre les cendres, passer les scories entre les barreaux, secouer les barreaux et, les faisant pivoter autour de l'axe *m*, dégager les scories qui peuvent adhérer à ces barreaux, enfin pousser ces scories vers le joint hydraulique. On utilise, à cet effet, les regards de verre et mica situés au-dessus de ces lances. Le joint universel des lances peut être complété de différentes manières, notamment par un fourneau spécial fixé par une extrémité aux pièces *q*, en matière non conductrice et, de l'autre, sur la tige de la lance, auprès de la poignée *r*, afin d'assurer l'étanchéité.

Une porte *s* est ménagée au bas du cendrier.

Au delà de la grille, les scories et le coke entraîné aboutissent à une cuve *t* formant joint hydraulique et par laquelle on peut les enlever au fur et à mesure, et provoquer ainsi la descente du combustible dans le gazogène.

Une pièce en fonte *v*, posée sur le rebord du socle, supporte les produits réfractaires de la cuve.

En *x* est figurée une grille à barreaux verticaux très larges, effilés et pendentifs, ayant pour simple but de maintenir les scories et de laisser passer le gaz de façon à ce que celui-ci, sortant ainsi que l'indique la flèche, soit le moins chargé possible de poussière.

A la suite de ce gazogène, est représenté dans la figure un récupérateur composé essentiellement d'un serpentín *ZZZ*, en tube d'acier doux sans soudure, de telle façon qu'il ne puisse,

en aucun cas, y avoir communication entre l'air qui circule dans le serpentín et les gaz qui l'échauffent.

L'air pénètre par une ouverture R, munie d'un papillon de réglage, dans une chambre ménagée dans le couvercle du récupérateur, et dans laquelle de l'eau est maintenue à un niveau constant dans le double but d'empêcher l'échauffement du couvercle C et de mélanger de la vapeur d'eau à l'air.

Le mélange pénètre par la cloche étanche D, circule dans le serpentín Z pour aboutir à la tubulure *f* du gazogène.

Le gaz, qui passe en sens contraire, est dirigé par deux chemises en fonte épaisse E, F, qui l'obligent à envelopper le serpentín, et forment en même temps de puissants volants de chaleur.

Ces deux chemises E, F, reposent sur une grille circulaire G.

Une petite grille H, en plusieurs segments, posée sur G, empêche les flammes qui aboutiraient au récupérateur d'atteindre le serpentín et égalise la température de ces flammes.

Enfin, tout l'ensemble est maintenu par une chemise réunie à celle du gazogène et l'intervalle est comblé avec des produits non conducteurs figurés en T. Les gaz s'échappent en Q aspirés par un ventilateur.

La figure représente un récupérateur sommaire composé d'un tuyau P fixé au socle du gazogène et dans lequel passe le gaz.

Ce tuyau est entouré d'une chemise en tôle RR, simplement posée sur la bride du tuyau P, avec des échancrures laissant en bas passer l'eau. L'air pénètre dans cette chemise par la tubulure D.

Le plateau S est muni d'une nervure circulaire T dans laquelle l'eau est maintenue à niveau constant.

Cette eau protège le plateau S contre les coups de feu, rend la jonction du tube P plus étanche et fournit la vapeur d'eau qui sera entraînée avec l'air dans l'espace ZZ, pour aboutir avec lui au gazogène.

Une pièce tronconique V protège, à l'intérieur, le joint du tuyau P.

Ce récupérateur pourrait être formé de plusieurs tubes P, réunis dans une même chemise B et celle-ci extérieurement protégée.

Récupérateur Genty et Lencauchez. — Le récupérateur Genty et Lencauchez se compose essentiellement de tubes pendentifs, autour desquels circulent les gaz chauds sortant du gazogène. Ces tubes pendentifs sont des sortes de tubes Field dans lesquels l'air et la vapeur sont introduits.

La vapeur arrive sous pression dans un injecteur réglé par une vis à volant.

Le mélange d'air et de vapeur entraînés descend dans les petits tubes pour remonter par l'espace annulaire des tubes pendentifs et aboutir à une caisse extérieure sans contact avec les gaz.

Par cette disposition les gaz chauds n'atteignent aucun raccordement et il y a peu à craindre qu'il ne se mélange de l'air avec les gaz combustibles, ce qui produirait des mélanges très dangereux de gaz détonants.

Récupérateur Fichet et Heurtey. — MM. Fichet et Heurtey ont beaucoup perfectionné le rendement de leur gazogène à gaz pauvre en plaçant à sa sortie un récupérateur qu'ils intitulent échangeur.

Dans ce récupérateur, les gaz chauds sortant du gazogène traversent de haut en bas d'abord une série de petits tubes verticaux.

La vapeur d'eau réchauffée par les gaz chauds passe dans une série de tubes pendentifs pour aboutir à l'injecteur, où elle entraîne l'air primaire qui vient circuler de bas en haut autour des tubes chauffés par les gaz brûlés.

M. Deschamps rapporte que, dans un gazogène Fichet et Heurtey avec récupérateur, dont la production était de 270 mètres cubes de gaz à l'heure on a relevé les chiffres suivants :

| | |
|---|------|
| Température d'entrée du mélange d'air et de vapeur | 65° |
| Température de sortie du même mélange. | 230° |
| (La température d'entrée dans le gazogène est sensiblement cette dernière température.) | |
| Température d'entrée des gaz chauds à la partie supérieure du récupérateur | 520° |
| Température de sortie, à la base du socle des cendres. | 270° |

Ces résultats sont particulièrement instructifs et montrent le bon fonctionnement de l'appareil.

Nous ne terminerons pas ce qui a trait à la récupération de la chaleur entraînée par les gaz des gazogènes et de son utilisation pour réchauffer l'air primaire sans faire remarquer qu'en raison de la dépense, il vaut même mieux dans les petites installations et dans celles où l'économie du rendement n'est pas une nécessité de premier ordre, ne pas chercher à récupérer la chaleur entraînée par les gaz.

Régénérateurs de gazogènes. — Les régénérateurs se composent de vastes chambres où des empilages en briques sont établis de façon que les gaz brûlés les traversent pendant un temps suffisant, élèvent la température de ces corps qui constituent un puissant volant de chaleur.

Cette opération dure un temps assez long et, lorsque la température est suffisamment établie, on renverse la marche de telle façon que les gaz vont réchauffer une autre chambre et que les produits dont il faut élever la température, air secondaire ou gaz du gazogène, sont envoyés en sens contraire et traversent ces empilages en s'échauffant petit à petit.

Pour que les régénérateurs fonctionnent d'une façon suffisamment parfaite, il faut, d'après M. Deschamps, qu'ils soient calculés de façon à ce que la chaleur qu'ils emmagasinent soit de 8 à 10 fois supérieure à celle qu'ils reçoivent, ou recèdent à chaque période.

Il faut qu'ils soient très vastes et très bien protégés de façon à ce que le mouvement de l'air et des gaz y soit très lent, et que, par les parois, les pertes de chaleur soient très petites.

Siemens, qui les a surtout fait connaître, les plaçait généralement au-dessous du four et enfouis dans le sol. C'est une disposition extrêmement recommandable.

L'inconvénient des régénérateurs par rapport aux récupérateurs c'est que ces appareils sont à mouvement intermittent et nécessitent la mise en marche de vanes, *pour intervertir l'ordre des courants de gaz et d'air.*

Les Déchets industriels.

4

Les empilages des régénérateurs se font habituellement en briques.

M. Deschamps a examiné s'il ne conviendrait pas de les faire avec des gueuses de fonte, là où la fonte brute est bon marché, et où les températures ne sont pas telles que l'on doive craindre qu'elle soit détériorée.

En parlant des densités, du pouvoir calorifique, il a obtenu par le produit de ces deux coefficients la quantité de chaleur que peut emmagasiner l'unité de volume pour la brique, le bronze, la fonte et le fer.

| | Densité. | Pouvoir calorifique. | Produit. |
|--------------------|----------|----------------------|----------|
| Briques | 1,60 | 0,189 | 0,275 |
| Bronze. | 8,5 | 0,951 | 0,808 |
| Fonte | 7,2 | 0,13 | 0,933 |
| Fer et acier . . . | 7,7 | 0,113 | 0,875 |

Il a déduit de ces chiffres, qu'à égalité de volume, la fonte est beaucoup plus avantageuse que la brique, puisque avec des gueuses de fonte, on peut emmagasiner plus du triple de la quantité de chaleur que l'on retiendrait dans un volume égal en briques.

Récupération des matières lubrifiantes. — La récupération de l'huile employée aux machines se réalise au moyen d'un tuyautage ad hoc et de bassins dans lesquels l'huile est recueillie.

Dispositif Denoncin. — En ce qui concerne le graissage de la manivelle et de la bielle des moteurs à vapeur, nous signalerons l'installation pour machine Corliss-Compound, qui a été faite chez M. Pouillot, à Reims, par son ingénieur, M. Denoncin. Les deux manivelles sont enfermées dans un coffre cintré en tôle. Grâce à cette disposition, le mécanicien, en circulant autour de la machine, ne risque pas d'être atteint par la manivelle ; de plus, aucune goutte d'huile n'est perdue. Projetée sur le fond et les côtés de l'enveloppe, elle coule le long des parois, à la partie inférieure, où des pentes et des gouttières la recueillent.

Paliers à récupération. — Étant donné la nécessité d'alimenter

surabondamment et à l'huile toujours parfaitement pure les tourillons des paliers, M. Verny a montré que deux moyens peuvent être employés pour obtenir ce double résultat : le premier est d'alimenter le tourillon à l'aide d'un godet graisseur placé sur le chapiteau de chaque palier ou à proximité et de recueillir l'huile pour la filtrer dans un filtre unique dont chaque usine peut être pourvue ; le second est de mettre en circulation et en filtration indéfinie dans les paliers eux-mêmes une certaine quantité d'huile.

Le premier de ces deux moyens nécessite un peu plus de main-d'œuvre de la part de l'ouvrier chargé d'une usine ; il doit tous les 8 ou 15 jours, ou tous les mois, suivant le genre d'industrie et de machine, faire la tournée des paliers, remplir les godets et vider s'il y a lieu l'huile encrassée qu'ils contiennent. Cette opération s'effectue pendant la marche, et l'augmentation de main-d'œuvre qu'elle entraîne est de peu d'importance ; une visite régulière et méthodique des machines est d'ailleurs le meilleur moyen d'éviter les accidents. En outre un directeur d'usine, un patron peuvent en un coup d'œil, grâce à ce que les godets s'aperçoivent de loin ordinairement, surveiller le graissage et directement s'assurer par eux-mêmes du bon entretien de leurs machines. En est-il ainsi avec les paliers à circulation indéfinie ? Le fait de n'avoir à renouveler l'huile dans les paliers que tous les six mois ou tous les ans même constitue-t-il un avantage ou un inconvénient ? Cette longue durée de service n'entraîne-t-elle pas des oublis, des accidents ? Les opinions sont divisées à cet égard. Aussi a-t-il été construit :

1° Des paliers munis de godet graisseur à grenailles et dans lesquels l'huile est récupérée dans le palier venu de fonte creux, à cet effet ou dans un godet creux sous le palier.

2° Des paliers graisseurs à circulation d'huile et à filtration automatique, à l'intérieur convenant spécialement pour les vitesses excessives et pour les usines poussiéreuses à l'excès.

Les paliers dont il s'agit sont livrés par les diverses maisons qui s'occupent de l'installation des transmissions. Aussi nous

n'examinerons ici que la récupération, l'épuration et la clarification des huiles ayant déjà servi.

Filtrage des huiles de rebut. — Les huiles ayant servi, communément appelées huiles vertes, tiennent en suspension des corps étrangers : sable, poussières métalliques extrêmement ténues ; oxydes, etc. On les clarifie par dépôt, puis on les filtre sur un lit de sciure de bois tassée et disposée sur le faux fond d'un bac. Cette filtration peut aussi s'effectuer à travers des poches filtrantes, ou encore dans des filtres à pression. L'huile ainsi filtrée peut être utilisée pour le graissage d'organes ne fatiguant pas. La présence de particules solides très ténues de charbon et de fer rend souvent l'huile inutilisable pour le graissage des moteurs.

Les poches filtrantes, habituellement en feutre, sont suspendues à l'intérieur et à la partie haute d'un bac cylindrique. Un robinet au bas du récipient permet de recueillir l'huile. Lorsque la poche filtrante est encrassée on la nettoie avec de la benzine ou de l'essence de pétrole.

Parmi les meilleurs filtres utilisés nous citerons les filtres Philippe, Cambray, Cross, Hamelle, Boachon, Labinat, Delos. Nous signalerons aussi les appareils filtreurs Ducretet qui permettent de purifier, d'une manière continue, sans dépense et en utilisant la chaleur perdue, les résidus des huiles minérales qui servent au graissage des moteurs à gaz et à pétrole.

Filtre mécanique A. Philippe. — Le filtre mécanique Philippe (fig. 18 à 21) se compose d'un réservoir métallique A destiné à recevoir l'huile à filtrer qui pénètre par un conduit muni d'une vanne.

Cette huile traverse une série de cadres E amovibles métalliques en treillis spécial, recouverts de poches en forme de sac, en tissu filtrant :

La partie supérieure des poches D est ouverte et munie d'une pièce souple F, servant à fixer les poches et leurs cadres métalliques E, au couvercle B, en formant un joint extérieur.

Dans le couvercle B, des ouvertures sont pratiquées, pour l'introduction des poches D ou éléments filtrants dans le réservoir A.

L'huile traverse le tissu filtrant, se débarrasse de ses impuretés et remonte dans l'intérieur des poches D pour sortir par la partie supérieure dans un chapeau mobile G, mais fixé, pendant le travail, à chaque élément filtrant.

Ainsi filtrée, l'huile s'écoule claire, par les tubulures D spéciales I, fixées aux chapeaux G, dans une nochière collectrice K, où elle est conduite à destination.

Des écrous H et des traverses de serrage servent à fixer les chapeaux G sur les rebords supérieurs F des poches D.

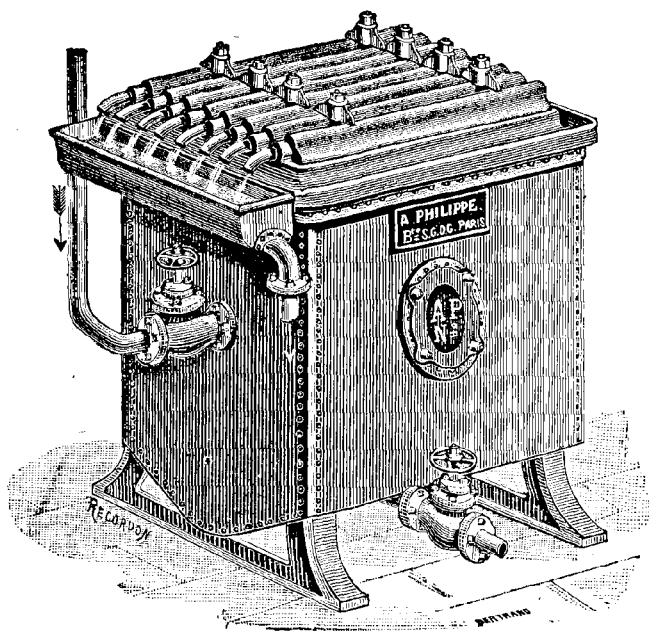


Fig. 18. — Filtre mécanique A. Philippe.

Pour changer les poches, il suffit de fermer l'arrivée du liquide à filtrer, de desserrer un peu les écrous H et de déplacer les chapeaux G ; les poches peuvent alors être sorties et remplacées aisément.

Les impuretés, arrêtées par le tissu filtrant, n'adhèrent que légèrement ; elles tombent au fond du réservoir A, d'où on les

extrait par le robinet de vidange situé à la partie inférieure ; quant aux cadres, ils peuvent être nettoyés facilement, en les

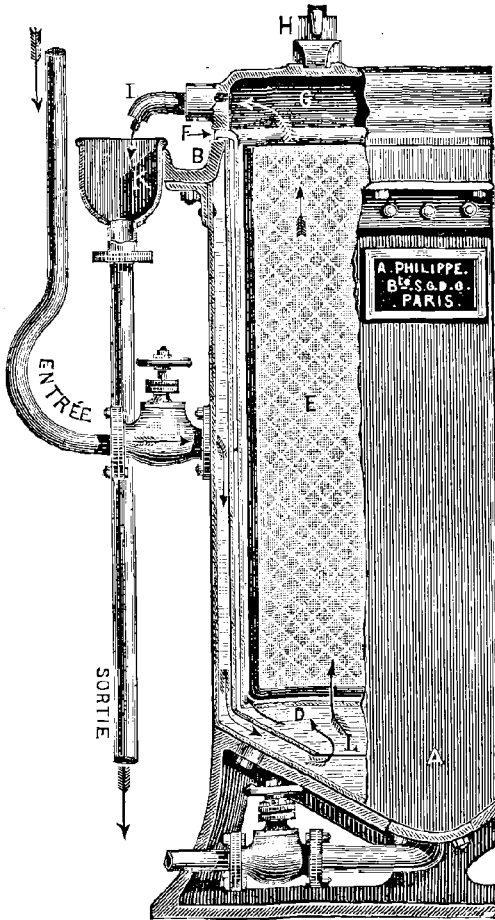


Fig. 19. — Filtre mécanique A. Philippe (coupe transversale).

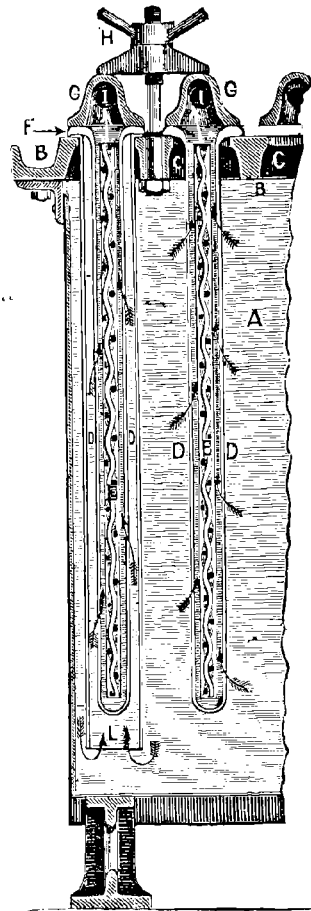


Fig. 20 — Filtre mécanique A. Philippe (coupe latérale).

sortant de la même façon que pour les remplacer, puis en les lavant à grande eau.

Par un dispositif en forme de gaine, marquant le contour du couvercle supérieur B, il ne peut y avoir aucun mélange entre l'huile filtrée et l'huile non filtrée ; en effet, si des chapeaux

mobiles G n'ont pas été fixés, volontairement ou involontairement, l'huile non filtrée ne peut pas sortir par les conduits I correspondants ; elle se déverse dans la gaine du couvercle, puis tombe à l'extérieur, ce qui procure un contrôle facile de la marche des filtres.

Une faible colonne de liquide suffit pour le fonctionnement du filtre.

La pression hydrostatique obtenue par un réservoir placé

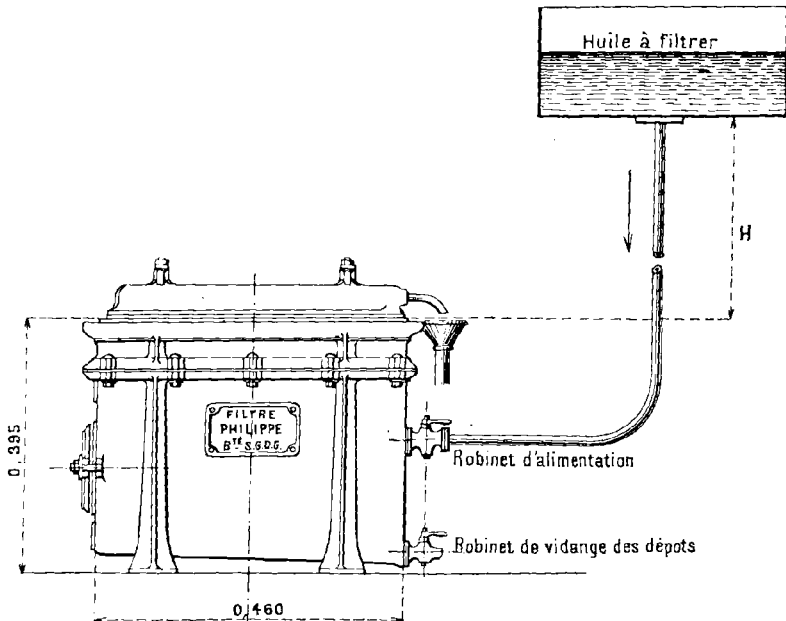


Fig. 21. — Filtre Philippe de 1/2 mètre carré de surface filtrante.

environ à 1 mètre 50 au-dessus du filtre suffit à donner la charge nécessaire à la filtration et à faire sortir l'huile filtrée.

Le plus petit modèle, de 1/4 de mètre carré de surface filtrante donne environ 2 litres d'huile ayant servi au graissage, par heure.

Les nos au-dessus donnent approximativement :

Le n° 2 de 1/2 mètre carré de surface, 5 litres par heure.

Le n° 3 de 1 mètre carré — 10 —

La figure 21 est le croquis d'un filtre Philippe de un demi-mètre carré de surface filtrante.

Filtre Cambrai. — Ce filtre (fig. 22) se compose d'un ré-

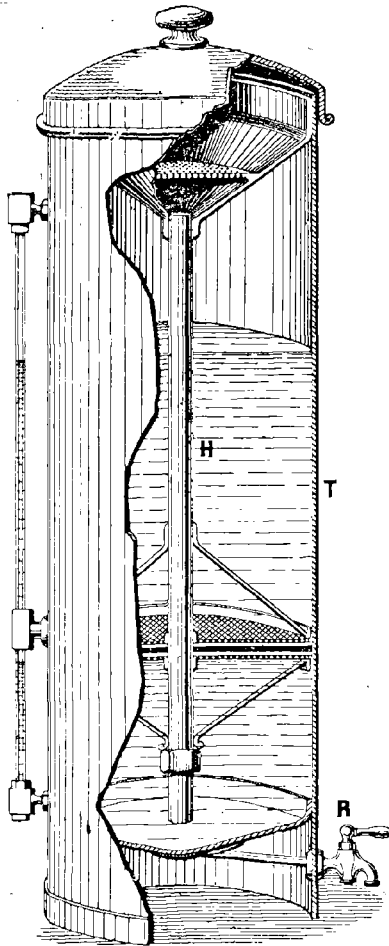


Fig. 22. — Filtre Cambrai.

servoir en tôle étamée T, à l'intérieur duquel se trouve un tube vertical H qui amène l'huile à épurer dans la partie inférieure de l'appareil. Ce dernier est rempli jusqu'au matelas filtrant.

L'huile tombe dans l'eau où elle se lave et traversant, par suite de sa flottabilité, le matelas filtrant, abandonne les impuretés que l'eau n'a pu retenir.

L'huile est soutirée par un robinet, non représenté sur la figure, disposé sur la face cylindrique du réservoir, au-dessus du niveau d'eau. L'appareil est muni de deux niveaux, l'un pour l'huile, l'autre pour l'eau, et d'un robinet de vidange R pour l'eau sale, placé à la partie inférieure du filtre.

Il peut être muni d'un tube traversant l'eau pour la réchauffer par la vapeur ou les gaz d'échappement, dans le cas d'huile très épaisse.

Autres filtres. — La plupart des filtres industriels sont susceptibles, après quelques légères modifications et en les employant sous des dimensions réduites, de servir pour le filtrage des huiles. Tels sont les filtres Muller, Desrumaux, Cross, Hamelle, Boachon, et les divers filtres-presses.

Nous signalerons aussi les filtres Delos qui se caractérisent par une grande simplicité.

Plusieurs charbonnages emploient ces filtres pour récupérer les huiles de graissage ayant servi aux machines, transmissions, etc... et pour filtrer les déchets d'huiles provenant des lampes de mineurs. Les lampes après la remonte sont vidées et nettoyées. L'huile qu'elles contiennent est chargée de poussières, de bouts de mèches et autres impuretés. Une fois passée dans le filtre cette huile peut être réemployée. De là une économie considérable.

Les fabricants de conserves alimentaires emploient également les filtres, pour la clarification des huiles de friture et des huiles de table, ce qui permet de les réemployer sans aucune perte.

Epurateur Ducretet. — Il comprend essentiellement (fig. 23 à 26), un tube-support TS rigide et largement perforé, sur lequel on enroule rapidement en couches superposées en nombre variable, suivant la nature du liquide à épurer, une sorte de large ruban filtrant Ti. Un simple ficelage, de bas en haut, fixe ce ruban (ainsi enroulé, sur le tube-support. Le tube-support TS est monté à vis (avec cuir de garde) sur la monture B₀, laquelle, à son tour, se fixe sur la partie supérieure F du récipient Re. Ce récipient Re reçoit le tube d'arrivée TT du liquide à épurer ; ce tube T est de hauteur variable, suivant la pression nécessaire ; il est terminé par le récipient R qui contient un décanteur spécial D, formé d'un vase assez profond, fixé à une tige centrale P. Le fond de ce vase est plein, ses bords ont des ouvertures latérales dd. Les grosses impuretés mises en R restent dans le fond de D ; les parties les plus fluides s'écoulent par les ouvertures du bord dd. Un couvercle m recouvre le tout. Sans arrêter l'épuration, on peut nettoyer, en tout temps et rapidement, ce décanteur spécial. Il est aussi facile de verser les rebuts dans R que dans un vase quelconque ; après quoi, on obtient une épuration gratuite et continue.

Le liquide versé en R se déverse par TT dans le récipient Re en HH. Le tube latéral T'T' sert à l'expulsion de l'air par l'ou-

verture O. Il peut être muni d'un robinet de vidange 3, il n'est pas indispensable ; aussi, n'est-il pas mis sur les appareils courants.

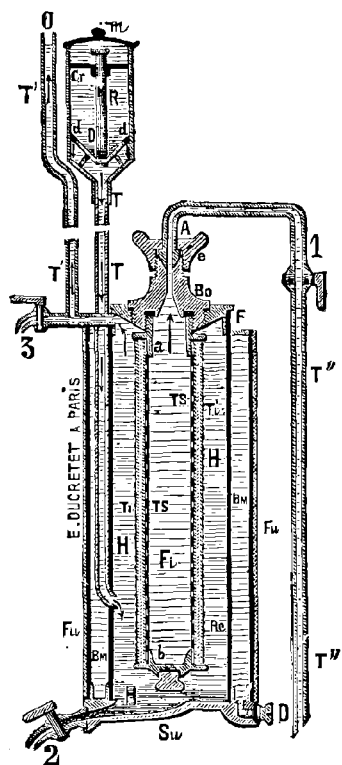


Fig. 23. — Epurateur Ducretet.

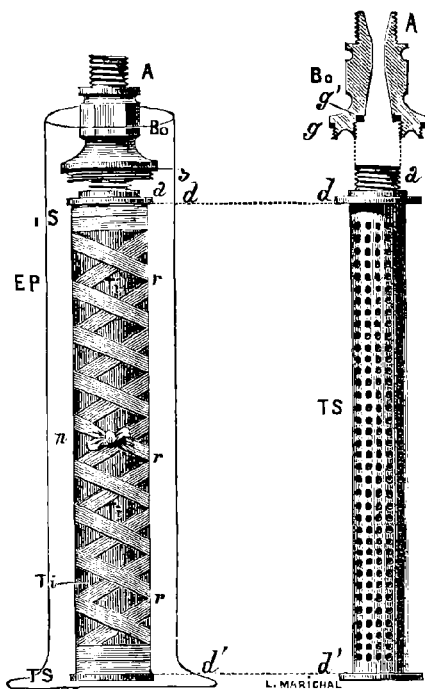


Fig. 24. — Epurateur Ducretet.

A la partie inférieure de Re se trouve un autre robinet de vidange 2 ; il sert de décanteur. Le liquide à épurer arrive donc de R en H, traverse le ruban filtrant Ti enroulé sur le tube-support TS, pour s'écouler par T'', dans une burette quelconque. Le récipient Fi contient donc le liquide épuré par filtration à travers Ti. Le robinet 1 est un robinet d'arrêt, ouvert dans le sens de sa clef ; de même pour tous les robinets de l'épurateur.

Cet ensemble est enveloppé par un autre récipient formant bain-marie Bm, recouvert de feutre Fu, s'il est nécessaire. Ce

bain-marie *Bm* reçoit la chaleur qui sera transmise au liquide à épurer contenu dans *Re*. Ce bain-marie *Bm* est rempli, jusqu'à trois centimètres de ses bords, d'huile de colza (huile à brûler). Elle sert sans usure.

La figure 27, montre cet épurateur APPLIQUÉ et bridé contre le tuyau d'échappement des gaz *Tu* d'un moteur à gaz ; le montage est immédiat au moyen des brides de serrage *bb* (fig. 25 et 27). La figure 25 ne montre que l'enveloppe du bain-marie *BM*, les brides de serrage *bb'* et le tuyau d'échappement *Tu* du moteur à gaz, contre lequel est ainsi appliqué et bridé l'épurateur. La chaleur du tuyau *Tu* chauffe l'huile du bain-marie *Bm*, puis le liquide à épurer contenu dans *Re*.

Dans le cas d'une machine à vapeur, les conditions d'installation restent les mêmes. S'il était nécessaire, un branchement serait pris sur le tuyau d'échappement de la machine ; ce branchement serait un tube droit ou un serpentín traversant le bain-marie *BM*, fait *ad hoc*, dans ce cas particulier.

L'appareil étant monté, et le bain-marie *BM*, rempli d'huile de colza, ainsi qu'il a été dit, fermer les robinets 1-2-3 (le n° 3 est supprimé dans les modèles courants) ; puis verser lentement en

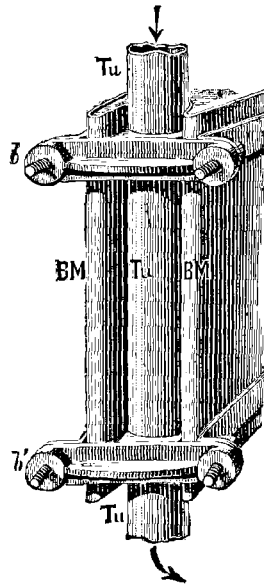


Fig. 25. — Epurateur Ducretet.

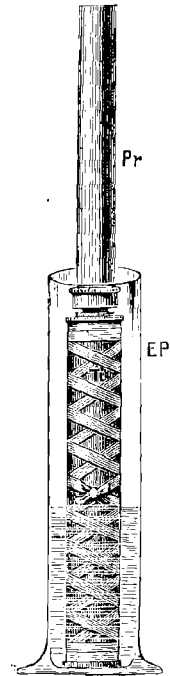


Fig. 26. — Eprouvette de l'appareil Ducretet.

R l'huile de rebut. N'ouvrir le robinet 1, qu'après le remplissage de Re ; l'huile, en remplissant Re, chasse l'air par le tuyau T'T',

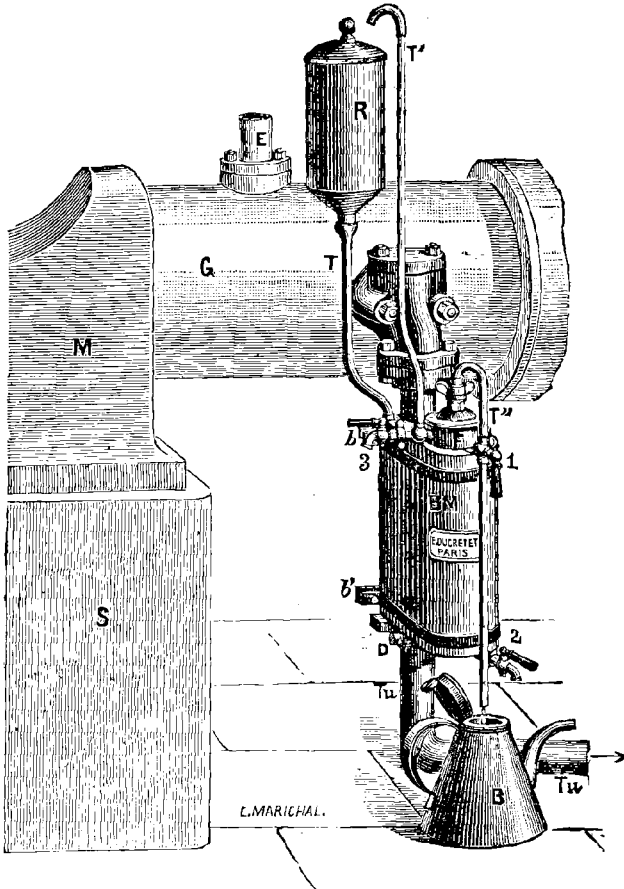


Fig. 27. — Epurateur Ducretet appliqué à un moteur à gaz.

en O. La figure 23 permet de suivre tous les détails intérieurs de cet épurateur.

Les épurateurs sont livrés prêts à fonctionner, avec un tube filtrant de rechange. Pour les refaire, il suffit de suivre cette note ; la manipulation est facile et rapide.

Le tube-support perforé TS (fig. 23 et 24) est recouvert du large

ruban filtrant spécial T_i ; il y est facilement enroulé, à la main, un peu serré, en évitant les plis. Le modèle n° 1 a un ruban de 70 centimètres de longueur développée. Cet enroulement terminé, on fait une ligature, dans toute la hauteur, avec un ruban de toile d'environ 12 millimètres de largeur, qu'on trouve partout à bas prix. Ce ruban, indiqué en rrr (fig. 24), est mis bien à plat ; il fait plusieurs tours sur lui-même, très serrés, en d et d' , puis fixé par un nœud n vers le milieu de la hauteur. Le tube filtrant ainsi préparé, le placer sur sa monture B_0 , par le pas de vis a , en s'assurant que le cuir de garde g' , intérieur, soit bien en place. Le tout est mis dans une éprouvette EP (fig. 26) remplie d'huile minérale neuve, dans laquelle on plonge entièrement le tube filtrant. Cette immersion doit durer un jour entier (environ 24 heures) elle a pour but de resserrer le tissu T_i sur de l'huile neuve.

Le tube filtrant est ensuite fixé sur F , avec cuir de garde g , et l'ajutage A , mis en place, muni du tube d'écoulement T'' , suivant les figures 23 et 27. L'épurateur est prêt à servir, ainsi qu'il a été dit. Le modèle n° 1 peut donner 2 kilogr. à 2 kilogr. 500 d'huile épurée les premiers jours, puis de 1 kilogr., environ, après une quinzaine. Lorsque la filtration devient trop lente, il faut nettoyer le tube filtrant.

Le nettoyage du tube filtrant est de deux sortes : celui superficiel et celui de l'intérieur de l'épaisseur filtrante. Le premier se fait tous les huit jours environ, plus ou moins, suivant la rapidité de filtration qu'on veut obtenir. Si le récipient R contient de l'huile, on le vide par le robinet 2 (fig. 23 et 27) jusqu'au niveau du robinet 3 environ. Puis on démonte l'ajutage A et son tube T'' ; il suffit alors d'enlever de R_2 le tube filtrant, en le dévissant du dessus F . Essuyer vivement la surface du tube filtrant avec un gros chiffon, et remettre le tout en place. Il faut 3 minutes pour réaliser ce nettoyage superficiel.

Le nettoyage de l'intérieur de l'épaisseur filtrante s'obtient en démontant le tube filtrant, ainsi qu'il a été dit, puis la monture B_0 , laquelle sera remplacée par le tube à pression P_r de la

fig. 26, avec cuir de garde intérieur. Préalablement, vider l'huile épurée contenue dans le tube filtrant. (Le tube filtrant de rechange est alors monté sur *Bo*; il servira pendant le nettoyage de l'autre). Le tube filtrant, vidé, puis essuyé comme ci-dessus, est muni du tube *Pr* (livré avec chaque épurateur), et enfin placé dans l'éprouvette *EP* (fig. 26). Il suffit alors de verser dans l'intérieur de *Pr* de l'huile propre, neuve, celle employée pour le graissage du moteur. Cette huile chasse à l'extérieur les impuretés contenues dans l'épaisseur de la matière filtrante. Plusieurs passages suffisent. L'huile recueillie dans *EP* est remise en *R* de l'épurateur. En service courant, un filtre travaille pendant que l'autre se nettoie dans l'éprouvette de la figure 26. Deux tubes filtrants ainsi traités durent plus de 4 mois. Ces opérations, d'une manipulation simple et rapide, sont plus longues à décrire qu'à réaliser.

Il faut de temps en temps enlever les résidus épais contenus dans *Re*, au moyen du robinet 2.

Extraction des corps gras contenus dans les chiffons de graissage ou d'essuyage des machines. — Les chiffons gras qui ont servi pour essuyer les pièces mécaniques graissées à l'huile minérale ne sont pas soumis à la récupération à cause du peu de valeur de l'huile qui serait récupérée. Ces chiffons sont ordinairement employés à allumer le feu.

Dans le cas où l'on emploie les huiles végétales, la récupération de l'huile et du chiffon présente un intérêt notable, l'huile pouvant servir, après extraction au sulfure de carbone, pour la fabrication des savons.

Pour cette récupération les chiffons sont introduits dans un cylindre vertical *B* (fig. 28), muni d'un grillage à la partie inférieure et pourvu d'une porte de chargement et d'une porte de déchargement.

Au-dessous se trouve une chaudière *A*, munie d'un chauffage par serpentín et communiquant par sa partie supérieure avec le fond du cylindre *B*, grâce au siphon *m n r s*, et avec le ré-

servoir à sulfure de carbone E, grâce au tube recourbé *a d o*.

La chaudière A contient la quantité de dissolvant nécessaire pour une opération. Les vapeurs produites s'élèvent par le tube *q t i k*, traversent une petite colonne D, de 4 à 5 plateaux formant déflegmateur (afin de retenir l'eau que peut contenir le dissolvant) et aboutissent à un condenseur tubulaire C. Le dissolvant ramené à l'état liquide s'écoule par un siphon renversé *x*, aboutit au haut du cylindre B et se divise sur un tamis très fin pour pénétrer sur les chiffons et les imprégner. Après s'être chargé des corps gras

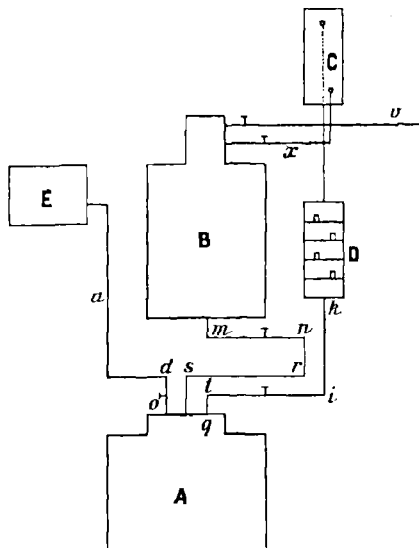


Fig. 28. — Récupération des chiffons d'essuyage.

le dissolvant retourne à la chaudière par le tube *m n r s* et le même trajet s'effectue jusqu'à ce que les chiffons soient entièrement dépouillés de corps gras. Pour éliminer toute trace de dissolvant, on fait passer sur les chiffons un courant de vapeur; cette vapeur qui arrive par le tube *v* traverse le cylindre extracteur B, le sulfure de carbone déplacé par le dissolvant retourne à la chaudière.

On conçoit qu'avec deux cylindres extracteurs et deux chaudières accouplées, on puisse faire un travail continu avec une quantité limitée de sulfure de carbone, théoriquement toujours la même. En réalité les pertes sont très petites.

En Allemagne l'appareil permettant la récupération des graisses contenues, non seulement dans les étoupes et chiffons ayant servi au nettoyage et au graissage des machines, mais encore dans un très grand nombre de résidus industriels, dépôts

boueux des huiles traitées par l'acide sulfurique, sciure de bois ayant servi à filtrer les huiles traitées par l'acide sulfurique (1), dépôts bruns résultant de la saponification sulfurique avant la distillation des acides gras, cambouis, graisses de cuisine, résidus de l'extraction directe de la cire, cretons, résidus de la fusion des suifs bruts pressés) présente la disposition indiquée par la figure. Cet appareil, dont nous traduisons la description sur l'ouvrage si intéressant du docteur Théodor Koller « Handbuch der

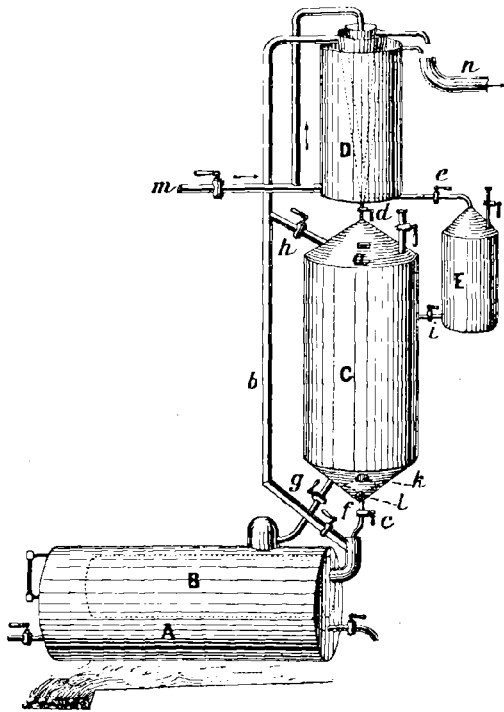


Fig. 29. — Récupération des graisses.

rationnellen Verwerthung, Wiedergewinnung und Verarbeitung von Abfallstoffen jeder Art », consiste en une chaudière A (fig. 29) contenant un second récipient B destiné à recueillir les graisses. C'est le récipient pour les résidus graisseux, O le réfrigérant et E le récipient pour le sulfure de carbone. Après que le cylindre C a été rempli par a, de matière à épuiser qui peut s'écouler sur un fond à filtre par les deux

(1) On fait souvent l'épuration des huiles de colza en les traitant à froid à l'aide de l'acide sulfurique par une filtration sur de la sciure de bois ou des copeaux ; ces sciures qui ont servi à la filtration des huiles après l'épuration à l'acide, sont quelquefois chauffées avec de l'eau, puis passées à la presse ; le liquide se sépare en deux couches : les deux parties sont conservées, la partie aqueuse acide étant vendue aux tréfileries.

ouvertures *K* et *l*, on laisse entrer par *i* du sulfure de carbone dans le récipient *E*. Celui-ci dissout la graisse contenue dans la masse savonneuse et la conduit par *e* dans le récipient *B*. La vapeur de sulfure de carbone monte par le tuyau *b* dans le réfrigérant *D* d'où il passe en *C* et conduit les graisses de nouveau vers *B*. Après avoir ainsi extrait les graisses des résidus on ouvre les robinets *e f g* et *h* et on ferme les robinets *e d* et *i*. La vapeur d'eau passe de *A* par *g* en *C*, chasse par *h* le sulfure de carbone qui s'unit en *E* à celui venant de *B*. *K* et *l* sont des ouvertures destinées à vider le cylindre *C*. Par ces dispositions de l'appareil on recueille non seulement toutes les graisses, mais aussi on rend la perte de sulfure de carbone très minime à condition que le réfrigérant *D* reçoive par *m* la quantité d'eau froide nécessaire. Les graisses qui se trouvent en *B* doivent seulement être purifiées suivant le procédé ordinaire.

Utilisation de l'eau de condensation et récupération des huiles contenues dans cette eau. — On sait que l'on peut recueillir l'eau de condensation et la réemployer à l'alimentation des chaudières au moyen des condenseurs à surface. Les condenseurs à surface dont les types les plus connus sont les condenseurs Farcot, Wheeler, Kresselbach, qui consistent en un faisceau de tubes de cuivre ou de laiton portés à chaque extrémité par des plaques tubulaires et renfermés dans une caisse souvent en fonte, quelquefois en tôle de fer, de cuivre ou de laiton. Les plaques tubulaires sont quelquefois en fonte, mais il vaut mieux, d'après M. Nadal (1), les faire en fer, en laiton ou même en bronze. C'est une question de prix ou de poids. Les condenseurs en fonte sont beaucoup plus lourds, mais coûtent moins cher. Presque toujours l'eau froide passe dans les tubes et la vapeur à condenser autour des tubes. Ce pourrait être l'inverse, mais l'étanchéité, qui est une chose essentielle, est plus facile à assurer avec le pre-

(1) Les condenseurs, par M. Nadal, *Revue de mécanique*, année 1902, p. 428 et suivantes.

mier système, qui donne en outre une plus grande régularité du courant d'eau froide et une plus grande facilité de nettoyage.

Séparation de l'huile par filtrage de l'eau de condensation. — *Filtre des hauts-fourneaux de Cette.* — Par suite de la marche à condensation par surface pour recueillir l'eau condensée provenant de la vapeur des machines, il a fallu prendre des dispositions pour éviter l'entraînement des huiles dans les chaudières. Les usines Schneider de Cette y ont réussi, d'après M. Marre, en installant un filtre à coke composé de deux bassins cubiques juxtaposés de 1^m,50 en toutes dimensions, remplis aux deux tiers de coke en fragments de la grosseur d'une noix. Ces bassins sont réunis par le haut, c'est-à-dire que leur cloison séparatrice s'arrête à 25 centimètres environ de leur plafond. L'eau chargée d'huiles de graissage arrive à la partie inférieure du premier bassin, traverse de haut en bas sa couche de coke et parvient à un bassin de réserve de 13 mètres de diamètre, qui contient l'eau épurée en attendant qu'elle soit renvoyée aux chaudières. L'appareil à récupération est construit tout entier en ciment armé; son fonctionnement est pleinement satisfaisant, et l'expérience prouve que la filtration des eaux de condensation à travers deux couches de coke est pratiquement suffisante pour les débarrasser des substances grasses qu'elles entraînent. Le nettoyage des filtres à coke est opéré par un trou de vidange latéral; la récupération des graisses se fait par immersion dans l'eau et par décantation.

Filtre Selden. — La filtration des eaux grasses provenant des machines à vapeur peut aussi être réalisée avec le filtre Selden qui se compose d'une caisse à 11 compartiments; dans le premier se trouve la chaux, qui forme, avec l'acide oléique, des eaux grasses, de l'oléate de chaux qui monte à la surface et qu'on enlève.

Dans le 2^e compartiment se trouve du coke maintenu entre deux toiles métalliques de cuivre.

Entre les 3^e et 4^e compartiments, on place un cadre de feutre de un demi-centimètre.

Le 5^e compartiment contient du coke ; les 6^e, 7^e et 8^e possèdent seulement des cadres de feutre ; enfin le 9^e renferme du coke.

Le 10^e compartiment est réservé à l'eau épurée.

Récupération de l'huile contenue dans la vapeur d'échappement. — *Les boîtes d'échappement Sturtevant* (fig. 30) sont construites pour retenir toute l'huile de graissage et l'eau contenues dans la vapeur d'échappement, sans toutefois augmen-

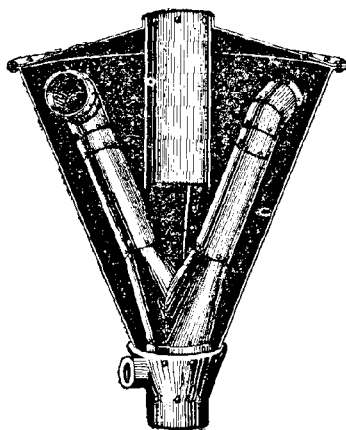


Fig. 30. — Boîtes d'échappement Sturtevant.

ter la contre-pression dans la machine à vapeur. La vapeur entre dans la boîte par en bas et s'échappe près de la paroi supérieure dans une direction horizontale. Il se produit ainsi un mouvement tourbillonnant, et les matières plus lourdes sont rejetées par la force centrifuge contre les parois, le long desquelles elles coulent et s'échappent par la tubulure d'écoulement.

La surface considérable de l'appareil cause en même temps la condensation de la plus grande partie de la vapeur, de sorte que la quantité de la vapeur (qui est complètement sèche) s'échappant par le tuyau central, soit notablement réduite. Ce tuyau empêche l'échappement de l'eau de condensation d'une manière absolue.

La pourriture des toits et des murs, causée par l'humidité de la vapeur d'échappement, est ainsi évitée.

Séparation de l'huile par dégraissage préalable de la vapeur. *Séparateurs d'huile.* — Le dégraissage préalable de la vapeur évite l'inconvénient d'envoyer les matières grasses dans le condenseur. Le principe des séparateurs d'huile consiste à con-

trarièr le courant de vapeur de façon à produire des mouvements tourbillonnants. Soit par la gravité, soit par l'action de la force centrifuge, les molécules liquides se séparent des molécules gazeuses.

Dégraisseur Dericke. — La fig. 31 représente le dégrais-

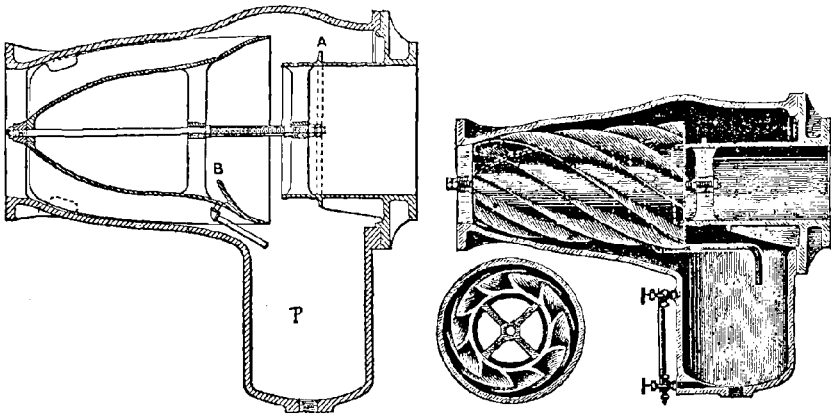


Fig. 31. — Dégraisseur Dericke.

seur centrifuge Dericke intercalé sur la conduite d'échappement au condenseur. L'appareil se compose d'un cône à axe horizontal porté par deux tourillons. Il est garni de vingt ailettes en hélice inclinées à 35° . La vapeur en arrivant fait tourner le cône à ailettes et l'action centrifuge de celles-ci la débarrasse de la majeure partie des particules liquides qu'elle contient. En outre, après être sorti des ailettes, le courant gazeux revenant sur lui-même vient frapper l'intérieur du cône où il tourbillonne avant de se dégager par le tuyau de sortie. Une nervure A empêche que les gouttes d'huile qui se déposeraient sur l'extérieur de ce tuyau soient entraînées. Une lèvre B placée dans l'intérieur du cône évite de même l'entraînement de l'huile déposée sur la surface intérieure du cône et un petit tuyau fait communiquer cet espace intérieur avec la poche P où toute l'huile se rassemble. Cette poche est pourvue d'un niveau en verre. Quand elle est

pleine d'huile, on retire celle-ci avec une petite pompe. Ce dégraisseur a été appliqué avec succès aux États-Unis.

Dégraisseur Barnard. — Le séparateur d'eau et d'huile Barnard (fig. 32) se compose d'une caisse cylindrique de fonte

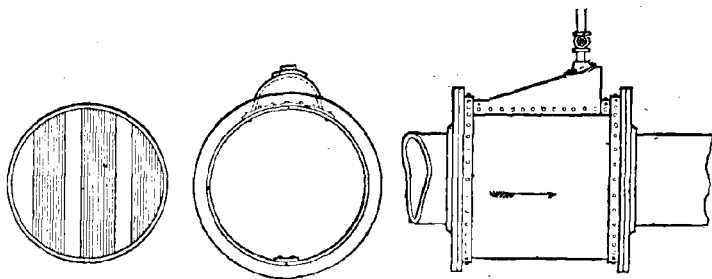


Fig. 32. — Dégraisseur Barnard.

ou de tôle munie à sa partie inférieure d'un réservoir incliné dans le sens du courant de vapeur. Cette caisse est remplie de lames verticales en chicane que la vapeur vient frapper de biais. Chaque série de lames est portée par un anneau fixé à la caisse. La vapeur est ainsi obligée de suivre un circuit très sinueux. L'huile en suspension se dépose et s'écoule par de petits orifices dans le réservoir placé au-dessous de la caisse.

Utilisation des plaques usées d'accumulateurs. — Les plaques usées d'accumulateurs en plomb peuvent être revendues à quelques usines qui les emploient dans leur fabrication. A cet effet les plaques négatives sont jetées directement dans la chaudière où l'on fond le plomb destiné à la coulée des plaques neuves; les impuretés qu'elles introduisent dans le bain le surnagent. Les positives, chargées presque exclusivement de peroxyde de plomb, sont préalablement traitées en vue de la séparation de ce produit, qui est ensuite livré au commerce. La séparation est obtenue soit en plaçant les vieilles plaques dans un tonneau prismatique animé d'un mouvement de rotation autour de son axe et traversé par un courant d'eau qui entraîne l'oxyde dans une fosse où on le recueille; soit en les brossant sous une chute d'eau, sur une grille qui recouvre un bassin où l'oxyde se dépose.

Utilisation des sous-produits de l'éclairage au gaz par les usines qui fabriquent elles-mêmes leur gaz. — Quelques établissements industriels éloignés des agglomérations et travaillant la nuit utilisent encore l'éclairage par le gaz. Dans ce but elles possèdent une petite usine à gaz de houille qui en raison de sa production assez faible ne permet pas la récupération économique des sous-produits. On se borne à recueillir la chaux d'épuration du gaz pour l'utiliser comme amendement et les eaux ammoniacales qui servent d'engrais.

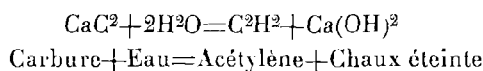
On sait, en effet, que le gaz traverse la chaux humide qui le débarrasse des acides organiques. Il se forme surtout des combinaisons du soufre avec le calcium : des carbonates, des sulfates, des sulfites prennent naissance. Les derniers s'oxydent à la longue et il suffit d'attendre quelques semaines pour employer la chaux préalablement exposée à l'air. En tout cas, M. Pierre Larue recommande de ne répandre l'amendement qu'un mois au moins avant de confier la semence au sol, ou de réserver le résidu dont il s'agit pour les sols en jachère.

La chaux résiduaire récente est même à ce point toxique qu'en raison des sulfocyanates qu'elle contient, on l'emploie pour empêcher l'herbe de pousser dans les allées. Le temps et surtout le mélange dans les composts diminuent la toxicité.

En résumé la chaux d'épuration du gaz d'éclairage de très petites installations constitue un produit de peu de valeur susceptible cependant d'être utilisé quand on peut le répandre sur des terrains très peu éloignés de l'usine.

D'après M. Larbalétrier les eaux ammoniacales ou de condensation du gaz d'éclairage peuvent être employées directement comme engrais. Ces produits à leur sortie de l'usine contiennent en effet de 8 à 12 kilogrammes d'azote par mètre cube. On ne doit toutefois les employer en irrigation qu'après les avoir étendues d'environ 10 fois leur volume d'eau, surtout sur les prairies. Sur les terres nues les eaux qui peuvent être utilisées pures doivent être répandues avec un tonneau distributeur au moins 6 semaines avant les semailles.

Utilisation des résidus de l'éclairage à l'acétylène. — On sait que le gaz acétylène s'obtient en mettant le carbure de calcium au contact de l'eau. La réaction qui se produit est la suivante :



On a donc de la chaux comme résidu. Une chaux provenant d'une usine à acétylène, analysée par M. Girard le savant professeur de l'Institut agronomique, a donné 42 0/0 de chaux et 52 0/0 d'eau; aucune trace de produit nuisible n'y fut constatée. Par conséquent le sous-produit qui nous occupe peut être utilisé au chaulage en établissant sa valeur d'après sa teneur réelle en chaux.

Comme lorsqu'il s'agit de chaux grasse à 90 0/0 de pureté, on emploie les doses suivantes :

| | | |
|----------------|--|---|
| Terres légères | 40 hectolitres à l'hectare tous les 3 ans. | |
| — fortes | 28 | — |
| — tourbeuses | 40 | — |

Il en résulte qu'avec la chaux résiduaire de l'éclairage à l'acétylène donnant à l'analyse 42 0/0 de chaux, il faudrait employer les doses suivantes :

| | | |
|----------------|--|---|
| Terres légères | 46 hectolitres à l'hectare tous les 3 ans. | |
| — fortes | 130 | — |
| — tourbeuses | 186 | — |

Utilisation de la ferraille et autres vieux métaux. — La plupart des établissements industriels possèdent des pièces métalliques usées, des vieux fers et autres métaux dont ils peuvent par la vente tirer un certain profit. Voici quel était le 25 janvier 1904 (1) sur la place de Paris le cours des métaux vieux (les prix

(1) *Bulletin hebdomadaire du cours des métaux neufs et vieux et des vieilles matières sur la place de Paris.*

portés étant le prix d'achat aux 100 kg. franco Paris et pour des envois par wagons complets).

CUIVRE

| | | | |
|---|-----|---------|---|
| Mitraille de cuivre rouge non étamé | 125 | » à 130 | » |
| — — — — — étamé. | 115 | » à 120 | » |
| — de bronze chemin de fer | 125 | » à 130 | » |
| — — — — — mécanique | 115 | » à 120 | » |
| Pendants neufs 1 ^{er} choix et tubes propres | 100 | » à 105 | » |
| — — — — — 2 ^e — — — — sales | 78 | » à 83 | » |
| Mitraille de cuivre jaune fondu 1 ^{er} choix | 90 | » à 92 | » |
| — — — — — — — — ordinaire | 85 | » à 90 | » |
| — — — — — — — — chiffonnier. | 75 | » à 80 | » |
| — de maillechort | 87 | » à 90 | » |
| Tournure de cuivre rouge | 118 | » à 123 | » |
| — de bronze chemin de fer. | 118 | » à 120 | » |
| — — — — — mécanique. | 108 | » à 113 | » |
| — de cuivre jaune. | 70 | » à 80 | » |

ÉTAIN

| | | |
|----------------------------|-----|---|
| Mitraille d'étain. | 200 | » |
| — à caractères | 40 | » |

ZINC

| | | | |
|---|----|-------|---|
| Rognures de zinc. | 44 | » à » | » |
| Vieux zinc couverture | 45 | » à » | » |
| — — — — — chiffonnier | 40 | » à » | » |
| Cendres de zinc (fonderie) à 65 0/0. | 16 | 50 | |
| Oxydes de zinc (galvanisation) à 65 0/0 | 17 | » | |
| Mattes de zinc | 40 | » | |
| — — — — — en pains non brûlées | 39 | » | |
| — — — — — brisées | 29 | » | |

PLOMB

| | | | |
|---|----|---------|---|
| Plomb de balles refondues. | 29 | 50 à 28 | » |
| Vieux plomb planches et tuyaux. | 30 | » à 29 | » |
| — — — — — refondu | 26 | » à 25 | » |
| — — — — — vieux accumulateurs. | 46 | » à 18 | » |

ALUMINIUM

| | |
|---------------------------------|---------------|
| Mitraille d'aluminium | 190 » à 205 » |
| Tournure d'aluminium | 130 » à 150 » |

FERRAILLES

| | |
|---|-------------|
| Ferraille ordinaire gros bouts | 6 25 à 6 75 |
| Vieux cercles et essieux | 7 50 à 8 » |
| Déchets de tôle neuve et rognures | 4 » à 4 50 |
| Vieille tôle platinage | 3 50 |
| Tôle de chaudière 8 mm. et au-dessus dérivées | 7 » à 7 50 |
| Chaudières en tôle non dérivées | 3 75 |
| Fonte mécanique | 6 » |
| Fonte blanche dite marmaille | 4 50 |
| Tournure de fer grosse | 4 » |
| — — petite | 3 25 |
| — de fonte propre | 4 » |

FERS BLANCS

| | |
|--|------------|
| Rognures, blanc brillant | 6 » à 6 25 |
| — — terne | 4 » à 4 25 |
| Vieilles boîtes de conserves | 7 » à 8 » |

Comme chaque usine n'a habituellement qu'une quantité peu importante de déchets métalliques, les chefs d'industrie s'adressent à des intermédiaires qui achètent aux prix suivants :

90 à 100 fr. les 100 kil. de cuivre ou de bronze provenant des conduites de vapeur, de paliers usés, etc.

40 à 50 fr. les 100 kil. de zinc provenant des toitures d'usine ou des plaques qu'utilisent plusieurs opérations industrielles, notamment le collage du papier sur carton ou sur métaux.

3 à 5 fr. les 100 kil. de ferrailles provenant des transmissions usées ou de pièces de machines mises au rebut.

3 fr. les 100 kil. de fils de fer ayant servi aux emballages des matières premières.

Les industriels auraient souvent intérêt à s'adresser directement aux usines métallurgiques ou aux fabricants de sulfate de fer qui utilisent ces déchets plutôt que de les livrer à des intermédiaires. Ils pourraient ainsi vendre aux prix suivants ces déchets industriels :

115 à 125 fr. les 100 kil. de cuivre ou de bronze.

60 à 70 fr. les 100 kil. de zinc.

6 à 7 fr. les 100 kil. de ferraille.

4 fr. les 100 kil. de fils de fer à employer surtout pour la fabrication du sulfate de fer.

Les prix précédents sont ceux des déchets pris à l'usine même.

Récupération des éléments contenus dans la fumée. —

Un ingénieur, M. Tobiansky a tout récemment affirmé qu'il pouvait récupérer les éléments précieux contenus dans la fumée. Le système qu'il emploie a été décrit dans la *Revue des produits chimiques* du 1^{er} juillet 1903, à laquelle nous empruntons les détails qui vont suivre :

Le système Tobiansky est basé sur le principe de la carburation autrement dit, l'enrichissement d'un gaz plus ou moins pauvre par l'addition des vapeurs d'hydrocarbures à laquelle dans certaines usines, on soumet même le gaz de houille, ou bien tout simplement l'air, qui ne contient aucun principe combustible et ne joue que le rôle de véhicule.

Les déchets gazeux de la combustion, au lieu d'être évacués par la cheminée, sont aspirés ou refoulés à travers le seul et unique appareil employé dans ce procédé et qui se compose d'un simple récipient rempli de matière poreuse arrosée d'hydrocarbure liquide.

Par son passage à travers le carburateur, le mélange gazeux de la fumée devient un produit inflammable, le *pyrogaz*. Les suies et cendres en suspension dans la fumée, retenues mécaniquement dans l'appareil, saturent à la longue la matière filtrante. On retire alors cette dernière, enrichie considérablement par les hydrocarbures lourds qui y sont condensés pour la jeter au feu. Le volume de cette matière filtrante, le coke, par exemple, en rapport avec le volume de fumée à traiter, peut servir pendant six à huit mois sans être changé.

D'après M. Tobiansky, le pyrogaz se prêterait aussi bien que le gaz de houille à être distribué par réseaux aux consommateurs pour éclairage.

Cependant, M. Tobiansky n'envisage pas ce mode d'utilisation du pyrogaz et pense qu'il serait plus avantageux de le transformer sur place en force motrice, par exemple, en électricité qui serait emmagasinée dans des accumulateurs.

Pour le cas où toute la quantité produite de la fumée ne trouverait qu'un emploi restreint ou même nul, M. Tobiansky combine un second appareil qui peut être utilisé seul ou concurremment avec le premier.

Cet appareil, appelé *annihilateur*, absorbe entièrement tous les produits gazeux et solides qui composent la fumée et les emmagasine dans la matière poreuse dont il est rempli.

La fumée des gaz délétères ou même des vapeurs métalliques, ainsi traitée, devient invisible et inodore. Tout comme dans le carburateur, la matière filtrante par suite de l'accumulation de la suie, goudron, etc., fournit un combustible plus riche qu'il ne l'était de sa nature. On l'enlève de même alors pour la jeter au feu et la remplacer par une nouvelle charge.

Il est parfaitement loisible de faire passer la fumée en tout ou en partie par le carburateur, pour en faire du pyrogaz, ou bien de la détruire totalement ou partiellement dans l'annihilateur.

LIVRE II

CHAPITRE 1^{er}

UTILISATION DES DÉCHETS ET SOUS-PRODUITS DES MINES, USINES MÉTALLURGIQUES ET FONDERIES

§ 1. — MINES

Utilisation de la vapeur d'échappement des machines d'extraction, machines de ventilateurs, compresseurs, par le système Rateau. — Considérons le cas d'un siège d'extraction de mine, et prenons comme exemple les conditions mêmes de l'un des puits jumeaux de la fosse 5 de Bruay, où le système Rateau est installé. Ce puits extrait la houille de 230 m. de profondeur et, bien qu'il ne soit pas encore en pleine exploitation, il a pu faire déjà jusqu'à 64 traits par heure, remontant dans ce laps de temps 256 tonnes de houille et de terre. 50 voyages par heure constituent dans les houillères une moyenne courante qui correspond, pour des cages à huit bennes, à une extraction d'environ 200 tonnes dans les moments d'activité. Or, 200 tonnes élevées à 230 m. exigent une dépense de travail de 175 chevaux-heure. C'est également le chiffre auquel on arriverait en considérant un puits de 310 m. de profondeur, ce qui est la moyenne dans le bassin du Nord et du Pas-de-Calais, duquel on extrairait 150 tonnes à l'heure. D'autre part, on peut estimer à 45 kg. par cheval-heure

utile la consommation de vapeur des machines d'extraction non compound à échappement libre. La consommation de vapeur d'une telle machine ressortira donc à environ $175 \times 45 = 8.000$ kg. par heure, dans les conditions normales de son exploitation. Cette dépense est considérable; elle s'explique aisément si l'on songe que la machine fonctionne de façon intermittente, et que par suite elle se refroidit, à chaque période d'arrêt, de façon très préjudiciable à son rendement.

Sur ces 8.000 kg., on peut admettre qu'environ 20 0/0, soit 1.600 kg., sont perdus par les diverses condensations dans les conduites et dans l'intérieur des machines; il resterait donc une disponibilité de 6.400 kg. de vapeur à l'heure, que le système proposé permet maintenant d'utiliser.

Comme la consommation d'une turbine fonctionnant entre la pression atmosphérique et une pression au condenseur de 0,45 kg., par exemple est d'environ 14,5 kg., par cheval-heure effectif, soit 16 kg., par cheval-heure électrique, on voit que l'application de notre système à un puits de mine devra permettre de produire une puissance additionnelle d'environ $\frac{6.400}{16} = 400$ chevaux électriques nets.

Si l'on prenait le parti d'utiliser dans les turbines la vapeur d'échappement des machines accessoires (machines de ventilateurs compresseurs) avant de l'envoyer au condenseur la puissance additionnelle récupérée atteindrait, par puits de mine, souvent plus de 1.000 chevaux électriques.

Les économies réalisables par l'emploi du système Rateau sont de deux sortes :

Economies dans les frais d'installation d'un groupe générateur de force électrique, et économies dans le prix de revient de l'énergie fournie par lui dans le cours de l'exploitation.

1^o Economies dans les frais d'installation. — Ces économies proviendront surtout de la suppression des chaudières qu'il eût fallu installer sans l'adoption de notre système, pour produire l'énergie électrique utile aux services auxiliaires de la mine; elles

proviendront aussi du moindre prix d'achat et d'établissement de la turbine et des dynamos par rapport à un groupe de même puissance supposé à pistons. Elles seront, par contre, en partie compensées par le coût même de l'accumulateur et de ses tuyauteries, mais il est bien évident que l'accumulateur coûtera toujours moins que des chaudières de puissance équivalente.

Ces divers éléments varieront considérablement d'importance relative suivant la puissance additionnelle demandée, la masse de l'accumulateur, ou le régime de fonctionnement de la machine principale et de l'exploitation en général ; il est donc bien difficile de fixer des chiffres. Nous pouvons estimer que, pour la production dans une houillère de 500 chevaux électriques absorbant environ 5.000 kg. de vapeur à l'heure, il faudrait dépenser au moins 80.000 francs de chaudières, tandis que le prix de notre accumulateur, avec 75 tonnes de fonte, les tuyauteries nécessaires et le coût de son installation, ne saurait s'élever à plus de 30.000 à 40.000 francs, soit déjà de ce chef une économie de 40.000 à 50.000 francs. D'autre part, l'établissement d'un groupe générateur à pistons, dynamos et installation comprises, coûterait, à raison de 225 francs par cheval, environ 112.500 francs, sur lesquels l'adoption de la turbine permettrait de réaliser une nouvelle économie probable d'environ 30 0/0, soit de 35.000 francs. Il semble donc qu'au total l'économie dans les frais d'installation d'une puissance additionnelle de 500 chevaux puisse atteindre, avec notre système, de 75.000 à 85.000 francs, soit à peu près 30 0/0 par rapport à une installation ordinaire. Ce ne sont là bien entendu que des hypothèses moyennes, mais elles suffisent à montrer que le système Rateau offrira, à l'égard de ces frais de premier établissement, une économie initiale absolument certaine.

2° Economies dans les dépenses courantes de production de la puissance additionnelle recueillie. — Il n'est pas nécessaire de comparer le montant total des dépenses de production de la puissance additionnelle créée, soit par une machine à pistons, soit par le système proposé, pour donner une idée des économies qui résulteraient dans les dépenses courantes d'exploitation ; ces

économies proviendront surtout de la suppression de toute dépense additionnelle de combustible pendant le fonctionnement de la machine primaire. Elles proviendront également de la suppression des chauffeurs, que l'établissement de nouvelles chaudières eût sans cela nécessités, ainsi que l'amortissement annuel des 30 0/0 d'économie réalisés sur les frais de premier établissement.

Pour les mêmes raisons que précédemment, ces économies ne peuvent être chiffrées d'une façon générale ; du moins est-il permis d'en donner quelque idée dans le cas déjà considéré d'une installation de mine à pourvoir d'une puissance additionnelle de 500 chevaux électriques ; elles seraient alors, par an, à peu près les suivantes, pour une marche de 10 heures par jour :

| | |
|---|-------------------|
| 1° Economie de charbon à 2 kg. par cheval, 10 tonnes par jour ou 3.000 tonnes par an, soit, à 10 francs la tonne. | 30.000 fr. |
| 2° Economie de personnel, 2 chauffeurs | 4.000 » |
| 3° Economie sur l'amortissement en 12 ans de l'installation, environ | 7.000 » |
| Au total. | <u>41.000 fr.</u> |

Ces économies proviendront donc en majeure partie de la suppression du charbon.

Il est à remarquer que ces économies annuelles, si l'on en déduit celles d'amortissement, représentent, pour une mine, par rapport au prix total d'installation du système : 25 0/0 du montant du devis. En d'autres termes, la dépense d'installation se trouverait ainsi complètement amortie par l'économie même réalisée sur les dépenses d'exploitation dans un espace de temps variant entre 3 et 4 années.

Les résultats obtenus aux mines de Bruay (Pas-de-Calais) sont indiqués avec beaucoup de détails dans le *Bulletin de la Société de l'Industrie minière*, 4^e série, tome II, 1^{re} livraison de 1903, et dans la *Revue universelle des Mines*, janvier 1904, page 17, publications auxquelles nous prions le lecteur de se reporter.

Récupération des huiles de graissage et des déchets d'huiles provenant des lampes de mineurs. — Les charbonnages ont intérêt, avons-nous déjà dit, à récupérer les huiles de graissage ayant servi aux machines, transmissions, etc. et à filtrer les déchets d'huiles provenant des lampes de mineurs. Les lampes après la remonte sont vidées et nettoyées. L'huile qu'elles contiennent est chargée de poussière et de bouts de mèches et autres impuretés. Une fois passée dans le filtre cette huile peut être réemployée. De là une économie considérable.

Récupération du poussier de charbon développé dans les ateliers de triage. — Il se développe abondamment du poussier de charbon dans les ateliers de triage au moment où la houille tombe du culbuteur. Des aspirations de ces poussières ont été récemment installées par un ingénieur parisien, M. Arthur Anker, aux mines de Liévin et par M. Lebrasseur, Directeur de la Compagnie Sturtevant, aux mines de Carmaux. Le poussier de charbon recueilli peut en particulier servir à l'alimentation des fours rotatifs à ciment.

Les installations dont il s'agit se composent de bouches d'aspiration, dont l'ouverture évasée est située au-dessus des culbuteurs. Le poussier de charbon pénètre par ces bouches d'aspiration, dans des conduites qui aboutissent à un collecteur général et puis à une chambre de collectionnement du poussier. L'aspiration est réalisée au moyen de puissants ventilateurs.

§ 2. — USINES MÉTALLURGIQUES

Utilisation de la chaleur contenue dans les gaz qui s'échappent des fours métallurgiques. — Jadis les gaz des hauts fourneaux se dégageaient librement et brûlaient en arrivant au contact de l'air. Depuis soixante ans, à l'échappement à l'air libre des gaz a succédé la fermeture du gueulard et les gaz sont employés à réchauffer l'air amené aux tuyères. S'il y a encore excé-

dent de gaz, partout où dans l'usine on emploie du charbon, il convenait de rechercher si le gaz ne pouvait pas être utilisé de préférence. Aussi l'a-t-on employé à griller des minerais, à chauffer des fours et surtout à alimenter les chaudières des machines à vapeur nécessaires dans l'usine, notamment pour les machines soufflantes des fourneaux, les pompes, les monte-charges et les engins de bardage des minerais et du combustible.

A côté de ces usages actuellement devenus, pour ainsi dire, classiques, il en est un autre qui permet d'utiliser bien plus avantageusement le pouvoir calorifique des gaz et qui, pour cette raison, tend à se développer chaque jour : c'est l'emploi des gaz des hauts fourneaux et des fours à coke pour l'alimentation directe de puissants moteurs à gaz.

Nous examinerons successivement ces divers modes d'utilisation :

Réchauffage de l'air amené aux tuyères. — On utilise une partie de la chaleur des gaz de hauts-fourneaux à chauffer le vent amené aux tuyères. Les appareils employés pour cela sont de vastes enceintes en briques réfractaires où circulent, à tour de rôle et en sens inverse, les gaz qui brûlent en échauffant les parois, puis l'air qui s'échauffe au contact des briques.

Ces appareils se rattachent à deux types principaux : le type Whitwel et le type Cowper.

Récupérateur Whitwell. — Le récupérateur Withwel se compose (fig. 33) de grands cylindres ou tours en tôle R, R', revêtus intérieurement d'une enveloppe en briques réfractaires, et divisés en plusieurs compartiments au moyen de cloisons planes également en briques réfractaires. Les gaz combustibles chauds provenant du gueulard arrivent dans le premier compartiment du récupérateur R' ; on y fait entrer en même temps une quantité d'air convenable, de sorte que ce premier compartiment est devenu une véritable chambre de combustion, et la flamme qui s'y produit parcourt de haut en bas et de bas en haut les autres compartiments en léchant sur toute leur hauteur les cloisons qui

les séparent, pour se diriger dans une cheminée d'appel ayant un tirage assez actif.

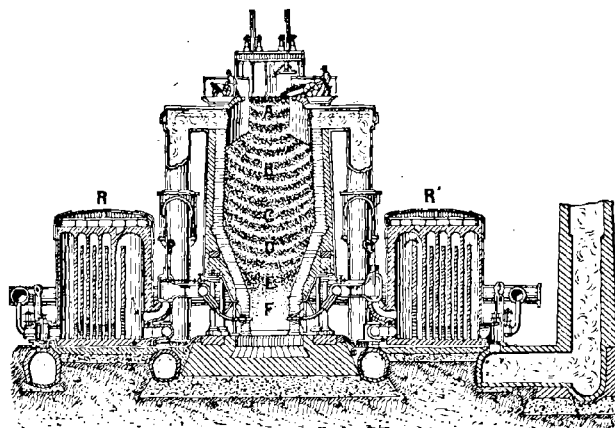


Fig. 33. — Récupérateur Whitwell.

Les cloisons se trouvent ainsi portées au rouge, on ferme alors la communication du récupérateur avec les gaz combustibles, l'air ambiant et la cheminée, et l'on ouvre une tubulure par laquelle pénètre le vent d'une machine soufflante ; ce vent qui parcourt en sens inverse le chemin qu'avaient parcouru les gaz du haut-fourneau reprend aux parois réfractaires la chaleur qu'elles ont absorbée et arrive chauffé au rouge aux tuyères du haut-fourneau. Quand la température des masses réfractaires est assez abaissée, on ferme la tubulure par où pénètre le vent et l'on ouvre les

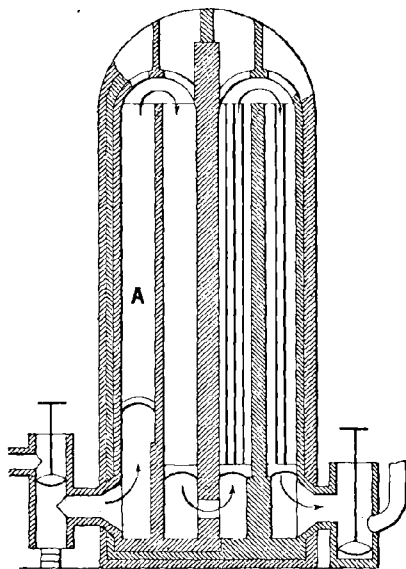


Fig. 34. — Appareil Whitwell modifié.

communications avec le gueulard, l'air ambiant et la cheminée. On continue ainsi par périodes alternatives, l'une servant à échauffer les parois du récupérateur par combustion des gaz du gueulard, la suivante à céder la chaleur absorbée à l'air qui arrive aux tuyères.

Les appareils Withwell ont été récemment modifiés (fig. 34) de façon à diminuer le nombre des circuits. Les gaz arrivent d'abord en A avec l'air puis suivent le parcours indiqué par les flèches.

Dans le *type Cowper* (fig. 35) les gaz brûlent dans une chambre de combustion cylindrique A ayant la hauteur de la cuve, redescendent au niveau inférieur à travers des empilages de briques qui occupent le reste de la section, constituant un circuit multiple

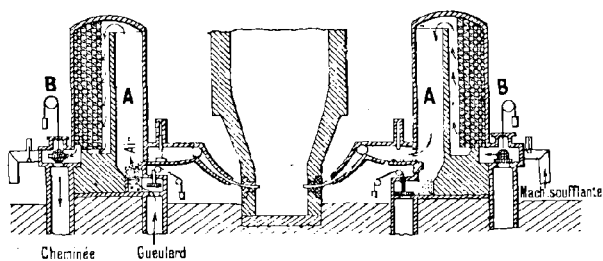


Fig. 35. — Récupérateur Cowper.

rectiligne peu résistant, les carnaux sont à section carrée ou circulaire. Le fonctionnement de ces appareils est identique à celui du Whitwell. Ils se prêtent à de fortes productions, ils ont généralement 6 à 7 m. de diamètre et 20 m. de hauteur et peuvent chauffer, entre 600 et 800°, 200 à 300 m. cubes d'air par minute; ils renferment une tonne de briques par mètre cube de volume utile.

Les Cowper présentent sur les Whitwell l'avantage de renfermer un poids de briques plus considérable et de présenter une surface de chauffe beaucoup plus grande par rapport au vide. Le seul inconvénient résulte de l'encrassement rapide des empilages par des poussières entraînées, ce qui exige des réparations fréquentes.

