4122-i

НСГБ НАН

DE LA DIFFUSION

ET DES PROCÉDÉS RÉCENTS

DE FABRICATION DU SUCRE

НИСГБ НААН

C 27
1. Expl.
3804
1918:43

DE LA

DIFFUSION

ET DES PROCÉDÉS RÉCENTS

DE FABRICATION DU SUCRE

AU MOYEN

DE L'OSMOSE OU DE LA SÉPARATION

PAR

JULES CARTUYVELS
Professeur d'agronomie à l'Université catholique de Louvain,
Ingénieur civil, ancien Secrétaire de la Société générale
des fabricants de sucre de Belgique, etc.

F. RENOTTE
Chimiste

EMILE REBOUX
Ingénieur-sucrier.

Bibliothek des Instituts für Zucker-Industrie Berlin N. 65. Amrumerstrasse.
ННСГБ НААН
Інв. № 41122 і

LOUVAIN
CHARLES FONTEYN, IMPRIMEUR-ÉDITEUR
rue de Bruxelles, 6
1884

Институт Сахарной Промышленности
БИБЛИОТЕКА
ННСГБ НААН

TOUS DROITS RÉSERVÉS.

НСГБ НААН

A

MONSIEUR BEERNAERT

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

DE L'INDUSTRIE

ET DES TRAVAUX PUBLICS

Hommage respectueux

LES AUTEURS

НСГБ НААН

TABLE DES MATIÈRES.

AVERTISSEMENT XI
Préface de la 1re édition XIII

INTRODUCTION.

Considérations sur les procédés usuels d'extraction du jus de la betterave 1

LA DIFFUSION.

Chapitre premier.

NOTIONS THÉORIQUES 25
Équivalent endosmotique 35
Diffusion dans le cas de solutions complexes. Dialyse 38

Chapitre deuxième.

LE PROCÉDÉ DE LA DIFFUSION 47
Description de l'outillage 49
I. *Coupe-racine* 50
II. *Batterie de diffusion* 64
1. Batterie ancienne, rectiligne, simple ou double, avec réchauffeurs externes à la batterie 67
2. Batterie circulaire, avec calorisateurs interposés, système Riedel 69
Réchauffeurs, calorisateurs, injecteurs 76
Soupapes réglant le parcours des jus 83

Chapitre troisième.

PRATIQUE DE LA DIFFUSION.

Essai de l'outillage à blanc 87
Mise en marche 88

Travail normal 96
Compresseur Schacher 118
Diffusion continue avec un seul vase. 120

Chapitre quatrième.

Appréciation du système 126

Chapitre cinquième.

Les pulpes de diffusion 179
III. *Presse à cossettes.* 188
Les pulpes de diffusion au point de vue agricole. 192

Chapitre sixième.

Travail des jus et sirops 217
A. Traitement des jus des diffusion 217
B. Traitement des égoûts et mélasses par l'osmose 242
C. Méthode mixte par l'emploi des saccharates. — 1. Considérations théoriques 256
2. Pratique du procédé dit » de séparation », dû à Steffen . 271

SUPPLÉMENT.

Coupe-racines Ulrich 280
Coupe-racines rectiligne Reboux 281
Coupe-racines centrifuge 284

ANNEXES.

Documents. Législation belge d'accise en matière de diffusion ou d'osmose 286

TABLEAUX SYNOPTIQUES.

Travail de la macération Schützenbach 8
Per.es à l'extraction dans le système de la pression hydraulique. . 11
Pertes en sucre dans le travail 24
Diffusion et endosmose. 41

НСТБ НААН

Système Mallebrancke 75
Températures de diffusion. 103-117
Diffusion continue 124
I. Composition de betteraves (Flandre belge) 135
II. Composition de jus de diffusion. 135
III. Composition de jus naturels et jus diffusés. 136
IV. Poids spécifique, température et composition du jus de chaque diffuseur 137
V. Marche du travail (Drs Reichardt et Bartz) 139
VI. Composition des cossettes de diffusion avant pression 152
Composition des cossettes de diffusion sortant des presses Klusemann 152
Quantité de matière solide conservée dans les cossettes suivant qu'on fait varier la pression 153
VII—VIII—IX—X—XI. Coût de la main-d'œuvre au poste de l'extraction par presses hydrauliques 155-157
XII. Quantité de betteraves nécessaire pour produire 1000 kilogr. de sucre 158
XIII. Travail de diffusion. Comparaison du jus de la betterave et celui des bacs-jaugeurs 166
XV. Analyse des jus des divers vaisseaux d'une batterie de diffusion 170
XVI. id. id. id. id. id. 173
XVII. id. id. id. id. id. 175
XVIII. Résultat du travail dans une usine de diffusion 176
XIX. Comparaison des betteraves et des pulpes au point de vue alimentaire 194
XX. Teneur en eau des matières alimentaires 196
XXI. Matières nutritives de la betteraves conservées dans la pulpe de presses — de diffusion 199
XXII. Composition centésimale de la pulpe de presse hydraulique — de diffusion 201
XXIII. Tableau relatif à l'engraissement de bœuf, à l'aide de pulpes de diffusion ou de pression hydraulique 203
XXIV. Rations pour bœufs de travail. 205
XXV. Rations pour bœufs d'engrais 205
XXVI. Composition des pulpes de diffusion à l'état frais 207
XXVII. Composition des pulpes de presses hydrauliques à l'état frais. Rapport nutritif de diverses substances, par Wolff (en note) 208
XXVIII. Valeur comparative des cossettes fraîches ou fermentées . 212
XXIX. Résultats obtenus de l'osmose dans une sucrerie belge travaillant 10 millions de kilogr. de betteraves par la diffusion et l'osmose 247
XXX. Frais d'extraction par presses hydrauliques — par diffusion . 254
XXXI. Compte général de la *main-d'œuvre* dans une fabrique de sucre 255

XXXII. Rendement de la masse cuite en tous jets 256
XXXIII. id. id. avec osmose id. 256

PLANCHES.

DANS LE CORPS DE L'OUVRAGE.

Coupe-racines Julius Blancke 51
Couteau Coqui et Greiner 62
Batterie ancienne. 68
Robinet automatique Reboux 104
Presse à cossette Selwig et Lange 191

ATLAS 192

НСГБ НААН

AVERTISSEMENT DE L'ÉDITEUR.

—

En 1879, parut sous le titre : *La diffusion au point de vue scientifique, industriel et agricole,* la première édition du présent ouvrage. Cette publication avait le mérite de venir à son heure et moins de six mois après son apparition, l'édition se trouvait épuisée.

M. Dubrunfaut, ce vulgarisateur éminent, dont nous regrettons la perte récente, daigna faire dans les revues spéciales, la critique de cet ouvrage, qu'il caractérisait dans les termes suivants : « Ce livre est un résumé complet de la question et il dispense de lire toutes les publications parues sur la matière. »

Comme on le verra par la préface de la première édition, l'ouvrage originaire ne s'occupait que des divers modes d'extraction des sucs de la betterave et nullement du traitement subséquent de ces liquides en vue d'en retirer le sucre par voie de cristallisation.

La nouvelle édition comble cette lacune. La moitié de l'ouvrage est consacrée à l'exposé de la fabrication moderne du sucre, au traitement des liquides de diffusion et des arrières sirops ou mélasses par les méthodes les plus perfectionnées.

Un ingénieur spécialiste bien connu, qui a mis la main à un grand nombre d'établissements de diffusion montés dans ces derniers temps en France, en Belgique et aux Pays-Bas, M. Emile Reboux, a daigné prêter sa collaboration à MM. Cartuyvels et Renotte, en vue de mettre le traité au niveau des derniers perfectionnements industriels.

Les auteurs, ayant à faire un triage parmi les nombreux procédés de travail préconisés tour à tour avec plus ou moins de succès, se sont bornés à l'exposé des méthodes dont un succès industriel incontesté atteste la valeur éprouvée : le public leur saura gré, croyons-nous, de cette discrétion.

Louvain, 31 Juillet 1884.

L'ÉDITEUR.

Préface de la première édition.

—

Les plantes élaborent durant la période de végétation différentes substances, dont plusieurs font l'objet d'industries spéciales. Ces substances se trouvent dans le système cellulaire des végétaux à l'état de solution. Suivant que la solution est plus ou moins riche en sucre cristallisable, la plante elle-même fournira une matière première plus ou moins appropriée à la *fabrication du sucre*. Ouvrir les cellules saccharifères et les forcer d'abandonner tout le suc qu'elles contiennent, telle paraît à première vue une opération inévitable dans l'industrie sucrière.

Il n'est donc pas étonnant que, jusque dans ces derniers temps, on se soit presqu'exclusivement appliqué à perfectionner les moyens de déchirer les cellules végétales et d'améliorer les conditions de pression. De là, ces nombreuses formes de râpes, de presses mécaniques, hydrauliques et autres, essayées tour à tour, avec plus ou moins de succès, dans l'industrie de la fabrication du sucre.

Dès l'origine cependant, on s'est aperçu que l'action de l'eau favorise singulièrement l'extraction des solutions sucrées. L'addition d'eau à la râpe, le délavage des pulpes, la repression, la macération, etc., reposent sur cette observation importante. Toutefois, malgré les prodiges de la mécanique, malgré la perfection que les fabricants amis d'un sage progrès ont su donner à leurs installations, on se heurte à des difficultés insurmontables. Une quantité notable de sucre résiste à ces manipulations, quelles que soient l'énergie de l'outillage et l'habileté déployées dans ces modes d'extraction du jus.

Du jour où fut reconnue la force qui permet au sucre de traverser les membranes végétales et de circuler dans les plantes, on peut dater une ère nouvelle dans la fabrication du sucre.

Grâce aux travaux des Dutrochet, Graham, Dubrunfaut et autres, on apprit à faire connaissance avec les fonctions vitales du règne végétal. Les lois de l'osmose et de la diffusion des corps devaient bientôt trouver des applications variées et fécondes dans l'industrie sucrière.

Un des savants qui, par ses lumières et ses patientes recherches, a contribué efficacement à fixer ces lois importantes, eut la gloire de leur donner une application pratique dans le travail des mélasses.

D'autre part, l'application de ces mêmes lois à la

matière première elle-même et non plus au résidu du travail entra sur le terrain pratique dès 1864.

On n'ignore pas combien sont lentes et pénibles, en général, les applications de la science à l'industrie. L'osmose et la diffusion offrent cette particularité remarquable d'avoir fourni, dès l'origine, des résultats nettement encourageants, et d'être entrées définitivement dans la pratique industrielle par la seule persévérance de leurs premiers initiateurs.

L'industrie sucrière est arrivée à cette période de développement où la concurrence est devenue une menace permanente pour l'existence des établissements qui se trouveraient en défaut pour ce qui regarde la production économique du sucre. L'avilissement persistant de la valeur commerciale du sucre met plus que jamais à l'ordre du jour les questions de nature à diminuer le prix de revient de cet important article de consommation.

Non-seulement en Europe de vastes plaines, extrêmement favorables à la production du sucre, sont restées jusqu'ici vierges de toute plante saccharifère, mais surtout les pays transatlantiques nous préparent sur ce terrain, comme sur beaucoup d'autres, une concurrence dont il y a lieu de se préoccuper. D'autre part, l'outillage encore informe de la production coloniale peut se transformer radicalement et s'est déjà amélioré en beaucoup de régions, grâce aux circonstances que l'on sait. Elle

peut nous placer, dans un avenir à prévoir, dans une situation toute nouvelle à l'égard du sucre provenant d'autres matières premières plus riches que celles dont nous disposons jusqu'ici. L'imperfection du régime fiscal ne tend pas à rendre cette situation moins précaire.

Augmenter la consommation, diminuer le prix de revient tant de la matière première que du produit fabriqué, tel est le double objectif naturel du manufacturier, dans toute industrie quelconque. Telles sont plus que jamais les conditions d'existence formelles de l'industrie sucrière. Dans le travail industriel de la fabrication du sucre il faut considérer spécialement :

1° Les matières premières;

2° Les procédés d'extraction de jus;

3° Le travail ultérieur des jus ou la fabrication proprement dite.

La culture et l'acquisition des matières premières dans des conditions rationnelles constituent la première et la plus importante phase du travail requis pour la production du sucre.

Nous ne traiterons pas ici de ce point, pas plus que des conditions ultérieures du travail des jus, règlées en vue d'amener la cristallisation du sucre qu'ils renferment. Nous nous occuperons exclusivement des *procédés d'extraction* du jus de la betterave*.

* Voir l'*Avertissement de l'éditeur*.

Les études consciencieuses de Walkhoff, Stammer, etc., qui sont entre les mains de tous, nous dispensent d'entrer ici dans les détails minutieux concernant les divers procédés d'extraction jusqu'ici en usage.

Il résulte de ces études qu'il y a peu d'années encore la pression hydraulique était sinon le seul procédé d'extraction en faveur, du moins le plus important à considérer par le nombre de ces adhérents et par le degré de perfection qu'on avait su lui donner comparativement aux autres systèmes jusque-là en pratique.

Effectivement, les dix-neuf vingtièmes au moins des industriels appliquaient, sous des formes diverses, il est vrai, la pression hydraulique : un petit nombre essayaient timidement la macération, le turbinage, la pression continue et enfin la diffusion.

Tandis que les autres systèmes ne pouvaient supporter l'éclat du jour ou succombaient dans le travail industriel proprement dit, la diffusion manifesta dès sa naissance, pour ainsi dire, une vitalité extraordinaire, dont aucun des autres systèmes successivement préconisés n'avait eu la puissance.

L'étude que nous présentons aujourd'hui au public industriel a pour but d'exposer le principe de la méthode de diffusion et les conditions rationnelles de sa mise en œuvre. Ce travail s'adresse

surtout aux fabricants de sucre de la France, de la Belgique et des Pays-Bas, pays où les conditions économiques de la production du sucre offrent des analogies marquées.

Nous n'avons pas eu la prétention et nous n'avons pas eu pour but de faire, à propos de la diffusion, un exposé historique ni purement didactique. Dans ce manuel tout pratique, le désir d'être utile à la classe d'industriels que vise spécialement notre travail nous a amenés à intercaler de ci, de là, au cours de l'exposé, des considérations commerciales, agronomiques, fiscales et autres, que l'on pourrait trouver déplacées dans un traité technique mais qui, toutes d'actualité, serviront, nous en avons l'espoir, à donner des idées justes sur la valeur du procédé et sur les vraies règles de son emploi.

La diffusion nous vient de l'Allemagne. A la date actuelle, un double reproche peut s'adresser, avec plus ou moins de fondement, à nos doctes voisins d'Outre-Rhin à propos de ce procédé industriel. Les publicistes allemands d'abord, lorsqu'ils se sont livrés à l'exposition du système nous ont représenté le phénomène de la diffusion dans des traits qui rendaient leur démonstration difficile à saisir : à la lecture, on se figurait qu'il existait un arcane quasi impénétrable là où le manufacturier le moins instruit ne doit trouver, en fait, qu'une notion très-aisée à percevoir et dont l'application ne présente ni mystère, ni difficulté d'exécution.

Cette idée, répandue parmi nos fabricants, a été une des causes de la lenteur avec laquelle s'est propagée dans nos contrées la connaissance du système ainsi que son application.

Un reproche bien autrement fondé et beaucoup plus grave est celui que nous adresserons aux fabricants *diffuseurs* de l'Allemagne et de l'Autriche lesquels, en possession d'une excellente méthode de travail depuis dix à quinze ans, ont successivement transformé et altéré les règles de leur pratique manufacturière au point qu'on ne les retrouvera bientôt plus que dans les traités de leurs technologistes et qu'on est embarrassé, à l'heure présente, lorsqu'il s'agit de renseigner à un industriel français un établissement allemand où la méthode de diffusion fonctionne encore d'une manière entièrement recommandable et pouvant servir de modèle. Cette assertion, hardie en apparence, recueillera certainement l'adhésion de nos confrères, les publicistes allemands, qui ne se font pas faute de morigéner à ce sujet les industriels, leurs adeptes.

Cela étant, on comprendra aisément l'utilité d'une publication telle que celle à laquelle nous avons consacré nos soins et dont l'objet est non seulement d'instruire nos industriels mais encore de les prémunir contre l'enseignement déplorable qu'ils seraient tentés d'aller recueillir, en matière de diffusion, auprès de leurs voisins d'Allemagne.

Pour ce qui est des industriels de ce dernier pays qui nous feraient l'honneur de nous lire, nous tenons à répéter que notre exposé a été tracé en considérant uniquement l'économie spéciale de la production du sucre dans nos pays : c'est ainsi, par exemple, que dans la comparaison de la valeur respective des divers systèmes d'extraction du jus de la betterave, nous avons pris pour type la méthode de pression hydraulique telle qu'on la pratique dans nos régions et non la méthode de double pression usitée généralement dans les établissements de l'Allemagne.

Nous formons le vœu de voir cette étude sur la diffusion servir largement à la propagation d'un procédé des plus rationnel, économique et hautement recommandable au point de vue agricole comme à tous autres points de vue.

Louvain, 1er Septembre 1879.

INTRODUCTION.

Considérations sur les procédés usuels d'extraction du jus de la betterave.

I.

L'idée de supprimer tout outillage de pression mécanique et de recourir uniquement à l'action dissolvante de l'eau pour extraire le sucre renfermé en solution dans le tissu de la betterave n'est pas absolument neuve. Dans le système d'extraction par la pression hydraulique, où l'on réduit, au préalable, la racine en bouillie, en la déchirant à l'aide d'un puissant râpage, on se rend aisément compte de l'influence qu'exerce sur le rendement en jus l'eau qu'on ajoute, à la râpe, pour faciliter le déchirement du tissu et la sortie du jus sucré. De là, l'idée émise dès l'origine même de l'industrie et reproduite sous des faces diverses dans le cours de ce siècle, de baser l'extraction du jus sur la donnée du pouvoir absorbant de l'eau pour les parties sucrées mises à nu ou rendues libres par l'ouverture des cellules de la betterave lors du râpage de cette plante.

ННСГБ НААН
Інв. № 41122-і

Un éminent agronome, Mathieu de Dombasle, réalisa le premier, au début de ce siècle, un mode d'extraction du sucre *par digestion*, c'est-à-dire, en faisant emploi d'eau chaude pour éliminer le sucre des betteraves préalablement débitées en tranches dont l'épaisseur atteignait au plus 4 à 5 millimètres. Dombasle découpait la racine à l'aide d'un tranchoir rudimentaire et non par l'action de la râpe. Ce système, auquel son auteur attacha le nom impropre de *macération* (1), offre des analogies marquées avec le système moderne de la diffusion : il n'est pas sans intérêt de s'y arrêter quelques instants, vu la similitude de certaines conditions de travail dans les deux systèmes, afin de prémunir les industriels-*diffuseurs* contre les inconvénients présentés par le procédé de macération et qui peuvent éventuellement se produire en cours de diffusion.

L'outillage de la macération Dombasle consistait en un coupe-racine alimentant une série de cuves à faux-fonds. On versait, à plusieurs reprises, de l'eau bouillante sur les cossettes accumulées dans la première cuve : le liquide sucré qui s'en écoulait servait à extraire le sucre des cossettes de la 2e cuve ; le jus enrichi de la sorte passait ensuite sur les cossettes de la 3e cuve, et ainsi de suite, jusqu'à ce que, par ce lessivage méthodique, l'eau initiale se fût graduellement transformée en un jus sucré d'un poids spécifique convenable pour la défécation,

(1) La macération est, à proprement parler, un lessivage *à froid* : c'est la basse température à laquelle se pratique l'épuisement qui différencie cette opération de la décoction, de la digestion et autres traitements analogues.

c'est-à-dire, approchant celui du jus naturel de la plante.

On arrêtait l'ablution de la première cuve lorsque l'aréomètre n'indiquait plus de matières solides dans le liquide qui s'écoulait de cette cuve : originairement, on se bornait même à s'assurer que l'eau légère n'offrait plus la saveur sucrée.

La simplicité et la hardiesse du système, à une époque où la science manufacturière comme l'outillage industriel étaient eux-mêmes élémentaires, procurèrent à l'invention de Dombasle une prompte et légitime renommée. La quantité de jus obtenue était considérable; les frais d'extraction étaient minimes, car le système supprimait du coup les râpes et les presses hydrauliques avec le nombreux et coûteux personnel que requiert l'emploi de ces engins; on économisait la force motrice à l'atelier d'extraction, les sacs en laine et les frais qu'amène leur entretien. La quotité de sucre immobilisé dans le résidu était insignifiante.

Ne croirait-on pas lire l'énoncé des qualités qui recommandent le système de la diffusion?

Mais voici, d'autre part, les inconvénients de la méthode, inconvénients radicaux qui enrayèrent bientôt son développement. L'épuisement complet des cossettes exigeait un temps très long pendant lequel elles restaient exposées à l'action de l'air : or, par l'effet d'un refroidissement inévitable, les jus en circulation donnaient une large prise à la fermentation, de permanence à l'usine. On y parait en partie par l'alcalinisation du dissolvant, à l'aide de la chaux : mais il devenait bientôt malaisé

d'épuiser les cossettes par emploi de jus ou d'eau très calcaire; et le résidu, la betterave épuisée, perdait de sa valeur alimentaire par le fait de l'incrustation que présentait son tissu sous le passage de ces mêmes liquides calcaires. La macération ne durait pas moins de six à huit heures : parfois, en fin de campagne notamment, elle se prolongeait au double de ce terme et donnait alors des jus fortement colorés à la cuite.

Le point spécialement défectueux de la méthode résidait dans la haute température de l'eau de digestion à l'origine de l'opération : le tissu de la betterave était lui-même attaqué par l'eau chaude et se transformait partiellement en composés pectiques solubles, qui passaient dans le jus en leur communiquant, ainsi qu'aux sucres, une viscosité des plus nuisible (1) et une nuance foncée lors de la concentration des sirops.

« On en revient toujours aux premières *idées*. » La diffusion reproduit le mode de Dombasle en corrigeant ses côtés défectueux : l'épuisement se fait à une température moins élevée, qui laisse intacte la cossette tout en la dépouillant complètement du sucre; l'opération est rapide, à l'abri de l'air, sans addition de chaux, toutes circonstances de nature à rendre les jus peu mélassigènes, d'une cuite aisée et peu colorés. On se retrouve donc au point de départ, mais éclairé des lumières de la science et de l'expérience, aidé aussi par l'outillage perfectionné de

(1) D'après certains chimistes, une partie en poids de pectine dissoute dans le jus peut empêcher la cristallisation de quinze parties de sucre.

notre époque. Dans un temps où chacun, en matière de diffusion, prétend attacher son nom à un nouveau système, qu'il prône comme le meilleur, il nous a paru convenable d'insister, au début de cette étude, sur la priorité incontestable acquise à l'illustre agronome de Roville dans la série des procédés qui visent à opérer par l'action seule de l'eau l'extraction du sucre de la betterave. A tout seigneur, tout honneur.

Dans une savante conférence faite à la Société générale des fabricants de sucre de Belgique, un chimiste français, M. Vivien, exposant le système de la diffusion, signalait comme un *desideratum* auquel le progrès de la méthode conduirait vraisemblablement quelque jour, celui qui consisterait à soumettre à la diffusion le *pressin* même, la betterave râpée et non plus la betterave découpée. Cette opinion prêterait, dans l'état actuel de nos connaissances, à une sérieuse discussion, déplacée dans un exposé de la nature de celui que nous entreprenons ici. Mais nous reproduisons à dessein cette assertion pour montrer, comme nous venons de l'indiquer pour la macération Dombasle, que l'extraction du sucre opérée exclusivement par l'épuisement du pressin à l'aide de l'eau a donné lieu, lui aussi, il y a près d'un demi-siècle, à des essais sérieux bien que restés stériles.

Ce fut en 1837 que Pelletan réussit à installer dans un grand nombre de fabriques son *lévigateur*, appareil opérant l'épuisement de la râpure de bette-

rave par un lessivage méthodique et supprimant à peu près toute main-d'œuvre entre la râpe et les vaisseaux de défécation.

Nous avons reproduit, dans les colonnes de la *Sucrerie Belge* (1), la description détaillée et le mode d'emploi d'un appareil breveté en faveur d'un de nos confrères, savant et praticien tout à la fois, M. E. Charles. Cet appareil est destiné à opérer, en un seul vase, la diffusion continue des cossettes, à l'aide d'une vis d'Archimède horizontale qui fait avancer lentement les lamelles à épuiser d'une extrémité à l'autre d'un cylindre mesurant huit mètres de longueur. De l'eau fraîche pénètre par le bout du cylindre opposé à celui par lequel entre la cossette : cette eau se charge de plus en plus à mesure qu'elle avance vers son orifice de sortie ; la cossette, de son côté, s'appauvrit graduellement jusqu'à ce qu'elle tombe à l'extérieur, complètement désucrée, au dernier pas de la vis, tandis que l'eau, parvenue, en cheminant inversement, au premier pas de la vis, sort du cylindre avec une densité à peu près égale à celle du jus tel qu'on l'envoie communément au mesureur de la régie.

Le diffuseur-continu de M. Charles nous a rappelé, par certains côtés et dans son aspect sommaire, le *lévigateur Pelletan*, appareil trop tôt oublié et qui mériterait de servir à nouveau aux études de nos constructeurs. L'inconvénient principal du lévigateur horizontal gisait dans la forte proportion de

(1) N° du 15 janvier 1878. *Appareil de diffusion continue, à un seul vase*, par E. Charles de Sterpigny (Gouvy).

pulpe folle qui chargeait les jus et dans l'altération qu'amenait promptement dans ces liquides le *touillage* de la pulpe, délayée très menu, au contact de l'air : c'était introduire par deux portes différentes le loup dans la bergerie.

La *méthode de Schützenbach*, qui traite également la pulpe de betterave directement *par macération*, est une variante de l'idée de Pelletan : elle s'implanta, à une certaine époque, dans un grand nombre d'établissements. Les essais tentés par Schützenbach pour épuiser par l'eau, non la pulpe râpée, mais bien la betterave fraîche débitée en lanières, ne furent pas couronnés de succès. En pratique, voici comment fonctionnait le système.

La pulpe était produite sans addition d'eau à la râpe. Transportée dans un vaisseau spécial, on l'y additionnait de 50 % d'eau, qui s'incorporait intimement à la bouillie grâce à l'action d'un agitateur, analogue au mélangeur à peignes verticaux en usage dans certaines brasseries. L'agitateur était monté sur un arbre vertical, placé au centre de la cuve et faisant vingt révolutions à la minute. Après cinq minutes de contact, on soutirait; ce premier jus léger était dirigé vers une seconde cuve, installée comme la première et remplie de pulpe fraîche. Même manœuvre du 2e au 3e vase, du 3e au 4e, et ainsi de suite, jusqu'à un 16e et dernier vase. Il y a du 1er vase au dernier un système de tuyaux qui permet, par exemple, de remplir d'eau le 1er vase à un niveau égal à celui qui s'établit dans le 2e vase après l'introduction du jus léger.

Voici, en un tableau, la décroissance des densités indiquée, d'une part, par le calcul théorique, d'autre part, par les constatations de la pratique, d'un vaisseau de macération au suivant, dans une fabrique qui utilisait une racine dont le jus initial marquait 15.4 % Balling.

La colonne *théorique* contient les chiffres obtenus par le calcul en partant de la donnée de 16 % Balling pour le jus initial. La colonne *pratique* a trait, comme nous l'avons dit, à un jus moyen un peu moins dense. Les degrés sont pris à l'aréomètre Balling.

Nos des cuves . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Degré calculé % .	0.25	0.5	1	2	4	8	12	14	15	15.5
Degré constaté % .	1.1	2.2	2.75	3.5	4.5	5.4	6.75	8.8	9.5	12

Les résultats obtenus par l'emploi de la macération Schützenbach étaient très variables d'un établissement à l'autre en dépit de tous les soins : on en a conclu rationnellement à l'imperfection de la méthode. Les pulpes folles et les écumes infestaient les jus de macération malgré toutes les précautions prises par l'industriel; et dans le cas où l'on visait à réaliser la pureté des jus par l'emploi de pulpe râpée gros, l'épuisement était fort incomplet. Somme toute, le procédé s'appliquait avantageusement aux seules betteraves riches, ce qui explique comme quoi il soit resté localisé en Allemagne. La quantité d'eau nécessaire pour la macération et le lessivage des cuves atteint dans ce procédé trois à quatre fois le poids des betteraves. Le rendement en jus peut

atteindre 89 pour cent, soit 4 à 5 % de plus que par les presses hydrauliques.

La macération vise à utiliser le contact mécanique de l'eau avec le jus, ou, si l'on veut, avec les cellules ouvertes de la betterave : elle a pour but, en quelque sorte, de laver toutes les cellules saccharifères. Les jus de macération sont donc constitués par des eaux de lavage généralement très-impures. Le travail, presqu'entièrement automatique, présente l'avantage de diminuer la main-d'œuvre dans une proportion notable, relativement au mode de la pression hydraulique.

Dans le système de la macération, les résidus, très aqueux, sont habituellement soumis à une pression grossière, qui prévient leur altération et les rend d'une utilisation et d'un transport faciles.

L'habile technologiste Walkhoff a imaginé de combiner *la pression hydraulique et la macération*, de manière à extraire sensiblement la totalité des éléments solubles de la betterave. Les jus qui proviennent de ce traitement donnent une production supérieure de sucre et de mélasses, avec un emploi moindre d'eau que dans le cas de simple macération. Le système est, d'autre part, frayeux et présente réunis les désavantages spéciaux aux deux méthodes d'extraction qu'il utilise simultanément.

En Allemagne, on a aussi installé, dans de rares usines, le système de lessivage de la pulpe fraîche à l'aide de *turbines* ou de *presse-filtres*. Ces diverses tentatives visant à remplacer, en totalité ou en

partie, le mode usuel d'extraction du jus, nous paraissent remarquables, indépendamment de leur mérite intrinsèque, en ce qu'elles témoignent d'un désir universel d'arriver à un procédé d'extraction moins onéreux, plus simple et plus efficace que celui de la pression hydraulique.

L'apparition de plus en plus fréquente d'appareils de *pression continue*, outillage dont se sont surtout préoccupés les constructeurs français, dérive de la même tendance. Constatons néanmoins, en terminant ce court aperçu, que, jusqu'à la date actuelle, le système d'extraction du jus de betterave par *pression hydraulique* est de tous celui qui, en France et en Belgique, a rallié la majeure partie, la quasi-unanimité des industriels. Cette faveur se justifie par la valeur du système, comparativement aux méthodes que nous venons d'esquisser. Néanmoins, ce mode d'épuisement est loin encore de répondre aux exigences d'une industrie où une légère fraction dans le rendement, soit en plus, soit en moins, peut à elle seule constituer le manufacturier en gain ou en perte, en excédant ou en manquant.

Le tableau suivant, résumant de récentes expériences exécutées par M. Durin, nous fait apprécier les pertes à l'extraction du jus par les presses hydrauliques et la pureté comparée de la betterave et du jus extrait :

CAMPAGNE 1878-79.	BETTERAVES travaillées.	SUCRE		DENSITE aux bacs jaugeurs.	QUOTIENT DE PURETÉ DU JUS.	
		p. % kil. de betteraves.	p. % kil. de betteraves dans les bacs jaug.		dans la betterave.	aux bacs jaugeurs.
Du 7 Octobre au 19 Octobre	2.251.500	11.02	9.41	3.9	80.7	80.4
Du 20 Octobre au 2 Novembre	2.544.000	10.60	8.77	3.8	78.75	78.52
Du 3 Novembre au 16 Novembre . . .	2.566.000	10.74	8.96	3.8	79.05	79.08
Du 16 Novembre au 30 Novembre . . .	2.573.000	10.21	8.60	3.8	77.96	77.44
	9.933.500	10.64	8.935	3.825	79.11	78.77

Perte à l'extraction : 10.64—8.935=p. % kilog. de betteraves. 1.705.

Donc : sur 100 kilog. de betteraves travaillées par les presses hydrauliques, et additionnés d'environ 40 % d'eau à la râpe, les betteraves ayant une richesse moyenne de 10.64, la perte dans les pulpes, sacs, etc., etc., est de 1.70 de sucre.

Cette perte est bien entendu variable avec la richesse de la betterave, plus elle sera riche, plus la perte sera élevée et *vice versa*.

M. Durin opine dans le sens de notre avis, exprimé plus loin, en ce qui regarde le mode vicieux de conclure de la quantité de pulpe produite à la quantité de jus extrait. « L'analyse de la pulpe, difficile à faire à tous points de vue et surtout comme prise d'échantillon, donne une perte moins élevée; on fait 21 % de pulpe dans l'usine dont nous nous occupons et cette pulpe ne donne que 6 à 7 % de sucre à l'analyse, soit une perte de 1.20 à 1.30; or,

la perte réelle, établie par de nombreuses analyses, sur 10.000.000 de kilog. de betteraves environ est de 1.70; donc l'analyse pure et simple de la pulpe est un mauvais moyen d'appréciation de la perte à l'extraction.

Par les presses continues (1), double pression, et malaxage entre les deux pressions à la température de 50 à 55° pendant dix à douze minutes avec 120 à 140 % d'eau du poids de la pulpe de première pression, et en travaillant les betteraves de 11 à 12 % de sucre : la perte à l'extraction par 100 kil. de betteraves est de 1.00 à 1.10 de sucre.— On peut maintenir cette perte constante, quelle que soit la richesse de la betterave, en augmentant ou en diminuant la proportion d'eau ajoutée.

La macération ou le malaxage à l'eau froide, donne des résultats inférieurs à ceux obtenus par l'eau chaude; mais, même opérée vers 55°, cette macération n'est jamais assez complète pour amener un équilibre complet entre la teneur en sucre des jus faibles et celle de la pulpe. -

II.

Les considérations qui suivent ont particulièrement trait au mode suivi en France et en Belgique dans la mise en œuvre du système d'extraction du

(1) Les presses employées étaient des systèmes Collette et Champonnois.

jus qui a prévalu jusqu'à présent, à savoir celui des *presses hydrauliques*. Dans l'intention d'établir plus tard un parallèle entre ce système et celui de la diffusion, nous passerons rapidement en revue diverses conditions d'exécution du procédé, qui influent dans le calcul du rendement comme aussi sur le résultat du travail.

L'extraction des jus de betteraves par râpage et pression hydraulique fournit généralement, dans nos pays, de 74 à 80 % du jus naturel de la betterave. Nos meilleurs ateliers de presses ne dépassent guères 80 %; en moyenne, on atteint 78 % environ.

Ces chiffres sont déduits de nombreuses constatations en poids, tant de betteraves que de pulpes, à la bascule des fabricants. Il y a, dans l'établissement de ces chiffres, une certaine élasticité provenant de ce qu'ils ne représentent pas exactement des poids de betteraves réellement râpées et mises en œuvre, mais bien des poids de betteraves que le coëfficient de *la tare* est venu modifier souvent d'une manière arbitraire. L'industriel qui ne se rend pas un compte exact et constant de la variation de ce coëfficient ne se trouve jamais à même d'asseoir sur une base indiscutable le calcul de son travail manufacturier et de ses rendements. Il en est de même de l'écrivain qui fait état, sans y apporter de réserves, des chiffres établis de cette façon par l'industriel.

Il est une série de points à considérer si l'on veut savoir bien nettement la quantité de matière première que l'on travaille, pour déduire de cette donnée la valeur même du procédé que l'on suit pour en retirer le sucre.

Que de fois, par exemple, le lavage des racines ne laisse-t-il pas à désirer? Que de fois le laveur n'amène-t-il pas à la râpe des betteraves viciées par l'adhérence de matières terreuses, nuisibles à la bonne marche du travail et qui figurent, dans le recensement du manufacturier, comme poids de betterave réellement travaillé?

Au râpage, dans les manipulations qui s'ensuivent, il se perd une quantité notable de jus par adhérence aux surfaces métalliques et autres, aux claies, aux sacs, au parquet, etc.; par suite de projections, d'altérations, du défaut de constance dans la pression et autres circonstances analogues, les conditions de l'extraction varient non-seulement d'une usine à l'autre, mais dans la même usine d'un jour à l'autre et parfois dans le cours d'une même journée.

Dans la confection de la bouillie à presser, l'eau ajoutée à la râpe joue un rôle prépondérant et sur la densité du jus et sur la facilité plus ou moins grande, soit de son extraction par la pression hydraulique, soit même de son travail et de son épuration aux opérations ultérieures de la fabrication. Or, l'admission de l'eau de dilution au râpage se fait sans calcul aucun, sans règlement : le surveillant du poste reçoit pour toute consigne d'élargir la venue d'eau lorsque le jus vient à accuser, au densimètre de la régie, une densité trop élevée; de la restreindre, au contraire, lorsque ce chiffre vient à baisser; de combiner ces deux manœuvres de façon à conserver au jus admis aux vaisseaux du travail une densité aussi constante que possible, oscillant, par exemple, de 3°.8 à 4°, de manière à ne jamais

abandonner dans le résidu de la pression un jus trop riche. Il suit de là que jamais, dans nos usines, on ne connait avec précision la quantité d'eau que l'on ajoute à la râpe (1), à moins de la jauger exactement, à l'occasion d'expériences spéciales. Nous verrons plus loin que, à moins de peser, comme cela se pratique en Allemagne, toutes les quantités de racines dûment décolletées et lavées qu'on admet au râpage, il manque aux estimations un élément important si l'on ne tient pas un compte scrupuleux de l'eau introduite lors du râpage.

Un autre élément, dont la quotité et l'influence néfaste viennent vicier la quantité et la qualité du jus mis en œuvre, c'est la pulpe folle qu'on constate dans nombre d'établissements, soit d'une façon permanente, soit à certain degré d'usure de la râpe, et qui varie aussi en raison inverse du soin qu'on met à éviter sa formation ou à la retirer du jus avant de diriger celui-ci vers les vaisseaux de défécation. Cet élément vient aussi altérer les calculs et il agit à l'encontre des intérêts de l'industriel sur le densimètre de la régie. Les terres entraînées dans le jus

(1) Dans les distilleries, tout le volume de l'eau admise aux appareils de réfrigération doit forcément traverser une éprouvette en verre, portant une graduation et placée bien en vue, dont les organes sont disposés de telle manière que l'on puisse aisément, à toute heure, lire sur l'éprouvette le nombre de litres qui s'écoulent par minute et modifier à son gré, dans des limites précises, la quantité d'eau admise dans la circulation.

On ne saurait trop recommander l'adoption d'un organe régulateur de l'espèce, qui rendrait de véritables services pour contrôler le volume de l'eau livré à la râpe et, partant, les variations mêmes qui se produisent dans le poids du jus naturel des betteraves et dans le travail de la pression hydraulique.

lors du râpage de racines malpropres exercent une influence analogue, au double point de vue de l'altération de la prise en charge et de celle du travail.

L'absence de bases rationnelles pour l'approvisionnement de l'usine permet aussi à la betterave de qualité inférieure de parvenir à la râpe au même titre et au même prix que les racines susceptibles de fournir un rendement avantageux. De là, ces quantités presqu'indéfiniment variables de jus à faible titre, dont la qualité varie également dans des proportions importantes. Il ne faut plus s'étonner, dès lors, de constater, dans le rendement des établissements sucriers, des écarts de 90 à 110 litres de jus par cent kilogrammes de betteraves mises en œuvre; ou encore des écarts de 1.035 à 1.045 dans la densité des jus naturels fournis par les betteraves de diverses provenances dans une même usine, ou bien d'une même betterave à différentes époques de la campagne. Personne n'ignore dans quelles limites peut décroître le poids spécifique et la pureté de composition d'une betterave, lorsque sa conservation sur le champ, en tas ou en silos, n'a pas été entourée des soins nécessaires, spécialement lorsqu'on peut craindre une température trop élevée ou des gêlées. La betterave à jus faible, généralement de qualité médiocre, est plus que toute autre sujette à des altérations graves par le fait de son échauffement en silo : lorsqu'on la travaille altérée, en fin de campagne, on constate fréquemment un abaissement brusque dans le rendement des masses cuites, en même temps qu'augmente le volume des mélasses produites.

Ce qui précède suffit à expliquer comment, dans des conditions en apparence assez semblables, on peut arriver à des résultats totalement différents. Les données incomplètes donnent forcément lieu à un contrôle inexact et insuffisant, dont on ne peut tirer d'induction réellement utile : dans cette pénombre, l'industriel ne peut distinguer nettement la cause véritable des pertes et, conséquemment, il ne peut pas non plus y porter remède.

Par le système usuel d'extraction du jus, les pertes en sucre, au poste des presses hydrauliques, s'élèvent à 15 ou 20 % du sucre extrait : cela fait, au bas mot, pour la Belgique seulement, une immobilisation de 12 à 15 millions de kilogrammes de sucre dans le résidu de la pression et dans les diverses manipulations accompagnant l'extraction du sucre. Sur une campagne de 10 millions de kilogrammes de racines la perte se chiffre par environ 150,000 kilogrammes de sucre, quantité aisément récupérable, en majeure partie du moins, par l'adoption de systèmes plus simples, plus rationnels et plus économiques.

Telle est la démonstration des faits, avec leur logique brutale. Il n'est pas, d'ailleurs, malaisé de démontrer *a priori* l'impuissance de la méthode de râpage à atteindre le but proposé d'une extraction aussi complète que possible.

La solution du sucre dans la betterave est emprisonnée dans des cellules microscopiques. Le râpage a pour objet d'ouvrir ces cellules, de façon à ce qu'aucune, si possible, n'échappe à ce déchirement du tissu. Or, sous le microscope on compte au

minimum 150 à 200 de ces petits réservoirs ou cellules par millimètre cube. En admettant qu'on parvienne à construire une râpe assez perfectionnée pour que les dents ténues de ses scies parviennent à effectuer momentanément ce travail d'une extrême délicatesse, il est de toute évidence que la section parfaite du tissu cessera bientôt de se produire par le fait de l'usure de la râpe, de l'oblitération des dents de scie qui perdent peu à peu, par le travail, et leur trempe, et leur tranchant et leur pointe. D'autre part, la quantité de travail, la masse journalière de betteraves à râper, restant constante alors que l'outil perd graduellement de ses qualités, on comprend que la valeur du travail va baissant de plus en plus et qu'on s'écarte ainsi de plus en plus du but poursuivi.

L'addition de l'eau produit une augmentation de rendement, et cette augmentation est, jusqu'à un certain point, en raison directe de la quantité d'eau ajoutée ; de là, son usage universel dans les différents systèmes d'extraction de jus. Ainsi, une part directe et très active doit être attribuée à l'action de l'eau sur la cellule saccharifère, même dans le travail par voie de râpage et de pression. Non seulement la présence de l'eau sert à faciliter le travail mécanique, mais encore, par son contact avec le système cellulaire de la betterave, elle exerce une action décisive sur le travail d'extraction. Cette influence utilisée en sous-œuvre et dans des conditions extrêmement défectueuses pour le râpage, est due aux phénomènes osmotiques dont l'observation a conduit à un procédé d'extraction basé essentiel-

lement sur les propriétés des liquides mis en contact avec les cellules végétales.

Nous avons jugé utile d'introduire ici quelques considérations sur la manière d'établir, avec autant d'approximation que possible, les données dont nous venons de signaler l'importance. La connaissance du poids de la matière réellement entrée en cours de fabrication, étant avant tout indispensable pour la détermination des rendements d'un système d'extraction, la manière de le trouver par le calcul a de tout temps exercé la sagacité du fabricant de sucre de betteraves. A cet effet, on a recours à différentes formules.

Généralement, on part de l'égalité :

Betterave + Eau de râpage = Jus des presses + Pulpe.

Nous savons, par ce qui précède, que cette égalité est purement hypothétique : admettons provisoirement qu'elle soit exacte. Connaissant le poids du jus des presses et de la pulpe il suffit de connaître la quantité d'eau ajoutée à la râpe pour que la détermination du poids de la betterave soit possible. La question se trouve donc ramenée à trouver la quantité d'eau de râpage.

Dans un récent travail très estimable on trouve, concernant cette question, une table de Pythagore indiquant les proportions d'eau, calculées d'après les densités des jus naturels et des jus dilués obtenus à la défécation ou au mesureur de la régie. L'auteur n'indique pas de quelle manière ces chiffres sont obtenus. Manifestement, le problème à résoudre est

celui-ci : Etant donné un volume de jus dilué de densité δ provenant du mélange d'un volume V de jus concentré, de densité α, et d'un volume V' d'eau (densité prise pour unité), déterminer le rapport des volumes mélangés.

Cette question de mélange est aisée à résoudre par les formules très simples :

$$V=\frac{\delta-1}{\alpha-1} \qquad V'=\frac{\alpha-\delta}{\alpha-1}$$

Ainsi, dans l'exemple d'un jus naturel de 1.06 ramené à 1.04, l'on obtient :

$$V=\frac{1.04-1}{1.06-1}=\frac{0.04}{0.06}=\frac{2}{3}$$

$$V'=\frac{1.06-1.04}{0.6}=\frac{1}{3}$$

C'est-à-dire que les volumes respectifs formant le mélange sont

$$V=66\ \%$$
$$V'=34\ \%$$

en chiffres ronds.

De même, soit un jus naturel accusant 1,052 et qui est descendu à 1,038, arrivé aux cuves de défécation. On posera :

$$V=\frac{38}{52}=73\ \%$$

$$V'=\frac{14}{52}=27\ \%$$

D'où, la règle : la quantité d'eau est indiquée par le quotient qu'on obtient en divisant la différence

des densités par la plus forte densité. La signification exacte de la formule peut s'énoncer, pour le dernier exemple, en ces termes : 73 litres de jus à 1.052 ont été additionnés de 27 litres de liquide à 1.000.

Il n'est donc pas exact de dire que, dans ce cas, on a ajouté, 27 % *d'eau*, ainsi qu'on s'exprime dans le langage usuel. Pour déduire de ces chiffres la quantité d'eau ajoutée par cent kilogr. de betteraves il faudrait connaître, en % du poids de la betterave, soit la quantité fournie de jus à 1.052, soit la quantité de jus obtenue à 1.038.

Supposons, par exemple, que 100 kilogr. de racines aient donné 102 litres de jus accusant 1.038. On posera :

$$1.038 \times 102 : x = 100 : 27$$
$$\text{D'où} \qquad x = 28.58$$

On voit qu'en dernière analyse il ne reste, pour résoudre le problème, d'autre issue que de peser la betterave, entre le lavoir et la râpe. Quelques industriels consciencieux procèdent à ce pesage, soit à jours fixes, soit périodiquement pendant plusieurs jours, en vue d'être fixés sur la quantité de betteraves nécessaires pour obtenir un hectolitre de jus d'une densité donnée. Lorsque cette constatation se pratique régulièrement et dans des conditions identiques, elle constitue une méthode irréprochable et des plus hautement instructive. Elle reste, dans tous les cas, le seul mode actuellement possible d'évaluer avec l'approximation voulue les éléments essentiels à connaître.

La difficulté, le soin et la fréquence des opérations

qu'exige cette méthode par pesage a conduit à l'artifice suivant, dont maints fabricants font usage : on part de la donnée (1) que 96 % de jus sont renfermés en moyenne dans la betterave ; l'extraction industrielle, par les procédés usuels, ne procure qu'une partie de ces 96 % de jus naturel. Le rapport entre la quantité de jus extraite et la quantité totale supposée dans la matière première sert, dans ce cas, de point de comparaison pour établir l'efficacité relative des divers systèmes d'extraction. Malheureusement, la substitution du rapport des jus au rapport des quantités de sucre offre des avantages plus apparents que réels. La simplification des opérations et des calculs à effectuer, but évident de cette substitution, est ici acquise au détriment de l'approximation qu'on cherche à obtenir.

Mais arrive-t-on, dans la routine manufacturière, à déterminer plus exactement le poids de la pulpe, chiffre sur lequel on s'appuie dans la détermination de la quantité de jus? Il y a lieu tout au moins d'en douter.

On sait, en effet, que les pulpes des presses hydrauliques absorbent avec rapidité l'humidité ambiante. On constate aisément cette propriété en pesant, avec les précautions voulues, un échantillon de pulpe fraîchement pressée. Suivant l'état hygro-

(1) Cette hypothèse a été assez vivement combattue de nos jours. Le Dr Scheibler, entr'autres, estime à 90 % la dose maxima de jus constaté dans les betteraves. Une notable proportion d'eau, imprégnant la cellulose du tissu, n'a rien de commun avec le jus sucré et c'est à tort que, lors du dosage par dessication, on fait état de cette eau *(eau d'imbibition* ou d'*hydratation)* pour établir la composition centésimale du suc végétal qu'il s'agit de retirer industriellement.

métrique de l'air la pulpe augmentera de poids, dans une mesure plus ou moins considérable, avec une rapidité non moins remarquable.

Etant données les variations brusques d'humidité, de température, en général des conditions hygrométriques de l'air, éminemment variables, principalement à l'époque de la fabrication, il est clair que la fixation d'un coëfficient d'absorption d'humidité offrirait des difficultés insurmontables et que tout calcul basé sur les poids des pulpes est, dans une certaine mesure, sujet à caution.

A celui qui veut tenir un compte sérieux de la marche de son travail par la pression hydraulique, il ne reste donc qu'un parti à prendre : c'est de peser le poids des betteraves, telles qu'elles sont fournies à la râpe, afin de connaître en tout temps avec précision la quantité de matière première mise en œuvre. Quelle que soit l'utilité et, à notre avis, l'indispensable nécessité de cette opération, il est rare de la voir mettre en pratique, à moins que des exigences fiscales n'y obligent, comme c'est le cas en Allemagne.

Ce n'est pas, croyons-nous, faire injure à nos confrères, les industriels agricoles, que de constater ici que beaucoup d'entr'eux n'attachent pas une importance suffisante à la comptabilité *technique* de leur usine, à cette surveillance chiffrée qui seule peut régler convenablement l'économie de la fabrication. A ce point de vue, nous ferons remarquer que le régime fiscal de la sucrerie, dans les divers pays où la fabrication est grevée d'une accise, offre ce réel avantage de fournir à l'industriel des ren-

seignements précis d'un grand prix, tels que le chiffre des betteraves admises à la bascule de la régie allemande et celui des volumes et des poids de jus pris en charge par les employés de la régie en Belgique. Si quelque jour la législation belge venait à disparaître par le fait de l'abolition des droits sur le sucre ou par tout autre cause, nos fabricants de sucre perdraient, dans la brigade des accisiens, un poste de comptables techniques dont le service, très soigné et très précis, est d'autant plus précieux qu'il s'exerce gratuitement.

Pour synthétiser les considérations auxquelles nous a amené l'examen du procédé d'extraction par les presses hydrauliques, nous empruntons à M. Vivien un tableau indiquant, en moyenne, les pertes de sucre constatées au poste de l'extraction, dans ce système, ainsi que les pertes amenées par les autres opérations de la fabrication.

TABLEAU

(d'après M. Vivien).

SUCRE.	BETTERAVE.	
	à 10 p. c. de sucre.	à 11 p. c. de sucre.
	K. p. c.	K. p. c.
Extrait à l'état cristallisé	5.80 soit 58	6.16 soit 56
Perdu { dans les pulpes.	1.55 » 15.5	1.76 » 16
Perdu { dans le noir, à l'évaporation, etc.	0.80 » 8	1.00 » 9
Immobilisé dans les mélasses	1.85 » 18.5	2.08 » 19

LA DIFFUSION.

CHAPITRE PREMIER.

Notions théoriques.

Avant d'aborder la description technique de l'outillage et de la méthode de diffusion et d'établir un parallèle entre ce système et ceux que nous venons de passer en revue, nous nous arrêterons un instant aux notions purement théoriques que cette description suppose chez le lecteur et qui constituent la clef de la méthode.

Il est vraisemblable de croire que, si cette partie purement théorique de notre étude est celle à laquelle le lecteur attachera, peut-être, au début, le moins d'importance, vu l'intérêt plus immédiat que présente l'exposé de la méthode manufacturière, en revanche ces pages seront celles auxquelles il reviendra, par après, le plus assidûment, parce qu'elles initient aux causes premières, aux réactions caractéristiques, aux lois naturelles des phénomènes qui se manifestent dans les vaisseaux de diffusion. Lorsqu'on possède bien la clef des phénomènes, les applications industrielles où ils interviennent se

conçoivent, s'ordonnent et se contrôlent bien plus aisément, plus rationnellement, plus efficacement.

Considérée théoriquement, la diffusion est un phénomène de déplacement en vertu duquel les molécules (1) de corps fluides peuvent être trans-

(1) *Molécule* est le mot dont les chimistes se servent pour désigner le dernier terme que la pensée peut assigner à la *division mécanique* d'une substance ; on nomme *particule* le dernier terme de division possible à l'aide des moyens mécaniques dont nous disposons. Une particule ou minime parcelle de matière peut être composée de l'aggrégation d'un nombre considérable de molécules, présentant entr'elles des espaces vides ou pores et adhérentes par cohésion.

La divisibilité de la matière est, pour ainsi dire, illimitée. Une particule de carmin, si ténue qu'elle n'offre aucune sensation au toucher, peut encore colorer d'une façon appréciable à l'œil plusieurs mètres cubes d'eau, dont chaque goutte sera en possession d'un fragment homéopathique de la particule de carmin.

La molécule est, elle-même, un groupement régulier et mathématique d'un certain nombre d'*atômes*, de nature identique ou de natures diverses. Ainsi, quelque petite qu'on se représente, par la pensée, la molécule de l'eau, le chimiste y distingue le groupement de 2 atômes de gaz hydrogène avec l'atôme de gaz oxygène, que les expériences de laboratoire peuvent séparer par le jeu de *forces chimiques*.

Dans les cours de chimie, pour figurer les rapports qui unissent la molécule à ses atômes constituants, on a l'habitude de représenter celle-ci par une forme géométrique régulière, telle que celle d'un cube. Dans ce cas, la molécule cubique est composée, par exemple, de quatre petites sphères rouges et d'autant de sphères blanches, distribuées à chaque angle du cube, de façon à ce qu'aucune sphère rouge ne touche une sphère blanche et *vice-versa*. Ces sphères représentent des atômes de deux substances élémentaires différentes et leur groupement donne, par analogie, une idée de la constitution intime de la molécule.

Les notions sur la constitution intime de la matière constituent ce que l'enseignement de la chimie offre de plus ardu. Nous avons toutefois cru devoir présenter au lecteur les considérations sommaires qui figurent au début de cet exposé, parce que, donnant l'explication du phénomène de la diffusion, elles peuvent jeter une certaine lumière sur la conduite manufacturière du procédé d'extraction du sucre basé sur ce phénomène.

portées d'un milieu dans un autre sans aucune intervention de forces mécaniques ou chimiques.

Ce phénoméne prend naissance au moment du contact de masses liquides ou gazeuses de nature différente et n'ayant entr'elles aucune action chimique. Un phénomène analogue peut se manifester malgré l'interposition de membranes animales ou végétales imperméables à l'un des liquides sur lesquels on opère. Le jus de la betterave se trouve renfermé dans des membranes végétales de l'espèce : l'application des phénomènes que nous venons d'esquisser à l'extraction de ce jus a reçu, dans la pratique manufacturière, le nom elliptique de diffusion.

Qu'on nous permette de placer ici un exemple de ces deux variétés de diffusion (1), emprunté, pour la clarté de notre démonstration, à l'économie domestique. Lorsqu'on introduit avec précaution un liquide alcoolique coloré, du vin rouge, par exemple, à la surface d'un vase rempli d'eau, en évitant autant que possible de provoquer le mélange des deux liquides, le vin, de densité inférieure, reste au-dessus du vase en y formant une tranche nettement distincte, ainsi que le ferait un corps gras, tel que l'huile. Mais peu à peu, la diffusion s'établit, le vin se répartit successivement dans toute la masse aqueuse, de façon à ce que chaque parcelle du mélange possède au bout d'un certain temps une composition nouvelle, uniforme en tous les points du vase. C'est là un exemple de diffusion sans interposition de membrane. On ne peut pas objecter que

(1) Diffusion, du latin *dif-fundere*, se répandre en tous sens.

ce mélange est dû à l'action de la pesanteur puisque le vin, liquide plus léger que l'eau, n'a pas naturellement une tendance à descendre au fond du vase, comme le ferait un liquide plus dense que l'eau et susceptible de se dissoudre dans cette menstrue.

On produit d'une façon plus saisissante le phénomène de la diffusion, apparemment à l'encontre des lois de la pesanteur, en faisant arriver délicatement, au fond d'une éprouvette en verre, remplie d'eau colorée en bleu par le tournesol, un liquide acide dont la densité est supérieure à l'unité. Cette petite quantité d'acide semble d'abord rester immobile au fond du vase, dans la position relative que lui assigne par rapport à l'eau son poids spécifique supérieur : l'acide ne trahit d'abord sa présence que par le virement du bleu au rouge qui se manifeste dans la tranche d'eau la plus voisine. Mais peu à peu l'acide se mélange à toute la masse, de proche en proche ; cette diffusion vers tous les points du vase est rendue sensible à l'œil par le virement graduel de tout le liquide au rouge. A ce moment le liquide présente à nouveau une composition parfaitement homogène, une coloration identique et un degré d'acidité égal dans tous les points de la masse.

La tranche de citron qui aromatise la tasse de thé des Russes ou le *mai-trank* des Allemands nous offre un spécimen de la diffusion à travers une membrane. Tenez cette tranche entre les doigts : rien n'en sort. Posez-là légèrement à la surface du liquide et immédiatement s'établira, à travers la membrane de contact, un courant qui transporte au dehors de la tranche la solution acide et relative-

ment dense du jus de citron, laquelle forme d'abord un filet dans la masse aqueuse, vu la vitesse de l'écoulement, et qui se répartit bientôt dans tous les points du liquide inférieur. En même temps, se manifeste de l'eau vers l'intérieur de la tranche, au travers de la membrane, un contre-courant diffuseur qui a pour effet d'abaisser graduellement le poids spécifique de la solution restée dans la pulpe du citron : ces deux courants inverses et simultanés fonctionnent jusqu'au moment où l'homogénéïté s'est établie entre le liquide de l'extérieur et celui de l'intérieur.

Maintenant que nous avons esquissé l'apparence physique du phénomène de diffusion, nous approfondirons cette notion en examinant son essence même, c'est-à-dire les mouvements moléculaires qui lui donnent naissance.

Dans les études suivantes, qui visent l'application industrielle de la notion de la diffusion, nous ne nous occuperons pas de la diffusion des corps gazeux. Nous passerons successivement en revue, en ce qui concerne la diffusion des liquides :

1. L'attraction des molécules.
2. La dilatation des membranes.
3. La perméabilité des membranes.

Nous terminerons par quelques considérations sur les propriétés spéciales des molécules en diffusion et sur l'influence de la température dans les phénomènes de diffusion.

Notons d'abord que, jusqu'ici, l'on a désigné plus spécialement par le nom d'*osmose* la diffusion par interposition de membranes, tandis que le nom de

diffusion était réservé pour désigner les phénomènes de même ordre qui prennent naissance au contact immédiat des liquides de nature différente.

Chaque molécule d'un liquide occupe un espace déterminé ; elle exerce sur les molécules voisines une certaine attraction. La *force d'attraction* détermine l'*état actuel* de la matière.

Dans la matière à l'*état solide*, la cohésion des molécules, résultat de cette attraction, est tellement grande, que la situation respective des molécules n'est pas influencée par les lois de la pesanteur. Dans la matière liquide, la cohésion est plus faible, la pesanteur l'emporte, et sollicite les molécules à se séparer et à s'éparpiller. De là leur extrême mobilité.

Dans les corps gazeux, la cohésion est nulle, et les molécules se disperseraient dans l'espace, si l'attraction de la terre et la réfrigération n'y mettaient obstacle.

Les molécules de nature différente peuvent, à leur tour, par effet d'attraction, donner lieu à différents états d'agrégation, de groupements moléculaires, faciliter le rapprochement et indirectement l'échange des atômes dont l'affinité produit dans ce cas des composés nouveaux. En vertu de cette force, les molécules liquides ou gazeuses peuvent être fixées par des molécules solides, et perdre leurs propriétés de fluides. Réciproquement, les liquides peuvent s'assimiler des molécules solides ou gazeuses, qui perdent dès lors leurs qualités distinctives, de manière à former un mélange physiquement homogène. Le liquide devient par là une *solution*.

On conçoit maintenant que, dans une solution, il puisse exister simultanément :

1° Attraction entre les molécules du dissolvant.

2° Attraction entre les molécules des matières dissoutes.

3° Attraction entre les molécules du dissolvant et celles des matières dissoutes.

Des effets d'attraction sont facilités ou entravés par l'état de repos, d'agitation, de température, etc. de la solution. En général, on pourra obtenir un dépôt, c'est-à-dire une ou plusieurs couches superposées de différentes espèces de molécules, un groupement symétrique des molécules dans un espace proportionné à leur masse, jusqu'à ce que des affinités nouvelles viennent détruire cet état d'*équilibre* et provoquer des phénomènes nouveaux qui engendrent des déplacements moléculaires. Lorsque l'on plonge dans l'eau une membrane sèche (par exemple une vessie), elle absorbe rapidement plusieurs fois son poids d'eau. Cette eau fait dès lors partie intégrante de la membrane : la pression mécanique est impuissante à l'en séparer. Indépendamment de la texture intime de la membrane, nous pouvons la considérer ici comme une juxtaposition de molécules identiques réunies par la force d'attraction. Au contact de l'humidité, la puissance attractive de chaque molécule se porte sur des molécules d'eau, en sorte que chaque molécule de la membrane se trouve enduite d'une couche d'eau. L'espace réclamé par ces innombrables couches d'eau produit le déplacement de molécules de la membrane. Celles-ci abandonnent leur position initiale, et l'ensemble

augmente de volume avec une énergie capable de vaincre une résistance considérable. La séparation de l'eau ainsi absorbée, appelée aussi eau d'imbibition, ne peut être obtenue qu'en faisant passer l'eau à l'état de vapeur.