La manœuvre de ces appareils exige certaines précautions : au moment des renversements il faut n'introduire le vent froid qu'après avoir fermé le gaz et purgé l'appareil en laissant les brûleurs ouverts pendant un certain temps ; pour la manœuvre inverse il faut d'abord fermer la valve à vent chaud, puis celle à vent froid, ouvrir ensuite les brûleurs, puis la cheminée, la valve et le registre à gaz.

Autres récupérateurs. — Quelques autres types de récupérateurs se rapprochant plus ou moins des systèmes Whitwell ou Cowper ont été imaginés. Les plus connus sont les appareils Lévêque, Massick et Crookes, Harvey.

Dans l'*appareil Lévêque* les gaz circulent dans des chambres analogues à celles du Whitwell et passent ensuite dans une grande chambre cloisonnée comme un Cowper.

L'*appareil Massick et Crookes* est un appareil Whitwell dont les cloisons sont réalisées par des cylindres concentriques, les gaz brûlent au bas d'un cylindre central et circulent dans des chambres annulaires : l'air qui circule en sens inverse commence à s'échauffer à la circonférence extérieure et sort par le cylindre central qui est plus chaud ; la déperdition y est la moins grande possible.

L'*appareil Harvey* est un Cowper dans lequel les gaz traversent une chambre à cloisons en briques en montant et s'échappent par la voûte. L'empilage des briques remplit toute la chambre cylindrique et repose sur des voûtes inférieures constituant une chambre de combustion pour les gaz.

Chauffage des chaudières. — La haute température des gaz qui sortent des fours métallurgiques permet de les utiliser comme combustible pour chauffer des chaudières. Comme ces gaz contiennent habituellement beaucoup de poussières les seules chaudières les mieux utilisables sont les chaudières dites à tubes d'eau dont les plus connues sont les types Belleville, Babcock et Wilcox ; on a d'abord employé les chaudières tubulaires à retour de flammes, mais on y a renoncé aujourd'hui.

Les dispositions à adopter dépendent du genre des fours d'où s'échappent les gaz et de la nécessité qu'il y a à ne pas gêner le tirage.

Lorsque les gaz à utiliser sont des gaz de hauts-fourneaux ou de toute autre provenance, mais tels qu'ils contiennent encore une grande proportion de matières combustibles, on les fait d'abord arriver dans une chambre où se fait le mélange avec l'air nécessaire à la combustion, lequel arrive par des ouvertures réglables. Les gaz et l'air passent ensuite dans une chambre de combustion, pourvue au besoin d'une grille d'allumage et de chicanes de récupération et de brassage, avant d'arriver sous le faisceau tubulaire de la chaudière qui, à tous les autres points de vue, est construite comme les chaudières du même type qui utilisent directement les combustibles solides.

Dans le cas des fours à coke, les gaz, que l'on suppose ne plus contenir de matières combustibles, sont canalisés dans un conduit général venant déboucher à l'avant d'une chaudière ou d'une batterie de chaudières installées dans les conditions normales.

Dans le cas des fours à puddler, à réchauffer ou à souder la chaudière est employée directement à l'utilisation des flammes perdues du four correspondant. Elle peut être placée, par rapport à ce four, dans deux positions différentes ou bien à l'arrière du four ou au-dessus du four. Les chaudières du type Babcock et Wilcox sont placées au-dessus du four et sur une charpente appropriée, principalement quand l'emplacement fait défaut au voisinage du four. Pour les chaudières placées à l'arrière du four, la même maison emploie ou bien la chaudière ordinaire à réservoir longitudinal, lorsqu'on dispose de tout l'emplacement nécessaire, ou bien la chaudière type vertical.

Pour les installations métallurgiques fonctionnant à tirage naturel (fours à coke ou autres) il est important, avant tout, de ne pas gêner le tirage; la résistance au passage des gaz dans les intervalles des tubes des générateurs Belleville n'est que de 3 mill. d'eau environ. Le tirage ne se trouve donc pas influencé d'une manière gênante, dans ces conditions.

Lorsque la question de tirage n'est pas en jeu, comme c'est le cas pour l'utilisation des gaz des hauts-fourneaux, où l'on dispose d'une certaine pression, on peut appliquer des générateurs avec économiseurs, semblables, en tout point, à ceux employés pour le chauffage au feu direct.

Emploi des gaz des hauts-fourneaux et des fours à coke pour l'alimentation directe de moteurs à gaz. — Les hauts-fourneaux, comme l'a si bien dit M. Lencauchez, constituent les meilleurs des gazogènes : on sait en effet qu'un haut fourneau de 100 tonnes consomme au moins 100 tonnes de coke et fournit en vingt-quatre heures environ 400.000 mètres cubes d'un gaz dont le pouvoir calorifique est compris entre 900 et 1000 calories. Des essais simultanés faits, en 1894 et 1895, par MM. Thwaite, Echelhaeuser, Greisier, Bailly et Kraft, permirent de constater que les hauts-fourneaux pourraient servir de gazogène à de puissants moteurs à gaz et que cette utilisation rendrait possible l'emploi presque en totalité des calories dégagées par la combustion des gaz recueillis. Quelques difficultés pratiques résultèrent d'abord de l'entraînement par le gaz de poussières qui encrassaient rapidement les cylindres et obstruaient même les soupapes ; mais cet inconvénient est actuellement évité au moyen de chambres à chicanes avec rupture de courant, que doivent traverser les gaz avant d'arriver au moteur.

A Seraing (Belgique), un moteur à gaz installé par MM. Delamarre et Deboutville, d'une force de 200 chevaux, réalise le cheval-heure effectif par 3 mètres cubes $1/2$ du gaz des hauts-fourneaux ; ce même moteur ne consomme par cheval-heure que 100 litres d'eau et moins de 18 grammes d'huile et de graisse ; sa marche est aussi régulière que celle d'une machine à vapeur.

Dans la méthode Thwaite et Gardner la totalité des gaz s'oxyde au maximum par petites doses et les moteurs s'adaptent très bien à l'état du combustible à brûler. Les résultats économiques

du système sont importants, car tandis qu'il faut de 13 à 14^{m3} de gaz de haut-fourneau brûlant sous des chaudières pour produire le cheval-heure, il n'en faut que 2 à 3^{m3} pour obtenir le même résultat par cette méthode. Le nombre de calories nécessaire pour produire le cheval-heure indiqué est de :

43300 cal. par la vapeur.

10828 calories par le système Thwaite-Gardner.

L'emploi de ces gaz de hauts-fourneaux dans les moteurs doit être précédé de leur épuration. Cette épuration présente de grandes difficultés : les caisses d'épuration des usines à gaz d'éclairage sont insuffisantes pour retenir les fines poussières, car celles-ci traversent le filtre en sciure très facilement.

A ce point de vue il y a à distinguer deux opérations : la première est la précipitation des poussières lourdes qui se séparent avec la plus grande facilité. Cette opération, qui arrête 90 0/0 des poussières, se fait dans un appareil dit *Silésien* à joint hydraulique (fig. 36) et quelquefois (fig. 37) à 6, 8, 10, 12 compartiments

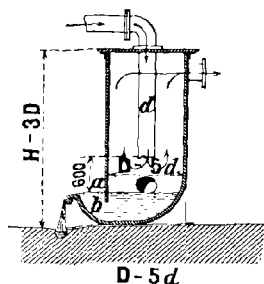


Fig. 36. — Appareil Silésien à joint hydraulique.

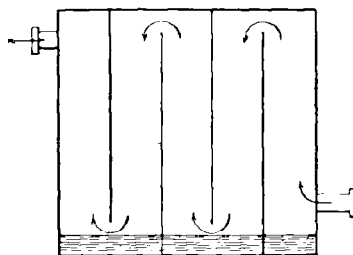


Fig. 37. — Appareil Silésien à plusieurs compartiments.

de 10 à 20 m. de hauteur, 1 m. 50 de longueur et 3 à 4 m. de largeur. La quantité de grosses poussières qui se déposent est variable selon la nature du coke, de la castine et du minerai, il n'y a donc pas à s'en occuper; mais il n'en est pas de même de celle appelée *sublimé* par les praticiens; celle-ci est à peu près la même partout; un mètre cube de gaz renferme environ 3 gr. de sublimé dont la composition est la suivante :

| | Hauts-fourneaux de Hayange | Hauts-fourneaux de Micheville |
|--|-------------------------------|----------------------------------|
| SiO ² | 25,40 | 31,20 |
| Al ² O ³ | 10,90 | 15,33 |
| FeO | 9,70 | 4,97 |
| CaO | 18,30 | 22,90 |
| MgO | 4,50 | 3,40 |
| CO ² , etc | 15 » | 12,22 |
| Alcalis, etc. (non dosés) | 15,80 | 4,18 |
| Magnésie | 4,90 | 6,10 |
| PbO | 6,65 | non dosé |
| CuO | 1,25 | — |
| ZnO | 2,20 | — |
| Cl | 5 » | — |
| PhOS | 1 » | — |
| S | 0,40 | — |
| | <u>121,00</u> | <u>100,00</u> |

Dans le sublimé de Hayange il y a environ 18 0/0 de matières solubles dans l'eau chaude, dans celui de Micheville près de la moitié de CaO et MgO sont combinés avec l'acide carbonique pour former des carbonates et l'autre moitié se trouve à l'état de chaux caustique et de magnésie plus ou moins hydratées.

On a constaté dans les poussières d'Hayange : qu'elles contiennent très peu de carbonate, ce que l'on reconnaît en les attaquant à l'acide ; qu'un dosage d'acide carbonique effectué sur des poussières légères a donné 1,5 0/0 d'acide carbonique, soit 3,4 0/0 de carbonate de chaux ; que la chaux et la magnésie sont dans le sublimé à l'état de silicates.

On a trouvé à l'état soluble :

| | | |
|---------------|------|--------------|
| KO | 1,85 | } = 3,49 0/0 |
| NaO | 1,66 | |
| CaO | 1,06 | |
| Cl | 0,92 | |

Ces corps pourront probablement être récoltés dans la suite

comme sous-produits, dans les eaux de lavage. Ce sublimé qui peut être facilement entraîné au loin, se dépose en croûtes adhérentes dans les tuyaux et conduites où il s'oppose à la conductibilité des parois qu'il peut réduire de moitié en très peu de temps et dans les moteurs à gaz il produit un effet désastreux en 40 ou 50 minutes. M. Lencauchez a constaté, en octobre 1900, qu'un moteur à 2 cylindres de 300 chevaux effectifs avait été mis hors de service en 45 minutes de marche : les cylindres et les pistons avaient été tellement rayés qu'il était indispensable de les aléser et tourner de nouveau ; aussi, pour éviter ces graves incon-

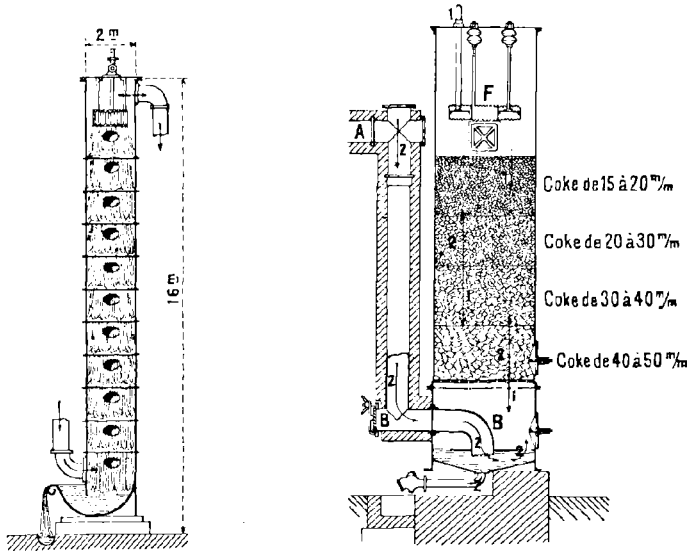


Fig. 38. — Détails des Scrubbers.

vénients, a-t-on été obligé de chercher des moyens d'épuration spéciaux.

Deux moyens sont actuellement employés :

- 1^o Le lavage par filtration ;
- 2^o Le lavage par chocs.

Pour le lavage par filtration on emploie des colonnes à coke ou

à fibres de bois : le coke doit être un grésillon criblé de 12 mm. au moins de grosseur et 23 mm. au plus.

Aux forges et aciéries de Hörde (Westphalie) il y a une double installation pour 200 chevaux de puissance totale. Le gaz,

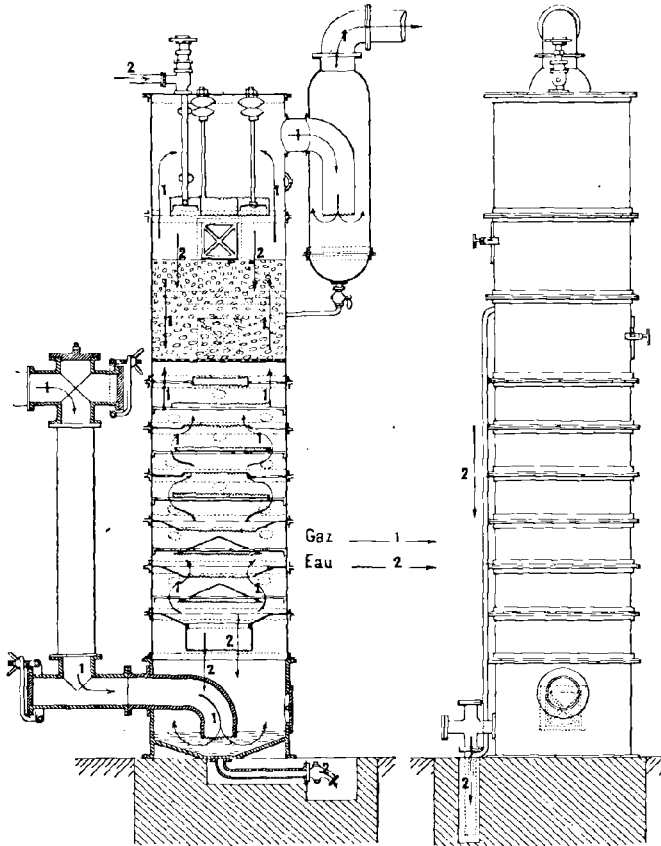


Fig. 39. — Marche du gaz et de l'eau dans les colonnes des Scrubbers.

après avoir perdu ses grosses poussières dans l'appareil silésien décrit plus haut, passe dans cinq colonnes (scrubbers) (fig. 38) de 16 m. de hauteur et 2 m. de diamètre disposées afin de pouvoir se monter et démonter facilement ; des regards permettent

de changer le coke ou la fibre facilement. Chaque tronçon est séparé de celui en dessous et de celui en dessus par une tôle perforée de trous de 8 mm. de diamètre qui sert de grille pour le coke ou la fibre, chaque tronçon ayant environ 1 m. de hauteur et recevant une charge de grésillons ou de fibres de 40 à 45 cm. de hauteur afin d'éviter le tassement. Une pluie d'eau abondante tombe de plateau en plateau puis arrive dans le joint où elle s'écoule dans une rigole qui la conduit à son bassin réfrigérant et de décantation (fig. 40) où elle est reprise par

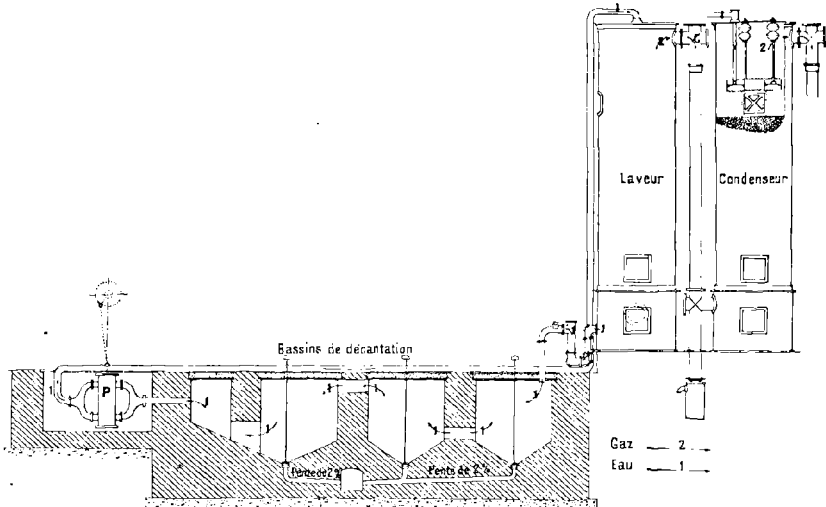


Fig. 40. — Détails des Scrubbers.

des pompes pour être refoulée dans sa colonne où elle retombe et ainsi de suite. Cette colonne (fig. 39) est disposée pour recevoir l'eau et le gaz et les évacuer. De temps en temps on enlève avec une raclette la boue qui se dépose dans le fond du bassin du joint hydraulique.

Le gaz est dix fois lavé dans cette colonne et, comme il y a cinq colonnes semblables, il est lavé 50 fois avant de se rendre au gazomètre ; comme pour les conduites à gaz d'éclairage, des

siphons d'évacuation sont placés à tous les points bas sur les tuyaux allant des laveurs au gazomètre et au moteur.

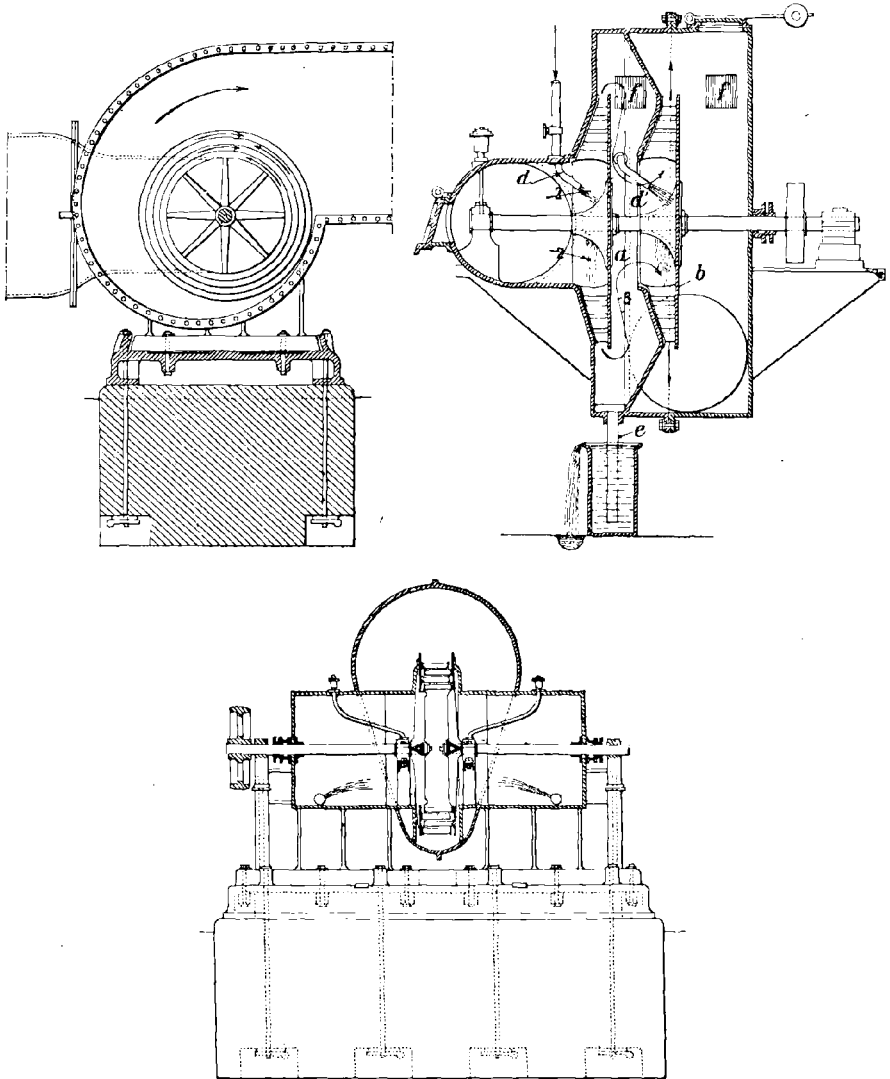


Fig. 41, 42 et 43. — Laveur centrifuge.

Le lavage par choc est obtenu avec un appareil centrifuge

tenant du ventilateur et du broyeur Carr. Cet appareil se compose (fig. 41 à 43) d'une enveloppe de ventilateur aspirant et soufflant et de deux plateaux porte-couronnes s'emboîtant l'un dans l'autre ; en faisant tourner les deux plateaux le gaz et l'eau de lavage sont précipités trois fois avec violence des aubes d'une turbine sur celles de l'autre avec des vitesses de 50 et 60 m. par seconde ; le gaz arrive dans les deux œillards et deux jets lancent dans ces œillards l'eau sous une pression de 15^{mm} d'eau. Comme dans le 1^{er} cas, cette eau sert indéfiniment, le gaz étant lancé chargé d'eau dans un siphon purgeur d'où celle-ci s'écoule continuellement.

Ce laveur est construit pour lancer dans le gaz 2 litres d'eau par mètre cube de gaz à épurer et 7 à 8 litres par heure et par cheval.

Afin d'éviter les inconvénients que présentent les laveurs pulvérisateurs actuellement employés M. Lencauchez a inventé un laveur pulvérisateur (fig. 44 et 45) qui consiste en un groupement de trois turbines, une centrale qui est double et deux latérales qui sont simples. La courbure des aubes est déterminée de façon à produire une pression assez élevée ; l'opération se fait par les turbines latérales qui refoulent dans la turbine centrale, de laquelle elles sont séparées par des cloisons qui augmentent beaucoup l'efficacité de l'appareil. La turbine centrale est considérée comme essoreuse mais on peut y faire une injection d'eau suivant les besoins. L'eau boueuse s'écoule dans une bêche inférieure par siphonnage.

D'après les renseignements donnés sur l'épuration du gaz aux aciéries de Hoerde, on a pratiquement, pour une puissance de 100 chevaux effectifs en activité :

1° Une consommation moyenne de 3.500 m³ de gaz par cheval et par heure ;

2° une consommation totale identique ;

3° 125 m³ d'eau employée par heure au lavage du gaz ;

4° $\frac{125 \text{ m}^3}{3500 \text{ m}^3} = 36$ litres d'eau de lavage par mètre cube de gaz ;

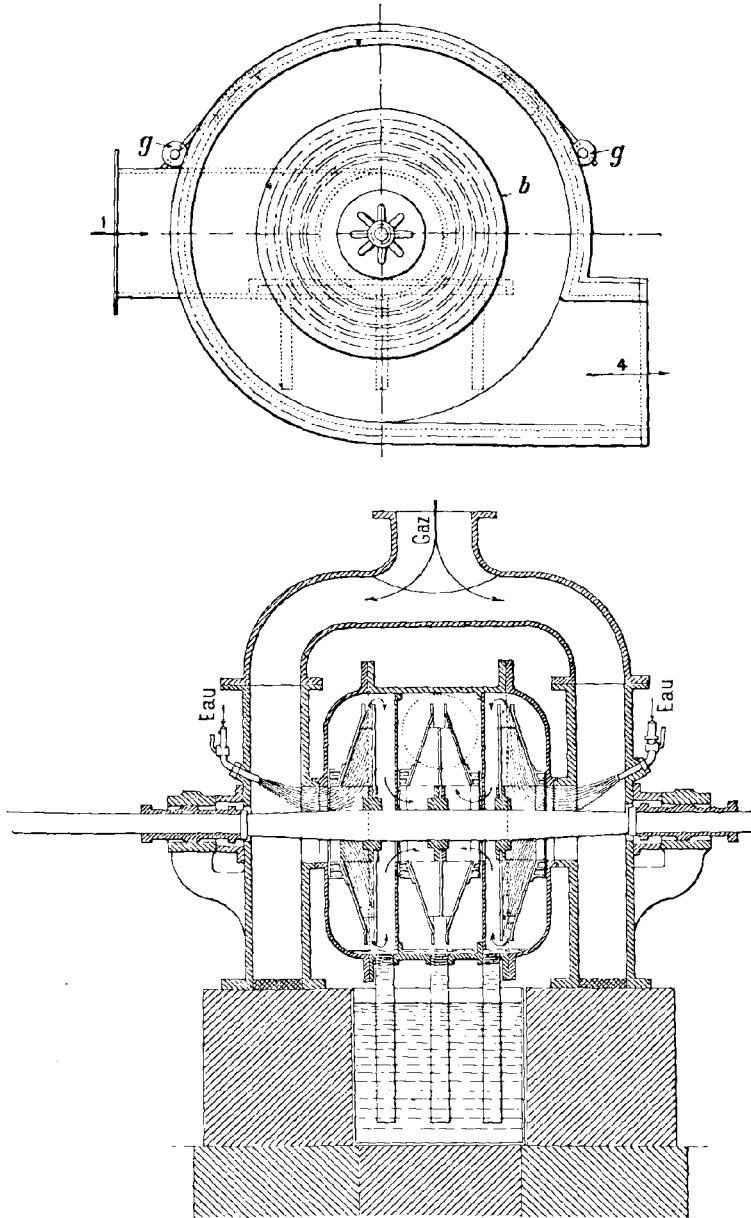


Fig. 44 et 45. — Laveur pulvérisateur de M. Lencauchey.

5° $\frac{125 \text{ m}^3}{1000 \text{ ch.}} = 125$ litres d'eau de lavage par cheval-heure effectif;

6° 34 à 35 litres d'eau en mouvement par seconde;

7° 20 m. de hauteur de refoulement pratique :

8° 15 chevaux sont nécessaires pour le travail des pompes ;

9° soit 1,5 0/0 de la puissance totale.

10° Par mètre cube de gaz ramené à 0° et 760 mm. le gaz sortant des chicanes silésiennes et entrant dans le 1^{er} laveur avec 3 gr. 1/3 à 3 gr. 3/4 de sublimé en sort du 5^e, après cinquante lavages, avec 0 gr. 03 de ce sublimé, soit avec une perte de 99/100.

11° La quantité d'eau de lavage employée pour précipiter 1 gr. de sublimé est donc de $\frac{36 \text{ l.}}{3} = 12 \text{ l.}$

12° Tous les quinze jours les cylindres, pistons, clapets et valves des moteurs sont à nettoyer ou à essuyer.

Une fois les gaz épurés et utilisables dans les moteurs il faut les y employer : les éléments que l'on doit connaître pour déterminer l'énergie disponible sont la *quantité de gaz*, son *pouvoir calorifique* et le *rendement des moteurs* (1).

La *quantité de gaz* produite par le haut-fourneau se détermine en admettant qu'une tonne de fonte élaborée correspond à 4100^{m3} de gaz, quant à son *pouvoir calorifique*, en admettant que la composition du gaz soit moyenne, il sera de 730 calories environ par mètre cube; en ce qui concerne le *rendement des moteurs*, de nombreux essais effectués permettent de donner le chiffre de 2500 calories comme consommation par cheval-heure effectif soit un rendement de 25 0/0. Ces éléments permettront de calculer l'énergie disponible par rapport à la production en fonte de l'usine.

Par suite des progrès accomplis dans la fabrication des moteurs

(1) Voir *Bulletin technologique des anciens élèves des Arts et Métiers*, août et septembre 1903.

il est possible de les construire suffisamment puissants, pour obtenir la force motrice dont on a besoin il est en effet démontré, par l'exemple de la Société Cockerill; que l'on peut obtenir des moteurs monocylindriques de 600 chevaux donnant des résultats satisfaisants, ce qui permet de constituer des groupes à 4 cylindres de 2400 chevaux, toutefois l'installation d'unités moyennes peut donner de meilleurs résultats, car on a une plus grande régularité de marche et plus de souplesse, puis l'arrêt accidentel d'une machine offre moins d'inconvénients.

Moteurs employés avec les gaz des hauts-fourneaux. —

Les moteurs employés sont généralement à 4 temps; toutefois des essais de moteurs à 2 temps ont donné dernièrement de bons résultats. Voici les types le plus fréquemment utilisés :

Moteur Otto. — Ce moteur est à 4 temps; il a commencé à fonctionner en 1895 à l'usine de Hörde (Westphalie). Il est à soupapes avec enveloppe à circulation d'eau; il comporte une chambre d'arrivée du gaz et une autre chambre où se fait le mélange avec l'air avant son introduction dans la culasse du moteur. La disposition des soupapes d'admission et d'échappement paraît bien comprise pour éviter l'encrassage par les poussières.

La régularité de marche étant parfois insuffisante on forme des groupes de deux ou quatre cylindres dans lesquels les périodes motrices sont alternées de façon à en avoir une ou deux par tour de l'arbre moteur.

Les constructeurs du moteur Otto viennent de créer un moteur à double effet à admission variable du mélange, dont la marche est très satisfaisante.

Moteur Delamare-Deboutteville. — Ce moteur est à 4 temps, il a été choisi par la Société Cockerill dans les essais qu'elle fit en 1895 sur un moteur de 8 chevaux et à la suite desquels un moteur monocylindrique de 600 chevaux fut construit en 1900. Il actionne une soufflerie.

Depuis cette époque plusieurs installations importantes ont été

faites avec le moteur Delamarre-Deboutville, à Neuves-Maisons, Jœuf, Pont-à-Mousson.

Moteur Oechelhäuser. — Moteur à deux temps (fig. 46) caractérisé par un cylindre ouvert aux deux extrémités et dans lequel deux pistons à fourreau se meuvent simultanément en sens inverse en actionnant un arbre à 3 coudes par l'intermédiaire d'une bielle

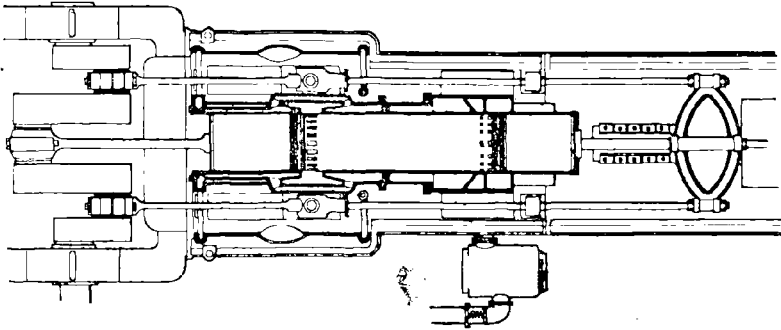


Fig. 46. — Moteur Oechelhäuser.

directe et de deux bielles en retour. Il n'y a pas de soupapes, la distribution s'effectue d'elle-même par le mouvement des pistons qui, selon leur position, ouvrent et ferment les lumières d'admission et d'échappement des gaz.

Ce moteur est très répandu en Allemagne où il actionne deux machines soufflantes et des alternateurs aux usines d'Ilsede; il est aussi employé à Hørde.

Moteur Letombe. — Moteur à 4 temps à double effet et à détente (fig. 47); la distribution se fait par soupapes commandées et la régulation permet de faire varier la richesse du mélange détonnant. Ce moteur permet d'obtenir des rendements excellents, mais il n'a encore reçu que peu d'applications importantes au gaz de haut-fourneau.

Moteur Kærting. — Moteur à deux temps et à double effet nouvellement réalisé (fig. 48), à soupapes d'admission mais sans soupapes d'échappement, lesquelles sont remplacées par des orifices

découverts par les pistons en temps utile. Moteur silencieux et fonctionnant bien, dont le succès tend à s'affirmer.

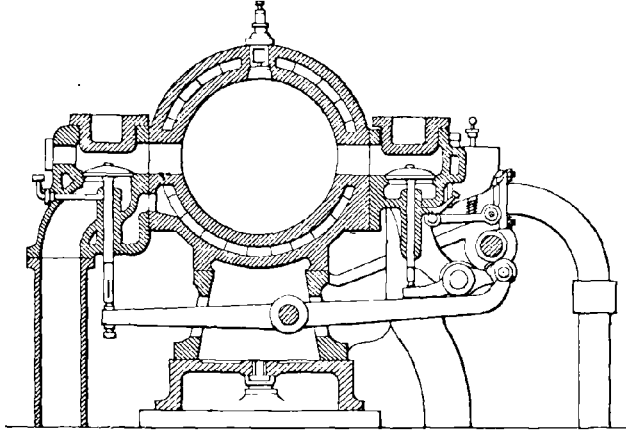


Fig. 47. — Moteur Letombe.

Plusieurs installations existent déjà à Pont-à-Mousson, Dalbruch (Westphalie).

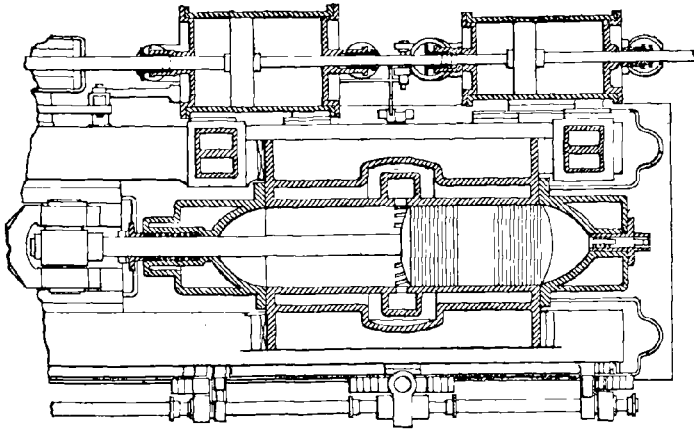


Fig. 48. — Moteur Kœrting.

Utilisation des gaz des hauts-fourneaux à l'usine Schneider et C^e, de Cette (Hérault). — Les gaz combustibles sortent du gueulard du haut fourneau à une température

moyenne d'environ $+150^{\circ}$ à $+250^{\circ}$. Ils passent d'abord dans les épurateurs secs (appareil silésien) consistant en une série de cylindres verticaux de $2^{\text{m}},50$ de diamètre, de $22^{\text{m}},50$ de hauteur, où les changements de vitesse et de direction qu'il subit font déposer les poussières lourdes principalement composées de minerais de fer en particules plus ou moins ténues entraînées par la haute pression du vent. Ces cylindres sont au nombre de six ; les trois premiers portent à la partie inférieure des clapets de vidanges pour l'extraction des poussières sèches ; les trois autres reposent sur une cuve d'eau munie de vannes pour la vidange des boues formées par la dissolution des poussières dans l'eau (1).

Après leur passage dans les épurateurs silésiens les gaz sont amenés à un épurateur à force centrifuge (brevet Ed. Theisen, de Munich) qui enlève les poussières légères en les brassant énergiquement avec un courant d'eau. L'appareil Theisen consiste essentiellement en un tambour à ailettes inclinées tournant à l'intérieur d'une enveloppe. Le gaz y circule en sens inverse d'un courant d'eau de mer. Par barbotage avec cette eau, le gaz est lavé et débarrassé de ses poussières. Trois parties sont à considérer dans l'appareil : une première où le gaz barbote avec beaucoup d'eau, une seconde où il y a peu d'eau et où le gaz se débarrasse de la majeure partie de l'eau qu'il a entraînée mécaniquement ; une troisième enfin, le sécheur, où le gaz abandonne les dernières traces d'eau entraînée.

Le débit est de 250 mètres cubes à la minute ; la consommation d'eau, de 4 litre environ par mètre cube de gaz épuré.

Débarrassé par les épurateurs silésiens et par le Theisen des poussières qu'il contenait le gaz est apte à être envoyé aux appareils Cowper ; l'excédent est actuellement employé à produire par combustion la vapeur nécessaire pour les machines soufflantes à vapeur.

(1) Francis Marre. Les Hauts-fourneaux Schneider et C^{ie}, de Cette. *Revue technique* du 25 octobre 1903.

Les appareils Cowper, au nombre de quatre de 30 mètres de hauteur et de 6^m,50 de diamètre extérieur, sont entièrement construits en briques revêtues d'une chemise de tôle; ils sont munis d'une cheminée latérale.

Une voûte en calotte repose sur l'armature métallique permettant ainsi à la tour de se dilater librement dans l'espace intérieurement circonscrit par la voûte hémisphérique supérieure. Les vannes de la cheminée sont à manche à fumée mobile et à fermeture obtenue par disque très fortement serré; les brûleurs sont à entrée d'air réglable par papillon; les disques en bronze des vannes à vent chaud sont à circulation d'eau. Une cheminée en briques alvéolaires de 75 mètres de hauteur dont le diamètre à la base est de 3^m,75 et au sommet de 2^m,95, dessert la batterie.

Le poids de chaque appareil est de 1000 tonnes celui du massif de fondation en béton armé est de 2500 tonnes.

Les gaz épurés du fourneau fournissent assez de chaleur pour chauffer le vent à +800°; la consommation en gaz des 4 appareils est d'environ 25 0/0 de la production totale (4mc.500 à 4mc.800 par kilog. de coke brûlé au fourneau).

Utilisation de la vapeur d'échappement des moteurs réversibles de laminoirs, des marteaux-pilons, etc. — Pour les moteurs dont il s'agit, l'application de la condensation et du compoundage devient plus difficile et moins efficace qu'elle ne l'est dans le cas ordinaire des moteurs à fonctionnement continu. C'est pourquoi la plupart des machines à débit irrégulier n'ont pas encore profité du bénéfice que leur apporteraient ces améliorations, et continuent par suite à perdre, dans leur travail à échappement libre, des quantités d'énergie considérables.

Le système proposé par M. Rateau et décrit ci-dessus (page 34) permet d'appliquer aux machines à marche intermittente tout le bénéfice de la condensation, en recueillant mécaniquement l'énergie considérable que l'échappement libre de ces machines emportait jusqu'ici dans l'atmosphère.

En considérant le cas des grandes aciéries M. Rateau fait re-

marquer qu'il n'est pas rare d'y rencontrer des machines réversibles de laminoirs, consommant environ 20.000 kg. de vapeur à l'heure ; de telles machines permettraient, d'après ce qui vient d'être dit, d'alimenter des turbines donnant effectivement 1.000 chevaux électriques. Et si on ajoute à la vapeur d'échappement de la machine principale les vapeurs d'échappement de toutes les autres machines motrices et notamment des marteaux, on pourra ainsi créer, pour une usine de consistance moyenne, usant 60.000 kg. de vapeur à l'heure, une puissance supplémentaire d'environ 3.000 chevaux.

Il est, du reste, à remarquer, d'après M. Rateau, que cette récupération de force serait, tout à la fois, plus simple, plus immédiate, d'un fonctionnement plus sûr, et surtout moins coûteuse qu'une récupération équivalente provenant de l'utilisation directe des gaz de hauts-fourneaux.

Emploi des laitiers. — Les laitiers des hauts-fourneaux constituent des résidus très encombrants que les maîtres de forges ont le plus grand intérêt à utiliser.

On a d'abord essayé de faire servir ces laitiers à l'empierrement des routes, mais ces matières, sans grande cohésion, se pulvérisent et se dispersent au vent.

On a voulu ensuite se servir des blocs de laitier pour la construction des digues. Le laitier était, à cet effet, enfermé dans des wagonnets cubiques en fer que l'on coulait en mer. Mais on a craint que l'eau de la mer ne produise à la longue une action modificatrice des laitiers et n'amène ainsi l'effondrement des digues.

On a également essayé d'en faire des pavés ; à cet effet on tailait le laitier en forme cubique.

On s'est encore proposé d'obtenir du verre à bouteille grossier en fondant le laitier au four Siémens, avec les proportions voulues de sable et d'alcali. Mais les résultats obtenus ont laissé à désirer.

Les emplois qui ont donné jusqu'ici le plus d'avantages sont :

- 1° La fabrication des briques, ciments, pavés et verre de laitier;
 2° La préparation d'un produit spécial connu sous le nom de laine minérale.

Ciment de laitier. — M. Farinaux reconnut, en 1883, que les laitiers calcaires contiennent les éléments constitutifs des ciments, mais moins de chaux et plus de silice (1), et que, par suite, en ajoutant la proportion voulue de chaux caustique, on obtient un produit ayant la composition du ciment. L'addition de 1,5 p. 100 de soude Solvay à 95 0/0 donne au ciment une plus grande facilité de prise. On peut d'ailleurs substituer à la pierre à chaux et à la soude caustique, les résidus épurés des usines à gaz.

MM. Gustave Raty et C^{ie} obtiennent un ciment de laitier en mélangeant à froid les scories des hauts-fourneaux avec de la chaux éteinte provenant de calcaires silico-magnésiques. Suivant les degrés d'hydraulicité, de dureté ou d'adhésion qu'on veut obtenir, on augmente les proportions d'argile, de silice ou de chaux. Toutes ces matières sont réduites en poudre très fine, très sèche et bien tamisée.

A Vitry-le-François on fabrique un excellent ciment avec le laitier provenant des hauts-fourneaux de Pont-à-Mousson. A la sortie du haut fourneau, il faut produire un brusque refroidissement de laitier; à cet effet on lui injecte, aussi près que possible de la tuyère, un excès d'eau sous pression qui l'entraîne dans un bac en maçonnerie où il se dépose sous forme de sable granuleux. On enlève le sable ainsi obtenu après chaque coulée en rejetant le commencement et la fin de chaque opération, et on le transporte à Vitry. Là on le dessèche (car il contient 9 p. 100 d'eau), en le répartissant dans des étuves ou séchoirs à tablettes, au moyen d'un transporteur. Chaque étuve se compose de quatre séries de planchettes en tôle superposées et inclinées en sens

(1) Les laitiers grenailés des usines de Mazières (Cher) ont la composition suivante :

| | |
|------------------|-----------|
| Silice. | 39,25 0/0 |
| Alumine. | 19,35 0/0 |
| Chaux. | 40,50 0/0 |

inverse. A sa sortie de l'appareil, le sable a encore une température de 150° après avoir été porté, à l'intérieur, à 600 ou 700°.

Le laitier étuvé est ensuite déversé dans la cuve d'une chaîne à godets qui le transporte à l'atelier de broyage. Ce laitier est d'abord déposé dans un crible mécanique, qui sépare les scories et autres corps étrangers, puis il est réparti par les conduits dans 6 broyeurs. A la sortie des broyeurs, le laitier pulvérisé est bluté. On obtient ainsi une farine grisâtre excessivement fine et onctueuse. Cette farine est mélangée avec de la chaux dans cinq mélangeurs constitués par des cylindres en tôle d'acier, tournant autour de leur axe horizontal. La production est de 1100 kilos de ciment en 80 minutes. A la sortie des mélangeurs, le ciment se déverse dans un vaste entonnoir en tôle, fermé à la partie inférieure par un obturateur qui sert à la mise en sacs. En Allemagne on obtint un excellent ciment de laitier en mélangeant 3 parties de poudre de laitier avec une partie de ciment romain.

MM. Claudel, Laroque et Barré ont observé qu'avec le ciment de laitier, il n'y a pas à craindre les boursoufflements faisant éclater la maçonnerie environnante, les éléments qui le composent n'étant pas susceptibles de se dilater. En vertu de son extrême ténuité, le ciment de laitier remplit mieux que tout autre les vides du sable, ce qui rend son emploi recommandable pour les travaux étanches. Les laitiers noirs, c'est-à-dire ceux qui contiennent une forte proportion d'oxydes métalliques, sont les seuls ne convenant pas à la fabrication du ciment.

Briques de laitier. — En faisant tomber le laitier dans un courant d'eau froide, on obtient un sable menu, dont on peut, par addition de chaux vive ou de gypse, faire du mortier et des briques. La résistance des briques ainsi façonnées est très grande. D'après Fischer, Wagner et Gauthier, 1000 briques de 0m 25 sur 0m 12 et 0m 065 exigent 3000 à 3500 kg. de laitier, dont la teneur ordinaire en eau est de 25 à 30 0/0 et 275 à 350 kg. de chaux vive.

A l'Exposition de 1900, la Compagnie des mines, fonderies et

forges d'Alais a exposé des briques de laitier faites à Tamaris. Ces briques ont les arêtes vives, une couleur grise sans oxyde de fer apparent. On les emploie déjà dans le pays sur une grande échelle.

La Société métallurgique du Périgord a annexé à son usine de Fumel une briqueterie pour la fabrication des ciments, blocs de toutes dimensions et briques avec les laitiers provenant de hauts fourneaux.

Pavés de laitier. — Les laitiers sont aussi employés pour la fabrication des pavés. Les pavés de laitier d'Altona se composent de laitiers morcelés, réunis ensemble au moyen de terre glaise. On comprime le tout et on fait cuire la masse jusqu'à la vitrification. Les pierres de laitier ne se creusent pas comme les pavés de grès et ne sont pas lisses comme les pavés de granit ; ils se laissent facilement mettre et enlever, ce qui a son importance pour l'établissement de conduites d'eau, de gaz, etc.

Verre de laitier. — On fait aussi du verre avec du laitier (brevet de la maison Chesland et Fisher de Wellinborough). Le verre est parfaitement diaphane, absolument malléable ou plastique, il résiste aux acides, le diamant le coupe bien ; il est bon marché.

Laine minérale, coton minéral et ouate de laitier. — L'idée d'utiliser les laitiers des hauts-fourneaux pour en faire le produit appelé laine minérale ou coton minéral a pris naissance en Allemagne, où elle fut réalisée pour la première fois dans une fabrique d'Osnabrück. L'ingénieur Lürmann avait constaté qu'en lançant par une ouverture étroite, sous une pression de 3 à 6 kilogrammes, un jet de vapeur, sur un courant de laitier fondu d'un doigt d'épaisseur environ, le laitier se divise en un nombre infini de petites sphères solides, lesquelles, en se détachant, arrachent un fil ou une fibre de la masse métallique, et forment comme une sorte d'étope, que l'on appelle laine minérale.

Dans une installation américaine on a disposé deux chambres dont chacune reçoit quatre jets de vapeur, et qui sont alternativement en service pour fabriquer la laine minérale avec le laitier fondu.

La laineminérale qui reste dans la chambre à vapeur, mélangée avec les petits corps solides ou grenailles, est recueillie et passée au crible. Le produit obtenu est principalement employé comme matière non conductrice de la chaleur. Il peut servir, au même titre que les substances en usage pour préserver les corps chauds, notamment les conduites de vapeur, du refroidissement extérieur.

On enveloppe les tuyaux avec du coton minéral, d'une façon aussi épaisse que le permet la pression de la main et, sans frapper. Une couche d'environ 8 cm. d'épaisseur suffit pour les tuyaux les plus larges. On enveloppe alors le coton minéral de ficelles ou de fils de fer de façon qu'il continue d'adhérer au tuyau. Quand on a enveloppé de cette façon 1 1/2 à 2 m. d'une conduite, on coud le tout dans une grosse toile d'emballage et on l'enduit de goudron, pour empêcher l'eau d'y pénétrer, car le coton minéral humide est meilleur conducteur qu'une substance sèche; pour un mètre carré superficiel, enveloppé de cette façon, il faut environ 4 kg. de coton. Un cylindre ou conduite de vapeur ainsi enveloppé ne laisse presque pas échapper de chaleur.

On recommande aussi d'envelopper les tuyaux, avec un cylindre de fer blanc ayant 150 mm. de diamètre de plus que le tuyau à envelopper. Le cylindre de fer blanc a une longueur de 300 à 400 mm. ; il est fendu dans le sens de la longueur en deux moitiés à relier entre elles au moyen de goupilles ou autre procédé analogue; chacune de ces moitiés porte au milieu une poignée. On pose le cylindre de fer blanc autour du tuyau, de façon que l'un des bouts soit fermé au moyen d'un bourrelet et l'on presse le coton minéral entre le tuyau et le cylindre de fer blanc qui a sur toute la circonférence 75 mm. ; l'on fait manœuvrer le cylindre en va et vient sur le coton minéral, et l'on enveloppe la partie qui est devenue libre, de fil de fer; on arrose la surface du coton de goudron et on le couvre ensuite d'une couche de 5 mm. de ciment. Il faut employer environ 100 à 120 kg. de coton minéral pour faire une enveloppe de 75 mm. d'épaisseur et d'un mètre carré.

L'incombustibilité alliée à la qualité de mauvais conducteur de la chaleur, recommandent aussi le coton minéral pour rembourrer les coffres-forts et caisses. On l'a aussi conseillé pour rembourrer le parquet des maisons. Avant d'employer le coton minéral pour cet usage, il faut examiner si la quantité de sulfure de calcium qu'il contient n'est pas trop grande, parce que l'acide carbonique et l'eau de lavage produiraient un gaz délétère ; on fait l'essai en mettant du vinaigre, sur du coton minéral préalablement imbibé d'eau.

Du même genre que la laine minérale, est le produit filamenteux que l'on emploie comme calorifuge et auquel on donne le nom d'*ouate de laitier*. Ce produit s'obtient par le refroidissement brusque du laitier qu'on fait couler encore liquide dans l'eau froide. L'emploi de ce produit comme calorifuge n'est vraiment pratique qu'à la condition de ne plus être touché une fois en place.

Scories de déphosphoration. — La fabrication de l'acier par le procédé Thomas et Gilchrist donne lieu à un sous-produit très important : les scories de déphosphoration.

Ces scories, qui entraînent les diverses impuretés de la fonte dans la transformation de celle-ci en acier, contiennent en particulier des quantités notables d'acide phosphorique ; de là leur valeur considérable comme engrais. La Société des Aciéries de Longwy produit 120 à 130 tonnes de ces scories par jour.

La composition moyenne de ces scories est la suivante :

| | |
|------------------------------|-------|
| Acide phosphorique | 46 49 |
| Silice | 7 00 |
| Oxyde de fer | 44 39 |
| Oxyde de manganèse | 6 40 |
| Alumine | 7 50 |
| Chaux | 47 60 |
| Magnésic | 3 70 |
| TOTAL | 99 69 |

On remarquera la forte teneur en chaux de ces scories, ce qui

en recommande plus particulièrement l'emploi dans les terres silico-argileuses où le chaulage est nécessaire, ainsi que dans les sols tourbeux acides envahis par le jonc et les sphaignes.

A cause de leur teneur en oxydes de fer ces scories agissent comme des désinfectants énergiques dans les étables ou dans les rigoles recevant le purin.

Les scories brutes, c'est-à-dire telles qu'elles sortent de la cornue de Bessemer, sont en morceaux plus ou moins gros ; sous cette forme, elles peuvent, à la rigueur, être répandues sur le sol, mais leur action est très lente et ne peut donner son plein effet qu'après plusieurs années.

Ces scories brutes, laissées à l'air, se délitent d'elles-mêmes en raison de leur forte teneur en chaux ; mais cette désagrégation se produisant par l'absorption de l'eau et de l'acide carbonique, il en résulte que ce produit désagrégé est moins riche en acide phosphorique que la scorie primitive.

Pour obvier à cet inconvénient, la Société des Aciéries de Longwy a installé un atelier très important, dans lequel les scories fraîches et non encore délitées sont réduites en poudre fine dans des broyeurs à boulets. Cette poussière est tamisée, puis mise en sacs pour les expéditions immédiates ou bien conservée dans un immense accumulateur d'une capacité de 10.000 tonnes, à l'abri de l'air et de l'humidité, d'où on l'extrait suivant les besoins. Les scories ainsi broyées conservent toute leur teneur en acide phosphorique.

D'après le professeur Scheibler, il y aurait intérêt à doubler par liquation les scories en deux parties, l'une riche en acide phosphorique et pauvre en fer, l'autre plus pauvre en acide phosphorique et plus riche en fer ; il suffit, pour atteindre ce but, de couler les laitiers dans de grandes poches, préalablement chauffées et mauvaises conductrices de la chaleur que l'on maintient dans un endroit chaud. On obtient ainsi deux couches distinctes : la supérieure constitue un riche phosphate basique et la seconde, qui contient presque tout le fer et le manganèse, est employée comme castine au haut fourneau.

Dans quelques usines les scories sont, après pulvérisation, soumises à la lévigation, ce qui enlève les deux tiers de la poudre qui représente la partie la plus riche en chaux libre. Pour faciliter la pulvérisation des scories, il y aurait intérêt à les laisser couler sur des matières humides, de façon à leur donner un état spongieux.

Récupération des sous-produits dans les fours à coke. —

La distillation de la houille avait, dès l'origine, uniquement pour but de produire du gaz d'éclairage et le coke était le seul sous-produit utilisé. Avec le développement de l'industrie métallurgique, le coke produit dans les usines à gaz d'éclairage ne suffit plus et il fallut établir des cokeries à proximité des houillères. Or, pendant très longtemps ces cokeries distillaient leur charbon dans des fours ouverts d'où s'échappaient en brûlant gaz et goudron. On se contentait quelquefois d'employer la chaleur de combustion des gaz dégagés pour réaliser le chauffage des fours ou celui de chaudières à vapeur.

Actuellement la carbonisation de la houille, effectuée dans le but d'obtenir comme produits principaux les gaz éclairants et combustibles ou le coke, fournit des eaux de condensation qui servent de matières premières dans la fabrication des sels ammoniacaux, des matières épurantes riches en cyanure pour les fabriques de prussiate, des goudrons qui, soumis à la distillation donnent de la benzine, du toluène, de la naphthaline, de l'anthracène, des huiles lourdes et du brai.

La difficulté de capter les sous-produits dans les fours à coke métallurgique fut assez grande, car on croyait que toute résistance additionnelle opposée au dégagement des gaz altérerait la qualité du produit principal : le coke. Ce n'est qu'à la suite des essais d'abord pénibles puis démonstratifs des fours Carvez, que l'on put sans inconvénient recueillir les matières condensables (ammoniaque, carbure, goudron) et employer les gaz soit au chauffage des chaudières à vapeur, soit pour les moteurs à gaz, ou encore pour l'éclairage.

Le procédé Carvez, plus ou moins amélioré par divers constructeurs, a donné lieu à plusieurs dispositifs de fours à récupération des sous-produits.

Par l'emploi des fours à récupération des sous-produits, aux lieu et place des anciens fours à coke, la France pourrait s'affranchir peu à peu de la Grande-Bretagne en ce qui concerne les carbures et les sels ammoniacaux. Elle produirait chez elle, avec sa propre houille, l'appoint de benzine nécessaire à ses usines de produits chimiques et à celle, qui ne manquera pas de devenir très importante, des appareils d'éclairage et de force motrice.

Quel que soit leur type, les fours à coke à récupération (1) de sous-produits présentent sur les fours sans récupération les avantages :

1° De donner, avec une houille déterminée, un rendement supérieur ;

2° D'utiliser avantageusement les charbons ;

3° De réaliser la récupération des goudrons, de l'ammoniaque et des autres carbures qui distillent du charbon.

L'augmentation de rendement s'explique en ce que la calcination se fait en vase clos, qu'il n'y a donc aucune combustion, le rendement en coke est supérieur de 2 à 4 0/0 sur celui des autres fours. L'utilisation avantageuse du combustible s'explique parce qu'il a été possible de régulariser et de répartir uniformément, dans les nouveaux fours, l'énergie calorifique contenue dans les chambres de combustion et d'accélérer la cuisson, car les houilles demandent à être carbonisées rapidement pour compenser les effets de la décomposition qu'elles subissent dans le four et qui leur fait perdre leurs propriétés agglutinantes.

En ce qui concerne la récupération des sous-produits, qui s'obtient par la condensation des produits volatils et le lavage des gaz dans des absorbants, c'est la partie de cette industrie qui a réalisé l'utilisation véritable de la houille.

(1) Renseignements extraits du *Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie Minérale*, 4^e série, tome II, 3^e livraison, 1903. « Note de M. Hurez. »

En Allemagne on tient sérieusement compte, pour l'établissement du prix du coke, du bénéfice de la récupération, de plus il en résulte un supplément de gaz constituant un véritable sous-produit qui est employé directement sous les chaudières ou bien dans des moteurs à gaz.

Contrairement à ce que l'on croyait, le coke des fours à récupération est comparable à celui obtenu dans les autres fours.

Les rendements en sous-produits sont d'autant meilleurs que la houille est plus grasse. Les meilleurs charbons à traiter dans ces fours sont les charbons franco-belge et westphalien contenant 19 à 24 0/0 de matières volatiles ; les rendements en sous-produits, par tonne, sont de :

- 18 à 23 k. de goudron,
- 6 k. 1/2 à 9 k. 1/2 d'ammoniaque,
- 3 à 5 k. de benzols,

ce qui donne une valeur de 4 fr. environ en sous-produits obtenus par tonne de houille.

Le principal inconvénient des fours à récupération réside dans des frais d'installation très considérables par rapport à ceux des autres fours, à cause de leur structure particulière, l'installation de machines spéciales et des appareils de condensation et de récupération, la nécessité d'un grand emplacement, d'un service hydraulique et de vaporisation plus importants.

Il y a aussi lieu de remarquer le caractère particulièrement dangereux et insalubre des usines à coke à récupération qui exigent des dispositions importantes pour atténuer ces inconvénients, car les eaux épuisées contiennent des cyanures et il se dégage des gaz insalubres CO_2 , H_2S , HCy , AzH_3 , sans compter les résidus de fabrication et les dangers résultant des usines à benzine, au point de vue des explosions.

Quoi qu'il en soit des nombreux inconvénients signalés, ils donnent encore sur les fours ordinaires une économie de 15 à 20 0/0, sans compter l'augmentation de rendement en coke et l'économie de l'utilisation des gaz.

Divers systèmes de fours à récupération. — Les divers systèmes de fours à récupération les plus employés sont les fours Otto, Collin, Solvay, Dury-Bernard et Coppée; ils sont à carneaux horizontaux.

La marche de ces divers fours peut être représentée par le schéma suivant :

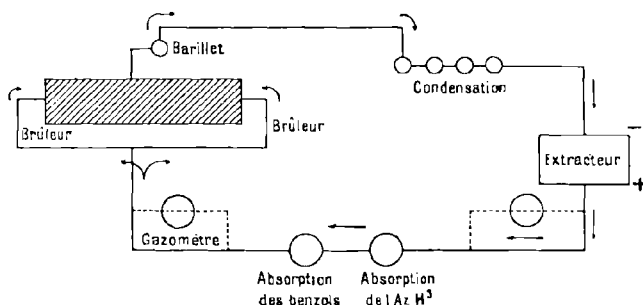


Fig. 49. — Schéma de la marche des fours.

Les gaz distillent dans la chambre de carbonisation, passent, sous l'influence de la dépression causée par l'extracteur (ventilateur), dans le ou les barillets où ils déposent la majeure partie de leurs goudrons (moins volatils) puis, dans une série de condenseurs (à air ou à eau) où, de la température élevée à laquelle ils sortent dans le barillet (90 à 150°), ils sont ramenés à celle de 20 à 25°. A la faveur de cette condensation ils déposent encore une certaine quantité de goudrons (légers et volatils) et d'eaux ammoniacales, qui sont ensuite séparés par densité. Les gaz refroidis passent ensuite dans l'extracteur qui les refoule dans une série de laveurs à AzH_3 et ensuite dans une série de laveurs à benzols. Dans certaines installations on fait précéder ces laveurs d'un appareil Pelouze et Audouin destiné à retenir mécaniquement les molécules de goudron en suspension dans les gaz. La circulation des liquides absorbants se fait en sens inverse de celle des gaz. L'ammoniaque et les benzols absorbés sont ensuite restitués par distillation.

Les gaz ainsi débarrassés de leurs sous-produits, qui repré-

sentent 3 à 4 0/0 des gaz dégagés, sont ensuite conduits vers les fours et introduits dans les chambres de combustion, contiguës aux chambres de carbonisation, où ils brûlent au moyen de brûleurs spéciaux. Les gaz brûlés passent ensuite sous les chaudières et vont de là à la cheminée.

Les différents systèmes de fours se caractérisent par leur structure, la disposition des carneaux et de la chambre de combustion et les dispositifs adoptés pour la répartition des gaz.

Ils doivent être :

1° *de construction* simple et solide ;

2° *d'une étanchéité parfaite* des parois des diverses chambres, pour éviter les pertes de gaz et faciliter le réglage de la combustion ;

3° *d'un réglage* facile, méthodique et sûr de la combustion obtenu par la construction rationnelle des carneaux et des brûleurs assurant la répartition uniforme et régulière de la chaleur. C'est là surtout que réside la supériorité d'un système sur l'autre ;

4° *aptés à supporter* indifféremment des enfournements secs et humides ;

5° *d'une disposition* facilitant l'entretien et les réparations et la parfaite étanchéité de la chambre de combustion.

On s'attache aussi actuellement à disposer les fours de manière qu'ils puissent marcher indifféremment avec ou sans récupération des sous-produits.

Certains constructeurs se sont attachés à réaliser des perfectionnements heureux, tels que le réchauffage de l'air destiné à la combustion, le chauffage plus énergique des fours à la base et la réduction de la température à la partie supérieure du combustible, ce qui est très important au point de vue du rendement en sous-produits.

Dans le même but on a réalisé des dispositions pour les brûleurs et les entrées d'air, qui permettent d'éviter les perturbations des coups de vent, et d'autres dispositions permettant d'utiliser au chauffage du four les gaz non introduits dans le barillet pendant l'enfournement.

En ce qui concerne les appareils de condensation, de récupération et de fabrication des sous-produits, les moyens employés sont comparables en efficacité, quoique très divers : les barillets sont à alimentation ou secs ; les condenseurs sont à eau ou à air ; les extracteurs, qui doivent être très soignés, sont munis de dispositifs qui permettent de régler automatiquement l'aspiration des gaz du four.

La récupération de l' AzH^3 et des benzols se fait avec l'eau froide et l'huile lourde de goudron, soit dans des appareils à *barbotage* offrant une assez grande résistance au passage des gaz, ce qui exige une dépense de force motrice, soit dans des appareils à *pulvérisation* qui sont plus volumineux.

Quant aux appareils distillatoires, ils dérivent de ceux employés pour la distillation de l'alcool.

Four Otto. — Dans ce four (fig. 50-51), les gaz dégagés du charbon et aspirés par l'extracteur passent dans les barillets par les colonnes d'aspiration K, parcourent les divers appareils de

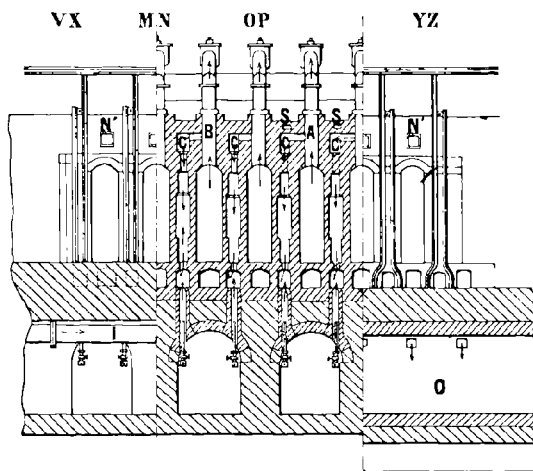


Fig. 50. — Four Otto (coupes transversales).

condensation et de récupération puis reviennent au four par un distributeur I sur lequel sont greffées les conduites secondaires

placées en sous-sol dans des galeries placées dans le massif et qui desservent des séries de 10 brûleurs par pied droit : le gaz des

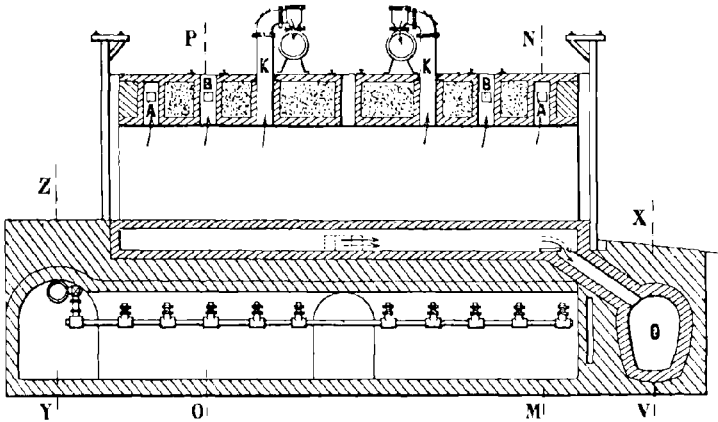


Fig. 51. — Four Otto (coupe par le milieu du four).

5 brûleurs de chaque moitié du four se répartit dans les 14 carneaux extrêmes, il monte dans ces carneaux pour se rassembler et descendre ensuite dans les carneaux du milieu et de là au collecteur *o* puis à la cheminée. Du côté intérieur la tôle n'est pas chauffée directement mais, grâce à l'admission du gaz par le bas, la température la plus élevée se trouve à la partie inférieure. La production du four dépasse 4 tonnes par 24 heures.

Dans les installations de Bochum, les batteries fonctionnent séparément et comportent chacune 30 fours, qui sont ancrés par des rails réunis deux à deux, dont le plus long sert de support à la voie du cabestan destiné à lever les portes. Il y a deux colonnes d'aspiration par four et deux barillets par batterie.

Le charbon enfourné a 22 à 26 0/0 de matières volatiles et 10 à 12 0/0 d'eau; on enfourne 7 t. 850 par four, la durée moyenne de la cuisson est de 36 heures et la production par four et par 24 heures est de 4 t. 05 de gros coke, 0 t. 10 de petit avec 0 t. 15 de déchets et un rendement en sous-produits, pour tonne de charbon, de : 20 à 30 kg. de goudron, 8 à 10 kg. de sulfate d'ammoniaque et 4 à 5 kg. de benzols rectifiés.

Le prix du four est de 7000 à 7500 fr.

Les appareils de récupération, de fabrication et accessoires avec machines, laveurs, etc., valent 10.000 fr. environ par four (les chaudières entrent dans ce total pour 1000 fr.).

Un four Otto complet avec *tous* ses accessoires coûte donc 18.000 à 20.000 fr. par four.

Les fours Otto présentent *les avantages* :

D'être simples et solides, de donner une forte production ; leur masse importante rend peu sensibles les variations d'allure ; ils supportent facilement les enfournements secs ou humides ; ils sont peu sensibles aux perturbations atmosphériques et permettent l'introduction du gaz par le bas, d'où température maximum à la base du four, ce qui a une certaine influence sur les rendements en sous-produits ;

Par contre, ils ont pour *inconvénients* de se régler difficilement et la disposition verticale des carnaux empêche de vérifier si les arrivées d'air et de gaz se font bien ; la température élevée des chambres où se trouvent les brûleurs ne permet pas leur vérification, ce qui serait avantageux ; de plus, il n'est pas facile de vérifier l'étanchéité des parois des fours et ils nécessitent des fondations et des massifs de maçonnerie importants et très coûteux. Il y a aussi parfois cuisson incertaine du côté où la sole n'est pas chauffée directement.

Four Coppée.— Dans l'installation qui a été faite par la maison Coppée aux charbonnages de Ressaix (Belgique), on peut marcher, au moyen des fours de son système, avec ou sans récupération.

Pour marcher avec récupération, on met en place et on lute soigneusement les registres ; les gaz dégagés reviennent au four après avoir été traités dans les appareils de récupération, où ils sont dirigés à l'avant et à l'arrière par des distributeurs portant les tuyères à gaz ; sur le dessus des fours, vers le milieu, deux autres distributeurs desservent d'autres tuyères.

Le gaz de l'avant est introduit à la partie supérieure du pied droit par un tuyau muni d'un robinet ; il descend par les carnaux, passe

sous la sole où se fait une nouvelle abduction de gaz, remonte les quatre carneaux suivants pour descendre de nouveau après avoir été régénéré dans les trois carneaux suivants, puis va passer sous la sole et dans le grand carneau.

De l'arrière le gaz est introduit à la partie supérieure et à la partie inférieure du pied droit et parcourt le trajet décrit pour le gaz ; avant de descendre dans les carneaux il s'adjoint du gaz frais venant du petit distributeur ; l'air nécessaire à la combustion est introduit par des cuvettes munies de secteurs de réglage ; elles sont au nombre de huit, il y a aussi des trous de 25 à 30 mm. placés au-dessus des tuyères et munis d'un registre de réglage.

Il y a deux colonnes d'aspiration et deux barillets qui fonctionnent à sec sans eau, ni goudron léger.

Le charbon enfourné contient 19 à 21 0/0 de matières volatiles et 9 à 11 0/0 d'eau ; la charge par four est de 8 tonnes environ, il donne 75 à 77 0/0 soit 5400 kg. de gros coke par four, 100 kg. de petit coke et 1 à 2 0/0 de déchets et cendres ; la cuisson s'effectue en 33 heures et il est opéré 19 défournements pour la batterie, en 24 heures ; la production par four et par 24 heures est de 4 tonnes de coke environ. Le rendement en goudron très riche en huiles légères est de 16 à 17 kg. par tonne de charbon, celui en sulfate d'ammoniaque atteint 9 kg. 500 et pour le benzol ce rendement est de 3 kg. 500 environ.

Ces fours reviennent à 4500 à 5000 fr. chaque et, avec les installations accessoires, on atteint 15.000 fr. environ par four.

Les fours Coppée présentent les *avantages suivants* : construction solide et simple ; bons assemblages donnant une étanchéité satisfaisante des parois ; fours robustes et rustiques ne nécessitant pas des matériaux spéciaux ; mise en marche et fonctionnement facile ; chauffage énergique à la base des fours favorable au rendement en sous-produits.

Par contre, ils ont les *inconvenients* de se régler difficilement, car ce n'est qu'après coup que l'on peut s'apercevoir des dérangements survenus ; les prises d'air et de gaz à la partie inférieure

des fours sont peu accessibles et l'étanchéité ne peut pas être vérifiée ; la cuisson des saumons est parfois incertaine dans la région du milieu par suite de la difficulté du réglage, ce qui oblige à tenir les fours très chauds.

Fours bien conçus, installations de récupération et de fabrication des sous-produits simples et économiques.

De nouveaux perfectionnements ont été apportés à ces fours, mais il est encore impossible de pouvoir se rendre compte des résultats qu'ils donnent.

Four Colin à carneaux verticaux. — Ce four Collin à carneaux verticaux marche indistinctement avec ou sans récupération.

Pour la marche en récupération on ferme les ouvertures au moyen de registres soigneusement lutés, on bouche les carneaux à air, les gaz se dégagent du charbon par deux colonnes de fonte débouchant dans les barillets et reviennent ensuite de l'extracteur par les distributeurs placés dans des galeries souterraines situées en dehors du massif des fours, des tuyères sont greffées sur ces distributeurs et se bifurquent en deux brûleurs qui introduisent le gaz dans les pieds droits ; ils parcourent les carneaux puis les soles des fours. Les brûleurs employés présentent la disposition des becs Bunsen, on introduit ensuite, si c'est nécessaire pour la combustion, de l'air chaud par de petits carneaux prenant naissance dans les chambres.

Des fours de ce système sont installés à Bauxel, à Marihaye : les batteries comportent 30 fours chacune et sont munies de deux barillets fonctionnant à sec ou avec les goudrons légers de l'appareil Pelouze ; l'installation des condenseurs marche à l'air et à l'eau ; les extracteurs marchent à vitesse constante. Le charbon contient 18 1/2 à 20 0/0 de matières volatiles et 9 à 12 0/0 d'eau, la charge du four atteint environ 5 tonnes et la cuisson dure 24 heures. La production de gros coke est de 80 0/0, soit 4000 kg. par four et par 24 heures. Le rendement en sous-produits est, par tonne de charbon, de 20 à 25 kg. de goudron, 8 k. 5 de sulfate d'ammoniaque et 4 k. 5 de benzols rectifiés.

L'installation de chaque four est évaluée à 6000 fr. et celle des appareils de récupération à 10.000 fr. environ.

Ces fours présentent les *avantages* d'une construction solide et soignée ; d'une répartition méthodique des prises de gaz pour obtenir une température maximum à la base des fours et aux têtes. Le réglage des brûleurs s'y fait une bonne fois pour toutes et leur disposition souterraine évite l'effet des coups de vent ; l'admission complémentaire d'air chaud dans la partie centrale du four permet d'éviter les élévations locales de température. La température que l'on y obtient est plus élevée d'une centaine de degrés que dans les autres fours. Ces fours récupèrent sans frais la chaleur qui tend à se perdre dans les fondations et les massifs.

Ils présentent les *inconvenients* suivants : leur disposition verticale ne permet pas de vérifier l'étanchéité des fours ; les passages directs des gaz n'existent pas dans la partie supérieure des carneaux. Cette disposition verticale se prête mal au réglage de la combustion, qu'il serait avantageux de pouvoir vérifier de temps en temps. Avant que la batterie soit bien réglée ou quand l'allure se ralentit on remarque des incuits en certains endroits et il faut tenir les fours très chauds pour les éviter.

Four Collin à carneaux horizontaux. — La maison Collin construit aussi des fours à carneaux horizontaux qui marchent indistinctement avec ou sans récupération des sous-produits. Dans la marche en récupération, la seule qui nous intéresse, on intercepte la communication entre les chambres de combustion et celles de carbonisation au moyen d'un registre que l'on lute soigneusement ; les gaz qui se dégagent passent dans les barillets et reviennent aux distributeurs placés dans des galeries souterraines après avoir passé dans les appareils de récupération. Ces distributeurs sont placés dans des galeries souterraines, longeant les fours, et sur lesquelles sont greffées des tuyères et des brûleurs analogues à ceux des fours à carneaux verticaux.

Dans chaque compartiment de la chambre de combustion se fait une introduction de gaz par le bas ; ce gaz chauffe le four aux extrémités et arrive dans la partie supérieure par une ouver-

ture réglable. Une autre introduction de gaz se fait dans chaque carneau par une autre série de brûleurs ; sous la sole des fours se fait une introduction directe de gaz qui donne un chauffage énergique à la base.

Des fours de ce système fonctionnent aux environs de Bochum (Westphalie) ; ils donnent les mêmes résultats que les fours à carneaux verticaux. Le four complet avec ses accessoires revient à 15.500 francs environ ; il possède tous les avantages des fours à carneaux verticaux et offre toutes facilités pour la surveillance de la combustion. Il y a lieu de remarquer que des soins apportés à la mise en marche peuvent dépendre le fonctionnement et les rendements d'une batterie.

L'étanchéité de ces fours est parfaite, mais il faut souvent visiter les registres fermant les ouvertures d'entrée d'air.

Comme les fours verticaux, ils offrent l'inconvénient de donner des circuits dans la partie centrale quand l'allure de chauffage se ralentit et pendant la mise en marche, mais cet inconvénient n'existe pas en marche normale.

Four Smet-Solway. — Ce four est constitué par un massif de maçonnerie formant une série de voûtes reposant sur des pieds droits pleins et à l'intérieur desquelles sont appliquées des cornues à minces parois à joints emboîtés qui sont en trois rangées superposées, par paroi de four. Les extrémités de chaque four sont munies de châssis en fonte maintenus par des tenons avec ancrages ; du côté de la sortie du coke la porte est à levier ; elle possède une chemise en tôle, et coulisse dans un châssis en fonte, ce qui permet d'obtenir des lutages hermétiques ; du côté de la défourneuse, la porte est à gonds, à la suite de laquelle se trouve une deuxième porte en tôle destinée à préserver du refroidissement la tête du four. Les bouches d'enfournement sont fermées par des obturateurs à ressorts. Ce four ne peut pas marcher sans extracteur ; il est nécessaire d'employer un gazogène pour la mise en marche. Les gaz dégagés et aspirés par l'extracteur passent dans un barillet spécial à alimentation d'eau et barbotage, puis, après avoir passé dans les appareils de récupération, ces

gaz reviennent aux fours où ils sont dirigés par des distributeurs desservant des tuyères à gaz constituées par des tuyaux munis d'obturateurs et de robinets de réglage.

Les gaz entrent dans la rangée supérieure des cornues, descendent aux carneaux sous la sole en parcourant les autres rangées de cornues, puis se mélangent avec une autre rentrée de gaz qui se fait dans la rangée intermédiaire et ils vont sous la sole où ils se réunissent aux autres courants gazeux et vont au collecteur ; l'air nécessaire, appelé par la cheminée dans des carneaux placés sous la sole, s'échauffe vers 200 ou 300°, remonte vers les pieds-droits, il vient déboucher près des cornues d'où on l'envoie dans les chambres de carbonisation par des ouvertures réglables. Tous les gaz brûlés d'une batterie se réunissent dans un collecteur qui les conduit sous les chaudières.

Ces fours, quoique plus petits, coûtent plus cher que les autres, à cause de la confection des loges pour les cornues et de la cherté des cornues elles-mêmes, aussi reviennent-ils à 16.000 francs environ par four avec les accessoires.

Avec des charbons contenant 21 à 22 0/0 de matières volatiles et des charges de 4 tonnes environ par four, on obtient, par 24 heures : 3.600 kg. de gros coke, 150 kg. de petit coke et par tonne de houille : 20 à 25 kg. de goudron, 7 à 10 kg. de sulfate d'ammoniaque et 4 à 5 kg. de benzols.

Avec des charbons à 17 à 18 1/2 0/0 de matières volatiles les résultats sont, en 24 heures : charge introduite 5.000 kg.; gros coke 3.600 kg., petit coke et cendres 200 à 250 kg. et par tonne de houille : 14 à 16 kg. de goudron, 6 1/2 à 7 kg. de sulfate d'ammoniaque, 2 1/2 à 3 1/2 kg. de benzols.

Ces fours présentent les *avantages* suivants : construction simple et grandes facilités pour la réfection des parties détériorées à cause de l'indépendance des fours entre eux, et cela sans entraver la marche des autres. Ils permettent d'obtenir, sans compression du charbon, d'excellent coke métallurgique, à cause de la rapidité de propagation de la chaleur dans les cornues. Utilisation de la chaleur perdue par les fondations au réchauffage de

l'air destiné à la combustion des gaz, d'où économie de ces derniers. Inspection facile des carneaux par suite de leur disposition. Installation soignée des appareils de récupération et de fabrication des sous-produits.

Par contre, ils présentent *divers inconvénients* : les joints à emboîtement des cornues se disloquent rapidement par suite des dilatations et des contractions répétées. Ces cornues sont difficiles à exécuter sans défaut et coûtent très cher ; de plus, à cause de leur faible épaisseur, elles supportent difficilement les changements de température et se fendillent très vite ; de plus, les joints à emboîtement ne sont que relativement efficaces. Le réglage de la combustion dans les cornues est difficile et assujettissant, cette difficulté est augmentée par la distance que les gaz et l'air ont à parcourir.

La colonne d'aspiration des gaz offre des difficultés au dégagement du gaz au commencement de la distillation, elle s'engorge facilement.

Les fours Solvay ne peuvent pas marcher sans extracteur, de sorte qu'en cas d'accident aux conduites ou appareils, la fabrication est arrêtée.

Par suite de ses dimensions exigües, le rendement en coke en 24 heures est moins élevé que dans les autres systèmes de fours.

Par suite des inconvénients que présente l'emploi des cornues minces à emboîtement, la Société Solvay a effectué des essais de construction de parois en petites briques donnant aux carneaux les mêmes dimensions que celles obtenues avec les cornues ; les premiers résultats obtenus ont été satisfaisants en ce qui concerne l'étanchéité des parois et certains inconvénients signalés disparaissent ou s'atténuent.

Four Bernard. — La maison Dury-Bernard a installé aux mines de Lens 180 fours système Seibel modifiés (fig. 52 à 54).