Une membrane imbibée d'eau est pour ainsi dire *saturée* d'humidité. En cet état elle peut servir de récipient aux liquides, la membrane se trouvant en quelque sorte hermétiquement fermée par l'eau d'absorption. Si l'eau arrive au contact de la membrane imbibée, sous une certaine pression, elle opère insensiblement le déplacement de l'eau d'imbibition ; pourvu que la pression dépasse la différence de puissance attractive qu'exerce la membrane sur l'eau déjà absorbée et celle qui se trouve à sa portée immédiate, la première est évacuée et remplacée par la seconde. Dans ce sens, on peut dire que les membranes sont perméables aux liquides. C'est ainsi qu'on pourra les utiliser à la filtration des liquides, etc.

Si l'on place de chaque côté de la membrane un liquide différent dont les molécules exercent une attraction réciproque, il y aura passage des molécules attirées à travers la membrane, du moment que les forces mises en jeu sont en état de vaincre la résistance à la pénétration des liquides de la membrane.

Les molécules de substances de nature différente, non gazeuses, ont des dimensions variables.

Représentons-nous de nouveau une membrane séparant deux liquides de nature différente. Si les molécules du premier liquide sont plus petites que

les couches d'eau entourant chaque molécule de la membrane, elles pourront rejoindre les molécules du second liquide qui exercent sur elles une attraction suffisante. Mais si les molécules sont plus volumineuses que les couches d'eau séparant les molécules de la membrane, elles viendront tapisser la membrane sans pouvoir la traverser : de l'autre côté les molécules d'eau, subissant, à leur tour, l'attraction des molécules trop grandes, déplaceront l'eau d'imbibition pour rejoindre ces molécules.

De là, des courants réciproques des deux liquides traversant la membrane et prenant une direction opposée.

Certaines substances traversent aisément la membrane, d'autres moins aisément, d'autres encore ne peuvent la traverser. Les premières sont éminemment diffusibles; les secondes, diffusibles ou peu diffusibles; les dernières, non diffusibles. Dans la première catégorie se rangent, en général, les substances, dites *cristalloïdes*, c'est-à-dire susceptibles de cristalliser, tels sont les sucres, les sels, etc. Dans la seconde catégorie se trouvent les corps, dits *colloïdes*, tels que l'albumine, la gomme, corps amorphes, prenant en solution une nature plus ou moins collante ou visqueuse. De là, un moyen facile de séparer des corps appartenant à des catégories différentes.

Parmi les corps de la première classe les uns, avons-nous dit, traversent plus aisément la membrane que ne le font les autres : cette propriété est mise à profit, dans l'industrie, pour séparer plus ou moins complètement des substances appartenant à une même catégorie.

La température exerce une influence considérable sur l'intensité des attractions et partant, sur la diffusibilité des corps. On constate expérimentalement que tout phénomène de diffusion est arrêté par un abaissement suffisant de la température : on observe un résultat inverse lorsque la température va en croissant. La diffusibilité augmente alors, en même temps que l'énergie des attractions, jusqu'à une certaine limite à laquelle l'intensité du phénomène décline rapidement. L'étude des phénomènes naturels offre de nombreux exemples de la rupture subite d'une loi géométrique, par le fait de modifications qui se produisent, à un moment donné, dans la structure moléculaire des corps, dans leur état ou leurs propriétés physiques, etc. ; c'est ainsi qu'on observe fréquemment des points d'arrêt ou des arêtes de rebroussement dans les diagrammes ou tracés graphiques représentant la loi de la solubilité ou de la fusibilité de diverses substances, etc.

La température la plus favorable à la diffusion paraît varier avec la nature des corps. Si l'on plonge dans l'eau un tissu végétal imprégné d'une matière colorante on observera, par exemple, souvent qu'à des températures inférieures certaines substances minérales, partie intégrante de la matière fixée au tissu, sont enlevées, tandis que le principe colorant proprement dit ne diffuse qu'à des températures plus élevées.

Équivalent endosmotique.

Il n'est pas déplacé d'expliquer ici ce qu'on entend par *équivalent endosmotique*, terme admis dans la science pour exprimer l'intensité de la diffusion des diverses substances en solution. Pour comparer entr'elles ces substances au point de vue de la force avec laquelle elles sont susceptibles de pénétrer et de traverser les membranes, il est évident qu'il faut les essayer à une même température et, en général, les placer dans toutes conditions identiques. Dans ce but, on rapportera tous les essais à un même liquide, l'eau, par exemple. La membrane sera aussi la même dans toutes les expériences.

Aussi longtemps que la concentration du liquide à osmoser reste sensiblement la même et que la proportion de substance dissoute qui a passé dans l'eau extérieure à la membrane est plus élevée, il y a un rapport constant entre le poids de l'eau qui pénètre vers la solution et le poids de la substance dissoute qui traverse la membrane pour aller à l'eau.

On a appelé *équivalent endosmotique* d'un corps la quantité d'eau qui se substitue par voie d'osmose à un gramme de cette substance.

Dans les membranes animales, l'équivalent endosmotique est le plus souvent supérieur à l'unité, c'est-à-dire qu'il passe plus d'eau qu'il ne s'enlève de substance dissoute. Parfois aussi, c'est l'inverse que l'on constate. Dans le premier cas, l'osmose est dite *positive*, dans le second cas elle est *négative*.

La vitesse de l'échange reste constante lorsqu'il y a permanence des conditions initiales de tempéra-

ture, de concentration pour la solution à osmoser, de pureté pour l'eau. Pour la plupart des solutions des corps dont l'osmose est positive, l'équivalent endosmotique augmente de valeur avec le degré de concentration : il diminue dans le cas d'osmose négative. Il varie aussi avec la nature chimique des substances.

Les vitesses de diffusion des différents corps à travers des membranes sont indépendantes des rapports qui existent entre leurs équivalents endosmotiques ; mais elles sont en relation avec la solubilité du corps considéré et avec sa composition chimique. La vitesse de diffusion augmente en même temps que la solubilité des corps ; des substances voisines sous le rapport chimique possèdent des vitesses de diffusion peu différentes les unes des autres. En outre, le degré de concentration de la liqueur a une influence marquée, la vitesse de diffusion augmentant plus rapidement que la proportion de matière ne croît.

Dans la diffusion qui s'opère entre l'eau et une solution saline, plus cette dernière est concentrée, plus rapide est l'osmose ; il y a accélération des vitesses des deux courants, proportionnelle en quelque sorte, au degré de concentration de la solution saline. On note néanmoins que l'accélération du courant aqueux est plus forte que celle du courant salin vers l'eau. On en conclut que, plus une solution est concentrée, plus la proportion d'eau qui dans un temps donné traverse une cloison poreuse pour se mêler au sel est considérable. Ainsi s'explique le fait indiqué plus haut, à savoir que l'équivalent en-

dosmotique croît avec la concentration de la liqueur.

Les phénomènes osmotiques suivent encore la même loi lorsqu'ils s'exercent, non plus entre l'eau pure et une solution, mais bien entre deux solutions différentes. Il y a toujours à considérer comme facteurs la composition chimique et le degré de concentration des solutions. Ce dernier facteur seul entre en ligne de compte dans le cas où les deux faces de la membrane sont baignées par deux liquides de nature identique, mais présentant des degrés de concentration différents.

Dans ce cas, la proportion de substance dissoute diminue dans la liqueur la plus concentrée, pendant qu'elle augmente dans la solution la plus étendue ; en même temps, il se produit un changement de volume, comme cela a lieu quand l'échange s'effectue entre une solution saline et l'eau pure, mais la variation de volume est moins rapide avec deux solutions.

Si l'on maintient constant le degré de concentration de chacune des liqueurs, l'échange qui s'opère à travers la cloison poreuse entre les principes constituants de ces solutions ne varie pas non plus : chaque unité de poids de sel qui, dans un temps donné, passe de l'une des solutions dans l'autre est remplacée par une quantité déterminée d'eau, et le rapport des quantités considérables d'eau et de sel qui se substituent ainsi l'une à l'autre est à peu près le même que si l'osmose avait lieu entre la solution la plus concentrée et l'eau pure ; dans ces conditions, l'équivalent endosmotique reste donc sensiblement constant. D'autre part, la vitesse avec

laquelle s'opère la diffusion croît en raison inverse de la différence qui existe entre les degrés de concentration des deux solutions en présence.

Lorsqu'on soumet à la diffusion deux solutions renfermant des substances de nature chimique différente, l'échange entre les principes dissous s'effectue d'autant plus rapidement que ces substances ont une plus grande affinité chimique l'une pour l'autre. Ainsi, la vitesse des courants est plus grande entre une solution acide et une solution alcaline qu'entre deux solutions acides, ou qu'entre deux solutions salines neutres. En outre, l'un des courants devient de plus en plus prédominant, à mesure qu'on opère sur des corps dont les affinités réciproques sont plus intenses : quand on met, par exemple, en présence un acide et un alcali, l'acide se porte vers l'alcali et le contre-courant fait entièrement défaut.

Diffusion dans le cas de solutions complexes. Dialyse.

Les considérations que nous venons de résumer ont trait surtout au cas où l'on envisage la diffusion de solutions purement salines : la membrane poreuse joue ici le rôle de tamis, laissant traverser, suivant certaines lois, l'eau vers les sels et les sels vers l'eau.

Or, ces lois se trouvent sensiblement modifiées lorsque le liquide salin renferme en même temps en dissolution des substances *colloïdes*, telles que la gomme ou l'albumine. Ce cas est celui dont se rapprochent les applications manufacturières des

lois de la diffusion, soit à l'extraction des sucs de la betterave, soit à l'extraction du sucre des sirops ou mélasses.

Les substances colloïdes attirent l'eau, de sorte que leur coëfficient endosmotique est élevé. Il paraît compris entre celui des alcalis et celui des sels; mais l'un et l'autre courant ont dans ce cas une vitesse très-faible.

Les matières albumineuses dissoutes ont plus d'affinité osmotique pour les solutions salines que pour l'eau pure, et le courant de diffusion augmente assez rapidement avec la concentration de la solution saline. Cependant, si la proportion de sel dissous est excessive, l'échange est ralenti en ce sens que la solution saline n'enlève à l'albumine que de l'eau.

La séparation des substances colloïdes d'avec les substances cristalloïdes peut s'effectuer en mettant en jeu la force de diffusion.

C'est à Graham qu'on doit cette découverte, à laquelle il a donné le nom de *dialyse*. L'expérience type de Graham consistait à placer verticalement dans un bain d'eau pure un cylindre en verre fermé au bas par une membrane poreuse, d'origine végétale; dans le cylindre se trouvait contenue une solution de sucre et de gomme. Le tamis végétal, au travers duquel s'effectuait la dialyse lorsqu'on plongeait le cylindre dans l'eau, était constitué par du papier non collé, rendu imputrescible et résistant par une trempe dans de l'acide sulfurique.

Graham remarqua qu'aucune trace de colloïde ne traversait la membrane au début : le sucre seul

diffusant vers l'eau pure et celle-ci traversant en sens inverse le parchemin. Il déduisit de là la méthode pour extraire, par voie d'osmose, des sels ou autres substances cristalloïdes tenues en solution en présence de substances colloïdes.

Le phénomène de dialyse se complique dans un cas qui se présente fréquemment lors des applications industrielles : c'est lorsque la substance cristalloïde mêlée au colloïde forme, en arrivant de l'autre côté de la membrane, une solution pour laquelle la matière colloïde possède une affinité endosmotique considérable. Ainsi, un mélange d'albumine et de chlorure de sodium (sel marin), placé dans l'appareil dialyseur, ne laisse passer au commencement que des molécules salines ; mais la solution de sel marin qui se forme de la sorte dans le bain extérieur attire ensuite l'albumine avec une grande énergie. Pour éviter cet inconvénient, il faut renouveler fréquemment l'eau distillée dans laquelle plonge le dialyseur.

La gomme possède une diffusibilité très minime. Les solutions de gélatine et de pectine donnent le double courant, même à travers des membranes animales.

On constate une intensité toute particulière dans le phénomène de dialyse au début de l'opération, alors que la membrane n'est pas encore imbibée ; le gonflement de la membrane diminue un peu sa perméabilité pour l'eau et l'augmente, au contraire, pour les sels.

Nous extrayons des mémoires de Graham le tableau ci-après, montrant dans quelles limites la

diffusibilité des liquides peut se trouver accrue par l'élévation de la température. La diffusibilité de l'acide chlorhydrique à 15°55 étant 1

s'élève	à 26°66	à	1.35
. . . . .	à 37°77	à	1.77
	à 48°88	à	2.18

La solution était à 2 p. % d'acide.

Voici, d'autre part, quelques données groupées par le même auteur au sujet de la diffusibilité de diverses substances habituellement contenues dans les jus de betteraves ou les sirops qui en proviennent. La dialyse était pratiquée pendant 24 heures sur des solutions au dixième, à la température de 10 à 15°.

SUBSTANCES ESSAYÉES.	DIFFUSION		ENDOSMOSE	
	en grammes	proportionnelle	en grammes d'eau	proportionnelle
Sel marin	7.5	1.00	19	1.0
Sucre	1.6	0.21	15	0.8
Glucose	2.0	0.26	17	0.9
Gomme arabique. .	0.03	0.004	5	0.26

Le sucre, d'après Graham, diffuse 7 fois moins vite que l'acide chlorhydrique ; l'albumine 40 fois moins vite.

Remarquons, en terminant ce chapitre, que, dans le langage usuel, on emploie à titre de synonymes

les mots de diffusion, de dialyse et d'osmose. Nous avons vu dans quel sens spécial Graham se servait du mot *dialyse*, visant la séparation des cristalloïdes d'avec les colloïdes. Dans l'industrie, la dialyse des liquides sucrés denses, sirops ou mélasse, prend le nom d'*osmose*. Enfin, dans le langage manufacturier, on appelle *diffusion* l'osmose des jus sucrés de la betterave pratiquée à travers le tissu même de la plante découpée, ce tissu tenant lieu du parchemin végétal usité dans le procédé de l'osmose.

Il nous reste à appliquer les notions théoriques exposées jusqu'ici à l'extraction des sucs de la betterave, telle qu'elle est pratiquée manufacturièrement.

Cette opération est de nature complexe, vu la composition très variables des sucs qu'il s'agit d'extraire et vu la disposition physique des cellules dont l'agglomération constitue le tissu de la plante.

Considérons, pour un moment, les liquides contenus dans ces cellules comme exclusivement formés d'eau et de sucre. Dans une solution de cette nature, il y a symétrie complète dans la disposition des molécules, il y a homogénéité physique ; il n'y a ni plus ni moins de molécules de sucre et de molécules d'eau à tel point du liquide qu'à tel autre. De plus, les molécules de sucre exercent des effets d'attraction sur les molécules d'eau et réciproquement : de même, dans chacune de ces deux catégories de molécules, il existe des attractions réciproques. Toutes les molécules se trouvent ainsi retenues dans leurs situations respectives, tant que l'équilibre des forces attractives n'est pas détruit.

Transportons une cellule remplie de cette solution dans une quantité d'eau déterminée. Aux attractions antérieurement existantes dans la solution, viennent s'ajouter les attractions des molécules d'eau extérieures à la cellule. Du moment où les forces attractives deviennent supérieures à la résistance de la membrane cellulaire (voir plus haut), des molécules de sucre passent à travers la cellule. Ces forces attractives de l'eau extérieure sur les molécules de sucre s'exercent jusqu'au moment où elles se trouvent équilibrées par les forces correspondantes des molécules d'eau à l'intérieur de la cellule. En ce moment, les molécules d'eau et les molécules de sucre se trouvent dans un rapport identique à l'intérieur et à l'extérieur, en d'autres termes, la composition des deux liquides est la même.

Tandis que les molécules d'eau à l'extérieur ont déterminé l'exode des molécules de sucre, celles-ci, à leur tour, par un effet analogue, ont attiré des molécules d'eau à l'intérieur des cellules : un courant double, mais inverse, s'est établi : un courant d'*endosmose* et un courant d'*exosmose*.

Ces courants, qui ont pris naissance par la destruction de l'équilibre des attractions, s'arrêtent lorsque l'échange des molécules a ramené un nouvel état d'équilibre.

Si l'on remplace la première eau par une nouvelle quantité d'eau pure, une série de phénomènes analogues se succéderont jusqu'à ce que toutes les molécules de sucres soient sorties de la cellule et enlevées par des eaux nouvelles.

Le déplacement des molécules, en dehors de toute

impulsion mécanique, voilà ce qui caractérise le phénomène de la diffusion.

Jusqu'ici nous n'avons considéré que la cellule isolée : nous pouvons maintenant concevoir ce qui se passerait dans un amas de cellules superposées : seules, les cellules au contact immédiat de l'eau éprouvent d'abord les phénomènes dont nous venons de parler, les liquides qu'elles contiennent sont modifiés, deviennent plus aqueux. Ces liquides, à leur tour, déterminent sur les cellules voisines des phénomènes analogues : le sucre des cellules antérieures passe dans les cellules extérieures. On conçoit donc qu'il lui faudra un temps plus considérable pour arriver dans l'eau que n'en exige le sucre des cellules extérieures.

Ces phénomène de diffusion ont trouvé une application des plus heureuse et des plus importante dans l'extraction du sucre renfermé dans le tissu des plantes.

On commence par diviser la plante en lanières fines et longues, afin de faciliter le contact intime des cellules et de l'eau, tout en lacérant le moins de cellules possible.

On élève la température de l'eau mise au contact de ces lanières (lamelles, cossettes, *schnitzels*) de manière à détruire les fonctions vitales des cellules. On renouvelle le conctact des cossettes avec des liquides jusqu'à ce que les liquides épuisants n'enlèvent plus aucune quantité appréciable de sucre.

Lorsque l'opération est réglée méthodiquement, l'eau arrive au contact de schnitzels déjà épuisées dans une certaine mesure, elle se charge ainsi

d'une minime quantité de sucre et passe de là sur des cossettes moins épuisées; finalement, elle traverse des lamelles fraîchement découpées, après avoir rencontré des matières de plus en plus riches en sucre, réparties dans une série de vases appelés *diffuseurs*. Le nombre des diffuseurs varie de huit à seize, suivant le mode de travail adopté et les circonstances fiscales.

En Autriche, par exemple, le mode de législation en vigueur est un obstacle insurmontable, au point de vue économique, à une extraction minutieuse.

En Allemagne, au contraire, le fabricant trouve dans le mode d'impôt un stimulant des plus énergique à poursuivre le but théorique, l'extraction intégrale du sucre renfermé dans la betterave.

Dans ce dernier pays, en effet, l'impôt est mis sur la matière première, la betterave : l'industrie a, dès lors, tout intérêt à régler le travail d'extraction de façon à retirer de la plante la plus complète quantité possible de sucre, et il se préoccupe à un degré moindre de la durée necessaire de cette opération. En Autriche, c'est la rapidité du travail qui fait sa valeur principale, l'industriel étant taxé par le fisc en raison de la capacité des vaisseaux-diffuseurs. L'impôt est de tant par jour et par hectolitre : il s'agit donc, avant tout, de faire passer, en vingt-quatre heures, par un vase donné la plus grande masse possible de schnitzels, sans s'inquiéter trop du sucre perdu dans la cossette par suite d'un épuisement rapide et forcément incomplet.

Dans d'autres pays encore, des considérations semblables exercent une influence décisive sur le

mode de travail et partant sur les conditions économiques de l'industrie sucrière. De là, cette diversité d'outillage, de procédés et de mise en pratique d'une même méthode.

НИСГБ НААН

CHAPITRE DEUXIÈME.

Le procédé de la diffusion.

Le système de fabrication dans lequel on vise à extraire le sucre de la betterave en mettant en jeu le phénomène de la diffusion comprend essentiellement les opérations suivantes :

Le découpage de la racine en cossettes.

L'épuisement des cossettes par voie d'osmose.

L'égouttage des cossettes épuisées.

La première de ces manipulations s'effectue à l'aide d'un coupe-racine puissant et rapide, qui débite la betterave en petites lanières, rubans, ou *schnitzells* ; on vise autant que possible à trancher net le tissu de la plante, afin d'ouvrir le moins de cellules possible et à ne point produire de pulpe menue que le lessivage pourrait entraîner. Dans le râpage ordinaire, préliminaire à la pression hydraulique, on s'efforce, au contraire, de déchirer complètement les fibres contenant la solution sucrée ; la compression seule des racines peu ou mal râpées serait impuissante à procurer l'élimination des sucs végétaux, but de l'opération.

L'extraction du jus sucré renfermé dans les cossettes s'effectue au moyen de l'eau. A cet effet, les lanières dans lesquelles le coupe-racine a débité les betteraves sont accumulées dans des vaisseaux analogues à ceux du procédé de macération, dont nous avons esquissé l'outillage au début de ce travail. On pratique le lessivage méthodique des cossettes réparties dans une série de ces vaisseaux jointifs : le contact de l'eau à l'extérieur des cossettes détermine dans celles-ci un courant diffuseur. Le tissu des lanières sert de diaphragme ou de membrane poreuse : l'eau y pénètre et vient diluer la solution qui s'y trouve contenue. En même temps se produit un courant d'exosmose qui emmène vers l'eau extérieure les substances dissoutes dans le suc de la plante, à savoir, le sucre et les sels, et, dans une proportion très-restreinte, les matières végétales solubles. Cette solution de sucre et de sels se tamise de proche en proche, de cellule en cellule, depuis l'intérieur des tranches jusqu'à sa paroi baignée par l'eau pure.

L'eau se charge donc de matières solides à mesure qu'elle avance de vaisseau en vaisseau ; et l'osmose, qui se pratiquait au début entre de l'eau pure, extérieure aux cossettes, et la solution sucrée renfermée dans les cellules des cossettes, a lieu, aux vases ultérieurs, par le contact de solutions de plus en plus chargées : le changement dans les conditions du phénomène modifie profondément les résultats de cette osmose, d'un vaisseau à l'autre, ainsi que l'indique d'ailleurs nettement le contrôle chimique de l'opération.

Comme on le comprend aisément, sous ces actions dialytiques, le jus extérieur, interposé entre les cossettes, représente une solution composée presque exclusivement de cristalloïdes. Il arrive, à la suite d'une concentration graduelle, aux vaisseaux de défécation, présentant une limpidité parfaite, et ne renfermant ni pulpe folle ni, pour ainsi dire, de substances végétales albumineuses ; or, on sait que ces deux éléments vicient les jus de betteraves. Ils sont les principaux facteurs de la production en mélasse et ils enrayent puissamment la cristallisation des sirops sucrés.

La diffusion produit un épuisement à peu près complet des cossettes : on obtient en solution, par ce mode, la plus grande partie du sucre contenu dans le tissu de la betterave.

La cossette épuisée par le travail de diffusion est extraite des vaisseaux-diffuseurs et constitue un aliment de haute valeur pour le bétail. Avant de la livrer à la ferme, on lui fait subir un égouttage artificiel dans une presse énergique.

Description de l'outillage.

Considéré au point de vue purement mécanique, l'outillage du système de diffusion consiste essentiellement dans les appareils suivants :

I. Un coupe-racines ou *schnitzel-maschine*.
II. Une série de vaisseaux où se travaillent les lamelles produites par le découpeur et qui s'appelle la *batterie de diffusion*.
III. Une presse à pulpe.

I. COUPE-RACINES.

Le premier de ces appareils peut être considéré comme un perfectionnement du coupe-racines bien connu de nos exploitations agricoles. Sa construction et l'idée sommaire qui préside à son agencement le rapprochent, en effet, beaucoup de ce découpeur de betteraves rudimentaire, à couteaux disposés sur un plateau circulaire animé d'un mouvement de rotation et pourvu de lumières pour le dégagement des racines débitées en tranches. Seulement, le coupe-racines de diffusion porte ses couteaux montés sur un plateau qui se meut dans un plan horizontal, avec une très grande vitesse, et qui possède des lumières très étroites pour le dégorgement des minces rubans dans lesquels il découpe la betterave.

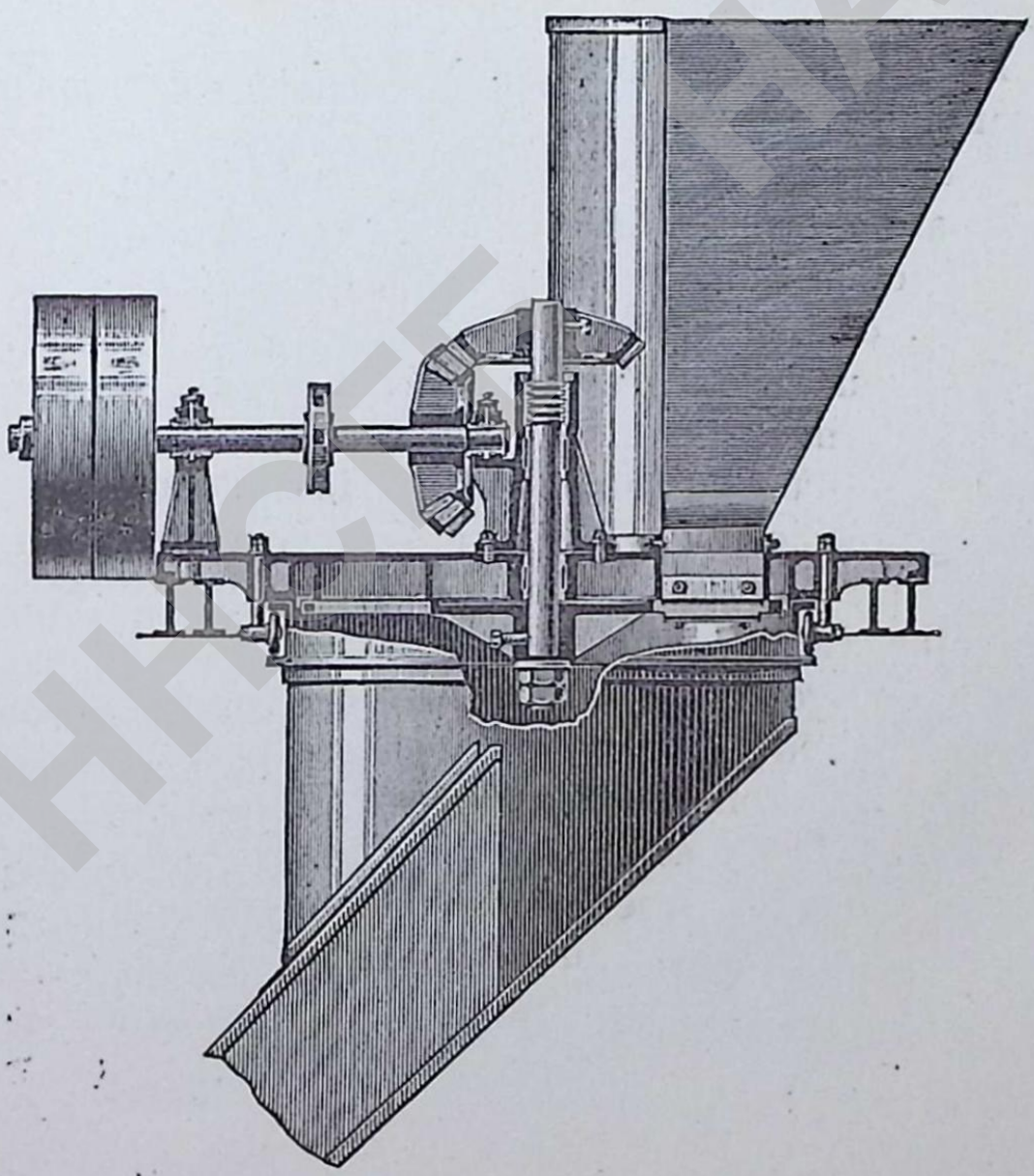
Nous avons tenu à signaler cette analogie sommaire entre les deux machines afin d'être aisément compris, dès l'abord, par cette classe nombreuse de personnes familières avec l'outillage d'une exploitation agricole et qui ne perçoivent que lentement les descriptions techniques de l'outillage industriel lorsqu'elles n'en ont pas eu sous les yeux un spécimen tout monté, en activité. Les dessins dont nous avons agrémenté notre description serviront, d'ailleurs, à la compléter de manière à faire toucher du doigt les analogies comme les dissemblances présentées par le type élémentaire du coupe-racines de nos fermes et le type hautement perfectionné de l'industrie, auquel est réservé une fonction si laborieuse et si délicate à la fois.

Le coupe-racines de diffusion est un appareil qui

se développe en hauteur, autour d'un arbre vertical qui en occupe la partie centrale et qui donne le mouvement au plateau des couteaux. Ce plateau constitue lui-même la fermeture ou la base de l'entonnoir où s'entassent les betteraves lavées : un plateau à claire voie sépare seul les racines de la surface portant les couteaux.

Le coupe-racines de la maison Julius Blancke de Mersebourg a la forme du coupe-racines ordinaire, mais présente quelques modifications intéressantes, dignes d'être signalées.

COUPE-RACINES JULIUS BLANCKE.



La caisse et la nochère inclinée tournante sont d'une seule pièce et construits de façon à donner à la cossette une chute moins brusque et plus régulière.

Le coupe-racines ordinaire, par suite de sa construction, fatigue singulièrement les coussinets de support. Pour obvier à cet inconvénient, qui n'est pas sans gravité, le coupe-racines Blancke est muni de cinq embases, s'emboîtant dans autant de coquilles en bronze formant coussinets. Le poids total se trouve ainsi réparti sur une surface considérable. Le travail de chaque coussinet est plus régulier et moins fatigant, ce qui diminue d'autant l'échauffement et l'usure.

Le double mouvement du râcleur est supprimé avantageusement par cette combinaison.

Il est question actuellement d'un coupe-racines tournant alternativement à gauche et à droite. Cette construction, due à M. Herbit, directeur de la sucrerie de Kuttenberg, est très-utile pour dégager les couteaux engorgés par les filaments des betteraves ligneuses.

On construit également des porte-couteaux doubles, garnis de deux rangées de couteaux accouplés dos à dos ; de telle sorte que lorsqu'un couteau travaille, l'autre se nettoie.

L'avantage de ces dispositions est très-sensible, surtout quand on opère sur des betteraves à chair filandreuse, montées en graines.

Il est aisé de se rendre compte, en voyant le dessin ci-contre, que l'arbre moteur vertical sur lequel est fixé le plateau ou disque portant les couteaux, est actionné par une paire d'engrenages et

reçoit son mouvement rotatif par un arbre horizontal. Sur ce dernier est fixé la poulie de commande et il porte en outre une poulie folle, sur laquelle on dirige la courroie quand on veut arrêter l'appareil.

Les boîtes à couteaux sont mobiles et d'un enlèvement aisé. On fixe les couteaux au moyen de boulons dans des compartiments pratiqués *ad hoc* sur les porte-couteaux.

Les schnitzels, ou cossettes, tombent dans la trémie de vidange qui les conduit au trou d'homme de chaque vaisseau diffuseur, successivement : à cet effet, le système est rendu mobile dans le sens d'une rotation horizontale.

L'arbre moteur fait environ 100 révolutions par minute correspondant, pour un disque de 1^m500 de diamètre, à une vitesse de 8^m par seconde à la circonférence. Il doit offrir un montage parfait : si l'arbre vient, en effet, à dévier un peu de la verticale, cela détermine l'usure du plateau portant les couteaux, usure qui se manifeste vers l'extérieur du cercle. Dans certains cas, cette usure devient telle que le plateau finit par laisser passage à des queues de betteraves qui enrayent la marche de l'appareil et peuvent ainsi contrarier le travail.

Les couteaux, leur entretien et leur montage, doivent être l'objet de soins constants et vigilants : c'est, en effet, d'un découpage soigné que dépend, en grande partie, le succès de l'opération. La section de la betterave doit être nette, régulière, sans déchirures, d'une épaisseur convenable.

Une section indécise amène la déchirure des cellules et donne par là du *jus de dissolution* au

lieu de donner du *jus de diffusion* : or, le principal avantage de la méthode réside dans ce fait qu'en se bornant à épuiser la cossette par voie d'osmose, on n'entraîne pas dans le jus extrait les matières impures qui s'accumulent, au contraire, dans le produit du lessivage des cellules ouvertes, des cellules déchirées par le râpage. Là où l'on a constaté la fermentation dans les usines de diffusion, phénomène assez rare d'ailleurs, la cause habituelle a été le plus souvent le mauvais état des couteaux et le déchirement qu'on faisait subir au tissu de la plante au lieu de la débiter par une section rapide et nette,

On dispose généralement les couteaux et l'on règle la rotation du coupe-racines de façon à ce que les lamelles, produit du découpage, présentent une épaisseur de un à deux millimètres et une largeur atteignant de cinq à vingt millimètres. La longueur de la cossette varie beaucoup : elle dépend, cela se conçoit, de la position qu'occupait la betterave au moment où elle a subi l'action du couteau. Il n'y a pas lieu de se préoccuper de cette dernière dimension, du moment où la longueur de la cossette n'est pas obtenue au détriment de la régularité et de la constance des autres dimensions, surtout de l'épaisseur.

Cette épaisseur ne peut, sans préjudice pour le travail, s'écarter sensiblement des limites que nous venons d'indiquer : si l'on exagère l'épaisseur, le jus sortira trop lentement, la diffusion s'effectuant, comme on sait, de cellule à cellule, depuis le cœur de la cossette jusqu'à la surface extérieure, et le nombre de ces échanges de proche en proche crois-

sant considérablement avec l'épaisseur de tranche. On risque, dans ce cas, de devoir travailler très lentement si l'on veut atteindre à un épuisement complet des schnitzels ; ou bien de laisser du sucre immobilisé dans le résidu, si l'on vise à travailler rapidement, ce qui est à conseiller.

Dans une cossette mince, on a un autre écueil à éviter. La diffusion est rapide, parce qu'elle n'est, pour une bonne part, qu'une dissolution. En effet, il y a un nombre infiniment plus grand de cellules découpées, prêtes à laisser lessiver leur jus, dans un diffuseur rempli de schnitzels trop minces que dans celui où l'on a entassé des lamelles d'épaisseur convenable. Nous avons signalé déjà l'inconvénient de ce traitement.

Dans les premières publications de M. Robert, vulgarisateur du procédé de diffusion, les dimensions conseillées étaient, en moyenne : 1 sur 12 sur 100 millimètres.

M. l'ingénieur de l'Escaille (1), citant ces dimen-

(1) « J'admettrai que les deux grandes faces d'une tranche, ainsi que trois faces latérales (normales aux deux grandes), renferment des cellules coupées. Ce n'est pas tout à fait exact, car la troisième face est coupée en biseau, mais la différence qui en résulte est trop minime pour que je doive en tenir compte. Il existe une sixième face recouverte par l'écorce ; ses cellules ne sont pas coupées.

La surface des cinq faces d'une tranche se répartit comme suit :

$100 \times 12 \times 2 = 2400$ millim. carrés, surface des deux grandes faces.
$100 \times 1 \times 2 = 200$ millim. carrés, surface des deux faces latérales.
$12 \times 1 = 12$ millim. carrés, surface de la petite face latérale.

2612 millim. carrés, surface totale de la partie de tranche ayant des cellules coupées.

Le volume d'une tranche est $100 \times 12 \times 1 = 1200$ millimètres cubes.

La betterave contient 250 cellules par millimètre cube, ce qui en fait environ 42 par millimètre carré.

sions, établit par un calcul simple la part d'influence que peut avoir sur la qualité du jus de diffusion le

Une tranche présente donc 2612 × 42 = 109.704 cellules coupées; mais comme ces cellules coupées sont communes à deux tranches, il s'en suit que chacune des deux contient $\frac{109704}{2}$ = 54.852 cellules, dont le jus sort sans traverser de paroi.

Une tranche renferme 1200 × 250 = 300.000 cellules, dont il y en a de coupées 54.852

Restent cellules intactes 245.148

$\frac{245148}{54852}$ = 4,5 cellules intactes pour une ouverture.

Si, au lieu de donner aux tranches une épaisseur de 1 millimètre on leur en donne une de deux millimètres, en conservant les autres dimensions, on trouve que les cellules intactes sont aux cellules coupées dans le rapport de 9 à 1.

Ces chiffres nous montrent :

1° Que les jus obtenus par ce procédé renfermeront moins de matières colloïdes que ceux obtenus par les autres procédés; 2° Que leur pureté augmente beaucoup avec l'épaisseur que l'on donne aux tranches.

Un second motif pour que la pureté du jus augmente avec l'épaisseur des tranches est le suivant : si l'on donne à une tranche une épaisseur de 1 millimètre, sur cette épaisseur il y aura 6 ou 7 cellules superposées. Admettons qu'il y en ait 7 et considérons celle du milieu qui est la quatrième : son jus pour sortir de la tranche devra traverser trois cellules.

La première cellule commence par céder son jus au liquide avec lequel elle est mise en contact; celui-ci au contraire lui cède de l'eau en place de ce qu'il reçoit, de sorte que dans la cellule, la densité du jus diminuant, il s'établit un échange entre la première et la deuxième cellule; leur richesse s'égalise au détriment de la seconde, dont le jus devient d'une densité moindre que celle de la troisième, avec laquelle commence alors le même commerce qu'entre la première et la seconde.

Un échange semblable s'établit entre la troisième et la quatrième cellule, dont le jus pour sortir de la tranche doit traverser la troisième, la seconde et la première cellule.

Or, les matières colloïdes ont un pouvoir diffusif bien plus faible que les cristalloïdes; il s'en suit que quand le sucre de la quatrième cellule sera sorti de la première, les matières colloïdes qui l'accompagnaient seront encore bien loin d'y arriver. Donc, les matières colloïdes diffusant très lentement pourraient sortir en partie des tranches, si elles n'avaient qu'une membrane à traverser; mais comme il y en a plusieurs d'interposées, il n'y aura que celles des cellules extrêmes qui pourront s'introduire en partie dans le jus. »

nombre de cellules coupées, comparativement à celui des cellules intactes.

En général, il n'est pas à conseiller de laisser fonctionner plus de six heures un jeu de couteaux débitant en lamelles 100 ou 200,000 kilogrammes de betteraves par jour. Dans les pays où les pierrailles et graviers arrivent au lavoir, englués dans l'argile accompagnant les betteraves, les couteaux sont vite abîmés : ils exigent un soin minutieux et un remplacement fréquent.

En vue d'assurer le fonctionnement convenable du coupe-racines lorsqu'on se trouve dans ces conditions spécialement défavorables, il ne faut négliger aucune des pratiques préventives recommandées pour atteindre au parfait nettoyage des racines, telles que l'emploi d'un double lavoir, d'un épierreur, d'une forte chute d'eau, etc., et se ressouvenir constamment de l'axiôme : mauvais couteau, mauvaise diffusion.

Dès l'origine la production des lamelles a été considérée comme le point essentiel du travail de la diffusion. Avec des lamelles vicieuses un bon travail est impossible, à mesure que la lamelle se perfectionne la diffusion est facilitée. Cette vérité élémentaire s'imposait dès la naissance de la diffusion. Aussi, le couteau servant au découpage a-t-il fait l'objet des recherches infatigables de tous les intéressés. De même, différentes circonstances exerçent une certaine influence sur le découpage.

Nous ne ferons cependant pas l'historique des innombrables modifications enregistrées sous ce rapport malgré l'intérêt supérieur qu'on y attachait à bon droit jusqu'ici.

Nous pensons que les principes, d'abord un peu vagues qui ont guidé en cette matière, sont assez nettement établis à ce moment pour permettre une simplification que les praticiens apprécieront.

Mais nous ne croyons pas inutile d'insister tout particulièrement sur une condition préalable à laquelle on n'a peut-être pas accordé toute l'importance qu'elle mérite.

Non seulement les corps durs, mais aussi les matières quelconques adhérentes à la betterave, même celles qui n'endommagent pas le couteau, compromettent l'action qu'il doit effectuer et par suite le succès de l'opération totale.

Or, il n'est pas rare de constater à première vue l'insuffisance des moyens de lavage eu égard aux circonstances diverses qui se succèdent rapidement à ce poste préliminaire. Cela étant, il est clair qu'on est exposé à tomber dans l'erreur relativement aux couteaux, les qualités et les défauts du découpage se trouvant masqués ou exaltés suivant l'occurrence.

Contrairement aux idées qu'on semble admettre, pour la construction des appareils de lavage, la betterave doit rencontrer sans cesse de l'eau propre.

L'évacuation des matières enlevées au lieu d'être intermittente doit être continue. Dans la plupart des laveurs cette action continue n'existe à aucun degré; dans d'autres, l'action constante n'est possible que dans les cas les plus favorables, c'est à dire alors que la nécessité est moins urgente. Pour peu que s'élève la somme des matières à expulser la betterave se nettoie imparfaitement, les lavoirs sont encombrés de matières terreuses et autres dont l'exclusion ne se

fait qu'à des intervalles fixés d'avance. Manifestement, cela revient à négliger une condition *sine qua non* du lavage parfait dont il s'agit.

Faute de précautions on se trouve fréquemment dans l'alternative ou de diminuer la quantité de travail ou d'endommager les couteaux.

Devant cette extrémité on recourt à l'eau chaude, au barbottage à vapeur, etc. Mais cet expédient n'est pas sans danger, car si la température est trop élevée ou si le séjour de la betterave dans l'eau chaude est trop prolongé, les inconvénients et pertes s'accumulent : les eaux de lavage contiennent des quantités notables de sucre. Eu égard surtout au volume d'eau nécessaire, les scrupules en ce point ne sont pas hors de saison.

Le séjour des betteraves en tas volumineux permet aux matières adhérentes de se détacher en grande partie et par là de réduire beaucoup la somme de travail à effectuer par le lavoir. Outre les soins et les frais de cette opération supplémentaire, il est clair qu'elle ne peut se faire que sur une très-faible échelle. Ici nous demanderions plutôt à l'eau chaude, cette élévation de température qu'on cherche à provoquer par un amoncellement dont il est inutile de faire ressortir les inconvénients.

La réalisation pratique de ces idées semble très-simple. Un premier lavoir de plus grand diamètre recevrait au besoin de l'eau chauffée à un degré déterminé. Le courant serait assez intense et l'évacuation assez prompte pour détacher toutes les matières adhérentes et les éloigner en majeure partie. De cette manière le deuxième lavoir n'aurait

aucune peine à fournir une matière première appropriée au travail de la diffusion. Dans beaucoup d'installations il suffirait de remplacer le premier lavoir par un autre modifié dans le sens indiqué pour obtenir économiquement un résultat satisfaisant.

Beaucoup de fabricants et constructeurs ont pensé que la pierre d'achoppement se trouvait au porte-couteau et aux divers détails du coupe-racines. De là une série d'instruments plus ingénieux les uns que les autres. Quant au fonctionnement pratique la valeur est sensiblement la même et nous croyons inutile de nous arrêter à cet objet. Pour sauvegarder le tranchant des couteaux quels qu'ils soient, on a imaginé de faire tourner le découpeur alternativement en sens opposé, de cette manière les couteaux se débarrassent plus aisément des filaments qui gênent la précision du tranchant.

L'importance du couteau lui-même est nécessairement capitale. Aussi l'histoire de tous les couteaux ferait-elle un volume assez considérable que nous ne pouvons insérer ici.

Il y a du reste possibilité d'abréger singulièrement aujourd'hui au point de vue du fabricant de sucre.

Le couteau *faîtière* est maintenant dans toutes les usines à diffusion et sa supériorité sur toutes les autres *formes de couteaux* n'est plus contestée.

Ce langage inintelligible il y a peu de temps encore ne demande même pas d'explication, chacun s'étant familiarisé avec les principales *formes de couteaux* de diffusion et l'influence de la forme étant reconnue universellement.

Il reste simplement à étudier le faîtière et les

conditions auquelles il doit satisfaire à son tour pour acquitter la tâche importante qui lui est confiée après tant d'autres dont l'infériorité est notoire.

Si l'on examine le mode de greffage du triangle sur la cloison verticale, on trouve aisément plusieurs causes de préjudice au travail rationnel. En effet l'objectif pratique étant de blesser le moins possible la betterave et d'obtenir la section franche et nette de la lamelle, c'est ici le criterium naturel des faîtières.

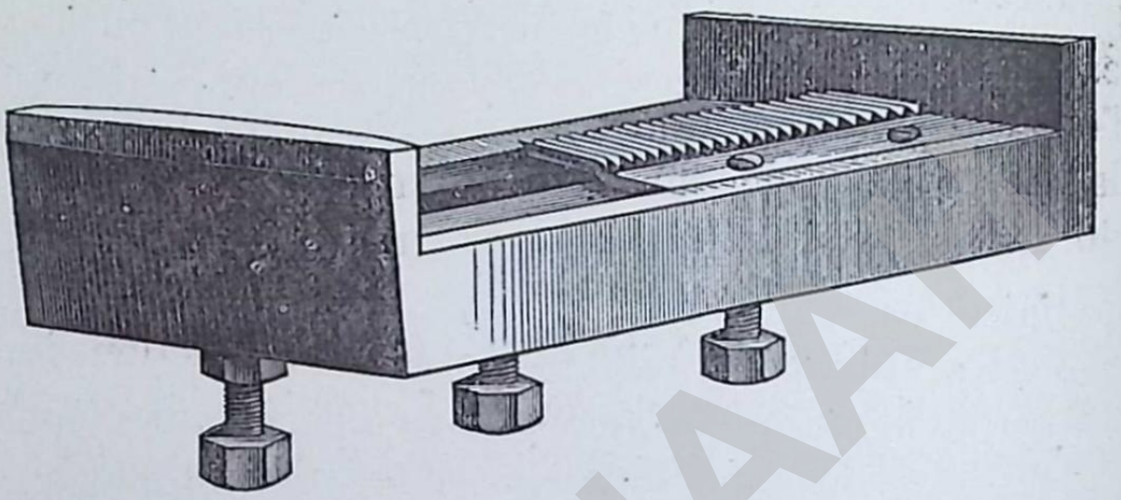
En suivant la marche du couteau en fonction, il est évident qu'en vertu de sa forme tout couteau faîtière découpe dans la betterave des hâchures triangulaires. Le poids total de la matière première chargée dans la trémie repose donc sur les angles dièdres ainsi formés par les hâchures et dont les arêtes se dessinent avec plus ou moins de précision suivant le degré de perfection du travail obtenu.

Remarquons aussi l'encoignure formée à l'endroit où le couteau est assis sur le porte-couteau. Sa forme indique suffisamment qu'elle contribue pour sa part à détériorer les angles solides dont nous venons de parler. Partant de ces remarques, on peut conclure que le meilleur couteau faîtière, toutes autres circonstances égales, sera celui dont les parties adjacentes s'écarteront le moins du plan du porte-couteau.

Le couteau trace dans la betterave des coupures angulaires, qui doivent glisser sur le dos ondulé ; dès que le couteau a dépassé la betterave, celle-ci s'appuie avec ces coupures angulaires sur le plateau du coupe-racines. Les cossettes seront d'autant plus belles que les coupures resteront plus intactes.

Le meilleur type actuellement connu est le couteau Coqui et Greiner dont voici la description.

COUTEAU COQUI & GREINER.



Lorsqu'on se figure un couteau faîtière ordinaire à l'endroit où l'angle se joint à la lame verticale, on voit par la forme même du couteau que le passage libre de la betterave est impossible, et que la courbure faite à l'extrémité de la nervure par la fraise tend à soulever la betterave au moment où elle glisse sur la surface. Le poids des betteraves dans l'entonnoir empêche celles qui se trouvent sur les couteaux de se soulever ; il en résulte que cette pression blesse leurs coupures angulaires. Elles tombent ensuite de la surface sur le plateau du coupe-racines où elles sont endommagées une seconde fois.

Ces inconvénients, insignifiants en apparence, mais notables au fond, disparaissent par la nouvelle modification donnée au couteau faîtière. Tout en maintenant la forme ordinaire du couteau, l'épais-

seur du dos du couteau est diminuée de façon à ce que d'un côté les angles du tranchant soient plus élevés que la surface d'arrière et que d'un autre côté cette surface soit au même niveau que le plateau du coupe-racines.

Cette forme seule rend possible le passage libre du couteau en dessous de la betterave sans bouger cette dernière et sans endommager les coupures.

Le placement des couteaux réclame une attention minutieuse et une certaine habileté pratique et les règles théoriques qu'on a voulu énoncer à cet égard nous semblent d'autant plus superflues que, grâce à la précision des constructions, on acquiert promptement l'habileté voulue surtout pour les couteaux neufs. Après un certain usage ou lorsque la forme triangulaire est plus ou moins compromise par suite d'accidents, il faut veiller tout spécialement à ce que les sommets des angles soient équidistants.

Un écartement si minime qu'il soit entraîne des lamelles irrégulières et un travail détestable. On a parfois observé un phénomène curieux quand on reprend le travail après le renouvellement des couteaux.

Toutes autres circonstances égales, la densité diminue très-notablement et l'industriel inexpérimenté ne sait à qui ni à quoi s'en prendre. Voici l'explication de ce paradoxe apparent.

A mesure que les couteaux sont usés, endommagés, etc., les lamelles détachées de la betterave deviennent de plus en plus courtes, déchiquetées ; elles s'éloignent de la forme qui les distingue à l'état normal et se rapprochent de la râpure.

La quantité de cette matière introduite par hectolitre de capacité du diffuseur est beaucoup plus grande, le tassement étant plus énergique à mesure que cet état de choses s'accentue.

Or, la même quantité de liquide est mise en contact avec cette masse sucrée beaucoup plus considérable. L'augmentation de la densité peut être regardée comme une espèce d'indicateur de la situation du travail. *Toutes autres circonstances égales, la densité se renforce à mesure que le découpage laisse à désirer* (1).

Cette règle ne doit subir d'exception que du fait de la betterave, dans un travail bien conditionné. Il en résulte que l'examen fréquent de la matière première doit marcher de concert avec la constatation de la valeur des jus correspondants et que l'industriel ne doit jamais perdre de vue le tableau résumant les opérations au fur et à mesure qu'elles sont effectuées.

II. BATTERIE DE DIFFUSION.

En sortant du coupe-racines, les lanières de betteraves sont dirigées vers la batterie de diffusion, consistant en un système de vaisseaux cylindriques en tôle et fonte dans lesquels se pratique l'extraction du jus. Dans ces vaisseaux, les lamelles accumulées

(1) Depuis l'époque où fut rédigée la première édition, on pèse plus généralement la matière première à l'entrée du diffuseur. Dans ce cas, le poids des cossettes restant égal, la remarque ci-dessus n'est pas applicable.

sont soumises à l'action de l'eau sous pression : le lessivage provoquant la diffusion du suc des lamelles s'effectue par de l'eau pure dans le premier vaisseau, tête de la batterie, puis par des eaux de plus en plus chargées dans les vaisseaux ultérieurs. Au point de vue de la densité respective des liquides servant à l'épuisement des lamelles et du degré plus ou moins élevé d'appauvrissement que présentent ces lamelles aux diverses périodes de la diffusion, c'est-à-dire, aux divers vaisseaux de la batterie, il y a analogie marquée entre le travail de la macération Dombasle ou Schutzenbach et le travail de diffusion.

C'est pourquoi, avant de décrire l'aménagement d'une batterie de diffusion nous prions le lecteur de se rapporter aux considérations émises, dans le chapitre qui sert d'introduction à cette étude, sur l'économie du travail dans ces méthodes similaires d'extraction des jus.

Les vaisseaux de la batterie de diffusion étaient jadis disposés en une seule batterie, ou en deux batteries formant système : dans ce mode, les vaisseaux étaient placés sur une ligne, ou sur deux lignes parallèles. Aujourd'hui, on semble donner la préférence aux batteries simples, où les vaisseaux-diffuseurs sont réunis à la périphérie d'un cercle, ce qui économise l'espace nécessaire à l'aménagement du système.

Ces dernières batteries sont circulaires ou demi-circulaires. La disposition en demi-cercle, très-commode et élégante, prend plus de place, mais elle permet, comme la disposition rectiligne, d'ajouter, par la suite, un ou plusieurs vaisseaux diffuseurs

à la batterie primitive sans rien modifier dans le plan de celle-ci. Cette facilité présente l'avantage de permettre au besoin un travail plus important ou un épuisement plus approfondi.

1. *Batterie rectiligne, ancien système.* — Nous donnons (pag. 68), plutôt pour mémoire qu'à tout autre titre, le plan d'un atelier de diffusion à une seule batterie rectiligne, munie de deux réchauffeurs ouverts, externes à la batterie, telle qu'on la disposait communément dans le mode adopté originairement par Robert, le premier qui ait appliqué industriellement l'idée de la diffusion.

La légende de cette vignette fait comprendre la circulation des jus de betterave : on remarque que cette circulation est tout autre que dans le mode, introduit par le constructeur Riedel, de la batterie circulaire avec interposition de calorisateurs dans la série même (voir plus loin). Aussi, la batterie rectiligne n'est-elle plus guères adoptée dans les nouvelles installations, la disposition circulaire procurant un travail plus simple et plus facile.

Néanmoins pour éviter les frais considérables qu'entraînerait parfois la surélévation des bâtiments portant le coupe-racines, la pression d'eau etc., il n'est pas inutile d'étudier de près les combinaisons trouvées pour la diffusion en batterie rectiligne.

BATTERIE ANCIENNE.

LÉGENDE.

VAISSEAUX.

D_1 D_2... D_7 *Vaisseaux* diffuseurs.
S_1 S_2 » réchauffeurs.

CONDUITES.

E *Conduite* amenant l'eau de la tour sur les diffuseurs.
G » amenant les jus aux réchauffeurs ou à la défécation.
H » ramenant les jus des réchauffeurs aux diffuseurs.
K Z » faisant communiquer le dernier diffuseur avec le premier de manière à obtenir un circuit complet, chaque diffuseur devenant à son tour tête de ligne.

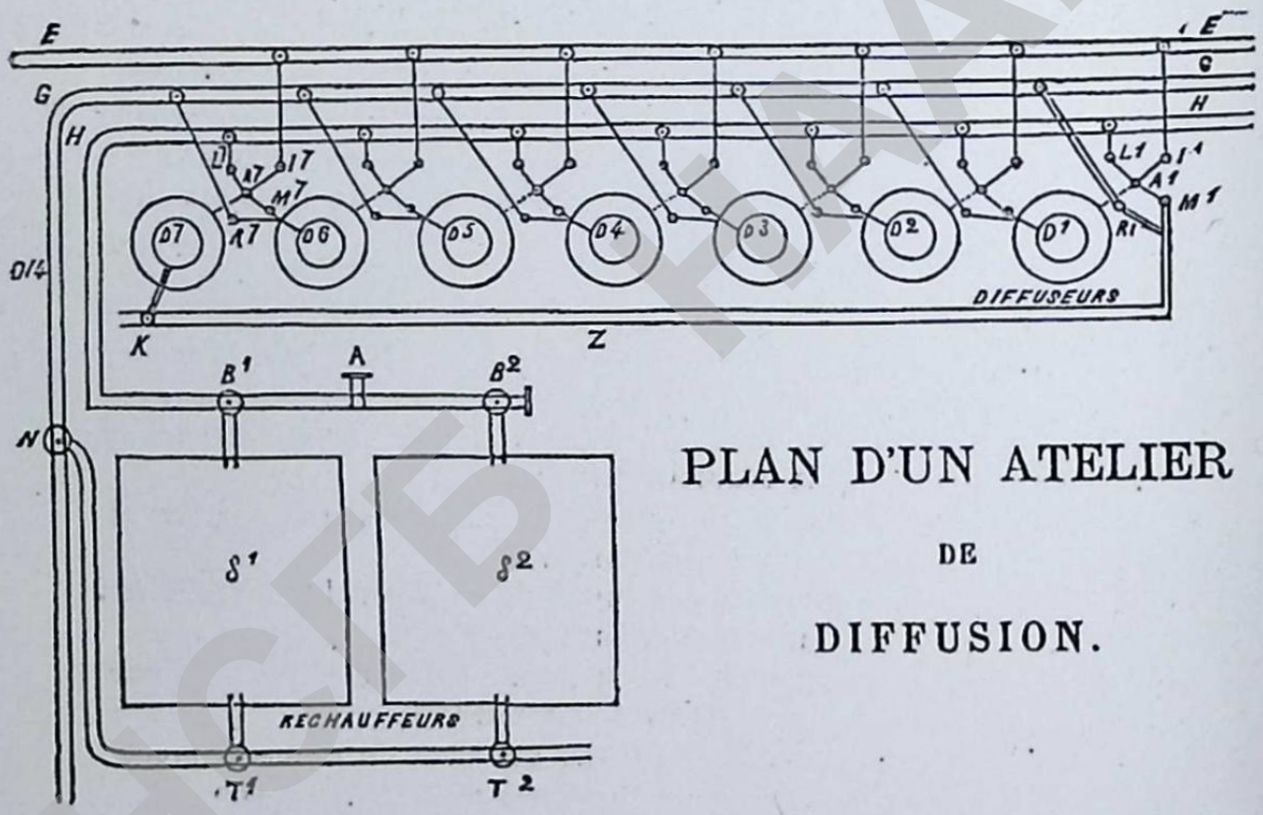
SOUPAPES.

A *Soupape* posée sur le tuyau vertical qui communique avec le fond du diffuseur. Tout liquide qui entre dans le diffuseur doit passer par A.
I » raccordée au tuyau E amenant l'eau de la tour et à la soupape A.
L » raccordée au tuyau H ramenant les jus des réchauffeurs et à la soupape A
M » raccordée à l'ouverture supérieure du diffuseur précédent et à la soupape A.
R » posée sur le tuyau qui vient du diffuseur précédent et communique avec le tuyau G qui conduit aux réchauffeurs et à la défécation.
K » établie au dernier diffuseur de la batterie et commandant la communication avec le premier diffuseur. Cette soupape peut rester toujours ouverte quand la batterie est en marche. Tous les mouvements d'un diffuseur à l'autre se font par A. et M.
N T_1 T_2 » commandant l'entrée des jus aux réchauffeurs.
B_1 B_2 » » la sortie des jus des réchauffeurs.

EXTRACTION DU JUS PAR DIFFUSION.

ANCIEN SYSTÈME : Batterie simple, rectiligue, de 7 diffuseurs avec réchauffeurs externes à la batterie.

SYSTÈME ROBERT.



PLAN D'UN ATELIER DE DIFFUSION.

HSFB FEAH

2. *Batterie circulaire avec calorisateurs interposés, système Riedel.* — Voici la disposition des vaisseaux dans le mode du constructeur Riedel, de Halle-sur-Saale : c'est ce mode qui sert actuellement de type à toutes les installations de diffusion, à peu d'exceptions, ce qui nous a déterminé à le décrire en détail.

Le groupement de dix diffuseurs, représenté ci-après dans les fig. 4—5, est celui que l'on préfère notamment en Autriche, où des exigences fiscales poussent le manufacturier à diminuer la capacité des vaisseaux diffuseurs. L'installation est par là réduite à sa plus simple expression, circonstance de nature à provoquer l'extension de cet outillage et qui a, en effet, amené ce résultat.

La fig. 4 représente en plan la batterie, y compris l'hélice horizontale qui sert à l'évacuation des résidus. La fig. 5 donne l'élévation de l'outillage et comprend deux coupes verticales, l'une suivant *A*, *B*, l'autre suivant la ligne brisée *C*, *D*, *E* de la fig. 4.

Les diffuseurs ont une forme un peu renflée vers le haut. Ils s'ouvrent en un collet cylindrique que ferme un clapet circulaire muni d'un joint en caoutchouc. Vers le bas, latéralement, existe une ouverture de vidange, carrée, également à clapet. Il existe, à l'intérieur du cercle et à deux pieds en contrebas du plan limitant supérieurement les couvercles des diffuseurs, un plancher où se tient le chef-diffuseur, préposé à la manœuvre des soupapes.

Dans la fig. 4 les diffuseurs IV, V, VI, VII sont réprésentés comme ayant le trou-d'homme fermé par étrier, tandis qu'il se trouve ouvert dans les

diffuseurs I, II, III et X. Au haut comme au bas de chaque vaisseau, près des trous-d'homme, à l'intérieur, on place des tôles perforées ne laissant passer que des jus purs et non des débris végétaux.

Inutile, croyons-nous, de dire le cas de douze, treize ou un plus grand nombre de diffuseurs. Sa marche est absolument la même. Le grand avantage de la multiplicité des diffuseurs résulte de ce qu'on peut opérer à des températures inférieures. Tout en sauvegardant l'épuisement des cossettes, on obtient des pulpes plus recherchées et d'une conservation plus facile. C'est important surtout en première année, lorsque le personnel n'est pas encore suffisamment familiarisé avec le maniement de la batterie et que la culture se trouve plus exigente à l'égard des pulpes.

НСГБ НААН

BATTERIE CIRCULAIRE DE DIFFUSION,

A 10 VASES DIFFUSEURS.

SYSTÈME RIEDEL ET CAIL, HALOT.

LÉGENDE.

(fig. 4 et 5.)

I, II..... X. Vaisseaux-diffuseurs.
6, 6, 6, . . . Calorisateurs tubulaires.
a', *a'*, *a'*, . Tuyaux dit de passage, établissant la communication entre le calorisateur et le diffuseur.
1, 2 et 3, . . Soupapes de passage d'eau et de jus.
b, *b*, *b*, . . . Conduite d'eau.
c, c, c, . . . id. de jus.
d, ... Tuyau de vapeur desservant les calorisateurs.
e, *e'*, ... Engrenages commandant l'hélice d'évacuation des cossettes.
l, ... Poulie de commande.
F, ... Tiroir circulaire pour l'introduction des cossettes dans l'hélice d'évacuation.
C, ... Tole perforée d'égouttage des cossettes.
5, 5, 5, . . . Communication inférieure entre le calorisateur et le diffuseur.
7, 7, 7, . . . Conduite de vapeur.
9, ... Ecoulement d'eau des calorisateurs.
II, II, II, . . Tuyauterie de retour des calorisateurs.
8, 8, 8, . . . Thermométres ou calorimètres.
E, ... Hélice d'évacuation des cossettes.
D, ... Nochère contenant l'hélice.
G, ... Elévateur de cossettes aux presses.
A, ... Bassin recevant les eaux d'égouttage.