Dans la marche avec récupération de ces fours on bouche les ouvertures A, B, C, D avec des briques réfractaires lorsque le four est suffisamment refroidi, puis on enlève les tampons K des bouches M. Les gaz aspirés par l'extracteur passent dans les

barillets et après avoir été traités par les appareils de récupération reviennent aux fours où ils sont dirigés à l'Avant et à l'Arrière, au

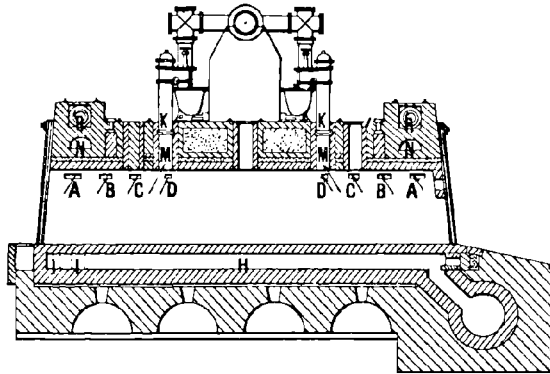


Fig. 52. — Four Bernard (coupe par le milieu du four).

moyen des distributeurs R greffés sur des tuyères à gaz de 50 mm. munies de robinets de réglage et qui débouchent dans des boîtes

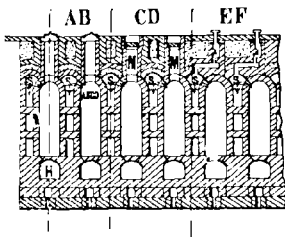


Fig. 53. — Four Bernard (coupe en travers).

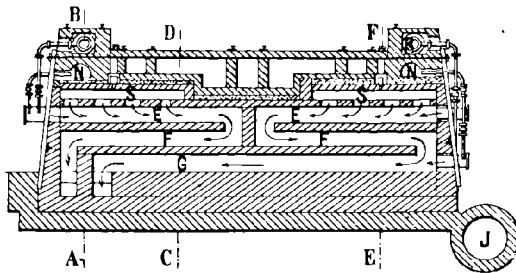


Fig. 54. — Four Bernard (coupe par le piedroit).

en fonte O où arrive en même temps l'air nécessaire à la combustion, qui est amené par un conduit N passant dans les massifs des fours où il s'échauffe de 400° environ.

A l'avant des fours, vers la sortie du coke, il y a une introduction de gaz dans le carneau supérieur E; il y a aussi à l'arrière une introduction de gaz dans les deux carneaux E et G.

Les batteries comprennent 30 fours chacune et sont munies de

deux barillets en fonte à section croissante, afin de régulariser l'aspiration des gaz.

Le goudron des barillets et les gaz de deux batteries contiguës se réunissent dans une même conduite et les extracteurs possèdent un régulateur précis. Un appareil Pelouze est placé sur la conduite de refoulement pour condenser les goudrons légers en suspension, puis viennent les laveurs à AzH^3 et à benzine et un gazomètre régulateur de distribution du gaz aux tuyères.

Le charbon enfourné contient 22 0/0 de matières volatiles en moyenne et 8 à 10 0, 0 d'eau. La charge est de 7 tonnes par four et la cuisson s'effectue en 34 heures. On obtient par four 5.500 k. de bon coke soit 3.800 k. par four et par 24 heures.

Les rendements en sous-produits atteignent, par tonne de charbon :

| | |
|---------------------------|------------|
| Goudron | 22 à 24 k. |
| Sulfate d'ammoniaque. | 7 k. |
| Benzols rectifiés | 4 à 5 k. 2 |

Le prix de revient de ces fours avec tous les accessoires est d'environ 15.000 fr. par four.

Les fours Siebel-Bernard présentent les *avantages* suivants : construction simple et très solide, le parcours des gaz étant visible partout on peut en surveiller très efficacement la marche ; réglage facile par suite de la régularité de l'aspiration et de la distribution du gaz ; étanchéité absolue ; insensibilité aux variations d'allure et récupération sans frais de la chaleur.

Les *inconvenients* qu'ils présentent résultent de ce que la partie centrale du four est difficile à chauffer, surtout lorsque l'allure n'est pas suffisamment accélérée, ce qui oblige à tenir le four très chaud ; les perturbations atmosphériques impressionnent sensiblement le four.

CONCLUSION. — On peut conclure de tout ce qui précède que les divers fours à coke examinés sont bons mais que si l'on recherche un four de conduite facile, qui permette de se rendre

| SYSTEMES | DISPOSITION des carneaux des pieds-droits | DIMENSIONS intérieures DE LA CHAMBRE de carbonisation | HOUILLE | | DUREE DE LA CUISSON | Rendement en gros. Coke | | Rendement en sous-pro- duits par tonne de charbon en- fourné. | COUT DE L'INSTALLA- TION | | PRIX DE REVIENT PAR TONNE DE COKE | | | | VALEUR DES Sous-Pro- duits PAR TONNE de coke (1) | BÉNÉFICE par tonne DE COKE |
|--------------------|--|---|--------------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|-------------|---|--------------------------------|----------------|--|------|------|------------------------|---|-------------------------------------|
| | | | chargée dans le four. | Rhumidité. | | Matères volatiles. | pour cent. | | par four et par 24 heures. | Kg. | supposée pour produire 100 t. de coke en 24 heures. | Fr. | Fr. | FABRICATION DU COKE | | |
| Otto | verticale | Mètres 10 × 2 × 0,58 | Kg. 7850 | 0/0 10,12 | 0/0 24 | heures 36 | Kg. 4050 | Kg. 46 | Fr. 15000 | Fr. 3900000 | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | Fr. | |
| Coppée | id. | 10 × 2,05 × 0,525 | 7000 | 9,41 | 20 | 33 | 3900 | Sulfate d'ammo- niacque 3,5 à 5 | à | à | à | à | à | à | à | |
| Collin | id. | 10 × 2 × 0,45 | 4925 | 9,42 | 19,5 | 24 | 3950 | Benzols rectifiés 3,5 à 5 | 19000 | 4600000 | 1,20 | 0,20 | 0,50 | 0,70 | 4,45 | |
| id. | horizontale | 9 × 1,70 × 0,46 | 4100 | 6 | 22 | 22 | 3625 | | | | 1,20 | 0,20 | 0,50 | 0,70 | 4,45 | |
| Sohray | id. | 9 × 1,70 × 0,36 | 3800 | 3 | 18 1/2 | 18 1/2 | 3600 | | | | 1,20 | 0,20 | 0,50 | 0,70 | 4,45 | |
| Bernard | id. | 10 × 1,90 × 0,57 | 7000 | 8 à 10 | 22 | 34 | 3800 | | | | 1,20 | 0,20 | 0,50 | 0,70 | 4,45 | |
| Four ordn. | » | 9 × 1,90 × 0,60 | 3200 à 5600 | 19 à | 49 | 48 | 702200 à | | 3000 | 435000 | 1,10 | 0,10 | 0,60 | 0 | 0 | |
| Coppée ou Bernard. | verticale | 9 × 1,35 × 0,52 | 3400 à 3600 | 14 1/2 à 28 | 28 | 24 | 782400 | 0 | 4000 | 160000 | 1,10 | 0,10 | 0,60 | 0 | 0 | |

(1) Gaudron valant de 25 à 30 fr., les 100 kg. -- Sulfate d'ammoniaque valant de 27 à 28 fr., les 100 kg. -- Benzols à 25 fr., les 100 kg.

compte à chaque instant de son bon fonctionnement et de son état, le type à carneaux horizontaux est le plus avantageux, quoique le four à carneaux verticaux soit, généralement, plus solide et plus durable.

Le tableau d'autre part résume les données des fours précédemment décrits :

Il résulte des indications données par ce tableau que le bénéfice que procure le four à récupération sur le four ordinaire est de 2 fr. à 2 fr. 90 par tonne de coke, soit une augmentation du revenu annuel de 18,5 à 22,7 0/0.

§ 3. — UTILISATION DES RÉSIDUS DE FONDERIE

L'emploi des résidus de fonderie est indiqué par M. Le Verrier, dans son intéressant ouvrage « La fonderie », auquel nous empruntons ce qui suit.

« Les résidus de fonderie de toutes natures doivent être tamisés (après broyage s'il y a lieu) et les gros morceaux sont triés à la main pour recueillir les fragments métalliques qu'on refond avec les croûtes de moulage.

Dans les fonderies de bronze, on refond aussi les scories avec les résidus au cubilot ; on y ajoute 25 0/0 de castine, 4 à 5 0/0 de spath fluor et 40 0/0 de coke.

Il importe, dans ces fonderies, de réduire, autant que possible, le déchet : les résidus et les balayures qui doivent être triés avec soin des matières fines, poussières ou terres broyées, sont tamisées et lavées. On les divise, par exemple, en quatre catégories par des tamis aux dimensions de 12mm, 2mm5 et 0mm8. Le refus est trié à la main ; les deux classes suivantes lavées au bac à piston ; le fin passe dans un bac conique à courant d'eau ascendant, avec ajutages à diverses hauteurs, où les sables se classent suivant leur richesse. Toutes les matières assez riches en métal sont refondues. »

Cueillir et creusets cassés des fonderies de cuivre. — Les

cueillers et creusets cassés des fonderies de cuivre contiennent de grandes quantités de ce métal, que l'on peut extraire en les traitant par de l'acide chlorhydrique additionné d'une petite quantité d'acide nitrique; le cuivre et le fer entrent en dissolution.

On précipite le cuivre à l'état de cuivre de cémentation au moyen de ferraille et on le sépare par agitation avec de l'eau et décantation. Ce cuivre pur peut être vendu comme tel ou transformé par grillage dans des fours à manche en oxyde noir qui sert à la fabrication des bleus céramiques. On traite de même les briques imprégnées de cuivre provenant des appareils à fabriquer le chlore (Procédé Deacon).

Vieux sable. — Pour le moulage, on mélange le sable vieux au sable neuf. Lorsqu'on veut préparer des sables à la houille c'est-à-dire pour le moulage des pièces de moyenne grosseur dont on ne doit pas sécher le moule, la proportion de sable vieux varie entre $\frac{2}{3}$ et $\frac{4}{5}$. On diminue cette proportion pour les sables utilisés à la préparation des moules qui doivent être séchés.

Fumées métalliques. — Certaines industries métallurgiques, telles que la fabrication du plomb, du zinc, de l'antimoine et de l'arsenic, donnent lieu à des dégagements de fumées métalliques qui sont très difficiles à capter. Ces fumées déterminent une perte de matière appréciable et empoisonnent les voisins.

M. Lebrasseur, directeur de la Compagnie Sturtevant, a imaginé un dispositif consistant à placer un aspirateur en queue des appareils et à pulvériser de l'eau dans l'œillard d'un ventilateur. Sous l'action de la force centrifuge, les fumées et l'eau, qui ont une densité beaucoup plus grande que l'air, se trouvent projetées à la circonférence et intimement brassées. On obtient ainsi une épuration complète alors que les tours et scrubbers les plus compliqués sont souvent insuffisants.

CHAPITRE II

UTILISATION DES DÉCHETS DES ATELIERS DE CONSTRUCTION MÉCANIQUE ET DE TRAVAIL DES MÉTAUX

Emploi des copeaux et autres déchets de fer pour la préparation du vitriol vert. — Le travail des machines outils fournit des copeaux qui peuvent être utilisés à la préparation du vitriol de fer ou vitriol vert (sulfate de fer). A cet effet, ces copeaux, ainsi que les autres déchets de fer et la vieille ferraille sont dissous dans de l'acide sulfurique à 60° Baumé provenant du Glover. L'attaque se fait dans de grands cuiviers en bois doublés de plomb et munis d'un faux fond doublé aussi de plomb sur lequel se dépose la ferraille. Au-dessous du faux fond vient déboucher un tuyau de vapeur destiné à élever la température du mélange qui ne doit pas atteindre 70°.

Le carbone combiné dans le fer est mis en liberté sous forme d'une poudre noire très fine. On s'en débarrasse, en partie, en laissant les liqueurs chaudes et saturées se clarifier dans des bacs intermédiaires, d'où elles sont dirigées dans les cristallisoirs. Les cristaux doivent être lavés pour enlever ce carbone (Sorel).

Emploi des copeaux de tours pour le scellement du fer dans la pierre. — Il suffit de faire fondre dans une marmite les copeaux de tours, préalablement brisés, avec du soufre en carotte. On prend habituellement des volumes égaux de copeaux et de soufre. Le mélange ainsi obtenu convient très bien pour

le scellement du fer dans la pierre et donne les mêmes résultats que le mastic composé d'une partie de chaux hydraulique, deux parties de poudre de tuileaux et une demi-partie de limaille de fer, le tout mis en pâte au moyen de l'huile de lin.

Emploi des copeaux de tours pour le revêtement du sol des ateliers. — Dans les ateliers où le feu est nécessaire au travail on compose souvent le sol d'argile à laquelle on ajoute des copeaux de fer.

Emploi de la limaille de fer et de la limaille de fonte. — Les limailles de fer et de fonte entrent dans la composition de divers mastics dont nous donnerons la composition :

1° *Mastic de rouille.* — Ce mastic est employé avantagement pour luter les manchons des tuyaux d'appareils de chauffage en fonte. On l'obtient en mélangeant 100 parties de limaille de fer passée au crible très fin avec une partie de sel ammoniac; on pétrit le tout avec du vinaigre, jusqu'à ce qu'il se forme une pâte épaisse. On peut employer aussi la composition suivante :

| | |
|--------------------------|------------|
| Limaille de fer. | 60 parties |
| Sel ammoniac | 2 — |
| Fleur de soufre. | 1 — |

additionnée de vinaigre ou d'eau contenant de l'acide sulfurique. Peu de temps après le mélange (12 à 24 heures), il se produit un échauffement du mastic qui doit être employé.

2° *Mastic pour réparer les objets en fonte.* — Pour réparer les objets en fonte on peut aussi mélanger à sec dans un mortier :

| | |
|-----------------------------|----------------|
| Sel ammoniac | 407 grammes. |
| Soufre sublimé | 52 — |
| Limaille de fonte | 841 — |
| | <hr/> |
| | 1.000 grammes. |

Au moment de l'emploi on ajoute au mélange précédent 20 fois son poids en limaille de fer fraîche, on pile le tout dans un mortier et on y ajoute de l'eau de façon à obtenir une pâte que l'on

applique sur l'objet à réparer. Au bout d'un certain temps, cette pâte devient aussi dure et aussi résistante que le métal lui-même.

3° *Mastic de fonte pouvant servir pour scellement et pour la chaudronnerie.* — La composition du mastic de fonte pour un poids de 50 kilogrammes se répartit comme suit :

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| Tournure de fonte tamisée | 47 k. 500 |
| Sel ammoniac de poudre | 1 k. 700 |
| Fleur de soufre | 0 k. 800 |
| | <hr/> |
| | 50 k. 000 |

On mélange intimement ces trois matières et on humecte un peu le tout avec de l'eau pure ou acidulée, ou avec du vinaigre, de l'alcool, de l'urine, etc., et, aussitôt que la masse commence à s'échauffer, on la mélange et on en fait un seul tas. Lorsque la chaleur a atteint à peu près son maximum 42°, on arrose le tout avec le même liquide qu'en premier lieu, de façon à obtenir une bouillie épaisse.

Pour la conserver quelques jours, cette bouillie doit être légèrement recouverte de liquide.

Préparé dans de bonnes conditions et employé en petites quantités, il lui faut environ trois jours pour bien sécher; on doit avoir soin pendant ce laps de temps qu'il ne soit pas exposé à l'humidité.

Employé en grande quantité on peut compter 15 jours pour avoir un résultat convenable.

En chaudronnerie il est d'une grande utilité, spécialement à la jonction des tôles rongées, qui doivent être convenablement nettoyées au préalable.

4° *Mastic pour soufflures dans la fonte.* — La composition de ce mastic doit être de :

| | |
|------------------------------------|----------|
| Limaille de fonte | 2 k. 700 |
| Ardoise bleue bien pilée | 1 k. 250 |
| Cire jaune | 0 k. 625 |
| Mine de plomb. | 0 k. 250 |
| Fleur de soufre. | 0 k. 175 |
| | <hr/> |
| | 5 k. 000 |

On mélange et on fait fondre le tout à une chaleur douce, après quoi on en remplit la soufflure à boucher et on égalise la surface avec un fer rouge.

Résidus de polissage et ébarbage de cuivre, nickel, bronze, etc. — On recueille les poussières métalliques ayant une valeur commerciale en munissant chaque appareil (fig. 55) d'un protecteur en tôle formant chapeau muni d'une branche d'aspiration.

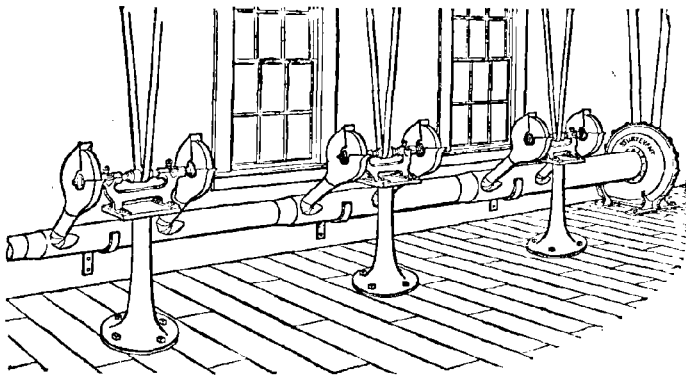


Fig. 55. — Captage des poussières de meules.

Les branches se greffent sur un tuyau aboutissant dans l'ouïe d'un aspirateur qui refoule ces poussières à la surface d'un bac rempli d'eau. Les poussières métalliques se déposent à l'état de boue au fond du bac. Elles sont recueillies de temps en temps et séchées, puis revendues aux usines métallurgiques.

Récupération des poussières chez les batteurs d'or. — La valeur des poussières dans cette industrie est considérable et il ne faut en perdre aucune parcelle. On emploie la méthode générale d'aspiration en évitant des vitesses trop grandes qui entraîneraient les feuilles d'or. Les poussières aspirées par le ventilateur sont envoyées dans des filtres en molleton.

Extraction de l'huile des copeaux. — L'extraction de

l'huile des copeaux s'effectue facilement au moyen de la machine (fig. 56) construite par MM. Bariquand et Marre.

Les copeaux se placent dans un récipient conique étanche logé lui-même dans la turbine de la machine.

Le couvercle est vissé fortement sur l'axe de la machine et, pendant la rotation, l'huile remonte le long des parois coniques de la cuvette et s'échappe par le joint du couvercle ; on peut ainsi traiter de la limaille extrêmement fine sans qu'elle s'échappe avec l'huile.

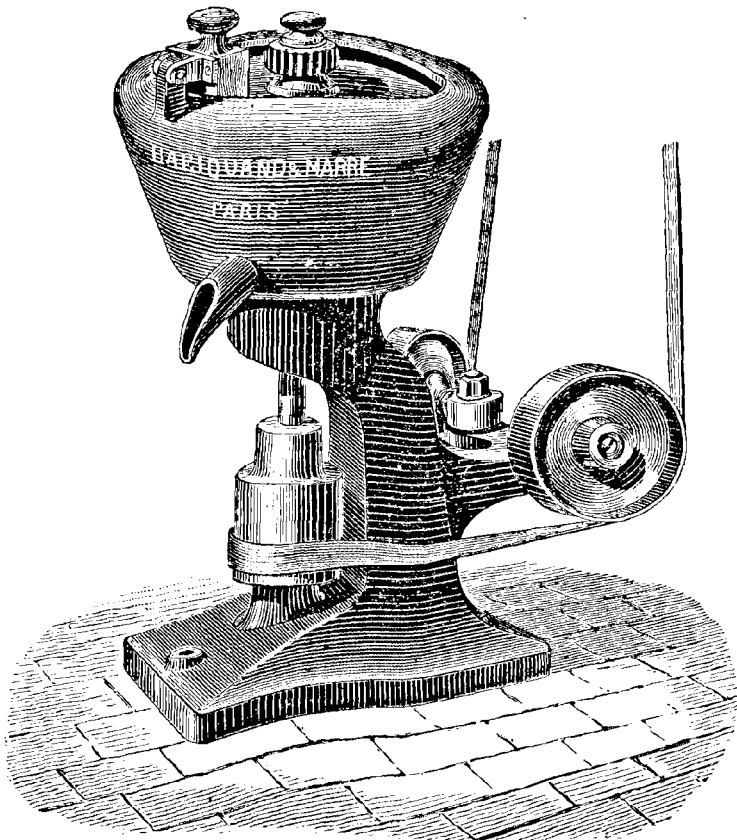


Fig. 56. — Appareil Bariquand.

La turbine tourne librement et se centre d'elle-même dans

l'enveloppe de fonte, qui peut prendre toute position autour de son axe pour que l'huile coule dans un récipient.

Le rendement d'huile ainsi extraite de la limaille ou des copeaux est importante et la valeur de l'outil est facilement gagnée en peu de temps.

Sous-produits des coutelleries. — Dans la coutellerie de luxe les pièces ayant une certaine valeur, telles que manches et viroles en nickel, en argent, en argent doré, etc., sont expédiées aux fabriques toutes façonnées, par des maisons spéciales. Quelques fabricants façonnent eux-mêmes leurs manches en nacre, mais ils perdent souvent tous les déchets du découpoir. Les déchets d'acier sont vendus à de petits fondeurs-forgerons qui en font de petites tenailles pour les émouleurs, ainsi que d'autres menus objets.

Les déchets de cuivre provenant du découpage des « platines » sont réexpédiés généralement à la fonderie. Les poussières d'os et de corne provenant du façonnage des manches sont employées comme engrais.

Quant aux déchets constituant des morceaux plus ou moins volumineux de corne et d'os ils sont en grande partie transformés en boutons dans des fabriques spéciales.

Les meules en grès des émouleurs qui sont abandonnées lorsque leur diamètre s'est réduit à 50 ou 60 cent. sont, la plupart du temps, abandonnées et servent alors pour paver l'intérieur des usines, leurs alentours, etc. Les plus belles sont fendues perpendiculairement à l'axe et servent au finissage de certains articles de coutellerie.

CHAPITRE III

UTILISATION DES DÉCHETS DU TRAVAIL DU BOIS

Dispositifs spéciaux pour le captage des copeaux et des poussières produits par les machines à travailler le bois. — Dans les ateliers où se trouvent des machines à travailler le bois, l'air est souillé par une poussière légère, abondante et très fine, nuisible aux ouvriers. Il résulte, en effet, des travaux du docteur Migerka :

1° Que cette poussière pénètre, par suite de sa finesse, très profondément dans les voies respiratoires ;

2° Qu'en raison de sa forme, elle s'implante dans les muqueuses, ne peut pas être expulsée par l'expectoration et peut donner lieu à de graves maladies pulmonaires.

La poussière de bois présente encore d'autres inconvénients. Elle est explosive et inflammable. Elle salit rapidement toutes les parties des machines et des transmissions, les encrasse et exige, par suite, de fréquents nettoyages. Enfin, elle produit avec les copeaux des tas encombrants et surtout dangereux pour la sécurité des ouvriers appelés à circuler autour des machines-outils. L'enlèvement des copeaux doit se faire à la main et nécessite une main-d'œuvre spéciale onéreuse.

Si maintenant l'on remarque que les déchets de bois représentent un combustible excellent et que la sciure est, en outre, susceptible de diverses applications, on comprend facilement que

les industries du bois ont grand intérêt à recueillir les sciures et les copeaux au fur et à mesure de leur production.

Les dispositions imaginées pour le captage et le transport des copeaux et de la sciure de bois sont assez nombreuses. Parmi les plus intéressantes, nous décrivons l'installation réalisée tout récemment, par M. Leps, dans sa parqueterie de Rochefort, et nous mentionnerons ensuite le système Sturtevant qui, dans plusieurs scieries et menuiseries mécaniques, a donné de bons résultats.

Installation de M. Leps. — S'occupant de l'importation des bois du Nord et d'Amérique, M. André Leps, au moment de l'application des droits de douane, en 1892, a considérablement développé sa scierie mécanique.

L'outillage de cette usine se compose actuellement (fig. 57) de :

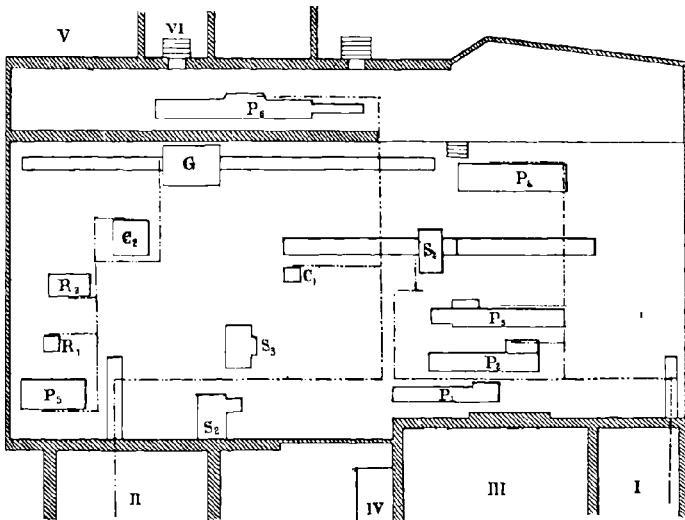


Fig. 57. — Plan général de l'atelier de sciage de M. Leps.

Six grandes raboteuses à parquet P_1, P_2, \dots, P_6 ;

Trois scies à rubans S_1, S_2 et S_3 ;

Deux scies circulaires C_1 et C_2 ;

Deux raboteuses ordinaires R_1 et R_2 ;

Une scie pour bois en grume.

Le tout est actionné par deux moteurs à vapeur de 125 chevaux. Les quatre premières parqueteuses sont groupées d'un même côté de l'atelier ; elles produisaient, dans cette partie de l'installation, une quantité considérable de copeaux et de poussières, rendant l'endroit inabordable pour quiconque n'y était pas habitué, sans compter que les tas de ripes, rapidement amoncelés, rendaient la circulation très difficile, malgré les enlèvements fréquents de ces déchets.

La sixième parqueteuse P₆, dite Norvégienne à cause de son origine, est la plus puissante de toutes ; on a dû l'installer dans un local séparé, qui servait autrefois de passage pour les voitures. Elle produit encore davantage de ripes et copeaux ; et ceux-ci sont projetés avec une telle violence que leur choc seul contre les ouvriers constituait un danger pendant la marche. Aussi cette machine a-t-elle été protégée l'une des premières, et cela d'une façon si heureuse et si complète, qu'on ne voit pour ainsi dire aucune poussière dans le local qu'elle occupe.

C'est au mois d'août dernier que M. André Leps, secondé par M. de Fayet, son gendre, ainsi que par le contremaître Moinard et par le mécanicien Goizet, a essayé de résoudre pratiquement le problème de l'évacuation des copeaux et des poussières de bois.

D'ailleurs, l'installation projetée n'est pas encore achevée ; on s'est borné à capter toutes les poussières, de façon à les recueillir aisément et, en même temps, les empêcher de se répandre dans l'atelier. M. Leps se propose d'obtenir, au moyen d'une ventilation suffisamment énergique, le transport mécanique de tous ces déchets à proximité des générateurs qui doivent les utiliser. Les anciennes chaudières ne fournissaient pas assez de vapeur, pour produire le complément de force motrice nécessaire à la marche de l'aspirateur ; aussi les remplace-t-on, actuellement, par d'autres plus puissantes, qui, devant également utiliser les déchets de l'usine, sont munies de foyers *ad hoc* et de chargeurs automatiques.

Nous allons indiquer, maintenant, quels sont les dispositifs

très simples qui permettent de capter les copeaux et poussières, au fur et à mesure de leur production.

Ceux qui sont appliqués aux scies procèdent tous du même principe qui consiste à fermer, aussi hermétiquement que possible, le dessous de la table sur laquelle se déplacent les pièces de bois pendant le débitage. On a donc installé, conformément à la disposition schématique ci-jointe (fig. 58), des encoffrements en bois bien ajustés sur les parties fixes des bâtis des machines.

Au-dessous de chaque outil est ménagée une cavité en maçonnerie F, d'une profondeur plus ou moins grande, dans laquelle sont disposées les caisses destinées à recevoir les poussières. C'est la lame elle-même L qui entraîne celles-ci dans son mouvement; une fois passées sous la table T de la machine, elles se détachent très facilement et tombent dans les caisses. M. Leps

craignait d'abord qu'elles ne fussent entraînées plus loin par les dents de la scie, et rejetées dans l'atmosphère de l'atelier; il se proposait donc de les arrêter à la sortie, au moyen de brosses très légères, qui auraient frotté contre l'outil: la pratique lui a montré l'inutilité de ce dispositif supplémentaire. Cela tient, évidemment, à ce que la sciure tombe directement dans les caisses placées suffisamment loin, de façon que la lame ne plonge pas dans cette poussière pour l'entraîner à nouveau.

Dans les installations des scies à ruban, les caisses sont au nombre de deux, pour faciliter leur manutention; elles sont placées l'une près de l'autre. Elles ont comme dimensions: $0^m40 \times 0^m80 \times 0^m60$,

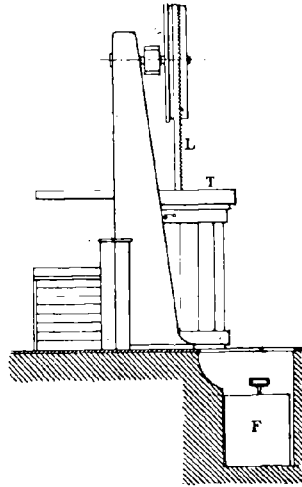


Fig 58. — Disposition de la fosse recueillant la sciure d'une scie à ruban.

Ces caisses, munies de poignées, ne sont vidées que deux fois par jour, trois fois au maximum.

L'installation la plus difficile à bien établir, et cependant la plus utile, est celle qui a pour but d'arrêter la projection des ripes et poussières produites par les raboteuses et surtout par les parqueteuses. L'idée du premier appareil essayé est due à M. de Fayet ; c'est sur la parqueteuse P_1 que l'application en a été faite. L'appareil se compose essentiellement (fig. 59) d'un couvercle C placé sur les outils, entre les paliers et les vis de réglage. Ce couvercle est formé d'une tôle de fer galvanisé, fixée sur deux cor-

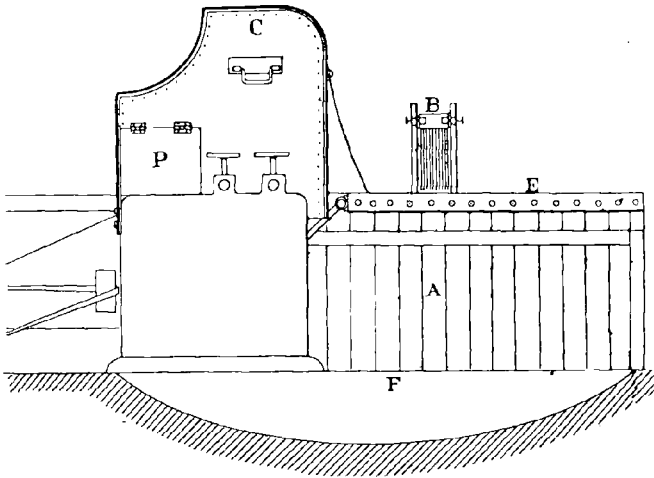


Fig. 59. — Captage de copeaux et poussières d'une parqueteuse.

nières latérales cintrées. Ce sont des cornières à branches égales de 40 millimètres de largeur sur 5 millimètres d'épaisseur ; elles sont réunies par d'autres cornières de mêmes dimensions qui font, du tout, une carcasse rigide sur laquelle les tôles sont rivées.

En avant et sur les côtés, des plaques de tôle P , constituant de petites portes, sont réunies à l'ensemble par des charnières, ce qui facilite le nettoyage en ces points, tout en permettant de compléter la fermeture aux endroits où des pièces de machines nécessitent des découpures dans le couvercle.

La table sur laquelle glisse le bois, à sa sortie de la raboteuse, a été remplacée par une échelle horizontale E, dont la partie supérieure des barreaux et des montants forme un plan bien uni pour permettre le glissement des planches. Celles-ci entraînent toujours une certaine quantité de copeaux sur leur face supérieure ; une brosse B, constituée tout simplement par un balai de cantonnier, arrête ces déchets à la sortie de l'appareil et les fait tomber à travers les barreaux de l'échelle. Ce balai, placé verticalement, est maintenu à sa partie supérieure par des vis de pression s'appliquant sur deux tiges verticales fixées à deux barreaux consécutifs de l'échelle ; il est supporté, d'un côté, par le dispositif de fixation de l'ancienne table et, à l'autre extrémité, par un solide cadre en bois sur lequel sont également fixés, de chaque côté, les panneaux pleins verticaux A appuyés sur les montants de l'échelle et sur les bords de la fosse inférieure F. Les copeaux et les poussières détachés par les outils et projetés dans tous les sens retombent dans cette fosse en maçonnerie, dont le fond est légèrement elliptique, comme il est figuré en coupe, sur le dessin ; un manoeuvre enlève de temps à autre tous ces déchets au moyen d'un rabot de cantonnier à long manche qui permet de les remonter sur le sol. La fosse F, en son point le plus bas, a environ 0^m75 de profondeur. Elle a la même largeur que l'échelle, soit 0^m75. Le couvercle protecteur, de son côté, n'a que 0^m65 de largeur.

Ce système, pour être appliqué à d'autres machines-outils et, en particulier, à la parqueteuse P₃, avait besoin de quelques perfectionnements. Les outils de ces machines, qui fonctionnent, d'ailleurs, avec une régularité et une précision parfaites, sont mis en mouvement par de nombreuses courroies, droites ou croisées, qui encombrant, de chaque côté, le dessous de la table ; elles sont toutes animées d'une grande vitesse et rendent l'emploi d'une fosse en dessous assez difficile et non sans danger.

Le couvercle a été aussi quelque peu modifié, et c'est l'ensemble de la nouvelle installation, due surtout à MM. Moinard et Goizet, qui a été reproduite sur toutes les parqueteuses.

Le chapeau supérieur se compose (fig. 60) d'une carcasse en fers cornière recouverte de tôles, et formée de deux parties qui renferment le mécanisme, y compris les vis de réglage des outils ; la première partie est fixe et la deuxième, qui est mobile, peut se

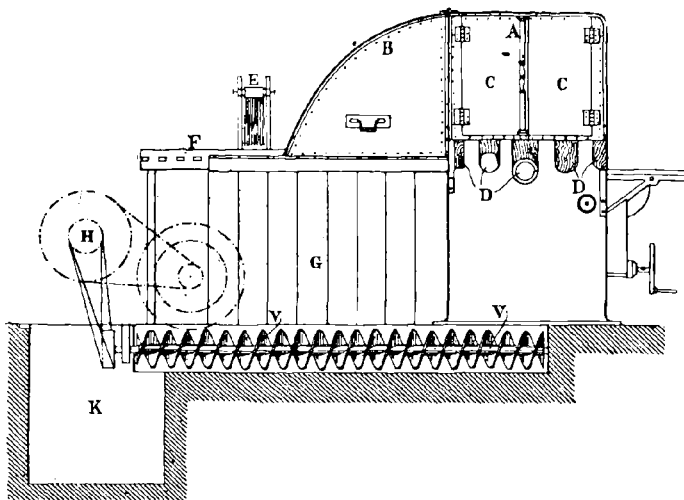


Fig. 60. — Captage des poussières et copeaux d'une grande parqueteuse.

relever autour de charnières qui la relie à la partie fixe. Les cornières sont toujours à branches égales de 40 millimètres de largeur sur 5 millimètres d'épaisseur, et les tôles sont fixées sur ces cornières au moyen de petits rivets.

Les deux cadres latéraux sont fixés de chaque côté du bâti par des vis à tête carrée : quatre de chaque côté et deux sur chaque branche. Le taraudage des trous percés dans le bâti pour recevoir les vis se fait, d'ailleurs, très facilement. Les cadres sont distants de la largeur de la machine, soit 0^m76 extérieurement ; ils sont réunis à leur partie supérieure par une cornière transversale, qui porte les charnières de la partie mobile.

Les parois latérales sont munies de portes de visite C, qui permettent le réglage des outils et le nettoyage complet de la machine, sans qu'il soit nécessaire de démonter l'appareil. Chaque cadre latéral porte une traverse en fer de 40 millimètres de lar-

geur, sur laquelle s'appuie la partie inférieure des portes. Les ouvertures comprises entre cette barre et la machine, très irrégulières, ne sont pas fermées par des tôles, mais par des tampons de bois D hermétiques.

La partie mobile B se relève par-dessus la partie fixe A ; elle est composée également de cornières cintrées et de cornières droites recouvertes de tôle galvanisée. La table, dans sa partie avant, est remplacée, comme précédemment, par une échelle F ; mais celle-ci repose à son extrémité sur un fer cornière cintré en forme d'U renversé.

Les panneaux latéraux G, placés en avant de la machine, ne sont pas verticaux, mais inclinés de façon à venir rejoindre, en bas, les bords de la conduite inférieure qui remplace la fosse du système précédent. Cette sorte de canal, de 30 centimètres de largeur, se termine en dessous par un demi-cylindre, dans lequel se meut une vis sans fin V, dont le pas est de 11 centimètres et la largeur de 10 centimètres ; les hélices de la vis viennent presque en contact avec les parois de la conduite, de façon à entraîner tout ce qui y tombe. Des caisses placées dans la cavité plus grande K, ménagée dans le sol, reçoivent provisoirement les déchets, en attendant l'installation d'un aspirateur ou d'un autre transporteur mécanique.

La première vis a été fabriquée en bois, et les autres en fonte ; elles tournent assez lentement, et bien qu'elles soient d'un certain poids, elles n'exigent que très peu de force pour leur fonctionnement. Elles reçoivent le mouvement de l'arbre même de la machine-outil, par l'intermédiaire d'un autre petit arbre H supporté par des fers cornières à l'intérieur des barrières de protection.

Cette installation ne laisse échapper aucune poussière ; le seul inconvénient qu'elle présente provient de ce qu'on est obligé d'arrêter la machine-outil pour retirer les caisses pleines de déchets, ce qui se produit trop fréquemment. Cet inconvénient disparaîtrait évidemment par l'emploi d'un transporteur mécanique.

On se rend compte que ces installations, très bien comprises,

doivent être assez coûteuses ; mais il y a lieu de remarquer que les dépenses de premier établissement peuvent être compensées en grande partie, sinon complètement : en effet, le transport mécanique des poussières aux générateurs, lorsqu'il sera obtenu, permettra la suppression des dépenses résultant de l'enlèvement continu des déchets, tout en évitant les arrêts de machines nécessaires pour procéder à ces déblayages ; d'autre part, l'encombrement étant moindre, le travail se fait d'une façon plus régulière et plus rapide, et avec moins de danger.

Aspiration et transport des déchets, système Sturtevant. — Dans le système Sturtevant, des embouchures ou capotes mobiles pouvant monter et descendre au-dessus des outils, afin de permettre le changement des fers, sont disposées au voisinage de chaque machine-outil. La forme de ces embouchures ou capotes varie naturellement avec la nature de la machine-outil (scies, dégauchisseuses, raboteuses, toupies, etc.). Des conduits d'aspiration, dits conduits secondaires, relient les capotes à un conduit cylindrique principal, qui aboutit à l'orifice d'aspiration d'un ventilateur.

Les diamètres des conduits secondaires sont calculés de façon à absorber les poussières et les copeaux le plus économiquement possible. Ces diamètres dépendent du bois à travailler, de sa plus ou moins grande siccité, de l'espèce de machine-outil utilisée, des dimensions de cette machine. En règle générale, ils varient, d'après Springer, entre 8 et 23 centimètres (75 à 200 millimètres selon Sturtevant). Le conduit principal, dans lequel débouchent les conduits secondaires, a une section au moins égale à la somme des sections de ces derniers conduits. On la prend généralement un peu plus grande.

Les conduits d'aspiration ne doivent pas présenter de courbure de trop faible rayon. Le rayon de courbure de la partie concave du conduit secondaire ou principal doit être au moins égal à deux fois le diamètre du conduit. L'emploi des conduits en bois est peu pratique ; aussi la maison Sturtevant construit-elle les tuyaux (fig. 61) en tôle d'acier galvanisée. Comme aspi-

rateur, on emploie un ventilateur centrifuge, constitué par une roue à ailettes spéciales tournant à grande vitesse. L'air est aspiré par une ouverture placée suivant l'axe du ventilateur et lancé

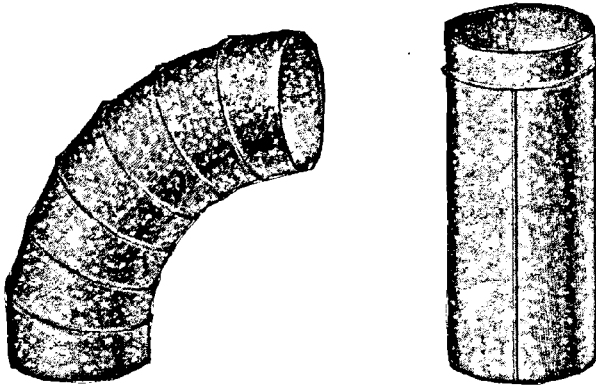


Fig. 61. — Conduite d'aspiration en tôle d'acier galvanisée.

aux extrémités des ailettes. La roue doit être soigneusement montée et équilibrée, de telle sorte que le ventilateur fonctionne sans bruit, ni grincement.

Le ventilateur doit, autant que possible, être placé au voisinage des machines-outils, qui produisent le plus de poussières et de copeaux. Les conduits ne doivent pas être trop longs, sans quoi il y a une perte de force très grande résultant du frottement de l'air contre les parois. Quand l'établissement à ventiler est trop vaste, il est préférable d'installer deux petits ventilateurs plutôt qu'un seul très grand. Ces deux ventilateurs sont avantageusement montés sur la même poulie de commande.

Les conduits d'aspiration présentent une disposition analogue à celle que montre la figure 55 (page 131).

Dans le cas des scies circulaires la sciure tombe dans une trémie à la partie inférieure et est entraînée dans la canalisation d'aspiration. Pour les raboteuses, un chapeau en tôle galvanisée est disposé immédiatement au-dessus des lames, de sorte que les copeaux ne peuvent être projetés et sont immédiatement aspirés. Les dégauchisseuses ont chacun de leurs couteaux muni d'une

hotte ou d'une bouche d'aspiration spéciale ; il est nécessaire, dans ce genre de machines, de faire un joint télescopique, afin de pouvoir relever facilement les bouches d'aspiration pour atteindre les rabots. Il arrive exceptionnellement que certaines machines ne se prêtent pas à l'adaptation d'une hotte spéciale et que les copeaux ou déchets tombent à terre ; dans ce cas, il y a lieu d'établir une bouche d'aspiration au niveau du plancher. Cette bouche sert également au balayage des ordures et déchets, en dehors des heures de travail.

Toute la tuyauterie est munie, à portée de la main, de registres pour isoler les bouches d'aspiration, ce qui permet d'économiser la force inutilement dépensée à créer une aspiration sur les machines au repos.

Les sciures, copeaux, etc., aspirés dans la canalisation, passent ensuite dans un ventilateur spécial très robuste, de façon à résister aux chocs des

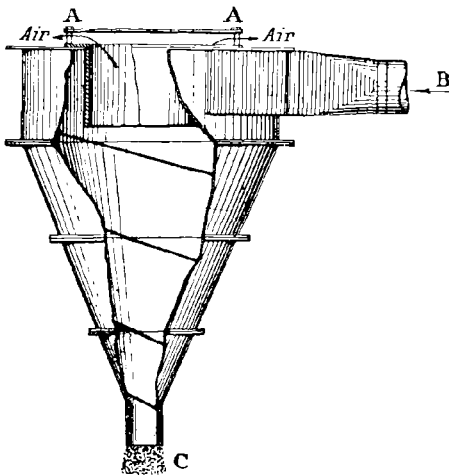


Fig. 62. — Cyclone ou séparateur de poussières.

morceaux de bois qui peuvent être entraînés. Ces déchets sont envoyés ensuite par la pression du ventilateur dans un cyclone ou séparateur de poussières (fig. 62) où ils arrivent avec une vitesse assez considérable. Ce séparateur comporte une partie supérieure cylindrique et une partie inférieure tronconique. L'air, entrant tangentiellement en B, frappe les parois du

séparateur ; un mouvement circulaire centrifuge est ainsi communiqué aux matières en suspension dans l'air, et elles descendent alors le long des parois vers l'orifice inférieur C, en sui-

vant une hélice intérieure qui les empêche de remonter : elles peuvent alors s'échapper, tandis que l'air débarrassé de pous-

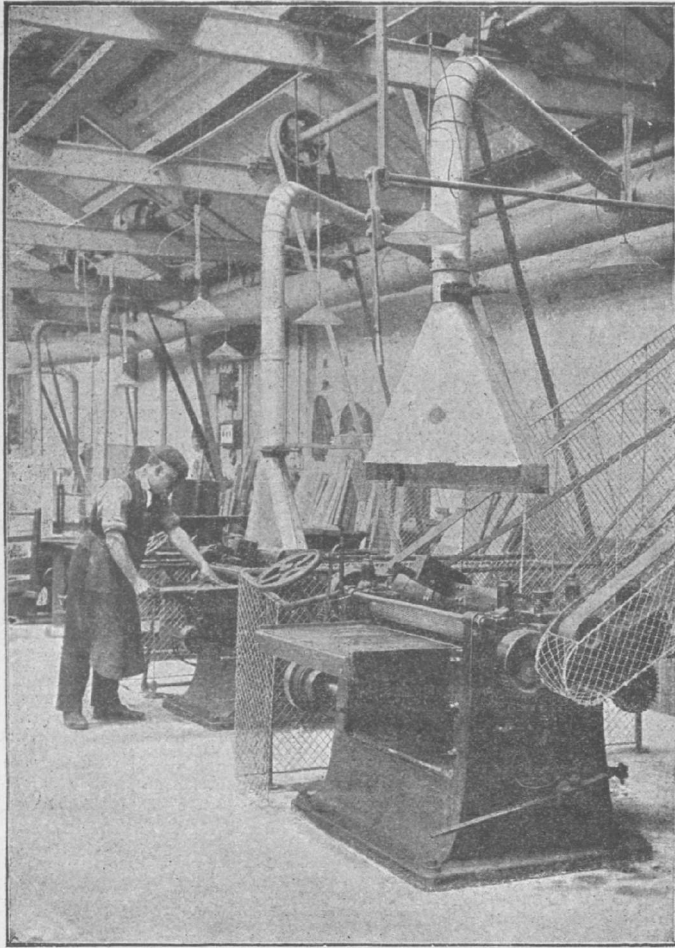


Fig. 63. — Salles de raboteuses, munies de chapeaux à joints télescopiques.

sières se disperse en A par la partie supérieure. La position de ce cyclone varie suivant les besoins de l'usine ; on peut le placer, soit à l'extérieur des bâtiments, lorsqu'il s'agit de transporter les déchets ailleurs ou même de les vendre, soit à proximité des

générateurs, afin de pouvoir les charger sans difficulté comme combustible d'une façon automatique dans des trémies.

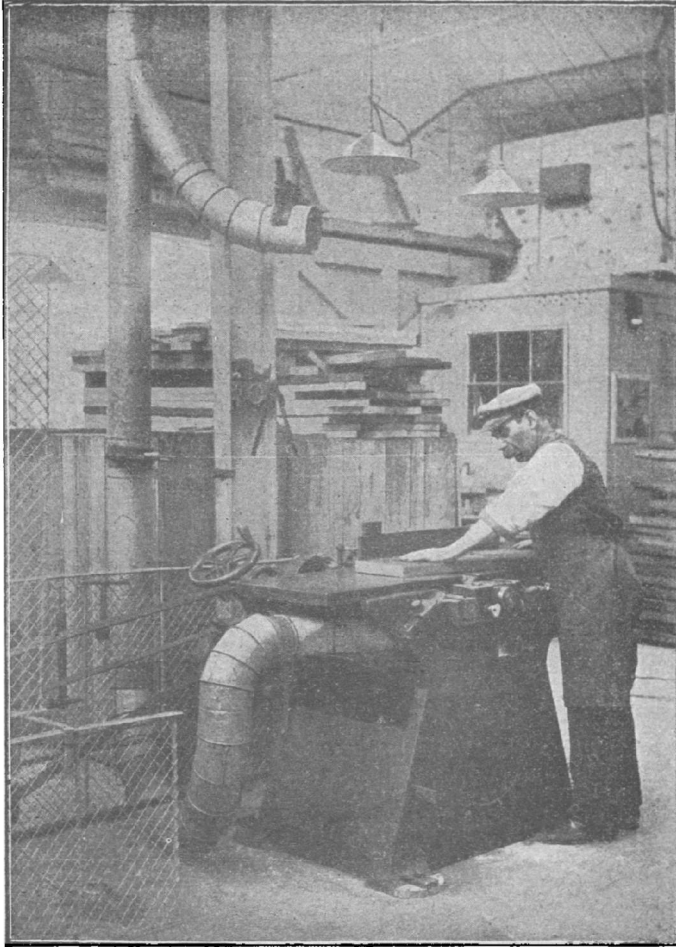


Fig. 64. — Aspiration sur une machine dégauchisseuse.

La figure 63 montre une salle de raboteuses munies de chapeaux d'aspiration à joints télescopiques, et dont l'un se trouve relevé pour changer les lames du porte-outils.

Les figures 64 et 65 montrent une machine fonctionnant alternativement comme raboteuse en dessus et comme dégauchisseuse. L'aspiration des copeaux et sciure est réalisée au moyen d'un



Fig. 65. — Aspiration des copeaux sur une raboteuse.

tuyau divisé en deux branches munies de registres et de chapeaux amovibles placés tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de la table de travail.

Utilisation de la sciure de bois et des copeaux. — La question du captage et du transport étant examinée, nous allons maintenant indiquer les divers usages dont la sciure et les déchets de bois sont susceptibles.

Emploi des déchets et débris de bois. — Le tournage du bois permet dans presque toutes les scieries, l'utilisation des déchets.

Presque tous les déchets peuvent faire du tournage plus ou moins rémunérateur, depuis le porte-paquets jusqu'aux bobines, manches d'outils, etc., et ceux de formes irrégulières, tels que manches de hachette, pelles, formes de chaussures, manches de couteaux, etc.

Ordinairement, ces déchets sont jetés au bois de feu, faute de main-d'œuvre pour les transformer en objets de vente facile et rémunératrice.

Les machines construites par la maison *Defiance* des Etats-Unis permettent les divers genres de tournage. Presque tous les tours de cette maison sont basés sur le principe suivant :

Faire travailler des fers profilés, mus mécaniquement, comme s'ils étaient mus par la main de l'ouvrier. Arriver en sectionnant le travail à faire par parties de quelques centimètres de longueur, demandant chacune un fer spécial aussi bien qu'une inclinaison spéciale, suivant que le travail est en saillie ou en creux, mouluré ou droit.

La partie travaillante du tour se compose donc d'une série de plateaux inégaux, épousant bien la forme de l'objet. Sur ces plateaux, fixés et serrés sur un arbre, sont posés les fers au nombre de trois, disposés suivant la pente la plus propice pour la coupe du bois du travail à exécuter. Dans ces conditions, l'on est certain d'avoir un bois bien tranché, qu'il soit vert ou sec, droit ou mouluré, dur ou tendre. Le seul soin à prendre est d'entretenir les couteaux toujours dans un bon état d'affutage, condition principale et toujours demandée pour n'importe quelle machine. Cette disposition est adoptée pour le tournage des pieds de table, manches d'outils, balustres, bobines, etc., etc., en un mot

tous les objets possédant une forme régulière, cylindrique ou à pans.

Pour tourner les objets possédant plusieurs formes dans leur longueur, MM. Sussfeld, Lorsch et Cie sont arrivés à un outil pouvant travailler l'objet sur toute sa longueur en même temps qu'il donnait à chaque partie la forme demandée.

MM. Glover et Cie, ingénieurs à Leeds (Angleterre), construisent des machines à fendre les bûchettes dans le but d'utiliser avec profit le bois des forêts, ou les débris de bois dans les scieries, menuiseries, ateliers de wagons, mines de charbon et autres établissements.

Ces machines sont mues au moteur et nécessitent une force approximative de un à deux chevaux. Le bois est coupé de la longueur habituelle, environ 150 mm., de bouts de planche, bat-tants, perches, vieux bois, ou traverses, etc., et au moyen d'un appareil d'alimentation automatique est amené sous les couteaux. Les bûchettes sont coupées par une seule course avec une précision et une régularité remarquables. L'alimentation peut être ajustée de façon à tailler des bûchettes de 6 mm. à 25 mm. Les machines à fendre les bûchettes peuvent être construites pour des bûchettes de différentes longueurs suivant les besoins.

Les mêmes ingénieurs ont imaginé une machine spéciale pour botteler les bûchettes obtenues avec la machine précédente. Les bûchettes sont emportées sur une bande roulante et de là dans « la boîte à mesurer ». Elles tombent ensuite dans un cylindre d'où elles sont vivement agitées pour être serrées les unes contre les autres en paquet. Un fil de fer est attaché autour de la botte lorsqu'elle se trouve sous pression, par un ingénieux appareil à tordre le fil de fer.

Emploi de la sciure et des copeaux de bois pour le chauffage des générateurs de vapeur. — Les ateliers où l'on travaille mécaniquement le bois (scieries, raboteries, tourneries, tonnelleres, fabriques de caisses) produisent de la sciure, des copeaux et des déchets qui constituent un excellent combustible

industriel. Si ce combustible qui ne coûte rien était employé méthodiquement, il suffirait très souvent à produire la force motrice que nécessite le fonctionnement des scies, raboteuses, dégauchisseuses, meules à affuter, etc. Malheureusement plusieurs directeurs de scieries et autres usines où le bois est mis en œuvre, utilisent leur sciure sans prendre aucune précaution spéciale, la gaspillent, pour ainsi dire, dans les foyers des générateurs, et n'obtiennent qu'une fraction infiniment petite du pouvoir calorifique qui résulterait d'une combustion à peu près complète ; aussi sont-ils obligés de recourir, à certains moments, à une consommation de houille plus ou moins grande, et dont la dépense vient accroître d'autant les frais généraux de l'établissement.

Il est pourtant facile et peu onéreux d'utiliser économiquement la sciure de bois et les copeaux pour le chauffage des générateurs, et d'obtenir ainsi, sans dépense appréciable, la vapeur nécessaire pour la force motrice et pour le séchage artificiel des bois. Ce sont les moyens à adopter pour arriver à un tel résultat, que nous développerons ci-après.

On sait que la proportion d'eau contenue dans le bois et par conséquent dans les déchets, copeaux ou sciure, que produit sa mise en demeure, peut atteindre 40 et même 50 0/0. Mais en ce qui touche la quantité d'eau contenue dans le bois à employer comme combustible, il est un point important sur lequel nous appellerons l'attention du lecteur. C'est le suivant : de ce que 100 kilogrammes de sciure contiennent par exemple 45 kilogrammes d'eau, il ne faut pas en déduire que ces 100 kilogrammes de sciure humide équivalent à 55 kilogrammes ($100 - 45 = 55$) de sciure sèche ; en réalité, la valeur industrielle de la sciure humide au point de vue des générateurs est encore diminuée par le fait de la vaporisation préalable dans le foyer des 45 kilogrammes d'eau.

Par un calcul que je ne développerai pas ici, mais que le lecteur pourra effectuer en tenant compte de ce que la quantité de chaleur produite par la combustion d'un kilogramme de bois sec est d'environ 4.000 calories et que la vaporisation d'un kilogramme

d'eau exige à peu près 630 calories, on trouve qu'il faut brûler un peu plus de sept kilogrammes de sciure absolument sèche pour enlever les 45 kilogrammes d'eau contenus dans les 100 kilogrammes de sciure humide.

On voit donc que 100 kilogrammes de sciure humide, contenant 45 kilogrammes d'eau, équivalent non pas à 55 kilogrammes de sciure sèche, mais seulement à 48 kilogrammes ($55 - 7 = 48$) de sciure dépourvue d'eau.

D'où la conclusion suivante : qu'il faut employer pour le chauffage de générateurs de la sciure renfermant le moins possible d'humidité.

Il existe un moyen bien simple pour employer la sciure à peu près sèche.

Ce moyen, qui est employé par M. Henri Varlet, directeur de la scierie Noël et C^{ie}, à Nogent-l'Artaud, consiste à entasser la sciure dans un local qui soit à l'abri de la pluie et à l'y laisser une quinzaine de jours avant son emploi. Pour réaliser cette dernière condition, le dépôt de sciure consiste en un hangar couvert, clos sur trois faces latérales et divisé par deux cloisons intérieures en trois cases ou compartiments. Chaque case, qui a trois mètres de long, quatre mètres de large et quatre de haut, contient la sciure propre à alimenter pendant une semaine entière le foyer du générateur.

Si nous désignons par A, B, C les trois cases consécutives, il est facile de comprendre que lorsqu'on utilisera la sciure de C pour alimenter le foyer du générateur, on apportera la sciure produite dans le compartiment B et que lorsqu'on se servira de la sciure contenue dans le compartiment A, on remplira le compartiment C avec la sciure des ateliers.

Comment se fait-il que cette période de 10 à 15 jours qui distance l'emploi de la sciure et sa production suffise pour obtenir la dessiccation de la sciure ? L'explication est bien simple : la sciure entassée à l'abri de la pluie subit un commencement de fermentation qui dégage de la chaleur ; le fait est facile à constater au moyen d'un thermomètre qu'il suffit de plonger dans le

tas de sciure. Voici les températures que nous avons observées à diverses reprises :

| | | | |
|---|---|---|-----|
| le 2 ^e jour après la mise en tas | | | 17° |
| le 3 ^e | — | — | 21° |
| le 5 ^e | — | — | 27° |
| le 7 ^e | — | — | 29° |
| le 10 ^e | — | — | 35° |
| le 12 ^e | — | — | 47° |
| le 14 ^e | — | — | 57° |

Pendant ces observations la température extérieure a varié entre 10 et 13°.

Nous ajouterons encore que la dessiccation ainsi obtenue par commencement de fermentation, amène une pulvérisation complète de la sciure ; cette pulvérisation permet, par l'adoption de grilles convenables, de faire arriver de l'air en contact avec toutes les particules de sciure et d'amener par conséquent une combustion complète.

L'avantage, au point de vue du chauffage, de la sciure vieille de 12 à 15 jours sur la sciure fraîche nous a d'ailleurs été confirmé par les expériences faites au moyen du calorimètre de Mahler.

Nous avons déterminé successivement au moyen de cet appareil, la capacité calorifique de la sciure fraîche et de la sciure vieille de 15 jours.

Pour 1 gramme 3 de sciure fraîche, le pouvoir calorifique a été trouvé égal à 3 calories 4, d'où par une simple règle de trois, nous avons déduit que la chaleur dégagée par la combustion de 1 kilogramme de sciure fraîche, c'est-à-dire la capacité calorifique de cette sciure était de 2.267 calories.

La deuxième détermination faite avec 1 gramme 3 de sciure vieille de 13 jours a donné pour ce poids de sciure une chaleur de combustion de 4 calories 1, ce qui conduit pour la capacité calorifique rapportée au kilogramme à 3.417 calories.

De ces expériences il résulte que la sciure entassée et employée

seulement 13 jours après sa production vaut à poids égal, comme combustible, au moins une fois et demie plus que la sciure fraîche.

Examinons maintenant les dispositions à prendre pour faciliter la combustion de la sciure.

En premier lieu la grille ordinaire des foyers des générateurs disposés pour le chauffage au charbon est tout à fait insuffisante tant à cause de ses dimensions restreintes que des vides à travers lesquels passerait la sciure. De plus le chargement à la main du volume assez grand de combustible qu'exige la production de la vapeur, provoque des ouvertures incessantes de la porte du foyer et par suite des rentrées d'air défavorables à la combustion.

Il est donc nécessaire : 1° d'utiliser des grilles de grande surface munies de barreaux retenant les parcelles les plus fines de sciure ; 2° de réaliser mécaniquement le chargement.

Dans quelques scieries où la quantité de sciure produite n'exclut pas entièrement le charbon, on a installé des grilles très larges dont la surface est réduite par deux parois de briques réfractaires au moment où il est nécessaire de recourir à la houille. Ce système a l'inconvénient d'exiger périodiquement la démolition de l'établissement des parois en briques suivant que la sciure est abondante ou fait défaut ; il ne fournit d'ailleurs qu'un feu précaire et ce n'est que par une quantité considérable de sciure qu'on arrive à échauffer le générateur.

Parmi les foyers qui permettent la combustion économique de la sciure et des copeaux de bois nous signalerons les foyers et grilles Colomer et Lordier, Godillot, Poillon, Kudlicz, Wolff, Varlet, Troye, etc.

Foyer Colomer et Lordier.— Le foyer Colomer et Lordier, qui est installé sur un radier général en béton de 0^m,35, comprend trois parties : la chambre de visite A, le foyer proprement dit B et le carneau C. Le tout est enterré à une profondeur de 1^m,60 environ, mesurée du sol de la salle à la surface supérieure du radier.

Le foyer proprement dit se compose d'une fosse voûtée 1^m,10

de longueur sur $1^m,35$ de largeur et $1^m,20$ de hauteur sous clef. I.a

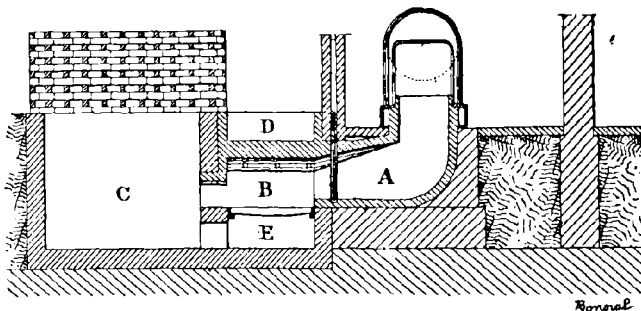


Fig. 66. — Four à sciure de bois.

flèche de la voûte est de $0^m,15$. Une grille placée à $0^m,55$ au-dessus du radier, sépare la fosse en deux dans le sens de la hauteur ; la partie inférieure constitue le cendrier E, et la partie supérieure forme la chambre de combustion.

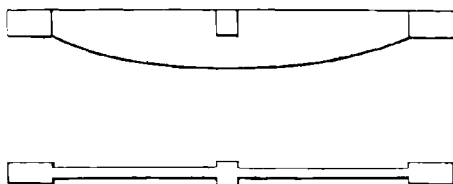


Fig. 67. — Barreaux de la grille pour sciure de bois.

La grille est composée de 35 barreaux en fonte. Ces barreaux ont la forme représentée par la figure 67 ; leur épaisseur est de 24 millimètres, et ils sont séparés par un intervalle de 14 millimètres ; leur écartement est assuré par trois renforts venus de fonte aux extrémités et au milieu de chaque barreau.

Les quatre manettes du foyer sont surélevées de 28 centimètres au-dessus du sol de la salle. Elles dessinent une grande cuve D dont le fond est formé par l'extrados de la voûte de la chambre de combustion. C'est ce qui constitue la trémie de chargement du four où le chauffeur dépose la sciure à incinérer. Le charge-

ment s'opère de lui-même par dix trous de la dimension d'une brique ménagés dans l'épaisseur de la voûte contre les parois de la chambre de combustion.

La chambre de visite est formée par le prolongement des manettes du four. Située en avant du four, elle a 2^m,10 de longueur sur 1^m,35 de largeur. Elle permet au chauffeur de surveiller le feu et sert à retirer les cendres, lorsque le besoin s'en fait sentir. On y accède au moyen d'un escalier, disposé le long du four. Un châssis de foyer en fonte, scellé verticalement contre la murette qui limite la chambre de combustion, contient deux portes : l'une placée, à la hauteur du radier, donne accès au cendrier ; l'autre, au niveau de la grille, permet de regarder le feu en cas de besoin. Une petite balustrade de 0^m,50 de hauteur, établie tout autour de la chambre de visite, empêche les ouvriers d'y tomber par accident.

La conduite du feu est très simple. La sciure apportée dans des sacs est vidée par le chauffeur dans la trémie de chargement ; elle coule par les ouvertures de la voûte et tombe en tas sur la grille. On allume avec quelques débris de bois et des copeaux ; on laisse la porte du foyer entr'ouverte en permanence pour faciliter la combustion. Le chauffeur n'a qu'à égaliser de temps en temps la masse incandescente avec un ringard, quand le sommet de cette masse va atteindre la voûte ; il doit veiller aussi à ce que la trémie ne se bouche pas.

On brûle, en marche normale, environ 300 kilogrammes de sciure à l'heure, soit 200 kilogrammes par mètre carré de grille, sa surface étant de 1^m²,48. Des essais de vaporisation ont accusé une production de vapeur supérieure à 3 kilogrammes par kilogramme de sciure brûlée.

Foyer Godillot. — La grille Godillot D (fig. 68) a la forme d'un demi-tronc de cône avec la grande base en dessous. Elle est formée de barreaux horizontaux demi-circulaires dont le diamètre va en décroissant de la base au sommet.

Les barreaux, en forme de V renversé, se recouvrent comme des lames de persienne et permettent très facilement l'accès de

l'air comburant, tout en empêchant la chute du combustible dans le foyer.

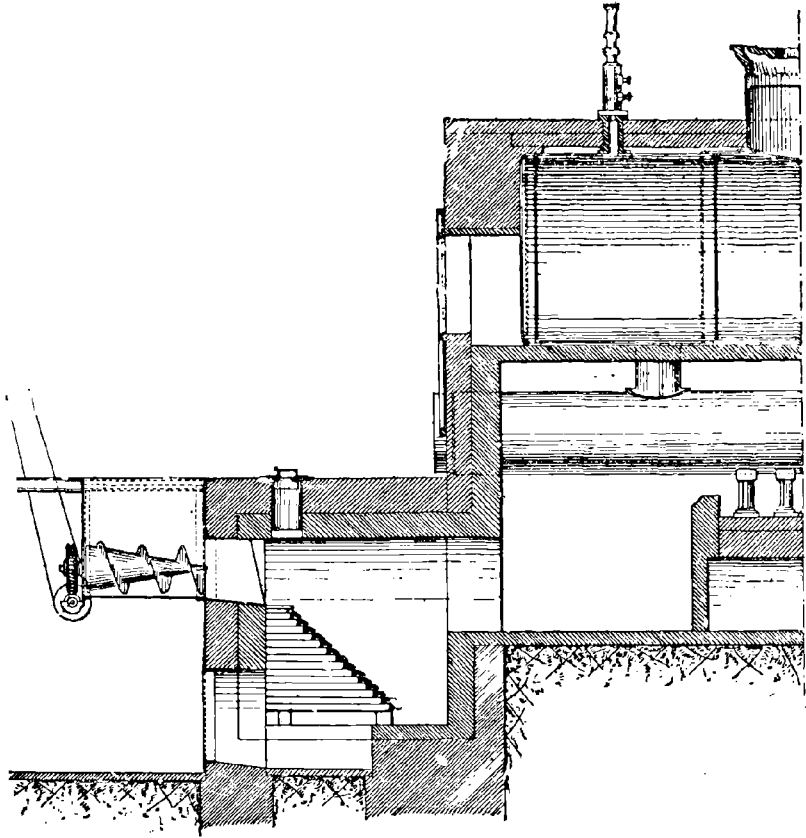


Fig. 68. — Grille Godillot.

Dans le système Godillot, l'alimentation se fait au moyen d'une hélice en fonte, dite hélice à auget croissant. C'est pour que les parcelles de sciure et les copeaux descendent sûrement dans les filets de l'hélice et ne puissent s'y boucher, que l'âme de l'hélice, au lieu d'être cylindrique, a la forme d'un cône dont la pointe est dirigée vers la sortie. De plus l'hélice présente une capacité qui va en croissant, afin qu'elle puisse puiser de la sciure sur toute la longueur de la trémie au fond de laquelle elle tourne.

Il est maintenant très facile de saisir le fonctionnement du système Godillot. La sciure et les copeaux sont versés dans la trémie de chargement A. L'hélice à auget croissant placée au fond de cette trémie amène le combustible au sommet de la grille D, le combustible s'échauffe, s'enflamme et descend sur la pente de la grille conique, tout en formant une couche mince, au fur et à mesure que celui qui est au-dessous se consume et tombe dans le cendrier C ; finalement la sciure arrive sur la sole horizontale où la combustion s'achève et où les cendres s'accumulent. La voûte du foyer est percée de deux orifices, l'un E servant de trou d'allumage et l'autre permettant de recevoir un tube de faible diamètre F qui sert de regard et permet d'examiner le feu.

Une curieuse installation faite par M. Godillot sur les copeaux

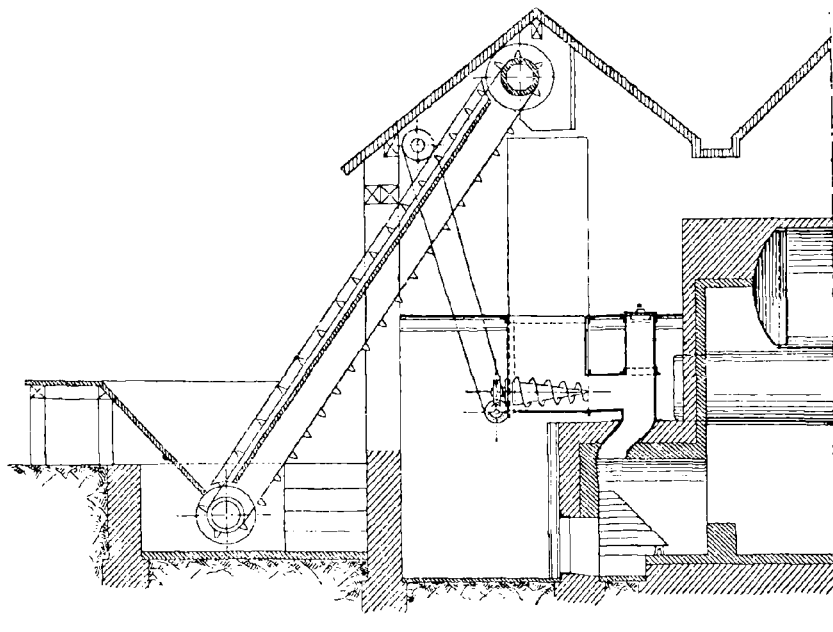


Fig. 69. — Transport des copeaux secs à une grille Godillot.

secs est celle de MM. Trystram et C^{ie}, à Dunkerque. Le combustible, pris dans une cour, par une chaîne sans fin, est versé dans

les trémies ; l'hélice fait écouler les copeaux de raboteuse en une sorte de pluie continue sur la grille-pavillon (fig. 69).

Grille Poillon. — Cette grille est formée de barreaux ou de plaques G (fig. 70) à lames de persiennes placés transversalement à la longueur du foyer. Leurs lumières sont, au plan supérieur qui reçoit le combustible, aussi étroites qu'il est nécessaire pour brûler, aussi complètement et avantageusement que possible, tous les combustibles avec le minimum pratique d'air nécessaire

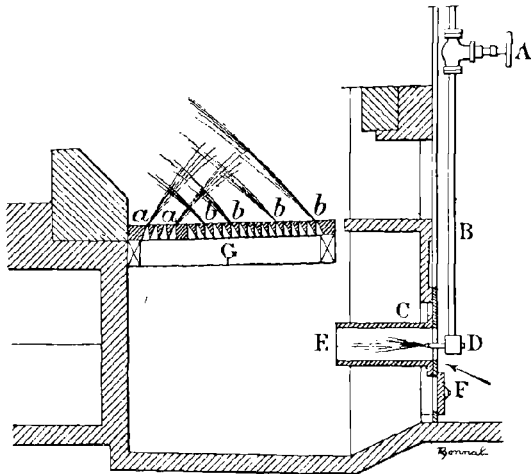


Fig. 70. — Grille Poillon.

a. plaques ou barreaux persiennes à lumières inclinées vers l'arrière du foyer ;
b. plaques ou barreaux persiennes à lumières inclinées vers l'avant du foyer ;
 B, tuyau d'amenée de vapeur aux tuyères ; E, conduit de prise d'air où la vapeur est injectée ; F, regard pour enlever les cendres.

à la combustion et avec une faible pression d'air dans le cendrier afin d'éviter l'entraînement des cendres dans les carneaux. Les lumières sont plus larges dans le bas que dans le haut pour faciliter l'accès de l'air et aussi pour forcer les flammes à s'épanouir en éventail. De plus, les lumières des premières séries de plaques ou de barreaux à partir de l'entrée du foyer, sont inclinées vers l'arrière, de manière que l'air sortant de ces lumières force les flammes à s'incliner vers l'autel.

A Bordeaux, la Compagnie des chemins de fer du Midi a appliqué des grilles Poillon à six chaudières de 200 mètres carrés de sa station centrale d'électricité et aux chaudières de ses ateliers où l'on brûle les résidus de boîtes à fumée des locomotives.

Grille Kudlicz. — La grille Kudlicz (fig. 74) se compose de plaques percées de trous coniques de 8 centimètres de diamètre en haut et de 20 millimètres en bas. Il y en a environ 1.300 par mètre carré de grille, ce qui donne une surface libre d'environ 0 m. 206 par mètre carré. Les plaques ont 0 m. 22 de largeur,

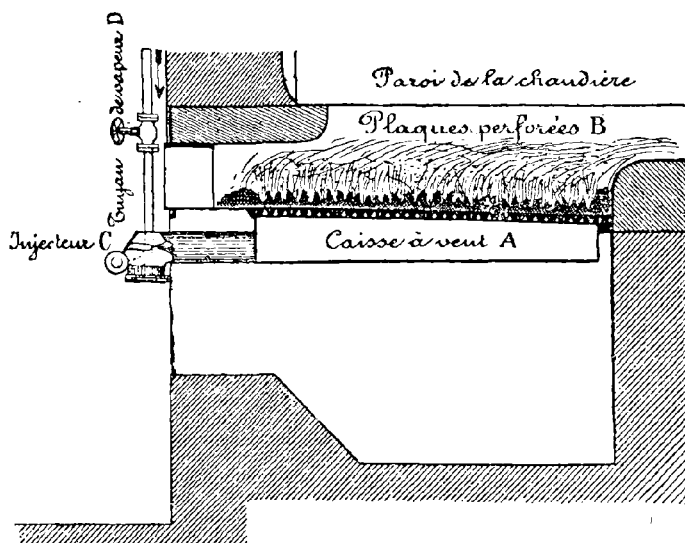


Fig. 74. — Grille Kudlicz.

elles se placent à volonté en long ou en large sur les châssis du caisson A. Le caisson est relié à un injecteur de vapeur C par une caisse en fonte placée sous la plaque d'avant-foyer. Le nombre de tuyères composant l'injecteur varie avec la surface de grille. L'écoulement de la vapeur par les tuyères projette la vapeur dans le caisson A. Le mélange d'air et de vapeur ne trouvant d'issue que par les trous des plaques, pénètre dans la

couche de sciure en projetant en l'air les particules dans le foyer et forme des gerbes de flammes qui chauffent d'abord en B et puis dans les carneaux, les parois de la chaudière.

Le chargement se réalise mécaniquement, soit au moyen d'une hélice qui charge automatiquement la grille, soit par simple trémie inclinée.

La grille Kudlicz comme la grille Godillot est applicable même dans les scieries où la sciure peut faire défaut à un moment donné, car elle permet de brûler, sans aucune modification, des combustibles à bon marché, tels que charbons maigres, poussier de houille, de coke, lignite, anthracite, escarbilles, tourbe.

Dispositif Wolff. — Pour le chauffage des générateurs à la sciure de bois M. R. Wolff adapte devant le foyer une grille à gradins (fig. 72). Cette grille G est enfermée dans une enveloppe

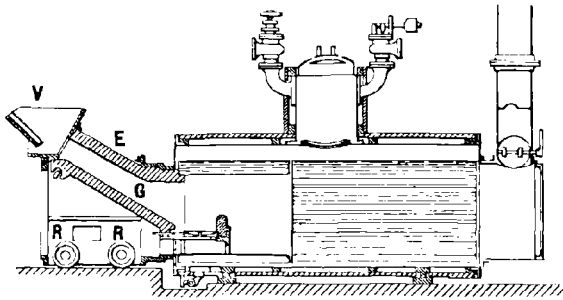


Fig. 72. — Grille à jardin, système Wolff.

en tôle E ; elle repose sur quatre galets R qui permettent de la retirer facilement. Le chargement de la grille se fait grâce à la trémie V située à la partie supérieure du caisson.

Dispositif Varlet. — Dans le dispositif employé par M. Varlet les deux trémies de chargement du foyer ont leur gueule sur la plate-forme qui recouvre les chaudières ; un appel d'air convenable et des grilles appropriées permettent une combustion complète de la sciure. Pour chauffer un générateur semi-tubulaire à bouilleurs de 80 mètres carrés de surface de chauffe il faut par journée de onze heures 8 mètres cubes, de sciure de chêne vieille

de douze à quinze jours ; le chiffre de consommation d'eau du générateur étant par jour de 800 litres, il en résulte qu'un décimètre cube de sciure vaporise en brûlant un décimètre cube d'eau.

Dispositif Troye. — A la raboterie de M. Troye, de Bordeaux, la sciure de bois est versée dans une caisse ou trémie au fond de laquelle se trouve une vis sans fin, pénétrant par une de ses extrémités dans la boîte à feu ; deux cônes étagés permettent de donner par courroie à la vis sans fin, la vitesse convenable pour réaliser automatiquement et d'une façon parfaite l'alimentation du foyer. La caisse, analogue comme forme aux wagons à bascule utilisés pour les terrassements, le transport des charbons, de minerai, etc., et comme ceux-ci supportée par un chariot muni de quatre roues ; on peut ainsi remplir facilement la caisse en l'approchant du local voisin où se trouve la réserve à sciure.

Emploi de la sciure de bois pour la fabrication de briquettes. — Des essais ont été tentés pour fabriquer des briquettes avec la sciure de bois. Parmi les procédés qui paraissent avoir donné les meilleurs résultats, nous citerons ceux employés par quelques scieries d'Autriche et de Suède.

Procédé autrichien. — En Autriche la sciure est chauffée à sec, jusqu'à ce que les éléments goudronneux qui doivent servir de matière agglutinante soient au moment de se séparer ; de là la sciure passe sur des plaques de fer chauffées à la vapeur et arrive dans une trémie qui la conduit à la presse servant à faire les briquettes.

Procédé Fagersta. — A Fagersta, en Suède, on utilise comme matière agglomérante le goudron provenant des gazogènes. La pâte formée de 87 p. 100 de sciure de bois et de 13 p. 100 de goudron passe dans une presse qui la moule en briquettes de 44 millimètres d'épaisseur. Un mètre cube de briquettes obtenues vaporise, d'après MM. Colomer et Lordier, autant que 0^m3,760 de charbon.