Les fig. 4 et 5 représentent la disposition d'ensemble des divers appareils composant l'outillage de l'atelier de diffusion.

On suit facilement, sur ce dessin, la marche de la betterave depuis sa sortie du lavoir jusqu'à sa sortie à l'état de pulpe par la vis d'Archimède.

Au haut de la fig. 4, vers la droite, on voit la noria *A* qui porte les racines lavées à la trémie *B*, alimentant le coupe-racine. Les schnitzells accumulées dans le réservoir cylindrique *C*, sous les couteaux, passent par la nochère inclinée *D* qui se termine en forme d'entonnoir *E*, dans le goulot *J* des vaisseaux de diffusion. La forme légèrement conique de ces vaisseaux ainsi que la forme cintrée de la tôle perforée inférieure, régularise la descente des schnitzells épuisées, qui, traversant la porte à tampon *K*, s'égouttent dans l'espace intérieur *L*, sur la claire-voie où s'alimente l'hélice *M*. *G* celle-ci transporte automatiquement les résidus à l'extérieur de l'atelier : elle les déverse sur la chaîne à godets *N*, qui alimente les presses Kluzeman, Selwig ou Bergreen.

La fig. 5 représente, en projection horizontale, la batterie Riedel, en supposant enlevés le coupe-racine et sa chaîne alimentaire. Ce dessin offre comme particularité de construction la soupape-maîtresse *(central-ventil) F* qui permet de régler le passage des jus d'un diffuseur à l'autre sans avoir recours à une série de soupapes spéciales comme dans la disposition générale, décrite plus haut.

On remarquera la simplicité de la tuyauterie et conséquemment des manœuvres. Le tuyau horizontal *b* réunit, par le bas, le diffuseur au calorisateur *c*. Le tuyau *d* réunit le haut du calorisateur à la partie inférieure de la soupape centrale. Enfin,

le tuyau *e* fait communiquer le haut de la soupape centrale avec les vaisseaux-diffuseurs.

La modification de la soupape centrale, malgré la simplicité qu'elle procure au montage des vaisseaux-diffuseurs, ne s'est pas beaucoup répandue.

Les calorisateurs, intercalés dans la batterie même de diffusion, sont des appareils où l'on élève la température des jus par un mode analogue à celui usité dans les caisses des appareils d'évaporation verticaux à double effet. Ces caisses, dans l'un et l'autre appareil, sont fermées, en haut et en bas, par des tôles horizontales dans lesquelles sont emboutis des tubes verticaux à l'intérieur desquels circulent les jus à réchauffer et entre lesquels se fait, par le haut, l'admission de la vapeur. Au bas de la caisse est adapté un tuyau purgeur pour éliminer les eaux provenant de la condensation de la vapeur.

L'expérience a démontré que, par suite des effets répétés de dilatation et de contraction auxquels sont soumis les tubes ou les serpentins qui existent dans les calorisateurs des appareils de diffusion, il se produit généralement une altération soit des joints, soit du métal lui-même, et, comme conséquence, des fuites de jus, qui souvent répétées représentent au bout de la campagne une perte sérieuse pour les fabricants.

Dans les nouvelles batteries installées par la maison Cail, Halot et Cie, de Bruxelles, les tubes en laiton des calorisateurs n'ayant qu'un mètre de longueur, n'éprouvent que des dilatations insignifiantes, et on n'a plus constaté de fuites aux jonctions avec les plaques depuis cette innovation.

En effet, les jus, qui prennent la voie de ces fissures, au lieu de suivre leur cours régulier, tombent dans les eaux de condensation et s'échappent avec elles.

Pour remédier à cet inconvénient, M. Mallebrancke a imaginé de faire rentrer les eaux de condensation dans les jus au moyen d'un tuyau allant de A en B.

Des expériences faites dans une usine montée avec deux batteries et pouvant par cela même servir de type comparatif, ont donné les résultats suivants :

НСГБ НААН

BATTERIE N° 1. RETOUR LIBRE.

DIFFUSEURS.	I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		VIII.		IX.	
CALORISATEURS.		1		2		3		4		5		6		7		8		9
		Temp. 25°	0.29 p. % de sucre dans le jus	50°	0.83	65°	1.77	65°	2.99	65°	4.87	65°	5.91	45°	6.27	35°	6.69	15 à 20°

BATTERIE N° 2. RETOUR MODIFIÉ.

DIFFUSEURS.			0.25		0.75		1.50		2.75		4.60		5.75		6.23		6.65	
CALORISATEURS.		25°		50°		65°		65°		65°		65°		45°		35°		15 à 20°

НИСТЕ НААН

Par les tableaux qui précèdent, il est clairement prouvé que le jus n'est pas affaibli par cette addition d'eau, et il est admis maintenant dans beaucoup d'usines belges que l'on substitue tout simplement 6 % d'eau distillée à 100 degrés, à pareille quantité d'eau froide et moins pure, provenant du bac à eau ou du compresseur.

Par la rentrée du retour des eaux condensées, on se met à l'abri de toute perte de jus, tout en économisant 10 p. % sur le combustible, soit 200 kilos de charbon par jour pour une batterie travaillant 100,000 kilos betteraves.

Réchauffeurs, Calorisateurs, Injecteurs, etc.

Bien que l'action précise de la chaleur sur les phénomènes de la diffusion ne fût pas connue, on s'est efforcé depuis longtemps de maintenir les lamelles le plus régulièrement possible à des températures déterminées.

En outre, à chaque diffuseur ou plutôt, aux phases principales du travail de diffusion, on établit une température spéciale que l'on suppose en harmonie avec les exigences théoriques des lois osmotiques.

Aussi, les moyens de communiquer à la batterie de travail la chaleur nécessaire, d'améliorer les conditions d'économie et de régularité de cette opération, ont inquiété au premier chef tous ceux qui s'intéressent sérieusement à l'extraction du jus par diffusion; c'est que la température, en favorisant ou entravant les actions osmotiques, touche directement

à l'essence même du procédé et que les autres modifications ou perfectionnements, indépendamment de leurs mérites, sont en réalité d'ordre secondaire.

Il ne faut pas chercher ailleurs l'origine des modifications profondes qu'ont éprouvées jusqu'ici les installations de diffusion. Le caractère radical de ces modifications ne prendra un terme que lorsque ce problème fondamental aura reçu une solution satisfaisante.

L'unique agent du calorique admis est la vapeur. Or, le contact direct de la vapeur et des lamelles aurait des inconvénients tels qu'on ne peut songer à s'engager dans cette voie. Nous ne ferons donc aucune mention de quelques essais dirigés en ce sens.

On s'est vu ainsi réduit à faire agir la vapeur sur les jus successifs appelés à s'enrichir aux dépens des cellules à sucre de la betterave.

Cette opération s'exécute dans des vases intermédiaires, réchauffeurs, calorisateurs destinés à donner aux liquides circulant dans la batterie des températures appropriées.

Le calorisateur est généralement construit à l'instar de l'appareil d'évaporation à triple effet c. a. d. avec un système tubulaire dans lequel circulent les jus. Ce dispositif réduit considérablement l'espace libre du calorisateur.

Cependant, c'est là que doit s'effectuer la transmission de la chaleur sur des portions minuscules de jus. Celles-ci, à leur tour, sont chargées de communiquer leur température à la masse entière du diffuseur. La simple énonciation des faits, prouve

surabondamment que les lamelles ne sont pas soumises à la température indiquée au calorisateur, réchauffeur, injecteur, etc., etc. Il est clair en effet que la transmission de la chaleur du jus dans les cossettes est d'autant plus faible que la circulation est moins active et qu'à la moindre interruption, le travail osmotique éprouve des perturbations. Un exemple éclaircira ces considérations un peu abstraites.

Supposons une batterie contenant en totalité 105 hectolitres 70 litres de liquides en circulation depuis le diffuseur meîché jusqu'au diffuseur épuisé. Soit en outre le travail réglé parfaitement et la production en jus de 1200 hectolitres par 24 heures de *travail effectif*. (En d'autres termes un travail uniforme sans la moindre interruption.)

Dans ces conditions, il est clair qu'on retire 83 litres par minute. L'eau employée pour l'épuisement fait dans la batterie un séjour de $\frac{10570}{83} = 127$ minutes. Il est clair que le numérateur ci-dessus se trouverait renforcé par l'augmentation de la contenance du calorisateur. La durée du contact serait, toutes autres choses égales, augmentée dans une mesure correspondante en même temps que la température effective de la diffusion se trouverait rapprochée de l'indication du calorisateur.

L'impossibilité d'obtenir un épuisement satisfaisant avec les calorisateurs en usage ou, si l'on veut, l'inefficacité de l'épuisement, a fait multiplier le nombre de diffuseurs et par suite celui des calorisateurs dans la batterie. Il n'est même pas rare d'entendre exprimer la conviction qu'il faudrait

augmenter encore le nombre de vases diffuseurs.

Cette conviction s'explique aisément, d'après ce qui précède, c'est un axiôme reçu depuis longtemps qu'il faut concilier autant que possible l'efficacité de l'épuisement avec la rapidité du travail. D'autre part, aucune portion de jus ne doit être exposée à une température exagérée. L'impossibilité de satisfaire ces exigences opposées est manifeste dans les circonstances actuelles.

Le jus passe évidemment au calorisateur avant d'imprégner les lamelles de betterave, afin de favoriser l'évolution des phénomènes osmotiques par une température appropriée. Les dimensions du calorisateur étant trop réduites, certaines portions de jus seront peut-être portées à la température voulue, d'autres y échappent. La conséquence inévitable est qu'il règne dans le diffuseur des températures très-variables et que le travail est irrégulier.

Dans certaines batteries, on trouve il est vrai, les calorisateurs enveloppés de corps non conducteurs. C'est d'autant plus urgent que la diffusion est d'ordinaire installée sur l'emplacement de l'ancien atelier des presses. En tout cas elle est en communication avec la chambre des pulpes et le magasin de betteraves. Il serait difficile d'empêcher qu'elle ne soit à l'endroit le plus frais de l'usine. Les diffuseurs aussi bien que les calorisateurs sont exposés à des courants d'air multiples qui rendent, dans une certaine mesure, illusoires les précautions et observations thermométriques, ou en changent la signification réelle au point d'induire en erreur.

Empêcher la déperdition de chaleur existant de

ce chef sur les parois métalliques tant du diffuseur que du calorisateur, est d'ailleurs une précaution élémentaire que l'on doit s'étonner de voir jamais omise. Limiter dans une juste mesure et régler la quantité de travail, prévenir les interruptions de tout genre et supprimer les arrêts, voilà le complément des précautions qu'un fabricant ne peut à aucun prix négliger. Beaucoup de fabricants ne produisent pas une quantité de jus normale dans un temps donné, soit que l'une ou l'autre partie, ou le total de l'installation se trouve en défaut pour l'approvisionnement et le lavage des betteraves ou pour le travail ultérieur des jus à provenir. L'industriel ne doit pas oublier qu'au point du vue d'une bonne diffusion il est tout aussi dangereux de produire trop peu de jus que d'en produire trop. Il ne faut non plus, sous aucun prétexte, forcer le travail pour regagner une interruption forcée, etc. Ce raisonnement trop fréquent conduit toujours à un travail défectueux dont les conséquences sont funestes.

De chaque calorisateur émerge, par le haut, un grand thermomètre plongeant au fond de l'embranchement qui relie le diffuseur au calorisateur. Ce thermomètre porte une graduation très large : le remplacement en est aisé, en cas de bris.

D'après ce que nous avons vu précédemment, la suppression du calorisateur est un des problèmes les plus intéressants qui restât à résoudre dans ces dernières années. Le barbottage de la vapeur dans le jus se présente naturellement à l'esprit, mais tous les efforts dirigés en ce sens venaient échouer

invariablement contre les trépidations, bourdonnements et autres conséquences désavantageuses de l'injection directe.

Finalement une modification très-heureuse de l'injecteur vient, semble-t-il, de réaliser ce grand progrès. L'appareil, au lieu d'insuffler la vapeur dans le jus par un seul orifice, est construit de manière à amener la vapeur par une série d'ouvertures superposées dans une solide armature de bronze posée verticalement et fixée solidement sur une conduite de fonte. Cette conduite, ainsi munie d'injecteurs et de thermomètres, remplace parfaitement le calorisateur.

Il est à peine nécessaire de faire ressortir l'économie qui doit en résulter : toute la tuyauterie compliquée et coûteuse du calorisateur disparaît, d'où simplification et économie notable dans l'installation de la batterie de diffusion.

Parmi les batteries fonctionnant par l'injection directe, nous avons vu fonctionner celle de Chaulnes (dép. Somme, France). Le travail est aussi précis et aussi facile qu'avec la meilleure batterie à calorisateurs. Les liquides circulent activement et se mettent promptement à la température voulue.

La solution du problème est d'autant plus opportune que le prix relativement élevé d'une batterie à calorisateurs faisait reculer plus d'un fabricant de sucre pour le montage de la diffusion.

La fragilité des thermomètres, calorimètres, etc. était jadis une autre source d'ennuis, de tracas, voire même de pertes. Les thermomètres se dérangent trop facilement, le moindre choc les brise et, avec

l'air comprimé notamment, leur emploi est difficile pour ne pas dire impossible, puisqu'à tout moment on est exposé à travailler sans guide suffisant pour la température.

Ces inconvénients sont heureusement évités par le thermomètre *à graphite*, où l'emploi du verre est absolument supprimé. Le thermomètre de nouveau genre est bien préférable à tout ce que nous avons rencontré pour cet objet.

Un bâton de graphite glisse dans une rainure en suivant les dilatations et contractions qu'éprouve une enveloppe métallique plongeant dans le milieu dont il s'agit de reconnaître la température. Le mouvement du graphite enroule ou déroule une chaîne de Vaucanson par l'intermédiaire d'un levier approprié. La chaîne à son tour transmet le mouvement à l'aiguille marquant sur le cadran la valeur de ce mouvement en degrés thermométriques centigrades.

Le cadran est construit de manière que les lectures se fassent aisément à plusieurs mètres de distance et l'appareil entier est achevé avec le soin d'un instrument de précision. Il est d'ailleurs facile à installer, à vérifier et à rectifier. Cet instrument est appelé à remplacer les thermomètres à mercure, non seulement pour les diffusions mais partout où des indications claires et rapides de la température sont nécessaires.

Il existe différentes modifications permettant d'adapter l'appareil dans toutes les exigences diverses des situations où il peut être utile de reconnaître la température.

Avant d'entamer la description du parcours des jus et de l'eau de pression dans la batterie de diffusion, nous ferons connaître sommairement les organes essentiels réglant ces parcours, ainsi que certains termes consacrés par l'usage.

Chaque vaisseau de diffusion (dans le montage sans la soupape centrale) porte au moins cinq soupapes, à savoir :

1. *La soupape d'eau.* — Sert à donner à la batterie la pression d'eau qui détermine le mouvement des jus. Il est inutile de faire remarquer que, pour agir par pression, l'eau doit provenir d'un réservoir placé à un niveau supérieur à celui des diffuseurs où elle est appelée à exercer sa pression. On a aussi recours à la soupape de pression d'eau pour laver le diffuseur qu'on vient de mettre en vidange.

2. *La soupape de passage.* — Etablit la communication du diffuseur avec le calorisateur. Ordinairement cette soupape est réglée par un robinet placé à l'intérieur de la plate-forme.

3. *La soupape de la défécation.* — Ouverte, permet au jus d'entrer dans la conduite générale, d'où il peut être dirigé, soit vers le mesureur de la régie, soit vers un calorisateur.

4. *La soupape ou robinet de vapeur.* — Dessert le calorisateur ou l'injecteur.

5. *La soupape de décharge.* — Par où s'échappe la vapeur condensée. Aujourd'hui cette soupape est généralement supprimée, soit par le dispositif Mallebrancke, soit par l'injection directe de la vapeur dans le jus.

Si l'on a compris la fonction respective de ces divers organes, les expressions elleptiques suivantes se passent de commentaires :

Soupape d'eau n° IX, par exemple, c'est-à-dire soupape réglant la pression de l'eau sur le jus du neuvième diffuseur.

Soupape de passage V, *robinet de vapeur IV*, etc.

On dit qu'un diffuseur, chargé de lamelles, est *meîché* (1) lorsqu'il est traversé de bas en haut par les jus provenant du contact de l'eau avec des cossettes déjà plus ou moins appauvries par le travail de la diffusion.

L'eau de pression communique aux jus de diffusion un mouvement continu et progressif. L'eau éprouve, d'abord, le contact des cossettes arrivées à la dernière période d'épuisement, passe successivement sur tous les diffuseurs de la batterie où elle rencontre des lamelles de plus en plus riches et vient meîcher finalement les schnitzels fraîchement découpées d'un diffuseur nouvellement empli. Elle n'arrive donc au mesureur qu'après avoir traversé tous les diffuseurs et tous les calorisateurs de la batterie.

La force nécessaire à ces manipulations considérables est fournie par la pression d'eau. C'est assez dire combien il importe de s'assurer en tout temps la présence des quantités d'eau nécessaires à ce service important. Il ne faut pas, néanmoins, que cette pression soit violente. Une pression exagérée opère irrégulièrement et n'imprègne pas également toutes

(1) De l'allemand *meischen*, mélanger en remuant.

les lamelles, en d'autres termes, éloigne du but à poursuivre.

Il s'agit, en effet, d'obtenir une extraction uniforme de toute la matière première soumise au traitement. Il importe, par conséquent, d'assurer des conditions identiques, c'est-à-dire, un contact également prolongé avec une égale quantité de liquide. Une pression irrégulière fournit des résidus inégalement épuisés.

Lorsque ce dernier cas se présente, on peut y obvier aisément en brisant la violence du courant par un obstacle approprié. Une tôle convenablement perforée, interposée dans la prise d'eau, suffit presque toujours à remédier au mal.

L'eau employée à l'osmose des schnitzels doit satisfaire aux conditions que l'on requiert d'une bonne eau potable. Elle doit être pure, limpide, peu calcaire. Les eaux troubles, surtout si elles renferment des matières organiques, doivent être rejetées ou préalablement clarifiées et épurées. On a à craindre la fermentation lorsqu'on fait emploi d'eaux contenant de l'hydrogène sulfuré (1) ou des matières organiques en décomposition. Enfin, les eaux pures quoique tenant en suspension des sables fins, amènent l'usure des soupapes ; les eaux crues, séléniteuses, sont d'un emploi difficile. Comme les eaux

(1) Nous avons constaté l'action néfaste des composés sulfurés dans les jus de diffusion entr'autres, lors d'une visite à un important établissement à la région de Magdebourg, où l'on avait dû renoncer à terminer la campagne sucrière, l'année même de l'installation du système de diffusion, l'extraction de jus sains étant devenue impossible par le fait d'infiltrations sulfureuses dans le puits donnant l'eau à la batterie.

gypseuses, elles incrustent, en quelque sorte, la membrane constituée par la cossette, enrayent la diffusion et abaissent la valeur alimentaire du résidu. Les eaux salées donnent des jus de diffusion également plus salins que les eaux pures.

Il faut veiller à ce que les ouvriers prennent l'habitude de fermer exactement les soupapes et s'en assurer fréquemment. Pour la porte de déchargement, la fermeture hydraulique est à recommander. Dans certaines batteries, on fait usage de la même fermeture pour le couvercle supérieur.

НСГБ НААН

CHAPITRE TROISIÈME.

Pratique de la diffusion.

Essai de l'outillage à blanc. — Nous supposons le lecteur bien au courant de l'outillage et l'outillage parfaitement installé. La première chose à faire avant de mettre en train, c'est d'essayer à blanc, c'est-à-dire de pratiquer avec de l'eau toute la série des opérations que comporte le procédé, sans faire usage de cossettes. On se rendra compte par là de la marche des appareils, de l'étanchéité des joints et des soupapes, de la rapidité avec laquelle on peut provoquer une élévation donnée de température, procéder à l'emplissage ou à la vidange des vaisseaux, en un mot, l'on se rendra compte de la valeur de l'outil qu'on est appelé à manier et des services qu'on est en droit d'en attendre.

Il ne faut jamais recommencer la campagne sucrière sans avoir procédé à nouveau à ces essais et s'être assuré que les mouvements s'opéreront dans le temps normal, sans déperdition des jus, sans arrêt dus à l'obstruction des tubes ou des soupapes par le fait de substances étrangères.

L'outillage étant bien en règle, la pratique de l'extraction du jus par la diffusion s'exécute avec

une simplicité, une rapidité, une précision, qu'on chercherait vainement à atteindre par tout autre procédé.

Mise en marche. — Désignons par I, II, III...., VIII, IX, les vases diffuseurs d'une batterie circulaire du système Riedel, dans l'ordre où ces vaisseaux vont être mis en œuvre.

On commence par remplir I d'eau, qu'on chauffe à 40° à l'aide d'un injecteur de vapeur : cet injecteur fonctionnant pendant l'entrée de l'eau dans le diffuseur, on atteint de suite la température désirée.

On remplit d'eau, par un mode analogue, les deux vaisseaux suivants, en portant la température de II à 55°, celle de III à 65°. On peut procéder de deux manières à cette opération préalable : ou bien l'on enlève le couvercle et la plaque perforée de chaque diffuseur à remplir, et l'on ouvre la soupape d'eau correspondante ; ou bien, on laisse le diffuseur I fermé, en se bornant à ouvrir les soupapes d'eau du diffuseur I. Par la pression, l'eau se rend dans le diffuseur et le calorisateur attenants : on la fait pénétrer dans II et III par les mêmes manipulations que nous indiquerons tout à l'heure pour le parcours du jus.

Les températures de 40°, 55° et 65° Réaumur sont celles que conseille M. Riedel. Le Dr Stohman s'arrête aux chiffres respectifs de 35°, 50° et 60° Réaumur, différence peu importante.

Les trois premiers vaisseaux se trouvant remplis d'eau, on charge de lamelles de betteraves, ou *schnitzels*, le diffuseur IV, dont le trou-d'homme a été fermé jusqu'à ce moment.

Si l'installation de l'usine le permet, on procède régulièrement, à partir de cet instant, au chargement d'un diffuseur de quinze en quinze minutes. Généralement, la transformation d'une fabrique à pression hydraulique en une fabrique par diffusion rend nécessaire l'agrandissement de divers vaisseaux, vu le volume des jus sensiblement supérieur, pour un même poids de racines, dans le système d'extraction par diffusion. Mais souvent cet agrandissement, jugé indispensable, ne s'opère néanmoins qu'à la seconde année : dans ce cas, on règle le travail pour le chargement d'un diffuseur de 20 en 20 minutes, ou même de demi-heure en demi-heure. On peut dire, jusqu'à un certain point, que plus fréquentes sont les mises en activité de nouveaux diffuseurs, plus régulière est la circulation des jus et plus avantageuse la diffusion.

Rapidité, régularité, températures appropriées, telles sont les conditions essentielles auxquelles doit satisfaire tout système d'extraction du jus, tout spécialement par la méthode qui nous occupe.

Le vaisseau IV étant chargé de schnitzels venant du coupe-racine, et la soupape de défécation étant fermée, on dirige sur le vaisseaux IV, par le bas, l'eau qui remplit le vaisseau antérieur et qui, par son passage à travers le calorisateur de IV, s'est échauffée à 87° c. L'eau baigne les cossettes de proche en proche en s'élévant dans l'intérieur du vaisseau IV, et sa température s'abaisse sensiblement au contact des cossettes fraîches.

On a soin de régler la pression d'eau de manière à ce que cette première osmose s'effectue régulière-

ment et dans le temps voulu pour un travail normal.

Les couches de schnitzels s'imprègnent d'eau, de proche en proche : lorsqu'elles se trouvent totalement submergées dans le liquide montant, on place la tôle perforée, on ferme le trou-d'homme, en ayant la précaution de frotter à la craie le bord métallique pour éviter que le caoutchouc formant joint n'y adhère trop fortement au moment où, plus tard, il s'agira de desserrer la vis de l'étrier obturateur.

Le robinet d'air, disposé au sommet du diffuseur, reste ouvert jusqu'au moment où le jus, venant à le traverser et à se dégorger au-dehors, annonce le terme de l'opération du *meîchage*. On établit alors la circulation en sens inverse, en fermant la soupape de défécation III et en ouvrant simultanément la soupape de passage IV.

Pendant le temps du premier *meîchage*, on a procédé au chargement du vaisseau V : le liquide de IV, réchauffé préalablement, est dirigé sur V. A cet effet, le robinet de défécation III étant fermé, celui de IV reste ouvert : on ouvre celui de V et aussi le robinet de vapeur du calorisateur IV. Le robinet de passage entre III et IV étant ouvert, la pression pousse le premier jus faible du vaisseau IV dans le calorisateur IV, puis de celui-ci, par le calorisateur V qu'il traverse de haut en bas, dans le diffuseur V, où il pénètre de bas en haut. Il est important de bien saisir ce premier parcours du jus, la manœuvre étant dorénavant la même pour le passage d'un diffuseur quelconque au suivant.

Dans cet entretemps, le vaisseau VI a été rempli, à son tour, de lamelles fraîches et l'on opère sur

celui-ci exactement comme on a opéré sur les précédents.

Lorsque la betterave est de bonne qualité, les lamelles fines et nettement découpées, à arêtes vives et d'une épaisseur moyenne, les températures prescrites scrupuleusement observées, les manipulations exécutées régulièrement et sans arrêts, le jus se trouve, à ce moment, posséder une densité et une teneur en sucre permettant un travail avantageux : le jus sortant de VI est conséquemment dirigé sur le mesureur de la régie.

A cet effet, on ferme la soupape de défécation V, et on laisse ouvertes, pendant le chargement du mesureur de la régie, la soupape de défécation VI et la soupape de passage V. La température du calorisateur V est maintenue à 87° c. Dans le cas où l'on veut obtenir au mesureur des jus chauds, on ouvre également le robinet de vapeur du calorisateur VI. En ce moment, on ouvre le robinet du mesureur et la pression de la batterie y pousse le contenu du diffuseur VI.

Pendant ce temps, VII a été chargé en schnitzels fraîches.

On calcule la capacité du mesureur, à raison de 140 litres par 100 kilog. de betteraves admises au diffuseur, soit 26 hectolitres par 1,500 kilog. de schnitzels, ou 35 par 2500, etc. (1). Le mesureur

(1) Ce chiffre n'est applicable que pour des betteraves riches. En Belgique le mesureur est un sujet fertile en préoccupations; l'extrême variabilité de la matière première, d'une part, et l'ingérence du fisc en ce point de la fabrication, d'autre part, empêchent de déterminer une fois pour toutes la vraie capacité à donner au mesureur : celle-ci étant trop

ayant recueilli la quotité de jus indiquée, le restant sert à meîcher VII. A cet effet, on ferme le robinet

grande, l'épuisement est plus profond mais la densité est plus faible et, à la moindre altération de la betterave, on descend en dessous des limites assignées par la puissance d'évaporation. Inutile d'ajouter que les difficultés seraient insurmontables avec des mesureurs trop petits. A chaque instant la densité augmente ou diminue dans de fortes proportions et le fabricant ne sait plus de quel côté s'y prendre.

En effet, la diminution de la densité pourrait provenir également d'accidents plus graves, fuites, etc., qu'il importe de reconnaître promptement. On voit que la question du mesureur est en réalité d'une grande importance. Il n'est pas nécessaire de faire ressortir davantage les motifs de maintenir autant que possible un rapport déterminé et constant entre le volume de jus et la capacité du diffuseur.

Mais d'autre part la nécessité de pouvoir varier ce rapport à l'occasion n'est pas moins évidente.

Beaucoup de fabricants ont conservé leurs anciennes chaudières de défécation, ordinairement quatre ou cinq en nombre, ils ont calculé d'après leur contenance celle du diffuseur. Dans ce cas la question est plus simple.

Si l'on a, par exemple, des chaudières de 15 hectolitres et qu'on veuille retirer en moyenne 120 litres de jus par 100 kilos de betteraves, le diffuseur renfermant en bonne marche 50 kilos de betteraves par hectolitre, la moitié de la capacité est à 15 comme 100 est à 120, soit 12.5. Les diffuseurs de 25 hectolitres fourniront donc, en marche normale 15 hectolitres de jus à 1.04 environ.

A moins de betteraves s'écartant beaucoup de la moyenne on ne doit ressentir les écarts dans certaines limites que par des variations relativement peu importantes dans la densité.

Les proportions c-dessus indiquées conviennent pour une betterave de 10 % de sucre environ. Si l'on peut prévoir une betterave de 11 % de sucre, ce qui n'est pas précisément le cas jusqu'ici en Belgique, nous conseillerons de baser le calcul sur 130 litres de jus à extraire. soit 23 hectolitres de capacité à chaque diffuseur pour 15 au mesureur.

Mais il ne suffit pas d'établir de bonnes proportions moyennes, il faut se ménager des ressources pour les cas extrêmes qui se présentent trop souvent.

Deux mesureurs ne nous paraissent pas suffisant; à notre avis, il est prudent d'en avoir au moins trois. Cependant nous citerons l'expédient suivant que nous avons vu employer avec plus ou moins de succès.

Le mesureur a une capacité notablement plus grande que ne l'indique le calcul précédent, par exemple 20 hectolitres au lieu de 15. Alors au

distribuant le jus au mesureur ; la pression d'eau ramène alors le jus, par la conduite générale, au diffuseur VII, où l'on a ouvert la soupape de défécation et dont les schnitzels reçoivent le jus de la diffusion successive à travers les cossettes, déjà appauvries, de IV, V, VI.

Le jus de VII meîché va, de même, partie au mesureur, partie au vaisseau VIII.

A mesure qu'un plus grand nombre de diffuseurs entre en activité, on approche davantage de la marche normale et le jus envoyé à la défécation au sortir de chaque nouvel appareil présente une densité de plus en plus élevée.

Au bout d'un certain temps, on met la pression

moyen d'une tige graduée, plongée dans le jus, on reconnaît la quantité qu'on a voulu extraire; à ce moment on arrête l'arrivée du jus et l'on vide un diffuseur. En même temps un nouveau diffuseur est rempli de cossettes fraîches et meîché. Le mesureur est alors rempli jusqu'à bandé et la partie restante du jus à fournir par ce dernier diffuseur se rend au deuxième mesureur. On conçoit que de cette manière on puisse tirer de chaque diffuseur à volonté 13, 14, 15 hectolitres ou davantage suivant les circonstances du travail.

Cette faculté de faire varier la quantité de jus extractible par 100 kilos de betteraves nous parait très précieuse, particulièrement pour les fabricants qui ne peuvent éviter de très grandes variations dans la valeur de la matière première, variations qu'il est d'ailleurs impossible de prévenir complètement et que tous doivent subir jusqu'à certain point. Seulement le procédé est peu goûté probablement à cause des distractions possibles chez le personnel à cette station et de la surveillance très-active qu'il faut établir en ce point.

On pourrait plus difficilement encore se tirer d'affaire lorsque le mesureur est trop petit, à moins de limiter excessivement la quotité de *schnitzels* admise par diffuseur. La quantité de jus que l'on soutire pour conserver une densité constante, comme aussi l'échelle des densités, pour une proportion invariable de jus soutiré, sont de précieux indices dont on tirera un parti utile, si l'on veut se renseigner sur la valeur effective du travail.

d'eau sur II directement, on l'enlève de I et l'on vide I, afin que le travail n'éprouve aucune interruption et que l'on puisse, au moment voulu, charger, à son tour, I de cossettes fraîches. La marche normale n'est acquise, à proprement parler, que lorsque chaque diffuseur, à tour de rôle, à reçu la charge déterminée de schnitzels et que l'on met en vidange, par exemple, le vaisseau IV pendant que III est meîché.

Tout ce qui a été dit précédemment s'applique à la batterie Riedel, à calorisateurs fermés.

Dans le système des anciennes batteries, les calorisateurs consistaient en cuves à air libre, au nombre de deux pour toute une série de 10, 12, 14 diffuseurs. Il y avait, dans ce mode, une main-d'œuvre considérable et compliquée pour mettre hors de batterie et remplir à nouveau un diffuseur à schnitzels épuisées.

Dans le système actuel, il suffit de trois minutes pour effectuer cette vidange, interrompre et remettre en train : ce qui a permis de réduire de 12 à 8 le nombre ordinaire des vases de la batterie, tout en conservant la même puissance de travail. Cependant, n'était la raison d'économie, la préférence devrait, même dans le systême actuel, être accordée aux batteries de 9, 10, 11 diffuseurs et au-delà, et ce, pour des motifs dont nous parlerons plus loin.

Dans l'ancien mode, il y a toujours deux diffuseurs, au moins, en non activité. La vidange *automatique*, en quelque sorte, des diffuseurs actuels permet d'attendre que le vaisseau fraîchement rempli soit déjà au tiers ou à moitié imprégné de jus

avant de modifier la pression d'eau et de l'enlever du diffuseur le plus ancien en marche. Pour atteindre à ce minimum de chômage, la soupape d'eau V et l'injecteur étant ouverts simultanément et la soupape d'eau IV fermée, on avertit l'ouvrier posté en-dessous, pour le service des cossettes épuisées. Celui-ci ouvre prestement un robinet qui laisse écouler une petite quantité d'eau ; ensuite, il ouvre le trou-d'homme inférieur et avertit à son tour le chef-diffuseur, placé sur la plate-forme, lequel, à ce signal, ouvre le robinet d'air. Lorsque ces deux manœuvres sont convenablement exécutées, c'est-à-dire, quand elles se succèdent si rapidement qu'elles semblent quasi coïncider, la charge entière s'élance d'un jet dans le réservoir en ciment recueillant la vidange.

Pour assurer un nettoyage complet, on ouvre le trou-d'homme supérieur et la soupape à eau, après avoir enlevé la tôle perforée et l'on rince à jet de lance la paroi du vaisseau, de façon à n'y plus laisser adhérer la moindre cossette. Après un rinçage énergique, on ferme le trou-d'homme inférieur ainsi que le robinet de décharge d'eau ; le diffuseur se trouve, dès lors, prêt à recevoir de nouvelles cossettes.

Lorsque le travail a été convenablement exécuté la vidange est, pour ainsi dire, instantanée et le diffuseur se trouve prêt à rentrer en fonction, moins de quatre minutes après qu'on a interrompu la circulation.

TRAVAIL NORMAL.

Dans l'explication qui va suivre, on suppose la batterie composée de dix diffuseurs numérotés de 1 à 10, suivant le plan figurant à la fin de cet ouvrage. Chaque diffuseur comporte un calorisateur et trois soupapes, savoir : une soupape d'eau, une soupape de jus et une soupape de communication. Les calorisateurs portent les numéros des diffuseurs auxquels ils correspondent ; O, O^1, O^2, O^3, etc., désigneront les soupapes de prise d'eau. — De même, C^1, C^2, C^3, etc., désigneront les soupapes de communication, et M^1, M^2, M^3, etc., les soupapes de jus ou de défécation des diffuseurs correspondants.

Avant de mettre l'appareil en marche, on s'assure que toutes les soupapes et tous les robinets sont bien fermés, on ouvre les diffuseurs par le haut, et on enlève le diaphragme en tôle perforé supérieur, que l'on dépose à côté du diffuseur auquel il correspond.

Lorsqu'on commence le travail, il importe que l'eau, qui doit baigner les cossettes fraîches et froides, arrive sur celles-ci à une température de 65 à 70 degrés R. En supposant donc que I soit le diffuseur qui doit être le premier chargé de cossettes, voici comment il faudra opérer pour obtenir le résultat voulu :

On ouvre la soupape d'eau O^8, puis la soupape générale O, et en même temps que celle-ci, la soupape V d'un injecteur de vapeur destiné à échauffer l'eau. L'eau entrera dans le diffuseur et on réglera l'injection de façon qn'elle soit à 30 ou 35°, à peu près la température de la main.

Quand 8 est à peu près plein d'eau, on replace le diaphragme en tôle perforée, on ferme le trou-d'homme, on ouvre le robinet d'air placé sur le couvercle de fermeture et on achève le remplissage. Celui-ci est terminé quand l'air cesse de s'échapper par le robinet d'air qui se ferme automatiquement. Aussitôt après, on ouvre C^9. L'eau arrive donc du calorisateur 9, qui s'est rempli en même temps que le diffuseur, passe par-dessus M^9, traverse C^9, et par-dessus O^9 arrive dans le diffuseur 9. On ouvre alors la prise générale de vapeur pour les calorisateurs, et à l'aide de la soupape de vapeur du calorisateur 9, on chauffe l'eau qui passe dans celui-ci à une température d'environ 45° R. Le diffuseur 9 se remplira donc d'eau à 45°, et tandis qu'il se remplit, on ouvrira la soupape à vapeur de son calorisateur pour élever l'eau dans ce dernier à 55°. Quand 9 sera à peu près plein, on le fermera, et le remplissage terminé, on ouvrira C^{10}. L'eau venant du calorisateur 10 passe par-dessus M^{10}, traverse C^{10} et arrive dans le diffuseur 10 en passant par dessus O^{10}. Le diffuseur 10 se remplissant, on ouvre la soupape du calorisateur 10 pour y amener l'eau à une température de 65 à 70°. En même temps que 10 se remplit d'eau, on met en marche le coupe-racines et le diffuseur 1 s'emplit de cossettes. Le diffuseur 1 étant plein de cossettes et fermé, son robinet d'air ouvert, dès que 10 est plein d'eau, on ouvre la soupape M^2 et la soupape M^1. L'eau passant alors dans le tuyau de conduite des jus, arrive par M^2 dans le calorisateur 2, le traverse de haut en bas et arrive dans le diffuseur 1, qu'elle traverse de bas en haut

en baignant les cossettes qu'elle diffuse (voir fig. 1). On ouvre un peu la soupape du calorisateur 2, celles de 9 et de 10 restant également un peu ouvertes. A mesure que l'eau monte, l'air s'échappe par le trou-d'homme supérieur qu'on ne ferme que quand le diffuseur est presqu'entièrement rempli. Le reste passe par le robinet d'air *a*. Le courant qui s'opère dans le diffuseur par l'eau arrivant du bas, produit un mouvement dans la masse des cossettes qui se répartit d'une manière assez uniforme. Quand le diffuseur est plein, c'est du jus faible qui s'en écoule. A ce moment, ce robinet d'air se ferme automatiquement.

On ferme la soupape M^1 ; on ouvre C^1 et M^3 (figure 2). (Il est bien entendu qu'au moment de cette manœuvre, le diffuseur 2 est plein de cossettes, fermé, et son robinet d'air ouvert.) L'eau trouvant la conduite des jus fermée par M^1, se dirige en C^1 qui est ouverte, la traverse et arrive par-dessus O^1, dans le diffuseur 1. Le jus de celui-ci reçoit à ce moment sa pression en haut du diffuseur ; il se met en marche pour le traverser du haut en bas, remonter le calorisateur, passer directement de M^2 en M^3, par le tuyau de conduite des jus, et comme M^3 est ouverte, se dirige dans le calorisateur 3, puis dans le bas du diffuseur 2 où il baigne de nouvelles cossettes fraîches.

Aussitôt que la course du jus vers 2 commence, on ouvre la soupape du calorisateur 2, de manière que le liquide, à son passage dans ce calorisateur, ait une température de 55 à 60°. Cette manœuvre se répète identiquement pour les diffuseurs 1, 4, 5 comme pour les premiers.

Quand le jus a passé de bas en haut dans le diffuseur, il est déjà assez riche pour être envoyé au travail. Pour cela, dès que 5 est plein de jus, on ferme M^5 et on ouvre C^5 ; M^6 reste ouvert. La pression se rétablit par le haut du diffuseur 5 ; le jus qu'il contient passe par M^6 dans les tuyaux de conduite des jus et monte aux mesureurs. On avertit l'ouvrier qui ouvre le robinet d'une des chaudières de jauge. Dès que la chaudière est pleine, le mesureur donne le signal et ferme son robinet ; on fait continuer au jus sa marche et on l'envoie au diffuseur 6. en ouvrant M^7.

La pression d'eau dans la batterie se donne soit au moyen d'un bac placé au sommet d'une tourelle à 8 ou 10 mètres au-dessus du niveau des mesureurs, ou mieux, au moyen du compresseur Schacher qu'on place sur le plancher des diffuseurs, qui permet par conséquent de supprimer la tourelle, et de plus, de faire varier à volonté la pression sur la batterie.

L'avantage de cet appareil est de pouvoir à un moment donné, augmenter la puissance de la batterie en accélérant la vitesse de circulation des jus. Nous le décrirons plus loin.

Mais tandis que 6 s'emplit de jus, 7 s'emplit de cossettes ; le diffuseur 8 devra donc être vidé d'eau pour recevoir les cossettes à son tour. Or, c'est sur ce diffuseur que se trouve la pression d'eau qui fait circuler les jus dans la batterie. Il faudra donc changer la pression d'eau et la transporter en 9 pour vider le diffuseur 8. Ces deux opérations se font successivement. Pour changer la pression d'eau, on

ouvre O^9, on ferme O^8 et C^9. En ouvrant O^9, on permet à l'eau qui passe dans la conduite spéciale de venir directement sur le diffuseur 9 ; en fermant O^8 on arrête l'eau sur 8, et par cela même, on la force à se diriger sur 9 dont la soupape O^9 est ouverte ; enfin en fermant C^9, on achève d'isoler 8.

La circulation se continue donc ainsi sans aucune interruption.

Pour vider 8, dès que C^9 est fermé, on avertit les ouvriers qui vident les diffuseurs.

L'un d'eux ouvre le robinet de vidange du calorisateur, et quand l'écoulement de l'eau ralentit, il le referme, puis il ouvre le trou-d'homme inférieur et fait un signal en frappant sur le diffuseur avec sa clef. A ce signal l'ouvrier d'en haut ouvre le trou-d'homme supérieur. Les opérations d'ouverture des trous-d'hommes inférieur et supérieur doivent se suivre rapidement et se faire à peu près simultanément pour que la vidange ait lieu d'un seul coup. On lance en même temps un coup d'eau par la soupape. Quand la vidange est terminée on ouvre de nouveau le robinet de vidange du calorisateur et on rince le vase en projettant de l'eau sur les parois au moyen de la lance par le trou-d'homme supérieur. On fait de même pour 9 et 10 lorsqu'il en est temps, et lorsque 10 a été rempli de cossettes, la marche régulière de la batterie commence.

Lorsque 10 a été à moitié plein de cossettes, on a mis 1 en vidange ; en cours de marche régulière, c'est toujours quand un diffuseur est à moitié plein que l'on vide le suivant. Pour mettre 1 en vidange, on a, comme il a été expliqué plus haut, ouvert O^2,

Vor Ankauf wird gewarnt!
Institut für Zuckerindustrie.

fermé O^1 et C^2. Puis, au signal du mesureur annonçant que le jus ne doit plus monter, on fait arriver le jus en 10 par le bas du diffuseur en ouvrant M^1. Ce remplissage, quand l'opération marche normalement, se fait en même temps que le chargement des cossettes, quoique un peu plus lentement. Le chargement des cossettes terminé, on ferme le diffuseur lorqu'il est sur le point d'être plein et quand le jus arrive au robinet d'air, on l'envoie au mesureur. On change donc le cours du jus en fermant M^{10} et ouvrant C^{10} comme il a déjà été dit. Tandis que 10 envoie son jus, 1 se remplit ; quand il est à moitié plein on transporte la pression d'eau de 2 en 3 en ouvrant O^3, fermant O^2 et C^5, et on vide 2. Puis, la chaudière de jauge étant pleine, on peut procéder au chargement du jus de 1 et pour cela on ouvre M^2. Le diffuseur 1 étant plein de jus, on ferme M^1, on ouvre C^1, et on envoie le jus sortant de 1 aux chaudières de jauge. Si donc nous considérons les différentes soupapes au moment où 1 envoie son jus au mesureur, toutes les soupapes de jus teintées en rouge sont fermées sauf M^2 ; toutes les soupapes d'eau teintées en vert sont fermées sauf O^4 ; toutes les soupapes de communication teintées en noir sont ouvertes sauf C^2, C^3 et C^4. Quant aux diffuseurs : 2 est un chargement de cossettes ; 3 est en vidange ou sur le point de l'être, et dans tous les autres, le jus suit la marche régulière.

Quand la pénurie d'eau oblige à employer l'air comprimé on introduit celui-ci dans la tuyauterie circulaire d'eau, en suite de l'injecteur, et en le faisant traverser une soupape de retenue qui em-

pêche l'eau de retourner à la pompe à air. Si on se sert du compresseur Schacher, voici comment se pratique la manœuvre :

Quand un diffuseur est rempli de cossettes fraîches, on le meîche en mettant la pression d'air comprimé sur le dernier diffuseur épuisé. Pour faire monter le jus aux mesureurs on met la pression d'eau du compresseur sur le diffuseur suivant jusqu'à ce que le mesureur soit plein. On chasse ensuite l'eau par l'air comprimé pour meîcher le dernier diffuseur rempli de cossettes.

La température à laquelle les jus sont maintenus pendant la diffusion est chose délicate et très importante. Elle ne doit être ni trop haute ni trop basse. Plus on chauffe, mieux on épuise, mais quand la température est trop haute, on cuit les cossettes, qui se tassent dans les diffuseurs et qui deviennent impossibles à presser. En outre, les jus se chargent d'une grande quantité de matières pectiques qu'il est de tout intérêt de ne pas faire entrer en fabrication, car il suffit d'une faible proportion de ces matières organiques et gommeuses pour produire des cuites grasses et ensuite des sirops de second jet qui moussent et cristallisent difficilement. Trop basse, la diffusion s'effectue avec difficulté et l'on risque de faire naître des fermentations et de ne pas épuiser la cossette. C'est donc entre 58 et 65° Réaumur que l'on a reconnu qu'il était préférable d'opérer pour obtenir un épuisement convenable avec les jus les plus purs possibles. En général les jus restent en contact avec les cossettes pendant 1 heure 3/4 à 2 heures environ.

La législation belge ne permet pas encore d'envoyer du jus au mesureur à une température élevée. Il faut donc le refroidir pour éviter des pertes sérieuses au point de vue de la prise en charge.

En supposant donc que pour la batterie de 10 diffuseurs, le n° 3 soit celui qui reçoit la prèssion d'eau, voici, en cours de marche, quelles seront, en général, les températures à observer :

Diffuseur n°	3	25° R^r	
	4	50° —	Si la circulation des jus dans la batterie est très-rapide, cette température pourra être dépassée.
	5	63° —	
	6	63° —	
	7	63° —	
	8	63° —	
	9	55° —	
	10	35° —	
	1	15° —	
	2	vide.	

Le diffuseur 3 est à une température assez basse parce qu'il va bientôt être mis en vidange ; mais la température monte rapidement et se maintient le plus régulièrement possible à un maximum, 63° environ ; puis elle descend pour arriver à 15° environ au diffuseur qui envoie son jus au mesureur, et qui sert donc de réfrigérant. Plus le courant sera lent, moins on élèvera la température qui pourra descendre à 55°. Si au contraire on marche rapidement et qu'on tire beaucoup de jus aux mesureurs, on peut sans inconvénient monter jusqu'à 65°.

Il faut tenir compte naturellement des élévations et des abaissements de température que subit le liquide suivant qu'il arrive sur des cossettes saines

ou atteintes de gelée. Dans ce dernier cas, quand le jus chaud passera pour l'exemple ci-dessus, de 10 en 1, au lieu de fermer la soupape du calorisateur 1 pour que le jus tombe de 25° à 15°, il faudra l'ouvrir un peu, sans cela le jus, au contact de cossettes froides, tomberait au-dessous de 15° et retarderait le chauffage de la batterie.

GAZ. Pour remédier aux inconvénients des accumulations de gaz dans la batterie on possède deux systèmes imaginés par M. Reboux :

Le premier est un *robinet automatique* dont la figure se trouve ci-contre et qui a été depuis copié et modifié sans avantages sérieux.

Cet appareil s'applique principalement au système d'extraction du jus de betteraves, par le procédé de la diffusion, et sur les filtres clos, pour la filtration des jus et sirops par pression, en sucrerie et raffinerie.

Le robinet automatique placé à la partie supérieure du vase diffuseur ou du filtre permet au gaz et à l'air de sortir sans que le liquide puisse s'échapper. Il supprime par le fait la manœuvre du robinet d'air ordinaire, que l'ouvrier est obligé d'ouvrir et de refermer à chaque instant, pour laisser s'échapper les gaz qui s'opposeraient, sans cela, à la circulation des jus dans la batterie, en formant des matelas d'air dans les coudes de la tuyauterie où le liquide doit redescendre.

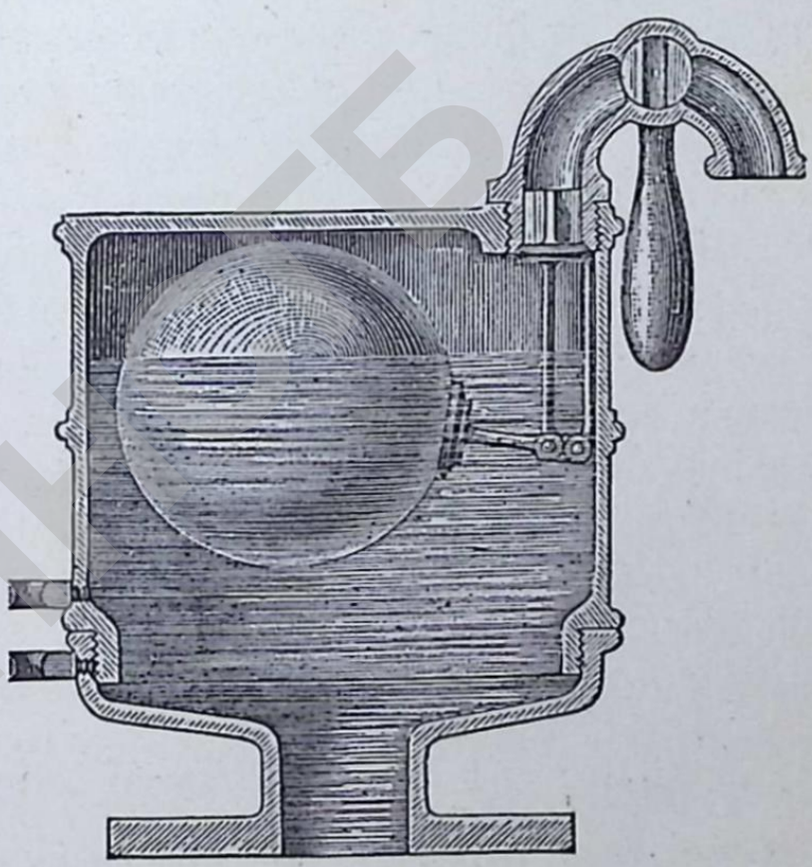
Le robinet automatique se compose d'une boîte circulaire vissée sur un pied qui s'adapte sur le diffuseur ou sur le filtre.

A l'intérieur se trouve un flotteur creux, en

cuivre, ayant la forme d'une sphère, de 10 centimètres de diamètre et d'un poids de 400 grammes, qu'on peut augmenter au besoin. A cet effet, une tringle est vissée dans un bouton soudé à la sphère, en sorte qu'on peut introduire par cette ouverture de l'eau ou des grains de plomb donnant au flotteur tel poids que l'on désire pour obtenir le meilleur fonctionnement.

Cette tringle pivote sur un axe relié au robinet d'air et porte la tige de la soupape d'évacuation d'un diamètre de 15 millimètres.

Le dessin ci-contre représentant l'appareil, démontre que la soupape peut fonctionner même avec une contre-pression intérieure supérieure à deux atmosphères dans le diffuseur ou dans le filtre.



Robinet automatique Reboux.

Quand les gaz ou l'air dégagés dans le diffuseur ou dans le filtre, et qui se portent naturellement à la partie supérieure, s'introduisent dans le robinet automatique, ils s'échappent par la soupape qui reste ouverte tant que les jus ne se présentent pas. Dès que le liquide s'introduit dans l'appareil, il soulève naturellement le flotteur et sa tringle, laquelle soulève à son tour la soupape qui se ferme et empêche le liquide de sortir.

Quand le gaz entre de nouveau dans l'appareil, il refoule et en chasse le liquide qui laisse retomber le flotteur, et la soupape s'ouvre pour permettre au gaz de s'échapper ; et ainsi de suite,

Le robinet d'air peut être fermé au besoin en cas de dérangement de l'appareil, ou quand on veut renverser le courant en enlevant le flotteur pour soutirer du jus ou bien encore quand on emploie l'air comprimé. Ce robinet porte à sa partie inférieure le siège de la soupape et le support de la tige du flotteur. Il forme ainsi une pièce indépendante qui se visse sur le couvercle, ce qui permet le rodage de la soupape. En dévissant la partie supérieure de l'appareil, on peut le nettoyer facilement et en enlever le flotteur au besoin pour en régler le poids.

Le robinet Reboux a été appliqué sur presque toutes les batteries de diffusion en Belgique d'autant plus qu'il répond aux exigences de la loi fiscale sur la matière.

La seconde disposition du même inventeur pour purger l'air et les gaz dans les batteries de diffusion sans pertes ni transports de jus, consiste en une tuyauterie circulaire C formant un cercle complet

autour de la batterie, et communiquant par des robinets avec la tête de chaque diffuseur.

Dans une batterie en fonction, il y a toujours un diffuseur épuisé, vide, ou en chargement de cossettes. On ouvre le robinet purgeur sur ce diffuseur A, puis ensuite, on ouvre successivement les robinets des diffuseurs dont on veut purger les gaz.

Les mousses et les jus entraînés sont amenés par la tuyauterie circulaire dans le diffuseur B en chargement, ce qui évite de les transporter à la main, comme cela est surtout le cas quand on doit renverser le courant dans la batterie.

En posant la main sur le tuyau contre le robinet, on est averti que le gaz cesse de passer, quand le tuyau devient chaud.

On s'est beaucoup préoccupé jadis du mélange explosif qui pouvait se former dans les diffuseurs. Plusieurs usines, à l'étranger, ont eu de ce chef des accidents très-graves à déplorer. En dehors de toute idée de catastrophe, on s'explique aisément les irrégularités de l'extraction qui doivent être la conséquence obligée de toute présence d'air ou d'un mélange gazeux quelconque à une phase quelconque du travail osmotique sur lequel repose tout le système de la diffusion. C'est là qu'il faut trouver d'ordinaire la cause des différences considérables dans la qualité et la quantité des jus alors que la matière première et les autres facteurs essentiels dont nous parlons dans ce traité n'ont rien révélé. L'évacuation de tout corps gazeux est particulièrement urgent lorsque les jus se rendent au mesureur par l'action de l'air comprimé ou que celui-ci se

trouve utilisé dans la circulation des liquides de la batterie. Ces inconvénients, pertes et dangers que chacun connaît malheureusement trop, disparaissent comme par enchantement grâce aux dispositifs aussi simples qu'ingénieux appliqués par M. Reboux, et principalement au robinet d'air qui demandait jusqu'ici une surveillance impraticable.

Nous n'en finirions pas s'il fallait relever toutes les échelles de température observées aux calorisateurs avec plus ou moins de succès dans les usines de diffusion. On semble avoir épuisé toutes les combinaisons possibles. D'autre part, il n'est pas contestable que la température ne joue un rôle capital dans ce mode d'extraction de jus.

Si la température n'est pas assez élevée, la diffusion ne se fait pas : il y a simple lavage à moins de prolonger outre mesure l'opération et de provoquer des altérations. L'espoir d'accélérer le travail outre mesure conduit parfois à chauffer trop fort en certains points, de crainte d'y laisser une partie du jus dans les cossettes, on tombe ainsi dans un autre écueil dont nous avons déjà mentionné les conséquences. Il est maintenant hors de contestations que certaines températures fort en honneur jadis sont absolument trop basses; d'un autre côté, les températures extrêmes en usage notamment sous l'empire de certaines législations, ne peuvent être admises dans un travail dégagé de toute préoccupation fiscale.

Si la batterie est à l'abri des courants d'air et des refroidissements intempestifs sur la surface des diffuseurs, la température la plus favorable se trouve

entre 60 et 65° R. suivant la vitesse de circulation des jus. Passé ces limites, où la diffusion est moins efficace, on s'expose à des dangers qu'il importe au premier chef d'écarter.

Il faut noter cependant qu'il ne s'agit pas ici de limites infranchissables : certaines circonstances du travail peuvent au contraire en indiquer d'autres. La rapidité vertigineuse du travail des fabricants autrichiens, faisant jusqu'à 1200 diffuseurs par vingt-quatre heures; la lenteur forcée amenée par un accident quelconque, ou par un montage insuffisant à n'importe quelle station de l'épuration, de la concentration, etc. les circonstances climatologiques et atmosphériques mêmes, le nombre des diffuseurs disponibles, etc. ont leur part d'influence dans la situation spéciale d'un chacun.

Mais c'est l'art du fabricant de réunir toutes les circonstances qui lui permettent de travailler, en marche normale, avec les températures requises pour une diffusion convenable.

On semble revenu assez unanimement de ce préjugé jusqu'ici fort enraciné que les jus circulant dans la batterie doivent se trouver sur une notable partie du parcours à des températures où la diffusion se fait avec peu d'énergie, pour atteindre un moment l'extrême limite où elle paraît admissible et retomber de nouveau dans l'excès opposé.

Le diffuseur qui porte la pression doit nécessairement se trouver hors de compte : là on se préoccupe uniquement de la qualité des pulpes qui vont en sortir, l'épuisement doit être sensiblement à terme. De même le diffuseur *meîché*, pour des raisons fis-

cales en Belgique, n'éprouve pas à proprement parler l'action osmotique. C'est un lessivage, et il suffit de noter fréquemment la pureté des jus avant et après meîchage pour enlever le moindre doute à cet égard, et couper court à la discussion oiseuse qu'on à voulu établir sur ce point.

Ajoutons pour mémoire le diffuseur en vidange, nettoyage et remplissage par le mode de travail en usage.

On voit qu'il y a plusieurs diffuseurs qui ne contribuent guère à l'action osmotique demandée et d'autres qui n'y participent que dans une mesure secondaire.

De là, cette tendance à augmenter le nombre de vases diffuseurs. Pour nous, il en résulte avant tout la nécessité de placer les diffuseurs où l'action cherchée peut s'exercer dans les conditions requises.

C'est ce qui explique parfaitement les nombreux essais faits dans ces dernières campagnes pour maintenir tous les diffuseurs disponibles à une température uniforme.

Ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte, on n'a pas réussi dans tous les essais, précisément parcequ'on ne parvenait pas à se placer dans les conditions nécessaires (1).

(1) Dans les batteries à air comprimé, il existe souvent un inconvénient dans l'engencement des robinets, inconvénient du reste auquel il est facile de remédier.

Pour l'introduction de l'eau et de l'air comprimé, il y a des soupapes spéciales. Au signal convenu, le chef diffuseur se hâte de couper la pression existente et d'établir l'autre. Souvent encore il existe une troisième soupape à ouvrir pour le jus destiné à la défécation et à fermer pour terminer cet envoi, et l'ouvrier s'en préoccupe. Les désavantages

Tout le monde a constaté depuis longtemps qu'il existe une certaine relation entre la vitesse de circulation des jus de la batterie et la température : celle-ci doit augmenter dans une certaine mesure avec l'accélération de la marche et réciproquement. Mais cette relation n'est pas connue d'avance et il s'agit de la trouver expérimentalement dans chaque cas particulier. La divergence des opinions émises à cet égard, et qui ne paraissent pas s'appuyer sur des expériences bien précises, est donc inévitable.

On ne peut se dispenser de trouver d'abord par des essais intelligents la température le mieux en harmonie avec la marche du travail adopté dans l'usine.

Les conditions usuelles généralement adoptées en Belgique exigent en marche normale une température supérieure à 55° et inférieure à 64° R (soit 68° à 80° C). Dans les cas exceptionnels et les circonstances anormales ces limites devront être reculées. La température étant trouvée où l'action de la diffusion s'établit le plus avantageusement, il s'agit de maintenir cette température le plus exactement possible

de cette disposition sautent aux yeux. Au moment où la pression est interrompue dans la batterie, les jus n'étant plus poussés en avant, éprouvent un mouvement de recul. Si court que soit l'intervalle entre les deux pressions, ce recul est sensible. De là, des conséquences qui se passent de commentaires. Le remède est simple : la soupape, dite *Maîtresse du jus*, dont nous venons de faire mention, doit rester ouverte (si le montage s'y prêtait, il serait mieux encore de la faire disparaître) de manière que l'ouvrier soit débarrassé de toute préoccupation à cet égard. Ensuite et surtout l'admission de l'eau et de l'air comprimé pourrait être réglée par une seule soupape assurant la succession des pressions, de manière que le mouvement propulsif des jus dans la batterie n'éprouve aucune interruption.

sur tout le parcours disponible dans la batterie pour l'épuisement des cossettes.

Le chef diffuseur circule incessament d'un calorisateur à l'autre, ouvrant et fermant les robinets de vapeur. Mais on dépasse les limites dans un sens ou dans l'autre parfois dans les deux sens opposés, sans compter que les limites prescrites sont elles mêmes vicieuses dans beaucoup de cas. Inutile de dire ce qui doit se passer aux heures où la surveillance est moins active, où le personnel peut se permettre de respirer tout à l'aise.