Procédé Heidenstam. — Dans le procédé imaginé par un ingé-

nieur suédois, Gustave Heidenstam et signalé dans le rapport du jury de la dernière Exposition, la sciure et les déchets sont passés entre des cylindres qui ont pour but de bien les diviser, puis de réduire à 13 ou 20 0/0 la teneur en eau, au lieu des 50 à 60 0/0, qu'ils en contiennent habituellement. La matière est ensuite complètement desséchée au moyen des gaz chauds provenant des appareils à carbonisation, puis soumise à une forte pression pour en faire des briquettes qu'on introduit finalement dans les fours. Ces derniers sont constitués par des cylindres en fer, reposant sur leur base et entourés d'un four en maçonnerie qui permet leur chauffage uniforme et régulier. A la partie inférieure de ces appareils se trouve une conduite pour les produits de la distillation, tandis que la partie supérieure est munie d'un couvercle en fonte auquel se trouve adapté le cylindre d'une presse qui maintient les briquettes sous une forte pression pendant toute la durée de la carbonisation. Les vapeurs d'acide acétique et du goudron, qui se forment, s'écoulent par la conduite fixée à la base de l'appareil et se rendent librement dans des réfrigérants où elles se condensent, car seules les briquettes subissent l'action de la presse.

Dans les conditions spéciales où se fait la carbonisation, il est à remarquer que sur les 50 0/0 de poix ou de brai que renferme le goudron de bois, une partie seulement, celle qui est la plus volatile, se dégage, l'autre restant retenue mécaniquement grâce à la haute pression à laquelle la matière est soumise par les particules de sciure, et leur sert de liant. La durée de la carbonisation dure environ 14 heures, et il faut encore compter 12 à 14 heures pour que le charbon soit refroidi. Le pouvoir calorifique de ce dernier est d'environ 7.800 calories. Quant aux produits de la distillation ils sont soumis au traitement ordinaire en vue de la préparation de l'acide acétique, de l'acétone et du goudron de bois.

Procédé Schneider. — Une autre disposition due à Schneider consiste à opérer la calcination des déchets de bois dans un four tournant autour d'un axe muni de palettes, faisant l'office de ra-

cloirs et marchant dans un sens opposé à celui du cylindre tournant. Les dimensions de ce cylindre seraient de 3 mètres en longueur et de 1 mètre de diamètre, et des essais exécutés sur une charge de 570 kilogrammes de sciure et de déchets de bois de hêtre, de chêne, d'orme et d'aune renfermant environ 24,15 p. 100 d'eau, ont fourni, au bout de trois heures, 122 kilogrammes de charbon de bois et 241 kilogrammes de produits de distillation. Ces 241 kilogrammes ne contenaient que 0,24 p. 100 de goudron et 99,76 p. 100 d'un liquide aqueux dans lequel on a constaté une teneur de 6,60 p. 100 d'acide acétique et seulement des traces d'alcool méthylique et d'acétone. Quant au charbon, il renfermait 5,06 p. 100 d'eau. Le rendement pour la journée de vingt-quatre heures peut donc se déduire des chiffres suivants :

La mise en œuvre de 4.560 kilogrammes de sciure de bois qui ont nécessité l'emploi de 96 kilogrammes de coke pour le chauffage du four et 840 kilogrammes de houille pour le chauffage de la chaudière à vapeur. A cette dépense il faut ajouter le salaire de six ouvriers. On obtient : 976 kilogrammes de charbon de bois, et 127 kilogrammes d'acide acétique.

Emploi de la sciure de bois pour fixer des éléments fertilisants. — L'analyse de la sciure de diverses essences a montré que la proportion d'azote qui y est contenue est très faible. Dix kilogrammes de sciure d'acacia en renferment seulement 29 grammes et le même poids de sciure de sapin n'en contient que 19 grammes. L'emploi *direct* de la sciure comme engrais n'est donc pas possible en raison de cette proportion si minime d'azote. On sait même que les tas de sciure arrêtent pendant un certain temps toute végétation du sol qu'ils recouvrent.

On a toutefois reconnu que la sciure peut être avantageusement employée pour fixer d'autres éléments fertilisants riches dont la nature aqueuse ne se prête pas à une utilisation directe.

Dans ce but, on peut s'en servir comme litière pour les animaux au lieu et place de la paille.

La sciure de bois de pin, de sapin, d'épicéa, de châtaignier et de peuplier convient très bien comme litière. Il suffit d'enlever les déjections chaque jour, de donner un coup de rateau et de mettre une couche de sciure fraîche. Quand la masse totale commence à se saturer et à s'échauffer, on l'enlève et on obtient un fumier qui est aussi bon que le fumier de paille pour les sols légers et peu calcaires.

La sciure de chêne qui contient beaucoup de tannin donne de mauvais résultats et peut être préjudiciable aux animaux comme aux terres.

Le traitement du fumier de sciure ne diffère en rien de celui du fumier ordinaire ; l'échauffement du tas est assez rapide. Aussi, M. Larbalétrier recommande de prévenir et de modérer cet échauffement par des arrosages.

Quelquefois, on stratifie directement la sciure avec de la chaux vive en laissant le mélange en tas pendant une année environ et en ayant la précaution de remuer ces tas à plusieurs reprises. On complète ses propriétés fertilisantes en l'arrosant copieusement plusieurs fois avec des urines fraîches ou des eaux vannes.

Emploi de la sciure en horticulture. — D'après plusieurs auteurs la sciure peut rendre d'excellents services aux horticulteurs, pour ameublir les terres argileuses, afin qu'elles deviennent légères et poreuses, ou pour améliorer les terres sablonneuses, dans lesquelles elles entretiennent une bonne humidité.

La sciure peut entrer dans la confection des couches et pour la préparation des buttages des plants d'asperges, de pommes de terre, etc., elle facilite la sortie des turions et permet de faire rapidement la récolte.

On emploie aussi la sciure en guise de paillis pour garnir les fraisières et les autres plantes qui ont besoin d'une certaine fraîcheur pendant les grandes chaleurs de l'été.

Emploi de la sciure dans l'alimentation des animaux.

— Il convient aussi de signaler les essais faits par quelques éleveurs pour faire entrer la sciure dans l'alimentation des animaux, dans le but de remplacer une partie de la paille hachée ou entière entrant dans les rations. D'après certains auteurs, ces essais sembleraient prouver que, lorsque la sciure était mélangée à d'autres aliments savoureux tels que betteraves, son, grain concassé, etc., non seulement elle était consommée volontiers, mais encore qu'elle n'était pas nuisible au bon entretien des animaux. La sciure doit être employée avec quelques précautions : il faut la cribler pour la débarrasser des déchets de bois qui pourraient piquer et blesser les animaux.

Cet emploi de la sciure dans l'alimentation des animaux a rencontré des adversaires qui prétendent, avec juste raison d'ailleurs, que la sciure de bois ne renferme pas de principes nutritifs. Aussi faut-il ne guère voir dans la sciure qu'une substance inerte, destinée à diluer certains aliments trop énergiques et dont le seul but doit être de diminuer le coût des rations à donner aux bêtes à cornes.

Emploi de la sciure et des déchets de bois pour la fabrication de l'alcool éthylique. — On fabrique actuellement de l'alcool, aux Etats-Unis, avec du glucose préparé par la saccharification de la cellulose de bois. On emploie le procédé Classen appliqué à la sciure et aux déchets de scieries. On opère de la manière suivante :

1° *Saccharification de la cellulose.* — La sciure est placée dans un récipient en tôle doublé de plomb, mobile autour d'un axe. Une double enveloppe permet le chauffage par la vapeur. La sciure est imbibée d'un tiers d'une solution d'acide sulfurique à 3 p. 100 ; puis on chauffe en faisant tourner le cylindre digesteur. On atteint ainsi une température de 165° correspondant à une pression de 7 kilogrammes. On continue le chauffage pendant une heure et demie. L'acide sulfureux hydrolise la cellulose, la transforme en glucose, et l'excès s'échappe avec la vapeur.

2° *Extraction du glucose.* — Pour extraire le glucose on lessive

méthodiquement le résidu qui se trouve dans le cylindre, dans une batterie de macérateurs.

Une tonne de sciure donne 200 à 250 kilogrammes de glucose dont 85 p. 100 fermentent. Le reste est constitué par des pentoses infermentescibles.

3° *Fermentation*. — Le jus sucré est neutralisé par du carbonate de chaux et mis en fermentation dans les conditions ordinaires.

4° *Distillation*. — La distillation se fait dans une colonne ordinaire de distillerie.

Le résidu de la saccharification du bois est aggloméré sous forme de briquettes, calciné et fournit ainsi du charbon de bois.

Emploi des déchets de bois et de la sciure dans les gazogènes. — L'étude de l'utilisation des sciures, et déchets de bois pulvérulents, a conduit la Compagnie du gaz H. Riché à un nouvel appareil très intéressant et dont nous donnerons la description sommaire.

Cet appareil produit du gaz non plus par distillation, mais par combustion. Il est constitué essentiellement par deux cuves cylindriques *b* et *g* réunies à leurs parties inférieures par un carneau de section rectangulaire *e*. La figure 73 représente l'ensemble des appareils essentiels entrant dans une petite installation de force motrice de ce système. On distingue nettement le gazogène, le gazomètre, le moteur et les diverses tuyauteries. Dans la cuve *b* se trouve le combustible proprement dit chargé par la trémie *a* et brûlant sur la grille *c*, grâce à l'air arrivant par la tuyauterie *o* et que souffle le ventilateur *n* commandé par le moteur.

Les produits de cette combustion se rendent, par le carneau *e*, au-dessous de la colonne *g*, garnie de coke ou de charbon de bois, suivant les facilités plus ou moins grandes avec lesquelles on peut se procurer l'un ou l'autre de ces combustibles. Une seconde entrée d'air *f*, placée dans la partie médiane du carneau horizontal *e*, assure la combustion partielle des produits de distillation que donnent, par rayonnement du foyer, les combustibles

garnissant la colonne de combustion *b*. La haute température produite par cette combustion assure la dissociation d'une partie des produits de distillation non brûlés et maintient à une température convenable la colonne de coke ou de charbon de bois *g*, sur laquelle viennent se décomposer par réduction, au contact du charbon fortement chauffé, ceux des produits condensables qui n'ont été ni brûlés ni dissociés avant leur arrivée à cette colonne de réduction.

Des cadres et portes en fonte, d'une manœuvre facile, permettent de décrasser aisément la grille et le carneau *e*. Si l'on brûle dans le foyer des combustibles ne donnant pas des produits de distillation, l'usage de la seconde entrée d'air *f* devient inutile. La colonne de coke qui correspond à la partie réductrice des gazogènes à une seule cuve n'en joue pas moins un rôle très utile et assure, grâce à sa hauteur et à sa température constantes, la régularité de composition des gaz produits et, par suite, la régularité de marche du moteur alimenté. Avec les déchets qui renferment une certaine quantité d'eau, il est inutile d'en ajouter dans le cendrier.

La fig. 73 reproduit le gazogène et le gazomètre utilisés à l'usine de construction de wagons de MM. Carel aîné, Fouché et C^{ie}, au Mans, où une installation de 45 chevaux a été alimentée à l'aide de sciures et de menus copeaux de bois. Au près du gazogène, se trouve rassemblée une certaine quantité de sciures, menus copeaux et déchets de bois, destinée à l'alimentation de l'appareil.

On distingue nettement le caisson et les deux colonnes du gazogène, la trémie de chargement, le raccord spécial à tubulure à brides constituant la sortie du gaz, la cheminée d'allumage, la plate-forme de service et l'escalier en tôle striée y donnant accès, le cadre et la porte du foyer proprement dit, la canalisation d'air soufflé avec ses deux branchements d'air primaire et d'air secondaire et enfin la soupape de trop plein placée sur la tuyauterie d'air soufflé, à hauteur de la partie supérieure du caisson, soupape commandée par la cloche du gazomètre à l'aide d'un petit câble

métallique non encore en service au moment où la photographie des appareils a été prise.

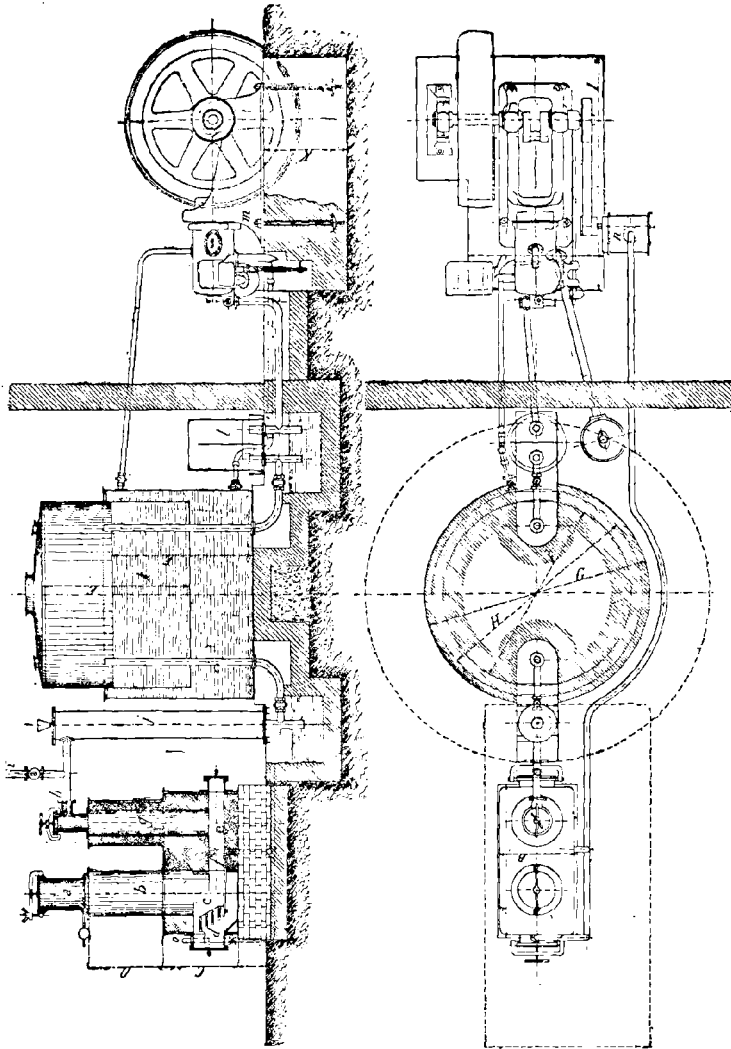


Fig. 73 — Gazogène à sciures de bois et gazomètre alimentant un moteur de 45 chevaux aux ateliers de construction de wagons du Mans.

On distingue à l'arrière et auprès de la cuve du gazomètre une tuyauterie verticale et terminée par un col de cygne. Elle ramène dans cette cuve l'eau qui a servi au lavage du gaz et au refroidi-

dissement du moteur et que refoule une pompe commandée par le moteur. Le tuyau conduisant l'eau froide de la cuve au moteur a son origine à droite de la tuyauterie précédente et à 50 centimètres environ au-dessus du fond de la cuve. On distingue dans le voisinage de l'un des guidages de la cloche une cheminée en tôle. Elle sert à évacuer les produits de combustion du petit foyer à sciures disposé au-dessous de la cloche, à l'arrière du filtre-mousse, que l'on aperçoit sur la droite du cliché.

Ces produits ont parcouru, entre le foyer et la base de la cheminée, un carneau circulaire dans le trajet duquel ils ont cédé à l'eau, au travers de la fonçure de la cuve, la presque totalité de la chaleur sensible emportée par eux à la sortie du foyer. Cette précaution a été prise pour éviter tout risque de gelée en hiver dans le cas d'interruption de marche des appareils. Le fonctionnement normal de ceux-ci assure en effet pour l'eau de la cuve son maintien à une température supérieure de 14° à 16° à la température extérieure, comme nous l'avons constaté à l'aide d'un thermomètre.

Dans cette usine, le moteur, d'un type de 50 chevaux effectifs en travail normal au gaz de ville, produit journallement, et pendant onze heures, une moyenne de 35 chevaux. La dépense de combustible se réduit tout entière à 440 ou 450 kilogrammes de sciures et menus copeaux et à un hectolitre et demi de coke pour l'entretien de la colonne réductrice.

Emploi de la sciure de bois pour la fabrication d'un gaz d'éclairage. — Un gaz peut être extrait de la sciure de bois. La sciure est chargée dans des cornues chauffées au bois ; le gaz provenant de la distillation passe dans une série de serpentins et de là dans les épurateurs, semblables à ceux qui servent pour la purification du gaz de houille et contenant de l'eau de chaux. A sa sortie des cornues, le gaz a une odeur moins désagréable que celle du gaz de houille et ressemble à la fumée produite par la combustion du bois vert.

Une installation faite dans une ville du Canada fournit 540

mètres cubes de gaz par jour, nécessitant la distillation d'environ deux tonnes de sciure. Le personnel nécessaire comprend un homme et un gamin. Le gaz, brûlé dans un bec ordinaire, a un pouvoir éclairant de 18 bougies. La meilleure qualité est celle qui provient de la sciure de bois résineux. Outre le gaz, on retire de la sciure environ 20 pour 100 en poids de goudron. Il serait intéressant d'avoir quelques données sur ce gaz, sa composition et l'utilisation possible dans des brûleurs ordinaires. Ce produit devrait être étudié ; car le gaz ainsi préparé pourrait bien souvent rendre de grands services pour l'éclairage dans les grands chantiers établis au milieu des forêts.

Autres usages. — Enfin nous rappellerons que la sciure de bois peut être utilisée :

1° Pour l'emballage et la conservation des denrées fragiles, comme les œufs ;

2° Pour le filtrage des huiles épurées par l'acide sulfurique ;

3° Pour la fabrication de l'acide oxalique, d'après le procédé Capitaine et Herlings ;

4° Pour l'épuration chimique du gaz d'éclairage, comme corps divisant du mélange de sulfate ferreux et de chaux hydratée (mélange de Laming) ;

5° Pour le séchage, après un premier polissage, d'articles de robinetterie et autres objets de cuivre. Dans ce but, les pièces métalliques sont introduites avec de la sciure de bois dans un tonneau animé d'un lent mouvement de rotation, autour d'un axe normal à ses deux fonds.

On voit donc que la sciure et les autres déchets de travail du bois se prêtent à un grand nombre d'emplois et que, par conséquent, en dehors de la question d'hygiène des ateliers, il y a intérêt pour les chefs d'industrie à les recueillir en vue d'une utilisation ultérieure.

CHAPITRE IV

UTILISATION DES DÉCHETS DE LIÈGE

Les rognures de bouchons peuvent, par combustion, fournir un noir très beau et très résistant connu sous le nom de noir d'Espagne. Mais leur meilleure utilisation réside dans la fabrication d'agglomérés ou de linoléum. Pour ces deux usages, les déchets de liège doivent au préalable être réduits en grains.

Fabrication des agglomérés de liège. — Pour fabriquer les agglomérés de liège, la Société des lièges plastiques à Moret-sur-Loing, broie les déchets et les crible en les mettant par ordre de finesse ; on mélange ensuite aux poudres subéreuses ainsi obtenues de la colle ; on soumet la pâte à la pression d'une presse hydraulique. En plaçant et en comprimant ces mélanges dans un moule chauffé, on peut obtenir des agglomérés d'une forme quelconque : briques, tuiles, plaques, cylindres, etc., qui peuvent servir à tapisser les caves des brasseries, ce qui retarde la fusion de la glace, à construire les murs des poudreries qu'une explosion peut détruire sans qu'on ait à redouter une grande catastrophe, à recouvrir les planchers des filatures pour amortir le bruit des machines, à isoler les combles contre la chaleur et le froid.

Emploi du béton de liégine. — Les planchers peuvent être rendus insonores par l'emploi d'un béton spécial dénommé béton

de liégine. A cet effet, le plancher est préparé avec ses entretoises, ses fentes et son cintrage comme pour les hourdis en plâtre. On coule alors un béton de liégine composé de :

| | |
|------------------------|---------|
| Liège. | 9 kg. |
| Liégine pure | 250 gr. |
| Plâtre. | 45 kg. |

Une épaisseur de 8 centimètres est suffisante.

Ce béton étant pris au bas des solives en plâtre dans l'espace laissé vide sous l'aide du fer, et on recouvre d'une légère chape de plâtre la surface du béton. Le hourdis de liégine pèse, le mètre carré sur 0^m10 d'épaisseur, 54 kilogr. ; il résiste à une charge de 1200 kilogr. par mètre carré.

Le liège aggloméré au plâtre ou au mortier hydraulique jouit de qualités précieuses que l'on ne rencontre chez aucune autre substance. Il est d'une très grande légèreté, très mauvais conducteur de la chaleur et du son, difficilement inflammable et même ininflammable, aggloméré avec des substances spéciales ; imputrescible et imperméable, aggloméré avec du brai ou du goudron et enfin à très bas prix.

Fabrication du linoléum et du lino-bugau. — Pour fabriquer le linoléum on mélange les déchets de liège pulvérisés à l'aide de meules à émeri avec de l'huile de lin oxydée et rendue siccativ par une addition de litharge. D'après Peters et Sphered la proportion des ingrédients serait la suivante :

| | |
|---|-------------|
| Poudre de liège | 13 parties. |
| Gomme adragante (variété dite tragasol) | 5 — |
| Huile de lin séchée. | 5 1/2 |
| Siccatif (litharge habituellement). | 1/2 — |

L'huile suivante empêcherait les produits de se crevasser. Sa composition approximative serait de :

| | |
|---------------------------------|-------------|
| Huile de lin bouillie | 15 parties. |
| Gomme tragasol | 5 — |
| Litharge. | 1/2 — |

La pâte ainsi obtenue est étendue sur des étoffes qu'on soumet à la dessiccation entre deux cylindres chauffés à la vapeur. Dans un intéressant article sur l'industrie du liège (1), M. Emmanuel Ratoïn indique quelques perfectionnements apportés à la fabrication du linoléum. C'est ainsi qu'un linoléum spécial appelé *lino-bugau* s'obtient en mélangeant à la poudre de liège des déchets de coquilles de bugau. Le bugau est un mollusque que l'on trouve aux Antilles et c'est grâce à sa présence que l'on obtient ces reflets irisés qui caractérisent les plafonds et les panneaux faits avec le lino-bugau. Ces panneaux sont revêtus d'un vernis à base de gomme. C'est cette substance qui retient les fragments de bugau. Pour augmenter le relief de ces panneaux, on en métallise certaines parties. C'est dans cette particularité que s'exercent les procédés secrets des spécialistes du lino-bugau.

Dans la fabrique de linoléum d'Orly, près Choisy-le-Roi, les déchets de liège sont broyés en vases clos sous des meules horizontales en silex, passés au blutoir et la matière amenée à l'état de poudre fine, pouvant passer dans des tamis du numéro 25 au numéro 50, est malaxée avec un mélange d'huile cuite, de litharge et de blanc de Meudon, puis étendue en couches d'épaisseurs variables sur des toiles sans fin et séchée à l'étuve. Le linoléum peut être employé sous cet état brut ou imprimé en couleurs comme la toile cirée. Des pâtes en couleur appliquée dans toute l'épaisseur imitent la mosaïque de marbre. Ce nouveau produit remédierait à l'inconvénient des linoléums imprimés dont les dessins s'usent très rapidement et disparaissent sous le frottement des pieds.

Les applications du linoléum sont nombreuses et la fabrication va sans cesse en augmentant. Une grande partie est importée d'Angleterre où cette industrie a pris naissance ; mais aujourd'hui la fabrique d'Orly a pris une extension considérable et elle lutte avantageusement avec les produits anglais. Les dessins, inspirés par nos artistes, sont mieux compris, mieux disposés, moins

(1) *Revue scientifique* du 10 août 1901.

heurtés de ton, plus harmonieux et la nouvelle fabrication du linoléum, en pâte de couleur dans toute l'épaisseur de l'enduit, fera certainement donner la préférence aux produits fabriqués en France. L'usine d'Orly a aussi, depuis peu, augmenté l'épaisseur de la couche de liège appliquée sur la toile et elle fabrique maintenant des tissus qui, au lieu de 3 à 4 millimètres, ont jusqu'à un centimètre d'épaisseur. La Compagnie Transatlantique fait un grand usage de ce nouveau linoléum et la marine de l'État fait revêtir de ce produit le dessus des ponts en fer des torpilleurs et les cloisons intérieures de nos cuirassés. Dans une des dernières campagnes d'Islande, le faux-pont en bois du *Château-renault* était recouvert dans toute son étendue d'une couche épaisse de linoléum.

Emploi des déchets de liège pour l'éclairage des usines.

— Le liège possède la propriété de produire un gaz plus éclairant que le gaz de houille. Il n'a pas l'inconvénient de noircir les plafonds et n'affecte pas l'odorat. Aussi semble-t-il que les fabriques de bouchons et autres industries produisant des déchets de liège auraient intérêt de s'éclairer au gaz de liège ; ce mode d'éclairage permettrait de réaliser des économies sérieuses en évitant l'installation d'épurateurs, de colonnes à coke, de barillet à siphon. Toutefois, M. Emmanuel Ratoïn estime que le système d'éclairage au gaz de liège ne présente des avantages pratiques que pour les usines domestiques où la fabrication de gaz ne dépasse pas 12 mètres cubes par jour.

Rembourrage des panneaux de selle. — Des expériences se poursuivent dans l'armée depuis le mois d'août 1903 en vue de l'emploi du liège pour le rembourrage des panneaux de selle à la place du crin actuellement employé à cet usage.

Le remplissage des panneaux se fait sans difficulté ; il suffit d'y verser de la poudre de liège tandis qu'avec le crin l'opération est beaucoup plus difficile car il faut le répartir afin que la selle épouse bien les lignes du dos du cheval.

Or en raison de sa mobilité la poudre de liège n'exige aucun de ces soins. Posée sur le dos du cheval la selle munie de panneaux remplis de liège en épouse les formes et les panneaux se moulent en quelque sorte sur le dos de l'animal.

De plus avec le liège il n'est pas nécessaire de refaire les rembourrages comme avec le crin. La poudre de liège, en effet, n'a pas besoin d'être cardée. Pour lui rendre sa souplesse il suffit de battre un peu le panneau avec une baguette quelconque et il redevient instantanément moelleux comme au premier jour. Les panneaux de liège n'ont pas à craindre l'humidité ou la pluie. Plus le liège est mouillé plus au contraire il est souple.

Pour se procurer de cette poudre, ou déchets de liège, rien n'est plus facile. Il y en a un peu partout en France. Toutes les fabriques de bouchons en fournissent par exemple et des industriels en font un commerce spécial. Cette poudre est plus ou moins fine. La meilleure est évidemment celle qui provient du liège de bonne qualité ; la poudre dite dans le commerce n° 4 qui est, paraît-il, la plus grosse, semble très bien convenir ; les grains de cette poudre n° 4 sont à peu près de la grosseur d'un petit pois ; ce que l'on appelle « déchets » n'est guère plus gros, mais les morceaux sont plus irréguliers et allongés.

Quand il n'est pas en morceaux trop gros (c'est-à-dire jusqu'au n° 4 inclusivement), le liège peut être employé tel qu'il est livré sans aucune préparation. Si l'on emploie au contraire, les « déchets », forme sous laquelle le liège est encore, paraît-il, préférable, il faut lui faire subir une petite préparation qui lui donne certaines qualités nécessaires.

Cette préparation consiste en un foulage dudit liège à l'aide d'un concasseur. Le liège, comprimé d'abord par le moulin, se détend à sa sortie et acquiert ainsi une plus grande souplesse, en même temps qu'il se débarrasse des petits durillons de bois, lorsqu'il en contient, comme cela arrive quelquefois. Après cette opération on le tamise afin de le débarrasser de ses poussières.

Outre les avantages déjà signalés, l'emploi des déchets de liège, dans la confection des selles de l'armée, permet à celles-ci

de surnager lors de la traversée des cours d'eau. De plus le prix de revient de la matelassure en liège ne serait que de 0 fr. 15 à 0 fr. 20, alors qu'avec le crin ce prix atteint 3 fr. 25.

Autres usages des déchets de liège. — Les déchets de liège réduits en poudre et passés au tamis n° 200 peuvent remplacer le lycopode des pharmaciens, grâce au tannin qu'ils renferment.

Enfin les déchets granulés de liège servent pour conserver les fruits et en permettre l'expédition à long terme. A cet effet on place les fruits sur un lit de liège granulé et on saupoudre chaque couche. Il faut 20 kilos de liège pour 400 à 500 kilos de fruits. Lorsqu'on veut manger ces fruits, il suffit de les tremper dans l'eau.

L'usine des lièges plastiques de Ravanne fabrique avec des déchets de liège : 1° Des meules en liège aggloméré servant au polissage des glaces, porcelaines, décorticage des graines ;

2° Des ronds de seaux hygiéniques et sièges de water-closets ;

3° Des pavés de liège aggloméré pour planchers insonores sous voûtes d'entrée de portes cochères ;

4° Des cloisons pour soutes à munitions, quilles de roulis pour la marine ;

5° Des bouées de sauvetage et gilets et ceintures de sauvetage, bourrées en grains de liège légèrement grillés, ce qui le rend plus léger et gras et par conséquent moins poreux (Procédé Roussel).

CHAPITRE V

UTILISATION DES DÉCHETS DE L'INDUSTRIE TEXTILE

§ 1^{er}. — TRAVAIL DU LIN

La filature de lin donne lieu à de nombreux déchets constitués :

- 1° Par un mélange de paillettes (chenevottes, anas) provenant de la partie ligneuse de la plante et ayant l'aspect de la paille ordinaire hachée par des rats ;

- 2° Par des fibres textiles.

Ces déchets varient suivant les opérations :

Déchets de teillage. — Le teillage du lin donne des pailles mélangées de fibres formant une étoupe grossière servant pour le calfatage ou à la fabrication de fils pour toiles d'emballage. Les déchets de teillage égalent au moins les $\frac{3}{4}$ du poids du lin brut. En Bretagne où les teillages sont très nombreux, on emploie ces déchets comme combustible.

MM. Colomer et Lordier, dans leur intéressant ouvrage « Les combustibles industriels », conseillent de mélanger les déchets de lin employés comme combustible avec de la houille. Ce n'est pourtant par l'avis de M. Godillot ; cet ingénieur distingué propose de les brûler seuls dans une grille analogue à celle qu'il emploie pour la tannée ou pour les copeaux de bois ; il estime toutefois que, en raison de la longueur de ces déchets, l'emploi comme combustible fournit des résultats très imparfaits ; l'utili-

sation rationnelle n'aurait lieu que si l'on pouvait économiquement réduire ces déchets en fragments. Les déchets de teillage sont très encombrants ; ces déchets à 29 0/0 d'humidité pèsent 260 kilogrammes et il faut 3200 kilogrammes de ces déchets pour obtenir le même résultat calorifique qu'avec 1000 kilogrammes de charbon ; autrement dit le volume de déchets de lin équivalant à 1000 kilogrammes de charbon est de 12 mètres cubes.

Déchets de peignage. — Le peignage du lin ne peut s'effectuer sans produire de déchets. Ces déchets constitués par des fibres textiles entraînées en désordre par les peignes et mélangées encore à beaucoup de matières étrangères, constituent les « étoupes de filature ». Pour rendre à celles-ci une valeur industrielle, on leur fait subir une opération spéciale connue sous le nom de cardage, opération que subissent aussi les étoupes venant du teillage.

Déchets des cardes. — Les déchets provenant du travail des cardes (dessous de cardes) sont repassés dans des machines spéciales appelées peigneuses, de façon à en extraire les dernières fibres.

Déchets de filature. — La filature au sec (ainsi que le tissage) donne des déchets, fils, grosseurs qui sont repassés aux cardes mélangés avec d'autres matières.

Dans la filature au mouillé (le travail est semblable à celui de la filature au sec jusqu'à la filature proprement dite), les grosseurs ou bouts de fil (brin de matières) ramassés sur le sol sont lavés, séchés et repassés aux cardes mélangés avec d'autres matières. Le travail de ces déchets est assez difficile et fatigue les dents des machines.

On voit qu'il y a une grande variété de déchets suivant les opérations effectuées dans chaque filature traitant des matières différentes ou fabricant des numéros différents.

Triage des déchets au moyen des lous ou moulins. — Les marchands de déchets font un travail qui tend à disparaître depuis l'utilisation de plus en plus rationnelle des matières textiles. Ils achètent les déchets dans plusieurs filatures et les font passer

dans des moulins ou loups. Les dents des loups retiennent les fibres, et les anas tombent en-dessous. Ces anas peuvent être employés comme combustible dans les foyers des générateurs ou être utilisés dans les travaux de plafonnage pour certains enduits ; lorsqu'ils sont en excès on peut les répandre sur les prés et les faire servir comme engrais.

Triage par ventilation des déchets du cardage. — Quelques procédés de ventilation des cardes réalisent en même temps que l'aspiration des poussières, le triage des déchets.

Les sous-produits sont classés méthodiquement par ordre de densité :

La paille reste sous la carde ;

Les fibres les plus lourdes tombent les premières ;

Les fibres les plus délicates sont arrêtées sur un filtre sans fin inobstruable ;

La poussière seule est évacuée au dehors ;

Dans le système Huglo, une toile métallique sans fin placée à l'extrémité de l'aqueduc d'aspiration, se couvre rapidement de flocons légers qui viennent se feutrer en quelque sorte sur la surface antérieure de la toile ; les déchets de fibre forment une nappe épaisse sur la toile métallique, qui s'obstruerait si le filtre était immobile, mais dans son mouvement de translation, la nappe présente ensuite au vent sa face opposée ; alors, elle se détache et tombe dans la fosse destinée à la recevoir.

Cette nappe se compose d'une agglomération de déchets feutrés par le vent, et c'est son poids qui la sépare de la poussière qui, seule, est évacuée dans la chambre à poussière en communication par une cheminée avec le dehors.

Captage et triage des déchets. — M. Lebrasseur, directeur de la Compagnie Sturtevant, a imaginé toute une série de dispositifs captant sur les machines mêmes les déchets et poussières textiles.

Les cardes sont enveloppées et closes autant que le permet la commodité du travail.

Au-dessous se trouvent des trémies ou fosses reliées à des

tuyaux d'aspiration qui envoient les déchets dans un séparateur de poussières centrifuge par l'intermédiaire d'un ventilateur aspirant et refoulant.

On peut régler ce séparateur de façon à ne recueillir que les déchets ayant une certaine valeur et à renvoyer les poussières fines dans une chambre à pulvérisation d'eau où elles sont complètement déposées.

Les dispositifs varient suivant les types de cardes. Certaines sont munies de plusieurs hottes distinctes placées aux endroits où se produisent les poussières notamment près des cylindres déboureur.

M. Lebrasseur a employé avec succès le système Sturtevant sur les peigneuses, échardeuses, laineuses, broyeuses, machines à tondre.

Les déchets de fibre sont utilisés pour la filature de fils de qualité inférieure en mélange avec des fibres plus longues. On peut obtenir un classement plus exact par longueurs en soufflant l'air aspiré dans un carneau à section croissante, de façon à diminuer progressivement la vitesse de cet air. Les fibres les plus longues se déposent en tête, les fibres moyennes après et ainsi de suite.

Utilisation en papeterie des déchets fibreux de qualité inférieure.

— Le déchet fibreux résultant des opérations mécaniques de séparation des fibres de lin ou de chanvre, ainsi que les qualités inférieures de déchets de filatures sont ordinairement travaillés par le fabricant de papier, pour obtenir non pas une cellulose pure, mais une demi-pâte moins pure et par conséquent de blancheur moindre. Le traitement nécessaire est, tantôt un lessivage sous pression avec de la chaux ou de la soude ou des mélanges de ces alcalis, tantôt un traitement alcalin relativement léger, suivi d'un traitement par le chlore, afin d'attaquer et de désagréger le bois des tiges de lin ou de chanvre.

Par les systèmes précédents, les déchets, débarrassés de la majeure partie de la paille et de la poussière, augmentent notablement de valeur. On achète ces sous-produits au moins 12 à

15 francs les 100 kilos et plus, suivant la qualité du déchet.

La manutention coûteuse et primitive du marchand de déchets, qui déchire et détruit les meilleures fibres pour extraire la paille, devient inutile ; elle s'opère sans dépense au moyen de la ventilation qui sépare, nettoie et dépose les fibres absolument intactes. Elles ne sont plus déchirées, mais classées par ordre de légèreté et de finesse.

On voit tout le parti qu'on peut tirer de ces produits pour la confection des thibaudes, des tiretaines, des calorifuges, etc. ; enfin, pour la fabrication des cartons blancs, etc.

Les bons déchets peuvent même être filés.

En outre le travail est plus facile, plus soigné, les rubans sont propres, la cardé exige moins de nettoyage et la poussière étant éliminée il n'y a plus de frottements inutiles et par conséquent moins de graissage et de dépense de force motrice.

Utilisation des courtes fibres après transformation. — On arrive maintenant à utiliser les fibres les plus courtes, celles qui autrefois étaient vendues (et le sont encore quelquefois), aux fabriques de papier.

Un procédé récent, procédé Schevéliné, non encore exploité en France, permettrait de donner à ces courtes fibres l'aspect du déchet de coton et en faciliterait ainsi le travail et l'emploi.

Dans ce but il suffit de soumettre le lin ou le chanvre à un traitement très simple par les résidus de naphte, pour que la fibre se décompose, se transforme et acquière toutes les apparences et toutes les qualités du coton. On peut alors travailler la matière par les broches et les métiers à coton ; de plus, les produits manufacturés ont toutes les qualités des étoffes de coton.

La *Revue générale des questions économiques* qui signale ce procédé ajoute que l'inventeur du procédé se refuse de prendre un brevet ; il offre de faire connaître sa fabrication à tous ceux qui le désireraient.

§ 2. — TRAVAIL DU CHANVRE

Utilisation des chenevottes. — La séparation des fibres textiles de la partie ligneuse se fait à la main dans les campagnes. Elle donne comme déchet des chenevottes, le plus souvent, sous la forme de grandes tiges ayant conservé l'aspect de la plante. Ces chenevottes très combustibles, de grosseurs variables, servent à allumer les foyers ; tronçonnées et enduites de soufre aux extrémités elles servent d'allumettes primitives.

Autres déchets. — Les fibres de chanvre, vu leur longueur, ont besoin d'être broyées et sectionnées pour être travaillées.

Le travail est semblable à celui du lin et l'utilisation des déchets est la même que pour le lin.

§ 3. — TRAVAIL DU JUTE

Le jute (sous la forme qu'on le reçoit en France) ne donne pas de déchets pailleux. Il a besoin de subir des opérations telles que le broyage, le cannelage, le coupage nécessaires pour assouplir les fibres et les rendre propres à la filature.

Ces fibres sont ensimées c'est-à-dire enduites d'un savon spécial permettant le glissement des fibres pendant le travail qui est semblable à celui du lin travaillé au sec.

Les déchets de filatures de jute et les déchets de sacs peuvent servir de matière première dans la fabrication du papier. En les faisant cuire avec de la chaux dans des lessiveuses tournantes (la pression de la vapeur variant de 6kg 70 à 1kg 40) on obtient une demi-pâte bien attendrie qui cède facilement à l'action des raffineuses.

§ 4. — TRAVAIL DU COTON

Il n'y a pas de déchets dans le coton ou du moins ce qui, dans un établissement, constitue un déchet, est repris dans un autre établissement pour une autre fabrication.

C'est ainsi que depuis les longues soies jusqu'aux courtes soies tout est filé et tissé. Les derniers duvets servent soit à la fabrication des massingues, toiles spéciales utilisées au lavage des maisons, soit à la confection d'éponges spéciales employées dans le nettoyage des machines et des voitures de chemins de fer.

Il ne reste absolument que la poussière qui se vend comme engrais.

Les déchets gras, ayant servi à l'essuyage des machines, sont lavés, séchés, effilochés, et remis en circulation après récupération des matières grasses.

Eponge en déchets de coton, système Hassfeld. — Il a été délivré, le 4 juillet 1903, à M. Léon S. Hassfeld de Russie le brevet n° 330.648 relatif à la confection d'une éponge spéciale en déchets de coton possédant un grand pouvoir d'aspiration. Dans ce but, des déchets de coton débarrassés de poussière, lavés et bouillis à haute pression, sont bouillis ensuite avec addition de soude caustique, ce qui a pour effet de faire mourir tous les microbes qu'ils renferment, puis ils sont ensuite rincés et desséchés soit par les appareils centrifuges, soit teillés dans la machine teilleuse ou bien sont entièrement desséchés pour être ensuite teillés, après quoi on les passe dans la première machine à carder et on les transfère à la seconde cardeuse, pour les transformer dans celle-ci en mèche la plus grosse possible et ils sont ensuite retirés du cylindre sous forme de boucles circulaires et finalement déprimés; ensuite on transforme chaque boucle en une éponge pesant de 40 à 50 grammes et prête à l'usage. Grâce à son pouvoir absorbant l'éponge confectionnée de cette façon remplace de 1 livre à 1 livre 1/2 des torchons ordinaires, elle est de plus très souple et élastique; d'un maniement commode et après avoir été complètement imbibée elle peut être pressée et aura ainsi pour effet de restituer l'huile puisqu'elle agit comme un filtre.

§ 3. — TRAVAIL DE LA LAINE

Traitement des eaux résiduaires des peignages de laine. — Les eaux résiduaires des peignages de laine sont souillées par de la laine brute, du sable, de la terre, du suint, des éléments de savon qui a servi au dégraissage, des huiles qui ont été introduites pour faciliter le peignage, etc.

Ces eaux peuvent se diviser en trois catégories qui doivent être traitées séparément : les eaux de désuintage, les eaux de lissage et les eaux de lavage.

Extraction du carbonate de potasse des eaux de désuintage. — Les eaux de désuintage sont fournies par le lavage à l'eau froide des laines en suint ; elles sont recueillies lorsque, après leur passage sur plusieurs laines, elles marquent de 10 à 12° Baumé. Ces eaux évaporées à siccité laissent un résidu que l'on calcine dans des cornues. La calcination fournit un gaz qui peut être utilisé pour l'éclairage, et il reste dans les cornues un corps qui, repris par l'eau, fournit un salin potassique brut contenant environ de 70 à 80 p. 100 de carbonate pur. Habituellement 100 kilos de laine en suint fournissent 5 à 7 kilos de carbonate de potasse brut.

Extraction de l'huile d'acétone. — Suivant MM. A. P. Buisine les eaux de désuintage de la laine, traitées de la manière suivante, peuvent fournir de grandes quantités d'huile d'acétone (1). Ces eaux, qui renferment un mélange d'acide gras et marquent 11-12° B., sont abandonnées à elles-mêmes pendant quelques jours dans des citernes spéciales, où elles subissent une fermentation. Après élimination de l'ammoniaque, par ébullition et addition d'acide sulfurique, afin de mettre les acides volatils

(1) Le produit désigné sous le nom d'huile d'acétone, qui est un mélange d'acétone, de méthylacétone et d'acétones supérieures est employé en Suisse pour la dénaturation de l'alcool. L'huile d'acétone est obtenue comme produit secondaire de la préparation de l'acétone et seulement en faibles quantités.

en liberté, elles sont distillées au moyen d'un courant de vapeur ; le distillatum obtenu, qui renferme les acides gras, est saturé avec de la chaux, puis évaporé à siccité ; et le résidu consistant en un mélange de sels calcaires à acides gras volatils, est soumis à la distillation sèche. Le produit ainsi obtenu représente 40 à 50 p. 100 du poids des sels de chaux employés ; 1^m3 d'eau de désuintage à 41° B. fournit environ 15 litres d'huile d'acétone. Celle-ci constitue un liquide légèrement salé et d'une odeur pénétrante ; sa densité égale à 0,832, elle est soluble dans l'eau, l'éther et l'alcool.

La première installation industrielle ayant pour but la fabrication de cette huile a été faite aux établissements Motte, à Roubaix ; elle n'est pas en activité, actuellement, parce qu'on manque de débouchés pour l'huile d'acétone.

Voici en principe les phases de la fabrication, d'après MM. A. et P. Buisine (4) :

Après une fermentation qui ne dure pas moins de 6 jours, les eaux sont concentrées jusqu'à 8 ou 10° B. dans un appareil Wache et Locoge ; l'ammoniaque qui se dégage pendant cette opération est récupérée dans un absorbeur à acide sulfurique ; il y a également des ammoniaques composées, notamment de la triméthylamine. L'eau concentrée est refroidie par pulvérisation avec les appareils Turnbull, puis acidulée par l'acide sulfurique ; il se dégage de l'acide carbonique et il se précipite des matières grasses et terreuses qu'on sépare par un filtre-pressé. Les dernières eaux sont réunies au liquide filtré ; en chauffant les presses, on extrait les matières grasses, et il reste une poudrette utilisable comme engrais.

Pour séparer les acides volatils et éviter les incrustations de sulfate de potasse qui se forment pendant la concentration, on se sert encore d'appareils Wache et Locoge. Le sulfate de potasse est séparé des eaux mères et turbiné ; selon les soins apportés au lavage, il titre de 90 à 97 0/0 ; on obtient les 2/3 de la quantité

(4) *Bulletin des chimistes de sucrerie et distillerie* (déc. 1904) et *Revue générale de chimie pure et appliquée* (av. 1902).

totale. Le reste est difficile à séparer de l'eau mère, le mieux est d'employer cette dernière à la fabrication d'engrais composés. Les vapeurs passent dans un absorbeur à lait de chaux dont la disposition est assez semblable à celle des condenseurs à contre-courant employés en sucrerie. Pour obtenir les sels calciques secs, on concentre et dessèche les solutions dans une étuve de Huillard; on obtient ainsi des paillettes très propres à la préparation de l'huile d'acétone.

On prépare des huiles de différentes marques : l'huile d'acétone brute, l'huile brute redistillée, la méthyléthylcétone pure, le résidu de celle-ci. L'un ou l'autre de ces produits pourrait être employé pour la dénaturation de l'alcool, selon la destination de celui-ci.

Par mètre cube d'eau à 8°, on peut obtenir :

- 6 kilos 7 de sulfate d'ammoniaque;
- 43 — de sulfate de potasse à 90°-97°;
- 30 — de résidu pâteux de distillation contenant le reste du sulfate de potasse;
- 41 — 6 de graisse;
- 23 — de poudrette;
- 7 — d'huile d'acétone.

Il faut 200 kilos de charbon pour le traitement d'un mètre cube d'eau.

Dans les villes de Roubaix et de Tourcoing seulement, on trouverait un minimum de 500 mètres cubes d'eau de désuintage par jour.

Traitement des eaux de lissage. — Les eaux de lissage des laines renferment une partie des huiles qui ont été introduites pour faciliter le peignage de la laine et du savon qu'on a employé pour émulsionner ces huiles. Le traitement de ces eaux permet de récupérer une matière grasse qui peut être utilisée à la fabrication des savons et dont le prix varie de 60 à 80 francs les 100 kilos. Cette récupération s'effectue en exprimant le magma qu'on obtient par l'addition aux eaux de lissage, d'une faible quantité d'acide chlorhydrique.

Traitement des eaux de lavage. — Les eaux de lavage des laines sont les plus difficiles à épurer. Comme leur composition dépend de la nature des laines et du traitement qu'on leur fait subir, il faut que l'industriel détermine au préalable leur composition, c'est-à-dire leur teneur en matières grasses, en matières organiques et en matières minérales solubles ou insolubles.

Au peignage que M. Holden possède à Croix-Wasquehal (Nord), les eaux à épurer présentent par décimètre cube la composition suivante :

| | |
|----------------------------|----------------------|
| Matières grasses | 9 ^{gr} ,500 |
| — organiques | 3 ,841 |
| - minérales | 7 ,082 |

Ces eaux sont traitées dans un bassin en toile, doublé de plomb, où l'on introduit 5 kilos d'acide chlorhydrique de commerce à 22° Baumé, par mètre cube.

Il se forme à la surface de l'eau un magma qui contient la majeure partie de la graisse et des matières terreuses. L'eau claire qui se trouve au-dessous du magma est rejetée après avoir été saturée par de la chaux (environ 150 grammes par mètre cube d'eau). On exprime à chaud le magma qui fournit une graisse non saponifiable et laisse un résidu contenant encore un peu de matière grasse. Ce résidu traité par le sulfure de carbone est exprimé pour recueillir la graisse qu'il contient et laisse finalement un tourteau susceptible, dans certaines circonstances, d'être employé comme engrais. Par un procédé tenu secret, on traite les graisses pour isoler l'acide cérotique des autres acides gras, et on saponifie à l'autoclave les acides oléique et stéarique.

On récupère ainsi 6 kilos de graisse par mètre cube d'eau savonneuse. La graisse valant 25 francs les 100 kilos et le coût de l'acide chlorhydrique et de la chaux pouvant être estimé à 0 fr. 22 par mètre cube d'eau traitée, on voit que l'opération permet de réaliser un bénéfice appréciable.

Un traitement intéressant des eaux de lavage des laines est encore celui réalisé par MM. Delattre père et fils, dans leur im-

portant peignage de Dorigines-les-Douai. Ce traitement, dont nous empruntons la description à l'ouvrage de M. de la Goux, « L'eau dans l'Industrie », consiste :

1° A procéder à une décantation préliminaire des eaux de lavage, de façon à faire déposer les sables, qui en raison de leur richesse en azote, potasse et produits ammoniacaux, sont utilisés comme engrais ;

2° A séparer les matières grasses par de l'acide sulfurique en léger excès et à procéder à la neutralisation de l'acide par de la chaux ;

3° A traiter les résidus gras en vue d'obtenir, d'une part, de la graisse « suintine » et, d'autre part, des tourteaux qu'on épuise méthodiquement avec la benzine, de façon à extraire presque toutes les graisses qui y sont incorporées ;

4° A additionner de superphosphate de chaux les tourteaux dégraissés, afin d'obtenir un engrais très riche en matières fertilisantes.

A cet effet, les eaux de lavages sont placées dans des bacs, munis à leur partie inférieure de soupapes servant à l'écoulement de ces eaux qui sont lancées avec force, dans un conduit central, en pente, en entraînant avec elles les sables qui y sont contenus.

Du conduit central, les eaux passent dans une rigole qui les amène par deux ouvertures latérales dans une des deux citernes en maçonnerie, étroite et profonde, servant à recevoir les dépôts de sables.

Chaque citerne est munie, dans toute sa hauteur, de chicanes en bois qui forcent l'eau à effectuer un long parcours et à se débarrasser complètement de ses sables.

Deux grandes vannes placées sur chaque citerne permettent de faire leur vidange simultanément.

Par décantation, l'eau sort de la partie supérieure de la citerne, et elle est envoyée par une deuxième rigole, à l'acidulation, dans un grand réservoir en maçonnerie.

Afin d'obtenir une acidulation parfaite de la masse liquide,

qui est la condition nécessaire de réussite de l'épuration, l'eau rencontre, avant d'arriver au réservoir en maçonnerie, une grande nappe d'acide sulfurique qui coule sur une plaque de verre ; de plus, une suite de chicanes disposées dans la conduite facilite encore le mélange qui se termine dans le grand réservoir, ayant une contenance de 500 mètres cubes environ.

L'acide sulfurique est étendu d'eau, de 20° B. à 22° B., dans deux bacs doublés de plomb, dans lesquels se meuvent des agitateurs, puis l'acide ainsi mélangé est envoyé par des monte-acides à vapeur Kulmann.

On effectue ainsi la neutralisation de l'acide en excès dans les eaux traitées ; pour cela, l'eau de lavage de laines sort par un déversoir dans un conduit ; elle rencontre un lait de chaux préparé dans une cuve circulaire, au moyen de chaux éteinte mélangée par un agitateur.

Afin d'obtenir une régularité dans la neutralisation, on opère sur de grandes masses liquides ; pour cela, après la cuve circulaire, la neutralisation s'achève dans un grand réservoir spécial.

Lorsque la neutralisation dans le grand réservoir est terminée, l'eau épurée est limpide, et elle est envoyée à la rivière.

Récupération des sous-produits :

La laine brute renferme :

| | |
|-------------------------------|---------------|
| Laine dégraissée | 40 |
| Potasse | 4,50 |
| Acides gras | 14 " |
| Terre, sable humide | 41,50 |
| | <u>100,00</u> |

On voit qu'il y a le plus grand intérêt à récupérer les matières grasses.

Une exploitation traitant les eaux de lavage provenant de 6.000.000 de kilogrammes de laine brute par an fournit environ 840.000 kilogrammes de graisse.

En additionnant la quantité d'huile employée pour le savon de dégraissage et pour l'ensimage de la laine, c'est-à-dire 110.000

kilogrammes d'huile environ, on obtient un total de 950.000 kilogrammes de graisses pour la laine traitée.

Par le désuintage, une partie des graisses est emportée, et l'on considère le travail de récupération comme devant porter sur 60 0/0, c'est-à-dire sur 570.000 kilogrammes de graisse restant dans les eaux vannes.

Pour récupérer les graisses, on arrête d'abord l'entrée de l'eau dans les citernes, à eau acidulée, au bout de douze à vingt-quatre heures de travail, suivant le cas, puis on décante la partie claire après dépôt convenable.

Les boues sont envoyées, par une vanne placée au fond de la citerne, dans un puisard profond, où une pompe les amène successivement dans deux monte-jus.

Un jet de vapeur arrive dans le monte-jus et se mêle aux boues, qui sont portées à une température de 80° environ.

Les boues d'écoulement du premier monte-jus sont envoyées par un second tuyau d'évacuation dans le deuxième monte-jus, où de là elles vont au filtre-pressé.

Dans leur passage au filtre-pressé, les boues entraînent 40 à 50 0/0 des graisses dans une citerne ; ces graisses sont recueillies par décantation dans un réservoir où elles sont épurées par l'acide, puis lavées à l'eau pure avant de les livrer au commerce.

Après les toiles des filtres-pressé, il reste des tourteaux qui sont enlevés, séchés et broyés en vue d'extraire encore 20 à 25 0/0 de graisses qui y sont incorporées.

Pour faire cette extraction, on les traite par la benzine.

Les tourteaux broyés sont introduits dans une série de cylindres de 2 mètres de haut et 1 mètre de large, où s'effectue un épuisement méthodique par la benzine, par un passage successif de la benzine pure dans les cylindres contenant les tourteaux les plus épuisés jusqu'aux tourteaux bruts.

On arrête l'introduction de la benzine lorsque celle qui vient d'être introduite sur les tourteaux ne donne plus de graisses par évaporation sur une plaque de verre.

A ce moment, on écoule la benzine dans un réservoir central

et on vaporise la benzine, qui imprègne encore les tourteaux au moyen d'un jet de vapeur; la benzine est ensuite condensée dans un réfrigérant, et de là elle retourne au réservoir central.

La benzine, chargée de graisse, est envoyée dans un distillateur où l'on sépare la benzine par condensation de ses vapeurs dans un réfrigérant, et de là on la fait passer dans le réservoir central, où elle est prête à resservir de nouveau.

Comme les précédentes, les graisses ainsi extraites sont épurées par l'acide et lavées à l'eau avant de les expédier.

Les graisses extraites des eaux de lavage des laines, ou suintine, forment environ 520.000 kilogrammes par an, au prix de 12 à 13 francs les 100 kilogrammes.

On admet qu'il reste 2 0/0 de graisse dans les tourteaux, et on estime à 30 kilogrammes la perte de benzine pour 3000 kilogrammes de tourteaux traités.

Les matières grasses extraites des eaux de lavage des laines sont utilisées en stéarinerie, en savonnerie et dans la fabrication des huiles de graissage.

Extraction de la glycérine des eaux savonneuses provenant des peignages de laines. — Le problème de la récupération de la glycérine des eaux savonneuses a pour but, étant donné un mélange aqueux de glycérine, de soude et de chlorure de sodium, d'en séparer la glycérine, d'une façon économique.

Un mode d'extraction de la glycérine consiste à saturer l'alcalinité de l'eau par de l'acide chlorhydrique, puis à évaporer le tout au bain-marie.

Il résulte de cette évaporation une masse poisseuse que l'on reprend par de l'alcool à 90°, pour séparer la glycérine des matières salines, ces dernières n'étant entraînées qu'en très petites quantités par l'action dissolvante de l'alcool.

La solution alcoolique distillée permet de séparer l'alcool et d'obtenir dans l'alambic la glycérine, sous forme de résidu impur de couleur brune.

Un procédé beaucoup plus pratique, selon S. W. Koppe,

consiste à neutraliser, tout d'abord, d'une façon parfaite, l'alcalinité de l'eau savonneuse contenant la glycérine.

Cette neutralisation a une influence capitale sur la conduite du travail de séparation des sels et sur la pureté de la glycérine obtenue.

Le produit ainsi traité est disposé dans des cuvettes à fond plat, à grande surface d'évaporation, que l'on chauffe par la vapeur perdue de l'usine.

On chauffe à 109° et on concentre ; l'évaporation du liquide a ainsi lieu très rapidement ; les matières salines se déposent, et on les enlève au fur et à mesure, avec des râtaux en fer.

Ces matières salines sont jetées dans des paniers, où elles s'égouttent au-dessus des cuvettes, afin de recueillir le liquide retenant de la glycérine.

Le produit liquide continue à être chauffé et, lorsque sa température atteint 100°, on le porte à l'appareil distillatoire, puis l'on chauffe la masse directement par le feu, et graduellement jusqu'à 193°.

Une fois la température de 193° atteinte, on chauffe à cette même température, par un courant de vapeur d'eau surchauffée, et la glycérine distille (II. de la Cour).

Extraction des matières grasses de la laine au moyen des terres absorbantes. — Pour l'enlèvement de la graisse, du suint et autres impuretés qui souillent la laine, M. Born (1) n'est pas partisan de l'emploi des lessives qui sont le plus souvent ou trop faibles ou trop fortes, selon que l'on doit opérer sur des laines en suint plus ou moins fraîches. Ainsi par l'emploi de lessives trop faibles, la graisse n'est pas complètement enlevée, la laine se teint mal et donne un article de fabrication grossière. Mais si, pour obtenir un enlèvement complet de la graisse, il est employé des lessives trop fortes, la laine devient dure et cassante. De plus, la lessive ronge une partie de la substance de la laine, et cela, avec un pourcentage assez considérable.

(1) Les laines et les cuirs, n° du 8 octobre 1902, P. d'Arlatan.

M. Born, pour obvier à ces inconvénients, a recours aux terres absorbantes, dont la capacité d'absorption repose sur la porosité ou capillarité. Ces terres sont : la terre d'infusoires, la terre argileuse, la craie, etc., etc. ; lesquelles sous forme de poussières sont saupoudrées sur la laine, d'une manière intensive et régulière au moyen d'air déplacé.

Le mécanisme employé à cet effet consiste en un loup batteur qui est muni, au-dessus d'une table de distribution, d'un dispositif d'épandage, réglable par la terre absorbante pulvérulente et d'un aspirateur ou ventilateur pour la production d'un fort courant ou tourbillon d'air ; il est également disposé à l'endroit de l'épandage un chapeau protège-poussière qui donne la direction à l'air aspiré et entraîne les poussières non absorbées dans un capte-poussière, pour un nouvel emploi.

M. Gruène (1), sans préciser la proportion exacte du corps absorbant qui doit être mélangé avec la laine, ainsi que la température à laquelle le traitement est effectué, dit qu'actuellement il emploie environ 1.000 kilogr. de matière absorbante pour 6.000 kilogr. de laine et que la température ne dépasse pas au maximum 49° C. (120° Farh.).

Après que la matière absorbante contenant la graisse extraite a été séparée de la laine, la graisse peut être récupérée soit par pression hydraulique, soit par la distillation ou par un traitement au naphte, etc... La graisse ainsi obtenue peut être filtrée, blanchie et clarifiée pour produire une qualité pure de graisse de laine qui est propre à l'industrie.

Emploi des blousses. — Les blousses, qui sont des déchets des peignages de laine, peuvent être utilisées en les mélangeant aux laines renaissance. La présence de ces blousses améliore la matière usée obtenue par l'effilochage.

Emploi des tontisses. — Les tontisses de laine, c'est-à-dire les déchets enlevés par la tondeuse sur la surface d'une étoffe tissée peuvent, après traitement par la vapeur d'eau sous pression, former

(1) *Les Laines et les Cuirs*, n° du 3 octobre 1902, P. d'Arlatan.

un engrais employé de préférence pour les cultures arbustives (vigne, olivier, houblon).

Bouts de fils tombés des métiers à filer ou à tisser. — Ces bouts de fils, après avoir été ouverts par une machine appelée ouvreuse-effilocheuse, constituent une sorte de matière première neuve pour la filature. Cette matière est mélangée habituellement aux laines renaissance c'est-à-dire aux laines usées qui proviennent de l'effilochage.

Utilisation des autres déchets. — La poussière produite par des débris de fibres est vendue comme engrais ; il en est de même de celle provenant de l'effilochage des chiffons de laine (chiquettes, etc.) destinés à fabriquer de la laine renaissance.

§ 5. — TRAVAIL DE LA SOIE

Les industries de la soie donnent comme résidus :

1° Des débris de soie de toute sorte tels que déchets, bourres, chiffons de soie, qui, d'après M. Linder, sont riches à 9 ou 10 0, 0 d'azote ;

2° Des litières de vers à soie, les chrysalides débarrassées de leurs cocons.

M. Larbalétrier expose, dans son intéressant ouvrage *Les Résidus industriels employés comme engrais*, que dans la plupart des magnaneries, les litières de vers à soie, après avoir été séchées, sont le plus souvent employées pour l'engraissement des moutons. Il n'y a guère que les litières qui n'ont pu être desséchées dans de bonnes conditions qu'on utilise comme engrais.

Le traitement des déchets de soie mérite d'attirer l'attention ; avec les déchets chinois, on fabrique surtout des fils grand-blanc, c'est-à-dire des fils d'une blancheur et d'un brillant éclatants, qui dans le commerce sont les produits les plus appréciés de l'industrie de la schappe.

Le dispositif destiné au dégommeage de ces déchets se com-

pose (1), d'une cuve à coction en bois A (fig. 74) et d'une cuve à lessive B, qui sont toutes deux faites avec des planches de 5 cm. d'épaisseur. Un fond perforé en bois sépare la matière à traiter de la conduite de vapeur *d*, servant au chauffage de l'eau. Les déchets de soie à l'état sec sont divisés en lots que l'on place chacun dans les boîtes en bois *a* ; celles-ci sont faites de planches perforées et un filet en cordes de chanvre fortement tordues en forme le fond. Latéralement, ces boîtes sont pourvues chacune

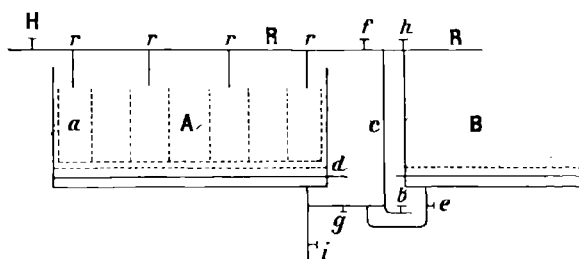


Fig. 74. — Cuve pour le dégommeage des déchets de soie.

de deux poignées, qui permettent de les retirer de la cuve A, soit à la main, soit à l'aide d'une corde et d'une poulie.

Lorsque les boîtes ont été chargées de la matière brute, on les place dans la cuve à coction et on les y maintient au moyen des pinces de fer. Pendant ce temps, on prépare, dans la cuve à lixiviation B, le bain de coction, en employant pour cela 20 kg. de savon et 10 kg. de carbonate sodique pour 100 kg. de déchets. La cuve à lixiviation est remplie d'eau aux quatre cinquièmes. On chauffe l'eau au moyen de vapeur et on ajoute la moitié du poids de savon et de la soude.

A mesure que celle-ci se dissout et que l'eau s'échauffe, il se forme à la surface du bain une écume floconneuse, qu'on enlève

(1) La description du dispositif de dégommeage des déchets est empruntée presque textuellement à la 4^e édition (1901) du remarquable *Traité de chimie industrielle* de MM. Wagner, Fischer et Gauthier, Masson et C^{ie}, Editeurs.

avec soin avant d'introduire le savon. Lorsque la dissolution de la soude est complète, on ajoute le savon préalablement coupé en petits morceaux ou mieux encore à l'état liquide. Dès que le savon s'est entièrement dissous et que le bain a acquis une température de 70°-80°, on envoie ce dernier à l'aide de l'élevateur à circulation *c* dans la cuve de coction A et, à cet effet, on ouvre les robinets *e f* et l'on ferme *g* et *h*.

Lorsque le bain remplit complètement la cuve A, on fait circuler plusieurs fois le liquide qui ne doit pas être plus chauffé, ce que l'on peut faire en fermant le robinet *e* et ouvrant le robinet *g*. L'élevateur, que l'on met en activité en ouvrant le robinet de vapeur *b*, aspire maintenant le liquide par en bas et le déverse supérieurement, par les tubulaires *r* du tuyau R, sur les matières à traiter. Cet élévateur peut fonctionner d'après un principe analogue à celui de l'injecteur Giffard.

Les déchets restent une heure dans ce bain, que pendant ce temps on fait circuler trois ou quatre fois, mais sans le porter à l'ébullition. Fermant ensuite le robinet *g* et ouvrant *i*, on évacue le bain, on enlève les boîtes *a* avec la soie et on essore bien cette dernière dans une turbine, en y plaçant toujours en croix les faisceaux de déchets, afin qu'après l'essorage on puisse les séparer facilement les uns des autres. Afin de faciliter l'enlèvement des boîtes, on doit pouvoir éloigner le conduit R avec les tubulaires *p*. Pendant ce temps, on a préparé dans la cuve B un deuxième bain de savon tout à fait semblable au premier. Les déchets sont pour la seconde fois chargés dans la cuve A, le bain bouillant est envoyé dans celle-ci et, ouvrant la conduite de vapeur *d*, on le maintient dans cet état pendant 15 minutes. Si les fils des déchets sont gros, on peut faire bouillir pendant 20 minutes. L'ébullition achevée, on renvoie le bain dans la cuve de lixiviation, en fermant le robinet *f* et en ouvrant *h*. On laisse la soie s'égoutter et se refroidir pendant quelque temps dans l'appareil même, où l'on fait arriver de l'eau froide par le robinet H, après avoir fermé *f*, et à l'aide de l'élevateur on fait circuler ce liquide plusieurs fois, après quoi on maintient ouvertes pendant quelque temps les ou-

vertures de sortie et d'entrée. Si les déchets sont ainsi suffisamment nettoyés, on ne fait plus arriver d'eau fraîche et l'on évacue le bain, et comme la première fois on les essore dans une turbine afin de les sécher ensuite de la façon ordinaire. Le second bain, qui est retourné dans la cuve B, peut être utilisé une seconde fois, c'est-à-dire comme premier bain ; il suffit pour cela d'y ajouter 1 à 3 p. 0/0 environ de savon. Après que ce dernier bain a séjourné pendant quelque temps dans la cuve, il se forme à sa surface une couche de matière grasse, qui doit être enlevée avec soin avant que le bain puisse être réemployé. Les fils dégraissés et tordus fabriqués avec les déchets ainsi traités sont passés dans une solution de savon chaude (avec 25 0/0 de savon blanc) tordus et essorés. Les écheveaux sont ensuite passés de nouveau dans un bain d'eau chaude sans savon et essorés pour la seconde fois dans la turbine, après quoi ils sont mis à sécher sur des perches.

Dans l'usine de Briançon appartenant à la Société Industrielle pour la Schappe, on utilise comme matière première des cocons doubles grossiers des bassines, des frisons, des bourres et des chiques. Le peignage de ces déchets est exécuté par des machines à peu près semblables à celles employées dans les peignages de lin.

CHAPITRE VI

UTILISATION DES DÉCHETS DE DISTILLERIE

Résidus de la distillation des matières amylacées. — La distillation des matières amylacées laisse comme résidu dans l'appareil distillatoire du moût dépouillé d'alcool et désigné sous le nom de vinasse ou de drèches liquides.

Comme la vinasse contient beaucoup de substances azotées, un peu de matières grasses et des substances minérales (c'est-à-dire toutes les substances nutritives des pommes de terre et de l'orge, à l'exception des hydrates de carbone transformés en alcool), elle constitue pour les animaux une excellente nourriture : les principes azotés et les matières grasses contribuent soit à la production du lait, soit à la production de la chair, tandis que les principes minéraux retournent à la terre par l'engrais produit par le bétail et là ils sont de nouveau utilisés par les plantes, pour lesquelles ils constituent un excellent aliment. La vinasse résultant aussi de la préparation d'eau-de-vie avec des fruits sucrés, cerises, baies d'airelle, myrtille, prunes, etc., peut aussi être employée pour la nourriture du bétail.

L'alimentation des animaux par les vinasses exige quelques précautions. En premier lieu, il faut tenir compte de la quantité d'eau assez élevée que contiennent les vinasses et ne donner aux animaux qu'une ration de vinasse ne renfermant pas plus d'eau qu'ils en absorbaient auparavant comme boisson ; il faut aussi, pour que la vinasse soit un aliment sain, la faire prendre aussi chaude que possible. M. L. Gautier a montré que lorsqu'on ne

tient pas compte de ce qui précède, lorsqu'on abandonne la vinasse à elle-même pendant longtemps et qu'on la laisse se refroidir, des organismes nuisibles à la santé, pour la multiplication desquels la vinasse constitue un milieu nutritif tout à fait convenable, peuvent se développer en assez grand nombre pour produire chez le bétail des troubles digestifs et même des phénomènes morbides.

Si l'on veut empêcher complètement le développement des germes de la vinasse, le professeur allemand Bücheler recommande d'établir dans le réservoir à vinasse un tuyau amenant la vapeur d'échappement de la machine ; lorsque cela n'est pas possible, on chauffe la vinasse jusqu'au voisinage de son point d'ébullition avant de la donner aux animaux.

Les vases à vinasse en bois doivent être complètement vidés chaque jour, puis nettoyés tout à fait à fond à la vapeur ou à l'eau bouillante et ensuite enduits de chaux ou même encore de bisulfate de chaux étendu. Quant aux citernes en maçonnerie, elles devraient être au moins revêtues de ciment. Par ces dispositions la maladie dite des « malandres » qui affecte quelquefois les animaux nourris avec des vinasses, ne pourrait plus être attribuée à l'ingestion de ces résidus.

Dans les grandes distilleries, la quantité de vinasses produites journellement est supérieure à la consommation du bétail des alentours. Aussi pour pouvoir conserver les vinasses et les transporter aux points de consommation, on les dessèche dans des appareils spéciaux.

Résidus de la saccharification des grains par les acides. — La saccharification des grains au moyen des acides fournit des résidus qui ne peuvent pas être utilisés pour la nourriture du bétail. Bien que ce procédé disparaisse peu à peu tant en France qu'en Allemagne, nous citerons le mode d'utilisation réalisé par MM. Porion et Metray qui consiste à passer les drèches au filtre-pressé, d'en extraire ainsi l'huile qu'ils renferment s'il s'agit de maïs, et d'employer ensuite comme engrais les tour-

teaux qui contiennent de notables quantités d'azote et d'acide phosphorique.

Utilisation des drèches résultant du traitement du maïs par le procédé Colette et Boidin. — Les drèches résultant du traitement du maïs par le procédé Colette et Boidin sont très riches en matières grasses. On peut les donner aux animaux, soit à l'état liquide telles qu'elles sortent des colonnes distillatrices, soit après avoir été passées dans des filtres-presses. Avec les appareils Donart et Boulet, on peut, après les avoir pressées, les dessécher dans le vide à basse température, puis les soumettre à un traitement méthodique par les essences de pétrole qui dissolvent la matière grasse.

Le pétrole imprégnant la drèche est chassé par la vapeur d'eau, la solution de l'huile dans le pétrole est à son tour évaporée et l'huile fixe est libérée. L'opération s'effectue complètement dans le même appareil, le pétrole est récupéré, avec des pertes insignifiantes et réemployé indéfiniment. La drèche, après extraction de l'huile, conserve toute sa richesse azotée nutritive pour le bétail.

Appareil Donart et Boulet. — Voici la description de l'appareil Donart et Boulet telle qu'elle est donnée par M. H. de la Coux dans son intéressant ouvrage : *l'Eau dans l'industrie*.

L'appareil se compose (fig. 75) de deux chaudières A et A' et de deux appareils à déplacement proprement dits B et B' ou extracteurs.

Deux grosses tuyauteries doubles E et E' reliait chaque extracteur avec la chaudière située au-dessous.

On charge les extracteurs B et B' avec la matière à épuiser ; la chaudière A contient de l'essence, de l'eau et de l'huile, cette dernière provenant d'une opération faite précédemment.

On ouvre les robinets F'HJ, et, après avoir fermé les robinets F'H'J', on ouvre le robinet de vapeur S ; l'essence distille et monte dans le tuyau E, puis, en ouvrant le robinet U, l'eau froide circule dans le serpentín plat T, et l'essence se condense.

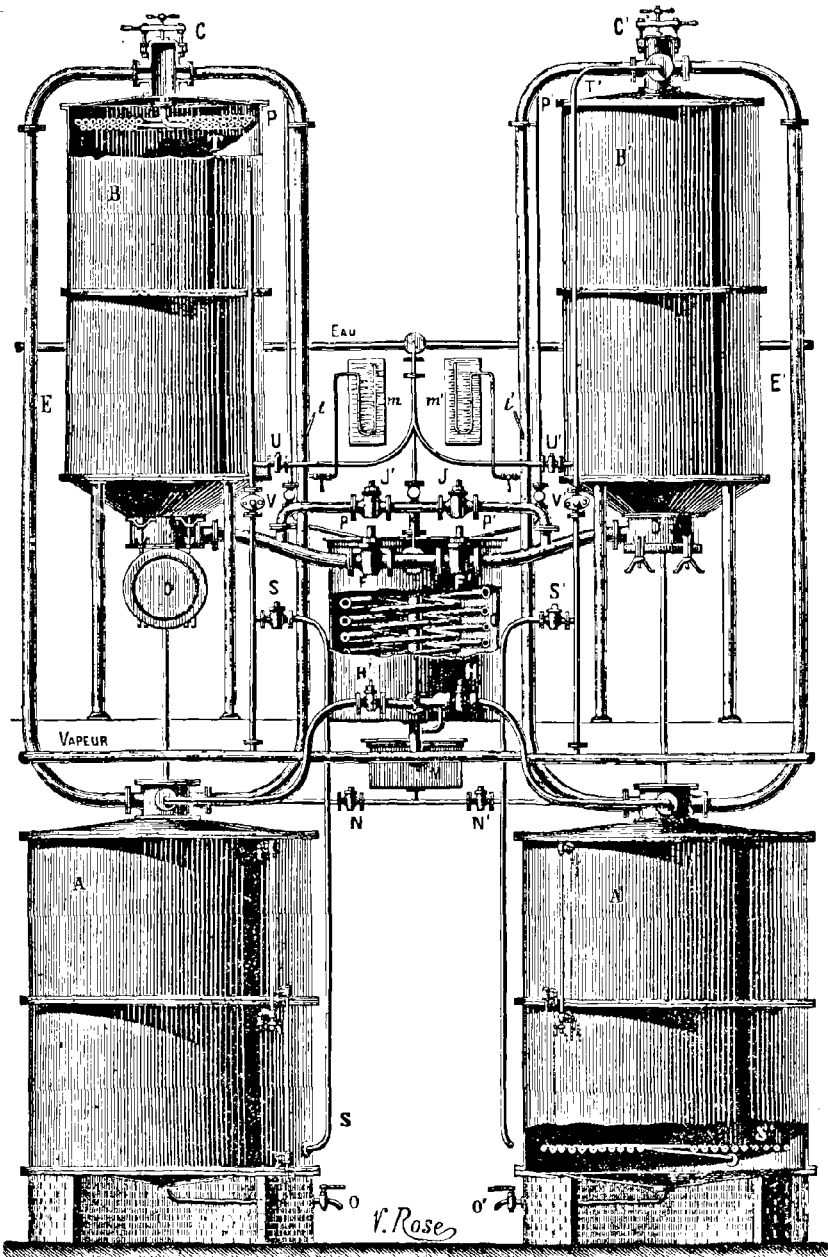


FIG. 75. — Appareil jumeau, système Donard et Boulet pour l'extraction des matières grasses des produits résiduaux.

Les robinets FHJ étant ouverts et les robinets F'H'J' étant fermés, on envoie de la vapeur par le robinet S' ; l'essence distille, monte dans la colonne et se condense sur le serpentin T, dans lequel on envoie de l'eau froide au moyen du robinet U.

Cette essence condensée tombe, sous forme de pluie chaude, sur la matière, provoque l'extraction des matières grasses qui sont entraînées avec l'essence, après refroidissement dans le serpentin G, dans la chaudière A, et on récupère l'essence qui im-

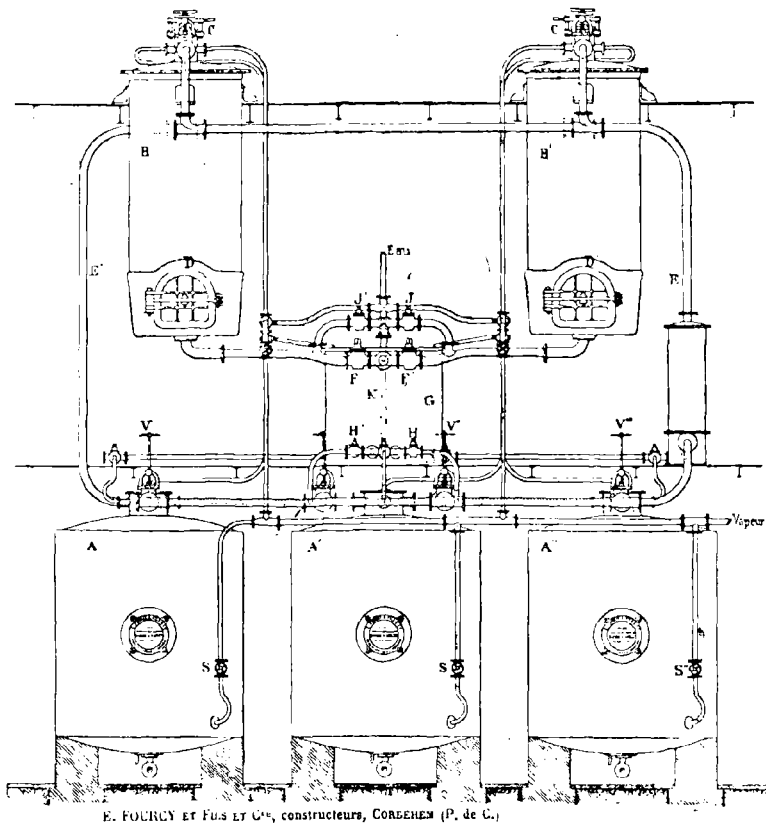


Fig. 76. — Appareil Donard et Boulet perfectionné.

prègne la matière placée dans l'extracteur B, en envoyant de la vapeur par le robinet V dans le serpentin T.

On vidange la chaudière B et l'extracteur A, où se trouve la matière épuisée qui est généralement utilisée comme engrais ; ensuite on opère comme précédemment avec A et B sur la matière à épuiser qui se trouve dans l'extracteur B.

La récupération de la benzine ne donne lieu qu'à une faible perte évaluée à 0,25 0/0 par 100 kilogrammes de matière traitée.

Un perfectionnement récent a été apporté par MM. Donard et Boulet à leur appareil jumeau à déplacement, en se servant de trois chaudières A, A' et A" (fig. 76), qui permet, en faisant passer le produit de l'épuisement dans la chaudière intermédiaire A' et en opérant, avec l'aide de celle-ci, d'obtenir l'épuisement des matières grasses d'une façon continue et, par conséquent, de doubler le travail. On peut donc par suite diminuer la capacité des appareils.

Utilisation des résidus de la distillation des betteraves et des topinambours. — La distillation des betteraves donne comme résidus la pulpe et la vinasse.

Pulpe. — La pulpe se conserve pendant longtemps et constitue pour le bétail une excellente nourriture. Schwandler a montré que les pulpes de macération et de diffusion des distilleries se distinguent de celles des sucreries par leur plus grande richesse en matières azotées ; elles ont donc une valeur nutritive plus élevée.

On conserve la pulpe en l'entassant et la pressant fortement dans de grandes fosses creusées en plein air ou silos ; la portion de pulpe qui dépasse le niveau du sol est disposée en talus et recouverte de terre. Après cinq à six mois de silos, la pulpe commence à perdre sa valeur nutritive.

La pulpe des topinambours a à peu près la même valeur que la pulpe de betterave.

Vinasses. — Les vinasses de betteraves diffèrent de celles obtenues par la distillation des matières amylacées, en ce qu'elles n'ont aucune valeur nutritive, et la meilleure manière d'en tirer parti consiste, lorsque c'est possible sans trop de frais, de les ré-

pandre dans les champs. Par ce moyen, on restitue au sol les sels qu'elles renferment et que les betteraves avaient enlevés à ce dernier.

Utilisation des résidus des distilleries de mélasses. —

La distillation des mélasses donne lieu à deux sortes de résidus : les fonds de cuve et les vinasses.

Fonds de cuve. — Les fonds de cuve, 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 0/0 d'azote, 2 de potasse et 2 d'acide phosphorique). Les manutentions de ces vinasses se font à l'aide de deux montejus (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 mout (1).

Vinasses. — De même que les vinasses de betteraves, les vinasses des distilleries de mélasse sont impropres à l'alimentation du bétail. Elles sont employées à la fabrication des sels potassiques et, à cet effet, elles sont évaporées à consistance sirupeuse et ensuite calcinées. La récupération facile de la potasse exige que dans la distillation du moût fermenté on prenne la précaution de ne pas injecter directement la vapeur de chauffage des colonnes, pour ne pas étendre d'autant les vinasses qui doivent être évaporées.

Évaporation et calcination des vinasses par le four Porion. —

Le plus ancien appareil employé pour l'évaporation et la calcination des vinasses est le four Porion. Dans ces derniers temps on a eu l'idée de faire l'évaporation dans des appareils à effets multiples.

(1) Des résidus en distillerie, par M. Lévy, *Revue technologique* du 10 août 1903.

Là vinasse sortant de la colonne subit quelquefois un commencement d'évaporation dans une caisse plate, chauffée par serpentín 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 $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{9}$ 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 feu 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 gradín 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 1^{re} sole à 1,085, de la 2^e à 1,1075 et de la 3^e à 1,1335.

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 leur 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 kil. de charbon évapore de 23 à 30 kil. 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 13 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.

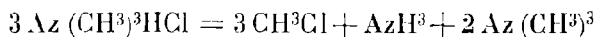
Evaporation dans les appareils à effets multiples. — On sait qu'un double effet évapore 14 kilogr. d'eau par kilogramme de charbon, un triple effet 22 et un quadruple effet 23. De ces données et d'une discussion intéressante publiée dans la *Revue technologique* du 10 août 1903, M. Lévy a déduit que le triple effet est équivalent à un four Porion ordinaire et que le quadruple effet a un léger avantage. Quand le four Porion est relié à un appareil à effet multiple allant à 1,16 de densité, le même au-

teur estime qu'une seule sole suffit ; mais si on ne va qu'à 1,08 il faut les trois soles ordinaires.

Exploitation des vinasses de betteraves par distillation. — Procédé de M. Vincent. — M. C. Vincent, 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 (1) 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'ammoniacque, de triméthylamine et de chlorure de méthyle :



Ce mélange gazeux, reçu dans l'acide chlorhydrique ordinaire,

(1) TROOST, *Traité de chimie*, 11^e édition, Masson, éditeur.

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.

Traitement du salin de betterave. — Le salin de betterave a une composition variable avec la nature du sol où la betterave a été cultivée, mais qui s'éloigne peu de la suivante :

| | | |
|---------------------------------|----|-------|
| Sulfate de potassium. | 4 | } 100 |
| Chlorure de potassium | 20 | |
| Carbonate de potassium. | 32 | |
| Carbonate de sodium. | 18 | |
| Matières insolubles | 26 | |

Ce salin, lavé méthodiquement, donne un liquide marquant 3° Baumé ; on le concentre dans les chaudières jusqu'à 42°, puis on le décante dans des cristallisoirs. Pendant son refroidissement, il dépose d'abord le sulfate de potassium que l'on enlève au fur et à mesure ; le chlorure de potassium cristallise ensuite. L'eau mère, concentrée par l'ébullition jusqu'à 50° Baumé, et abandonnée de nouveau dans un cristallisoir, laisse déposer des cristaux de carbonate double de potassium et de sodium. Dès que tout ce carbonate est déposé, on évapore à sec et on calcine le résidu, qui est du carbonate de potassium. Quant au carbonate

double de sodium et de potassium, il suffit de le traiter par une petite quantité d'eau bouillante, pour le dédoubler en carbonate de potassium qui se dissout, et carbonate de sodium, à peu près insoluble dans ces conditions. L'eau chargée de carbonate de potassium est évaporée et calcinée.

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.

Utilisation des résidus de la distillation du vin. — Les cristaux d'alambics recueillis au fond des chaudières où l'on a distillé le vin en vue de la fabrication de l'eau-de-vie sont riches en bitartrate de potassium ainsi que les cristaux de lies que l'on obtient en traitant les lies par l'eau bouillante et faisant cristalliser la dissolution.

Pour extraire de ces résidus, appelés crème de tartre brute, l'acide tartrique, on procède de la manière suivante :

Dans de grandes cuves en fer revêtu de plomb, ou en bois, munies d'agitateurs, on délaye la crème de tartre brute avec de l'eau et on fait bouillir, en ajoutant un peu d'acide chlorhydrique ; la crème de tartre est ainsi en partie dissoute. Pour 500 kilog. de crème de tartre brute, on emploie, d'après Hœbling, environ 4 à 5^m3 d'eau et 110 à 112 kilog. d'acide chlorhydrique brut à 20-22° B. Au mélange bouillant on ajoute un lait de chaux, jusqu'à ce qu'un échantillon prélevé sur le liquide ne produise plus qu'une faible effervescence au contact de la craie lévignée. Le liquide contient maintenant du tartrate de chaux sous forme d'un précipité, et en dissolution du tartrate neutre de potasse, avec une petite quantité de bitartrate potassique, et enfin une quantité de chlorure de potassium correspondant à l'acide chlorhydrique ajouté. Afin de convertir aussi le tartrate neutre de potassium en tartrate de chaux, on ajoute au liquide une quantité de sulfate de calcium suffisante pour produire la transformation et l'on fait bouillir pendant 1,5 à 2 heures, ou bien on mélange

avec une solution de chlorure de calcium, de façon à former du chlorure de potassium et du tartrate de calcium. On précipite le reste de l'acide tartrique par le carbonate de chaux. Le tartrate de chaux précipité est lavé avec de l'eau et décomposé par l'acide sulfurique ; la solution d'acide tartrique clarifiée par passage au filtre presse est évaporée à 30° B, environ, afin de séparer autant que possible le sulfate de calcium. La solution claire est maintenant de nouveau évaporée dans des appareils à vide et abandonnée à la cristallisation.

Ch. Gladysz, de Marseille, a indiqué (1885) pour la préparation du tartrate de calcium le procédé suivant : Les tartres et les lies desséchés réduits en poudre fine sont mis en suspension dans de l'eau ou dans l'eau mère d'une opération précédente ; ils sont ensuite traités à froid, dans un vase en plomb muni d'un agitateur, par un courant d'acide sulfureux, jusqu'à ce que toutes les bases qui étaient combinées à l'acide tartrique soient en solution sous forme de bisulfites, ainsi que l'acide tartrique lui-même. La solution séparée du résidu, puis chauffée à 100°, laisse déposer du tartrate de calcium à l'état cristallin, tandis que de l'eau mère isolée de ce dernier le bitartrate se sépare par le refroidissement.

Le bitartrate de potassium dissous dans l'eau bouillante, puis mélangé avec une solution de sulfite de calcium, donne du tartrate de calcium insoluble dans la solution d'acide sulfureux et du sulfite de potassium soluble. Pour transformer graduellement le bitartrate de potassium en tartrate de calcium, on sature l'équivalent de l'acide du premier avec de la chaux et il se forme alors du tartrate de calcium insoluble et du tartrate neutre de potassium soluble. De la solution de ce dernier, d'abord convenablement concentrée, on précipite du bitartrate de potassium au moyen d'un courant de gaz sulfureux, tandis que du sulfite de calcium reste en solution. Le bitartrate de potassium est ensuite traité de nouveau par la chaux caustique, comme il a été déjà dit, de façon à le transformer en tartrate de chaux et tartrate de potassium, et ainsi de suite jusqu'à conversion complète du bitartrate de potassium en tartrate. Le sulfite de potassium obtenu

de l'une ou de l'autre manière est transformé en potasse caustique au moyen d'hydraté de chaux et en même temps l'acide sulfureux est régénéré. Pour obtenir le tartrate de calcium avec les vinasses, on traite celles-ci à chaud par un lait de chaux, afin de précipiter l'acide tartrique du bitartrate de potassium à l'état de tartrate de calcium ; pour séparer ce dernier des matières étrangères qui altèrent sa pureté, on le traite par l'acide sulfureux, puis on filtre la dissolution, après quoi on le chauffe dans un bac en plomb ; l'acide sulfureux qui se dégage est employé à un nouveau traitement et le tartrate de calcium déposé, après avoir été passé au filtre-pressé est décomposé par l'acide sulfurique.

Résidus de la rectification de l'alcool brut. — Les résidus de la rectification de l'alcool brut, les éthers et les huiles de fous-sel, sont vendus à différentes industries. La fabrication des vernis et du celluloïd consomme une assez grande quantité de ces résidus. Une autre partie est ajoutée aux alcools dénaturés.

CHAPITRE VII

— —

UTILISATION DES RÉSIDUS DE L'INDUSTRIE SUCRIÈRE

§ 1. — SUCRERIES DE BETTERAVES

Les sucreries de betteraves donnent naissance à plusieurs résidus :

- 1° Les feuilles et collets de betteraves ;
- 2° Les eaux de lavage de racines ;
- 3° Les pulpes ou cossettes épuisées ;
- 4° Les écumes ou tourteaux de défécation appelées encore boues de sucrerie ;
- 5° Les mélasses ;
- 6° Les eaux d'osmose.

Feuilles et collets de betteraves. — Les feuilles et les collets de betteraves sont quelquefois donnés comme aliments au bétail. Cette manière de faire n'est pas à recommander. Il est beaucoup plus rationnel, d'après M. Larbalétrier, d'utiliser ces verts de betteraves pour la fertilisation de la terre qui a produit la récolte. En effet, on compte qu'une récolte de betteraves de 50.000 kilogrammes par hectare laisse environ 25.000 kilogrammes de feuillet et collets renfermant en moyenne : 270 kilogrammes de potasse, 97 kilogrammes de chaux, 78 kilogrammes de magnésie, 63 kilogrammes d'acide phosphorique et 95 kilogrammes d'azote.

Eaux de lavage des racines.— Le lavage des racines dans les appareils tournants donne comme résidu de grandes quantités d'eau souillée de matières terreuses et de radicelles. Ces eaux peuvent être utilisées, comme arrosage, car la terre qui s'y trouve en suspension est en général très riche, et en outre les radicelles qui y sont toujours renfermées en grande abondance constituent une matière fertilisante qui est loin d'être à dédaigner.

Dans quelques cas particuliers l'arrosage serait très onéreux. Alors l'industriel est obligé par les règlements administratifs d'épurer ses eaux résiduaires.

Cette épuration conduite intelligemment peut être effectuée assez économiquement par le procédé Gaillet et Huet qui permet de recueillir des boues chaulées susceptibles d'être utilisées comme engrais.

Voici en quoi consiste ce procédé qui est appliqué à la sucrerie centrale de Flavy-le-Mortel :

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 vanes 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.

Les eaux vanes sont ainsi épurées et les boues chaulées obtenues sont riches en principes fertilisants.

Pour traiter ainsi 14000 hectolitres d'eaux vanes de sucrerie, il faut 240 kilogr. de perchlorure de fer et trois mètres cubes de chaux.

Pulpes ou cossettes épuisées. — Les pulpes servent d'alimentation aux bestiaux et sont vendues dans le Nord aux cultivateurs au prix moyen de 6 fr. les 1000 kilogrammes.

En raison de la grande proportion d'eau que les pulpes contiennent, elles s'altéreraient promptement si l'on n'assurait pas leur conservation. Cette conservation est indispensable si l'on remarque que le travail de la betterave ne durant guère que

2 à 3 mois, les usines à sucre produisent plus de pulpes que le bétail de leur rayon d'approvisionnement n'en peut consommer. Parmi les modes de conservation utilisés, les plus fréquents sont l'ensilage et la dessiccation.

Ensilage. — L'ensilage consiste à placer la pulpe dans des fosses ou silos dont les dimensions varient suivant la quantité à emmagasiner. M. Cornevin (1) donne des détails intéressants sur l'installation des silos. D'après cet auteur on adopte habituellement les dimensions suivantes :

| | |
|----------------------|--------------------|
| Longueur | 20 mètres |
| Largeur | 3 ^m ,50 |
| Profondeur | 1 ^m ,30 |

Quand le sol est ferme et qu'il n'y a pas d'éboulements à craindre, on laisse les côtés dans l'état où la bêche et la houe les ont mis ; dans le cas contraire, on épauale le terrassement ou on construit de petits murs en maçonnerie. Il est des fermes où l'on construit des silos complètement maçonnes, 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 contre-bas, avec toiture.

Quelle que soit la disposition adoptée, on donne 1 centimètre de pente par mètre au fond du silo, afin de permettre l'écoulement de l'eau. A l'extrémité du silo, on creuse un puits soit tout 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 ensilée qui dépasse le niveau du sol ou celui des murs doit être disposée en talus ou en dos d'âne.

Au moment de déposer la pulpe en fosses, on garnit le fond de celles-ci d'une couche de balles de céréales ou menues pailles et, à leur défaut, de paille hachée, épaisse de 4 à 5 centimètres.

(1) Des résidus industriels dans l'alimentation du bétail.

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 et 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 constitution est attaquée.

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

La digestibilité de la pulpe est élevée par son mélange dans la ration des animaux avec le fourrage, la paille, le foin préalablement passés au hache-paille.

Dessiccation. — La dessiccation de la pulpe, tout en permettant sa conservation, présente le grand avantage d'en faciliter le transport. Plusieurs systèmes de dessiccation ont été tentés mais tous se ramènent à deux types: la dessiccation par expression et la dessiccation par évaporation.

Trois procédés particuliers de dessiccation de la pulpe par évaporation ont été essayés en Allemagne sous les auspices du

Comité central des fabricants de sucre. Nous empruntons leur description à un intéressant article de M. Bénaret publié dans le *Journal de l'Agriculture* (1).

1^o *Appareil Garner*. — L'appareil Garner est formé d'une toile mécanique convexe d'environ 10 mètres de long sur 2m 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.

2^o *Appareil Vermuleth et Ellenberger*. — L'appareil Vermuleth et Ellenberger, de Darmstadt, se compose de deux cylindres creux en fonte d'un diamètre de 1 mètre, tournant en sens contraire de 3 mètres de long, comprimant entre eux les cossettes. Ces cylindres sont mus par une machine à vapeur et chauffés directement par la vapeur. Sur les parois ainsi chauffées les cossettes restent adhérentes à une couche mince et sont enlevées par des racloirs spéciaux, de là elles tombent dans une auge en tôle également chauffée par la vapeur, d'où elles sont extraites après avoir été remuées par un agitateur. Ce système a l'inconvénient de développer dans l'usine une grande quantité de vapeur et d'occasionner, pour la dessiccation du quintal de cossettes, une dépense supérieure au précédent.

3^o *Appareil Büttner*. — L'appareil de Büttner et Meyer se compose de six arbres à palettes formant pétrins et superposés par paire sur trois étages en maçonnerie. La partie inférieure à l'avant de l'appareil est formée par un foyer sur la grille duquel on brûle du coke ; à l'arrière est placé un ventilateur qui aspire à travers les pétrins superposés les gaz chauds amenés du foyer à la partie supérieure de l'appareil par une cheminée latérale. Une hélice amène la pulpe humide sur le pétrin supérieur où

(1) Année 1889, page 153.

débouchent les gaz chauds et une seconde hélice la sort sèche de l'appareil à l'extrémité du pétrin inférieur, enfin des pyromètres indiquent la température des gaz chauds dans le pétrin supérieur (450°) et à la sortie des ventilateurs (95°). L'installation de ce procédé est moins coûteuse que celle des précédents ; son fonctionnement est relativement facile et occasionne une dépense également moindre. Il a déjà été essayé en France ; il donne une pulpe blanche qui peut très bien se conserver.

Les pulpes desséchées pèsent 27 à 28 kilogrammes l'hectolitre. Misés 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 convenables 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'ingestion 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 au moins tiède.

M. Cornevin a observé que le cheval accepte moins bien la pulpe qu'on a fait gonfler dans l'eau ordinaire qu'à l'état sec, mais si l'on se sert d'eau additionnée de mélasse, qui apporte à cet aliment le sucre qui lui manque, il la mange sans hésitation.

Boues de sucrerie. — Les écumes ou tourteaux de défécation encore désignées sous le nom de boues de sucrerie constituent de véritables engrais qui réussissent particulièrement bien dans les terres argileuses, argilo-siliceuses, et en général dans tous les sols où l'élément calcaire fait défaut. Ces écumes sont généralement employées à hautes doses : 75.000 à 100.000 kilogrammes par hectare pour une période de deux ou trois ans dans les terrains ordinaires et le double dans les terres de marais. Les boues de sucreries sont répandues sur le sol dans le courant de l'hiver ; après qu'elles ont subi l'action de la gelée, c'est-à-dire dans les premiers jours de printemps on les incorpore dans le sol par un ou plusieurs labours.

Sauf les cas de terrains exceptionnellement riches en matières organiques et en phosphates, l'apport des écumes ne dispense pas, fait remarquer M. Larbaletrier, d'appliquer du fumier. Toutefois il ne faut pas, comme le font quelques agriculteurs du Nord, mélanger les écumes avec le fumier. Les écumes de sucrerie asséchées et mélangées avec de la terre sèche, des cendres, de la tourbe, accroissent, dans de notables proportions, le rendement des prairies, pâturages et jardins. La dose à employer est de 8.000 à 10.000 kilogrammes par hectare.

Dans quelques sucreries on calcine les écumes pour obtenir une chaux grasse, légère et très pulvérulente.

Mélasses.— D'après M. Grandeau, le traitement des betteraves par les procédés en usage dans les usines produit en moyenne une quantité de mélasses égale à 4 0 0 du poids de betteraves.

De diverses analyses faites par MM. Diokson, Galpeau, Garola et Aimé Girard, il résulte que la mélasse épuisée, c'est-à-dire celle dont on ne peut plus retirer le sucre par les procédés ordinaires de cristallisation, renferme 40 à 45 0/0 de sucre et 10 à 12 0/0 de matières minérales. Aussi ces mélasses sont susceptibles de plusieurs emplois.

Habituellement les sucreries françaises vendent leurs mélasses aux distilleries ou aux sucrateries de l'étranger. La sucraterie, qui a pour but d'extraire le sucre resté dans la mélasse, n'est représentée en France que par deux installations. Cela tient, a fait remarquer M. Fleurent, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, à ce que notre régime fiscal des sucres est tel qu'il y a plus d'intérêt pour le fabricant à vendre à la distillerie la mélasse qu'il fabrique, que de traiter cette dernière par les procédés d'osmose ou par les procédés à la chaux, à la baryte ou à la strontiane, qui fonctionnent régulièrement en Allemagne.

Les mélasses épuisées peuvent être employées, mais en quantité assez restreinte, à des usages industriels (fabrication du cirage, des apprêts pour la teinturerie, des moules pour le coulage des fontes, des bonbons communs, du pain d'épices, etc.).

La teneur en sucre de la mélasse lui donne la valeur d'un aliment véritable susceptible de remplacer dans la ration des animaux les denrées couramment employées. Cette mélasse ne doit pas être donnée pure, mais mélangée à divers sous-produits industriels susceptibles d'absorber une proportion assez grande du résidu qui nous occupe.

Voici, d'après M. Duboys, la composition chimique de divers fourrages mélassés susceptibles d'être donnés aux animaux.

Composition chimique de divers fourrages mélassés.

| DÉSIGNATION des PRODUITS | COMPOSITION du MÉLANGE | EAU | AMIDES | ALBUMINOÏDES | MATIÈRES AZOTÉES | MATIÈRES GRASSES | SUCRE | MATIÈRES EXTRACTIVES NON AZOTÉES | CELLULOSE | MATIÈRES MINÉRALES |
|---|---|-------|--------|--------------|---------------------|---------------------|-------|--|-----------|-----------------------|
| Cossettes de diffusion et mélasse. | 2 cossettes desséchées et 1 de mélasse.... | 7.67 | 4.00 | 6.00 | » | 0.85 | 23.09 | 39.33 | 12.40 | 6.66 |
| Germes de maïs-mé- lasse | Poids égaux..... | 14.68 | 5.00 | 10.37 | » | 3.79 | 26.54 | 29.45 | 3.33 | 6.84 |
| Son et mélasse..... | id. | 16.50 | » | » | 11.34 | 4.67 | 24.20 | 32.42 | 5.52 | 5.60 |
| Drèches et mélasse.. | id. | 15.00 | » | » | 13.42 | 4.30 | 24.25 | 32.20 | 6.38 | 5.40 |
| Radicelles et mélasse. | id. | 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.. | Id. | 15.50 | 10.43 | 7.87 | » | 5.30 | 21.50 | 30.50 | » | » |
| Sugar Freed..... | Id. | » | » | » | 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 |

On a aussi essayé de donner aux chevaux des tourteaux mélassés; mais ces tourteaux ne corrigeaient pas la mélasse de ses vertus purgatives et occasionnaient des coliques.

La mélasse renfermant, à côté du sucre aliment, des sels minéraux doués de propriétés diurétiques et laxatives connues (1), on conçoit qu'on ne puisse indéfiniment augmenter la dose de mélasse dans la ration.

Quelle que soit la forme sous laquelle la mélasse est distribuée, la dose sera toujours limitée, d'un côté, par cette teneur en matière minérale, de l'autre par la tolérance individuelle et aussi par cette nécessité physiologique de maintenir, dans la ration, un rapport convenable entre les divers principes immédiats qui en

(1) Utilisation des mélasses pour l'alimentation des animaux, par M. Dubois, directeur du service des voitures des postes à Paris, *Rapport présenté en 1903 au Congrès des études économiques pour l'emploi industriel de l'alcool.*

forment la base, car on ne peut trop augmenter la teneur du sucre au détriment d'un minimum indispensable de matière azotée.

La pratique a montré que les doses maxima employées sont les suivantes :

| | Mélasses. |
|----------------------------------|---------------------|
| Chevaux de 500 kilogrammes . . . | 1 k. 500 à 2 k. 000 |
| Bovins | 2 k. 000 à 2 k. 500 |
| Moutons et porcs | 0 k. 500 |

A des doses plus fortes et sous l'influence d'un régime prolongé, la mélasse provoque des accidents qui ont été observés à diverses reprises en Allemagne et en France. La dose normale de mélasse ou de produit mélassé ne permet donc d'introduire dans l'organisme que des quantités réduites de sucre variant de 440 à 880 grammes.

Des expériences précises ont été faites pour comparer, à valeur alimentaire égale, le prix de revient des rations ordinaires et des rations mélassées. M. Laurent, professeur d'agriculture dans le département de la Seine-Inférieure a constaté que, sur des chevaux d'un poids moyen de 650 kilogrammes, la simple substitution de 2 kilogrammes de mélasse à 3 kilogrammes de son a produit une économie de 0 fr. 28 par cheval et par jour.

Dickson, Malpeaux, Grandeau, Lavalard, Duboys et nombre d'autres expérimentateurs reconnaissent que le régime mélassique a toujours pour conséquence l'abaissement du prix de la ration.

Un nouveau produit dont l'invention est toute récente, le « pail-mel » (abréviation de paille-mélasse), fabriqué en incorporant la mélasse à la paille, réunit deux substances nutritives dont les effets alimentaires s'ajoutent.

Depuis le mois d'avril 1902 la Compagnie des petites voitures de Paris a fait des essais de pail-mel ; ces essais ont été tellement concluants que cette compagnie en consomme journellement 20.000 kilogr. La Compagnie des omnibus a également adopté ce produit.

Dans la séance du 2 février 1903 le ministre de la guerre a

déclaré que des expériences étaient en cours sur les chevaux de l'armée.

L'adoption du pail-mel permettrait, comme l'indiquent les chiffres ci-dessous, de réaliser une économie considérable sur le budget de la guerre :

| | | | |
|------------------------------|---|---|-------------------------|
| Ration actuelle | } | 5 kg. d'avoine valant 0 fr. 912 | |
| | | 2 kg. de paille valant 0 fr. 116 | |
| | | 2 kg. 500 de foin valant 0 fr. 225 | |
| | | <hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/> | |
| | | 9 kg. 500 | 1 fr. 253 ci, 1 fr. 253 |
| Ration d'alimentation sucrée | } | 2 kg. d'avoine valant 0 fr. 365 | |
| | | 5 kg. 500 pail-mel valant 0 fr. 522 | |
| | | 2 kg. de paille valant 0 fr. 116 | |
| | | <hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/> | |
| | | 9 kg. 500 | 1 fr. 003 ci, 1 fr. 003 |
| | | Soit une économie de | 0 fr. 250 |
| | | par cheval et par jour. | |

Une fabrique de pail-mel a été adjointe à la sucrerie de Toury (Eure-et-Loir). Le produit, qu'a obtenu M. Lambert par l'incorporation complète de mélasse avec de la paille de blé hachée, est d'une conservation parfaite dans un grenier sec. Pour les chevaux on mélange le pail-mel avec son poids d'avoine. En remplacement d'une même quantité d'avoine ou de tourteaux on peut donner par jour : à un bœuf ou à une vache laitière 6 à 7 kilog. de pail-mel, à un mouton 500 à 700 grammes et à un porc 1 à 2 kilog.

Le pail-mel fabriqué à Toury est vendu pris à l'usine 100 francs la tonne de 1000 kilogrammes. Le litre de pail-mel pèse environ 250 grammes.

En raison de la faible teneur en matières minérales de la mélasse et par conséquent de la proportion relativement faible de cendres qu'elle fournit, on a proposé de l'employer au lieu du brai pour fabriquer les briquettes de charbon maigre. La dose de 1,5 pour cent, préconisée par l'inventeur, paraît bien faible à MM. Colomer et Lordier pour que l'on puisse espérer obtenir une cohésion comparable à celle que donne le brai ; de plus la

mélasse coûte encor trop cher pour que ce procédé puisse prendre de l'extension.

Eaux d'osmose. — L'utilisation des eaux d'osmose doit varier avec leur composition. Si ces eaux sont peu chargées de potasse on peut les employer pour l'arrosage des prés, des champs et des fumiers ; si elles sont riches en potasse, elles sont plus avantageusement utilisées pour la fabrication des salins qui sont livrés aux raffineries de potasse. Cependant la production des salins n'est devenue économique qu'avec des fours spéciaux (fours Porion par exemple) qui permettent l'emploi de quantités relativement faibles de combustible pour l'évaporation de grandes masses de liquide.

D'après Sternberg les liqueurs provenant du désucrage des mélasses évaporées jusqu'à 30° B. peuvent fournir de grandes quantités d'ammoniaque. Dans ce but il faut les mélanger avec des matières poreuses (coke granulé par exemple) et faire passer au-dessus un courant d'air contenant un peu de vapeur d'eau en élevant peu à peu la température jusqu'à 500°.

§ 2. — FABRIQUES DE SUCRE DE CANNE

Emploi de la bagasse comme combustible. — Dans la fabrication du sucre de canne qui s'effectue dans nos colonies, il se produit un résidu appelé bagasse contenant une fibre ligneuse analogue à celle du bois. Ce résidu est employé comme combustible pour le chauffage des générateurs de la sucrerie et suffit pour la production totale de la vapeur si l'on a soin d'employer des foyers appropriés. Au début, on faisait sécher la bagasse avant de l'employer ; il en résultait une manutention coûteuse et, de plus pendant la saison des pluies, on n'arrivait pas à sécher les bagasses. Aussi la marche des usines était-elle parfois entravée. Actuellement, il existe des fours fonctionnant à la bagasse verte, c'est-à-dire utilisant les déchets de canne à sucre au sortir des moulins.

Nous emprunterons à l'excellent ouvrage de MM. Félix Colomer et Charles Lordier (1) la description et le schéma (fig. 77)

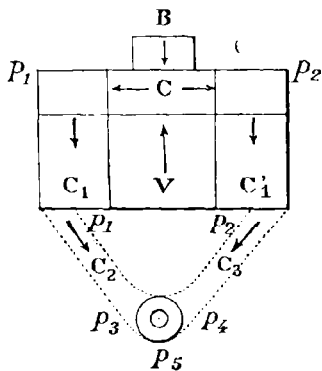


Fig. 77. — Schéma du four à bagasse verte.

du four à bagasse verte inventé par M. Colson et appliqué aux établissements sucriers du Gol, à Saint-Louis (Réunion).

Le four V a 3^m50 sur 2^m60 ; sa voûte est demi-circulaire, et la clef de voûte est à 3^m48 au-dessus de la grille. Le four complémentaire à bois B a 1^m sur 1^m50 et 1^m98 à la clef de sa voûte demi-circulaire. Les deux fours ont même demi-axe et sont séparés par un carneau C perpendiculaire à cet axe, allant

directement à droite et à gauche en-dessous et à l'avant de chaque générateur C₁ et C₁'. Le carneau C est séparé des fours par des autels élevés d'environ 0^m60 au-dessus des grilles, et son fond est en contrebas 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 p₁ et p₂, 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 carnaux au moins tous les deux jours. Le nettoyage des grilles des fours B et V doit se faire deux fois par vingt-quatre heures au moins, sans interrompre d'ailleurs la marche de l'usine.

Le four V a 9^m2,10 de surface de chauffe, et le four B, 1^m250 ; 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

(1) *Combustibles industriels*, 1 vol. grand in-8^o, veuve Ch. Dunod, éditeur.

bagasse était ramenée par le séchage de 55 0/0 d'eau à 25 ou à 35 0/0, 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.

Emploi de la bagasse pour la fabrication de la pâte à papier. — La bagasse a été traitée avec succès dans certaines papeteries pour la fabrication de la pâte à papier, mais son rendement en pâte est faible et celle-ci n'est utilisable, d'après MM. Cross et Bevan, que pour les sortes inférieures de papiers.

§ 3. — RAFFINERIES DE SUCRE

Utilisation des bas produits du raffinage. — Les sirops qui s'écoulent pendant l'égouttage, les sirops verts et le clairçage (sirops couverts), sont utilisés de différentes manières, suivant leur qualité et suivant les produits que l'on veut obtenir. Le plus souvent, on les recuit pour faire des sucres en pains de qualité inférieure (lump, bâtardes) ou des sucres en poudre plus ou moins colorés (farines, vergeoises) ; on se sert aussi d'une partie de ces sirops pour produire le sucre nécessaire pour la préparation des clairces. Les masses cuites sont mises dans de grandes formes et claircées soit avec des clairces un peu moins pures que celles dont on se sert pour les raffinés, soit avec les sirops déplacés pendant le dernier clairçage (sirops couverts). Les lumps et les bâtardes sont moins claircées que les raffinés, et les dernières subissent en général un clairçage de plus que les lumps ;

Les Déchets industriels.

13

on ne soumet pas les pains à l'action de la sucette, mais on retranche la pointe qui est restée brune et que l'on fait refondre avec les autres déchets. Les vergeoises ou farines constituent une sorte de sucre pulvérulent, blond ou roux, moins claircé que les lumps ou bâtardes et qui, au sortir des formes, est broyé au moyen de moulins à rouleau. On obtient enfin, comme dernier produit du raffinage, un sirop ou mélasse, qui ne donne plus, après une nouvelle cuite, qu'une faible quantité de sucre. C'est un liquide brun foncé, épais et visqueux, limpide, marquant de 42° à 44° Baumé, et renfermant beaucoup moins de matières salines que la mélasse des fabriques.

On le livre tel quel à la consommation, ou bien après l'avoir filtré sur le noir, afin d'améliorer son goût et sa couleur, ou on l'emploie pour la fabrication de l'alcool (Wagner, Fischer et Gauthier).

Emploi du noir animal comme engrais. — On sait que le noir animal n'est plus utilisé en sucrerie et qu'il sert seulement en raffinage. On l'ajoute au sirop brun qui provient de la refonte du sucre brut en même temps que du sang afin de coaguler et entraîner les matières en suspension. Il se produit une mousse épaisse et abondante que l'on enlève facilement.

Cette mousse lavée au filtre-pressé fournit des tourteaux contenant d'après Sorel :

35 à 38 0/0 d'eau ;
50 à 60 0/0 de phosphate tricalcique ;
et au moins 2 0/0 d'azote provenant du sang.

La fermentation de la matière organique solubilise une partie du phosphate et rend ainsi le mélange comparable aux guanos peu azotés. C'est ce mélange qui a réussi merveilleusement comme engrais sur les terrains pauvres et arides de la Bretagne et de la Vendée.

Récupération des déchets dans les casseries de sucre. — Dans la plupart des casseries de sucre, on se contente de disposer au-

dessus des machines une hotte et au-dessous une caisse destinée à recevoir la sciure de sucre. En Angleterre, la maison Sturtevant a fait quelques installations permettant la récupération complète de tous ces déchets. A cet effet elle dispose latéralement à chaque machine une capote d'aspiration reliée par des gaines à un aspirateur centrifuge qui refoule les poussières de sucre dans un cyclone à nettoyage automatique. Parfois on pratique dans l'ouïe du ventilateur une pulvérisation d'eau sous pression qui dissout les poussières de sucre à l'état de sirop que l'on concentre en le faisant repasser, au moyen d'une pompe, plusieurs fois dans l'ouïe du ventilateur. Ce système de récupération a en outre l'avantage d'éviter la diffusion des poussières dans les ateliers et de maintenir en bon état de propreté le sucre scié.

CHAPITRE VIII

UTILISATION DES SOUS-PRODUITS DE L'INDUSTRIE LAITIÈRE

Résidus de beurreries. — La fabrication du beurre donne deux sous-produits : le petit-lait, résidu de l'écémage et le babeurre, résidu du barattage.

Le petit lait peut être utilisé soit pour l'alimentation des animaux, soit pour la fabrication du sucre de lait, soit pour obtenir des fromages maigres.

Utilisation du petit lait pour l'alimentation des animaux. — On le donne habituellement aux porcs à raison de 15 litres par jour, mais on peut également l'utiliser pour l'élevage des veaux qui donne des bénéfices supérieurs à l'élevage du porc. Un habile agriculteur de la Loire-Inférieure, M. Gouin, a montré que l'on peut donner au lait écrémé une valeur de 0 fr. 06 à 0 fr. 07 en l'utilisant pour la nourriture de jeunes veaux âgés de 10 à 15 jours. Il suffit de l'additionner de fécule de pommes de terre à très petites doses.

La laiterie de Tonnay-Boutonne a installé comme annexe de la fabrique une porcherie très bien aménagée pouvant contenir un millier de porcs. Elle a réalisé de ce fait pendant l'année 1899 un bénéfice net de 32.375 fr. 80, ce qui donne au litre de petit lait utilisé une valeur de 0 fr. 132.

D'après plusieurs savants la pasteurisation du petit lait au sortir de l'écrémeuse a une très grande importance quand ce petit lait est destiné à l'alimentation des animaux ; on réduirait

ainsi, par cette opération, dans de notables proportions la fréquence des maladies d'origine microbienne qui sévissent sur les bêtes ainsi nourries, principalement sur les porcs. La mortalité qui est si élevée dans les porcheries de certaines laiteries se trouverait en conséquence très atténuée.

Utilisation industrielle des sous-produits des laiteries. — Tout récemment, il vient d'être installé à Maintenon (Eure-et-Loir), par M. le comte de Madre, une usine ayant pour but d'utiliser industriellement les sous-produits du lait. Dans cette usine, le lait écrémé ou petit lait provenant de la laiterie d'Angerville-la-Rivière est employé pour fabriquer la caséine, le sucre de lait dont on utilise de grandes quantités en pharmacie et dans l'alimentation des nouveau-nés, ainsi qu'une viande spéciale extraite du lait et appelée « Lacto », produit riche en azote et en phosphate, qui possède d'excellentes qualités reconstituantes.

Fabrication de la caséine. — Le lait débeurré est additionné d'acide acétique ou sulfurique (1 à 2 0/0 et chauffé légèrement jusqu'à coagulation complète, puis la masse est jetée sur des filtres en toile où elle s'égoutte 24 à 36 heures. La caséine impure est remise en suspension dans l'eau, puis égouttée de nouveau. Ce lavage est recommencé plusieurs fois. Dans les grandes installations on peut les effectuer sur filtre-presse.

La caséine est placée dans des plateaux en porcelaine et séchée lentement dans une étuve chauffée à 50°. Elle est ensuite livrée au commerce.

Pour la fabrication de la caséine on peut aussi traiter le petit lait par l'acide chlorhydrique. On lave le coagulum afin de faire disparaître les traces d'acide chlorhydrique, on laisse égoutter, on passe à la presse et enfin on sèche les morceaux soit dans une étuve, soit dans un séchoir. Parmi les séchoirs qui nous ont paru donner de bons résultats, nous citerons le séchoir Fouché et le séchoir Sturtevant.

On obtient habituellement 100 kilogrammes de caséine avec 2700 à 2800 litres de petit lait.

Utilisation de la caséine. — La caséine se vend actuellement de

85 à 105 francs les 100 kilogrammes. Son usage se répand de plus en plus.

Elle est employée dans les apprêts en la dissolvant dans un alcali ou un sel alcalin. La caséine fraîchement coagulée, mélangée avec de la chaux, est employée comme mastic et épaississant dans l'impression des indiennes. Avec la chaux éteinte elle donne un ciment très dur employé par les tonneliers. Elle peut aussi servir comme matière collante et vernis. Une solution de caséine dans une solution de borax peut être employée à la place de la colle forte et de la colle à bouche.

On l'utilise aussi pour la fabrication des boules de billard, manches de parapluie et autres objets ayant l'aspect de l'ivoire. Enfin, comme on le verra tout à l'heure, elle est employée dans la fabrication des matières alimentaires lactées. La Société « Le Plasmon » emploie de la caséine à 50 0/0 d'humidité.

Voici quels sont, d'après Wagner, Fischer et Gautier, les procédés de fabrication du sucre de lait, des fromages maigres et des aliments concentrés.

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 betteraves. Le traitement est effectué à peu près comme celui du jus de betteraves et il consiste tout d'abord à éliminer aussi complètement que possible les substances non sucrées. Dans ce but, il est d'abord chauffé à 75-85° et ensuite mélangé avec 6 à 10 0/0 du lait de chaux à 20° B ; les acides libres sont ainsi neutralisés, les sels solubles transformés en sels insolubles et précipités avec les substances protéiques, les peptones qui se forment, la matière grasse ; en même temps la matière colorante extractive passe dans le schlamm calcaire, de sorte que le processus de défécation se passe tout à fait comme à l'ordinaire. La saturation par l'acide carbonique, la séparation du schlamm à l'aide des 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 9-20° B, elle

est ensuite cuite pour sucre en grains et ce dernier est séparé comme à l'ordinaire par turbinage. Les frais s'élèvent à peu près aux chiffres suivants :

| | |
|---|---------------|
| 1 hectolitre de petit lait à 3,125 mm | 3,125 francs. |
| Evaporation pour 1 hectolitre | 0,300 |
| Autres frais par hectolitre de petit lait | 0,625 |
| | <hr/> |
| | 4,050 |
| Rendement en sucre de lait, en moyenne = | 3,4 0/0 |

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 0,03 cent. le litre.

Les produits de la fermentation alcoolique du sucre de lait donnent des laits fermentés (Kumys, Képhir, Galazyme) excellents contre le catarrhe stomacal des buveurs et servant à établir le régime lacté exclusif chez les alcooliques.

Fabrication du fromage maigre. — Pour préparer le fromage maigre on coagule le lait écrémé ou petit lait après l'avoir fait tiédir, 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 petit lait et on le consomme dans cet état (fromage 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.

Préparation des aliments concentrés à base de caséine. — La caséine séparée du lait écrémé ne sert pas seulement pour la fabrication des fromages maigres. Elle peut aussi être employée comme mordant et entrer dans la préparation de plusieurs aliments concentrés (nutrose, caséone, globon, eukasine, sanose, sanatogène, etc.), riches en azote, auxquels les fabricants attribuent des qualités extraordinaires et notamment une digestibilité extrêmement facile et un pouvoir nutritif énergique.

La nutrose, qui est livrée au commerce par les Hochster Farberwerke, est une combinaison de caséine et de sodium préparée d'après les indications de Liebrecht et Rochmann 100 gr. de caséine, 2,3 gr. d'hydrate de soude et 3 gr. de chlorure de calcium sont bien triturés ensemble et ensuite bouillis avec de l'alcool. Après expulsion de l'alcool et dessiccation, on obtient une poudre blanche, fine, soluble dans l'eau.

La caséone nommée aussi plasmone, est une combinaison de caséine et de sodium, préparée avec de la caséine du lait et du bicarbonate de sodium. Les matières albuminoïdes extraites du lait écrémé sont mélangées avec la quantité de bicarbonate juste nécessaire pour la dissolution et elles sont ensuite traitées, à une température pouvant aller jusqu'à 70°, dans des malaxeurs dans lesquels on fait arriver un courant d'acide carbonique, après quoi elles sont pulvérisées. La caséine contient d'après Wintgen :

| | |
|-------------------------|-------|
| Eau | 10,66 |
| Substance azotée . . . | 70,51 |
| Matière grasse, . . . | 4,40 |
| Sucre de lait | 4,20 |
| Cendre | 6,96 |

Des expériences ont montré que 1 kilog. d'albumine digestible coûte sous forme de caséone 11 fr. 25, sous forme de viande 10 fr. 95. Le globon de Kornfeld est également de la caséine traitée par la soude. L'eukasine est une combinaison ammoniacale de la caséine (préparée d'après les indications de Salkowski, par Majert et Ebers, de Grünau).

La sanose est une combinaison ou peut-être seulement un mélange de 80 p. 100 de caséine et de 20 p. 100 d'albumose (elle est préparée à Berlin par la Chemische Fabrik vormalis E. Scherings). Le sanotogène, préparé par Bauer et C^{ie}, de Berlin, se compose de 95 p. 100 de caséine et de 5 p. 100 de glycér phosphate de sodium.

Pour obtenir une combinaison de caséine et d'acide phosphorique soluble dans l'eau, la Chemische Fabrik Rhenania

précipite la solution de la caséine dans l'acide phosphorique dilué au moyen d'un phosphate primaire et, par lavage avec de la solution du phosphate, elle élimine du précipité l'acide en excès. 1 kilog de caséine séchée à l'air ou une quantité correspondante de caséine humide fraîchement comprimée est dissoute à froid ou à une douce chaleur avec 300 gr. d'un acide phosphorique à 25 p. 100 en solution très étendue. A la solution on ajoute un phosphate alcalin primaire jusqu'à ce que la précipitation soit complète et que le liquide filtré soit limpide comme de l'eau. Le précipité est lavé et comprimé.

Pour préparer la caséine du lait sous une forme légère, sèche et poreuse, Just prépare une solution alcaline de caséine, qu'il dispose en couches très minces et uniformes sur une surface métallique, polie, chauffée à 100-105°. L'eau s'évapore presque instantanément et il reste une mince couche de caséine desséchée que l'on enlève à l'aide d'un couteau ou d'une brosse. Pour préparer une poudre, on fait passer le produit ainsi obtenu à travers un tamis fin.

Résidu du barattage. — Le barattage de la crème a pour but d'isoler et de permettre de recueillir la matière grasse, le beurre.

Il reste, comme résidu, un liquide laiteux, très acide et très aqueux, le babeurre. Il est assez riche en caséine, 3 à 3,5 p. 100 et on est assez tenté de l'utiliser dans l'alimentation; les résultats de cette pratique sont variables, tantôt bons, tantôt mauvais.

La chose se conçoit : l'acide lactique abonde, dans le babeurre, et cet acide favorise la digestion, excite l'appétit par son goût aigrelet; le babeurre a donc une heureuse influence dans l'alimentation des animaux; c'est le cas le plus ordinaire lorsqu'il provient de laiteries bien conduites, traitant avec tous les soins désirables des laits de bonne qualité. Mais si les précautions de propreté ne sont pas observées, si la fermentation de la crème a été livrée aux caprices d'un ensemencement spontané par les germes provenant de vases malpropres ou d'une atmosphère d'étable, alors le babeurre est parfois dangereux et son emploi doit être proscrit.

Il faut bien se rendre compte du reste que ce résidu n'est qu'en proportion assez faible si l'on retire au centrifuge 12 pour 100 de crème, c'est environ 8 pour 100 de babeurre que l'on obtient. On a proposé, pour plus de tranquillité, de stériliser le babeurre par l'ébullition, mais dans cette pratique, on le dénature, car par la chaleur, dont l'action est aidée par l'acidité, il se fait un précipité d'une matière albuminoïde devenue insoluble et qui est alors probablement d'une digestion plus difficile.

Lait d'égout. — Il existe un autre résidu presque insignifiant, c'est le lait d'égout lors du passage du beurre au malaxeur ; c'est du babeurre à proprement parler, mais du babeurre étendu encore par les eaux de lavage. Mêmes conclusions que pour le babeurre, mais plus sévères : ce lait de malaxage est par origine presque à rejeter en principe. Son tant pour cent est d'ailleurs très faible, c'est une fraction de poids du beurre et la perte n'est pas grande.

Utilisation du petit lait contre la neurasthénie. — Dans le cas de dyspepsie neurasthénique sans dilatation, les docteurs Weir-Mitchell et Glatz recommandent de prendre matin et soir un verre de petit lait d'une contenance de 120 grammes et d'augmenter graduellement la dose jusqu'à 10 verres par jour.

Résidus de fromagerie. — Les résidus de l'industrie fromagère ont fait l'objet d'une remarquable étude de M. Lezé, professeur à l'école nationale de Grignon, étude à laquelle nous empruntons ce qui suit :

En principe, dans la fabrication du fromage, on isole par coagulation ou précipitation du lait, un caillé qui, par une fermentation ultérieure, est destiné à devenir du fromage. Il y a donc comme résidus, tout d'abord le sérum séparé du caillé, puis ensuite les déchets, râclures et rognures des fromages.

Sérum. — Le sérum est de composition et surtout de réactions assez différentes. Suivant les cas, il est doux et d'un goût agréable dans la fabrication des fromages à pâte dure, fromages qui proviennent du caillage rapide du lait aussi frais que possible, tandis qu'il est déjà acide et en pleine voie de fermentation dans

la fabrication des fromages à pâte molle, brie, camembert, etc.

Ce sérum n'est pas un aliment bien riche, il contient bien un peu de matière albuminoïde, 1 pour 100 peut-être au maximum, mais c'est surtout de l'eau et du sucre de lait. De sorte que dans les circonstances les plus favorables, ce n'est pas un aliment complet et que même c'est un aliment assez médiocre, une pauvre eau sucrée.

Dans le cas où, de par la fabrication, ce sérum pourrait être assez bon, dans la préparation du gruyère, on épuise ce liquide en en extrayant, après le caillé du fromage, encore du beurre et un deuxième fromage ; il ne reste plus grand chose après tous ces traitements ; l'eau sucrée est bonne à jeter et ne peut même pas servir à l'irrigation ou à l'épandage.

Lait d'égout. — Quant au lait d'égout de la fabrication des fromages mous il est bien un peu plus riche en principes gras et azotés, mais c'est un liquide en fermentation si active, un liquide si rapidement putride et dangereux que nous ne saurions trop conseiller de l'écartier. Il y a peu à gagner dans son emploi dans l'alimentation animale, il y a tout à craindre.

Et ce que nous disons du sérum normal des premiers temps de la fabrication est plus nettement caractérisé encore dans le cas du sérum salé.

Tous les fromages sont salés après quelque temps de préparation et le sel hâte le départ d'un sérum presque saturé de chlorure de sodium. Il n'y a rien de bon à tirer de ce pauvre liquide ; il faut le jeter, le faire disparaître où l'on peut et au plus vite ; il ne sert à rien et est aussi mauvais pour les animaux que pour les champs, ce n'est ni un aliment dans le sens convenu du mot, ni un engrais.

Raclures de fromage. — La fromagerie laisse parfois un autre résidu : il est certains fromages qui sont grattés, ébarbés ou parés et les raclures sont particulièrement riches en matières azotées et grasses.

Si le fromage est fabriqué de lait frais, ces ébarbures constituent un aliment d'une grande richesse très utilement employé,

mais si le fromage a été salé, il faut renoncer au résidu dans l'alimentation des animaux ; on se préparerait autrement de tristes mécomptes, car ces raclures salées se recouvrent rapidement de végétations cryptogamiques qu'on doit éviter d'introduire dans l'alimentation en quantités trop grandes.

A la rigueur ces raclures, même recouvertes de moisissures, peuvent servir de condiment : après les avoir délayées dans l'eau, on peut les mélanger à des aliments solides, à des fourrages, mais il ne faut pas oublier que le sel par lui-même est dangereux et que le porc en particulier le supporte mal dès que la dose quotidienne atteint 200 ou 250 grammes. Il se produit des accidents parfois graves et alarmants soit dans le système digestif, vomissements ou entérite, soit dans le système de la circulation et de l'innervation : ralentissement du cœur, symptômes de paralysie.

En résumé, l'industrie de la fromagerie ne laisse pas, pour l'alimentation des animaux, de résidus bien utiles.

Le sérum, même frais, est donné par habitude dans certaines fermes de Suisse, aux porcs et même aux veaux, c'est un aliment si pauvre qu'il peut conduire au dépérissement et au rachitisme et c'est un liquide extrêmement altérable et sujet à des fermentations de très mauvaise odeur. Ne sont-elles pas dangereuses ?

La meilleure utilisation du sérum de fromagerie consisterait à préparer un caillé englobant la matière azotée et un peu de matière grasse.

Ce deuxième fromage, que les ouvriers consomment avec plaisir après un certain temps de fermentation, est dans d'autres cas donné frais aux veaux ou aux porcs qui s'en trouvent fort bien. Mais cette alimentation est une question de gain ou de perte pour le fabricant, il a un calcul à faire pour savoir s'il existe avantage à retirer, par une opération qui coûte toujours quelque peu, une bien faible quantité, 3 pour 100 en moyenne peut-être, d'un fromage qui contient 70 pour 100 d'eau à peu près et quelque chose comme 20 pour 100 de matière azotée.

L'aliment est bon, mais il est acquis à gros frais la plupart du temps.

CHAPITRE IX

UTILISATION DES DÉCHETS DES MALTERIES ET BRASSERIES

Les malteries et brasseries produisent en abondance des eaux résiduaires et les déchets suivants :

- 1° Eaux de trempage de l'orge ;
- 2° Drèches ;
- 3° Touraillons ou germes d'orge ;
- 4° Marcs de houblon ;
- 5° Levures usées.

Eaux de trempage de l'orge. — Les eaux de trempage de l'orge conviennent d'après M. Larbalétrier pour l'arrosage des prairies, surtout si, par une canalisation spéciale, on peut les y amener directement. Lorsqu'on les emploie en irrigation sur des terres nues, on doit en mettre de grandes quantités, car leur richesse en principes utiles est relativement faible.

Drèches. — Les drèches de brasserie, comme celles de distillerie travaillant par le malt, servent à la nourriture du bétail. Pour en faciliter la conservation et l'expédition, il est nécessaire de les débarrasser, par la dessiccation, de l'excès d'eau qu'elles contiennent.

M. Wilcké, constructeur à Saint-Etienne, avait exposé en 1900 un appareil réalisant ce desideratum et composé principalement de deux demi-cylindres superposés, à double enveloppe et munis d'agitateurs. Les drèches passent du demi-cylindre supérieur au demi-cylindre inférieur et reçoivent l'action de la

vapeur d'échappement lancée dans les doubles enveloppes. Entrant à 70-80 0/0 d'eau dans l'appareil, elles en sortent à 7-8 0/0.

La question de l'utilisation des drèches a été traitée avec beaucoup de détails dans le remarquable traité de « Brasserie et Malterie de M. Petit, directeur de l'École de brasserie de Nancy (Gauthier-Villars, éditeur). D'après ce savant les drèches renferment de 75 à 80 0/0 d'eau, ce qui représente 125 kg. à 135 kg. par 100 kg. de malt. Cette quantité est naturellement réduite par l'emploi du riz ou de maïs qui donnent très peu de résidu insoluble.

La drèche contient toute la cellulose du malt, la presque totalité de sa matière azotée insoluble, et toutes les matières minérales insolubles. Elle renferme pour 100 de matière sèche et en moyenne :

| | |
|----------------------------|-------|
| Matières azotées | 21,23 |
| Matières grasses. | 5,6 |
| Cellulose | 17,26 |
| Cendres | 5,6 |

Les drèches s'acidifient avec une extrême rapidité et servent alors de support à toutes sortes de bactéries, soit lactiques, butyriques, aux ferments putrides, aux sarcines, bactéries visqueuses, etc. ; elles constituent donc un grand danger de contamination pour la brasserie, et il est à recommander de les évacuer à l'extérieur, le déversement ayant lieu sur un sol cimenté, que l'on puisse laver soigneusement, et même arroser du lait de chaux ou d'un antiseptique dès que la manipulation de la drèche est terminée, le danger de contamination est en effet surtout considérable à cause des débris de drèche, entraînés par le vent vers les bacs, le réfrigérant ou même dans les caves.

D'autre part, si le sol où se fait le déchargement n'est pas imperméable, la terre s'imprègne du mout très dilué resté dans la drèche, de sorte que la mauvaise odeur se répand partout, sans compter les chances d'infiltration pour les puits.

L'utilisation de la drèche est son emploi pour la nourriture des animaux ; elle constitue, en effet, un aliment précieux pour les vaches laitières et les bêtes à l'engrais, à cause de sa grande richesse en azote. D'après Wolff, la drèche de brasserie fraîche contiendrait, pour 100, en moyenne, comme aliments digestibles :

| | |
|-------------------------------|-----|
| Matière azotée | 3-6 |
| Hydrates de carbone | 9-7 |
| Matière grasse | 1-3 |

c'est-à-dire sensiblement la même valeur alimentaire que le lait écrémé.

Mais, à cause de l'altérabilité très grande de la drèche, son écoulement n'est rémunérateur que s'il est régulier ; or c'est précisément dans la saison froide, où les autres aliments sont rares, que les brasseries fabriquent le moins, et au contraire, en été, lorsque la drèche est abondante, elle est peu demandée.

De ces deux considérations, danger d'infection par la drèche et débit régulier, sont nés les appareils à sécher la drèche, dont il existe maintenant un grand nombre de dispositifs.

Les plus anciens traitaient la drèche telle quelle, sans essayer de lui enlever mécaniquement même une partie de son eau, et la dessiccation s'effectuait uniquement par l'air chauffé, soit à l'aide de foyers, soit à l'aide de vapeur. Ce mode de traitement était motivé parce que la pression n'enlève qu'une fraction de l'eau, et que le liquide ainsi éliminé contient les matières alimentaires solubles, c'est-à-dire les plus digestibles, et ayant la plus grande valeur pour l'animal. Toutefois, comme le traitement était rendu ainsi plus onéreux, on n'a pas tardé à effectuer une première pression qui élimine environ $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$ de l'eau totale, en diminuant légèrement la valeur alimentaire ; mais le déchet est beaucoup moindre qu'autrefois, parce que l'épuisement est actuellement bien plus complet et que les drèches ne renferment que rarement un liquide à plus de 10/0 d'extrait.

Les appareils à sécher la drèche comprennent donc (fig. 78) une sorte de presseur continu, c'est-à-dire une hélice H, jouant

dans une caisse conique perforée, et l'énergie de la pression peut être réglée à l'aide de l'ouverture de sortie du cône. Après ce pre-

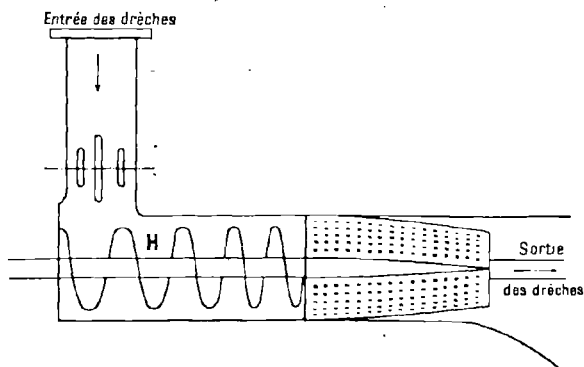


Fig. 78. — Appareil à sécher la drèche avec pression préalable.

mier traitement la drèche est passée dans une série de cylindres, animés d'un mouvement de rotation, ou munis de vis transporteuses et à parois chauffées à la vapeur.

La drèche séchée à 10 0/0 d'eau environ peut se conserver pendant plusieurs mois et elle constitue un aliment concentré, pouvant rivaliser avec les tourteaux. Nous donnons ci-dessous, d'après Wolff, la composition comparée, en matières digestibles, d'une drèche à 9 0/0 d'eau et de divers tourteaux :

| | Drèche sèche. | Tourteaux de coton | Tourteaux d'olives |
|------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| Matière azotée | 13,7 | 18° | 3,6 |
| Hydrates de carbone. | 35,4 | 18,7 | 32,8 |
| Matière grasse | 6,1 | 5,9 | 10,6 |

Le prix de revient de la dessiccation est naturellement assez variable, suivant que l'on fait une pression préliminaire ou non, suivant l'intensité de cette pression.

Tourillons. — Les tourillons ou germes d'orge représentent environ 3 0/0 du poids de l'orge employé. Ils peuvent être utilisés comme engrais ou pour l'alimentation du bétail. Pour ce dernier usage on peut les mélanger aux pulpes de sucrerie ou de distil-

lerie. Les poulains sont très avides de ce mélange. Il ne faut pas en donner plus de 2 kilogrammes par jour aux vaches pleines ; au-dessus de cette quantité un avortement serait à craindre.

Comme engrais, les touraillons peuvent être employés pour les prairies à la dose de 600 à 1000 kilogrammes. Cet engrais doit être répandu le matin, lorsque le sol est couvert de rosée.

Mares de houblon. — Les mares de houblon constituent un bon engrais pour les terres légères. On peut les utiliser directement dans les cultures de fraisier. D'après M. Larbalétrier de bons résultats seraient obtenus lorsqu'on les emploie pour la couverture des prairies qui viennent d'être fauchées : les coupes ultérieures sont ainsi rendues bien plus productives.

M. Maurice Boutteau a fait breveter tout récemment (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 mout 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 alors 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. 0/0 en poids. |
| Drèches séchées et broyées . . . | 30 p. 0/0 — |
| Mélasse. | 40 p. 0/0 — |

Levures usées. — Les levures usées ne peuvent qu'être incorporées au fumier.

CHAPITRE X

UTILISATION DES RÉSIDUS DES AMIDONNERIES

Utilisation des résidus dans le procédé ancien ou par fermentation. — Autrefois pour retirer l'amidon des graines (blé, maïs, riz, fèves et fèverolles) on soumettait ces graines à un trempage préliminaire. Il se produisait une fermentation putride ; l'amidon était précipité et on le recueillait par décantation. Actuellement ce procédé n'est utilisé que lorsqu'il s'agit de traiter des grains ou des farines avariés. Les eaux résiduaires qu'il fournit répandent une odeur infecte si l'on n'a pas soin de les épurer. Cette épuration peut être obtenue par le sol lorsque les amidonneries sont placées au voisinage des champs de culture ou chimiquement si l'épuration par le sol n'est pas possible.

Pour que les eaux résiduaires se purifient, en abandonnant au profit de l'agriculture les principes fertilisants qu'elles contiennent en assez grande proportion, il faut que le terrain ait une perméabilité suffisante et uniforme. Les terrains formés de sable ou de gravier et d'un peu d'argile se prêtent très bien à l'épuration par irrigation et ces terrains permettent d'épurer une moyenne de 60 à 100 mètres cubes d'eau par hectare en 24 heures.

Utilisation des résidus dans le procédé par malaxation. — Le procédé d'extraction de l'amidon habituellement employé consiste à mêler de l'eau à la farine (12 d'eau pour le poids de farine) et à transformer la masse en pâte bien homogène par un malaxage mécanique. Cette pâte est soumise dans un appareil dit « amidonnière » à un lavage méthodique qui dure environ une heure et amène la séparation de l'amidon d'avec le gluten. Le

gluten reste dans l'amidonnière. Le liquide chargé d'amidon tombe sur des plans inclinés où s'effectue le dépôt d'amidon. Toutefois le liquide n'est jamais complètement dépouillé et il entraîne encore de petites pellicules ou petits sons, des fragments de gluten et un peu d'amidon, aussi le recueille-t-on dans des réservoirs, pour qu'il y puisse déposer l'amidon restant. Ce qui surnage au-dessus de ce dépôt constitue les eaux ou vinasses d'amidonnerie, les drèches liquides.

On emploie aussi quelquefois un procédé qui consiste à laisser tremper les grains dans l'eau pendant quelques jours seulement, pour les gonfler et les ramollir, à les laver, à les écraser sous une série de meules entre lesquelles on fait continuellement arriver un filet d'eau qui entraîne l'amidon. On tamise pour séparer les enveloppes et le gluten de l'amidon, celui-ci se dépose dans des cuves ou mieux sur des plans inclinés ; on le sépare suivant sa qualité, pour le purifier et le dessécher. Le résidu, resté sur le tamis d'extraction, est constitué par le son. Le gluten et une certaine proportion de grains d'amidons emprisonnés dans ce dernier constituent la drèche d'amidonnerie. Ce résidu est consommé sur place par le bétail. Lorsqu'il est charrié, il faut avoir soin de l'égoutter.

Les amidonneries de blé de Saint-Denis, Toulouse, Villemur, recueillent soigneusement le gluten, résidu de la fabrication par la malaxation, gluten qui était détruit par la fermentation dans l'ancien procédé.

Le gluten est une substance précieuse : on en fait un pain très léger pour les diabétiques. On l'emploie également dans la fabrication des pâtes alimentaires. La pharmacie l'utilise pour la préparation de ses capsules médicamenteuses. Enfin, la cordonnerie en fait un grand usage pour le collage des cuirs.

Dans les amidonneries de maïs on fait avec les pulpes et les matières grasses résidus du maïs, des tourteaux pour la nourriture du bétail. Quelques amidonneries de maïs sont installées pour faire de l'huile avec le germe du maïs. Cette huile est employée dans la savonnerie.

CHAPITRE XI

UTILISATION DES RÉSIDUS DE FÉCULERIE

Utilisation de la pulpe de drèche. — D'après MM. A. Millot et Quantin, quand l'usine ne se trouve pas annexée à une exploitation agricole qui puisse consommer immédiatement ses produits pour l'alimentation du bétail il est nécessaire d'emmagasiner la pulpe à drèche pour l'écouler graduellement. On soumet la pulpe à une pression qui élimine 50 0/0 de l'eau qu'elle renferme. La presse continue à surface perméable métallique, du système Champonnois, convient parfaitement à cet usage. Le produit desséché et broyé est employé dans la boulangerie pour le fleurage des pains. Très souvent on tasse la pulpe dans des silos en maçonnerie en la recouvrant de terre foulée et de paille.

Utilisation des eaux de lavage. — Les eaux de lavage de la pulpe sont très fermentescibles et très gênantes. Dans la féculerie de M. Dailly, à Trappes près de Versailles, une utilisation rationnelle a été réalisée. Le procédé usité décrit par M. L. F. Dubief consiste à recueillir les eaux alternativement dans deux grands bassins où elles se déposent pendant 12 heures. Le dépôt qui se forme contient, outre les matières étrangères, environ 1 1/2 0/0 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.

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 étant situées près des cours d'eau en raison des grandes quantités d'eau que nécessite l'extraction industrielle de la fécule.

CHAPITRE XII

UTILISATION DES RÉSIDUS DE CIDRERIES

Emploi des marcs de pommes et de poires comme engrais. — D'après M. Is. Pierré le moyen le plus sûr et le plus commode de tirer avantageusement parti des marcs de pommes, et de poires, consisterait à les mélanger avec les fumiers de basse-cour.

MM. Girardin et du Breuil recommandent de ne s'en servir qu'après qu'ils ont fermenté pendant quelque temps et après les avoir additionnés de chaux. A cet effet 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 à la bêche le mélange de toutes les matières. 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.

MM. Müntz et Girard proposent d'additionner les 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 soupoudrés 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 mètre 50. Au mois de juin ou au plus tard en août, on recoupe le tas ainsi formé et on utilise le mélange ainsi obtenu pendant l'hiver suivant.

Utilisation des marcs de pommes pour l'alimentation du bétail. — Les marcs offrent des ressources importantes au point de vue de l'alimentation fourragère. Comme l'ont déclaré la plupart des agronomes qui se sont occupés de la question, et notamment

en dernier lieu M. P. Vineuse, les marcs de pommes constituent un aliment excellent, riche en matières nutritives, surtout lorsqu'ils ont été par la dessiccation débarrassés de l'eau surabondante qu'ils renferment. Cet aliment, si dédaigné autrefois, a la valeur de la luzerne, et même en certains cas il lui est supérieur.

Cependant il faut reconnaître que la préparation des marcs de pomme par la dessiccation est un peu longue. Impossible, par conséquent, comme on le voudrait, de pouvoir les utiliser de suite dans la ferme pour la nourriture des bêtes à cornes qui en sont très friandes.

Par suite de cet inconvénient, les agriculteurs préfèrent utiliser le marc tel qu'il sort du pressoir ou de la cuve à macération, alors qu'il est encore chargé d'eau et moins riche en matières nutritives. Il va sans dire qu'en cet état le marc laissé au contact de l'air se corrompt bien vite, et, pour le conserver plus longtemps, il faut avoir recours à l'ensilage. Dans un sol pas trop humide, imperméable, on ouvre une tranchée de dimensions variables, suivant la quantité dont on dispose, et on recouvre les parois avec de la paille. On y déverse le marc et on le pilonne de façon à obtenir un tassement parfait. On peut avantageusement y introduire des couches alternatives de sel, 6 ou 7 par hectolitre de marc. On recouvre le tout de paille, puis de terre. On l'emploie au fur et à mesure des besoins, en ouvrant la fosse sur une des faces, en prenant soin de fermer après chaque prélèvement l'ouverture ainsi pratiquée.

Notez que le marc ensilé de la sorte entre très bien dans la ration des vaches et des moutons, à la condition d'y ajouter de la paille hachée ou de la menue paille, et encore du son. On a ainsi un aliment avantageux très nourrissant.

Pour les porcs, il est préférable de faire tremper pendant quelques heures le marc dans l'eau chaude.

CHAPITRE XIII

UTILISATION DES RÉSIDUS DES HUILLERIES

Tourteaux. — On sait que les graines dont on retire l'huile sont successivement nettoyées, écrasées, entre des cylindres en fonte, cuites à la vapeur et soumises à la compression dans des sacs de toile, séparés par des plaques métalliques chauffées plus ou moins au moyen de la vapeur. L'huile s'écoule à travers les sacs. Le résidu nommé tourteau servait autrefois exclusivement à l'alimentation du bétail.

Actuellement on récupère l'huile que contiennent encore ces tourteaux au moyen du sulfure de carbone qui est un puissant dissolvant de tous les corps gras. Seulement le résidu de cette opération fournit des tourteaux dits sulfurés, que les animaux repoussent quelquefois à cause de leur odeur désagréable : ces tourteaux peuvent être employés en agriculture comme engrais.

Emploi des tourteaux dans l'alimentation du bétail. — Les tourteaux doivent avant leur emploi, s'ils sont destinés à la nourriture des bestiaux, être concassés en fragments de la grosseur d'une noisette ou d'une petite noix.

Au début les animaux éprouvent une certaine répugnance à consommer les tourteaux, mais on les y habitue assez rapidement en délayant la poudre de tourteau dans de l'eau et en ajoutant ce mélange à l'aliment que l'animal préfère. En augmentant petit à petit la dose de tourteau l'animal finit par s'habituer au régime qu'on voulait lui imposer.

Les tourteaux peuvent être consommés sous diverses formes.

1° A l'état sec, grossièrement concassés sans aucune préparation préalable ; ce mode de consommation convient surtout pour les tourteaux de crucifères qui en présence de l'eau donnent lieu à la formation d'huile essentielle. Ce mode de consommation convient plus particulièrement aux chevaux.

3° A l'état humide sous formes de pâtes, soupes ou buvées donnant d'excellents résultats pour les porcs et les bêtes à cornes.

Les pâtes conviennent surtout pour les tourteaux de lin ; on les prépare en versant sur les tourteaux oléagineux une faible quantité d'eau chaude et en agitant la masse.

Les soupes très fréquemment employées en Angleterre se préparent en délayant, dans de l'eau tiède, des tourteaux, des pommes de terre, de la paille et du foin hachés, des balles de céréales et des gousses de légumes.

Les buvées sont surtout employées en Belgique et dans le nord de la France. Ces buvées, qui sont toujours confectionnées au moment du repas ou peu de temps auparavant, se préparent tantôt avec des tourteaux seuls délayés dans l'eau tiède, tantôt avec des drèches de brasserie, des farines, des sons et des recoupes.

Dans les grandes exploitations on prépare quelquefois les buvées par cuisson ou par fermentation. Dans le premier cas, au lieu de délayer dans l'eau tiède les matières alimentaires entrant dans la composition des buvées, on les dispose en couches dans de grandes cuves où on fait arriver un jet de vapeur ; le mélange est ensuite après refroidissement distribué aux animaux. Dans le procédé par fermentation on dépose également les aliments dans de grandes cuves, on les humecte, on les mélange à la pelle et on laisse ensuite fermenter le tout pendant deux jours.

Le bétail préfère les tourteaux récents. Quand on doit conserver les tourteaux, il faut les emmagasiner sur des rayons à claire-voie, dans des locaux à l'abri de la lumière et de l'humidité.

L'importance des tourteaux et leurs diverses propriétés suivant

la nature des végétaux oléifères qui leur donnent naissance, nous oblige à dire quelques mots des plus importants.

Tourteau de colza. — Les tourteaux de colza sont généralement destinés aux vaches et brebis laitières ainsi qu'aux chèvres ; ils passent pour favoriser la sécrétion du lait. On les a pourtant accusés de communiquer à ce liquide l'odeur particulière des crucifères, mais M. Ch. Cornevin estime que cet inconvénient ne se manifeste que quand on donne des doses trop considérables, qu'on dépasse 1 kilogramme 500 par vache et par jour. Si l'on se tient en deçà et surtout si on interrompt de temps à autre la distribution, l'inconvénient est évité. Il l'est aussi quand on associe des touraillons à la ration (1).

On les donne aussi aux bêtes d'engraissement. Lorsque, dans le cours de la préparation à la boucherie, on dépasse la ration quotidienne de 2 kg. 500 à 3 kg. par bœuf, on voit survenir une boiterie que l'on guérit facilement en suspendant pendant quelques jours l'usage des tourteaux et en faisant prendre à l'animal quelques boissons rafraîchissantes.

Toutefois, si l'on allait très au delà des doses indiquées, en se servant de tourteaux de pression qu'on n'a point la précaution de faire passer à l'eau chaude pour en dégager l'essence, celle-ci se diffuse dans l'intérieur du corps, amène de l'entérite qui peut prendre le caractère hémorragique si on continue l'usage de ces résidus ou si un traitement approprié n'intervient pas et aller jusqu'à la mort de l'animal (Cornevin).

Si l'on a des doutes sur l'innocuité d'un tourteau de colza, on peut le faire prendre en buvée après l'avoir trempé dans l'eau bouillante. Comme l'eau le désagrège lentement et faiblement il faut pour le donner en buvée avoir soin de le pulvériser.

Les tourteaux de colza, comme d'ailleurs les autres tourteaux, doivent être conservés dans un endroit sec, sinon ils sont envahis par des végétations cryptogamiques et peuvent devenir dangereux.

(1) Des résidus industriels dans l'alimentation du bétail, par Ch. Cornevin, professeur à l'École vétérinaire de Lyon.

Tourteau de navette. — L'utilisation du tourteau de navette est la même que celle du colza.

Tourteau de moutarde et de ravison. — Les tourteaux de moutarde et de ravison ne peuvent pas entrer dans l'alimentation journalière du bétail parce qu'il y aurait dégagement d'essence dans le tube digestif et production d'irritations intestinales quelquefois mortelles. Aussi doit-on les réserver à la fumure des terres.

Toutefois M. Cornevin estime que le tourteau de moutarde noire pris à petites doses de 50 à 100 grammes, s'il était accepté par les animaux, agirait à titre de condiment, excitant les muqueuses buccale et pharyngienne, amenant le ptyalisme, stimulant l'appétit, accélérant la digestion et provoquant la défécation. Il pourrait ainsi rendre des services surtout pour le bœuf. Chaque fois qu'il y a inappétence, indigestion chronique, commencement d'engouement du feuillet, atonie intestinale, lorsque dans le cours de l'engraissement en stabulation, les animaux cessent de manger, comme rassasiés, on pourrait avoir recours au tourteau de moutarde dans les proportions pré-indiquées.

Comme ceux de sésame ou de coton, ils ont une forte teneur en acide phosphorique ; pour cela ils sont à recommander dans l'alimentation des jeunes bestiaux dont ils contribuent à former le squelette, leur valeur est moins grande pour les adultes.

Tourteau de lin. — Le lin n'est pas seulement une précieuse plante textile, il produit une graine mucilagineuse et oléagineuse qui, après traitement, laisse un tourteau très estimé pour la nourriture du bétail.

On a l'habitude de distribuer le tourteau de lin aux animaux à l'engraissement, aux jeunes et aux femelles prêtes à mettre bas plutôt qu'aux vaches laitières. M. Cornevin l'a fait donner pendant l'hiver à la dose de 1 kilogr. à des poulains de 8 à 15 mois ; ils en ont retiré de bons effets, se sont maintenus avec le poil luisant et suffisamment en chair. C'est un moyen à utiliser pour remettre en bon état des poulains et des veaux qui ont souffert du sevrage ou de la nourriture d'hiver.

Tourteau d'arachides. — Rien ne s'oppose, d'après M. Cornevin,

à l'introduction du tourteau d'arachides dans l'alimentation animale ; il entre bien dans celle de l'homme. En effet en Espagne il est commun de le torréfier et de le mêler à du sucre et à des aromates pour en faire une sorte de chocolat à l'usage des pauvres. Parfois, on le mêle à de la farine pour en faire du pain.

L'agriculteur qui veut utiliser ce tourteau devra bien spécifier, en faisant sa commande, ce qu'il désire, et ne point payer le même prix le tourteau de fruits non décortiqués. Il devra également faire toutes réserves au sujet des tourteaux provenant de graines décortiquées au lieu de production et avariées en route.

Tourteau de cameline. — Le tourteau de cameline est distribué aux animaux domestiques et d'après M. Cornevin aucun inconvénient ne résulte de cette alimentation. Son prix étant, en général, inférieur à celui des tourteaux de colza et de navette, on a été amené à comparer leurs effets respectifs sur les vaches laitières et les bêtes d'engrais, afin de voir si cette infériorité était réellement justifiée. Mobius, qui a institué des expériences sur ce point, a vu qu'effectivement pour la nourriture des vaches laitières, les tourteaux de cameline sont un peu inférieurs à ceux de colza, tandis que la différence est à peine sensible lorsqu'il s'agit d'engraissement.

Tourteau de madia. — Boussingault et Payen sont les premiers qui se soient assurés que les tourteaux de madia peuvent entrer dans l'alimentation des animaux et que ceux-ci les acceptent. Mais leur forte teneur en cellulose lignifiée en fait des aliments de qualité médiocre ; aussi l'agriculteur ne les devra-t-il acheter que s'ils lui sont cédés à un taux inférieur à celui des tourteaux que nous avons déjà passés en revue.

Tourteau de maïs. — Le maïs fournit des graines qui renferment environ 7 0/0 de matières grasses. On a eu l'idée de les en débarrasser, sauf à utiliser ensuite l'amidon restant pour la fabrication de l'alcool.

Cette extraction spéciale laisse des résidus qui sont les véritables tourteaux de maïs dans l'acception littérale du mot, et qu'il ne faut pas confondre avec ceux obtenus dans l'industrie de la

fabrication des alcools de maïs (voir résidus de distillerie, page 205) pressés par le procédé Porion et Mehay et appelés aussi tourteaux. Il n'est question que des premiers pour le moment.

Deux procédés sont mis en usage pour obtenir l'huile de maïs. Dans l'un, dit procédé Planat, du nom de son inventeur, on concasse le maïs de façon à obtenir des gruaux qu'on sasse ; cette opération amène le départ des gruaux oléagineux, qui sont les plus légers, et des féculents. Ces derniers avec la farine qui s'est déjà formée lors du concassage peuvent être employés pour les usages habituels du maïs et notamment pour la fabrication de l'alcool. Les premiers sont passés aux meules verticales ; la pâte humectée d'eau chaude est chauffée, pressée et dépouillée de l'huile qu'elle contient. Cette huile est limpide.

Les tourteaux qui restent après cette opération sont blancs, avec un pointillé jaune ou rougeâtre suivant la variété de maïs employé ; ils deviennent rapidement très durs.

Dans un autre procédé on opère sur le son de maïs qui renferme environ 4 0/0 d'huile ; on obtient alors, avec l'huile, ce qu'en langage commercial on appelle du son déshuilé ; mais on ne recueille pas de tourteaux par cette méthode d'extraction.

Les tourteaux de maïs peuvent être distribués aux animaux de la ferme, tous les acceptent.

D'après les tables de Kūihu les tourteaux de maïs ont comme composition chimique :

| | |
|---------------------------------|-----------|
| Eau | 40.75 0/0 |
| Huile. | 40.81 — |
| Matières azotées | 13.49 — |
| Extractifs non azotés | 50.22 — |
| Ligneux. | 8.58 — |
| Cendres | 6.15 — |

Emploi des tourteaux comme engrais. — Quand on veut les employer comme engrais, on les réduit en poudre.

Les tourteaux pulvérisés destinés à l'engrais doivent être déposés par couches ne dépassant pas 0^m 60 d'épaisseur ; on doit les remuer à la pelle de temps en temps pour éviter la fermentation ; malgré ces précautions les tourteaux engrais se conservent difficilement pendant plus d'un mois, même dans des magasins très secs et bien aérés ; il y a donc le plus grand intérêt à emmagasiner séparément les tourteaux engrais et les tourteaux alimentaires pour éviter la contamination.