Aussi tous les chefs diffuseurs ont-ils fini par faire l'observation que les échelles de température successivement préconisées présentent en réalité toute autre chose qu'un avantage sur d'autres plus faciles à observer et à régler moyennant les précautions que nous avons indiquées.

Il est impossible de méconnaître une certaine négligence en ce point important abandonné à peu près totalement à la bonne volonté et à l'humeur d'un personnel surmené et d'ailleurs peu convaincu de l'efficacité des prescriptions stipulées. En tout cas c'est un sérieux sujet de préoccupations, la moindre erreur se traduisant en somme par une perte sensible.

Affranchir l'industriel de tous dangers de ce genre, voilà certes un grand service à lui rendre en ce moment.

L'*autothermonome* magnétique rendu pratique paraît destiné à réaliser ce désiratum. Cet appareil, dû à M. Reboux, permet de *régler par elle même*

la température d'un liquide (1) qu'il s'agit de porter et de maintenir à un degré de chaleur déterminé.

Dans un vase où se trouve le liquide qu'on veut chauffer, on place un thermomètre spécial, dont le tube est ouvert par le haut.

Le bouchon obturateur du tube est traversé par un fil de platine qu'on fait descendre à l'intérieur de l'instrument jusqu'au degré de l'échelle indiquant la température qu'on veut atteindre. Un second fil de platine, traversant la cuvette du thermomètre, va se rattacher à la 1e bobine de l'électro-aimant placé sur l'appareil. Le fil supérieur est relié à la 2e bobine.

Les tiges de fer doux de l'électro-aimant servent à attirer la plaque quand le courant électrique est établi avec la pile ou toute autre source d'électricité.

Ce courant ne s'établit que quand le mercure contenu dans le thermomètre monte dans son tube et se met en contact avec le fil de platine fixé au degré voulu.

La plaque soulevée par l'attraction de l'électro-aimant soulève avec elle un levier et, en même temps, la soupape fixée sur ce levier. Celle-ci, en se soulevant, vient fermer l'orifice du tuyau destiné à conduire la vapeur dans la chambre tubulaire ou dans le serpentin du vase contenant le liquide. Il résulte de là que, lorsque le liquide atteint la température indiquée par le fil de platine supérieur du thermomètre, celui-ci établit automatiquement le

(1) On règlerait d'une façon analogue, à l'aide du même appareil, la température de tout autre milieu, de l'air, par exemple.

courant qui actionne l'électro-aimant, lequel en attirant le levier fait fermer la soupape d'introduction de vapeur et, par conséquent, fait cesser le chauffage du liquide.

Cette circonstance que la température requise peut être conservée tout le temps nécessaire sans déviation notable, donne à l'instrument les qualités de l'ouvrier intelligent et infaillible que l'on cherchait vainement jusqu'ici pour ce poste capital.

Il n'y a pas que les exigences techniques du travail qui entrent en lignes de compte pour établir la table des températures de la batterie de diffusion et le mode de parcours des jus : la législation fiscale intervient, à son tour, comme facteur du problème et il y a lieu de s'en préoccuper pour éviter des mécomptes de rendement ou des surtaxes indirectes d'impôt.

Deux mots d'explications à cet égard.

On sait que, dans tout mode de travail quelconque, la première opération d'épuration consiste à porter les jus verts, au contact de la chaux ou d'une terre alcaline, à une haute température, généralement à l'ébullition. Il y a donc avantage et économie de combustible à ce que les jus arrivent aux vaisseaux où se pratique ce premier traitement à la plus haute température possible : il serait irrationnel et coûteux de devoir refroidir des jus, qu'on doit amener à l'ébullition, un instant après, le plus rapidement possible.

En Allemagne, le fisc ne s'arrêtant qu'à peser la betterave, laisse à l'industriel toute latitude quant

au mode de travail. Les jus de diffusion allant aux vaisseaux de défécation sont, dans ce pays, surchauffés par leur passage à travers un réchauffeur, ce qui les amène très rapidement à la température exigée pour le travail à la chaux.

L'opération de la carbonatation se trouve par là considérablement abrégée et la circulation des jus est activée d'autant, circonstance éminemment favorable à la qualité du travail.

En Belgique les conditions sont autres. La législation y agit à l'encontre de ce qu'exige la conduite rationnelle du travail, car elle oblige l'industriel à abaisser à 15° centigrade la température des jus de diffusion à leur entrée aux vaisseaux-mesureurs de la régie. Loin donc de faire emploi d'un vaisseau intermédiaire destiné à exalter la température des jus, c'est d'un refrigérant que l'on fait usage entre la batterie de diffusion et les vaisseaux du travail chimique.

L'employé du fisc a pour mission de noter, à chaque opération, le volume du jus mis en travail et le poids spécifique de ce jus, estimé à la température de 15°. Si donc le jus arrivant aux vaisseaux de défécation marque une température supérieure à ce point normal de la graduation des aréomètres, il y a une correction à faire subir aux indications de l'instrument, la densité d'un liquide chaud étant moindre que celle de ce liquide refroidi. D'autre part le volume varie en sens inverse : il n'est pas tenu compte de ce fait dans les évaluations du fisc, c'est-à-dire que celui-ci n'autorise pas le fabricant à ajouter, après coup, du liquide dans la cuve de

défécation, de façon à parfaire exactement le volume pour lequel les cuves sont taxées, si l'on suppose le liquide de ces cuves abaissé à la température de 15°. En fait, si le jus n'arrive pas à la cuve avec une température égale à celle exigée pour le pesage à l'éprouvette du fisc, le fabricant se trouve imposé en raison d'un volume de jus supérieur à celui qu'il travaille effectivement.

D'où, l'obligation, pour l'industriel employant en Belgique le procédé de diffusion, soit d'installer un réfrigérant sur la conduite amenant les jus au mesureur de la régie, soit de *meîcher* à des températures inférieures, c'est-à-dire dans des conditions autres que celles considérées comme les plus profitables par les praticiens et les chimistes qui ont expérimenté le système.

C'est là une preuve nouvelle de l'influence souvent désastreuse des lois d'accise sur le progrès industriel ou sur les méthodes manufacturières.

Dans les usines belges, cette nécessité amenée par le régime fiscal oblige à atteindre plus rapidement le point culminant de 80° c.; un autre inconvénient c'est que un ou plusieurs vaisseaux de la batterie, ceux-là précisément qui renferment les cossettes les plus riches, sont traversés par des jus à une température moins élevée. Nous reviendrons ultérieurement sur ce point (1).

(1) Le passage des jus à une température élevée sur les cossettes du dernier diffuseur chargé, a pour effet d'augmenter notablement le coëfficient de pureté des jus, comparativement à celui extrait à froid. Cette remarque est d'une extrême importance en Belgique, où l'impôt est basé sur le volume et la densité. Il est indispensable d'installer un réfrigérant entre la batterie et les mesureurs pour ramener les jus de 35 ou 40 degrés à 15 degrés centigrades et même moins, si possible.

Par suite des exigences que nous venons de signaler, on a été amené, dans les usines belges de diffusion, à modifier la gamme des températures respectives des vaisseaux calorisateurs.

Voici deux exemples de l'échelle des températures, relevés dans deux usines différentes, en marche normale, le n° I de l'échelle représentant le calorisateur desservant le vaisseau récemment chargé de cossettes fraîches et le n° VII ayant trait au point de la batterie où les cossettes sont le plus épuisées :

I.	18° R.	10° R.
II.	35° »	32° »
III.	45° »	55° »
IV.	55° »	62° »
V.	65° »	60° »
VI.	60° »	55° »
VII.	50° »	45° »

La crainte de dépassser une température de 65° R. est parfaitement fondée tant qu'on vise à obtenir l'épuisement des schnitzels par le contact avec des liquides chauds (comme dans la méthode Schulz).

En faisant traverser une colonne de schnitzels par un volume égal de liquide, on obtient des jus d'autant plus riches que la température du liquide est plus élevée. Même avec un liquide à 95° R. il est difficile de constater une trace d'altération. Il semble, d'après cela, que la difficulté consiste à opérer assez rapidement pour que la masse entière s'échauffe le moins possible tout en maintenant,

comme nous l'avons dit, une circulation régulière et constante.

On a parfois recours à l'*air comprimé*, concurremment avec l'eau, pour opérer le déplacement des jus. L'eau agit, en effet, par deux modes : comme force motrice agissant par la pression due à la différence des niveaux dans les réservoirs d'eau et dans les vases de la batterie ; et comme agent dialyseur, provoquant l'exode du jus sucré et se substituant à celui-ci dans la cossette.

C'est le premier de ces effets qu'on demande parfois à l'action de l'air, comprimé à 1 1/2 atmosphères environ.

Dans l'établissement de MM. Quarez, à Tergnier, où ce système se trouve installé, M. Mention est parvenu à réduire la proportion d'eau nécessaire au travail de diffusion à 130 pour cent du poids des betteraves. La cossette épuisée se presse, dans ce cas, plus aisément et le résidu pressé atteint à 30 ou 32 pour cent seulement du poids de la betterave (1).

Compresseur Schacher.

La pression nécessaire à la circulation des jus dans la batterie s'obtient en général au moyen d'une pompe à air comprimé, ou bien au moyen d'un réservoir d'eau placé au sommet d'une tourelle qu'on élève le plus possible au dessus des bâtiments, et qui

(1) Le compresseur d'air est en usage partout où l'on a lieu de craindre ou de prévoir un déficit dans l'approvisionnement d'eau nécessaire aux divers services de l'usine.

donne le plus souvent entre 4 et 6 mètres de pression effective dans la batterie, à cause de l'élévation des chaudières de jauge. Au moyen du compresseur Schacher on peut, sans installation de tourelle, obtenir jusque vingt mètres de pression, et règler du reste exactement et à chaque instant la pression sous laquelle on désire travailler.

L'appareil consiste en un récipient en tôle, de la forme d'un monte-jus et d'une capacité d'environ 10 hectolitres, qu'on place horizontalement sur le plancher de la batterie. On fait aboutir dans ce réservoir le tuyau de refoulement de la pompe à eau qui fournit l'eau nécessaire à la diffusion.

Ce récipient possède une soupape de sûreté communiquant avec le fond par un tuyau plongeur, le tout, bien entendu, du même diamètre que le tuyau de refoulement. La soupape porte un levier à contrepoids, constituant régulateur de la pression, laquelle se lit sur un manomètre à grandes divisions, marquant de 0 à 2 atmosphères. Dès que la pression voulue est atteinte dans le compresseur par le refoulement de la pompe en marche, la soupape se lève et laisse passage à l'eau, qu'une tuyauterie spéciale ramène au réservoir général. Le tuyau circulaire d'alimentation d'eau de la batterie est fixé à la partie inférieure du compresseur.

Quand toutes les soupapes de cette tuyauterie sont fermées, l'eau refoulée dans le récipient y comprime l'air, ce qui annule l'intermittence des coups de pompe. Cet air comprimé ne peut pas s'échapper à cause du tuyau plongeur qui aboutit à la soupape d'échappement. Les pompes Greindel ou à piston

pouvant refouler ordinairement à 25 ou 30 mètres de hauteur, on emmagasine cette puissance dans le compresseur en chargeant à volonté la soupape d'échappement. Cette installation est plus économique, plus élégante et beaucoup plus avantageuse que la construction des tourelles, et aussi que le refoulement direct de la pompe dans la tuyauterie de la batterie.

DIFFUSION CONTINUE AVEC UN SEUL VASE.

Depuis l'apparition de notre première édition, la pratique industrielle de la diffusion s'est enrichie d'un nouveau procédé que nous ne pouvons passer sous silence et qui peut-être sera appelé quelque jour à un succès mérité. Nous voulons parler de la diffusion continue, système Charles et Perret.

Dès la mise en exploitation du système Robert, plusieurs industriels, et Robert lui-même, se sont ingéniés à trouver un système de diffusion continue. Tous ces essais avaient échoué, quand M. Charles produisit l'appareil qui porta d'abord son nom, et qui porte aujourd'hui celui de Charles et Perret.

Cet appareil, très-simple, se compose d'une hélice en tôle perforée, inscrite dans un cylindre en tôle également perforée, et faisant corps avec lui ; le tout posé horizontalement dans une enveloppe pleine. Les cossettes produites par un coupe-racines ordinaire tombent directement dans le diffuseur rempli d'eau. L'hélice, qui fait en moyenne 50 tours par heure, les entraîne lentement vers l'extrémité

opposée, où elles se déversent pour être reprises par une drague qui les conduit aux presses Klusemann.

A l'endroit où se déversent les cossettes épuisées, un robinet distribue la quantité d'eau nécessaire, à une température convenable, et cette eau suivant une marche inverse à celle des cossettes, traverse celles-ci et va sortir par un deuxième robinet placé en-dessous de la trémie d'alimentation. Des détails de construction empêchent les jus de cheminer entre le cylindre perforé et son enveloppe pleine, une soupape à flotteur règle automatiquement l'arrivée de l'eau.

Les cossettes tombent dans le jus le plus concentré, au moment où il se déverse par le robinet pour se rendre aux cuves de jauge, et sont entrainées par l'hélice vers la chaîne à godets, en rencontrant de l'eau de moins en moins chargée de principes solubles. L'eau, amenée à l'état de pureté près de la chaîne à godets, rencontre d'abord les cossettes épuisées, puis, à mesure qu'elle chemine, des cossettes de plus en plus riches, et sort concentrée au maximum. L'eau est toujours en mouvement de gauche à droite ; les cossettes, suivant un mouvement inverse, de droite à gauche, sont toujours baignées dans une eau renouvelée sans cesse ; et le mouvement de rotation, se combinant avec le mouvement de progression lente, renouvelle incessamment les surfaces, et opère la diffusion dans les meilleures conditions possibles.

Des serpentins, placés entre le cylindre perforé et l'enveloppe pleine, amènent, à la température exigée par les circonstances de qualité de betterave

ou de température extérieure, les jus et les cossettes. Cette température peut atteindre 75° à 80° centigrades.

Pendant les deux premières campagnes où fonctionna ce système, le maximum de température était donné en un point sis à trois mètres environ du robinet de vidange et les jus arrivaient à la cuve de jauge à 30° ou 35° centigrades, comme dans les diffuseurs verticaux. Depuis les deux dernières campagnes, la plus haute température est donnée à l'arrivée des cossettes, sous le coupe-racines; le jus sort à 55° ou 60° centigrades. Par cette manière d'opérer on diminue notablement le temps nécessaire pour porter à l'ébullition les jus des carbonateurs, et l'on fait une sensible économie de vapeur et de temps. L'épuisement des cossettes se règle à volonté suivant la rotation plus ou moins lente de l'hélice.

En fabrique, l'épuisement varie de 3 à 5 dixièmes, il ne serait pas prudent d'aller plus loin, car, en dessous de ces chiffres, on introduit dans les jus une notable quantité de sels. La distillerie de betteraves, qui a également adopté le diffuseur continu, épuise complètement les cossettes ; les matières salines n'offrant aucun inconvénient à la distillation. La durée du trajet de la cossette varie de 40 à 50 minutes.

Au sortir du diffuseur, les jus qui ont une densité de 3°.5 à 4°.0, vont aux carbonateurs ; les pulpes vont aux presses Kluseman, et tout se passe comme dans la diffusion Robert ou Riedel.

Le diffuseur continu supprime à peu près toute

main-d'œuvre entre le laveur et la défécation. Un homme et un gamin suffisent à la surveillance du monte-betteraves, du coupe-racines, du diffuseur, et des presses Kluseman. Le robinet de vidange une fois réglé, l'ouvrier n'a plus qu'à surveiller la qualité des cossettes, changer les couteaux, noter la température intérieure aux éprouvettes placées à mi-hauteur, le long de l'appareil, et annoter, de demi-heure en demi-heure, la densité des jus et leur degré de chaleur.

Toutes ces données, déterminées lors de la mise en marche, ne sont modifiées en cours de travail que lorsque la qualité de betteraves vient à changer; il n'y a point d'erreur possible dans les manœuvres puisque tout se fait automatiquement.

Le diffuseur contenu n'exige aucune construction spéciale; on le place au rez-de-chaussée, à l'étage, dans la salle des presses, sous un hangar. Outre la simplicité et la facilité de son installation, le diffuseur continu offre un autre avantage : la modicité de son prix, qui n'atteint pas les deux tiers du prix d'une diffusion ordinaire.

Un diffuseur dont l'hélice mesure $1^{m}40$ de diamètre, et $11^{m}20$ de longueur, débite facilement 150,000 k. de betteraves, et 2000 hectolitres de jus par 24 heures. La densité varie de 3°.5 à 4°.0, suivant la richesse des betteraves.

Quoique le travail de la diffusion s'opère à l'air libre, les jus, à ce que l'on affirme, ne subissent aucune altération; on n'a, semble-t-il, jamais remarqué de fermentation, ni production de glucose; et quand on travaille des betteraves altérées conte-

nant de la glucose en qualité notable, les jus du diffuseur en contiennent toujours moins que celui de la betterave.

Le diffuseur continu semblerait appelé également à rendre des services à la fabrication du sucre de canne, où l'on a tenté sans trop de succès jusqu'à ce jour d'opérer la diffusion du roseau saccharifère.

Voici quelques tableaux d'analyses relevées dans une usine qui emploie le diffuseur continu :

1. Essai cuprique des eaux recueillies aux presses Kluzeman : Sucre, de 0.266 à 0.421.

Cossettes épuisées. Teneur moyenne : sucre 0.520.

2. Analyse des schnitzels à la sortie des diffuseurs. Poids égal au poids de la betterave.

Eau	96.96
Sucre cristallisable	0.20
Glucose	0.07
Cendres, substances salines et terreuses	0.70
Matières organiques végétales	2.07
	100.00

3. Pulpes du diffuseur continu, pressées à 30 % du poids de la betterave.

Eau	84.00
Matières sèches	16.00
	100.00

Soit (liqueur cuprique) sucre 1.50, matières sèches 14.50.

	Densité.	Matières totales.	Sucre.	Sels.	Matières organiques.	Coëffi. salin.	Coëffi. organique.	Quotient de pureté.	Glucose.	
Moyenne des analyses des betteraves travaillées	1053.2	13.01	10.31	0.796	1.674	12.98	6.22	79.12	0.791	On n'a fait que des cristallisés blancs, n° 3 et n° 4.
Moyenne des analyses du jus sortant du diffuseur continu	103.5	8.340	6.865	0.464	0.903	14.60	8.58	83.19	0.142	
Moyenne des analyses des masses cuites (1er jet)		93.21	82.27	4.88	6.10	16.96	13.93	88.28		
Moyenne des analyses de l'égouttage recuit des masses cuites de 1er jet (2e jet)		86.67	65.75	10.58	10.52	6.23	6.54	75.8		
Betteraves travaillées . .	9.433.000 kil.									

HHCΓБ HAAH

CHAPITRE QUATRIÈME.

Appréciation du système.

L'industriel qui voit pour la première fois fonctionner une batterie circulaire de diffusion ne peut se soustraire à l'agréable impression que lui procurent la marche automatique de l'outillage et la suppression quasi absolue de la main-d'œuvre. Cela lui fait l'effet d'une industrie *de salon*, comparativement au système usuel des presses hydrauliques avec son cortège de travailleurs nombreux, de bruit et souvent de désordre. La conduite d'un atelier de diffusion réclame des manœuvres de précision, d'ailleurs simples, qui se répètent par intervalles réglés : passé ce moment de surveillance rigoureuse, le rôle des rares ouvriers du poste se borne à faciliter, lors de la vidange des diffuseurs, la sortie des cossettes épuisées, que d'ingénieuses dispositions transportent aujourd'hui sans embarras de la batterie à l'extérieur du local.

En réalité comme en apparence, il y a une différence totale entre les modes d'opérer de l'un et de l'autre système, l'avantage restant sans conteste à celui de la diffusion.

Nous venons de le signaler, un ouvrier chef-diffuseur, avec son aide, suffisent amplement à la

surveillance et aux manipulations essentielles de la batterie : le travail est, en quelque sorte, purement intellectuel et se résume à régler, au moment voulu, le parcours du jus par la manœuvre d'un jeu de soupapes convenable. L'opération terminée, le résidu de l'épuisement est emmené, par une vis d'Archimède avec transporteur, à des presses qui ont pour objet d'éliminer des cossettes l'excès d'eau qu'elles renferment et qui serait de nature à vicier et à déprécier leur composition. Les pulpes pressées tombent d'elles-mêmes et directement dans les voitures des acquéreurs, à l'étage inférieur, le tout s'exécutant, pour ainsi dire, sans trace de main-d'œuvre.

Cette main-d'œuvre peu importante, quelque soit d'ailleurs le mode suivi pour l'installation de la diffusion, offre cette particularité qu'elle ne varie pas d'une façon appréciable quand bien même la production de l'outillage serait calculée sur des proportions très-différentes : on ne compte guères un personnel plus nombreux dans un atelier travaillant par jour 300,000 kilogr. de betteraves que dans celui où l'on n'en emploie que 150,000. On conçoit que le personnel (résumé à peu près dans la personne du chef-diffuseur), doit être de premier choix : il serait de la dernière imprudence de confier la direction d'un travail aussi important à une personne ne présentant pas une garantie absolue au point de vue de la connaissance du système et de l'outillage, du soin, du jugement et de la vigilance. Une distraction involontaire ou préméditée peut, en un moment, causer des inconvénients graves à ce poste

de confiance, où l'on appellera un surveillant de mérite, rémunéré convenablement.

Le salaire de la main-d'œuvre au poste de l'extraction, variable suivant l'importance des établissements, s'élève annuellement à un chiffre considérable dans les systèmes usuels d'extraction. L'économie réalisée de ce chef par l'établissement du procédé de diffusion n'est pas la seule à considérer; à côté de cette économie vient se placer celle qui résulte de la réduction de la force motrice appliquée au râpage et à la pression hydraulique. Le coupe-racine, dont le mouvement n'est pas continu, absorbe une certaine quantité de force motrice; mais la vapeur que cela nécessite est peu de chose à côté de celle qu'on emploie à activer les tambours et les pousseurs de la râpe, les pelleteurs mécaniques, les pistons injecteurs, les appareils de lavage, les monte-jus desservant la défécation et parfois d'autres services encore, tels que celui d'un atelier de pression continue parachevant l'action des presses hydrauliques.

Il y aurait donc à inscrire à l'actif du nouveau procédé la valeur de l'économie de vapeur réalisable de ce côté; mais, d'autre part, cette suppression notable de force motrice et partant, de combustible, est partiellement balancée par le surplus de puissance évaporatoire nécessaire dans le système de diffusion, pour opérer la concentration des jus qui ont absorbé, lors de l'extraction, une quantité d'eau supérieure à celle incorporée lors du râpage dans l'autre système.

La suppression des claies, des lames de râpe, des

sacs en laine et des frais annuels d'achat, de lavage, de réparation que nécessitent ces engins; la suppression du buffet des pompes avec ses transmissions, ses pistons d'un entretien frayeux, réclamant également un personnel spécial; ces divers chefs d'économie et d'agrément justifieraient, à eux seuls, la préférence accordée au système par tous les industriels éclairés. Il n'y a pas grande exagération à affirmer que ce système fait réaliser des économies de matériel, surtout de force motrice et de main-d'œuvre, dont l'importance dépasse en peu de temps les frais d'installation : le système de la diffusion augmente, en outre, par voie indirecte, la valeur de la matière première mise en œuvre.

En effet, au point de vue du manufacturier, cette valeur est liée intimement à celle des moyens dont il dispose pour en retirer la plus grande somme de produits possible. Cela étant, il y a lieu de nous demander si les produits de la diffusion, notamment les jus et les pulpes, ont une valeur supérieure aux produits similaires donnés par les autres méthodes d'extraction.

On sait qu'en d'autres pays les jus de diffusion ont été trouvés constamment d'une valeur supérieure à ceux fournis par d'autres procédés d'extraction. D'après les analyses comparatives jusqu'ici publiées à ce sujet, cette supériorité provient surtout de la diminution des matières organiques qui passent dans le jus tandis que, en ce qui concerne les substances inorganiques, la différence est moins sensible. On s'explique d'autant mieux ces résultats que les

premières se rangent dans la catégorie des colloïdes et les dernières dans celle des cristalloïdes (1) et que leurs coëfficients de diffusibilité sont respectivement inférieurs et supérieurs à celui du sucre.

Cela posé, l'industriel conçoit aisément les avantages de la diffusion pour le travail de betteraves riches en sucre ou d'un quotient salin peu élevé, mais il admet difficilement que ce procédé puisse convenir au travail de la betterave relativement pauvre en sucre et riche en sels qui sert de matière première à la plupart des sucreries en Belgique et en France. Il n'est pas besoin d'insister longuement sur les inconvénients que présentent à la fabrication les jus sucrés à fort quotient salin. Le travail d'épuration par la chaux, le gaz carbonique et le noir animal étant, en général, assez défectueux, la majeure partie des sels contenus originairement dans le jus brut cristallisent avec le sucre, dont ils abaissent le titre industriel et la valeur marchande. Cette action désastreuse des sels s'accroît, comme on sait, de ce fait que, par chaque unité de substance saline constatée dans le sucre brut, l'acheteur exige, aux termes des règlements admis, une déduction de cinq unités de sucre. C'est ce qui s'appelle la réfaction au coëfficient cinq. Cette exigence, en ce qui concerne notamment les sucres de diffusion, ne repose sur aucun fondement scientifique : il n'est pas exact d'affirmer qu'une partie de sel, contenue dans

(1) Après les considérations théoriques émises au chapitre précédent, et faisant réflexion que la théorie de l'osmose se trouve aujourd'hui entre les mains de tous les industriels, nous n'avons pas cru devoir entrer dans une nouvelle explication de ces termes, devenus usuels.

le sucre brut, empêche, lors du raffinage, la cristallisation de cinq parties de sucre. Le coëfficient, 2, 5 se rapprocherait beaucoup plus de la vérité et il est réellement étonnant que depuis dix ans, les industriels, producteurs du sucre, qui ont remanié tant de choses et dans les sphères si diverses, ne se soient pas davantage inquiétés d'une prescription qui lèse injustement leurs intérêts et dont le maintien ne se justifie que par leur inertie, d'une part, et par le bon plaisir du raffineur qui, sur le marché, tient généralement le haut du pavé.

Les sucres de bas titrage proviennent généralement d'usines où la betterave donne des jus fortement salins : ces jus peuvent parfois procurer une cristallisation très pure en premier jet, mais les impuretés salines s'accumulent dans les cristallisations ultérieures. Or, on sait que le sucre destiné à l'exportation est presque totalement composé de mélanges de divers jets, pour la confection desquels on se préoccupe également de la nuance et du titrage. Des betteraves à jus très salins sont spécialement celles cultivées dans les Polders, zone agricole formée d'anciennes alluvions maritimes conquises sur l'Océan.

C'est précisément dans la zône voisine des Polders que se sont établies les usines où le système de la diffusion a fonctionné dès l'abord en Belgique, circonstance qui a permis de constater manufacturièrement la possibilité d'appliquer d'une façon rémunératrice le système de la diffusion à des betteraves fortement chargées de sels. Précédemment, par suite de renseignements incomplets ou sur l'au-

torité de publications peu sérieuses, l'opinion s'était accréditée chez les industriels de nos contrées, que l'extraction du jus par ce procédé n'était admissible que dans le cas où la fabrique de sucre pouvait compter sur un approvisionnement de racines riches et pures : hors cette circonstance, c'était témérité que de s'outiller par ce mode. Il est heureux que l'expérimentation du procédé ait été tentée, dès l'abord, en Belgique précisément dans la zône betteravière que nous pourrions qualifier de *zône saline* par excellence : il est plus heureux encore que les essais ayant pleinement réussi au gré des industriels intelligents qui ont l'honneur d'en avoir pris l'initiative et dont l'exemple sera désormais le meilleur argument à présenter pour montrer que, dans une certaine limite, les betteraves industrielles de toute qualité sont susceptibles d'une mise en œuvre fructueuse par le coupe-racine des établissements de diffusion.

Les betteraves des Polders (1) ont eu la singulière fortune d'être tantôt exaltées pour leur haute qualité, leur grande richesse, leur extrême pureté de composition ; tantôt dépréciées outre mesure par suite de la grande quotité de sels immobilisés dans leurs jus. A l'origine, la plupart des fabricants de sucre de l'intérieur avaient accoutumé de regarder

(1) Cette opinion sur la valeur, très variable d'un lot à un autre, que possèdent les betteraves cultivées aux Polders, se trouve corroborée par les résultats d'une série considérable d'analyses, remontant aux premières années de la mise en exploitation des Polders, renseignements communiqués obligeamment par M. Frantz Wittouck, l'intelligent directeur-propriétaire de l'usine de diffusion de Selzaete.

d'un œil d'envie la matière première dont s'alimentaient les établissements voisins des Polders hollandais; de fait, la valeur des betteraves de Polders était alors très remarquable, résultat dû, en grande partie, à cette circonstance que ces racines se récoltaient, dans des sols vierges, sans emploi de fumier ou autres engrais azotés de nature à vicier la composition de la plante saccharifère. Une climature sèche, en favorisant l'élaboration du sucre et la maturation parfaite des racines, avait souvent aussi apporté son heureux coëfficient dans la production de ces racines et contribué à en assurer la réputation.

Par après, les circonstances se modifièrent : la création simultanée de nombreux établissements localisés surtout au-delà de la frontière, étendit rapidement la superficie consacrée à la production de la betterave dans les zônes poldériennes : de là, un moindre soin apporté par le cultivateur dans le choix des terres appelées à porter racine. On ne se fit bientôt plus scrupule de semer cette plante dans des Polders de création récente, où la végétation prenait un grand développement sous l'action des sels dont le sol était gorgé ou des matières végétales non suffisamment décomposées qui assimilaient ces terres, limon à pléthore d'humus, à des prairies ou marécages retournés récemment. La qualité de la betterave se ressentit de cette modification dans les conditions de sa production; et tout en continuant à bénéficier de son ancienne renommée, cette plante arriva bientôt aux usines avec un jus de haute densité, bien vu de la régie, mais dont le poids était dû,

pour une certaine part, à la proportion anormale de sels empruntés au sol par la plante. Aussi, les cristallisations de IIe jet, dans certaines usines, accusèrent-elles bientôt un titre relativement bas : on a cité des arrières-produits qui donnaient, à la langue, la sensation non du sucre, mais du sel, et dont le titre industriel au coëfficient cinq, était devenu quasi nul, parfois même négatif.

L'industrie sucrière dans les Flandres belges est aux mains de fabricants intelligents, instruits, hommes d'initiative et sagement progressifs. Nous manquerions à notre devoir de ne pas signaler, dans ce court aperçu, le service réel que ces industries ont rendu à leurs confrères et au pays en inaugurant, dans une région où la matière première est plutôt de qualité moyenne que supérieure, le système de la diffusion.