Les tourteaux engrais donnent surtout de bons résultats dans les terrains argilo-calcaires, les terrains crayeux, les limons et les sables calcaires et surtout pour la culture des végétaux : lin, colza, pavot, etc... qui ont fourni les tourteaux engrais.

La dose à employer varie d'après MM. Collin et Perrot (1) selon la nature du sol et de la culture ; dans le département du Nord on n'emploie jamais moins de 10 quintaux par hectare de blé, et une quantité double pour les betteraves. Ces quantités sont peut-être un peu élevées et on peut admettre qu'en général la dose de 500 kilogrammes par hectare permet d'obtenir pour les céréales des résultats satisfaisants, pour les prairies la dose peut être réduite à 100 kilogrammes. Dans ce dernier cas les tourteaux réduits en poudre sont épandus sur le sol à l'époque où les animaux ne sont plus au pacage.

Pour les vignes il suffit généralement de 500 grammes par cep et pour les oliviers de 5 à 15 kilogrammes par arbre.

Les maraîchers et les horticulteurs emploient les tourteaux engrais de la façon suivante : les tourteaux sont mélangés à 50 fois leur poids d'eau, en utilisant après fermentation ce mélange pour l'arrosage des plantes.

Emploi des tourteaux dans les laboratoires. — Dans les laboratoires de pharmacie, on se sert des tourteaux d'amande et de lin triturés avec une faible quantité d'eau pour enlever aux

(1) *Les Résidus industriels de la fabrication des huiles et essences utilisés par l'agriculture comme aliments et comme engrais*, par E. Collin et Em. Perrot.

mortiers de marbre, de verre ou de porcelaine la mauvaise odeur résultant de manipulations antérieures.

On emploie quelquefois, pour luter les appareils de distillation, un enduit obtenu en mélangeant de la colle de pâte délayée dans l'eau avec du tourteau de lin.

Extraction des corps gras contenus dans les tourteaux résiduaire de la fabrication d'huile d'olive. — Les tourteaux résiduaire et grignons de la fabrication d'huile d'olives ou grignons n'ont pas de valeur alimentaire, mais ils se prêtent très bien au traitement par le sulfure de carbone et restituent environ 10 0/0 de leur poids d'huile industrielle. Des établissements spéciaux se sont fondés pour le traitement de ces grignons; c'est ainsi qu'un Français, M. Cazagne, a créé à Bari (Italie) et à Utrera (Andalousie) deux usines traitant annuellement 60.000 tonnes de grignons et produisant 6.000 tonnes d'huile. Ces huiles sont converties en grande partie en savon.

Le traitement est des plus simples et voici la description que donne M. Sorel de la façon d'opérer des usines montées par M. Deiss, à Paris, Marseille, Lisbonne, Séville, Londres, etc. Les grignons d'olives sont versés dans un petit cylindre vertical (fig. 79) muni d'un grillage à la partie inférieure et pourvu d'une porte de chargement et d'une porte de déchargement. Ce cylindre est disposé au premier étage.

Au rez-de-chaussée est une chaudière munie d'un chauffage par serpent, communiquant à sa partie supérieure par un siphon renversé avec le fond du cylindre, par la partie inférieure avec le réservoir de sulfure de carbone. Cette chaudière porte un dôme sur lequel est disposée une petite colonne de 4 ou 5 plateaux formant déflegmateur et destinée à retenir la majeure partie de l'eau provenant des matières à traiter que le dissolvant a déplacée et entraînée à la chaudière.

Cette chaudière contient la quantité de dissolvant nécessaire pour une opération. Les vapeurs produites s'élèvent dans un condenseur tubulaire situé à la partie supérieure de l'atelier,

d'où les produits condensés s'écoulent par un siphon renversé qui aboutit au haut de l'extracteur, et se divisent sur un tamis très fin, pour pénétrer dans la masse poreuse et l'imprégner ; après l'avoir traversée en se chargeant de corps gras, ils retournent à la chaudière pour recommencer le même trajet, jusqu'à ce qu'une prise d'essai permette de constater que la masse est épuisée.

Alors on met la chaudière en relation avec un second digesteur, et l'on chasse le dissolvant dans ce digesteur d'où il s'écoule dans une seconde chaudière identique à la première, et l'on injecte de l'air chaud dans le haut du digesteur épuisé pour éliminer toute trace de dissolvant. Cet air, lavé avec de l'huile dans une colonne verticale, lui cède le corps volatil entraîné.

La *Revue scientifique* du 2 janvier 1904 annonce qu'une maison importante de Marseille va installer l'extraction de l'huile des graines oléagineuses et des tourteaux au moyen du tétrachlorure de carbone. Ce corps est un liquide incolore, dont le point d'ébullition est à 74° centigrades, sa densité est de 1,7 et il est doué d'une odeur agréable (1).

Il a, sur le sulfure de carbone, le grand avantage d'être ininflammable, ainsi que ses vapeurs : il est d'ailleurs moins volatil

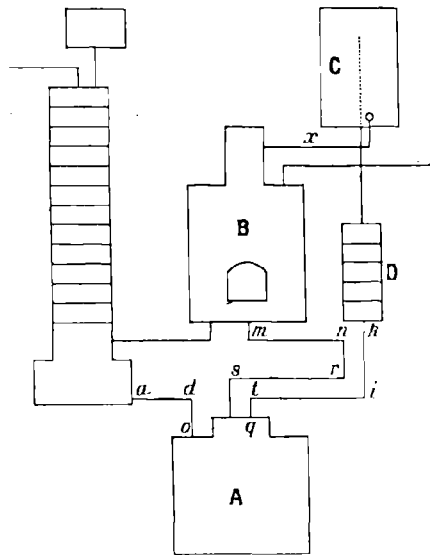


Fig. 79. — Extraction des corps gras des tourteaux.

(1) Brevet n° 33379, délivré le 2 juillet 1893.

que le sulfure de carbone, tout en ayant un pouvoir dissolvant des corps gras au moins égal à celui de ce dernier liquide.

Pour toutes ces raisons, le tétrachlorure est susceptible de remplacer avantageusement le sulfure de carbone. Il faut ajouter que le nouveau produit convient à la nourriture des bestiaux, car il ne contient aucune matière nuisible à la santé.

L'obstacle à son emploi, tiré jusqu'ici de l'élévation de son prix de revient, aurait cessé d'exister car, grâce à des procédés et appareils imaginés par des ingénieurs lyonnais, on peut maintenant obtenir, en marche courante, du tétrachlorure de carbone à un prix de revient inférieur, ou tout au moins égal à celui de sulfure.

Utilisation des grignons dégraissés. Procédé Wladimir Guerrero. — Ces déchets n'ont été utilisés jusqu'à ce jour que comme combustibles, ou parfois ils ont été carbonisés à l'air libre pour en faire du charbon granuleux, ce qui se réalise principalement en Espagne et en Italie.

Les recherches faites par M. Wladimir Guerrero, de Smirloff, ont démontré que les grignons dégraissés renferment une richesse ligneuse très élevée, surtout de la vasculose, et que c'est pour cette raison que, quand ils sont soumis à l'action de la chaleur dans des vases clos, c'est-à-dire à la distillation sèche, ils donnent des produits semblables et en plus grande quantité que les essences forestières qui sont employées dans la distillation des bois, chêne ou hêtre.

Les expériences faites à la suite de ces recherches, en distillant des grignons dégraissés en vases clos ont conduit M. Guerrero à l'adoption d'un procédé industriel pour ce traitement nouveau de déchets ligneux.

Les opérations subséquentes qui constituent le nouveau procédé consistent :

- 1° Dans la séparation-dessiccation des grignons dégraissés ;
- 2° Dans la carbonisation en vases clos du grignon riche.

Séparation-dessiccation des grignons dégraissés. — Les tour-

teaux d'olive ayant été désagrégés et desséchés avant leur lavage par les dissolvants, les grignons dégraissés sont en état de division assez grande. On y distingue deux substances principales, de nature différente, savoir : 1° Les noyaux broyés qui forment la plus grande partie de l'ensemble ; 2° la pulpe de l'olive, adhérente aux particules de ces noyaux. Ces agglomérants sont plus ou moins friables selon l'état de dessiccation et de division de la matière, c'est-à-dire selon que la mouture des olives a été faite plus ou moins fine.

L'appareil dans lequel s'opère la séparation consiste en un crible cylindrique horizontal dans lequel sont introduites les matières par A. (fig. 80).

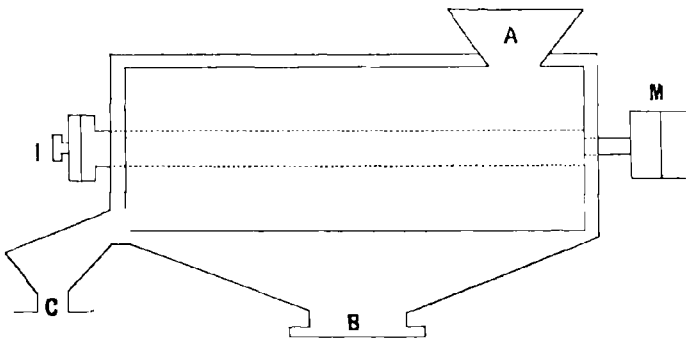


Fig. 80. — Séparation de grignons dégraissés.

Le crible, auquel on imprime un mouvement rotatif par la poulie en M étant mis en marche, les matières subissent entre elles et contre les parois de la tôle perforée du crible, un frottement qui tend à les désagréger. Un refoulement d'air chaud, en I, complète la dessiccation du grignon et facilite cette disgrégation. De sorte que la pulpe et les noyaux très fins passent à travers le crible et sont recueillis en B, et les noyaux, restant à l'intérieur du crible, sont déversés en C.

La durée de l'opération se prolonge en raison directe de la quantité de matière introduite dans le cylindre, de la grosseur des orifices du crible et du degré de saturation de l'air chaud refoulé.

Les produits sont obtenus dans les proportions voulues et dans de certaines limites. Ces limites sont généralement 75 à 80 0/0 de noyaux et 25 à 20 0/0 de pulpe. Ces proportions, toutes choses égales d'ailleurs, sont en raison directe de la vitesse angulaire du crible et de la grosseur normale des noyaux.

Un des produits, les noyaux, constitue le « grignon riche ». Il renferme de la vasculose en grande proportion. Ce grignon sert à la carbonisation en vases clos et donne le plus fort rendement en produits pyroligneux et en charbon.

Ce charbon a divers emplois, autant à cause de son état granuleux, que par sa pureté. Désigné sous le nom de « Noir végétal », par son aspect ressemblant au noir animal, il peut servir avantageusement comme décolorant et comme épurant, sans compter ses applications comme combustible, soit directement, soit en servant à fabriquer un meilleur charbon de Paris.

L'autre produit, la pulpe, pauvre en vasculose, — elle n'en renferme environ que la moitié de la teneur du grignon riche, — constitue le « grignon pauvre » donnant des rendements pyroligneux inférieurs.

Le grignon pauvre peut servir d'engrais organique par sa richesse en azote, en potasse, et en acide phosphorique, ou, à défaut de pouvoir lui donner cette application, peut être brûlé, mélangé avec du goudron. Ce mélange peut être aggloméré en boulets ou en briquettes, et constituer un combustible d'une grande valeur calorifique. En outre, les cendres du grignon pauvre, qui sont obtenues en grande proportion, sont riches en potasse et en acide phosphorique et constituent un engrais minéral très assimilable.

2. *Carbonisation du grignon riche pour obtenir, d'une part, un charbon granuleux, dit « Noir végétal » ; d'autre part, un liquide pyroligneux qui renferme de l'alcool méthylique, de l'acide acétique et du goudron ; et en troisième part, des gaz combustibles non condensés utilisables pour le chauffage des foyers.*

La carbonisation s'opère dans des vases clos disposés horizontalement sur des foyers. Dans ces vases (fig. 81) se meut une vis

d'Archimède, commandée en R'. Le chargement des grignons riches se fait par B' et ceux-ci parcourent la cornue dans le sens

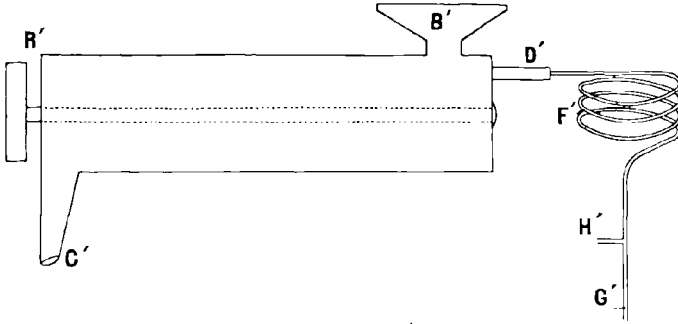


Fig. 81. — Vase de carbonisation des grignons.

de sa longueur, entraînés par la vis jusqu'à ce que les grignons soient carbonisés. Ceux-ci se déversent alors, par C', dans un étouffoir où ils sont arrosés pour les éteindre. Un orifice de dégagement, en D' donne issue aux gaz de la décomposition sèche des matières ; cet orifice est raccordé à un condenseur F' dans lequel les liquides s'écoulent, par G', dans le récipient des jus pyroligneux.

Les gaz non condensés se dégagent, par la tubulure H', qui les conduit aux foyers.

CHAPITRE XIV

UTILISATION DES RÉSIDUS DES FABRIQUES DE CHOCOLAT

Utilisation des coques de cacao. — La décortication des fèves de cacao fournit un résidu (coques de cacao) au moins égal au 1/8^e du poids de cacao traité.

L'analyse de ces coques faite par M. de Marneffe a donné :

| | |
|---------------------------|-----------|
| Eau | 43.24 0/0 |
| Matières azotées | 11.08 |
| — grasses | 2.90 |
| Extractifs non azotés . . | 46.71 |
| Cellulose | 46.03 |
| Matières minérales. . . | 10.04 |

Il résulte de cette composition que le résidu de l'industrie chocolatière peut être employé comme engrais et aussi dans l'alimentation du bétail.

M. Larbalétrier estime qu'il y a plus d'avantages à utiliser les coques dans l'alimentation du bétail. Ce n'est que lorsque les coques sont avariées, rances et couvertes de moisissures qu'il est préférable de les employer dans la fertilisation des terres.

On distribue quelquefois les coques à l'état sec et telles qu'elles sortent de l'usine ; en raison de leur sécheresse, elles altèrent énormément les animaux qu'il est nécessaire de mettre à même de pouvoir boire à leur soif.

Aussi est-il préférable de les jeter dans l'eau chaude et les

donner ainsi, sous cet état, à la vache, à la chèvre, à la brebis laitières. Elles conviennent très bien à toutes les femelles en état de lactation, en raison de leur puissance d'absorption pour l'eau. M. Cornevin a trouvé que 100 gr. de coques de cacao absorbent environ 4 fois leur poids d'eau. Elles en introduisent donc dans l'économie d'importantes quantités.

Dans la région du sud-est, on les distribue de cette façon aux brebis laitières, en complétant la ration par des betteraves, du maïs, des feuilles de mûrier, de la luzerne. M. Cornevin les a expérimentées sur des vaches laitières, des chevaux et des moutons.

Voici quelques exemples de rations :

RATIONS POUR VACHES LAITIÈRES

| | |
|---|-----------|
| 1 ^{er} type. — Coques de cacao macérées à l'eau chaude | 1 k. 000 |
| Betteraves | 20 k. 000 |
| Son | 3 k. 000 |
| Paille d'avoine. | 4 k. 000 |
| 2 ^e type. — Coques de cacao macérées | 0 k. 600 |
| Tourteaux de coprah | 1 k. 500 |
| Farine de maïs | 2 k. 000 |
| Luzerne fraîche | 15 k. 000 |
| 3 ^e type. — Coques de cacao | 0 k. 800 |
| Drèches liquides | 45 litres |
| Menues pailles | 5 k. 000 |

RATIONS POUR BREBIS LAITIÈRES ET CHÈVRES

| | |
|---|----------|
| 1 ^{er} type. — Coques de cacao macérées. | 0 k. 180 |
| Carottes | 3 k. 000 |
| Paille de froment | 1 k. 500 |
| 2 ^e type. — Coques de cacao | 0 k. 100 |
| Balles de luzerne cuites. | 1 k. 500 |
| Menues pailles de céréales. | 1 k. 500 |

CHAPITRE XV

UTILISATION DES DÉCHETS DES PAPETERIES ET DES ATELIERS DE RELIURE

Utilisation des cassés. — La fabrication du papier comporte plusieurs déchets :

1° Le papier incomplètement formé que l'on obtient toujours, en plus ou moins grande quantité, à la mise en train d'une machine à papier ;

2° Les parties qui parfois sont inévitablement détériorées pendant leur passage sur les cylindres sècheurs ;

3° Les parties imparfaites ou rebutées.

Ces divers déchets connus sous le nom de cassés sont, avec du papier qui a déjà servi, mais qui n'est pas trop sale, susceptibles de rentrer dans la fabrication.

Les portions les plus propres, surtout si elles n'ont pas été séchées, sont fréquemment renvoyées directement aux raffineuses et mêlées à d'autres pâtes. Ce qui a été réellement transformé en papier a besoin d'être ramolli par une ébullition dans l'eau et battu avec ménagement dans une pile. Il peut être nécessaire, ajoutent MM. Cros et Bevan, de chauffer pendant peu de temps la matière dans une solution faible de soude caustique, ce qui peut être réalisé dans une raffineuse. On peut désagréger avantageusement les cassés au moyen d'un meuleton, composé d'une paire de meules.

Eaux résiduaires. — Quant aux eaux résiduaires, leur volume

est à peu près égal à celui des eaux propres nécessaires à la fabrication, diminué de la quantité perdue par évaporation. Si l'on admet, avec M. Marcel Rostaing, une consommation de 7 litres 75 par seconde et par tonne de papier fabriqué en 24 heures, on peut compter sur 7 litres 50 d'eaux résiduaires.

Ces eaux résiduaires peuvent être classées en deux groupes :

1° Celles qui ont une valeur industrielle par la proportion de soude et de chlore qu'elles renferment et dont l'évaporation ou l'épuisement complet par un contact prolongé avec la pâte à papier influe largement sur le prix de revient ;

2° Celles qui n'ayant aucune valeur industrielle doivent être rejetées au dehors, l'état de dilution extrême dans lequel se trouvent les faibles quantités de produits chimiques qu'elles renferment ne permettant pas de les utiliser.

Récupération de la soude. — Le traitement des eaux de lessivage consiste en évaporation jusqu'à siccité, suivie de la combustion du résidu. Dans quelques papeteries l'appareil d'évaporation se compose parfois uniquement d'un four pour incinérer le résidu et d'une chaudière découverte, placée au-dessus de ce four et dans laquelle on verse le liquide, qui est chauffé et évaporé par la chaleur du four. Mais ce système exige une grande dépense de combustible ; aussi plusieurs dispositifs ingénieux ont été imaginés pour éviter les pertes de chaleur. Le meilleur paraît être le système évaporateur Porion qui est capable de produire 750 kilogrammes de soude récupérée par 1000 kilogrammes de houille avec des liquides de concentration ordinaire.

La caustification du carbonate de soude ainsi obtenu, c'est-à-dire sa transformation en soude propre aux usages de la papeterie s'obtient en chauffant dans des récipients munis d'agitateurs mécaniques, cette soude avec 60 0/0 de son poids de chaux.

La récupération de la soude est surtout utile pour les eaux noires provenant du lessivage de l'alfa qui représentent les 2/5 du volume de l'eau utilisée et renferment 6 kilogrammes de soude caustique libre par mètre cube de lessive. Cette récupération est également très avantageuse dans les papeteries qui emploient

comme matière première la paille ou la pâte de bois. Avec les chiffons, la récupération dont il s'agit ne s'effectuerait pas, ainsi que nous l'a déclaré M. Chauveau, fabricant de papier à Angoulême, d'une façon suffisamment économique.

Emploi du bisulfite de calcium provenant des fabriques de pâte de bois. — On a essayé à Comorn (Hongrie) et aussi en Allemagne d'employer comme agglomérant des particules de charbon, le bisulfite de calcium provenant des fabriques de pâte de bois de papier.

Dans le procédé allemand, on évapore les eaux noires dans le vide jusqu'à 30° B., on les fait ensuite arriver dans l'ouïe d'un ventilateur Kestner, lequel aspire les chaleurs perdues et concentre le liquide jusqu'à 33° B. La dessiccation est obtenue par l'appareil Huillard. Le résidu ainsi obtenu remplit les mêmes fonctions que le brai, tout en étant deux fois moins cher.

Ramasse-pâtes. — Les ramasse-pâtes ont pour but de retenir les fibres de bonne pâte qui sont continuellement entraînées dans les eaux provenant des machines à papier.

Dans quelques papeteries on emploie encore l'ancien système dit « à écopes », mais dans plusieurs usines on se sert d'un appareil perfectionné, le ramasse-pâtes Wandel, qui fonctionna à l'Exposition universelle de 1889 avec la machine à papier de MM. de Naeyer et Cie.

Utilisation des déchets de fabrication des papiers parchemin. — M. Tech s'est occupé de l'utilisation de ces déchets pour la production de l'acide oxalique. Son mode de fabrication est le même que celui employé pour extraire l'acide oxalique de la sciure de bois. Mais l'utilisation des déchets de papier parchemin ne pourra remplacer l'emploi des sciures que si la matière est en très grande quantité et si les frais de transport et de fabrication n'enlèvent pas au procédé toute sa valeur économique.

Utilisation des déchets de reliure. — Les déchets de reliure peuvent être employés dans la préparation de papier mâché pour bas-reliefs, urnes, vases, cadres, et étuis de montres. On peut

employer toutes sortes de déchets de papier ou cartons. Un second élément est une cendre tamisée très fine surtout la cendre de bois très dur ; un 3^{me} élément enfin est la colle de farine.

Fabrication du papier mâché. — Le papier mâché est produit de la manière suivante :

Les copeaux de papier ou autres déchets de reliure sont déchirés en petits morceaux, jetés dans une cuve remplie d'eau et laissés à dissoudre ; on doit les remuer souvent. On enlève la masse de papier détrempé, puis l'eau et on place la masse dans un mortier où elle est fortement broyée. On la place ensuite dans un drap de toile où on la presse très fort afin d'extraire l'eau le plus possible. On dispose la masse obtenue soit au soleil, soit sur une plaque chaude ou dans un four. Ensuite cette masse séchée est frottée sur une râpe et les flocons de papier ressemblent au toucher à du coton. Cette masse râpée est placée sur une planche et à l'aide de colle de farine et d'une pelle de bois, réduite en une sorte de pâte, puis roulée au moyen du rouleau de bois comme on le fait pour une pâte ordinaire.

On forme cette masse en couronne ; dans l'ouverture on jette 2/3 de cendre de bois tamisée très fin, on verse peu à peu de l'eau jusqu'à ce que la cendre soit trempée. Enfin, on mélange la couronne à cette cendre détrempée. On place alors le tout dans un mortier et on écrase. Le résultat est du papier mâché et peut être directement employé. Si on veut garder la masse humide on la place dans des pots de terre vernie que l'on met à l'abri du soleil ou de la chaleur.

On peut avec ce papier mâché fabriquer de très bons bas-reliefs en l'employant comme la cire. Pour cela on prend une certaine quantité de la masse, on la presse selon les dimensions du bas-relief, on enduit un des côtés de colle de farine et on presse la masse sur une plaque quelconque, sur de l'ardoise par exemple, du bois poli, un métal, etc. Alors on met dessus un drap de toile et en pressant on enlève l'humidité. On peut alors sculpter le bas-relief sur cette masse, qui a sur la cire à modeler plusieurs avantages. On peut la travailler plus aisément ; si une partie sèche trop vite

on humecte à l'aide d'un pinceau la partie sèche. Le bas-relief fini, on l'enduit à l'aide d'un pinceau de colle de farine et on le laisse sécher, puis on polit.

On peut, à l'aide de cire, prendre l'empreinte de ce bas-relief et polir à nouveau. On peut enduire le bas-relief d'huile ou de couleur à l'eau, le dorer ou le vernir. Si le travail est peint ou doré, on le recouvre à plusieurs reprises de laque à l'esprit de vin, ce qui rend le bas-relief insensible à la chaleur, au froid, à l'humidité, aux poussières ou impuretés de toute sorte.



CHAPITRE XVI

UTILISATION DES DÉCHETS PRODUITS DANS LE TRAVAIL DES CUIRS ET DES PEAUX

§ 1^{er}. — UTILISATION DES DÉCHETS ET SOUS-PRODUITS DE L'INDUSTRIE DU DÉLAINAGE

Le délainage des peaux de mouton a pour but (1) de séparer la laine du cuir, de rendre la laine propre à être employée au cardage ou au peignage, et de livrer les cuirs ou cuirots à la mégisserie.

Dans les différentes opérations que subissent les peaux, il se produit quelques déchets et sous-produits, que les industriels des centres d'exploitation se sont ingéniés à utiliser. Voici, par exemple, ce qu'on en fait à Mazamet, le centre classique du délainage français (2). Les déchets peuvent être classés en :

1^o Déchets provenant du sabrage : morceaux de peaux recouverts de laine, détachés par la machine, ou *couennes* ; chardons garnis de laine, ou *sabrages* ; morceaux de cornes, ou *cornailles* ;

2^o Matières en dissolution ou tenues en suspension dans les

(1) Voir le *Génie civil*, t. XLII, n^o 25, p. 401.

(2) La plupart des renseignements qui suivent m'ont été fournis par M. Azam, professeur à l'Ecole de commerce et d'industrie de Mazamet.

différentes eaux de lavage : eaux des bassins de trempage ; eaux de sabrage ; eaux des bacs des lavages à fond ;

3° Cuirs inutilisables en mégisserie et morceaux de cuirs, classés en *colles* et *couennes*.

Déchets du sabrage. — Le sabrage, pratiqué à l'aide de machines appelées sabreuses, a pour but de rendre parallèles les brins de laine et de débarrasser la toison de la terre, des suints solubles, de la paille, des chardons, des cornes, etc. Ces résidus tombent au-dessous du tablier des sabreuses en même temps que les morceaux de peaux recouverts de laine, détachés des peaux, et la laine entraînée par les chardons. Pour les séparer, dans la plupart des usines, on a adopté la disposition suivante (fig. 82).

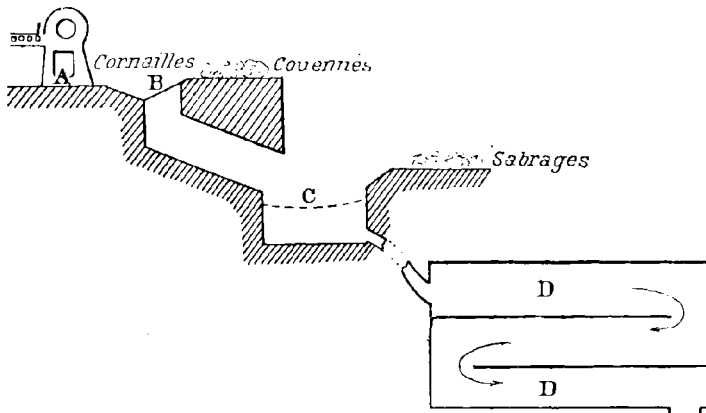


Fig. 82. — Schéma de la disposition adoptée pour séparer les déchets du sabrage.

Les morceaux de corne restent en A, on les retire avec un râteau ; ceux qui sont entraînés restent avec les couennes d'où on les retire par triage à la main. L'eau qui coule sous le tablier entraîne les autres résidus : elle passe entre les barreaux d'une grille B qui retiennent les couennes, et tombe sur une toile métallique C qui la filtre et retient les sabrages ; ces sabrages sont enlevés de temps en temps à l'aide de fourches ou de râpeaux et

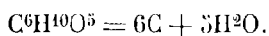
égouttés. L'eau boueuse, renfermant les matières terreuses en suspension et le suint en dissolution, est dirigée dans un bassin de décantation D. Les parties cornées sont enlevées des peaux au pays d'origine ; il en reste donc très peu. Les cornailles sont riches en azote : torréfiées et broyées, elles seraient de très bons engrais, mais elles sont en si petite quantité que, à tort, on ne les utilise généralement pas. Pourtant, après les avoir grossièrement broyées, on les mêle parfois aux composts. Quelques délaineurs les vendent aux fabricants de boutons.

Les couennes vertes sont de nouveau sabrées à l'aide d'une sabreuse de petite dimension, placées sur la sole des étuves et traitées comme les autres peaux, pour en retirer la laine et conserver les morceaux de cuir en couenne proprement dites.

Épailage. — Les sabrages sont soumis à l'épailage chimique qui a pour but de séparer la laine des charbons qu'elle contient : leur rendement en laine varie de 10 à 40 0/0. Les sabrages provenant des laines d'Australie sont généralement d'un faible rendement, tandis que ceux des laines de la Plata donnent des rendements élevés.

L'épailage se pratique, le plus souvent, dans des établissements spéciaux. Les sabrages y arrivent, soit après avoir été simplement égouttés, soit après avoir été lavés et rincés à l'eau claire, encore humide ou bien déjà séchés.

Le principe de cette opération repose sur la propriété qu'a l'acide sulfurique, vers 70 degrés, de rendre pulvérulentes les matières végétales, sans attaquer sensiblement la laine. L'acide sulfurique, avide d'eau, décompose la cellulose, lui enlève l'eau et laisse le carbone :



Dans cette industrie, on peut distinguer les opérations suivantes : 1° rinçage des sabrages bruts ; 2° dégraissage et rinçage ; 3° acidulage et essorage ; 4° utilisation des résidus.

Rinçage des sabrages bruts. — Les sabrages sont d'abord lavés à l'eau claire qui enlève la terre et le suint soluble. Cette

opération se pratique dans des laveuses à hérisson. Ce sont (fig. 83) des bassins rectangulaires en maçonnerie, divisés, dans

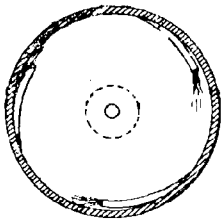


Fig. 83. — Coupe horizontale d'une laveuse.

le sens de la longueur, en deux compartiments communiquant à chacune des deux extrémités par un large orifice. Dans l'un de ces compartiments arrive l'eau pure par une extrémité A, et l'eau sale se déverse tout le long de l'autre compartiment par un trop-plein muni d'une grille à son ouverture. Dans ce second compartiment se trouve un arbre portant des palettes et des fourches ; son mouvement rapide de rotation communique un courant circulaire à l'eau et agite les sabrages. En C est une vanne de vidange. Ces laveuses débitent de 20 à 25 litres par seconde et permettent de rincer de 20 à 25 kilogr. en huit à dix minutes, soit 3000 kilogr. en vingt-quatre heures. Retirés des laveuses, les sabrages sont abandonnés en tas : les fermentations qui se produisent facilitent la dissolution des graisses. Ils passent ensuite aux bassins de dégraissage.

Dégraissage et rinçage. — Cette opération a pour but d'enlever les graisses qui empêcheraient l'action de l'acide. Elle se pratique dans des bassins rectangulaires (fig. 84) de 1500 à 2000

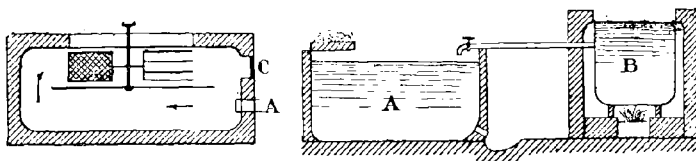


Fig. 84. — Coupe verticale d'un bassin de dégraissage. Fig. 85. — Plan d'une laveuse à pression.

litres de capacité, renfermant une dissolution de soude et de savon, portée à la température de 55 à 60 degrés, qui contient de 20 à 30 0/0 de soude et 1 0/0 de savon. Les sabrages y sont jetés par mises de 20 kilogr. et y restent de cinq à dix minutes. Comme chaque mise enlève une certaine quantité d'eau, on fait

arriver, après chaque opération, de l'eau chaude propre, pour maintenir la température à 55 degrés, et on ajoute environ 15 0/0 de soude pour conserver au bain le même degré alcalimétrique.

Les sabrages enlevés sont égouttés sur des claies et rincés dans une lessiveuse circulaire à pression (fig. 85), analogue à celle des délainages. Les sabrages très gras, à leur sortie du premier bassin, sont passés entre deux cylindres compresseurs et plongés dans un deuxième bassin contenant une dissolution un peu plus étendue que la première.

Acidulage et essorage. — Après rinçage, les sabrages sont soumis à l'action d'un bain d'acide sulfurique marquant de 4 à 7 degrés Baumé. Ces bains sont préparés dans des bacs circulaires en bois (fig. 86), doublés de plomb et cerclés de feuillards ; leur capacité varie de 1.400 à 2.000 litres, et l'on peut y faire tremper 200 kilogr. de laine à la fois : la durée du trempage est d'environ une heure. A la sortie du bain, les laines sont égouttées sur un plan incliné et essorées dans uneessoreuse dont le panier est en plomb ou en caoutchouc. A la sortie desessoreuses les sabrages renferment encore 50 0/0 de liquide acide. La partie du liquide acide écoulée à l'essorage peut encore servir pour l'acidulage. Le sol de cette partie de l'usine est en pierres siliceuses ou mieux en carreaux

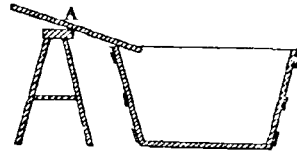


Fig. 86. — Coupe d'un bac pour acidulage.

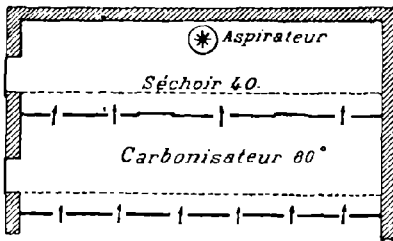


Fig. 87. — Coupe verticale d'un appareil de séchage.

de verre. La laine est montée dans les étages supérieurs de l'usine à l'aide d'une chaîne à godets.

Séchage et carbonisation. — Ces deux opérations ont pour but de concentrer l'acide qui attaque la matière végétale et la rend friable. Les appareils employés (fig. 87) se composent de deux chambres disposées l'une au-dessous de l'autre, pouvant communiquer par des trappes et dans chacune desquelles, à quelques décimètres du plancher, se trouve un deuxième plancher en toile métallique ou en tôle perforée sur lequel on étale la laine en couches de 30 à 40 centimètres. L'air chaud arrive par plusieurs bouches dans la partie du séchoir inférieur située au-dessous de la toile métallique, se répand dans ce séchoir et de là passe dans le séchoir supérieur : la laine suit la marche inverse. Un aspirateur à palettes ou à hélices, d'environ 1 mètre de diamètre et qui fait au moins 600 tours par minute, aspire l'air chaud à la partie supérieure. C'est dans le calorifère supérieur, ou séchoir, dont la température est en moyenne de 40 degrés, que les sabrages commencent à sécher. Ils passent ensuite dans le calorifère inférieur (carbonisateur) où la température s'élève jusqu'à 80 degrés. Avec deux calorifères, de 30 mètres carrés chacun, on peut carboniser environ 1.500 kilogr. de sabrages en douze heures.

Broyage et battage. — Ces opérations ont pour but de broyer les chardons rendus friables et de les séparer de la laine. On emploie la batteuse Bailly, dite aussi batteuse belge, qui se compose (fig. 88 à 89) d'un plateau A, de deux cylindres d'entraînement B et de quatre paires de rouleaux cannelés C en acier dur, appelés concasseurs. Ces concasseurs tournent à des vitesses différentes et progressives (35, 40, 45 et 48 tours à la minute) ; ils laissent tomber laine et chardon sur l'un des côtés de la batteuse.

La batteuse est une caisse de 4 mètres de longueur, 1 mètre de largeur, et 1 m. 80 de hauteur, dans laquelle se meut un tambour D, formé d'un axe portant des ailes en tôle disposées en hélice et munies sur leur bord libre d'une pièce de fer garnie de dents : ce tambour passe entre deux peignes mobiles E garnis aussi de dents et diamétralement opposés. Le tambour et les

peignes sont entourés d'un cylindre en fils métalliques espacés de 4 à 5 millimètres. Du côté opposé à l'entrée, la laine est projetée

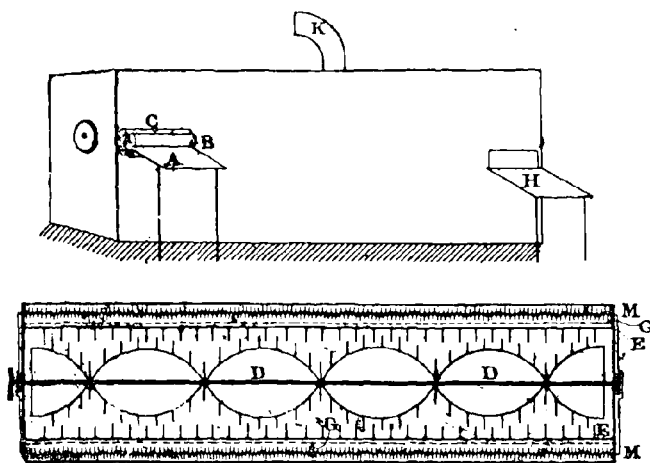


Fig. 88 et 89. — Vue en perspective et coupe horizontale d'une batteuse belge.

sur une plate-forme H disposée en avant. De la partie supérieure de la batteuse, part une conduite K pourvue à son entrée d'un aspirateur L qui la met en communication avec une grande chambre. Deux frotteurs à brosses M, mus mécaniquement, nettoient l'enveloppe métallique.

La laine, placée sur le plateau du concasseur, est bientôt prise par les cylindres d'entraînement qui la livrent aux cylindres broyeurs ; ceux-ci broient les chardons, se disputent en même temps la laine et en soumettent les brins à un tiraillement qui leur redonne de la souplesse. Le mélange de laine et de matière broyées tombe dans le batloir qui l'emporte, bat la

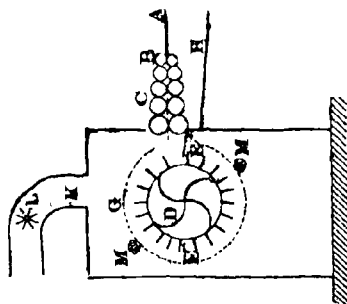


Fig. 90. — Coupe transversale d'une batteuse belge.

laine, la soumet à l'action de ses dents et à celle d'un fort courant d'air. Les poussières lourdes tombent au fond ; les plus légères sont aspirées par le ventilateur qui les rejette dans la chambre. Ces dernières constituent les déchets de battoir n° 1 ; celles qui sont déposées forment le déchet de battoir n° 2. La laine est rejetée à l'extrémité opposée sur le plateau de sortie.

La machine peut traiter 6.000 kilogr. de sabrages en vingt-quatre heures. Son fonctionnement nécessite une force de 15 chevaux et la surveillance de deux hommes. Le plus souvent, il est nécessaire de passer deux fois les sabrages dans cette machine pour enlever complètement les chardons.

Déchets du battage. — Le déchet de battoir n° 1 est formé de poussière de chardon, de matières finement carbonisées et de bourre de laine ; il renferme environ 8 0/0 d'azote et constitue un bon engrais. On le vend aux syndicats agricoles, particulièrement à ceux de l'Hérault. Le prix moyen est de 9 francs les 100 kilogr. ; il est d'ailleurs variable avec les années et dépend aussi de la teneur du déchet en azote.

Le déchet n° 2 contient encore des débris de laine, des poussières de chardon, des chardons peu broyés. Il est battu dans une petite batteuse intermittente (fig. 90) composée d'une caisse dans laquelle tourne, entre deux peignes P, un axe portant des palettes L munies de dents, et placé au-dessus d'une grille G formée de barres de fer de 1 à 2 millimètres et espacées de 2 à 3 millimètres. Les poussières et les débris de chardon tombent au-dessous de la grille et la laine reste au-dessus, d'où on la retire de temps en temps par une ouverture

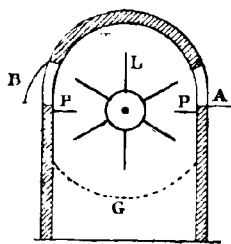


Fig. 91. — Coupe transversale d'un battoir de Mazaret.

ouverture B placée du côté opposé à l'entrée A. Cette laine très courte, frisée, porte le nom de repassette et est employée dans la fabrication des feutres et des chaussures fourrées ; elle se vend en moyenne 0 fr. 50 le kilogr. Les dépôts enlevés de dessous le

crible métallique contiennent de 2 à 4 0/0 d'azote et sont vendus comme engrais. Les syndicats agricoles les prennent au prix moyen de 3 à 5 francs les 100 kilogr. Toutefois cette poussière renferme parfois des graines qui n'ont pas perdu leur faculté germinative; il est bon d'en séparer les chardons. A cet effet, le mélange est parfois soumis à l'action d'un blutoir ou d'un tarare analogue au tarare à blé, qui sépare les poussières des chardons : ceux-ci sont utilisés comme combustibles. 3.000 kilogr. de sabrages donnent 800 kilogr. de poussière.

Une seule usine traite, par jour, 4.000 kilogr. de sabrages donnant, en moyenne, 1.000 kilogr. de laine.

Eaux de lavage. — Aucune de ces eaux n'est utilisée à Mazamet. Sans doute il en est quelques-unes qui sont pauvres en suint et matières grasses; mais il en est d'autres dont on pourrait utiliser les substances tenues en dissolution, qui se perdent dans la rivière.

Eaux des bassins de trempage. — Les eaux les moins riches sont celles des bassins de trempage et de retrempage. Ces bassins, d'une capacité de 12 à 30 mètres cubes, reçoivent directement l'eau de la rivière par un canal d'amenée. Dans cette eau sont jetées les peaux en laine sèches qui reprennent leur souplesse et perdent un peu de suint soluble; mais la quantité de matière dissoute est trop faible pour être recueillie; aussi ces eaux sont-elles rendues à la rivière par un canal de déversement.

Eaux des sabrages. — L'eau des sabrages arrive dans des bassins de décantation. Ces bassins sont de forme allongée, profonds d'environ 60 centimètres et divisés à l'aide de cloisons en chicanes. Les matières terreuses tenues en suspension se déposent; on les retire et on les emploie comme engrais. Elles contiennent environ 1,5 0/0 d'azote, des traces de potasse et un peu de matières grasses qui ne peuvent gêner l'assimilation de l'azote par les plantes; il y a aussi quelques graines qui n'ont pas encore perdu leur propriété germinative. C'est un engrais de peu de valeur, aussi n'est-il employé que dans la fabrication des composts sous le nom de fumier de trou.

Les eaux rendues à la rivière emportent la plus grande partie du suint contenu dans les laines.

Eaux des bacs de dégraissage. — L'eau des bacs de dégraissage est plus riche en graisses suintives. Les lavés à dos sont en effet plongés dans des bacs en bois ou en tôle, d'une capacité de 1.200 litres, contenant des bains d'échaudage qui se composent d'une dissolution de soude et de savon; la quantité de soude et de savon varie avec la quantité de graisse que la laine contient. Généralement, ces bains, portés à 60 degrés centigrades par barbotage de vapeur, sont formés en ajoutant à l'eau 16 kilogr. de soude et 800 grammes de savon. On trempe la laine par paquets de 20 à 30 kilogr. que l'on agite avec une fourche pendant dix à quinze minutes; on la sort et on la fait égoutter dans des cabas en osier. Elle est ensuite lavée dans des laveuses circulaires à chute, jusqu'à ce que l'eau soit complètement propre.

Chaque mise de laine enlève une certaine quantité de dissolution, 100 litres environ, qu'on remplace par 100 litres d'eau pure additionnée de 4 kilogr. de soude et de 200 grammes de savon. Quand la dissolution est trop terreuse, on vide complètement les bacs et on prépare un nouveau bain. Dans quelques usines, au sortir des bacs, la laine passe au compresseur qui rejette l'eau dans les bacs; il y a ainsi perte d'une plus faible quantité d'eau et économie de substance dégraissante. Cette eau des bacs contient toutes les graisses suintives des lavés à dos. Il serait bon de les recueillir. C'est un produit d'une certaine valeur.

Tout le suint et les matières suintives sont donc perdus. Pourtant des deux analyses ci-dessous, il résulte que ces matières sont dans les laines en quantité assez notable :

1° Analyse de M. Chevreul. — Composition chimique de 100 grammes de laine en suint :

1^o Matières enlevées par l'eau seule :

| | |
|-----------------|---|
| Terre | 26,66 |
| Suint | 32,74 (dont on peut extraire 6 kgr. 62 de potasse). |

2^o Matières enlevées par l'alcool ou la soude :

| | |
|-----------------------------|---|
| Graisses suintées | 8,57 (qui peuvent s'extraire des eaux de lavage). |
| Terre | 1,40 |

3^o Laine pure

| | |
|--|---------------|
| | 31,23 |
| | <u>100,00</u> |

2^o Analyse de M. Rolandez, professeur à l'Ecole pratique de Mazamet. — Composition chimique de 100 grammes de laine lavée à dos.

1^o Matières enlevées par l'eau seule :

| | |
|-----------------|------|
| Suint | 3,00 |
|-----------------|------|

2^o Matières enlevées par l'alcool et la soude :

| | |
|-----------------------------|--|
| Graisses suintées | 17,30 (qui peuvent s'extraire des eaux de lavage). |
| Terre | 1,70 |

3^o Laine pure

| | |
|--|---------------|
| | 78,00 |
| | <u>100,00</u> |

De ces données, on peut conclure que : 1^o 1000 kilogr. de laine en suint peuvent donner 66 kgr. 2 de potasse pure ou 85 kilogr. de potasse brute et 85 kgr. 7 de graisse suintive ; 2^o 1000 kgr. de laine lavée à dos peuvent donner 173 kgr. de graisse suintive.

Or le suint proprement dit, produit de la sueur sécrétée par les glandes sudoripares, d'après M. Chevreul, est un savon de potasse à acides oléique, palmitique, acétique, succinique, etc. Il est soluble dans l'eau froide, et la dissolution évaporée donne un résidu qui, calciné, laisse des cendres riches en carbonate de potassium.

Voici, d'ailleurs, la composition qui en a été donnée :

| | |
|--|---------------|
| Carbonate de potassium | 86,78 |
| Chlorure de potassium | 6,18 |
| Sulfate de potassium. | 2,83 |
| Terres et matières insolubles. | 4,21 |
| | <u>100,00</u> |

Les graisses suintives de nature cireuse sont sécrétées par les glandes sébacées. Ce sont des éthers résultant de la combinaison des acides oléique, palmitique et cérotique, avec l'alcool cérylique, la cholestérine, etc., mais sans glycérine. Elle sont insolubles dans l'eau, mais solubles en partie dans les dissolutions alcalines chaudes, par exemple celles de potasse ou de savon, qui tout au moins les font passer dans les bains à l'état d'émulsion.

Les suints restent donc dans les eaux de sabrages et les graisses suintives dans l'eau des bacs des lavages à fond. Ces eaux, qu'on utilise à Roubaix, ne sont pas employées à Mazamet, parce qu'on ne les obtient pas en dissolution aussi concentrée que dans le Nord où elles proviennent des lavages des laines de tonte. Les industriels prétendent que, pour les retirer par évaporation, le prix des appareils et du combustible ne permettrait pas de réaliser un bénéfice. Mais peut-être un filtrage préalable approprié condenserait-il ces dissolutions qui pourraient alors être évaporées à bas prix.

D'après les données ci-dessus, en prenant une année moyenne d'exploitation, par exemple 1898, pendant laquelle la production a été : 1° en *laine mère dessuintée*, 1.850.000 kilogr. ; 2° en *laine à dos lavée à fond*, 4 millions de kilogrammes :

| | | |
|---|---|-----------------------|
| Les laines mères auraient produit | } en potasse pure. kilogr. 122.470 en graisses suintives . . 138.545 | |
| Les laines à fond | | — — — . . 692.000 |
| | TOTAL des suintives. kilogr. . | <u>850.545</u> |
| A 30 francs les 100 kilogr., les suintives vaudraient . . . | Fr. | <u>255.163</u> |
| A 50 francs les 100 kilogr., la potasse pure vaudrait | | <u>51.235</u> |
| | TOTAL Fr | <u><u>316.398</u></u> |

La perte annuelle s'élèverait donc à plus de 316.000 francs. Cette question mérite donc d'être étudiée.

Cuir inutilisable en mégisserie. — Les cuirs trop défectueux pour être employés en mégisserie, et classés dans le sixième

choix, ainsi que les gros morceaux de peau, également inutilisables en mégisserie, sont employés dans la fabrication de la colle, ou bien, s'ils sont de qualité tout à fait inférieure, entrent dans la composition des engrais. Les prix, suivant les années et les qualités, varient de 16 à 30 francs les 100 kilogr. La colle est fabriquée à Castres ou à Graulhêt, et les engrais à Mazamet même.

Les morceaux de peau détachés par la sabreuse ou ceux qui tombent sous le couteau du peleur (couennes), sont généralement traités dans l'usine même, comme les autres peaux et, après avoir été séchés, vendus aux fabricants de colle ou à ceux d'engrais. Toutefois, quelques couennes renferment, avec de la laine ordinaire, de gros poils ou *jarres* qu'on enlève difficilement. Ces couennes sont vendues en vert aux fabricants d'engrais, rarement à ceux de colle. Ceux-ci, pour en retirer la laine qui reste, les soumettent à l'action d'un lait de chaux, puis les exposent à l'air dans des séchoirs composés de claies en osier superposées : elles sont ensuite rincées dans un bassin d'eau et pelées à l'aide de fourches.

Ces couennes, séchées dans les mêmes séchoirs, peuvent alors servir à la fabrication de la colle.

Engrais. — Les engrais animalisés permettent l'utilisation des produits tout à fait inférieurs. Ils sont surtout employés pour la fumure de la vigne, et trouvent, lors des bonnes récoltes en vin, un écoulement facile dans les départements de l'Aude et de l'Hérault. Leur prix moyen est de 8 francs les 100 kilogrammes.

Leur composition varie avec les fabricants et leur teneur en matière fertilisante dépend de la nature et des proportions des déchets employés. Dans presque tous entrent du fumier de trou ou des déchets de mégisserie, des couennes ou des peaux de qualité inférieure découpées en morceaux, des *carnasses* ou chairs de peaux de mouton enlevées par les peleurs, de la bourre de laine ou dépôt de filature, du sulfate de fer. On leur fournit un supplément d'acide phosphorique et de potasse en ajoutant des phosphates minéraux ou des superphosphates et des engrais

potassiques, cendres, suies, kaïnite. Le mélange de ces substances est fait au moment de la vente, afin d'éviter la fermentation qui amènerait une perte d'azote.

De tels engrais ne peuvent être achetés que « dosage garanti sur facture ».

En tenant compte de ce que les dépôts des bassins de décantation des eaux de sabrages dosent 4,5 0/0 d'azote, les couennes de 10 à 12 0/0, les carnasses de 7 à 8 0/0 et les bourres de laine de 6 à 7 0/0 l'engrais composé comme suit :

| | |
|---------------------------------|----------|
| Fumier de trou | 55,0 0/0 |
| Couennes ou carnasses | 20,0 » |
| Bourre de laine. | 15,0 » |
| Sulfate de fer | 5,0 » |
| Phosphates minéraux | 5,0 » |

dose en moyenne :

| | |
|------------------------------|---------|
| Azote | 4,1 0/0 |
| Acide phosphorique | 2,2 » |
| Potasse | 2,0 » |

Il permet aux délaineurs de se défaire des matières premières aux prix suivants : fumure de trou, 6 francs le mètre cubé ; bourre de laine, 9 francs les 100 kilogr. ; couennes et carnasses, de 12 à 15 francs les 100 kilogrammes.

Les seuls déchets inutilisés sont donc les matières tenues en dissolution dans les eaux de lavage.

§ 2. — TANNERIES

Emploi des débris d'écharnage et des déchets des abat-toirs pour la fabrication de la colle. — Les débris d'écharnage des différentes variétés de peaux, les têtes de veau, les rognures de pattes, les queues, les vieux gants, les peaux de lapins et de lièvres qui ont été dépouillées de leurs poils par le chapelier, les peaux de chats et de chiens, les pieds de bœufs, de veaux et de

moutons, les rognures de parchemin, les tendons, les intestins, les rognures de cuir constituent les matières premières de la fabrication de la colle de peau.

Lorsque la fabrique de colle est à proximité des tanneries, les carnasses y sont amenées fraîches ; dans le cas contraire, les tanneurs doivent les conserver dans de vieux pelains afin d'éviter la fermentation putride, puis ils les expédient aux fabriques de colle après les avoir généralement séchées. Les carnasses peuvent aussi, d'après MM. Meunier et Vaney, être expédiées après une simple dessiccation effectuée dans le but d'éviter la putréfaction.

Pour fabriquer la colle, les matières premières appelées encore colles-matières sont d'abord traitées par la chaux dans de grandes fosses, afin de dissoudre les particules de sang et de chair qui y adhèrent et de saponifier les substances grasses. Afin de faire tomber la chaux adhérente, on renferme les colles-matières chauffées, dans un filet ou dans un panier d'osier que l'on suspend dans de l'eau pendant plusieurs jours, après quoi on les étend à l'air libre et on les laisse sécher.

Dans la fabrique on fait macérer encore une fois les colles-matières dans un lait de chaux faible, avant de les soumettre à la cuisson, et ensuite on les lave. Dans la préparation de la colle de Cologne, les colles-matières, au sortir des pelains, sont immédiatement portées dans un bain de chlorure de chaux et blanchies par cette substance.

La cuisson a lieu dans des chaudières munies d'un couvercle, dans lesquelles on ajoute avec les colles-matières une quantité d'eau beaucoup plus faible que celle qui est nécessaire pour dissoudre la quantité totale de ces dernières, et l'on commence à chauffer. Lorsque, au bout d'une heure et demie à deux heures de coction, l'eau a suffisamment absorbé de gélatine, on décante la solution, on verse une nouvelle quantité d'eau sur les colles-matières, et ainsi de suite jusqu'à ce que la dernière décoction donne un liquide ne se prenant plus en gelée et que l'on emploie pour dissoudre de nouvelles quantités de colles-matières.

Les différentes décoctions, à l'exception de la dernière, sont

mélangées et clarifiées avec un peu d'alun, ou bien, ce qui est préférable, chaque décoction est travaillée séparément, procédé à l'aide duquel on obtient différentes sortes de colles.

La colle obtenue avec la première décoction possède une très grande force adhésive, elle est très peu colorée, transparente, inaltérable à l'air, et elle correspond au type désigné sous le nom de colle de Flandre ou de Hollande ; la seconde décoction fournit une colle qui est encore très bonne mais inférieure à la première ; enfin, le produit que donne la troisième décoction est plus coloré, moins transparent et plus tenace, se rapprochant des colles de Givet, bien qu'il leur soit supérieur.

En faisant arriver de la vapeur à une haute pression au milieu des colles-matières contenues dans un vase clos, on obtient des dissolutions extrêmement concentrées, qui se rassemblent dans la partie inférieure du vase et sont par suite soustraites à l'action nuisible de la chaleur.

Aussitôt que la solution de gélatine est suffisamment clarifiée et un peu refroidie, on la verse dans des moules, où elle se solidifie en blocs que l'on coupe en plaques et que l'on fait sécher. La dessiccation de la colle se fait sur des filets tendus sur des châssis et qui sont exposés dans des séchoirs à l'action du soleil et de l'air. C'est une des opérations les plus difficiles de la fabrication de la colle.

La gélatine qui doit être transformée en colle par la dessiccation ne reste solide que tant que la température n'est pas beaucoup supérieure à 20° ; à une température plus élevée, elle tombe en déliquescence, ou au moins elle se ramollit de telle sorte que la colle passe à travers les mailles du filet et adhère si fortement aux fils qu'il faut placer ceux-ci dans l'eau bouillante pour pouvoir enlever la colle. Si l'air est trop sec, les plaques de colle se rétractent irrégulièrement, ce qui les fait se courber et se fendre.

Par un temps humide, la colle ne sèche pas ; pendant la saison chaude, on a à craindre que la colle ne s'altère complètement. Il résulte de là que les jours secs du printemps et de l'automne sont

pour ainsi dire les seuls moments convenables pour la dessiccation de la colle.

Emploi des bourres.—L'épilage des peaux de bœufs, de veaux, de chèvres fournit des poils connus sous le nom de *bourres*. Ces déchets, lavés à fond pour les débarrasser de la chaux ou des autres impuretés et puis séchés, peuvent être utilisés dans la fabrication des tapis, du feutre, comme rembourrage dans les objets de literie ou d'ameublement à bon marché. Les bourres provenant de l'épilage à l'échauffé des peaux de bœufs sont généralement employées comme engrais azotés.

Le lavage des bourres s'effectue généralement dans des cuves munies d'agitateurs à palettes, dans des paniers ou dans des foulons.

La dessiccation, commencée dans des turbines centrifuges qui éliminent la majeure partie de l'eau retenue par la bourre après le lavage, est terminée dans une étuve. La bourre séchée est comprimée à la presse hydraulique puis livrée sous forme de ballots.

Utilisation des eaux résiduaires des tanneries. — D'après M. Jean, les eaux résiduaires des tanneries, c'est-à-dire les saumures et les eaux de trempe contiennent de 20 à 25 0/0 de sel et de 7 à 8 0/0 de matières albuminoïdes azotées. Le traitement de ces saumures, que l'on effectue très rarement, serait très simple ; il suffirait de porter le liquide salé à l'ébullition pour coaguler les matières organiques albuminoïdes qui, séparées par un tamis, puis soumises à la presse et séchées, constitueraient un engrais très riche en azote, aussi assimilable que le sang desséché. Les saumures, débarrassées des matières albuminoïdes, maintenues à l'ébullition dans des chaudières plates, laisseraient déposer un sel blanc qui, égoutté et séché, pourrait être employé de nouveau au salage des peaux.

Utilisation de la tannée. — L'écorce de chêne, lorsqu'on la retire des fosses où s'opère le tannage des cuirs, ne contient plus qu'une quantité d'acide tannique trop faible pour qu'elle puisse

servir encore à la préparation des peaux. Elle constitue la matière appelée *tannée*, que l'on ne peut plus utiliser que comme combustible ou comme engrais.

Emploi comme combustible. — MM. Edmond Nivoit, ingénieur des mines, et Edouard Létrange, ingénieur civil, ont publié autrefois une étude fort intéressante sur l'emploi de la tannée comme combustible. D'après ces deux auteurs, la tannée contient au sortir des fosses une forte proportion d'eau qui peut s'élever jusqu'à 80 0/0. Quand elle a été exposée à l'air, la tannée ne contient plus que 20 à 30 0/0 d'eau ; c'est la quantité qui se trouve généralement dans les mottes que l'on confectionne avec le tan épuisé et qui servent au chauffage domestique.

Le pouvoir calorifique de la tannée à 30 0/0 d'eau est 2.400 ; ainsi 1000 kilogrammes de cette matière développent la même chaleur que 300 kilogrammes de houille ; d'où l'on déduit, en admettant que la houille coûte en moyenne 25 francs la tonne, que la valeur de 1000 kilogrammes de tannée comme combustible est de 7 fr. 50.

Un grand nombre de chaudières à vapeur, dans le voisinage des tanneries, sont chauffées avec de la tannée ; on n'attend même pas toujours que la matière combustible soit sèche pour la brûler. On introduit de la tannée à 50 0/0 d'eau dans des trémies en forme de tronc de pyramide, où elle se dessèche avant de venir brûler sur la grille.

Une grille spéciale, imaginée par M. Godillot, permet de brûler la tannée telle qu'elle sort des fosses à jus. C'est une grille ayant la forme d'un demi-tronc de cône ; elle est formée de barreaux horizontaux demi-circulaires dont le diamètre va en décroissant de la base au sommet. Le chargement de la tannée sur la grille se fait automatiquement, au moyen d'une hélice en fonte placée à la partie inférieure d'une trémie et commandée par courroie. La matière à brûler est versée dans la trémie de chargement ; l'hélice l'amène au sommet de la grille inclinée ; elle se dessèche, s'échauffe, s'enflamme, descend sur la pente du cône,

tout en formant une couche mince au fur et à mesure que celle qui est au-dessous se consume.

En employant la tannée seule, la chaudière ne donne pas plus de 3 kilogr. de vapeur par mètre carré de surface de chauffe et par heure. Il est donc avantageux, d'après MM. Colomer et Lordier (1), d'additionner la tannée d'une quantité de charbon égale au dixième de son poids.

Supposons dans cette hypothèse une chaudière destinée à alimenter une machine de 20 chevaux et dépensant 13 kg. 500 de vapeur par cheval-heure ; il faut :

$$20 \times 13,5 = 270 \text{ kilogrammes}$$

de vapeur par heure.

Si l'on conduit la chaudière de manière à produire 10 kilogrammes de vapeur par mètre carré de surface de chauffe, la surface de chauffe nécessaire sera donc :

$$\frac{270}{10} = 27 \text{ mètres carrés.}$$

Puisque 1 kilogramme de combustible mélangé vaporise 1 kg. 500 d'eau dans la chaudière, la quantité de combustible à brûler par heure sera donc de :

$$\frac{270}{1,5} = 180 \text{ kilogrammes.}$$

se décomposant comme suit : 18 kilogrammes de charbon et 162 kilogrammes de tannée, ce qui fait 1 kg. 200 de charbon et 10 kg. 800 de tannée par cheval et par heure.

Le prix de revient de l'installation est plus élevé que celui d'un foyer ordinaire ; mais, comme les frais d'installation peuvent être amortis rapidement, grâce aux économies réalisées sur le

(1) *Les Combustibles industriels*, V^oe Ch. Dunod, éditeur.

combustible, l'adoption du système est avantageuse pour les industriels qui l'emploient.

Le prix de revient d'un foyer à tannée pour une chaudière à bouilleurs de 20 mètres carrés prise à pied d'œuvre se décompose comme suit :

| | | |
|---|-----------------------|-------------|
| Pose de la chaudière sur ses supports et de tous les accessoires métalliques du foyer complet à 35 francs les 1000 kilogrammes : | $3.000 \times 0,35 =$ | 105 fr. 00 |
| Prix du fourneau en briques et en mortier de chaux, avec revêtement de briques réfractaires sur toutes les surfaces en contact avec les flammes et les gaz les plus chauds, à 55 francs le mètre cube, vides déduits : | $12,500 \times 55 =$ | 687 fr. 50 |
| Accessoires métalliques du fourneau, autres que les supports des bouilleurs, plaques de couches et registres, c'est-à-dire les grilles et leurs sommiers, les portes de regard et de cendrier, l'appareil de chargement complet, y compris les deux cônes : | | 4100 fr. 00 |
| | TOTAL. | 1892 fr. 50 |

La tannée peut aussi servir dans des poêles spéciaux (type George Linz, par exemple) à chauffer les ateliers de tannerie et de corroierie. D'après MM. Meunier et Vaney (1) on confectionne quelquefois des briques avec de la tannée et de l'argile ; à la cuisson, la tannée se carbonise en déterminant des vides, qui rendent ces briques très légères MM. Brillé et Dupré estiment que les cendres de tannée égales à 10 0/0 environ du poids de la tannée brûlée contiennent 4,08 0/0 d'acide phosphorique et 1,77 0/0 de potasse ; elles peuvent donc être utilisées comme engrais.

Emploi comme engrais. — La tannée est essentiellement composée de matières végétales qui, lorsqu'elles ont été abandonnées à elles-mêmes pendant quelque temps, fournissent un terreau très riche en humus soluble. En outre, par suite de son

(1) *La Tannerie*, Gauthier Villars, éditeur.

contact prolongé avec des substances animales, la tannée s'est enrichie de principes azotés. Il n'est pas rare de trouver dans la tannée à l'état sec, 1,175 0/0 d'azote, alors que l'écorce n'en contient que 0,70 0/0.

La présence de l'acide tannique dans le sol serait loin d'être favorable à la végétation, au dire de plusieurs agronomes, mais tout inconvénient est évité si l'on emploie un des trois procédés suivants :

Dans le *procédé Rodigas* on neutralise la tannée qui est toujours un peu acide avec de la chaux à laquelle on a ajouté un peu de sang de boucherie, seulement il faut attendre 18 mois ou deux ans avant de l'employer.

Le *procédé Dauverné* consiste à arroser les tas de tannée avec du sulfate de fer dissous dans l'eau. La tannée devient noire. On la retourne et on fait un nouvel arrosage. Deux ou trois arrosages suivis d'autant de retournements enlèvent à la tannée son acidité. La tannée ainsi obtenue mise dans une fosse et arrosée avec des matières fécales fournit rapidement et fournit après un mois environ un excellent engrais. Une période de 15 jours suffit pour les arrosages au sulfate de fer.

On peut encore faire disparaître les principes astringents de la tannée et la transformer en un engrais puissant en l'arrosant avec des engrais liquides riches en ammoniacque tels que les purins. En raison de son grand pouvoir absorbant, la tannée se prête parfaitement à cette opération.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, la tannée à l'état sec contient 1,175 0/0 d'azote. Dans son état ordinaire, c'est-à-dire avec une teneur de 30 0/0 d'eau, elle renferme 0,82 0/0 d'azote, ce qui lui donne une valeur agricole de 12 à 13 francs les 1000 kilogrammes. Il y a donc un grand avantage à l'employer comme engrais, car sa valeur vénale est presque nulle.

Les autres principes actifs contenus dans la tannée sont les alcalis ; mais ils n'ont qu'une importance secondaire et l'on doit avant tout considérer cette matière première comme une source d'humus.

La tannée ne contient presque pas et souvent pas du tout d'acide phosphorique ; l'écorce de chêne n'en contient pas d'ailleurs.

D'après Liebig, les cendres de l'écorce de chêne contiennent 6 à 9 0/0 de potasse ; la tannée en contient évidemment beaucoup moins, en raison de son contact prolongé avec l'eau des fosses.

Utilisation des déchets de cuir gras. — Les déchets de cuir gras dont on a extrait les graisses sont torrifiés légèrement, pulvérisés et utilisés dans la préparation des engrais.

Emploi des déchets de peau pour la fabrication du cuir artificiel. — On a essayé d'utiliser les déchets de peau pour obtenir une sorte de cuir artificiel utilisable comme le cuir ordinaire. A cet effet, les déchets sont broyés, mélangés avec de la colle et aussi avec un peu de caoutchouc. Le tout est très fortement comprimé sous l'action de la presse hydraulique. Les lames de cuir artificiel ainsi obtenues sont colorées pour mieux simuler le cuir véritable.

Le D^r Gautier a pris récemment un brevet relatif à la fabrication d'un cuir artificiel spécial.

Pour obtenir ce nouveau cuir et lui donner les qualités voulues de dureté ou de souplesse, on procède de la manière suivante :

On prend et on utilise les déchets de peaux, sortes dites d'échantillonnage (peaux en triples chaulées, et ayant au besoin subi un surchaulage). Ces déchets doivent provenir de peaux de bœufs, de vaches, de taureaux, de buffles, etc.

Lorsque ces déchets ont été soigneusement lavés et découpés en morceaux assez petits, ils sont soumis à un broyage avec arrosage d'eau, puis malaxés sous les lourdes meules roulantes d'un malaxeur qui aplatissent les fibres sans les rompre, raffinent intimement entre elles toutes les parties de la pâte. Cette pâte est soumise ensuite à un sulfatage ou à l'addition de certaines matières, alcool, glucose, glycérine, silicates, chromates,

caoutchouc, gommés ; puis elle est étalée en bandes sur des toiles ou moulée en blocs ; et enfin, elle est égouttée, ventilée, desséchée et comprimée, la compression restant toujours modérée.

Le sulfatage s'opère par une immersion de deux à quatre jours de durée dans un bain composé de sulfate de zinc titrant environ 4° B. et auquel on peut ajouter plus ou moins de matières indiquées précédemment.

La pression doit agir progressivement et, dans le cas de l'emploi du chauffage, la température ne doit pas dépasser 60° C.

§ 3. — MÉGISSERIES

Utilisation des résidus des mégisseries, fragments de peaux, lambeaux de chair, tenant encore aux peaux trempées et qu'on enlève par l'ébourrage et l'écharnage (opérations faites sur le chevalet). — Ces résidus placés sur des claies de séchage sont employés à la fabrication de la colle forte.

On les emploie également comme engrais lorsque les fabriques de colle forte ne sont pas à proximité.

Résidus de sumac et de cubracho. — Le sumac laisse un résidu brun semblable à la sciure de bois. On l'emploie comme engrais mais c'est un engrais médiocre.

Sa valeur fertilisante est presque nulle ; cependant comme il est toujours mélangé à de la chaux et d'autres matières il ne peut produire que de bons effets sur les terres où il est répandu.

Il relève et aère le sol.

Le cubracho étant liquide, ses résidus se perdent dans les rivières où s'épanchent les égouts d'eaux résiduaux des tanneries.

Les fûts ayant contenu du cubracho peuvent être utilisés par les marchands de vins. Comme tous les corps à base de tannin, le cubracho a la propriété de resserrer les cellules du bois, ce qui ne peut qu'améliorer les tonneaux.

Graisses extraites des peaux par suite de l'opération du dégraissage par des dissolvants. — Ces graisses épurées sont employées dans la savonnerie, la fabrication des cirages, de la graisse de voitures, etc.

Dégraissage des peaux de moutons avec récupération des matières employées. — L'industrie du dégraissage des peaux est une industrie connexe de la tannerie ou de la mégisserie qui consiste à débarrasser les peaux, préalablement tannées, des corps gras encore contenus dans leurs pores.

L'opération du dégraissage les rend aptes à subir la teinture et a l'avantage de rendre l'épaisseur des peaux uniforme sur toute son étendue. Voici comment s'opère le dégraissage :

Les peaux sont disposées dans des cuves hermétiquement closes. Ces cuves sont construites en métal et à parois très résistantes.

Les peaux sont accrochées parallèlement à des châssis, ce qui permet de traiter un grand nombre de peaux en même temps.

Ces cuves sont couvertes d'un couvercle à écumoire (36.000 trous). De cette façon la benzine ou tout autre hydrocarbure employé au dégraissage est uniformément réparti sur les peaux à dégraisser.

La benzine versée à flots sur les peaux en dissout la matière grasse. Entraînant ces graisses avec elle, elle pénètre dans une bouche suivie d'un tuyau la conduisant à un bouilleur.

C'est dans ce bouilleur hermétiquement clos que la benzine se volatilise, tandis que la graisse plus lourde tombe au fond.

La benzine volatilisée passe dans des tubes horizontaux (serpentins) sur lesquels coulent sans interruption des filets d'eau froide. Cet appareil frigorifique permet à la vapeur de benzine de se condenser. Ainsi distillée elle se rend dans un réservoir, d'où elle est extraite pour servir à nouveau.

Les graisses tombant au fond et coulant dans des récipients appropriés sont livrées au commerce. Épurées on les emploie

dans la savonnerie, la fabrication des cirages, de la graisse de voitures, etc.

Les peaux restées dans la cuve sont séchées dans ces cuves mêmes par un courant d'air chaud envoyé par un ventilateur Blackmann. Ce séchage très actif est opéré dans 2 heures 1/2.

Du reste toute l'opération est activement menée. On traite jusqu'à 3000 douzaines de peaux par semaine.

On peut employer pour le dégraissage des peaux le sulfure de carbone ou tout autre hydrocarbure, mais l'emploi du sulfure de carbone est infiniment plus dangereux.

Les plus grandes précautions doivent être prises pour éviter les explosions. Les réservoirs doivent être isolés. On ne doit pas fumer dans les locaux de travail et aucune lumière ne doit y être apportée. Le sol doit être imperméabilisé et les matériaux de construction incombustibles (fer et briques).

L'éclairage sera produit électriquement au moyen de lampes closes.

§ 4. — FABRICATION DES CHAUSSURES

Captage des poussières et des déchets de cuir. — L'enlèvement des poussières de cuir s'applique principalement à l'industrie des chaussures, cette fabrication produisant des poussières excessivement légères et fines, qui voltigent dans l'atmosphère et affectent sérieusement la santé des ouvriers. La fig. 92 montre l'application du système Sturtevant à l'enlèvement des poussières et déchets de cuir. Les appareils sont semblables à ceux employés dans l'industrie du bois mais moins résistants, attendu qu'ils n'ont pas à supporter des chocs violents comme dans le cas des copeaux.

Utilisation des déchets de cuir pour fabriquer le prussiate. — Les déchets de cuir provenant de l'industrie de la chaussure sont utilisés en Amérique pour obtenir le prussiate ou ferrocyanure de potassium. A cet effet, on calcine ces déchets

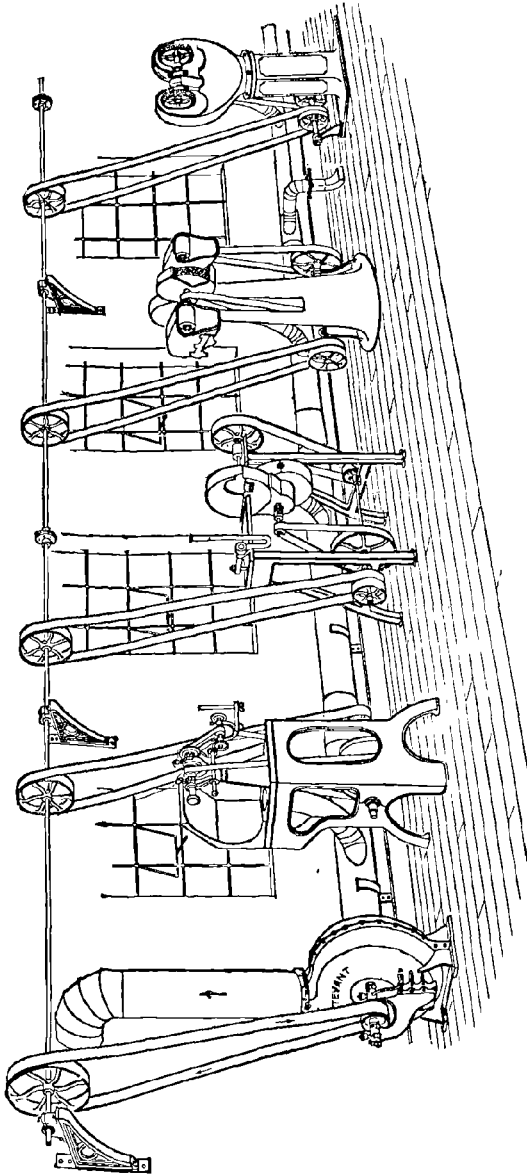


Fig. 92. — Captage des poussières et des déchets de cuir.

mélangés de clous avec de la potasse dans des appareils fermés avec agitateurs mécaniques. D'après Hoffmayer, il faut 100 kilogrammes de potasse pour 200 à 220 kilogrammes de cuir. Les fours à réverbère usités jadis en France et en Allemagne, avec brassage à la main, ne peuvent plus servir à cause du prix élevé de la main-d'œuvre.

Pâte de cuir. — Une autre utilisation des déchets de cuir consiste à les pulvériser, puis à les mélanger avec de la chaux hydraulique, de la colophane, du pétrole et de l'huile de lin. On obtient ainsi une pâte, qui, étendue sur une bande de toile, permet d'obtenir des tapis ressemblant à ceux de linoléum ordinaire.

Cuir artificiel. — Un grand nombre de brevets ont été pris en vue d'obtenir du cuir artificiel avec des déchets de cuir ou de peaux. Nous indiquerons les deux suivants extraits du journal *les Laines et Cuirs*.

Système Pickel. — On prépare une pâte avec des déchets de cuir ou des déchets de peaux, mais de préférence déchets de cuirs tannés, de colle, de pâte à papier, de glycérine, d'alun et d'aldéhyde formique. Toutes les colles peuvent être employées, toutefois la préférence est donnée à la colle forte ou la colle de poisson.

Pour la préparation, on place la colle dans un récipient *ad hoc*, rempli d'eau froide et on l'y laisse séjourner jusqu'à ce qu'elle soit parfaitement saturée d'eau. En cet état, elle est considérablement gonflée et non dissoute. On la retire et la transporte dans un pétrisseur mélangeur chauffé à une température de 40 à 50° c., dans lequel on ajoute :

| | | | | |
|-------------------------|------|-------------------------------|---|---|
| Alun | 1/30 | du poids de la colle saturée. | | |
| Glycérine | 1/5 | — | — | — |
| Pâte à papier | 1/7 | — | — | — |

On met le pétrisseur en marche, et après lui avoir laissé faire quelques tours pour bien mélanger les matières, on y ajoute les déchets de peaux ou de cuir dans une proportion qui peut varier

de une à quatre fois le poids de la colle saturée. On continuera à faire marcher le pétrisseur et une fois le mélange bien avancé, on peut y ajouter l'aldéhyde formique (1/100 du poids de la masse) et on termine le mélange. Pour la confection avec cette pâte de produits qui auront à être gaufrés ou estampés, il est préférable de ne pas ajouter d'aldéhyde formique. On peut teindre le produit dans le mélangeur.

La pâte ainsi obtenue est mise dans une machine qui se compose de deux parties distinctes : 1° la machine proprement dite, qui transforme la pâte en feuilles, 2° le sécheur-transporteur destiné à prendre la feuille au sortir des rouleaux compresseurs de la machine proprement dite, et à l'entraîner sur une toile sans fin. Ces feuilles séchées donnent le cuir artificiel dit « *Cuir du Japon.* »

Brevet Minns. — Les rognures ou déchets de cuir sont bouillis dans une solution d'alcali à laquelle on ajoute de l'acide sulfurique. Le cuir se dissout et le liquide obtenu servira pour coller et colorer les substances fibreuses employées comme base.

L'opération donne une pulpe que l'on transforme en feuilles par laminage.

§ 3. — INDUSTRIE GANTIERE

On sait que les peaux après l'épilage ou le délainage, selon qu'il s'agit de peaux à poils ou à laine, sont écharnées, rognées, puis mises en confit dans un mélange fermenté de crottes de chien (pour le glacé) ou de son brûlé et tamisé. La peau au sortir de ce bain singulier, est molle, lâche, dépourvue d'élasticité. On lui redonne de la vigueur par une nouvelle opération dénommée « habillage » qui consiste à la plonger dans un bain, sorte de mélange visqueux de jaunes d'œufs, d'alun, de sel de cuisine, farine et d'eau. Cela fait, la peau est séchée et puis foulée par des pilons en bois.

Le travail précédent appelé travail en rivière est suivi du travail dit « du palisson ». Le palissonnage a pour but de parachever l'œuvre ébauchée pour le foulage.

Les peaux destinées à faire du gant de « Suède » ou « sur chair » doivent subir une opération à part « le parage » qui a pour but de débarrasser complètement le côté chair des matières restées adhérentes après les opérations précédentes et de rendre ce côté de la peau suffisamment beau et uni.

Utilisation des déchets du dolage. — L'opération connue sous le nom de dolage a pour but tout d'abord de débarrasser la peau des derniers débris de chair restés après le mégissage et la teinture ; ces débris, adhérents encore à la partie intérieure de la peau (côté chair), sont coagulés par ce qui reste de l'habillage après le travail du palissonneur en couleur.

Utilisation des divers déchets. — Lorsque les déchets de ganterie peuvent être assimilés à des débris, ils sont utilisés pour la confection de la colle, pour effacer le crayon, le fusain ; s'ils sont, au contraire, d'une certaine dimension, ils peuvent servir à la fabrication de menus objets, tels que : carnets, étuis, porte-monnaie, gaines.

On utilise aussi les déchets de ganterie dans l'alimentation animale.

Ceci est assez rationnel, fait remarquer M. Ch. Cornevin, puisque les déchets dont il s'agit dérivent en grande partie de peaux d'animaux tués très jeunes, particulièrement d'agneaux et de chevreaux, c'est-à-dire de peaux où les couches épithéliales n'ont pas acquis encore une grande épaisseur. Elles n'ont point la ténacité qu'elles posséderaient si elles provenaient d'animaux plus âgés ; elles sont donc plus facilement attaquables par les sucs digestifs.

D'autre part, le traitement par la farine et le jaune d'œuf qu'elles ont subi, leur a apporté des matériaux nourrissants et digestibles.

Ces diverses circonstances expliquent pourquoi l'on emploie les rognures de ganterie pour l'alimentation animale, alors que les rognures de cuir ne peuvent être utilisées que comme engrais et

encore faut-il qu'elles aient été désagrégées par l'action de la vapeur suivie de la dessiccation et de la mouture ou par une torréfaction préalable.

Le porc est l'animal auquel sont destinées les rognures de peaux de gants. On les met en contact avec une quantité suffisante d'eau tiède pendant quelques heures ; il en résulte une bouillie blanchâtre un peu salée qui, dans les auges, est prise sans hésitation.

CHAPITRE XVII

UTILISATION DES DÉCHETS DE SAVONNERIES

Après l'empâtage des corps gras, c'est-à-dire après le premier traitement par l'alcali, on obtient une lessive d'où l'on peut retirer la glycérine ; pour recueillir cette lessive on ajoute du sel marin qui fait monter le savon, laissant au-dessous la lessive glycérique que l'on décante.

Avant d'extraire la glycérine de cette lessive qui renferme encore de petites quantités de soude caustique, certains fabricants l'utilisent, après l'avoir enrichie en soude caustique, à de nouvelles opérations d'empâtage.

Les lessives de savon fabriquées à la soude Solvay ou à la soude caustique sont les meilleures ; elles sont faciles à neutraliser et à concentrer et donnent d'excellents produits à la distillation.

Le procédé d'extraction de la glycérine des lessives, employé par la savonnerie marseillaise, consiste simplement à ajouter de l'acide sulfurique en excès en faisant passer un courant d'air qui détruit en partie les hyposulfites et les autres composés sulfurés, le liquide est ensuite neutralisé avec de la chaux, filtré et concentré jusqu'à la densité de 1,300.

Depuis 1893, un certain nombre de savonneries de Marseille décomposent, en autoclave, les corps gras en acides gras servant à la fabrication du savon, et en glycérine dite de déglycération, à peu près identique à la glycérine de saponification. Dans ce but on place (procédé *Poullain et Michaud frères*) dans un auto-

clave 3000 kilogrammes de corps gras avec 750 kilogrammes d'eau et 10 kilogrammes de poudre de zinc ; on chauffe le tout pendant 3 ou 4 heures avec de la vapeur sous la pression de 8 à 9 kilogrammes par centimètre carré. Le rendement est d'environ 6 0/0 de glycérine.

En Allemagne, on utilise pour l'extraction de la glycérine le procédé osmotique de *H. Flemming*. On a remarqué que la glycérine est un corps qui, dissous dans l'eau, ne passe pas à travers le parchemin, tandis que les sels en dissolution dans la lessive passent au travers. De là le procédé Flemming qui consiste à chauffer fortement les lessives à la vapeur puis à les couler à travers des récipients ayant une paroi en parchemin ; de l'autre côté du parchemin coule de l'eau, un phénomène d'osmose se produit ; les sels contenus dans la solution de glycérine passent à travers la paroi en parchemin et se dissolvent dans l'eau, en même temps qu'une certaine quantité d'eau passe dans la glycérine et l'éclaircit. Quand le temps pendant lequel ces lessives sont soumises à l'influence osmotique est suffisant, on obtient les solutions de glycérine très pures et l'on peut par la concentration, d'abord dans des récipients ouverts, puis par la distillation, obtenir la glycérine elle-même.

L'appareil pour la dialyse consiste en principe en un récipient dans lequel sont placés des cadres de papier parchemin ; le bon marché de cet appareil rend le procédé de *M. Flemming* utilisable même pour la petite production qui peut ainsi utiliser ses lessives au lieu de les laisser perdre.

Dans les centres industriels où se trouvent beaucoup de savonneries il s'est installé des usines centrales où se concentrent toutes les eaux glycérineuses que les petits savonniers ne peuvent traiter chez eux. C'est ainsi qu'à Marseille une société, fondée en 1897 par MM. Diemer et Poupardin, a créé une usine qui s'occupe de l'extraction de la glycérine contenue dans les eaux provenant des savonneries. Actuellement 1500 kilogrammes de produits bruts sont mis journellement en fabrication dans cette usine et produisent environ 3500 kilogrammes de glycérine distillée.

CHAPITRE XVIII

UTILISATION DES DÉCHETS DE STÉARINERIES

Lorsqu'on a employé la saponification calcaire, c'est-à-dire le traitement en vase clos sous pression avec 2 0/0 de chaux, des corps gras (suif, huiles de palme, de coco, graisse d'os, déchets d'abattoirs), on obtient dans l'autoclave de l'eau chargée de glycérine et des acides gras (acides stéarique, margarique et oléique) en partie combinés avec la chaux.

Récupération de la glycérine. — Pour récupérer la glycérine qui était perdue avec les anciens modes de saponification, les eaux glycérineuses sont d'abord filtrées, puis concentrées à la vapeur ou à feu nu, jusqu'à 40° ou 42° B.; à cette densité, toutes

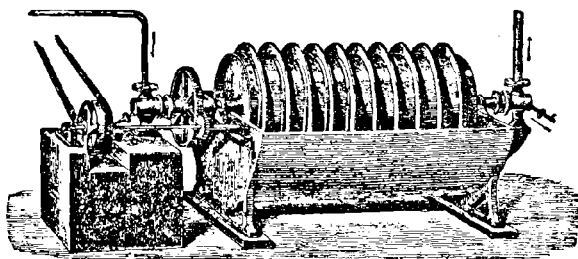


Fig. 93. — Serpentin rotatif de Droux.

les particules grasses entraînées sont séparées. On filtre, puis on continue l'évaporation jusqu'à 28° B., type commercial de la vente de la glycérine. L'évaporation est effectuée dans des bassines en tôle munies de serpentins en cuivre, dans lesquels cir-

cule de la vapeur ou à l'aide du serpentín rotatif de L. Droux. Cet appareil, tel qu'il est décrit sur la *Chimie industrielle* de MM. Wagner, Fischer et Gauthier, se compose d'un vase demi-cylindrique en tôle dans lequel se meut, avec une vitesse d'environ 20 tours à la minute, un serpentín à vapeur en cuivre monté sur un axe creux ; ce serpentín, qui est d'une seule pièce et sans joints, communique aux deux extrémités avec l'axe ; il plonge dans le liquide à évaporer jusqu'au tiers de sa hauteur ; de cette façon, ses spires viennent à chaque rotation se recouvrir d'eau glycéérineuse et l'évaporation a lieu en couches minces à sa surface, pendant son mouvement de rotation. La vapeur destinée

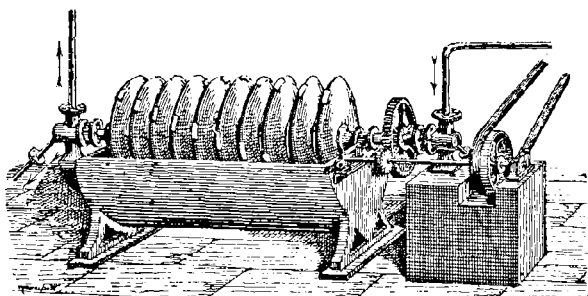


Fig. 94. — Appareil lenticulaire de Droux pour l'évaporation des eaux glycéérineuses.

au chauffage (vapeur d'échappement ou vapeur directe) pénètre dans le sens des flèches et passe dans l'axe creux et dans le serpentín. La glycéérine évaporée est évacuée par le robinet. Le serpentín rotatif est l'appareil le plus avantageux ; il permet d'utiliser la vapeur perdue, d'évaporer à une basse température en couches minces et par conséquent de ne pas altérer ni colorer la glycéérine ; en outre, il peut être facilement débarrassé des sels calcaires qui se déposent sur tous les appareils d'évaporation et viennent empêcher la transmission de la chaleur ; pour opérer ce nettoyage, il suffit d'enlever le serpentín et de le faire tourner pendant deux minutes dans un bain d'acide chlorhydrique à 10° B.

On peut aussi employer pour l'évaporation des eaux glycéreuses l'appareil lenticulaire de Droux (fig. 94) ou les appareils de Morane, qui offrent des dispositions à peu près analogues.

La glycérine brute à 28° B. ainsi obtenue retient toujours des sels de chaux. Pour avoir un produit plus pur (glycérine raffinée) on opère de la manière suivante : on évapore l'eau glycéreuse à la vapeur jusqu'à 10° B., on filtre, on précipite les sels calcaires au moyen de l'acide carbonique ou de l'acide oxalique, on filtre de nouveau et on évapore dans le serpentín rotatif jusqu'à 30° ou 31° B. Le liquide ainsi concentré est maintenant soumis à la distillation à l'abri de l'air. Pour préparer de la glycérine blanche industrielle, on précipite, comme il vient d'être dit, les sels de chaux et les autres matières étrangères, puis on filtre deux fois à chaud sur du noir animal en grains ; la glycérine ainsi obtenue est bien blanche, mais elle est encore impure.

Séparation et utilisation de l'acide oléique. — Les acides gras, combinés avec la chaux, sont versés dans une cuve doublée de plomb contenant de l'eau acidulée par la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour saturer toute la chaux. Après lavage et distillation, la plus grande partie de l'acide stéarique, une fois qu'elle a pris la consistance solide, est soumise à une pression à froid, puis à une pression à chaud, on obtient ainsi la majeure partie de l'acide stéarique. Le résidu liquide est de l'acide oléique qui retient encore un peu d'acide stéarique. Pour retirer cet acide stéarique, on soumet ce résidu à l'action du froid dans des glacières artificielles et le produit est de nouveau pressé. L'acide oléique ainsi obtenu sert à la fabrication du savon et à l'ensimage des laines.

CHAPITRE XIX

UTILISATION DES SOUS-PRODUITS DES USINES A GAZ

Pendant longtemps le coke a été le seul sous-produit utilisé des usines à gaz. Actuellement la distillation de la houille fournit, outre les gaz éclairants ou combustibles et le coke, des eaux de condensation qui servent de matières premières dans la fabrication des sels ammoniacaux, des matières épurantes riches en cyanure pour les fabriques de bleu de prusse, de graphite employé pour la fabrication des charbons électriques ou des charbons de pile, des goudrons qui, soumis à la distillation, donnent de la benzine, du toluène, de la naphtaline, de l'anthracène, des huiles lourdes et du brai.

Extraction de l'ammoniaque des eaux de condensation.

— Les eaux ammoniacales de condensation contiennent en majeure partie leur ammoniaque sous forme de carbonates ou de sulfures, volatils ou dissociables à basse température; une faible partie est à l'état de sels définitivement fixés. Pour récupérer tout l'ammoniaque, il ne faut pas se borner à la distillation pure et simple des eaux ammoniacales, il faut encore expulser l'ammoniaque des sels fixés par un alcali fixe et, industriellement, le seul alcali à employer est la chaux.

Dans beaucoup d'usines, on préfère perdre l'ammoniaque combiné, plutôt que de s'imposer les soins de surveillance et

de nettoyage qu'entraînent la préparation et l'emploi du lait de chaux ; ce calcul semble illogique à M. E. Sorel dont la compétence est si grande en la matière qui nous occupe. D'après cet auteur, si l'on veut tirer complètement parti des eaux ammoniacales, il faut que l'appareil à distillation continue soit divisé en deux parties : dans l'une on éliminera les composés directement volatils, dans l'autre les composés rendus volatils par la chaux. Dans cette dernière partie, on devra laisser l'action se prolonger, c'est-à-dire que les sections des appareils devront être plus grandes. De plus, on s'arrangera pour éviter une incrustation trop rapide des surfaces de barbotage et pour permettre un nettoyage facile de ces surfaces. C'est de l'utilisation de ces considérations que proviennent les différences qui se présentent dans les appareils proposés par les meilleurs constructeurs.

Lorsqu'il s'agit simplement de produire des eaux ammoniacales concentrées, comme dans le cas de l'alcali volatil nécessaire dans la marche des usines fabriquant la soude par la méthode à l'ammoniaque, on peut substituer aux appareils continus verticaux, l'appareil horizontal de Solvay, qui est d'un très grand rendement. Cet appareil, décrit dans l'intéressant ouvrage de M. Sorel : *la Grande Industrie minérale*, page 433, consiste en une longue chaudière horizontale, chauffée à feu nu et divisée généralement en 11 compartiments par des diaphragmes verticaux. Du haut de chaque diaphragme part un tuyau coudé qui s'épanouit en un gros tube vertical fermé par en haut et dont le bord inférieur est taillé en zigzag. Du bas du diaphragme, part un tube horizontal amenant les liquides dans un cylindre vertical fermé à la partie inférieure, ouvert à la partie supérieure et entourant à une petite distance le tuyau plongeur dont il vient d'être question. Une fois l'appareil en route, les bulles de vapeur qui passent d'un compartiment dans l'autre par les tubes plongeurs forment, avec le liquide du compartiment précédent, un milieu de densité plus faible, comme dans les émulseurs, et l'obligent à monter par dessus les bords du vase cylindrique. Si donc on amène d'une façon continue du liquide chaud en tête, il se pro-

duit une circulation continue d'un bout à l'autre et tout le liquide en mouvement ne peut passer d'un compartiment dans l'autre qu'après s'être mis en contact intime avec la vapeur provenant d'une liqueur ammoniacale plus pauvre.

Il y a donc épuisement méthodique. Mais, comme on recourt à un chauffage supplémentaire pour assurer l'ébullition indispensable dans tous les compartiments, la richesse des vapeurs est moindre que dans beaucoup d'appareils. Les liquides épuisés s'échappent avec les combinaisons salines par un tube de sûreté. Quant aux vapeurs qui s'échappent du premier compartiment, elles sont dirigées dans un serpentin où elles servent à échauffer les eaux ammoniacales brutes, provenant d'un réservoir supérieur par une soupape régulatrice.

Le jeu de cette soupape est commandé par l'apport de calories fait par les vapeurs, apport d'autant plus grand qu'il y a plus de vapeur d'eau. A cet effet un puissant flotteur est plongé dans ce condenseur, et actionne par un levier du second genre la soupape régulatrice. Il est clair que, plus la densité du liquide contenu dans le condenseur sera faible, soit parce que les eaux à distiller sont pauvres, soit parce que l'appareil produit plus de vapeurs, plus le flotteur s'élèvera et par suite plus l'alimentation sera rapide, de façon à ce que l'appareil donne des vapeurs de composition sensiblement constante.

A la sortie du condenseur, l'ammoniaque concentrée obtenue est dirigée dans des réservoirs ad hoc, tandis que les gaz libres s'échappent par un vase de sûreté.

Extraction des corps contenus dans la masse épurante des gaz d'éclairage. — La composition moyenne d'une masse épurante du gaz après des revivifications successives est la suivante :

| | LA MATIÈRE AYANT ÉTÉ REVIVIFIÉE | | |
|---|---------------------------------|--------|--------|
| | 1 fois | 2 fois | 8 fois |
| Sulfate d'ammonium. | 0,20 | 0,52 | 0,77 |
| Cyanure et ferrocyanure d'ammonium. | 1,00 | 2,00 | 4,40 |
| Sulfocyanure d'ammonium | 4,00 | 7,82 | 14,08 |
| Oxydes de fer hydratés | 41,82 | 26,90 | 46,82 |
| Bleu de Prusse | 5,93 | 7,84 | 11,42 |
| Soufre | 13,24 | 28,20 | 33,50 |
| Sciure de bois, goudron, etc. | 31,12 | 24,72 | 49,31 |

Voici les procédés indiqués par M. Sorel pour extraire tous ces corps, l'un après l'autre :

Extraction du soufre. — On peut enlever le soufre par dissolution méthodique dans le sulfure de carbone ou les huiles légères de houille ; sa présence serait, en effet, gênante pour les opérations subséquentes par les solutions alcalines bouillantes.

Extraction des sels ammoniacaux solubles. Sulfate, cyanure, et sulfocyanure. — La masse désulfurée est soumise à un lavage méthodique à l'eau tiède dans quatre cuves. On extrait ainsi d'une tonne de matières, de 1000 à 2000 kilogr. de lessives à 12° B, renfermant environ 25 kilogr. d'ammoniaque par mètre cube.

Ces liquides sont concentrés, jusqu'à ce qu'il se dépose par refroidissement du sulfate de calcium et du sulfate d'ammonium qu'on dépouille d'eaux mères par un turbinage. On transforme ensuite les cyanures et sulfocyanures en sels correspondants de baryum par distillation des liqueurs avec un excès d'hydrate de baryte ; on élimine ainsi toute l'ammoniaque à l'état caustique et dans les eaux mères bouillantes, on précipite la baryte en excès par une quantité convenable d'anhydride carbonique ; le liquide, troublé par du sulfate de baryum, du carbonate de baryum et un peu d'hydrate d'oxyde de fer, est passé au filtre presse, puis concentré jusqu'à apparition d'une pellicule cristallisée. On le verse alors dans des cristallisoirs doublés de plomb. Le sel recueilli est turbiné et emballé aussitôt.

Extraction du ferrocyanure insoluble de fer et d'ammonium. — Dans une première méthode, on sèche à l'air les résidus

épuisés du traitement précédent avec un excès de chaux vive en poudre et on chauffe en vase clos à 100°. L'ammoniaque se dégage à l'état caustique tandis qu'il se forme du ferrocyanure de calcium soluble que l'on extrait par un lavage méthodique.

On peut transformer cette matière en bleu de Prusse en versant lentement la dissolution dans une solution légèrement acide d'un sel ferrique en excès et laissant déposer la boue au filtre-pressé.

On peut aussi traiter la solution strictement neutralisée par du chlorure de potassium : il se forme alors un précipité cristallin de ferrocyanure double de potassium et de calcium $K^2CAz(Fe^2CY^6)$, presque absolument insoluble dans l'eau et qui, traité par la quantité correspondante de carbonate de potassium, donne du carbonate de calcium insoluble et du prussiate jaune que l'on purifie par cristallisation.

On peut encore décomposer le ferrocyanure double de fer et d'ammonium par la soude ; mais afin d'éviter des pertes notables de cet alcali sous forme de combinaisons très peu solubles, il faut éviter de porter de suite à l'ébullition pour chasser l'ammoniaque en totalité. La matière est donc mise à digérer dans une cuve couverte, munie d'un agitateur, à une température de 70° à 80°, avec une quantité de soude calculée, équivalente à l'ammoniaque.

L'ammoniaque n'étant pas éliminée, on forme un ferrocyanure soluble de sodium dissous dans une eau très ammoniacale.

La liqueur très alcaline est décantée, on lave le résidu et on réunit les premières eaux de lavage à la liqueur forte ; puis on concentre en vase clos de façon à recueillir l'ammoniaque mise en liberté. On voit peu à peu disparaître la réaction alcaline.

Le ferrocyanure de sodium bouillant est alors versé lentement dans un excès de dissolution de sulfate ferrique bouillant pour éviter la formation de bleu de Prusse soluble.

Le précipité obtenu est d'abord lavé par décantation, puis passé au filtre-pressé. Si l'on veut en retirer du prussiate jaune on le traite par un excès d'hydrate de potasse. On lave par

décantation pour éliminer l'hydrate ferrique, puis on concentre la dissolution et on fait cristalliser le prussiate.

Utilisation des masses d'épuration du gaz pour production de l'acide sulfurique. — Cette utilisation ne peut avoir lieu que si la masse d'épuration n'est pas divisée par des matières organiques.

En effet, la masse d'épuration, épuisée à l'eau pour enlever les sels ammoniacaux, est étendue au contact de l'air ou soumise à l'action d'un ventilateur, de façon que le sesquioxyde de fer hydraté se régénère, ce qui donne lieu à la séparation de soufre libre. Cette masse remise en service, puis soumise au même traitement, s'enrichit progressivement en soufre et peut arriver à contenir 3 0/0 de soufre libre.

Cette matière est brûlée, tantôt dans des fours Hill, très semblables au four à étages de Malétra, tantôt dans des fours mécaniques analogues au four Frash. On peut aussi les distiller, d'après Sorel, dans une batterie de cornues en terre, chauffées extérieurement et chargées successivement; les vapeurs de soufre sont dirigées dans une chambre de combustion.

La compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz a résolu d'une manière parfaite l'utilisation de ses eaux ammoniacales. Elle les distille dans des appareils à colonne, qui lui permettent de recueillir l'ammoniaque, soit dans de l'acide sulfurique afin de le transformer en sulfate pour l'agriculture, soit sous forme d'ammoniaque liquide qu'elle vend aux teinturiers, aux fabricants de soude à l'ammoniaque ou à d'autres établissements qui le convertissent en chlorhydrate, azotate ou carbonate.

Utilisation du poussier de coke. — Le coke est, dans la plupart des usines à gaz, l'objet d'une manutention spéciale nécessitée par la grande masse qui est produite. Une partie est passée au broyeur et classée par grosseur en raison de ses applications multiples. Quant au poussier, il est aggloméré à l'aide du brai provenant du goudron et converti en briquettes qui sont

employées avec succès pour le chauffage des générateurs fixes. Dans les usines à gaz de Paris on mélange les débris de coke avec 10 0/0 de brai. Aux usines à gaz de Perrache, à Lyon, le poids des briquettes est, d'après MM. Colomer et Lordier, de 4 kilogrammes chacune et la proportion de brai ajoutée est de 7 0/0.

Utilisation du graphite provenant du nettoyage des cornues. — Le graphite retiré lors du nettoyage des cornues, qui se fait tous les deux ou trois mois et en fin de service, peut être livré tel quel aux diverses usines qui l'emploient pour la fabrication des charbons électriques, charbons de piles, etc.

Les crayons de graphite, destinés à fournir les électrodes entre lesquels on fera jaillir l'arc électrique, sont constitués par un mélange intime de charbon de cornues très finement pulvérisé et de noir de fumée agglomérés par un peu de goudron de houille et soumis ensuite à une très haute température. Les crayons ainsi cuits sont taillés en pointe à une de leurs extrémités à l'aide de meules.

Utilisation du brai pour fabriquer du bitume factice. — Ce bitume est obtenu en fondant du brai d'usine à gaz et en y incorporant de la terre à four et du blanc de Meudon ; la masse pâteuse que donne cette opération est ensuite coulée dans des moules où elle se solidifie.

Utilisation du mâchefer. — Le mâchefer peut être utilisé pour la confection de carreaux dits « carreaux mâchefer ». Ces carreaux de dallage très durs sont fabriqués, en particulier, par la compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz.

Résidu acide du traitement des huiles légères. — Le résidu acide provenant du traitement des huiles légères était le seul produit non utilisé il y a quelques années encore. Il constitue pourtant un sujet de gêne pour le voisinage, car on ne peut pas

l'écouler à l'égout. La Compagnie parisienne d'éclairage par le gaz est arrivée à le transformer en sulfate commercial, en le saturant dans des appareils spéciaux évitant toute odeur, et à obtenir, de plus, de la pyridine, utilisée en Allemagne pour la dénatura-tion de l'alcool.

CHAPITRE XX

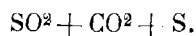
UTILISATION DES DÉCHETS ET RÉSIDUS DE L'INDUSTRIE DES HUILES MINÉRALES

Le traitement des différentes fractions des huiles minérales par les agents étrangers, comme l'acide sulfurique et les alcalis, donne lieu à des déchets atteignant des volumes considérables. M. Albin Haller rapporte que, dans les seules raffineries du centre de Bakou, ces déchets s'élèvent par an à près de 500 tonnes pour le traitement acide et à 300 tonnes pour le traitement alcalin.

Régénération de l'acide sulfurique et de la soude ayant servi au traitement du pétrole. — L'acide sulfurique souillé est saturé de terre à infusoires ; on chauffe le tout, l'acide sulfurique s'évapore et se condense épuré.

Ou bien, l'acide sulfurique est chauffé faiblement avec le tiers de son poids de coke, il se forme de l'acide sulfureux et de l'acide carbonique gazeux et de la vapeur d'eau.

Le mélange passe par un purificateur contenant des huiles lourdes de paraffine qui absorbent les produits empyreumatiques accompagnant le mélange, qui est dirigé sur un tube d'argile contenant du coke ; lorsque le coke est porté à l'incandescence il se produit la réaction



et l'on a du soufre pur. Il faut éviter une température trop basse,

qui laisse passer, sans le décomposer, une partie de l'acide sulfurique ou une température trop élevée, qui donne du sulfure de carbone.

A Bakou, d'après M. P. Ostrajko (1), on emploie l'acide résiduel provenant du traitement du naphte à la préparation du sulfate de fer ou à la fabrication de la soude Leblanc ou enfin on le régénère. Dans les trois cas, on dilue l'acide à 32° B., ce qui provoque la séparation de la résine qui vient nager à la surface. Pour régénérer l'acide, on le fait chauffer au moyen de serpents de vapeur en vue d'obtenir une séparation plus complète de la résine et on concentre ensuite dans des bassines en plomb. On règle la concentration de façon à ce que l'acide ne bouille pas, sinon il y aurait encore une forte séparation de résine. On obtient ainsi de l'acide à 60° B. Le traitement subséquent consiste à ajouter à l'acide 2 parties d'acide des chambres et à concentrer l'acide à la manière ordinaire dans des capsules en platine, ou bien on le dilue encore avec de l'eau et on le concentre jusqu'à 60° B. et 65° 1/2 à 66° B. dans des capsules en platine. Plus l'ébullition sera prolongée moins l'acide sera coloré, mais il y a naturellement des pertes par décomposition en acide sulfureux.

L'auteur préconise pour la décoloration de l'acide, avant la dernière concentration, l'emploi d'un charbon de son invention qui serait doué d'un pouvoir décolorant très puissant. Dans les conditions ordinaires, l'acide résiduel dilué, mélangé de 1 0/0 de ce charbon ou filtré par dessus, doit donner un acide incolore qui, après concentration, est absolument pareil à l'acide ordinaire.

Depuis 1892 la maison « les fils de A. Deutsch » a installé dans son usine de Rouen et d'après des procédés étudiés par ses chimistes, des ateliers pour la régénération de l'acide sulfurique ayant servi à l'épuration des pétroles. La production de ces acides, concentrés à 66°, est annuellement de 600 tonnes (2).

(1) *L'Engrais*, n° du 9 janvier 1903.

(2) *Echo des Mines et de la Métallurgie*, n° du 25 mai 1903.

Pour régénérer la soude caustique, on délaie la soude chargée de créosote et on la met en contact avec de l'acide carbonique. Après l'avoir séparée de tous les corps de la série du phénol auxquels elle est mêlée, il se forme à la surface un carbonate de soude ; on le sépare, on le filtre, on l'évapore, on le fait cristalliser, en évitant de laisser se former de trop grands cristaux, et on a un carbonate de soude brut.

Utilisation des résidus de la distillation des pétroles comme combustibles. — Le résidu de la distillation des pétroles le plus propre au chauffage industriel est connu sous le nom de *mazout*.

Pour utiliser le mazout au chauffage des chaudières, il est nécessaire de disposer, au-dessus du niveau supérieur de l'eau dans la chaudière, un petit réservoir destiné à alimenter le pulvérisateur et, pour que l'écoulement du combustible par le tuyau de conduite vers le pulvérisateur se fasse plus facilement, on le rend plus fluide en le chauffant au moyen d'un serpentín, de faibles dimensions, dans lequel circule de la vapeur. Par ce moyen, on évite encore l'inconvénient d'avoir du mazout mélangé d'eau, la séparation de l'huile et de l'eau s'effectuant naturellement sous l'influence de la chaleur, de telle sorte qu'il est facile d'extraire par un petit robinet de purge l'eau reposant au fond du réservoir.

De plus un tube de verre indique au chauffeur le niveau du liquide. Il convient, recommande M. H. Guérin (*Génie civil* du 9 août 1902), de ne pas laisser tomber ce niveau sous peine de produire une diminution de pression dans le pulvérisateur ; il suffit, d'ailleurs, pour entretenir ce niveau, d'avoir à sa disposition une petite pompe à bras, puisant le mazout dans les réservoirs en tôle où on le conserve. Ce niveau peut osciller, dans le réservoir, entre 30 et 60 centimètres, selon les dimensions de ce dernier, sans qu'on remarque de variation sensible dans la flamme. Les réservoirs de mazout se font généralement d'une capacité de 1/2 à 1 mètre cube, selon la force de la chaudière à alimenter.

On produit environ 0 kg. 500 de vapeur par kilogramme de mazout pulvérisé.

Pour mettre la chaudière sous pression, on commence, indique M. Guérin, par faire un feu de bois ou de tout autre combustible jusqu'à ce que la pression ait atteint 2 à 4 kilogrammes ; à partir de ce moment, l'appareil peut déjà fonctionner et la pression s'élève rapidement. Pour mettre l'appareil en marche, on commence par ouvrir le robinet de vapeur, puis celui du mazout, le jet prend feu au contact d'étoupes préalablement imbibées de pétrole, puis allumées.

Foyer à résidus de pétrole Engle. — M. Engle, de San-Fran-

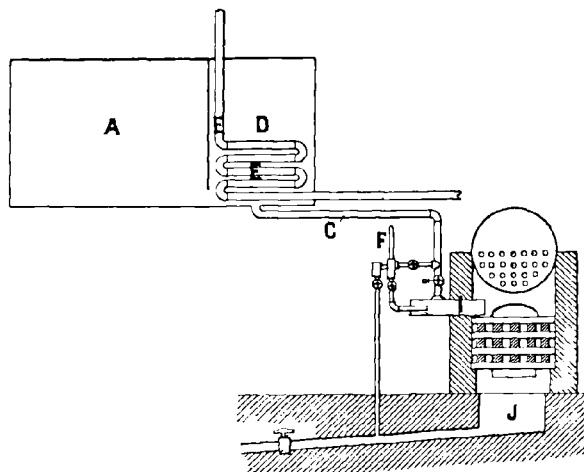


Fig. 95. — Foyer Engle.

cisco, emploie le dispositif ci-contre (fig. 95) pour l'utilisation de certains sous-produits ou résidus de la fabrication du gaz de pétrole d'une densité presque égale à celle de l'eau qui les accompagne et dont on ne peut les séparer. Ces produits passent du réservoir A en D où ils sont chauffés en E par la vapeur de la chaudière B, puis par C au brûleur I à injection de vapeur F. Ils se brûlent partie par ce jet, partie sur la grille constituée par une pile de rails dont la chaleur volatilise tout ce qui est combustible, la partie incombustible s'évacue en J.

Utilisation des déchets provenant des traitements alcalins. — Suivant Lidoff, le traitement par la vapeur des lessives alcalines provenant du raffinage favorise la séparation des hydrocarbures. En traitant ensuite la solution par un acide qui décompose les naphtésates alcalins on met en liberté les acides qui viennent flotter à la surface. Il suffit de décanter, de laver avec de l'eau et de sécher.

On a proposé l'utilisation des acides naphténiques comme agent d'imprégnation de traverses de chemins de fer. A un autre point de vue, on tend à les faire accepter sous forme d'acides libres en remplacement de l'oléine dans la fabrication des savons, des huiles d'alizarine. Leur odeur désagréable et pénétrante paraît cependant s'opposer à un emploi sérieux de ce côté. Mais des essais ont montré que ces acides naphténiques précipités de leurs dissolutions alcalines et séchés, peuvent être distillés dans le vide en fournissant des produits tout à fait incolores, à odeur relativement faible, produits permettant d'obtenir des savons sodiques plus ou moins consistants; presque blancs. Les objets lavés avec ces savons purs présentent cependant une légère odeur, mais excessivement désagréable et il n'est pas possible de les en débarrasser (Albin Haller).

Méthodes d'utilisation indiquées dans « Zeitschrift für angewandte chemie. — Des détails plus complets sur l'utilisation des déchets de l'industrie des huiles minérales se trouvent dans deux articles publiés par *Zeitschrift für angewandte chemie*, t. XIII, année 1900, le premier (page 507) est de M. Wischin et le second (page 1273) de M. Ulzer.

M. Wischin indique plusieurs procédés d'utilisation qui diffèrent suivant que les goudrons sont acides ou alcalins.

Si l'on a des goudrons acides on peut :

1° Soit diluer les résidus par l'eau, séparer les goudrons en ajoutant au besoin des sels (sel marin, sulfate de sodium) et traiter ces goudrons pour obtenir l'asphalte, les acides sulfonés, sulfonés, etc., ou les distiller à la vapeur surchauffée.

2° Soit les traiter directement par la chaux en poudre afin d'obtenir une matière bitumineuse pour asphalte ou isolant.

3° Soit enfin neutraliser par les lessives alcalines (débarrassées des phénols par carbonation préalable), séparer le sulfate de soude et traiter les résidus pour les fractionner en produits utiles.

Le traitement des goudrons alcalins consiste à carbonater les lessives pour séparer les parties phénoliques traitées et distillées à part. Le résidu est, soit mélangé aux goudrons acides, soit traité pour imprégner les bois ou encore fractionné pour produits spéciaux.



CHAPITRE XXI

UTILISATION DES DÉCHETS ET RÉSIDUS DES FABRIQUES DE PRODUITS CHIMIQUES

Récupération des déchets dans la fabrication de l'acide sulfurique. — La fabrication de l'acide sulfurique est peut-être celle où, en raison des travaux de chimistes distingués parmi lesquels nous citerons Gay-Lussac, Glover, Weber, Winkler, Hassenclever, Smith, Bode, Kuhlman, Sorel, Lunge et de Naef, la récupération des produits et le traitement des résidus sont arrivés à un très haut degré de perfectionnement. Grâce à des études remarquables et à des observations consciencieuses on peut actuellement :

1^o Extraire des résidus de pyrite le fer, le cuivre, l'argent et même quelquefois des traces d'or qui possèdent une importance suffisante pour fixer l'attention.

2^o Capter l'acide sulfurique qui se forme en quantité non négligeable dans les fours à pyrite, par suite de l'action de la vapeur d'eau amenée par l'air sur le gaz sulfureux provenant du grillage des pyrites.

3^o Récupérer les produits nitreux, ce qui a permis de diminuer considérablement la consommation du nitrate.

Utilisation des résidus du grillage des pyrites. — Si la pyrite est cuivreuse on ne pousse pas le grillage jusqu'à la transformation complète du soufre en gaz sulfureux. Un grillage or-

dinaire laisse dans le résidu : 3 à 3,5 0/0 de soufre. Si la pyrite contient 3 0/0 de cuivre, le fer à l'état d'oxyde et l'argent à l'état métallique, on est ramené à traiter un minerai contenant une masse énorme de peroxyde de fer, un peu de monosulfure, un peu de sulfure cuivreux et des traces d'argent. A cet effet on grille de nouveau le résidu sous l'action simultanée de l'air atmosphérique et du chlorure de sodium (17 0/0 du poids du résidu).

Le grillage dont il s'agit s'obtient en étalant en une couche de 8 centimètres environ le résidu et le chlorure de sodium sur une vaste sole en dalles réfractaires, mesurant 8 m. de long sur 3 m. de large; on élève la température de 500 à 600° en évitant le rouge vif; la flamme bleue du soufre indique, par sa disparition complète, la fin de l'opération; chaque opération dure 6 heures.

Par ce grillage la masse est transformée en composés chlorurés du cuivre, du fer et de l'argent, et il reste un résidu très pur de sesquioxyde de fer : il se dégage en même temps de l'acide chlorhydrique qui est condensé dans des lavages.

La masse chlorurée est refroidie sur le sol de l'usine puis jetée dans de grandes cuves en bois munies d'un faux fond recouvert de paille et du résidu de sesquioxyde de fer qui constitue une surface filtrante.

On fait 3 lessivages dont un avec les eaux des tours de lavage et un second avec de l'eau chaude.

On laisse refroidir ces liqueurs pour qu'elles s'éclaircissent et déposent le sulfate de plomb; puis on précipite l'argent par l'iodure de potassium ou l'iodure de zinc. Une fois l'argent séparé, on précipite le cuivre par cémentation, c'est-à-dire au moyen du fer métallique.

Lorsque les pyrites sont ferrugineuses et qu'elles ne contiennent pas de gangue sulfatée elles peuvent, après grillage, former un excellent minerai pour les hauts-fourneaux où on les emploie, soit après les avoir agglomérées, soit directement en petites quantités dans les lits de fusion.

Dans les fabriques d'acide sulfurique qui brûlent de la pyrite

cuivreuse, les résidus peuvent être utilisés pour obtenir du sulfate de cuivre. Ces résidus contiennent une énorme quantité d'oxyde ferrique très difficilement soluble dans les acides et du cuivre à l'état de sulfate et d'oxyde très facilement attaquant. On lessive les résidus avec de l'acide sulfurique fait dans une chaudière en plomb épais qui porte deux ouvertures, l'une au fond pour la vidange du résidu boueux, l'autre à 18 centimètres du fond pour la décantation du liquide éclairci ; la solution acide étant portée à l'ébullition, on y projette par parties les résidus en agitant constamment la dissolution opérée ; on remplit la cuve de liqueur acide, pour que l'excès achève d'attaquer les dépôts et on facilite l'attaque en maintenant une ébullition modérée et en continuant à agiter la matière, d'abord d'une façon continue puis par intervalles d'une demi-heure.

On supprime l'injection de vapeur dans la chaudière et on laisse le liquide s'éclaircir. Quand les boues sont déposées, on décante, les lessives fournissent au début des cristaux assez purs, mais comme à chaque opération la teneur de fer augmente dans les solutions, il est préférable de précipiter des eaux mères tout le cuivre à l'état métallique par de la ferraille et d'utiliser ces eaux à la production du vitriol de fer.

Captage de l'acide sulfurique qui se forme dans les fours à pyrite. — L'anhydride sulfureux, au contact de la vapeur d'eau amenée par l'air, forme de l'acide sulfurique qui peut se condenser en quantité telle dans les carneaux qu'on a toujours à redouter leur détérioration, s'ils sont exposés à un trop grand refroidissement par rayonnement.

D'après M. Sorel, si les gaz arrivent à une température très élevée jusqu'à la tour de Glover, les vapeurs acides ne se condensent que là, les conduites sont donc préservées et l'acide sulfurique formé se trouve recueilli naturellement. Il y a donc économie de matériaux par la suppression de l'attaque et une augmentation sensible du rendement.

Récupération des produits nitreux. — Pour arrêter les vapeurs nitreuses non condensées, on fait passer les gaz dans la co-

lonne en tour Gay-Lussac, c'est-à-dire dans un tambour en plomb rempli de briques ou de cylindres en poteries inattaquables. A la partie supérieure on fait couler, en nappe mince, de l'acide sulfurique concentré à 60°-62° B., tandis qu'un tirage naturel ou artificiel détermine en sens contraire le mouvement des gaz épuisés et préalablement desséchés sortant du dernier compartiment des chambres de plomb.

Afin que les produits nitreux soient entièrement absorbés par l'acide sulfurique il faut :

1° Que les surfaces de contact de la colonne de Gay-Lussac soient très étendues, les passages également répartis et d'égale résistance, de façon que le courant gazeux occupe d'une manière uniforme toute la section de l'appareil absorbant en rencontrant le minimum de résistance.

2° Que le gaz à la sortie des chambres de plomb contienne un certain excès d'oxygène (3,5 à 4 0/0), d'après M. Sorel, ce qui correspond pour ces gaz à une coloration jaune orange plus ou moins foncé.

La production croissante par mètre cube de chambres, obtenue en augmentant le stock de produits nitreux en roulement, entraînerait une hauteur énorme pour un seule tour de Gay Lussac. Aussi quand on dispose d'un tirage suffisant, il est préférable d'employer deux condenseurs au lieu d'un, le second condenseur recevant les gaz presque épuisés dans le premier.

La remise en liberté des produits nitreux absorbés par l'acide sulfurique se réalise dans la tour de Glover.

Utilisation des résidus de fabrication de l'acide nitrique. — La fabrication de l'acide nitrique fournit comme résidu un mélange de sulfate neutre et de sulfate acide de sodium, contenant parfois des traces de nitrate de sodium non attaqué. Ce résidu est utilisé dans la fabrication du sulfate de sodium. Depuis 4 ans on emploie à la fabrique de produits chimiques Vetherfelds (Ecosse) le procédé suivant pour transformer le bisulfate plus ou moins acide en sulfate neutre, sans recourir à l'emploi

d'une température élevée qui fournit un acide nitrique rouge et impur.

Le sulfate acide, mélangé d'une quantité convenable de nitrate, est chauffé dans un four à cornues et reçoit, à la température voulue, un jet pulvérisé d'eau ou d'acide nitrique faible, de façon que les acides nitreux formés soient intimement mélangés de vapeur d'eau et d'air. Les gaz sont ensuite dirigés dans des condenseurs et une tour. Le sulfate neutre et l'acide nitrique obtenus ne contiendraient pas pratiquement d'impuretés (Sorel).

Quand on ne peut employer le mode d'utilisation précédent on n'a comme exutoire que les verreries ; il faut alors rendre le bisulfate aussi peu acide que possible.

Utilisation des résidus de fabrication de la dynamite.

— Les résidus acides des fabriques de dynamite peuvent être traités dans un courant de vapeur d'eau et d'air dans un dénitrificateur. Les vapeurs nitreuses et nitriques qui se dégagent sont condensées à l'état d'acide nitrique ; l'acide sulfurique s'écoule par un serpentín, à 56° Baumé. Les acides ainsi obtenus servent à fabriquer du nitrate de strontium et du sulfate de baryte ; ou encore l'acide sulfurique rentre dans la fabrication de l'acide nitrique. Le commerce les reprend volontiers. Les eaux qui ont lavé la nitro-glycérine ne renferment pas assez d'acide pour que ce soit la peine de l'extraire.

Utilisation des résidus des fabriques de nitrite de sodium. — On sait que pour obtenir le nitrite de sodium on introduit dans des capsules ovoïdes en fonte épaisse munies d'agitateurs mécaniques, environ 280 parties de plomb pour 100 parties de nitrate. La matière fondue est versée petit à petit dans de l'eau froide avec des cuillers en fonte où le nitrate se dissout facilement. Il se forme un précipité plombique (protoxyde de plomb accompagné de traces de plomb et de peroxyde). La solution séparée de ce précipité, soit au filtre-pressé, soit dans des poches, est concentrée à chaud dans des bassines en fonte et puis coulée

dans des cristallisoirs plats ; les cristaux de nitrate de sodium ainsi obtenus sont essorés et desséchés vers 50°.

On a ici deux résidus :

1° Le précipité plombique qui peut être vendu aux fabricants de plomb ou qui peut servir de matière première pour la fabrication du minium ou de la céruse.

2° Les eaux mères qui servent à une nouvelle opération.

Utilisation des résidus des fabriques de sulfure de carbone. — On sait que le sulfure de carbone s'obtient industriellement par l'action des vapeurs de soufre sur du charbon de bois préalablement chauffé au rouge. L'appareil de production consiste en un cylindre vertical dans lequel est disposée parallèlement et à peu de distance de la base inférieure une grille en terre réfractaire qui ménage entre elle et cette base une chambre où se fait la vaporisation du soufre.

Les poussières de charbon et les cendres s'accumulent sur la grille et finiraient par obstruer les orifices de chargement du charbon. Il est donc nécessaire de décrasser de temps en temps. A cet effet, on bouche préalablement le tuyau d'échappement des vapeurs avec un linge mouillé ou un tampon d'argile et l'on arrose d'eau le charbon enlevé. Ce charbon séché et criblé rentre en fabrication.

La rectification du sulfure de carbone laisse comme résidu du soufre. Pour enlever ce soufre sans danger, on remplit la chaudière aux 3/4 d'eau que l'on porte à l'ébullition par un jet de vapeur pendant 18 à 20 heures, de façon à éliminer tout le sulfure de carbone. Ensuite l'eau est chassée et l'on retire le soufre qui rentre en fabrication.

Dans la fabrication du sulfure de carbone, il se forme des quantités considérables d'hydrogène sulfuré par suite de l'action du soufre sur l'hydrogène du charbon. On s'est contenté pendant longtemps de se débarrasser de ce gaz toxique en le brûlant sur un foyer incandescent, mais on avait l'inconvénient d'obtenir une grande quantité d'acide sulfureux très gênante et très insa-

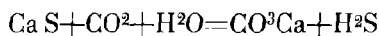
lubre. Aux usines de la Mouche et de Saint-Fons, près Lyon, on a récupéré le soufre de l'hydrogène sulfuré en annexant à la fabrication principale du sulfure de carbone, une petite fabrique d'acide sulfurique qui utilise tout l'acide sulfureux résultant de la combustion de l'hydrogène sulfuré.

Utilisation des résidus de fabrication de la soude par le procédé Leblanc. — On sait que le traitement du sel marin ou chlorure de sodium par l'acide sulfurique fournit du sulfate de soude qui sera utilisé pour la préparation du carbonate de soude et de l'acide chlorhydrique qui, en raison de ses débouchés relativement restreints, est souvent une gêne dans les usines. La réaction indiquée par Deacon et dont les travaux de Hurter, de Kolb et de Hargreaves ont achevé de réaliser l'application, permet d'extraire le chlore de cet acide chlorhydrique. Cette réaction consiste à utiliser la transformation du chlorure cuivrique en oxychlorure par l'action de la chaleur en présence de l'air : le chlorure cuivrique contient deux atomes de chlore, un de ces atomes se dégage quand il passe à l'état d'oxychlorure ; mais celui-ci, en présence du gaz chlorhydrique, repasse à l'état primitif, dégage de nouveau le chlore qu'il a fixé, et ainsi de suite, le sel de cuivre servant d'une façon continue à l'extraction du chlore de l'acide qui se dégage des fours à sulfate.

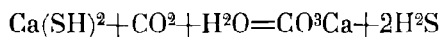
Un second résidu de la fabrication du sulfate de soude par le procédé Leblanc, *la charrée*, comme on l'appelle, a été longtemps inutilisé. Ce résidu qui contient, à l'état de sulfure et de sulfate de calcium, tout le soufre du sulfate de soude employé, était très encombrant et dégageait sous des influences diverses de l'hydrogène sulfuré qui occasionnait souvent de graves accidents. De plus, en s'oxydant à l'air, il se transformait en bisulfure soluble et donnait des liqueurs jaunes qui en arrivant dans les rivières rendaient les eaux infectes. Aussi a-t-on cherché à utiliser ces résidus. Cette utilisation des charrées ou marcs de soude peut avoir en vue soit l'extraction du soufre que la charrée contient, afin de faire rentrer ce soufre, concurremment avec la pyrite, en

tête de la batterie productrice d'acide sulfurique, soit la préparation industrielle de l'hyposulfite de calcium.

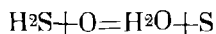
Régénération du soufre des marcs de soude. — Procédé de Saint-Gobain. — La Société de Saint-Gobain a adopté le procédé des frères Chance qui consiste à faire réagir le gaz carbonique d'un four à chaux sur les marcs de soude, dilués dans l'eau de plusieurs récipients successifs. Cet acide décomposant le sulfure de calcium du premier récipient, donne de l'acide sulfhydrique et du carbonate de calcium



L'acide sulfhydrique pénétrant dans les récipients cylindriques suivants y est absorbé et donne du sulfhydrate de calcium $\text{Ca}(\text{SH})^2$. L'anhydride carbonique réagissant ensuite sur ce sulfhydrate, donne du carbonate de calcium et de l'acide sulfhydrique que l'on recueille dans un gazomètre



L'eau du gazomètre est couverte d'huiles lourdes de pétrole pour empêcher la perte de l'acide sulfhydrique. Ce dernier gaz passant avec des proportions convenables d'air à travers une couche d'oxyde de fer chauffé au rouge sombre, donne du soufre et de l'eau :



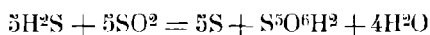
Inutile de dire qu'au lieu de produire du soufre, on peut brûler complètement l'acide sulfhydrique en l'amenant à un ou plusieurs grands brûleurs Bunsen où on l'allume et produire de l'anhydride sulfureux qu'on envoie dans les chambres de plomb.

Le succès d'une pareille opération, qui se répand peu vu l'incertitude sur l'avenir de la méthode Leblanc, dépend de l'exactitude quasi-mathématique avec laquelle est réglée l'arrivée de l'air par rapport à l'hydrogène sulfuré.

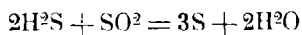
Procédé de la Société des Produits chimiques du Nord. — La

Société des Produits chimiques du Nord a employé le procédé suivant pour extraire le soufre des charrées :

Les charrées sont amenées à Deulémont dans des bateaux complètement étanches et sont déposées dans des tranchées ouvertes à cet effet, puis recouvertes par de la terre végétale. Les eaux pluviales lessivant les charrées, s'écoulent chargées de sulfures, sulphydrates de sulfures, polysulfures, hyposulfites et sulfates, dans des rigoles qui les amènent dans un réservoir. Là, elles sont pompées, puis envoyées dans une sorte de bâtiment de graduation, composé de vieux pansiers, posés les uns sur les autres. Les eaux passent à travers ce bâtiment, ou plutôt cette colonne de pansiers, un certain nombre de fois (habituellement deux fois), jusqu'à ce qu'elles soient arrivées à un degré d'oxydation convenable. Le but est atteint, lorsque le rapport des sulfures aux sulfites et hyposulfites est tel qu'en présence des acides laré action suivante puisse s'effectuer.



ou plus simplement



A ce moment les eaux jaunes sont reprises et envoyées à l'aide d'une pompe, dans une cuve où elles sont traitées par l'acide sulfurique.

La réaction terminée, on ouvre un robinet qui se trouve à la partie inférieure de la cuve et le lait de soufre s'écoule dans une série de bassins où il se décante. On enlève à la bêche le soufre déposé, et on le jette sur le sol où il achève de se sécher. Ce soufre n'est pas pur; il contient environ 20 à 30 0/0 de sulfate de chaux et sert principalement au soufrage de la vigne.

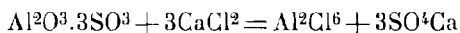
Emploi des mares de soude pour la préparation de l'hypo-sulfite de calcium. — Au sortir des lessivoirs on étale les charrées sur une grande aire où on les abandonne pendant 3 semaines environ, en les arrosant et les retournant fréquemment, jusqu'à

ce qu'elles se recouvrent d'efflorescences verdâtres; on retourne alors les matières, puis on les porte dans des lessiveurs où on les soumet à un courant forcé d'air atmosphérique ou de gaz emprunté aux cheminées de l'usine. L'oxydation produit un fort échauffement, pouvant élever la température de la masse jusqu'à 90°, et il se dégage beaucoup de vapeur d'eau avec un peu d'hydrogène sulfuré. Cette oxydation dure ordinairement de 14 à 16 heures; on arrête le vent quand la masse est complètement sèche. Les charrées oxydées sont alors lessivées avec les eaux de drainage des tas en préparation. On obtient ainsi des liqueurs qui sont soumises à une oxydation définitive en les faisant couler en pluie fine dans une tour à coke où elles s'étalent au contact d'un courant d'air. On laisse clarifier les liqueurs, puis on les décante et on les concentre. Cette opération, fait remarquer M. Sorel, doit être menée avec beaucoup de ménagement, car l'hyposulfite de calcium est très peu stable et a une tendance à se dédoubler en soufre et sulfite de calcium. On ne peut faire bouillir une dissolution de ce corps sous la pression atmosphérique. Il faut abaisser la température à mesure que la concentration augmente. Quand on travaille en grand on opère dans des appareils à effets multiples. Sous une pression de 20 à 30 millimètres de mercure, on peut pousser la concentration jusqu'à la densité de 1,45, nécessaire à la cristallisation, sans dépasser la température de 45°; dans ces conditions la solution est stable. Les cristaux sont repris par de l'eau tiède, de façon à reproduire une solution ayant pour densité 1,45; on décante et on fait cristalliser de nouveau. Tel est le procédé Townsend et Walter. Il en existe deux autres, le procédé Kopp et Schaffner et le procédé Jullien qui sont décrits par M. Sorel dans son remarquable ouvrage: « La grande industrie chimique minérale ».

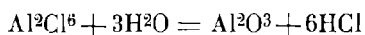
Utilisation des résidus de fabrication de la soude par le procédé Solvay. — La fabrication de la soude par le procédé Solvay vient aussi nous fournir d'intéressants exemples de régénération des résidus. Ce procédé, appliqué dès 1855 dans la ma-

gnifique usine de Dombasle près Nancy, consiste à saturer de gaz ammoniac une solution de sel marin et à traiter le tout dans des appareils appropriés par un courant d'acide carbonique à la pression de 1 1/2 à 2 atmosphères. Dans ces conditions, il se forme du bicarbonate d'ammoniaque, qui, réagissant sur le sel marin, donne, par double décomposition, du bicarbonate de soude et du chlorhydrate d'ammoniaque. Le bicarbonate de soude, soumis à l'action de la chaleur, perd une molécule d'acide carbonique qui rentre en travail, et donne du carbonate de soude sec qu'on peut vendre directement ou sous la forme de cristaux après l'avoir fait dissoudre et recristalliser. Quant au chlorhydrate d'ammoniaque, il peut être utilisé de deux façons suivant qu'on le traite par la chaux ou par la magnésie.

1° *Traitement par la chaux.* — Si on traite le chlorhydrate d'ammoniaque par la chaux, il dégage l'ammoniaque qu'il contient, ammoniaque qui est à nouveau employée à la saturation de la solution de chlorure de sodium et donne du chlorure de calcium. Ce chlorure de calcium peut être utilisé en se basant sur la réaction suivante :



La solution aqueuse de chlorure d'aluminium ne pouvant être évaporée sans qu'il y ait décomposition il se produit la seconde réaction :



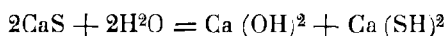
Voici la description du procédé d'utilisation, donné par M. Basset dans la *Revue des produits chimiques* du 15 juillet 1903.

On prend une solution plus ou moins étendue de chlorure de calcium correspondant en poids à $3\text{CaCl}^2 = 4159,2$, supposé anhydre, et, d'autre part, une solution plus ou moins étendue de sulfate neutre d'alumine correspondant en poids à la formule $\text{Al}^2\text{O}^3.3\text{SO}^3 = 4283,60$ de sel supposé anhydre.

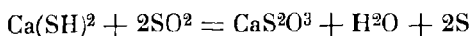
Les deux solutions sont mélangées et brassées au râble. Bien que le mélange puisse se faire à froid, il est préférable d'employer des solutions préparées à l'eau tiède, à une température de + 60° à + 75°. Le résultat immédiat est la formation d'un magma de sulfate de chaux et de chlorure d'aluminium, qui est jeté aussitôt sur un cadre d'égouttage ou dans une cuve à filtration. Le liquide qui se sépare est une solution de chlorure aluminique. Le sulfate de chaux résidu est épuisé par des lavages à l'eau tiède et les liquides d'épuisement sont réunis avec la solution de chlorure, jusqu'à ce que la densité soit amenée à une proportion convenable pour donner de l'acide à 25 ou 30 0/0 suivant le besoin. Les liquides plus faibles servent à la dissolution de matières nouvelles pour une opération subséquente. La solution de chlorure aluminique soumise à l'évaporation dans un appareil de distillation, formé d'un bouilleur et d'une série de condenseurs, colonnes ou touries, fournit l'acide chlorhydrique et un résidu d'alumine hydratée.

Ce résidu, traité par l'acide sulfurique affaibli, régénère aussitôt le réactif nécessaire à l'opération suivante, et l'acide chlorhydrique peut être immédiatement livré au commerce.

Le résidu, absolument inerte et inoffensif, de sulfate de chaux est simplement séché à l'air et peut servir aux différents usages de plâtre hydraté. On peut le cuire, pour le transformer en plâtre ordinaire de construction, mais il est préférable de l'utiliser pour obtenir de l'hyposulfite de calcium. A cet effet, le sulfate de calcium est mélangé avec du poussier de charbon de bois ou de houille et calciné au rouge vif, on obtient ainsi du sulfure de calcium. Ce corps est insoluble dans l'eau froide ; mais chauffé dans un excès d'eau à la température de l'ébullition, il donne de l'hydrate de chaux et un sulfhydrate de sulfure soluble.



que l'on transforme en hyposulfite par un courant de gaz sulfureux.



2° *Traitement par la magnésie.* — Si on traite le chlorhydrate d'ammoniaque par la magnésie, on obtient encore d'un côté l'ammoniaque libre, mais on a comme résidu du chlorure de magnésium qui, par calcination en présence de l'air, dégage le chlore qu'il contient et qui, dès lors, permet l'annexion à l'usine de la fabrication des chlorures décolorants. Ce dernier procédé, dû à Schløsing, permet de compléter l'utilisation de tous les sous-produits de la fabrication du carbonate de soude.

Utilisation des résidus de fabrication du ferrocyanure de potassium. — Bien que le procédé de fabrication du ferrocyanure de potassium, par la calcination des matières animales, soit presque abandonné en France, il convient de signaler les modes d'utilisation des résidus tels qu'ils sont réalisés en Angleterre et en Autriche.

Un premier résidu complètement insoluble dans l'eau froide est connu sous le nom de *salins de prussiate*. Eu égard à sa teneur en potasse et en acide phosphorique il convient très bien comme engrais. Le second résidu appelé *potasse bleue* contient toute la potasse qui n'est pas combinée dans le ferrocyanure, ainsi que des matières solubles provenant de la potasse brute et des cendres des matières animales. On extrait ces sels par évaporation pour les mélanger à la potasse brute et les utiliser dans des calcinations ultérieures. Souvent on commence l'évaporation dans des chaudières plates chauffées en dessous par des chaleurs perdues jusqu'à ce que le liquide acquière une consistance sirupeuse, et forme une mousse abondante puis on achève la dessiccation dans une chaudière maçonnée dans un four à réverbère. Quelquefois toute l'opération se fait dans cette dernière.

Il se fait, dans cette évaporation, une perte considérable de potasse due à l'entraînement par le courant gazeux, surtout dans le second cas. D'après Gentelle, le déchet moyen varie, suivant le mode de traitement, de 125 à 150 k de potasse pour 100 k. de prussiate fabriqué. Toutefois on retrouve la majeure partie de la potasse dans les carneaux des fours, à l'état de poussière. Les

pertes sont notablement diminuées par l'évaporation dans des chaudières analogues aux chaudières de sucrerie, où le chauffage se produit indirectement par de la vapeur et de l'évaporation à pression réduite.

Utilisation des résidus de la fabrication des couleurs d'aniline. — La fabrication de la fuchsine produit des résidus qui contiennent, à côté de substances organiques, une grande quantité d'arsenic.

L'utilisation de ces résidus peut se faire d'après le Dr Buch de la manière suivante : on réduit en solution les acides arsénieux contenus dans les résidus ; pour cela on chauffe ces résidus avec de l'acide muriatique, la partie insoluble dans HCl est dissoute avec de l'eau, puis on réunit les deux solutions, on les neutralise à l'aide d'une solution de soude et il se produit alors un précipité de couleur brun sombre. On mélange le liquide du précipité filtré avec un lait de chaux. De là l'arsénite de calcium se dépose et tombe ; le précipité ainsi obtenu est décomposé dans une cuve de plomb avec de l'acide sulfurique auquel on ajoute une petite quantité de salpêtre, du sulfate de calcium se précipite et la solution d'acides arsénieux déplacée, pure après concentration, peut être employée pour l'oxydation de l'huile d'aniline.

La récupération et la régénération des résidus de fabrication des couleurs d'aniline varient avec les diverses usines qui tiennent d'ailleurs aussi cachés que possible leurs divers procédés. Néanmoins le lecteur pourra trouver à ce sujet quelques renseignements très intéressants dans la *Chimie industrielle* de MM. Wagner, Fischer et Gauthier, 5^e édition, ainsi que dans l'ouvrage « *Handbuch der rationellen Verwerthung, Wiedergewinnung und Verarbeitung, von abfallstoffen jeder Art* », von Doctor Theodor Koller (1).

(1) A. Hartlebens, éditeur à Leipzig.

CHAPITRE XXII

FABRIQUES DE CIMENT, DE CHAUX ET ATELIERS DE CONCASSAGE, BROYAGE, TAMISAGE ET EMBARILLAGE DE MATIÈRES PULVÉRULENTES

Récupération des poussières de ciment. — Actuellement, deux procédés pour la récupération des poussières dans les fabriques de ciment sont en usage ; ils donnent tous deux de bons résultats et, outre l'amélioration apportée au bien-être et à la santé des ouvriers, les avantages accusés au point de vue de la fabrication elle-même et du prix de revient, sont tels que les fabricants agissent dans leur intérêt en améliorant l'hygiène de leurs ateliers. Les nouvelles installations permettent, en effet, soit en recueillant des quantités de poussières de ciment qui auparavant étaient perdues, soit par suite de la diminution de la main-d'œuvre et de la force motrice, de récupérer, dans un laps de temps restreint, les frais qu'elles ont occasionnés.

Le premier procédé consiste à exécuter toutes les opérations de concassage, de pulvérisation et de transport jusqu'aux silos, dans des appareils absolument étanches. Le ciment en roches est amené au concasseur à mâchoires dans des wagonnets, une chaîne à godets, enfermée dans une gaine hermétique, le transporte dans un broyeur à boulets, à la sortie duquel il est repris par une vis qui l'amène au tube finisseur, d'où chaîne à godets et transporteur le déversent dans les silos.

Dans le deuxième procédé, les divers appareils, meules, blutoirs, etc., sont garnis d'enveloppes dans lesquelles la poussière est aspirée par des ventilateurs. Entre ces divers appareils et les ventilateurs, sont interposés des filtres spéciaux qui laissent passer l'air et retiennent la poussière de ciment. Chacun de ces filtres, appelés « collecteurs de poussière » (système Beth), consiste en une caisse de bois divisée à l'intérieur en plusieurs compartiments contenant des tuyaux à filtrer, en étoffe spéciale, isolés deux par deux. Ces tuyaux, de hauteur variable (2 à 3 mètres), sont ouverts par le bas et fixés au fond de la caisse, tandis qu'ils sont fermés dans le haut par un couvercle en bois et tendus par un ressort. L'air chargé de poussière arrive par le bas, dépose la poussière sur la paroi intérieure des tuyaux d'étoffe, traverse cette étoffe, sort par le haut de la caisse pour se rendre au ventilateur qui le chasse au dehors. Les tuyaux filtreurs sont nettoyés automatiquement toutes les 8 à 10 minutes, et la poussière recueillie est transportée au magasin. Le nombre des tuyaux varie suivant l'effet à obtenir.

Aux deux usines de Saint-Laurent-du-Pont (Isère) l'air chargé de poussières est conduit dans une chambre spéciale où il se trouve dans l'obligation de traverser des sacs de flanelle disposés en accordéon ou en chieane : l'air peut bien traverser les sacs mais la poussière reste suspendue le long de l'étoffe ; elle tombe en partie par son poids ; la plus fine qui tendrait à rester accolée à ces sacs voit sa chute précipitée par l'effet de cannes qui se couent automatiquement et à intervalles réguliers chacun des sacs. Cette poussière tombe dans un large conduit bien fermé, d'où une vis sans fin la ramène aux silos. Avant d'arriver à la grande chambre de séparation de l'air et de la poussière, les conduits d'aspiration de la poussière viennent tout d'abord traverser une grande gaine creuse hermétiquement fermée, qui longe toute l'usine ; la poussière très lourde se dépose dans cette première gaine, où une vis sans fin la prend pour la conduire à volonté soit aux bluteries, soit aux silos ; l'air débarrassé de cette première poussière très lourde arrive ensuite à la chambre des

sacs. On a donné aux tuyaux d'aspiration une inclinaison presque verticale afin d'en éviter l'obstruction.

M. Barral, inspecteur divisionnaire du travail à Lyon, signale que le ventilateur de l'usine dont il s'agit prend sept à huit chevaux ; l'installation complète a coûté près de 20.000 francs ; par contre il rentre dans les silos, venant de la chambre à poussières ou de la gaine intermédiaire, de 150 à 200 kilogrammes de ciment par journée et par moulin, ce qui fait pour l'usine près de 1.000 kilogrammes de ciment récupéré chaque jour ; ce ciment est d'une valeur marchande d'environ 3 fr. 50 les 100 kilogrammes, soit donc 32 francs par jour rendus à la caisse par cette installation hygiénique.

Moulins à boulets frappeurs (1). — Ces moulins se composent tous d'un tambour rotatif garni, sur la face intérieure des fonds, de plaques de blindage planes A. Le pourtour est composé de plaques courbées B, disposées en gradins et percées de trous de 6 à 8 millimètres ; ces plaques sont en fonte durcie ou en acier. La matière à broyer est introduite par la trémie de chargement C. Les boulets, dont les diamètres varient de 20 à 120 millimètres, roulent les uns sur les autres ; le poids des boulets contenus dans un pareil moulin est variable et dépasse quelquefois une tonne. Par suite de la disposition des plaques, les boulets subissent à chaque instant des chutes qui favorisent leur action. Une disposition spéciale des plaques triturantes B fait tomber la matière broyée sur un premier tamis protecteur D, en tôle métallique E. Les refus entrent dans l'appareil par des ouvertures G ménagées à cet effet, pour être de nouveau soumis à l'action des boulets.

La vitesse de rotation de ces broyeurs ne dépasse jamais 30 tours par minute.

Ces broyeurs sont construits sur différents modèles ; le plus grand peut produire jusqu'à près de 2.000 kilogr. de farine avec

(1) La description des moulins à boulets frappeurs est extraite d'un intéressant article de M. Morel paru dans le *Génie civil* du 12 décembre 1903.

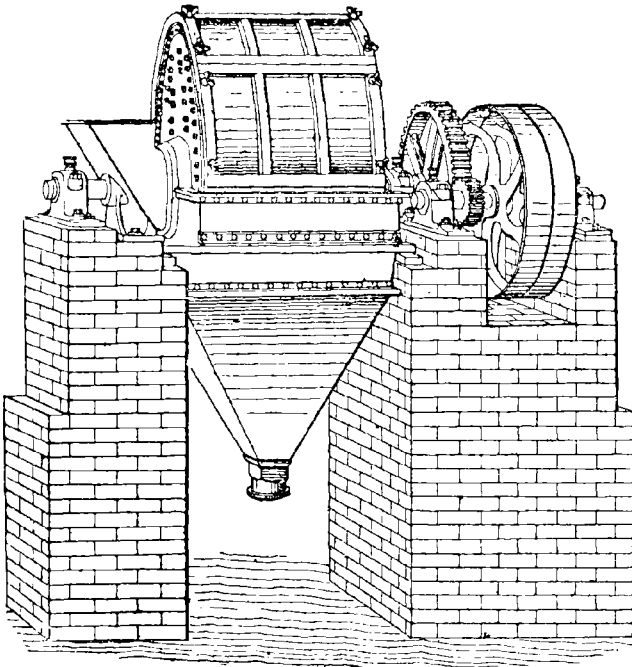


Fig. 96. — Moulin à boulets frappeurs, vue en perspective.

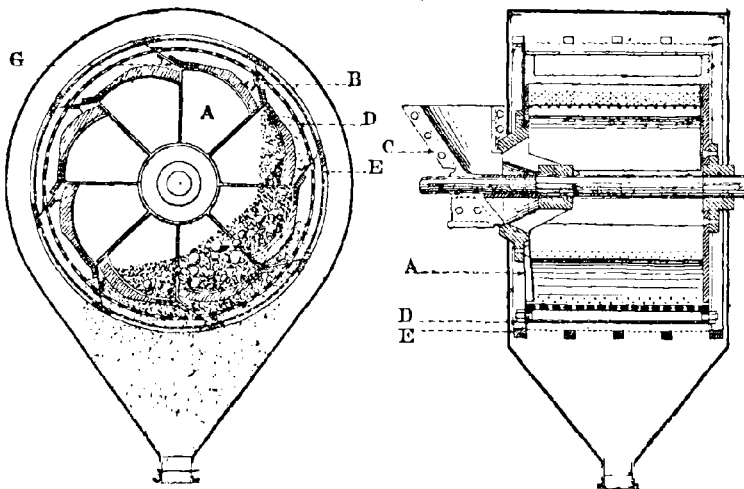


Fig. 97. — Moulin à boulets frappeurs; coupes.

un refus de 25 0/0 sur le tamis de 4.900 mailles, et avec une dépense de force de 20 chevaux environ.

Les moulins à boulets ne donnant pas une mouture suffisamment fine, on leur adjoint un autre appareil dans lequel on envoie les produits de ces moulins.

Dans ce second appareil, qui n'est autre que le *tube-broyeur*, on augmente les surfaces frottantes en employant un très grand nombre de galets de silex, de façon que l'épaisseur de la matière soumise à l'écrasement entre deux galets soit aussi faible que possible. Cet appareil est très résistant et ne demande d'autre entretien que le remplacement des silex au fur et à mesure de leur usure. Sa faible vitesse de rotation (25 tours par minute), et l'absence de chocs sur les enveloppes métalliques extérieures, s'opposent aux ruptures accidentelles de ces pièces.

Les parties les plus fines avancent dans le tube-broyeur plus vite que les parties grossières et sortent les premières. Il se fait ainsi, dans l'appareil, une sorte de classement par ordre de grosseur éminemment favorable à l'efficacité du broyage, les poudres les plus fines n'empâtant pas les plus gros grains.

Le tube-broyeur tourne autour d'un axe horizontal ; il est à moitié rempli de galets en silex et entièrement lisse, de manière que les galets, roulant librement dans l'intérieur, n'agissent que par frottement et non par chocs, contrairement à ce qui se passe dans les moulins à boulets frappeurs, qui préparent la matière avant son entrée dans le tube-broyeur.

Ce tube E (fig. 98) est revêtu intérieurement d'un blindage F. Il peut tourner sur les deux tourillons G et H dans les paliers I et K. La rotation est déterminée par la roue d'engrenage L, fixée sur le tube, et avec laquelle engrène le pignon M, claveté sur l'arbre N qui porte les poulies folle et fixe O et O', mises en mouvement par une courroie.

La matière à broyer est introduite dans le tube par le tourillon creux G, à l'aide d'une vis sans fin R. Sur la circonférence, près de l'autre extrémité du tube, se trouvent des ouvertures S, par lesquelles la matière peut sortir, mais non les galets.

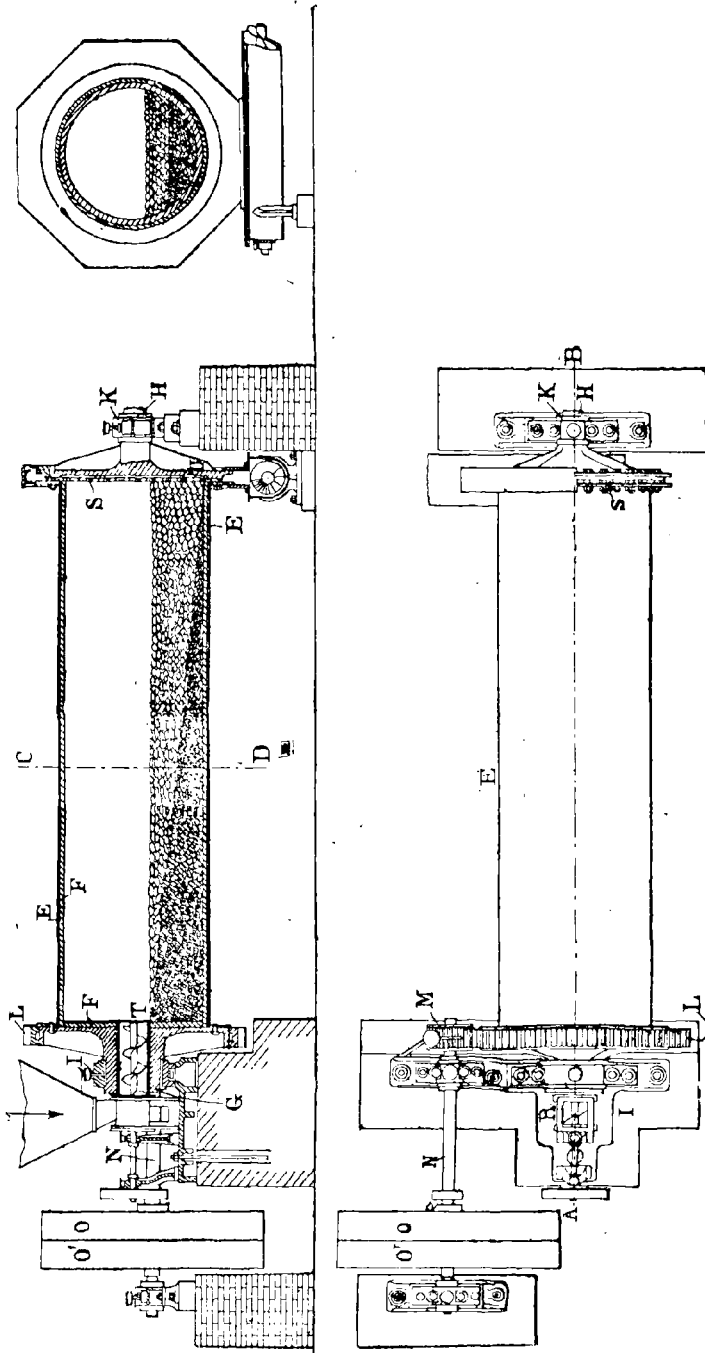


Fig. 98. — Tube broyeur.

La marche de l'appareil est celle-ci :

La matière tombe entre les galets; en tournant avec eux, elle est broyée, principalement par la friction entre ceux-ci et le revêtement du tube. Elle remplit en même temps les interstices entre les galets et avance ainsi peu à peu dans le tube, dans le sens de son axe; arrivée à l'autre bout du tube, elle tombe en dehors par les ouvertures S.

Cette disposition, imaginée par M. Davidsen, ingénieur de la maison Smidth et C^{ie}, de Copenhague, avec introduction de la matière par le centre et évacuation en un point situé plus bas, présente l'avantage d'obtenir dans le tube, suivant la ligne pointillée TU de la coupe, la répartition de la matière broyée dans la partie de teinte plus foncée.

Le tube-broyeur, en dehors de ces avantages, au point de vue industriel proprement dit, possède une qualité spéciale indispensable de nos jours. Il n'augmente pas, mais au contraire diminue les dangers pour les ouvriers occupés dans les industries où on l'emploie car, en première ligne, la production de la poussière par le blutage disparaît avec les blutoirs eux-mêmes. Ensuite la poussière, inévitable avec toute machine de broyage, est réduite à son minimum par le tube-broyeur, vu que cette machine tourne lentement et que les organes d'introduction et de sortie de la matière peuvent former joint étanche avec l'appareil proprement dit. La poussière ne sera donc pas continuellement aspirée par l'ouvrier, la machine travaillant fort bien la plupart du temps sans la moindre surveillance.

Plusieurs maisons de France et de l'étranger se sont mises à construire des moulins à boulets et des tubes-broyeurs semblables à ceux que nous venons de décrire, tout en cherchant à en augmenter de plus en plus les dimensions.

Ensachage mécanique du ciment. — L'ensachage mécanique évite la perte de quantités appréciables de ciment.

La Société des ciments français de Boulogne a mis tout récemment à l'essai, dans son usine de Desvres, un système d'ensachage mécanique très ingénieux dont nous trouvons la

description et le schéma dans une intéressante étude de M. L. Vasseur sur les ciments du Boulonnais.

Le ciment, amené par une vis, tombe (fig. 99) dans le tuyau A pour prendre ensuite l'une des directions B ou C, suivant que la porte D obture l'un ou l'autre conduit, et arrive, de là, dans le sac dont l'ouverture est fixée au moyen d'un collier sur la pièce E, qui, elle-même, repose sur les axes I sur l'un des bras du fléau d'une romaine. Cette pièce E est reliée aux conduits B et C par un tube flexible en étoffe qui lui laisse l'indépendance nécessaire au pesage.

L'un des sacs est donc en remplissage pendant que l'autre, plein, est enlevé et remplacé par un sac vide.

Le poids du sac plein produit un déclenchement qui, au moyen d'un système de levier, actionne la porte D pour fermer le conduit correspondant au sac plein et ouvrir l'autre.

On conçoit que si l'on se bornait à ces dispositifs, une partie du ciment fin tombant dans les sacs passerait au travers des toiles, causant une poussière considérable. Pour obvier à cet inconvénient, chacun des conduits B, C, est muni d'un tube V, qui le met en communication avec un ventilateur aspirant produisant dans les sacs une dépression empêchant la formation de la poussière au dehors.

La romaine est réglée pour que le poids du ciment dans le sac, augmenté du poids de celui qui se trouve déjà engagé dans le conduit qui correspond à ce sac, fasse 50 kilogr. au moment du déclenchement.

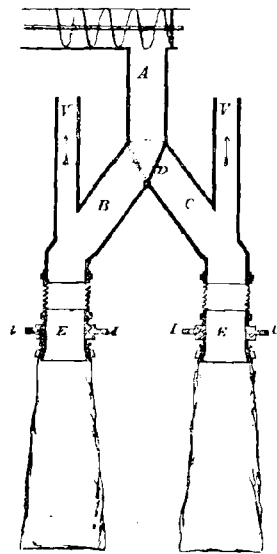


Fig. 99. — Dispositif pour l'ensachage mécanique du ciment de l'usine de Desvres.

Captage pendant le broyage et la pulvérisation des pous-

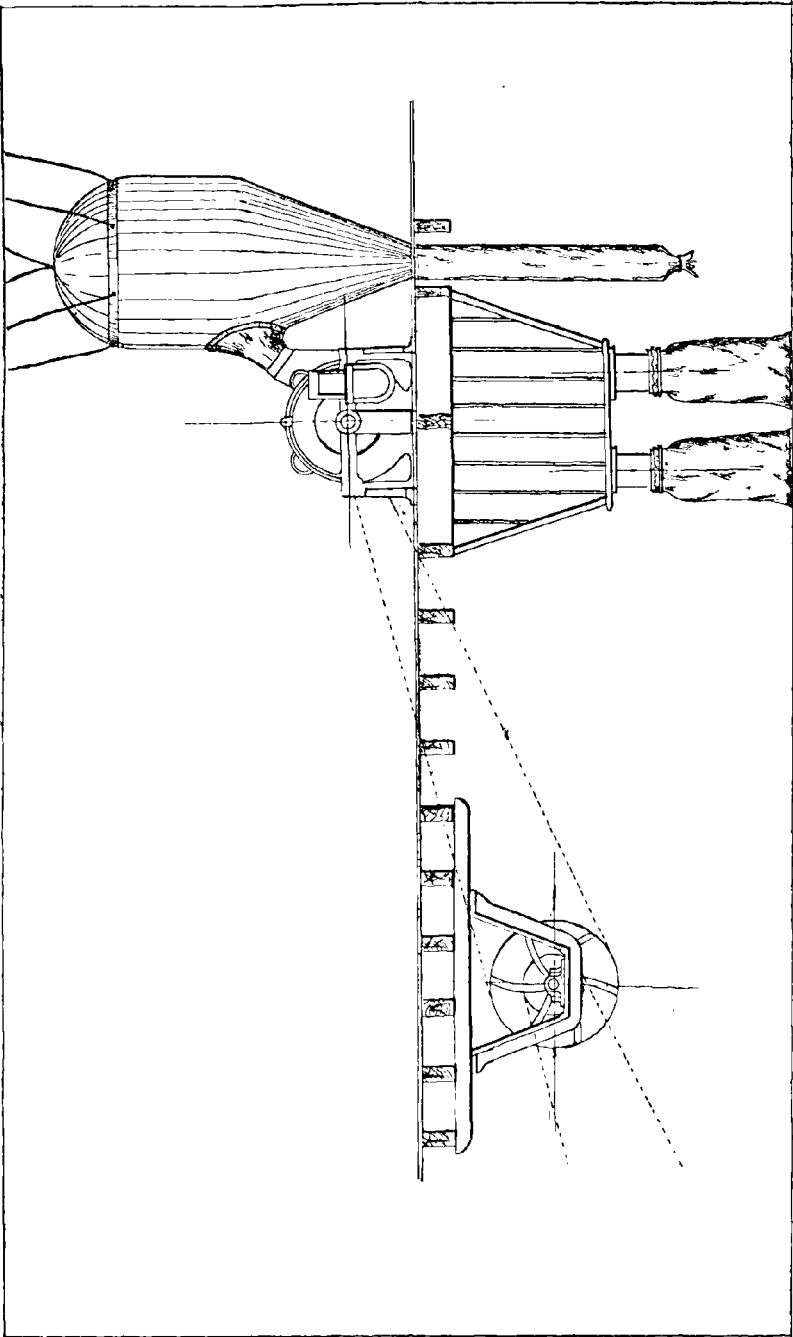


Fig. 400. — Recupérateur des poussières (dispositif Sloan).

sières ayant une certaine valeur. — Les progrès de la chimie industrielle ont étendu d'une façon considérable dans toutes les branches de l'industrie la nécessité du concassage, broyage ou pulvérisation d'un nombre infini de produits les plus divers. Pour recueillir les poussières ayant une certaine valeur, il est essentiel de faire une chambre à poussières au-dessus de l'appareil, surtout dans les cas de broyage de matières se pulvérisant aisément et où les grilles fines sont employées. En cas d'une mouture très fine, on peut recueillir l'impalpable dans la chambre à poussières.

Lorsqu'il n'est pas possible de faire une chambre à poussière et que l'on veut empêcher la déperdition du produit entraîné par la ventilation de la machine, on peut appliquer, dans certains cas, avec succès, un ballon en flanelle (dispositif Sloan), fig. 100.

Utilisation des débris de briques. — Par la pulvérisation de débris de briques et de tuileaux, on obtient des matières qui, mélangées dans certaines proportions avec de la chaux grasse ordinaire, peuvent fournir des mortiers très appréciés.

CHAPITRE XXIII

RÉCUPÉRATION ET UTILISATION DES DÉCHETS DE DIVERSES INDUSTRIES

Récupération des vapeurs mercurielles chez les doreurs sur métaux. — Plusieurs transformations industrielles dégagent des vapeurs ayant une certaine valeur : on a pu réussir à récupérer ces vapeurs au moyen de hottes à la fois aspirantes et condensatrices, ou de réfrigérants appropriés. Quelques mots sur la récupération des vapeurs mercurielles, de benzine et de gazoline suffiront pour faire comprendre le mode d'opérer.

Dans les industries où les vapeurs de mercure sont produites à chaud comme chez les doreurs sur métaux, il faut chauffer les pièces à dorer sous des hottes bien fermées dont la partie inférieure communique avec un appel d'air du dehors. La partie supérieure doit être formée d'un cône débouchant dans une cheminée d'appel à tirage actif ayant une section de 4 à 7 décimètres carrés, suivant sa hauteur. Il est bon qu'après la sortie de la hotte le conduit s'incline légèrement de bas en haut sur une longueur de 3 mètres environ et se raccorde ensuite par un angle arrondi au tuyau vertical d'échappement qui ne doit pas avoir d'autre destination. La partie basse doit être garnie de tôle ou de fonte afin que le mercure condensé soit rassemblé dans une cavité d'où il puisse facilement être extrait.

Récupération des vapeurs de benzine dans le traitement des tourteaux. — La benzine peut, comme nous l'avons indiqué

en parlant du traitement des eaux de lavage des peignages de laine, servir à achever l'extraction des graisses contenues dans les tourteaux. A cet effet, les tourteaux sont enlevés des filtres-presses, séchés, broyés et introduits dans une série de cylindres de 2 mètres de haut et 1 mètre de large, où s'effectue un épuisement méthodique par la benzine. La benzine, qui doit être pure, passe d'abord dans les cylindres contenant les tourteaux les plus épuisés pour arriver progressivement aux tourteaux dont la teneur en matières grasses augmente peu à peu et enfin aux tourteaux bruts. On arrête l'introduction de la benzine, lorsque celle qui vient de passer sur les tourteaux ne donne plus de graisses par évaporation sur une plaque de verre. A ce moment, on écoule la benzine dans un réservoir central et on vaporise celle qui imprègne encore les tourteaux au moyen d'un jet de vapeur ; la benzine est ensuite condensée dans un réfrigérant, et de là elle retourne au réservoir central. La benzine chargée de graisse est envoyée dans un distillateur où l'on sépare la benzine par condensation de ses vapeurs dans un réfrigérant, et de là on la fait passer dans un réservoir central, où elle est prête à resservir de nouveau.

Récupération de la benzine dans les fabriques de tissus imperméables. — Un intéressant exemple de la récupération de la benzine dans les fabriques de tissus imperméables a été, il y a cinq à six ans, imaginé par M. Rousseau. Nous rappellerons que l'imperméabilisation des tissus s'effectue en appliquant sur leur surface un enduit obtenu en dissolvant le caoutchouc dans la benzine. L'enduit devant être appliqué chaud, il se dégage d'abondantes vapeurs de benzine qui exercent une influence destructive sur les tissus à imperméabiliser et sont malsaines pour les ouvriers. Pour éviter ces inconvénients et aussi la perte de la benzine, M. Rousseau a disposé au-dessus des tables à vapeur une hotte placée assez haut pour permettre la manutention du tissu en fabrication. A la partie supérieure de la hotte est disposé un aspirateur qui recueille les vapeurs de benzine et les refoule dans

un serpentin placé dans une bêche remplie d'eau froide. L'arrivée d'eau se fait à la partie supérieure de la bêche, afin d'obtenir un refroidissement s'augmentant graduellement. La quantité d'eau à employer est d'ailleurs variable mais toujours assez importante, la condensation devant se faire rapidement. On recueille ainsi la presque totalité des vapeurs récupérées. Celles-ci peuvent s'employer de nouveau dans la fabrication en les mélangeant à des benzines neuves.

Régénération de la gazoline dans l'extraction des corps gras. — L'extraction des corps gras, qui se fait par le sulfure de carbone ou par la benzine, peut aussi s'effectuer par la gazoline. Les appareils à épuisement Donard et Boulet permettent d'arriver à ce résultat sans danger, en effectuant la distillation de l'essence par la vapeur d'eau en vase clos, puis la condensation de la gazoline, qui, après épuisement de la graisse, se trouve régénérée et peut resservir sans perte appréciable à une nouvelle opération.

Récupération de l'étain et de l'indigo dans les teintureries. — M. Henri de la Coux, dans son intéressant ouvrage : *L'eau dans l'industrie*, a montré que la récupération des résidus contenus dans les eaux de teinturerie peut procurer des bénéfices importants à l'industriel qui fait subir un traitement à ses produits résiduaires.

En effet, en dehors de la récupération du carbonate de potasse provenant du travail des laines et qui a été examinée à propos du traitement des eaux des peignages, les teinturiers ont un avantage réel à récupérer l'étain du bichlorure employé pour charger les soies.

On sait qu'après avoir été mordancées, les soies sont pressées ou essorées ; on les lave ensuite, à grande eau, et, pendant ce lavage, une décomposition du bichlorure d'étain se produit, une partie reste dans ce bain, et l'autre se fixe sur la soie.

Pour récupérer cet étain perdu, M. Martineau sature les eaux

de lavage avec de la chaux ; après agitation, de l'oxyde d'étain se précipite, et on le recueille sur des toiles.

On obtient ainsi une pâte renfermant 15 p. 100 d'oxyde d'étain, qui permet d'extraire l'étain métallique, ou de régénérer le bichlorure, en traitant la pâte par l'acide chlorhydrique.

Dans les cuves d'indigo, il arrive souvent qu'on obtient des pâtes d'indigo et des dépôts, soit parce que l'indigo a été mal broyé ou que les cuves ont été mal conduites ; on a, dans ce cas, avantage à récupérer l'indigo contenu dans ces dépôts. A cet effet, M. Garçon conseille de traiter les dépôts des cuves par de l'acide chlorhydrique en excès ; la chaux et l'oxyde de fer sont alors transformés en chlorures solubles. On recueille le résidu sur des toiles, et on le lave ensuite ; on retire ce résidu, qui contient de l'indigo, et on le traite par un dissolvant approprié comme l'hydrosulfite de sodium.

Utilisation des déchets de verreries. — Les déchets de verre peuvent rentrer en fabrication.

En Belgique, à Charleroi, on fait usage du mélange suivant pour verres à bouteilles :

| | |
|--------------------------------|------|
| Tessons de bouteilles. | 2500 |
| Sable du pays | 500 |
| Sulfate de sodium. | 750 |
| Cendre de tourbe | 1000 |
| Carbonate calcaire | 250 |

Les tessons de bouteilles peuvent aussi être utilisés à la fabrication de la *Pierre de verre Garchey*.

Cette pierre de verre s'obtient dans des usines spéciales au moyen des tessons de verre de bouteilles. Après avoir lavé ces tessons on les réduit en fragments en les déversant dans un broyeur ; puis on rend la matière compacte par fusion, par dévitrification et par pression.

Des expériences qui ont été faites au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, il résulte que la résistance de cette

Pierre à la gelée, à l'usure, au choc, à l'arrachement est de beaucoup supérieure aux pierres les plus dures, au granit même.

Pour le pavage, la pierre de verre se pose sur un sous-sol en béton avec un bain de mortier de ciment. Les joints sont coulés en ciment de Portland liquide. La pierre de verre se vend de 8 à 10 fr. le mètre carré et le pavage effectué avec cette pierre revient tous frais compris à environ 20 fr. le mètre carré.

Récupération de la soudure des boîtes et vases en fer blanc, utilisation des lames de fer blanc désunies. — L'industrie du brûlage, autrement dit le dessoudage des vieilles boîtes et autres vases en fer blanc, a pour but principal de séparer et recueillir la petite quantité de soudure qui réunit les diverses parties de ces objets, telles que boîtes à sardines ou à conserves, bidons de toutes sortes, etc... Les lames de fer blanc désunies constituent en outre un produit accessoire utilisé par diverses industries.

L'opération du dessoudage s'effectue dans un fourneau constitué par trois pans de briques verticaux limitant un espace prismatique, de un à plusieurs mètres de largeur sur autant de profondeur, et dont la hauteur est généralement plus grande que les dimensions transversales. Le tout est surmonté d'une pyramide à quatre faces, mise en rapport avec un tuyau de fumée. Ce genre de fourneau, on le voit, ressemble à une grande guérite surmontée d'un tuyau de fumée ; à l'arête supérieure de cette sorte de guérite est suspendue, au moyen de gonds, une feuille de tôle de quelques décimètres seulement de hauteur et susceptible d'être relevée ou rabattue. On se propose ainsi de diminuer la hauteur de l'énorme section antérieure du fourneau et de remédier à la sortie des fumées par les parties supérieures ; ce résultat ne saurait être atteint par cette disposition tout à fait insuffisante. A une petite distance du sol se trouve une grille ou une feuille de tôle percillée de trous. On dispose à partir de cette grille des couches alternantes de copeaux et de vieilles boîtes sur une grande hauteur, on allume la première couche, c'est-à-dire celle qui est immédiatement sur la grille du foyer, la

combustion s'effectue de proche en proche et, sous l'influence d'une température qui doit être modérée, la soudure fond et s'écoule dans le cendrier où on la recueille mêlée de cendres et de débris divers.

Une seconde fusion de la soudure, dans une marmite de fonte placée sur un petit fourneau spécial, permet de la débarrasser des matières étrangères qui viennent surnager à la surface de l'alliage en fusion que l'on coule en lingots de la forme réclamée par le commerce.

Les lames de fer-blanc dessoudées, souvent noircies par la fumée, sont triées et classées suivant leur degré plus ou moins grand d'altération et leur valeur; les morceaux les moins importants ou les plus altérés, ou encore agrafés et qu'il serait trop difficile de désunir, sont entassés dans une caisse servant de moule et pilonnés; lorsque la caisse est ainsi remplie on en sort la masse, qui en a pris la forme, on la cercle avec du fil de fer et on la livre à certaines fonderies qui l'utilisent pour la fabrication des fontes de qualités inférieures.

Les lames de fer-blanc qui présentent une altération intermédiaire sont redressées, à l'aide d'une masse, sur une aire métallique reposant sur le sol; elles sont livrées alors telles quelles à certaines industries, par exemple aux malletiers, qui les préfèrent pour la confection des parties métalliques des caisses ou des malles, parce que l'altération superficielle du métal favorise l'adhérence des couleurs servant à les peindre.

Enfin les portions les plus saines du fer-blanc subissent, elles aussi, l'opération du redressage, mais suivie d'une revivification de la surface. A cet effet, les lames redressées sont soumises à l'action de la chaleur sur une plaque de fonte reposant sur un foyer de coke. L'étain entre en fusion et un brossage effectué avec un chiffon rend sensiblement à la surface du fer-blanc son éclat primitif. Les fragments ainsi régénérés sont utilisés principalement dans la fabrication des articles dits de Paris, des jouets d'enfants et d'autres objets façonnés ou estampés, etc...

Traitement des déchets de fer blanc. — Les déchets de fer blanc peuvent être utilisés de diverses façons.

1° On les grille préalablement pour oxyder l'étain et on les dissout dans l'acide sulfurique avec les vieilles ferrailles et avec les copeaux provenant des machines-outils. On obtient ainsi du sulfate de fer.

2° On peut récupérer l'étain contenu dans les déchets de fer blanc en faisant passer un courant de chlore sur ces déchets dans des cubilots spéciaux. On produit ainsi du chlorure d'étain. Le chlore est obtenu par le procédé Deacon, c'est-à-dire par l'action du sulfate de cuivre sur l'acide chlorhydrique gazeux, celui-ci résultant de la déshydratation de l'acide ordinaire par l'acide sulfurique concentré.

3° On peut employer l'électrolyse avec succès pour séparer l'étain des déchets et rognures de fer-blanc. Ce procédé permet, à la différence du précédent, d'obtenir directement de l'étain métallique et des riblons exempts d'étain, vendables aux usines à fer. On prend une dissolution de sel marin à 12 0/0 que l'on additionne de quelques centièmes de soude caustique. Cette liqueur dissout spontanément l'étain à 40° ou 50° et s'enrichit peu à peu. On doit entretenir l'alcalinité par des additions de soude. Les rognures tassées dans des paniers en fer servent d'anodes ; des feuilles de fer-blanc forment les cathodes. La densité du courant ne doit pas, d'après M. Le Verrier, dépasser 150 ampères par centimètre carré. La tension faible au début augmente jusqu'à 3 volts à mesure que la dissolution se charge. On doit arrêter quand la concentration est trop grande. On obtient ainsi une certaine quantité de stannate de soude comme sous-produit. Quant à l'étain spongieux déposé, il suffit de le refondre.

L'Echo des Mines et de la Métallurgie signale, dans le n° du 26 octobre 1903, que la récupération de l'étain du fer-blanc est particulièrement économique quand on emploie comme électrolyte une solution de 10 à 20 0/0 de soude caustique ; avec un courant de 8 volts et 800 ampères on peut désétamer de 10.000 à 12.500 kg.

de fer-blanc par semaine. L'étain ainsi obtenu est fondu et passé au four à réduction, où il est débarrassé du plomb qu'il renferme.

4° On traite les déchets par l'acide chlorhydrique étendu qui dissout lentement l'étain, tandis que le fer n'est pas attaqué tant qu'il n'est pas à nu ; on obtient ainsi du chlorure d'étain que l'on précipite de la liqueur par du zinc ; l'étain obtenu forme un dépôt noirâtre que l'on fond et la tôle est mise aux riblons.

5° M. Le Verrier a indiqué, dans le remarquable cours qu'il professe au Conservatoire des Arts et Métiers, le procédé suivant qui consiste à traiter les déchets de fer-blanc en les chauffant dans une dissolution de soude et de nitrate de soude ; l'étain se dissout en dégageant de l'ammoniaque ; on obtient du stannate de soude et le fer n'est pas dissous. La solution de stannate est traitée par l'anhydride carbonique et l'on obtient de l'oxyde d'étain que l'on traite dans un creuset par le charbon pour avoir de l'étain métallique. On peut encore traiter l'oxyde d'étain par le courant électrique avec des électrodes en charbon.

Traitement des boues électrolytiques. — On peut signaler dans la fabrication du cuivre électrolytique comme opération accessoire le traitement des boues ou résidus qui contiennent les impuretés et les métaux étrangers : 3 à 40 0/0 d'argent, 80 0/0 de cuivre et parfois du plomb ; on peut les passer directement à la coupellation, mais le plus souvent les affineries électriques traitent elles-mêmes leurs boues, pour qu'elles soient aussi riches que possible en argent, en les mettant dans l'acide sulfurique étendu d'eau et en y faisant passer un courant de vapeur d'eau et d'air pour oxyder le cuivre et le plomb, s'il y en a.

Dans l'affinage des *alliages de cuivre et d'or*, on neutralise une dissolution d'azotate de cuivre et on la traite par une plaque de l'alliage : l'or restera insoluble et se déposera en *boues* sous l'anode tandis que le cuivre passera dans la liqueur.

Résidu calcaire de l'enrichissement des phosphates. — Les phosphates naturels sont en fragments ou en nodules plus ou

moins volumineux englobés dans une gangue terreuse dont il est nécessaire de les débarrasser. Lorsque la gangue est calcaire, c'est-à-dire que l'on a des craies phosphatées, on triture la matière phosphatée dans l'eau pour la réduire en boue et on se sert de la différence de densité entre le phosphate et la craie pour enrichir le phosphate. On a ainsi un résidu calcaire dont quelques échantillons m'ont donné à l'analyse la composition suivante :

22 à 36 0/0 de chaux
 55 à 74 0/0 de sulfate de chaux
 2,2 à 3,8 0/0 de potasse

Comme ce résidu, vendu sous le nom de plâtre phosphaté, est très acide, il est bon de le réserver pour fixer l'azote ammoniacal des fumiers.

Utilisation des déchets d'ardoises. — Dans les carrières d'ardoises du pays de Galles on réunit des millions de quintaux de déchets que l'on emploie comme matières premières pour la fabrication des tuiles. L'ardoise est une argile rendue compacte au plus haut degré ; comme elle a perdu la propriété de prendre l'eau et qu'elle est rendue non malléable, par conséquent on ne peut employer ses déchets qu'à l'aide de pressions à sec. On arrive ainsi à en fabriquer des tuiles qui pour être très solides doivent être cuites jusqu'à siccité. Les déchets passent par des machines spéciales qui en font des pierres de 33 0/0 meilleur marché que les briques et surpassant celles-ci en fermeté et solidité. Ces pierres peuvent supporter une très haute température et leur degré de résistance est compté à 1133 kg. par cm. carré.

La méthode de fabrication des pierres d'ardoise est la suivante : on pulvérise les déchets d'ardoise et on les laisse tomber à travers sept différents cribles dans une fosse d'où on les extrait à l'aide d'ascenseurs ; la poudre passe alors dans des cylindres humectés d'eau. La matière humectée va ensuite, par la trémie d'une presse,

dans les moules où les briques sont formées. Les briques sont directement mises au four et cuites (1).

Utilisation des déchets du tournage des boutons de nacre. — On ne connaissait autrefois aucun moyen d'utiliser la partie de la coquille restante après enlèvement de la nacre. On peut réduire ces déchets en une poudre très fine et obtenir ainsi une poudre à bronzer d'un éclat soyeux et métallique qui peut être colorée de toutes les teintes. Les déchets sont d'abord cassés et puis placés dans un cylindre qui les presse contre une meule de grès. La poudre obtenue, lavée et colorée, est livrée au commerce. Afin d'obtenir la poudre brillante employée dans la fabrication des fleurs, on place au début les déchets dans une cuve fermée où ils sont chauffés à la vapeur. Ils se laissent alors beaucoup mieux broyer. On emploie aussi cette poudre pour la fabrication du papier de tapisserie. Sur 1 m^q on a besoin de 3 gr. 5 environ de poudre de nacre.

Utilisation des graisses de colle provenant des fabriques de colles. — Les matières premières servant à fabriquer la colle sont en général des déchets provenant des abattoirs ou des tanneries, vieux gants, peaux de lapin débarrassées des poils, peaux de chats, chiens, pieds de bœufs, veaux, moutons, des tendons, intestins. Avant de travailler ces matières pour fabriquer la colle, on les passe à la chaux afin de dissoudre les parties animales : sang ou viande restées attachées aux déchets et qui en pourrissant nuiraient à la propreté de la colle. On traite ces déchets en les plaçant dans les cuves avec un léger lait de chaux pendant 15 à 30 jours ; on renouvelle pendant ce temps souvent le lait de chaux. Après cela on nettoie les déchets de la chaux adhérente. Le résidu est appelé *graisse ou marc de colle* ; on peut s'en servir pour obtenir de l'huile de

(1) Traduit de l'ouvrage déjà cité du docteur Théodor Koller, par Mlle Hermine Augé.

machine consistante. Pour cela on opère comme suit : on remplit une cuve jusqu'à moitié de ce savon de chaux ainsi obtenu et on fait fondre à petit feu. Puis on chauffe plus fort et fait bouillir jusqu'à ce que la masse jetée sur une plaque de verre se laisse tirer en filaments. Pour obtenir le point juste de cuisson on doit souvent essayer une petite quantité de la masse, car si la matière est trop cuite, elle n'est plus bonne à rien.

On ajoute ensuite en continuant à chauffer assez d'huile minérale grasse pour que la masse obtenue ait la consistance voulue. On refroidit en remuant.

Comme ces grains de colle contiennent souvent beaucoup d'impuretés : terre, cheveux, etc., on doit bien les nettoyer, ce que l'on fait en général au début de la fusion ; les impuretés viennent à la surface ; on les enlève ainsi que celles qui se sont déposées au fond de la cuve.

Récupération de l'acide azotique dans l'industrie de la teinture. — Dans l'industrie de la teinture on utilise certains sels d'étains, de fer ou de cuivre obtenus par l'action de l'acide azotique sur ces métaux ou, plus généralement, sur leurs sels : protochlorure d'étain, sulfate de fer au minium, etc.

Ces réactions, n'étant faites que pour les besoins du service, sont évidemment intermittentes. Quelle que soit leur fréquence, elles sont toujours accompagnées de vifs dégagements de vapeurs d'acide hypoazotique et de vapeurs nitrées. Ces vapeurs ayant à peu près la même densité que l'air se répandent dans les ateliers lors de l'ouverture des bacs à réaction, à moins que par un dispositif spécial on ne réussisse à les chasser directement de la cuve dans l'atmosphère extérieure. Dans le premier cas, les émanations acides sont très gênantes pour les ouvriers et détruisent rapidement le matériel ; dans le second cas elles nuisent fortement aux végétations environnantes et aux voisins de l'usine.

Quand les réactions signalées plus haut se font en grand, et dans tous les cas où il y a production abondante de vapeurs nitreuses, il y a avantage à recueillir et à transformer ces va-

peurs en acide azotique. Pour cela, on les fait généralement passer dans des bonbonnes contenant de l'eau, disposées en flacons de Wolff; si l'aspiration est convenablement faite, toutes les vapeurs sont recueillies. Mais une batterie de bonbonnes montées en flacons de Wolff est encombrante, coûteuse et peu pratique pour des opérations intermittentes. Si l'on ajoute à ces inconvénients que l'acide azotique régénéré doit être dosé avant un nouvel emploi on comprend que ce procédé d'évacuation et d'absorption des vapeurs nitreuses ne soit guère répandu.

L'appareil de M. Blondel, teinturier à Saint-Léger-du-Bourg-Denis (Seine-Inférieure), n'offre aucun de ces inconvénients.

Cet appareil, dont j'emprunte la description et le schéma à une intéressante étude de M. Magnier parue dans le *Bulletin de l'Inspection du travail*, année 1904, page 181, est fondée sur la réaction suivante : Les vapeurs nitreuses réagissant sur le sulfate ferreux *en présence de l'eau*, le transforment en sulfate ferrique (1).

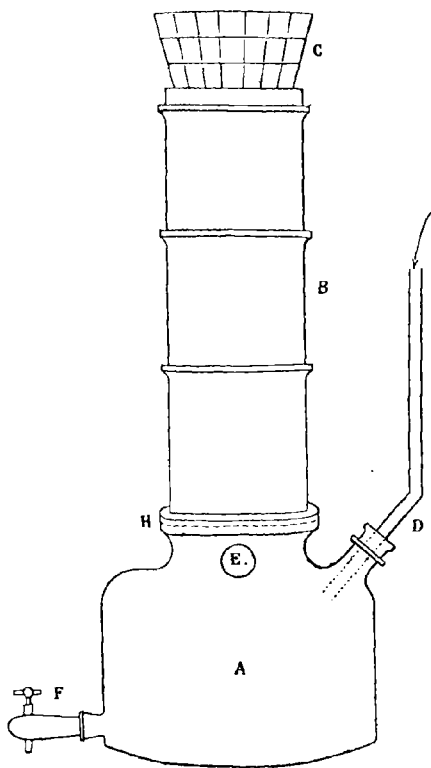


Fig. 104. — Appareil Blondel.

(1) En réalité la réaction serait un peu plus compliquée. Les vapeurs nitreuses, mélange en proportions variables de bioxyde d'azote, d'anhy-
Les Déchets industriels. 23

Réduit à sa plus simple expression, l'appareil se compose :

- 1° D'une bonbonne A en fonte située à la partie inférieure ;
- 2° D'une colonne filtrante B remplie de sulfate ferreux ;
- 3° D'un réservoir d'eau C.

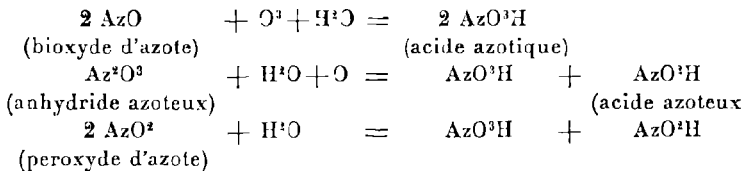
La bonbonne A, en fonte très épaisse, est munie de quatre tubulures. L'une H, assez large, située à la partie supérieure, supporte la colonne filtrante ; l'autre E, moins grande peut servir de regard ; la troisième D, sert à l'adduction des vapeurs nitreuses et la quatrième F, située à la partie inférieure, est munie d'un robinet pour l'écoulement du sulfate ferrique.

La colonne filtrante B est constituée par trois tuyaux en grès vernissé, de 0^m40 de diamètre sur 0^m80 de haut, réunis par un mastic inattaquable (silicate de soude et kaolin ou goudron et matières terreuses) A la partie inférieure de la colonne, un diaphragme percé de trous supporte le sulfate ferreux soumis à la réaction ; c'est par ces trous que les gaz montent dans l'appareil et que le sulfate ferrique obtenu s'écoule dans la bonbonne A.

Le réservoir à eau C consiste en un simple baquet en bois, à fond plat, posé sur le haut de la colonne. L'écoulement de l'eau est réglé d'une façon convenable par un robinet ou par un bouchon conique.

Les vapeurs nitreuses, chassées par un courant d'air de l'appareil clos où elles se produisent, sont amenées, par la tubulure D, à la base de la colonne filtrante. A mesure que l'affaissement du sulfate se produit, on ajoute, par le haut, une nouvelle quantité

dride azoteux et de peroxyde d'azote, donnent en présence de l'eau et de l'oxygène de l'acide azotique et de l'acide azoteux :



L'acide azoteux et l'acide azotique jouissent tous deux de la propriété de transformer le sulfate ferreux en sulfate ferrique.

de ce corps, de façon à conserver une hauteur convenable à la colonne absorbante (on peut, pour la facilité de cette opération, ménager une ouverture à la partie supérieure de l'appareil); cela évite de déranger la cuve à eau toutes les fois que l'on recharge de sulfate ferreux et n'a aucun inconvénient, puisque, si l'installation est bien faite et les opérations bien conduites, il ne doit plus se trouver de vapeurs nitreuses dans l'air expulsé au haut de la colonne B (1).

Il est facile de se rendre compte que l'installation d'un appareil du genre de celui employé par M. Blondel ne constitue pas une grosse dépense; dépense largement compensée par l'amélioration des conditions hygiéniques de l'exploitation et qui peut même devenir une source de bénéfices.

Utilisation des petits cylindres de filature (2). — Sous ce nom on comprend les petits cylindres de fort papier en forme de pointes de cigares qui sont employés par les tisserands, bonnetiers et dans les industries textiles comme bobines; leurs formes et dimensions sont très variables.

Ewald Hœfel à Grüna, Saxe, prit un brevet pour un procédé qui a pour but d'utiliser les grandes quantités de ces bobines de papier pour la fabrication d'objets de parure et d'utilité, comme: manches de parapluie, de cannes, paravents, corbeilles, tables à jeu, meubles d'enfant, cadres, etc. La forme cylindrique de ces bobines rend facile le procédé d'opération; elles ont toutes la même dimension et peuvent s'emboîter l'une sur l'autre de manière à former un bâton solide. Une fois ce bâton formé de la longueur voulue, on passe à travers l'ouverture intérieure un mor-

(1) Au début, M. Blondel avait constitué son appareil avec des barils à pétrole défoncés d'un bout et emmanchés les uns dans les autres. Une installation de ce genre peut convenir pour des essais ou des opérations peu fréquentes, mais deviendrait coûteuse pour une pratique journalière.

(2) Traduit de l'Allemand (ouvrage déjà cité du docteur Koller), par M^{me} Benasson-Marignac.

ceau de bois ou un fil de fer assez fort, afin de le rendre plus solide et de pouvoir le fixer. On passe à l'intérieur un pas de vis sur lequel on visse poignée et virole qui à leur tour consolident les bobines. Le bâton ainsi formé peut être peint ou laqué. Pour un objet spécial à fabriquer, un porte-plume par exemple, on prend une bobine plus grande que l'on munit d'un fond de fer blanc ainsi que d'un couvercle de même métal, puis on embellit par la peinture, ou la laque. Pour fabriquer des objets en forme de vases on prend les bobines que l'on place l'une à côté de l'autre et que l'on fixe en haut et en bas au moyen de fils de fer en couronne. On peut les peindre de différentes couleurs et aussi ajouter un dessous en fer blanc.

Utilisation des déchets de gomme et caoutchouc. —

M. Goodyear écrase les déchets de caoutchouc vulcanisé, les mélange avec du caoutchouc pur également écrasé et les fait passer entre des rouleaux chauffés jusqu'à ce que le mélange soit complet ; on ajoute alors un peu de soufre et on opère comme pour la fabrication du caoutchouc vulcanisé.

M. Bacon coupe en morceaux les déchets de caoutchouc durci ou vulcanisé ou de gutta-percha. Il verse sur 100 kg. de ces déchets, 10 kg. de sulfure de carbone et 250 gr. d'esprit de vin ; il laisse reposer le tout 2 heures dans des récipients fermés ; la masse devient assez molle pour pouvoir être employée à la fabrication de nouveaux objets ; on peut fixer le degré de ramollissement par la quantité de sulfure de carbone ajouté et par la durée de l'opération.

M. Parkes fait cuire 8 à 10 kg. de déchets coupés en morceaux dans une solution concentrée de 20 kg. de chlorure de calcium, jusqu'à ce que la gutta-percha ou le caoutchouc soient devenus mous, et qu'il soit possible d'en unir deux morceaux ensemble en les pétrissant. Les morceaux enlevés du liquide sont lavés d'abord dans une lessive alcaline, puis dans l'eau chaude ; ils peuvent ensuite être de nouveau travaillés.

M. Dodge conseille de couper aussi petit que possible les

déchets et de les placer dans un cylindre entouré d'un autre cylindre ; entre les deux cylindres passe de la vapeur qui chauffe les déchets à 130° jusqu'à ce qu'ils soient devenus plastiques ; on les mélange alors avec du caoutchouc pur ou bien avec 5 kg. de déchets qu'on pétrit dans 100 grammes d'huile de palme, 170 gr. de soufre et 1 kg. 500 de céruse, blanc de zinc, magnésie et alumine.

Un nouveau procédé perfectionné a été donné par M. Burghardt à Manchester et l'inventeur a cherché l'utilisation des déchets d'objets en caoutchouc et la récupération du zinc contenu dans ces objets. Pour cela on jette les déchets dans une cuve de bois ou de plomb, on les couvre de la couche nécessaire d'acide muriatique afin de détruire les fibres ; puis on fait cuire jusqu'à ce que le caoutchouc soit débarrassé de toutes les fibres. La solution contient du chlorure de calcium et de zinc, quelquefois aussi du chlorure de plomb. Le caoutchouc vulcanisé est mis dans un récipient contenant de l'eau et cuit avec cette eau jusqu'à ce que tous les composés de zinc, de chaux et autres soient séparés. Cette solution est ajoutée à la première solution. Le caoutchouc ainsi purifié est séché, mis dans un récipient à doubles parois de bois, cuivre, fer ou plomb ; on ajoute la quantité nécessaire de dissolvant (sulfure de carbone, pétrole, essence de térébenthine, benzine ou un autre corps dissolvant le caoutchouc) ; le récipient est alors fermé et le tout chauffé à 115° par la vapeur d'eau, gaz ou air chaud, jusqu'à ce que le caoutchouc se dissolve en une épaisse masse serrée. Cela obtenu on distille la naphte, d'après le *Chemikerzeitung*, à une température au-dessous de 100°.

La solution indiquée plus haut est traitée avec un sel alcalin ou alcalino-terreux (bicarbonate de soude, soude caustique, carbonate de soude anhydre, carbonate d'ammoniaque, carbonate de chaux, carbonate de potasse, natron caustiques, chaux caustique ou sa solution ou bien potasse caustique, afin de précipiter le zinc, calcium et plomb de leurs solutions. Le précipité est pulvérisé dans de l'eau courante, ce qui éloigne le carbonate de

calcium. Le carbonate de zinc est ou bien séché et ainsi vendu ou bien dissous dans de l'acide muriatique ou acide sulfurique, etc. et vendu comme chlorure ou sulfate de zinc. La solution peut aussi simplement être concentrée et employée comme caustique dans l'industrie textile.

Louis Heyer, fabricant de vêtements caoutchoutés à Berlin, emploie pour l'utilisation des déchets de caoutchouc vulcanisé le procédé suivant : de vieux pneus hors d'usage sont chauffés par la vapeur d'eau. Le soufre distille, le caoutchouc fond et coule dans l'eau chaude ; il se dépose sur le fond de la cuve. La vapeur d'eau empêche la matière de brûler. Le caoutchouc fondu a pris des propriétés qu'il n'avait pas avant. Il forme une masse fluide, sombre qui reste liquide à la température ordinaire, sèche à l'air et conserve sa propriété d'être imperméable. Par contre il a perdu son élasticité. M. Heyer emploie ce caoutchouc liquide principalement pour la fabrication de bâches imperméables pour voitures, wagons, vaisseaux, etc. On peut aussi recommander l'emploi de ce caoutchouc dans la fabrication de laque imperméable pour objets de fer.

MM. Dankmerth et Kœhler ont fait breveter un système donnant la manière de traiter les vieux morceaux de caoutchouc de façon à en extraire l'huile, vernis et autres corps que l'on peut réemployer par mélange avec du caoutchouc ou autres substances à cet effet. Les morceaux de caoutchouc sont placés dans un récipient et distillés à sec. Par cette opération les parties volatiles du caoutchouc se séparent et forment par la condensation une huile et une substance qui vulcanisée possède toutes les propriétés du caoutchouc. Les huiles légères sont séparées des plus lourdes par distillation entre 60 et 103° centig., les premières sont employées pour la fabrication de vernis, les secondes sont mélangées à des huiles végétales et servent aussi à obtenir des vernis. La masse qui reste est pressée fortement et puis mélangée à 7 à 20 0/0 de soufre.

On peut fabriquer une très bonne laque avec les vieux déchets de caoutchouc : on place 2 kg. de vieille gomme, 4 kg. de colo-

phane, 4 kg. de vernis d'huile de lin et 0,5 kg. de soufre dans une cuve; on chauffe jusqu'à ce que le tout soit fondu; on ajoute ensuite 4 kg. d'essence de térébenthine américaine rectifiée chaude, et puis 10 à 12 kg. de vernis d'huile de lin. On peut colorer la laque ou lui laisser sa couleur naturelle qui est celle du miel. Cette laque est recommandée pour enduire les couvertures de plomb et les chambres de fabrication du chlorure de chaux; elle a un très beau brillant et sèche vite (Docteur Koller).

Utilisation des déchets de corne et d'écaille. — On verse sur les déchets une forte solution de potasse et chaux dans laquelle la corne est purifiée et après un certain temps devient gélatineuse. On peut la presser et mettre dans des formes et on lui enlève ainsi toute son humidité. Soumise à une nouvelle pression la masse se laisse travailler pour fabriquer divers objets: pipes, porte-cigarettes, pommeau de cannes, boutons, etc.

On peut aussi utiliser les déchets de corne de la manière suivante: on place les déchets humides dans une forme de métacylindrique, on les réduit en une épaisse masse que l'on pulvérise ensuite; on répète cette opération jusqu'à ce que la masse soit ferme et compacte. On la râpe ensuite et passe au tamis. En général on travaille ensemble les déchets de corne avec les déchets d'écaille, ce qui rend les objets moins cassants. Avec la poudre on fabrique les objets de la manière suivante: on place la poudre entre des plaques de laiton; on presse et place le tout dans l'eau bouillante. Si l'on met la masse dans des moules elle donne les objets que l'on désire. D'après le procédé suivant on prépare les déchets de corne de façon à fabriquer des manches de cannes ou parapluies et divers autres objets.

On prend 1 kg. de chaux non détrempée, 500 kg. de potasse, 40 kg. de tartre et 30 kg. de sel; on dissout le tout dans l'eau puis on vaporise le 1/3 de l'eau employée. On jette dans cette solution les déchets de corne ou d'écaille et on laisse cuire jusqu'à ce que la masse soit assez épaisse pour pouvoir être coulée dans des moules. Le moule doit être enduit d'huile, qu'il soit en métal,

bois ou argile. Si l'on veut obtenir des objets colorés on verse la couleur dans la solution.

On peut aussi cuire les déchets de corne dans une forte lessive de chaux et de potasse assez longtemps pour que le mélange soit assez épais pour être moulé, on colore avant le moulage.

Pour obtenir avec les déchets de corne une substance de corne consistante, M. Pathe les place pendant une heure dans une solution d'acide borique et d'acide arsénieux dissous dans l'acide muriatique de densité égale à 1 ; la quantité d'acide borique doit être double de la quantité d'acide arsénieux. Le récipient qui contient la corne gonflée par cette opération est placé pendant une heure dans un bain d'eau à 60° ; enfin la substance est disposée dans des formes de fer fermées, chauffées à 120°, et pressée jusqu'à ce que tout le liquide soit écoulé. La masse ainsi produite peut de nouveau être employée comme la corne naturelle.

La corne de mouton et la corne de bœuf servent à la fabrication de peignes et de boutons. Le tronçonnage de la corne brute laisse comme déchet la pointe, et les diverses opérations de la fabrication donnent lieu à la production de poussières et de déchets qui, dans quelques usines, sont considérés comme sans valeur.

Il est pourtant possible d'utiliser tous ces déchets et en particulier les fabriques de Labastide-sur-l'Hers, dans l'Ariège, ne laissent rien perdre des résidus de leur fabrication. Elles vendent les pointes de cornes pour la fabrication des manches de couteaux et des tuyaux de pipes. Les autres déchets sont transformés en filaments ténus dans des usines spéciales dont une existe à Larroque-d'Olmes. Ces filaments, mélangés aux poussières, sont livrés comme engrais aux viticulteurs, sous le nom de cornailles-frisons ; ils contiennent près de 14 p. 100 d'azote et sont très appréciés. Leur prix varie entre 20 et 25 francs les 100 kilos.

Toutes les parties de la corne se trouvent ainsi utilisées.

Utilisation des marcs de soude comme absorbants. —

M. Kolb a utilisé les marcs de soude pour combattre en par-

tie l'insalubrité que présente la fabrication du chlorure de chaux. Pour cela, il a fait poser à la tête des chambres de chloruration un ventilateur qui fait passer l'air chargé de chlore sur des marcs de soude lesquels absorbent rapidement tout l'élément chloré avant l'entrée des ouvriers dans les chambres. Les marcs de soude peuvent aussi être employés avantageusement pour absorber les vapeurs nitreuses dans la fabrication de l'acide sulfurique (1).

Utilisation des résidus de la fabrication du chromate de potasse. — Dans les fabriques de chromate de potasse, les résidus liquides ou solides peuvent rentrer dans la fabrication. On évite ainsi la contamination du sol et des cours d'eau. Pour obtenir ce chromate, on calcine un minerai appelé fer chromé, préalablement débarrassé de sa gangue et réduit en poudre avec du salpêtre et du carbonate de potasse. On concasse le produit calciné et on le dispose sur un diaphragme percé de trous et recouvert d'une toile grossière. De l'eau qu'on fait couler sur ce produit dissout le chromate de potasse. On soutire la liqueur qui, en outre du chromate, renferme de la silice et de l'alumine. Pour que ces dernières substances se déposent, il suffit de neutraliser l'alcali libre en ajoutant de l'acide nitrique. Par cette addition, non seulement on provoque ce dépôt, mais on engendre du salpêtre qui cristallise avant le chromate et qu'on peut employer dans une nouvelle calcination. La liqueur ne renfermant plus que du chromate est concentrée dans des chaudières à feu nu et abandonnée. Les eaux mères qui ont fourni des cristaux de chromate sont renvoyées aux cuves de lixiviation et deviennent ainsi l'objet d'un roulement sans fin qui évite la pollution des cours d'eau et ne laisse perdre aucune parcelle de chromate. Quant aux minerais restés sur la toile, on les fait passer de nouveau dans les fours de calcination (Poincarré).

Utilisation des résidus de l'extraction des huiles végétales. — L'extraction des huiles végétales nécessite, comme der-

(1) *L'Assainissement des ateliers et des usines*, par Paul Razous.

nière opération, la filtration qui achève de clarifier l'huile et de la débarrasser de l'acide employé pour l'épuration. Les résidus obtenus seraient une cause d'infection pour les cours d'eau. On a trouvé leur utilisation dans la mégisserie et dans la fabrication des sucres de betteraves pour abattre les mousses des sirops.

Utilisation des déchets des minoteries. — En raison de ce fait que les cultivateurs font un triage imparfait de leur blé ou le livrent tel qu'il sort de la machine à battre, la proportion des déchets des minoteries tend à augmenter.

Les déchets de triage qui se composent de graines étrangères au blé (nielles, vesces sauvages, etc.), sont vendus généralement pour l'alimentation des moutons au prix de 8 fr. à 10 fr. les 100 kilos.

Quant aux poussières et balles, émanant des tarares aspirateurs, ventilateurs, colonnes éponteuses, etc., on les épand habituellement dans les prairies naturelles.

Ces graines et poussières entrent en proportion de 2 à 3 0/0.

Les pulpes et les germes de blé sont mélangés généralement au son ; ils sont transportés automatiquement dans la chambre à son au moyen de transporteurs à courroies ou d'hélices.

J'ajouterai que les meuniers ont un grand intérêt à ne moudre que des blés sains et à effectuer la mouture aussitôt après l'arrivée au moulin.

Avec les blés manquant de siccité, la perte est surtout importante pendant l'été, ainsi que me l'a fait remarquer M. Taillandier, meunier à Châtillon-Coligny, auquel je dois les intéressants renseignements qui précèdent.

Emploi des déchets de coton non réutilisables en filature. — Ces déchets sont en partie vendus aux fabricants de couvertures de coton. Une autre partie sert à faire de la ouate. Enfin les plus mauvais, ceux provenant des ouvreuses et des batteurs servent comme engrais.

Utilisation des déchets de l'égrenage et du battage du

lin. — Ces déchets composés surtout de capsules, de paille et d'un peu de graine, sont donnés en nourriture au bétail ou employés comme engrais.

Utilisation des déchets du travail des émouchures de lin. — Sous le nom d'émouchures, on désigne les déchets de l'émouchetage du lin et ceux du teillage. Ces déchets souvent traités à la peigneuse Heilman fournissent de nouveaux déchets qui sont utilisés.

1° Par les maçons pour une meilleure liaison du mortier ;

2° Par les cordiers qui en retirent des ficelles de peu de valeur ;

3° Par les matelassiers qui s'en servent pour le rembourrage des coussins ;

4° Par les fabricants de carton et de papier.

En Belgique, on compte que chaque broche donne pour un franc de déchet. Ces déchets se vendent de 3 à 4 centimes le kilogramme.

Récupération des débris d'or dans les fabriques de porcelaine. — Tous les morceaux de verre ou porcelaine dorés doivent être soigneusement concassés. On place les débris dans un récipient plat. On verse dessus de l'eau régale formée de 4 parties d'acide muriatique et 2 parties d'acide azotique, jusqu'à ce que les morceaux soient couverts.

Sur ce récipient on en dispose un autre d'ouverture exactement la même. On enduit la jointure des deux ouvertures avec de l'argile, afin d'empêcher la sortie des vapeurs. Après 2 ou 3 heures il est bon de s'assurer si les acides agissent. Si le résultat désiré n'était pas obtenu après ce temps, on devrait placer les récipients dans une cuve remplie d'eau bouillante. D'habitude après 2 heures le résultat est obtenu. Alors on sépare les débris d'or des autres matières en les lavant plusieurs fois à l'eau. Quand on enlève les morceaux hors des acides, les débris d'or sont au fond du récipient (D^r Koller).

CHAPITRE XXIV

PRINCIPES GÉNÉRAUX RELATIFS A L'UTILISATION D'UN RÉSIDU QUELCONQUE

Les procédés d'utilisation signalés dans le corps de cet ouvrage peuvent souvent convenablement modifiés s'appliquer à des industries autres que celles que nous avons indiquées. Il est d'ailleurs possible de poser quelques règles générales relativement à l'utilisation des déchets de fabrication. En premier lieu, tout résidu doit être soumis à l'analyse afin de déterminer les éléments qu'il contient. Si un ou plusieurs des éléments ont, soit par eux-mêmes, soit par leurs combinaisons, une valeur marchande suffisante, il faudra chercher à les isoler par un traitement dont la dépense soit relativement faible par rapport à la valeur des produits. Lorsque aucun des éléments n'a par lui-même une valeur considérable, il faudra, une fois l'analyse faite, comparer la composition du résidu à la composition moyenne des combustibles, des engrais, des matières servant à l'alimentation des animaux, des matériaux de construction, et à tous autres corps ou denrées susceptibles d'utilisation. Deux cas peuvent se présenter :

1° Où le résidu renferme dans des proportions à peu près égales tous les principes d'un composé utilisable, et alors il peut en général servir aux mêmes usages que le composé connu ;

2° Où le résidu par rapport au composé dont il diffère le moins manque de tel ou tel principe, et alors il peut se faire que par

des additions réalisées à peu de frais on puisse le transformer en corps susceptibles d'être employés comme aliments pour les animaux, comme engrais pour le sol, comme matériaux de construction, etc.

Les eaux résiduaires renfermant des matières réutilisables doivent être concentrées. Cette concentration, assez difficile et assez coûteuse lorsqu'on a à traiter des liquides qui se déshydratent difficilement, comme les eaux résiduaires des fabriques de papier travaillant par le procédé au bisulfate, a été réalisée, dans une papeterie du Grand Duché de Bade, au moyen d'un évaporateur spécial, imaginé et construit par M. Kestner, ingénieur à Lille. Cet évaporateur qui évapore, à égalité de surface de chauffe, bien plus que les quadruples effets ordinaires, se prête d'ailleurs tout particulièrement à l'utilisation des chaleurs perdues provenant des fours à coke, hauts-fourneaux, fours de l'industrie chimique, etc.

Le problème de la récupération d'un produit de valeur utilisé industriellement est un peu différent. C'est ici qu'il y a lieu de faire intervenir, en dehors des principes de l'analyse chimique, la connaissance des réactions qui pourront permettre d'isoler, de précipiter, de condenser l'excès de la solution ou de la vapeur qui n'a pas été absorbée dans la transformation industrielle (1).

En résumé, l'utilisation rationnelle des résidus de l'industrie est du domaine de la chimie. Il faut donc que les industriels français aient de plus en plus recours aux connaissances scientifiques et que les laboratoires de nos facultés deviennent des succursales des usines. Il faut surtout, comme l'a si bien dit M. Fleurent, dans son *Etude sur les grandes industries chimiques à l'Exposition de 1900*, que nos fabricants suppriment tout crédit à cette vieille formule : « Il y a loin de la théorie à la pratique », ce qui sous-entend qu'il y a loin de l'expérience du laboratoire à l'expérience industrielle, ou que les lois qui prési-

(1) L'auteur de cet ouvrage, auquel il suffira de s'adresser (44, rue de Bourgogne, Paris), fournira aux industriels qui le désireraient des renseignements sur l'utilisation de résidus spéciaux.

dent à l'une ou à l'autre ne sont pas tout à fait les mêmes. Rien n'est plus faux que cette affirmation ; tous les progrès industriels accomplis depuis cinquante ans le démontrent péremptoirement, et il ne serait pas possible, certainement, de citer un seul exemple d'un procédé, étudié sérieusement dans le laboratoire, qui n'ait, si les conditions économiques en permettent l'emploi, donné industriellement les résultats observés quand, bien entendu, on en a conduit attentivement l'établissement.

TABLE DES MATIÈRES

| | Pages |
|-----------------------|-------|
| Avant-propos. | 1 |

LIVRE PREMIER

CHAPITRE 1^{er}

Utilisation des déchets et des sous-produits communs à la plupart des usines.

| | |
|---|----|
| Cendres de houille | 3 |
| Mâchefers et escarbilles | 4 |
| Emploi du mâchefer contre l'humidité | 5 |
| Emploi du mâchefer pour la confection des routes et des allées | 6 |
| Emploi du mâchefer en construction | 7 |
| Emploi du mâchefer dans les serres | 9 |
| Suie de houille. | 9 |
| Utilisation des chaleurs que perdent par rayonnement les fourneaux des régénérateurs de vapeur | 10 |
| Emploi des flammes perdues des fours | 10 |
| Utilisation des chaleurs contenues dans les gaz qui s'échappent par les cheminées d'usine. | 12 |
| Réchauffeurs d'eau d'alimentation | 12 |
| Réchauffeur de Nacyer | 13 |
| Économiseurs Babcock et Wilcox | 13 |
| Économiseur réchauffeur Belleville. | 13 |
| Économiseur Green | 14 |
| Economiseur Lemoine | 14 |
| Surchauffeurs de vapeur | 15 |
| Tirage artificiel, système Sturtevant, Prat, Kœrting | 18 |
| Production d'air chaud par les gaz de combustion | 20 |
| Utilisation des chaleurs perdues pour la concentration des liquides résiduaires | 21 |
| Emploi des chaleurs perdues des générateurs et des fours pour la dessiccation des matières premières, des produits manufacturés ou des résidus de fabrication | 21 |
| Utilisation de la vapeur d'échappement | 25 |

| | |
|---|----|
| Utilisation des vapeurs d'échappement par l'emploi combiné d'accumulateurs de vapeur et de turbines à condensation. | 25 |
| Utilisation de la vapeur d'échappement pour le réchauffage de l'eau d'alimentation des générateurs | 28 |
| Réchauffeur d'eau d'alimentation Babcock et Wilcox | 30 |
| Réchauffeur Henri Carpentier | 29 |
| Réchauffeur détartreur Hopps | 32 |
| Utilisation de la vapeur d'échappement pour l'échauffement de grands volumes d'air et pour le séchage industriel | 33 |
| Autres utilisations | 36 |
| Utilisation de la chaleur perdue par les moteurs à gaz. | 36 |
| Appareil Lencauchez | 36 |
| Appareil Garnier | 40 |
| Utilisation des chaleurs emportées par les gaz qui sortent des gazogènes. | 41 |
| Récupérateur Deschamps | 43 |
| Récupérateur Genty et Lencauchez | 48 |
| Récupérateur Fichet et Heurtey | 48 |
| Régénérateurs de gazogènes | 49 |
| Récupération des matières lubrifiantes | 50 |
| Dispositif Denoncin | 50 |
| Paliers à récupération | 50 |
| Filtrage des huiles de rebut | 52 |
| Filtre mécanique A. Philippe. | 52 |
| Filtre Cambrai. | 56 |
| Autres filtres (Muller, Desrumaux, Cross, Hamelle, Boachon, Delos, etc.) | 56 |
| Épurateur Ducretet | 57 |
| Extraction des corps gras contenus dans les chiffons de graissage ou d'essuyage des machines | 62 |
| Utilisation de l'eau de condensation et récupération des huiles contenues dans cette eau. | 65 |
| Séparation de l'huile par filtrage de l'eau et condensation. | 66 |
| Filtre des hauts-fourneaux de Cette. | 66 |
| Filtre Selden | 66 |
| Récupération de l'huile contenue dans la vapeur d'échappement. — Les boîtes d'échappement Sturtevant | 67 |
| Séparation de l'huile par dégraissage préalable de la vapeur. | 67 |
| Séparateurs d'huile | 67 |
| Dégraisseur Dericke | 68 |
| Dégraisseur Barnard. | 69 |
| Utilisation des plaques usées d'accumulateurs | 69 |
| Utilisation des sous-produits de l'éclairage au gaz par les usines qui fabriquent elles-mêmes leur gaz | 70 |
| Utilisation des résidus de l'éclairage à l'acétylène. | 71 |

| | |
|---|----|
| Utilisation de la ferraille et autres vieux métaux : Cuivre, étain, zinc, plomb, aluminium, ferrailles, fers blancs. | 74 |
| Récupération des éléments contenus dans la fumée | 74 |

LIVRE II

CHAPITRE 1^{er}Utilisation des déchets et sous-produits des mines,
Usines métallurgiques et fonderies.

§ 1. — MINES

| | |
|---|----|
| Utilisation de la vapeur d'échappement des machines d'extraction, machines de ventilateurs, compresseurs, par le système Rateau. | 77 |
| Récupération des huiles de graissage et des déchets d'huiles proven- nant des lampes de mineurs | 81 |
| Récupération du poussier de charbon développé dans les ateliers de trriage | 81 |

§ 2. — USINES MÉTALLURGIQUES

| | |
|--|-----|
| Utilisation de la chaleur contenue dans les gaz qui s'échappent des fours métallurgiques | 81 |
| Réchauffage de l'air amené aux tuyères | 82 |
| Récupérateur Whitvell, Cooper | 82 |
| Autres récupérateurs. | 85 |
| Chauffage des chaudières | 85 |
| Emploi des gaz des hauts-fourneaux et des fours à coke pour l'ali- mentation directe de moteurs à gaz | 87 |
| Lavage par filtration | 90 |
| Lavage par choc | 93 |
| Moteurs employés avec les gaz des hauts-fourneaux | 97 |
| Moteur Otto | 97 |
| Moteur Delamare-Deboutteville | 97 |
| Moteur Oechelhaüser | 98 |
| Moteur Letombe | 98 |
| Moteur Kœrting | 98 |
| Utilisation des gaz des hauts-fourneaux à l'usine Schneider et Cie de Cette (Hérault) | 99 |
| Utilisation de la vapeur d'échappement des moteurs réversibles de laminoirs, des marteaux-pilons, etc. | 101 |
| Emploi des laitiers | 102 |
| Ciment de laitier | 103 |
| Briques de laitier | 104 |
| Pavés de laitier | 105 |
| Verre de laitier. | 105 |
| Les Déchets industriels. | 24 |

| | |
|--|-----|
| Laine minérale, coton minéral et ouate de laitier | 405 |
| Scories de déphosphoration | 407 |
| Récupération des sous-produits dans les fours à coke | 409 |
| Divers systèmes de fours à récupération | 412 |
| Four Otto | 414 |
| Four Coppée | 416 |
| Four Collin à carneaux verticaux | 418 |
| Four Collin à carneaux horizontaux | 419 |
| Four Smet-Solvay | 420 |
| Four Bernard | 422 |
| Conclusion | 424 |

§ 3. — UTILISATION DES DÉCHETS DE FONDERIE

| | |
|---|-----|
| Cueillir et creusets cassés des fonderies de cuivre | 426 |
| Vieux sable | 427 |
| Fumées métalliques | 427 |

CHAPITRE II

Utilisation des déchets des ateliers de construction mécanique et de travail des métaux.

| | |
|---|-----|
| Emploi des copeaux de tours pour le scellement du fer dans la pierre. | 428 |
| Emploi des copeaux et autres déchets de fer pour la préparation du vitriol vert | 428 |
| Emploi des copeaux de tours pour le revêtement du sol des ateliers. | 429 |
| Emploi de la limaille de fer et de la limaille de fonte | 429 |
| 1° Mastic de rouille | 429 |
| 2° Mastic pour réparer les objets en fonte. | 429 |
| 3° Mastic de fonte pouvant servir pour scellement et pour la chaudronnerie | 430 |
| 4° Mastic pour soufflures dans la fonte. | 430 |
| Résidus de polissage et ébarbage de cuivre, nickel, bronze, etc. | 431 |
| Récupération des poussières chez les batteurs d'or | 431 |
| Extraction de l'huile des copeaux | 431 |
| Sous-produits des coutelleries | 433 |

CHAPITRE III

Utilisation des déchets du travail du bois.

| | |
|---|-----|
| Dispositifs spéciaux pour le captage des copeaux et des poussières produits par les machines à travailler le bois | 434 |
| Installation de M. Leps, d'après une étude de M. Coussot | 435 |
| Aspiration et transport des déchets, système Surtevant | 442 |
| Utilisation de la sciure de bois et des copeaux | 448 |

TABLE DES MATIÈRES

371

| | |
|---|-----|
| Emploi des déchets de bois. | 148 |
| Emploi de la sciure et des copeaux de bois pour le chauffage des générateurs de vapeur | 149 |
| Foyer Colomer et Lordier | 153 |
| Foyer Godillot | 155 |
| Grille Poillon | 158 |
| Grille Kudlicz | 159 |
| Dispositif Wolff | 160 |
| Dispositif Varlet | 160 |
| Dispositif Troye | 161 |
| Emploi de la sciure de bois pour la fabrication de briquettes. . . | 161 |
| Procédé autrichien | 161 |
| Procédé de Fagersta | 161 |
| Procédé Heidenstam | 161 |
| Procédé Schneider | 162 |
| Emploi de la sciure de bois pour fixer les éléments fertilisants . . | 163 |
| Emploi de la sciure en horticulture. | 164 |
| Emploi de la sciure dans l'alimentation des animaux | 164 |
| Emploi de la sciure et des déchets de bois pour la fabrication de l'alcool éthylique | 165 |
| 1 ^o Saccharification de la cellulose | 165 |
| 2 ^o Extraction du glucose | 165 |
| 3 ^o Fermentation | 166 |
| 4 ^o Distillation | 166 |
| Emploi des déchets de bois et de la sciure dans les gazogènes . . | 166 |
| Emploi de la sciure de bois pour la fabrication d'un gaz d'éclairage | 169 |
| Autres usages | 170 |

CHAPITRE IV

Utilisation des déchets de liège.

| | |
|---|-----|
| Fabrication des agglomérés de liège | 171 |
| Emploi du béton de liège | 171 |
| Fabrication du linoléum et du lino-bugau | 172 |
| Emploi des déchets de liège pour l'éclairage des usines | 174 |
| Rembourrage des panneaux de selle | 174 |
| Autres usages des déchets de liège | 176 |

CHAPITRE V

Utilisation des déchets de l'industrie textile.

§ 1^{er}. — TRAVAIL DU LIN

| | |
|-------------------------------|-----|
| Déchets de teillage | 177 |
| Déchets de peignage | 178 |

| | |
|--|-----|
| Déchets des cardes | 178 |
| Déchets de filature | 178 |
| Triage des déchets au moyen des loups ou moulins | 178 |
| Triage par ventilation des déchets du cardage | 179 |
| Captage et triage des déchets. | 179 |
| Utilisation en papeterie des déchets fibreux de qualité inférieure | 180 |
| Utilisation des courtes fibres après transformation | 181 |

§ 2. — TRAVAIL DU CHANVRE

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Utilisation des chenevottes. | 182 |
| Autres déchets | 182 |

§ 3. — TRAVAIL DU JUTE 182

§ 4. — TRAVAIL DU COTON

| | |
|--|-----|
| Éponge en déchets de coton, système Hassfeld | 183 |
|--|-----|

TRAVAIL DE LA LAINE

| | |
|---|-----|
| Traitement des eaux résiduaires des peignages de laine | 184 |
| Extraction du carbonate de potasse des eaux de désuintage | 184 |
| Extraction de l'huile d'acétone | 184 |
| Traitement des eaux de lissage | 186 |
| Traitement des eaux de lavage | 187 |
| Extraction de la glycérine des eaux savonneuses provenant des peignages de laines | 191 |
| Extraction des matières grasses de la laine au moyen des terres absorbantes | 192 |
| Emploi des blousses | 193 |
| Emploi des tontisses | 193 |
| Bouts de fils tombés des métiers à filer ou à tisser | 194 |
| Utilisation des autres déchets. | 194 |

§ 5. — TRAVAIL DE LA SOIE

CHAPITRE VI

Utilisation des déchets de distillerie.

| | |
|--|-----|
| Résidu de la distillation des matières amylacées. | 198 |
| Résidu de la saccharification des grains par les acides. | 199 |
| Utilisation des drèches résultant du traitement du maïs par le procédé Colette et Boidin | 200 |
| Appareil Donart et Boulet. | 200 |

| | |
|---|-----|
| Utilisation des résidus de la distillation des betteraves et des topinambours | 203 |
| Pulpe, Vinasses | 203 |
| Utilisation des résidus des distilleries de mélasses | 204 |
| Fonds de cuve | 204 |
| Vinasses | 204 |
| Évaporation et calcination des vinasses par le four Porion. | 204 |
| Évaporation dans les appareils à effets multiples | 206 |
| Exploitation des vinasses de betteraves par distillation. Procédé de M. Vincent | 207 |
| Traitement du salin de betterave | 208 |
| Utilisation des vinasses pour produire l'ammoniaque | 209 |
| Utilisation des résidus de la distillation du vin | 209 |
| Résidus de la rectification de l'alcool brut | 211 |

CHAPITRE VII

Utilisation des résidus de l'industrie sucrière.

§ 1. — SUCRERIES DE BETTERAVES

| | |
|---|-----|
| Feuilles et collets de betteraves | 212 |
| Eaux de lavage des racines. | 213 |
| Pulpes ou cossettes épuisées | 213 |
| Ensilage | 214 |
| Dessiccation. | 215 |
| 1 ^o Appareil Garner | 216 |
| 2 ^o Appareil Vermuleth et Ellenberger | 216 |
| 3 ^o Appareil Büttner | 216 |
| Boues de sucrerie. | 218 |
| Mélasses | 219 |
| Composition chimique de divers fourrages mélassés. Pail-Mel | 220 |
| Eaux d'osmose. | 223 |

§ 2. — FABRIQUES DE SUCRE DE CANNE

| | |
|---|-----|
| Emploi de la bagasse comme combustible | 223 |
| Emploi de la bagasse pour la fabrication de la pâte à papier. | 225 |

§ 3. — RAFFINERIES DE SUCRE

| | |
|---|-----|
| Utilisation des bas produits du raffinage. | 225 |
| Emploi du noir animal comme engrais | 226 |
| Récupération des déchets dans les casseries de sucre. | 226 |

CHAPITRE VIII

Utilisation des sous-produits de l'industrie laitière.

| | |
|---|-----|
| Résidus de beurreries | 228 |
| Utilisation du petit-lait pour l'alimentation des animaux | 228 |
| Utilisation industrielle des sous-produits des laiteries | 229 |
| Fabrication de la caséine | 229 |
| Utilisation de la caséine. | 229 |
| Fabrication du sucre de lait | 230 |
| Fabrication du fromage maigre | 231 |
| Préparation des aliments concentrés à base de caséine | 231 |
| Résidu du barattage | 233 |
| Lait d'égout. | 234 |
| Utilisation du petit-lait contre la neurasthénie | 234 |
| Résidus de fromagerie | 234 |
| Sérum. | 234 |
| Lait d'égout. | 235 |
| Raclures de fromage. | 235 |

CHAPITRE IX

Utilisation des déchets des malteries et brasseries.

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Eaux de trempage de l'orge | 237 |
| Drèches | 237 |
| Tourillons | 240 |
| Marc de houblon | 241 |
| Levures usées | 242 |

CHAPITRE X

Utilisation des résidus des amidonneries.

| | |
|---|-----|
| Utilisation des résidus dans le procédé ancien ou par fermentation. | 243 |
| Utilisation des résidus dans le procédé par malaxation. | 243 |

CHAPITRE XI

Utilisation des résidus de féculerie.

| | |
|---|-----|
| Utilisation de la pulpe de drèche | 245 |
| Utilisation des eaux de lavage | 245 |

CHAPITRE XII

Utilisation des résidus de cidreries.

| | |
|---|-----|
| Emploi des marcs de pommes et de poires comme engrais. | 247 |
| Utilisation des marcs de pommes pour l'alimentation du bétail | 247 |

CHAPITRE XIII

Utilisation des résidus des huileries.

| | |
|--|-----|
| Tourteaux | 249 |
| Emploi des tourteaux dans l'alimentation du bétail | 249 |
| Tourteau de colza | 251 |
| Tourteau de navette | 252 |
| Tourteau de moutarde et de ravisson | 252 |
| Tourteau de lin | 252 |
| Tourteau d'arachides | 252 |
| Tourteau de cameline | 253 |
| Tourteau de madia | 253 |
| Tourteau de maïs | 253 |
| Emploi des tourteaux comme engrais | 254 |
| Emploi des tourteaux dans les laboratoires | 255 |
| Extraction des corps gras contenus dans les tourteaux résiduaire de la fabrication d'huile d'olive | 256 |
| Utilisation des grignons dégraissés. Procédé Wladimir Guerrero | 258 |
| Séparation-dessiccation des grignons dégraissés | 258 |
| Carbonisation du grignon riche pour obtenir, d'une part, un charbon granuleux, dit « Noir végétal » ; d'autre part, un liquide pyroli- gneux qui renferme de l'alcool méthylique, de l'acide acétique et du goudron ; et en troisième part, des gaz combustibles non condensés utilisables pour le chauffage des foyers. | 260 |

CHAPITRE XIV

Utilisation des résidus des fabriques de chocolat.

| | |
|---|-----|
| Utilisation des coques de cacao | 262 |
|---|-----|

CHAPITRE XV

Utilisation des déchets des papeteries et des ateliers de reliure.

| | |
|---|-----|
| Utilisation des cassés | 264 |
| Eaux résiduaire | 264 |
| Récupération de la soude | 265 |
| Emploi du bisulfite de calcium provenant des fabriques de pâte de bois | 266 |
| Ramasse-pâtes | 266 |
| Utilisation des déchets de fabrication des papiers parchemin. | 266 |
| Utilisation des déchets de reliure | 266 |
| Fabrication du papier mâché | 267 |

CHAPITRE XVI

**Utilisation des déchets produits dans le travail des cuirs et des peaux.
Délainages — Tanneries — Mégisseries — Fabriques de chaussures
Ganteries.**

§ 1^{er}. — UTILISATION DES DÉCHETS ET SOUS-PRODUITS DE L'INDUSTRIE
DU DÉLAINAGE

| | |
|---|-----|
| Déchets du sabrage | 270 |
| Epaillage | 271 |
| Rinçage des sabrages bruts | 271 |
| Dégraissage et rinçage | 272 |
| Acidulage et essorage | 273 |
| Séchage et carbonisation | 274 |
| Broyage et battage | 274 |
| Débris du battage | 276 |
| Eaux de lavage | 277 |
| Eaux de bassin de trempage | 277 |
| Eaux des sabrages | 277 |
| Eaux des bacs de dégraissage. | 278 |
| Cuirs inutilisables en mégisserie | 280 |
| Engrais | 281 |

§ 2. — TANNERIES

| | |
|--|-----|
| Emploi des débris d'écharnage et des déchets des abattoirs pour la fabrication de la colle. | 282 |
| Emploi des bourres | 285 |
| Utilisation des eaux résiduaires des tanneries | 285 |
| Utilisation de la tannée. | 285 |
| Emploi comme combustible | 286 |
| Emploi comme engrais. | 288 |
| Utilisation des déchets de cuir gras | 290 |
| Emploi des déchets de peau pour la fabrication du cuir artificiel | 290 |

§ 3. — MÉGISSERIES

| | |
|--|-----|
| Utilisation des résidus des mégisseries, fragments de peaux, Jam- beaux de chair, tenant encore aux peaux trempées et qu'on enlève par l'ébourrage et l'écharnage (opérations faites sur le cheval). | 291 |
| Résidus de sumac et de cubracho | 291 |
| Grasses extraites des peaux par suite de l'opération du dégraissage par des dissolvants | 292 |
| Dégraissage des peaux de moutons avec récupération des matières employées. | 292 |

§ 4. — FABRICATION DES CHAUSSURES

| | |
|--|-----|
| Captage des poussières et des déchets de cuir | 293 |
| Utilisation des déchets de cuir pour fabriquer le prussiate. | 293 |
| Pâte de cuir. | 295 |
| Cuir artificiel | 295 |
| Système Pickel. | 295 |
| Brevet Minns | 296 |

§ 5. — INDUSTRIE GANTÈRE

| | |
|---|-----|
| Utilisation des déchets du dolage | 297 |
| Utilisation des divers déchets. | 297 |

CHAPITRE XVII

Utilisation des déchets de savonneries.

CHAPITRE XVIII

Utilisation des déchets de stéarineries.

| | |
|--|-----|
| Récupération de la glycérine. | 301 |
| Séparation et utilisation de l'acide oléique | 303 |

CHAPITRE XIX

Utilisation des sous-produits des usines à gaz.

| | |
|---|-----|
| Extraction des corps contenus dans la masse épurante des gaz d'éclairage | 306 |
| Extraction du soufre. | 307 |
| Extraction des sels ammoniacaux solubles. Sulfate, cyanure et sulfocyanure. | 307 |
| Extraction du ferrocyanure insoluble de fer et d'ammonium | 307 |
| Utilisation des masses d'épuration du gaz pour production de l'acide sulfurique | 309 |
| Utilisation du poussier de coke | 309 |
| Utilisation du graphite provenant du nettoyage des cornues | 310 |
| Utilisation du brai pour fabriquer du bitume factice. | 310 |
| Utilisation du mâchefer. | 310 |
| Résidu acide du traitement des huiles légères. | 310 |

CHAPITRE XX

Utilisation des déchets et résidus de l'industrie des huiles minérales.

| | |
|--|-----|
| Régénération de l'acide sulfurique et de la soude ayant servi au traitement du pétrole | 312 |
|--|-----|

| | |
|---|-----|
| Utilisation des résidus de la distillation des pétroles comme combustibles | 314 |
| Foyer à résidus de pétrole Engle | 315 |
| Utilisation des déchets provenant des traitements alcalins. | 316 |
| Méthodes d'utilisation indiquées dans « Zeitschrift fur angewandte chemie. » | 316 |

CHAPITRE XXI

Utilisation des déchets et résidus des fabriques de produits chimiques.

| | |
|---|-----|
| Récupération des déchets dans la fabrication de l'acide sulfurique | 318 |
| Utilisation des résidus du grillage des pyrites | 318 |
| Captage de l'acide sulfurique qui se forme dans les fours à pyrite | 320 |
| Récupération des produits nitreux | 320 |
| Utilisation des résidus de fabrication de l'acide nitrique. | 321 |
| Utilisation des résidus de fabrication de la dynamite | 322 |
| Utilisation des résidus des fabriques de nitrite de sodium. | 322 |
| Utilisation des résidus des fabriques de sulfure de carbone | 323 |
| Utilisation des résidus de fabrication de la soude par le procédé Leblanc | 324 |
| Régénération du soufre des marcs de soude. Procédé de Saint-Gobain | 325 |
| Procédé de la Société des produits chimiques du Nord | 325 |
| Emploi des marcs de soude pour la préparation de l'hyposulfite de calcium | 326 |
| Utilisation des résidus de fabrication de la soude par le procédé Solvay | 327 |
| 1 ^o Traitement par la chaux. | 328 |
| 2 ^o Traitement par la magnésie | 330 |
| Utilisation des résidus de fabrication du ferrocyanure de potassium | 330 |
| Utilisation des résidus de la fabrication des couleurs d'aniline. | 331 |

CHAPITRE XXII

Fabriques de ciment, de chaux et ateliers de concassage, Broyage, tamisage et emballage de matières pulvérulentes.

| | |
|---|-----|
| Récupération des poussières de ciment | 332 |
| Moulins à boulets frappeurs | 334 |
| Ensachage mécanique du ciment | 338 |
| Captage pendant le broyage et la pulvérisation des poussières ayant une certaine valeur | 341 |
| Utilisation des débris de briques | 341 |

CHAPITRE XXIII

Récupération et utilisation des déchets de diverses industries.

| | |
|---|-----|
| Récupération des vapeurs mercurielles chez les doreurs sur métaux | 342 |
| Récupération des vapeurs de benzine dans le traitement des tourteaux | 342 |
| Récupération de la benzine dans les fabriques de tissus imperméables | 343 |
| Régénération de la gazoline dans l'extraction des corps gras . . . | 344 |
| Récupération de l'étain et de l'indigo dans les teintureries . . . | 344 |
| Utilisation des déchets de verreries. | 345 |
| Récupération de la soudure des boîtes et vases en fer blanc, utilisation des lames de fer blanc désunies. | 346 |
| Traitement des déchets de fer blanc. | 348 |
| Traitement des boues électrolytiques | 349 |
| Résidu calcaire de l'enrichissement des phosphates | 349 |
| Utilisation des déchets d'ardoises | 350 |
| Utilisation des déchets du tournage des boutons de nacre | 351 |
| Utilisation des graisses de colle provenant des fabriques de colles. | 351 |
| Récupération de l'acide azotique dans l'industrie de la teinture . . | 352 |
| Utilisation des petits cylindres de filature | 355 |
| Utilisation des déchets de gomme et caoutchouc | 356 |
| Utilisation des déchets de corne et d'écaille. | 359 |
| Utilisation des marcs de soude comme absorbants. | 360 |
| Utilisation des résidus de la fabrication du chromate de potasse . | 361 |
| Utilisation des résidus de l'extraction des huiles végétales. . . . | 361 |
| Utilisation des déchets des minoteries. | 362 |
| Emploi des déchets de coton non réutilisables en filature | 362 |
| Utilisation des déchets de l'égrenage et du battage du lin. . . . | 363 |
| Utilisation des déchets du travail des émouchures de lin | 363 |
| Récupération des débris d'or dans les fabriques de porcelaine. . . | 363 |

CHAPITRE XXIV

| | |
|---|------------|
| Principes généraux relatifs à l'utilisation d'un résidu quelconque | 364 |
|---|------------|

EN VENTE A LA LIBRAIRIE V^{ME} CH. DUNOD .

49, quai des Grands-Augustins, PARIS.

-
- Dictionnaire des arts et manufactures et de l'agriculture**, par Ch. LABOULAYE et une réunion de savants, d'ingénieurs et d'industriels. Septième édition, revue, complétée et mise à jour. Les livraisons peuvent être vendues séparément, au prix de 2 fr. 50 l'une. L'ouvrage complet en 5 gros vol. à 2 colonnes, avec 5.800 figures. 120 fr.
- La sécurité du travail dans l'industrie**, Moyens préventifs contre les accidents d'usines et d'ateliers, par Paul RAZOUS, ingénieur civil, inspecteur départemental du travail dans l'industrie. Grand in-8° de 378 pages avec 222 figures 12 fr. 80.
- Droit commercial et législation industrielle**, par L. MARTIN, professeur libre de droit, membre de la Chambre des députés. Gr. in-16 de 671 pages 10 fr.
- Les scieries et les machines à bois**, par P. RAZOUS, ingénieur, inspecteur du travail dans l'industrie. In-8° de 475 pages avec 332 fig. 15 fr.
Exploitations en forêts. Scieries fixes. Ateliers de menuiserie et d'ébénisterie. Tours et machines à copier. Fabrication mécanique des caisses d'emballage. Tonnellerie mécanique. Applications de l'électricité dans les ateliers de travail du bois. Mesures préventives contre les accidents des scieries et des machines à bois. Responsabilité des patrons des scieries et autres établissements où l'on travaille mécaniquement le bois, en cas d'accidents survenus au personnel occupé.
- L'assainissement des ateliers et des usines**. Propreté et aération des locaux; évacuation des gaz, poussières, vapeurs et buées. (Ouvrage couronné par la Société Industrielle du Nord de la France, prix Danel de 300 fr.), par P. RAZOUS, inspecteur départemental du travail. In-8°, avec figures. 5 fr.
- L'eau dans l'industrie**. Composition, influences, désordres, remèdes, eaux résiduaires, épuration, analyse (*Medaille d'argent de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*), par H. DE LA COUX, ingénieur-chimiste, expert près le Conseil de préfecture de la Seine, professeur de chimie appliquée à l'industrie à l'Association polytechnique. Gr. in-8° de 500 pages, avec 134 figures 15 fr.
- Du choix d'une carrière industrielle**, par Paul BLANCARNOUX, ingénieur publiciste, rédacteur en chef du *Journal des Inventeurs*, avec une préface de Paul ADAM. In-8° de 377 pages. Broché, 7 fr. 50; cartonné 9 fr.
Première partie: Ecoles préparatoires. Arts et métiers, Arts et manufactures. Autres écoles techniques. *Deuxième partie*: L'aptitude technique. Le professorat industriel. L'industrie. Les travaux publics. Les voies ferrées. Les armées. *Troisième partie*: La colonisation. Europe. Afrique. Asie. Océanie. Amérique. Récapitulation complémentaire et conclusion.
- L'arrivisme industriel** (Europe et Amérique), par J.-A. WEST, ingénieur, traduit de l'allemand par Ed. GRESSER, ancien inspecteur principal des postes et télégraphes. In-16 4 fr. 50.

DIJON, — IMPRIMERIE DARANTIÈRE