S'il est vrai que l'on rencontre un peu dans toutes les usines de bonnes et de mauvaises betteraves, et qu'il est important de connaître la qualité moyenne de la matière première mise en œuvre, il n'est pas moins utile de constater quels sont les facteurs principaux de cette moyenne. A titre de spécimen nous résumons ci-après le résultat d'analyses chimiques se rapportant à des groupes essentiellement distincts de chiffres, données qu'on a le tort grave, selon nous, de noyer souvent sous la dénomination de moyenne générale. Ces analyses montreront la grande variation de richesse et de composition que présentent les betteraves des usines flamandes traitées par le système de la diffusion.

Le tableau I a trait à la composition des racines; le tableau II à celle de jus de diffusion; on remarquera la pureté relative de ces derniers, point sur lequel nous reviendrons et que le lecteur pouvait augurer déjà des notions théoriques présentées au chapitre précédent.

Tableau I.

Composition des betteraves.

RICHESSE.	QUANTITÉ DE SUCRE % DE BETTERAVE.	MATIÈRES ÉTRANGÈRES.	QUOTIENT DE PURETÉ.	SELS.	QUOTIENT SALIN.
En-dessous de 8 % sucre	6.34	2.40	72.1	1.090	17.1
De 8 à 10 % (1). . . .	9.27	2.51	78.9	1.018	10.9
Au-delà de 10 % (2) . .	10.73	2.34	82.1	0.962	8.9

Tableau II.

Composition de jus de diffusion.

SUCRE % DU JUS.	MATIÈRES ÉTRANGÈRES.	QUOTIENT DE PURETÉ.	SELS.
9.13	1.10	86.9	0.51
9.10	1.52	82.7	0.64
8.54	1.56	81.3	0.62
8.07	1.50	80.7	0.65
8.36	1.15	83.6	0.57

(1) Moyenne de 43 analyses.
(2) Moyenne de 31 analyses.

Au sujet de cette pureté des jus, on est assez porté à la mettre en doute, et à croire que les jus de diffusion ont un coëfficient salin moins élevé que celui du jus naturel. Il n'en est rien cependant. Exemple. Au laboratoire de l'usine de Tergnier, les résultats de cinq analyses, les seules faites en vue de cette constatation, ont donné les résultats suivants :

Tableau III.

DATES des ANALYSES.	JUS NATURELS		JUS DIFFUSÉS	
	Sels p. 100.	Coëfficient salin.	Sels p. 100.	Coëfficient salin.
16 novembre.	0.492	—	0.501	13.20
26 d°	0.610	9.35	0.494	13.20
30 d°	0.550	7.87	0.495	7.11
6 décembre.	0.580	12.20	0.520	13.71
12 d°	0.530	10.70	0.500	12.90

Ainsi, sur cinq opérations, le tant pour cent en sels n'est défavorable à la diffusion que dans la première, et le coëfficient salin que dans la troisième.

Pour donner d'emblée une idée synthétique de la marche du travail de diffusion, de l'épuisement graduel de la cossette et de l'enrichissement progressif des liquides à mesure qu'ils procèdent plus avant dans la batterie, rien ne parle davantage aux yeux que les résultats chiffrés de l'observation, tels que nous les groupons, d'une manière synchronique, dans le tableau IV.

On y touche du doigt la décroissance de la densité, du coëfficient de pureté, du coëfficient salin et de la teneur en sucre du premier vase, rempli de cossettes fraîches, au dernier vase qui est sur le point d'être mis en vidange.

On remarquera, en passant, qu'à un même moment les chiffres du thermomètre sont différents aux divers diffuseurs : il y a accroissement dans le principe, puis abaissement de température du milieu à la fin de l'opération.

Tableau IV.

Poids spécifique, Température et Composition

DU JUS DE CHAQUE DIFFUSEUR.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Degré Brix . . .	10°.5	10°.0	7°.2	5°.7	5°	2°	1°
Sucre.	8.6	8.0	5.6	3.9	3	0.4	0.27
Coëfficient salin .	15.5	15.5	16.0	16.5	12.5	7.0	4.0
Idem de pureté. .	82	80	78	70	60	50	35
Température R^r .	50°	55°	60°	65°	55°	35°	20°

A l'inspection de ce tableau, on est frappé, à première vue, de la valeur excessivement faible des liquides contenus dans les vaisseaux-diffuseurs où l'épuisement s'achève. Il est évident que des jus de cette qualité ajoutés simplement, même à des jus de haute valeur, constitueraient une opération tellement irrationnelle qu'il ne peut venir à l'idée de personne de les utiliser dans cet état, en cours de

fabrication. La présence de jus de bonne qualité dans les vaisseaux où l'épuisement est moins avancé montre que la diffusion offre une ressource nouvelle pour amener utilement à la cristallisation des liquides sucrés dont la teneur en matières étrangères amènerait le rejet dans les méthodes usuelles de fabrication du sucre. Il est donc logique d'améliorer, par leur passage sur des cossettes fraîches, des jus qui se trouveraient éventuellement posséder une densité et une pureté de composition peu favorables à un travail rémunérateur.

Les Drs H. Reichard et W. Bartz ont résumé autrefois, dans la *Zeitschrift* de Berlin, la marche du travail de diffusion par le système ancien, beaucoup plus lent, qui obligeait à réchauffer les jus en cours de travail dans des vaisseaux spéciaux en dehors de la batterie, avec addition d'une légère dose de chaux destinée à rendre le liquide alcalin et à le prémunir contre toute altération ou fermentation.

Voici ce tableau, utile à consulter pour mémoire. Les nombres de chacune des colonnes forment des séries décroissantes, dont la régularité témoigne d'un travail soigneusement réglé, à l'aide de matières premières d'une composition sensiblement constante. Il n'existe d'écart qu'aux chiffres du vaisseau VI, où l'on constate une dose anormale de substances entrées en solution.

La température *maxima* est celle du vaisseau récemment chargé.

Tableau V.

	DURÉE. — APRÈS.	TEMPÉRATURE. CENT.	DENSITÉ.	DEGRÉ BRIX.	SUCRE.	AUTRES MATIÈRES DISSOUTES.	QUOTIENT DE PURETÉ.
	heures.						
I	2,20	48°	1,04186	10,61	8,59	1,82	81,04
II	2,35	43°	1,02916	7,34	5,50	1,80	74,93
III	3,	34°	1,02042	5,17	3,70	1,47	71,56
IV	3,20	28°	1,01458	3,72	2,64	1,08	70,96
V	3,45	26°	1,01154	2,95	1,99	0,96	67,45
VI	4,	22°	1,00903	2,32	1,20	1,12	51,72
VII	4,20	21°	1,00664	1,71	0,86	0.85	50,29
VIII	4,30	19°	1,00498	1,28	0,666	0,614	52,03
IX	4.55	17°	1,00370	0,96	0,448	0,512	46,66
X	5,15	15°	1,00277	0,71	0,232	0,478	32,67
XI	5,35	13°	1,00185	0,48	0,121	0,369	25,20
XII	5,55	11°	1,00134	0,34	0,041	0,299	12,06
Eaux			1,00120	0,31	0,027	0,293	8,70
			Résidus		0,016		

Le fait de l'emploi de la chaux en cours de diffusion, avant le moment où les jus arrivent au mesureur de la régie a été, comme on sait, la raison de la prohibition de ce système en Belgique jusqu'à ces dernières années. Non pas que le texte de la loi mit interdiction à l'emploi du système : mais la lenteur de l'extraction rendait, dans certains cas, nécessaire l'usage de la chaux; or, l'usage de tout ingrédient chimique quelconque est strictement

prohibé par la législation belge qui établit l'accise sur le poids spécifique des jus verts avant toute opération d'épuration.

Nous avons démontré, à cette occasion, que les règlements du fisc faisaient preuve, en cela, d'une rigueur que rien ne justifiait. Les doses homéopathiques de chaux incorporées dans les jus aux réchauffeurs, étaient incapables (les expériences officielles le reconnaissaient, d'ailleurs) d'opérer une défécation appréciable au densimètre des employés de la régie.

L'intérêt de l'industriel était même, dans l'espèce, la sauvegarde du fisc contre des agissements qui auraient eu pour objectif d'opérer, à l'aide de la chaux, une défécation préalable, en cours de diffusion, de nature à amener aux vaisseaux-mesureurs des jus dont la densité aurait été par là abaissée artificiellement, au détriment de la véritable prise en charge incombant à l'industriel. En effet, pour atteindre ce résultat, cette défécation clandestine en quelque sorte, il eut fallu faire emploi de doses de chaux relativement élevées; les jus chaulés, rentrant en circulation, eussent alors rapidement incrusté le tissu de la cossette et annihilé, du même coup, sa valeur alimentaire et le bénéfice du procédé lui-même.

Actuellement, la rapidité du travail rend entièrement inutile, nuisible même, l'emploi de tout anti-septique en cours de diffusion, et rien dans la législation ne fait plus obstacle à l'emploi du système.

Nous avons seulement fait remarquer plus haut que l'industriel trouve encore une entrave anti-pro-

gressiste dans l'obligation qu'il subit de devoir abaisser la température des jus qui vont de la batterie aux cuves de défécation, alors que ces jus doivent, sitôt pesés par la régie, être portés de nouveau à la température de l'ébullition.

Le tableau de la composition des jus de diffusion est l'expression de cette constatation pratique que la qualité du jus de diffusion est supérieure à celle du jus fourni par tout autre mode d'extraction actuellement connu.

Nous ajouterons, résultat non moins extraordinaire, que la quantité de jus à retirer d'un poids donné de betteraves est aussi plus considérable par ce système que par tout autre. Il y a lieu de tenir compte de ce fait dans la supputation de la puissance de l'outillage de diffusion à construire pour un travail donné.

La densité des jus de diffusion admis aux vaisseaux de défécation varie habituellement entre 3°8 et 4°. Il est utile de rappeler à ce sujet ce que M. Mention a écrit dans l'excellente note sur le procédé de diffusion qu'il a présentée au Comité central des fabricants de sucre de France, dont il est membre, dans la séance du 25 février 1878.

« La quantité de jus extraite par la diffusion est de 95 à 96 pour 100 du jus primitivement contenu dans la betterave; cette quantité est représentée par un volume variant de 116 à 125 litres par 100 kil. de betteraves. — On voit donc qu'avec un poids donné de betteraves on obtient plus de jus qu'avec le système des presses. Cette question d'augmentation du volume des jus ayant déjà paru être, pour

quelques-uns de nos fabricants, une grave objection à l'emploi de la diffusion, mérite quelques explications. — La betterave contenant en moyenne 96 pour 100 en poids de jus, la diffusion en extrait, comme il vient d'être dit, les 95 centièmes, soit, pour 100 kil. de betteraves, 91 k. 200 de jus pur. Si l'on suppose que le jus dans la racine marque 5°5 au densimètre, le poids du jus extrait représente 86 litres 44 de jus pur, à la densité de 105.5. Or, ce jus étant, par la dilution, amené au volume de 120 litres, la densité primitive sera donc modifiée dans la proportion de 86.44 à 120, soit 72 pour 100; ainsi, la betterave à 5°5 donnera 120 litres de jus à 3°96. On voit que cette densité du jus entrant dans le travail se rapproche de celle que donne l'emploi rationnel des presses hydrauliques. Si l'on doit travailler de la betterave très pauvre, il faut s'efforcer de réduire le volume du jus extrait pour l'avoir à la plus haute densité possible. En Autriche, où l'on travaille souvent excessivement vite avec de très petits diffuseurs, au nombre de 9 seulement, la quantité de jus tirée dépasse de beaucoup la proportion indiquée ici. Avec les betteraves pauvres de France, pour obtenir, par une marche rapide, une densité satisfaisante et un bon épuisement des cossettes, il est à conseiller d'employer les batteries de 12 diffuseurs, comme cela est monté actuellement à la sucrerie de Tergnier. — Il ne faut donc pas accuser le procédé de diffusion de diluer les jus, mais reconnaître qu'il augmente le rendement en jus et par suite en sucre. Ainsi, dans les fabriques où la puissance des appareils d'évaporation est

limitée, l'introduction de la diffusion influera sur la quantité de betteraves travaillée sans diminuer aucunement la quantité de sirop et de sucre produite par jour. »

Nous avons dit précédemment pour quels motifs il y a lieu de se méfier d'une unité de mesure aussi variable dans ses éléments que l'est l'hectolitre de jus obtenu au mesureur : nous ne prendrons donc point là notre base, mais nous dirons, d'une manière générale, que pour être sûr de n'éprouver aucune gêne dans le travail, il est prudent de calculer toutes les capacités aux diverses phases de la fabrication, à vingt pour cent au-dessus de ce que nécessite le travail quotidien d'une égale quantité de betteraves dans les établissements montés par pression hydraulique.

Nous avons entendu faire l'objection que les rendements en jus n'ont pas, pour l'estimation de la valeur d'un procédé, toute la signification qu'on prétend leur attribuer et que la supériorité d'un procédé d'extraction sur un autre doit être décidée en prenant pour *criterium* la masse cuite obtenue.

Cette objection, pour être sérieuse, doit partir de ce point que des betteraves d'une qualité donnée fournissent des masses cuites en raison directe de la valeur du procédé d'extraction auquel on a recours. A première vue, il est aisé de s'y méprendre. Le travail ultérieur d'épuration des jus est sensiblement de même apparence partout. La chaux, le gaz carbonique, le charbon d'os, tels sont les agents d'épuration universellement en usage : la carbona-

tation, la filtration, la concentration des jus sont des opérations dont les modifications pratiques échappent aisément à l'appréciation de l'industriel. Mais ici les apparences sont trompeuses : en effet, si tous les industriels ont à leur disposition les mêmes agents épurants, les mêmes ustensiles, les mêmes procédés, il s'en faut que tous en tirent un parti identique: La qualité de la chaux, la dose de cet alcali, la durée du contact, les températures auxquelles on maintient le jus chaulé, sont, par exemple, autant de conditions qui font varier le mode et les résultats du traitement manufacturier : ces conditions ne sont, pour ainsi dire, jamais réalisées d'une façon identique dans deux usines.

Il en est de même pour les éléments caractéristiques de chacune des opérations que l'on fait subir au jus; le choix judicieux des méthodes, le soin, la régularité et la précision qu'on apporte à les appliquer, à contrôler chaque opération en détail comme aussi l'ensemble du travail, à stimuler l'initiative et la diligence du personnel, enfin mille et une circonstances concourent à constituer pour chaque usine un type offrant de sérieuses dissemblances avec celui de l'usine voisine. Il suit de là qu'il n'est pas rare de constater des résultats opposés dans des établissements qui paraissent opérer dans des conditions économiques similaires.

La masse cuite ne peut servir de *criterium* du traitement industriel que pour autant qu'on l'envisage dans son ensemble; c'est l'expression finale de toutes les circonstances, de tous les facteurs du travail. Or, quelques-unes de ces circonstances

peuvent présenter des variations aussi importantes que celles qu'on note dans les procédés d'extraction eux-mêmes. En résumé, il n'est logique de conclure d'une augmention des produits fabriqués à la supériorité du procédé d'extraction que pour autant qu'on opère d'une façon strictement identique à toutes les phases du travail et qu'on soit à l'abri de toute cause d'erreur attribuable, soit à la matière première, soit à une manipulation quelconque de la fabrication proprement dite. Le raisonnement inverse est également vrai. Il ne suffit nullement qu'un système d'extraction du jus soit réellement supérieur pour que cela autorise à conclure à une augmentation proportionnelle de la quantité de masse cuite, à moins que toutes les phases du traitement manufacturier ne soient, en quelque sorte, à la discrétion de l'industriel et qu'il ne puisse en garantir la marche : il serait téméraire à un industriel de raisonner de la sorte *a priori*, car une fabrique de sucre est un véritable laboratoire où surgissent à tout moment des difficultés ou des variations dans les opérations en cours, variations dont l'influence se fait sentir sur le rendement définitif, et dont conséquemment il y a constamment lieu de tenir compte.

Cela étant, le seul moyen de reconnaître l'efficacité d'un procédé d'extraction réside dans l'examen et la comparaison de la matière première avec les jus et pulpes qui en dérivent. Or, tous ceux qui, depuis quinze ans, ont entrepris cet examen et cette comparaison, en ce qui regarde les jus et pulpes obtenus par voie de diffusion, ont aisément acquis

leurs apaisements sur la haute valeur de ce système.

Il est utile d'être fixé sur la *quantité de résidu*, marc épuisé de la betterave, que procure le travail de diffusion. On l'estime généralement, en France et en Belgique, à 35 p. % du poids de la betterave : cette pulpe ou cossette désucrée renferme environ 10 p. % de matières solides, lorsqu'on a éliminé, par l'action énergique de presses spéciales, l'excès d'eau d'interposition. On admet généralement que les cossettes, au sortir des vaisseaux diffuseurs, renferment la moitié seulement, soit 5 p. % de substances solides; ce résidu, avant sa repression, forme environ 70 p. % du poids des racines dont il provient. Il y a corrélation complète entre ces divers chiffres : $0.05 \times 70 = 0.10 \times 35$.

Manifestement ces chiffres reposent sur l'hypothèse que la pulpe de diffusion (au sortir des presses Kluzeman) renferme toutes les substances solides contenues dans le magma sortant du diffuseur mis en vidange. En d'autres termes, le travail de pressage réaliserait parfaitement le but théorique : il y aurait simple élimination d'eau.

Pour reconnaître que ce chiffre de 70 % de schnitzels est hypothétique, il suffit d'observer que les cellules de la betterave coupée en lanières, tout en cédant, lors de la diffusion, les matières solides qu'elles renferment, se gonflent considérablement en absorbant une quantité notable d'eau. D'autre part, cette eau d'imbibition s'égoutte en partie pendant le vidange : il est conséquemment difficile de reconnaître, au juste, dans quelles limites la matière première a varié en poids dans ces manipulations.

En Allemagne, où la racine sucrière est généralement beaucoup plus riche que dans notre pays, elle abandonne environ 13 à 17 p. % de son poids à la diffusion. On estime à 95-98 kilog. le poids des cossettes épuisées que fournit le travail de cent kilogrammes de betteraves allemandes.

En France et en Belgique, on travaille fréquemment des racines qui cèdent à la diffusion 10 p. % de leur poids en matières solides, dont la composition est sensiblement la suivante :

Sucre	8.50
Matières étrangères.	1.50
Total des matières solides extraites. . .	10.00

Ces matières solides sont des substances solubles : le marc de la betterave renferme, en outre, environ 5 p. % de matières insolubles ou peu solubles, ligneuses, formées essentiellement de cellulose unie à des proportions variables de substances diverses. En admettant le départ pur et simple de 10 p. % de matières solubles, il reste, après diffusion, cinq parties de substances sèches en présence de 90 parties d'eau : soit 5,26 p. % de matières sèches dans les cossettes au moment de la vidange des vaisseaux-diffuseurs. Par suite de fixation d'eau dans la membrane des lanières, la quotité des substances solides dans les schnitzels épuisées n'est que de 4 à 5 p. %. Arrêtons-nous au chiffre moyen de 4 1/2 p. %.

La teneur réelle en matières solides est égale à 4.50×0.90, soit 4.05. La teneur calculée plus haut étant de 5.26, la perte sera égale à la différence entre ces deux nombres, soit 1.21 p. %.

Si la quotité des schnitzels descendait à 70 p. %, nous aurions, de même, les relations :

$$4.50 \times 0.70 = 3.15$$
$$5.26 - 3.15 = 2.11 \text{ p. \%}.$$

Nous n'avons jamais été mis à même de constater une perte de ce genre, dépassant 2 p. % du poids de la matière première. Habituellement, la masse que représente l'échantillon analysé au sortir du diffuseur se trouve approximativement donnée par la relation :

$$4.50 : 5.26 = 100 : x$$
$$x = 115 \text{ p. \%}$$

environ du poids de la betterave.

Que devient cette masse ramenée à la teneur de 10 p. % de matières sèches? — Dans le cas où cette modification dans la teneur serait obtenue par un procédé de nature à parer à toute perte, il est clair que l'on recueillerait, dans notre exemple, 51.75 p. c de pulpe du poids de la betterave. Si l'on ne retrouve plus que 35 p. % de pulpe, on conclut que la perte en matières solides, lors de la compression aux presses Kluzeman, est de 30 p. % environ.

Omettons les termes qui ne sont pas essentiels et appliquons les calculs ci-dessus à l'exemple du travail par l'air comprimé. Dans ce mode de travail la masse sortant du diffuseur est notablement inférieure en poids, par suite de la nature même des opérations subies par les cossettes.

Admettons 5 % de matières solides, bien que ce

chiffre soit une sorte de maximum très difficile sinon impossible à atteindre.

La masse recueillie au sortir du diffuseur représente sensiblement 100 % du poids de la betterave. On pourrait donc obtenir 50 % de pulpes à 10 % de matières sèches, si l'on disposait d'un mode rationnel de préparation des pulpes.

La méthode de compression, la seule jusqu'ici en usage, ne permet pas même d'approcher de ces chiffres, et à 10 % de matières sèches il est difficile de recueillir 35 % de pulpes. A 8 % de matières sèches on atteint environ 40 % de pulpes du poids de la betterave. Plusieurs de nos lecteurs nous ont demandé en quoi consiste l'erreur si l'on évalue dans ces cas les pertes respectivement à 15 et à 10 %.

L'erreur est évidente : on ne peut soustraire 35 de 50, ces chiffres se rapportant à des matières dont l'identité n'est qu'apparente. Ou, si l'on veut, cette perte est exprimée en cinquantièmes et, par conséquent, pour l'avoir en centièmes, il faut la doubler. Mais, reprenons de plus haut. Cette différence serait en effet la perte si les quantités indiquées se rapportaient à une matière identique. C'est en ce point que gît l'erreur que l'on rencontre partout. Il s'agit précisément de calculer la valeur quantitative de la perte subie sur quelques-uns des éléments solides dont l'ensemble aurait fourni 50 % de pulpe à 10 % de matières sèches. Le fait que pour cette teneur de matières sèches on ne trouve plus qu'environ 35 % de pulpe, n'indique pas le moins du monde une perte de 15 %.

Il faut trouver la perte réelle sur la *pulpe primi-*

tive, ou si l'on veut idéale, qu'il n'est pas possible de réaliser totalement et qu'il faut néanmoins s'efforcer d'atteindre. Or, comme cette quantité est de beaucoup plus considérable, il s'en suit qu'on se fait une fausse idée en s'exprimant de la sorte. En d'autres termes il faut trouver un point de repère plus tangible pour mesurer exactement l'importance des pertes.

Préparée exactement la pulpe devrait restituer les 4 à 5 % de marc de la betterave, plus tous les éléments minéraux et végétaux échappés au lessivage par l'eau froide ou chaude auquel on a soumis la matière initiale.

On peut donc admettre un *minimum* de 5 % du poids de la betterave à restituer sous la dénomination de matières sèches dans la pulpe.

Les 35 % de pulpes à 10 % de matières sèches rapportées à la betterave ne fournissent que

3, 5 % au lieu des 5 % exigibles.

La perte est donc de 1, 5 % *du poids de la betterave*. Ou de

$$5 : 1, 5 = 100 : x$$

Soit 30 % du poids initial des matières sèches à produire.

Il ne faut pas trop s'étonner de l'élévation de ces pertes et surtout ne pas se hâter d'en déduire quelque chose pour la valeur comparative de la pulpe de diffusion d'avec d'autres.

Nous verrons plus loin que les pertes avec la pression hydraulique se chiffrent quantitativement

de même et que s'il fallait consulter uniquement la quotité de matières sèches *indépendamment de leur nature spéciale il faudrait en conclure que les deux espèces de pulpes s'équivalent.* (Voir chap. Pulpes).

Il n'en est pas moins vrai que ces pertes sont énormes dans un cas comme dans l'autre. Cependant pour apprécier la valeur au point de vue de l'économie, il ne suffit pas de connaître la quantité, il faudrait en outre savoir si les matières sèches enlevées dans les eaux d'écoulement sont de même nature et ont une valeur identique à celles conservées dans les pulpes. Dans le calcul précédent il ne s'agit évidemment que de la valeur numérique des éléments en cause, sans égard pour différence de qualité.

Dans le calcul précédent nous nous sommes rapprochés, autant que possible, des cas le plus souvent observés dans la pratique actuelle. Nous verrons plus loin le cas d'un travail fournissant tout le jus à l'usine et laissant uniquement le marc lavé dans les cossettes. Nous avons choisi à dessein des exemples divers afin de montrer les différences énormes résultant du degré de perfection de la matière première et du travail.

Au lieu d'enlever uniquement l'excès d'eau, la pression élimine en même temps certaines autres substances.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que les conditions de rapidité et d'énergie de la pression exercent une influence considérable sur l'importance de ces pertes, et que celles-ci ne peuvent être reconnues et évaluées qu'en se livrant à la constatation exacte de

la quotité de pulpes recueillies à la sortie des presses. En d'autres termes, l'évaluation du poids des pulpes et des pertes, en prenant pour base l'hypothèse d'une quotité invariable de schnitzels épuisées, est sujette à caution. C'est là un point qu'il ne faut pas perdre de vue dans l'étude du tableau VI, relatif à la composition des pulpes avant et après leur compression.

Tableau VI.

Composition des cossettes de diffusion avant pression.

Eau	96,10	95,91	95,97
Matières solides.	3,40	4,09	4,03
Sels	0,28	0,30	0,31
Sels % de la betterave. . .	0,336	0,33	0,32

Composition des cossettes de diffusion sortant des presses Kluseman.

Eau	90,60	89,70	89,25
Matières solides.	9,40	10,30	10,75
Sels	0,55	0,49	0,47
Sels % de la betterave . .	0,24	0,20	0,19

De même que la matière première et les jus du mesureur, les pulpes des presses Kluzeman doivent être évaluées avec toute la précision possible si l'on veut posséder les éléments d'appréciation des pertes et établir un contrôle sérieux du procédé.

Nous aurons probablement l'occasion, dans un travail ultérieur, de nous étendre sur ce point spécial du procédé, en passant en revue les spécimens divers de presses ou autres engins destinés à éliminer l'eau des cossettes après leur diffusion. Nous nous bornerons à faire remarquer ici que la valeur

alimentaire de ces résidus, proportionnelle à la quotité des matières solides qu'on laisse dans la cossette, variera avec l'intensité et la durée de la compression. Cette valeur est abaissée dans une forte proposition par le fait d'une pression exagérée. Il y a conséquemment une limite au-dessus de laquelle la pression devient nuisible et à la quantité et à la qualité du résidu : il est préférable, à ce point, de laisser dans la cossette épuisée un excès d'eau, quitte à corriger, par l'addition de substances appropriées, l'inconvénient que cette humidité du produit peut présenter au point de vue d'une alimentation rationnelle du bétail. Il va sans dire que le prix de vente du résidu doit aussi être loyalement établi en raison de sa teneur plus ou moins grande en eau.

Le Dr Seyfert, lors d'expériences exécutées à l'établissement de Bautheim, trouva pour les quantités respectives de matière solide conservées dans les cossettes, suivant qu'on réglait la pression de manière à obtenir 75 ou 70 p. % de résidu, les chiffres suivants :

	à 75 p. %	à 70 p. %
Matières sèches . .	6.91 p. %	4.78 p. %
Sels minéraux . .	0.59 »	0.50 »
Azote	0.09 »	0.08 »
	7.59	5.36

Ces analyses tendent à démontrer qu'il n'est pas désirable, au point de vue des intérêts agricoles, de pousser trop loin l'exsication amenée par la pression des résidus. Au-delà d'une certaine limite, on perd

trop de substances nutritives par le départ des dernières parties d'eau.

Pour apprécier l'économie de salaire apportée par le procédé de la diffusion, il suffira de comparer le coût de l'extraction dans les usines marchant par pression hydraulique avec le salaire global des ouvriers desservant le coupe-racine, la batterie et les presses à cossettes.

M. Schöttler, dans la *Zeitschrift* (mai 1867), estimait ces derniers frais à fr. 27.25 par 100.000 kilogrammes de travail dans une usine allemande outillée, l'année précédente, par les presses hydrauliques et dont nous reproduisons le compte-salaire pour l'extraction. Cette somme de fr. 27.25 comprend la rénumération de certains ouvriers supprimés aujourd'hui par les perfectionnements de la méthode, tels que les hommes aux réchauffeurs ou aux waggonets d'alimentation, ceux préposés à la vidange. Dans l'exemple ci-dessus, la dépense serait actuellement abaissée de 50 % au moins, ce qui ferait, à l'avantage du procédé de diffusion, un écart d'environ 90 francs par jour au poste de l'extraction.

Il sera aisé à un chacun de résoudre le problème en y intercalant les données propres aux conditions où il est appelé à opérer.

On tombe aisément dans l'erreur lorsqu'on se hâte d'appliquer les données de résultats isolés à tous les établissements similaires, qui paraissent opérer dans des conditions semblables. Il faut surtout se méfier des classifications *par région,* trop à la mode pour tout ce qui a trait à l'industrie du sucre.

Nous avons consigné dans les tableaux VII, VIII,

IX, X, XI et XII (pages 155-158) le coût détaillé de la main-d'œuvre, au poste de l'extraction du jus, tel que nous l'avons relevé dans diverses fabriques de sucre belges, outillées aux presses hydrauliques. Ces chiffres se rapportent à des exemples où la production de jus (calculée sans addition d'eau) varie de 75 à 80 % du poids de la betterave. Indépendamment de la main-d'œuvre et en supposant une matière première identique, la quantité de sucre introduite en fabrication par le jus des presses, présente d'une usine à l'autre des écarts de 30 à 50 mille kilogrammes de sucre par campagne. Cette différence est naturellement accentuée par les variations, plus importantes encore, que présente la composition même des betteraves. On peut dire, à certains égards, qu'un travail d'extraction de jus peu soigné revient à opérer sur une matière première pauvre; la quantité de betteraves nécessaires à la production de l'unité de sucre s'élève, en effet, à mesure que l'extraction laisse à désirer.

Tableau VII.

Atelier de presses.

Usine allemande travaillant 100,000 kilogr. par jour.

POSTES DIVERS.	PAR DEMI-JOURNÉE.
Balance du fisc et transport à la râpe	4 00
Jetteurs à la râpe	4 00
Puiseurs de bouillie	3 00
Faiseurs de paquets	16 80
Poseurs "	11 40
Retireurs "	6 00
Services secondaires	15 44
Maître presseur	1 98
(Schöttler).	62 62

Soit fr. 125-24 par 100,000 kilogr. de betteraves râpées, ou fr. 1-25 par tonne.

Tableau VIII.

Atelier de presses.

Usine belge travaillant 70,000 kilogr. par jour.

Matériel : Râpe simple à deux sabots et un pelleteur; deux tables tournantes; six presses hydrauliques sans pression préparatoire.

		SALAIRE.	SALAIRE TOTAL.
Personnel :	1 pompier	1 20	1 20
	1 râpeur	2 30	2 30
	2 puiseurs de bouillie . . .	3 30	6 60
	2 poseurs de claies	3 30	6 60
	2 presseurs	3 30	6 60
	1 tireur de sacs	1 30	1 30
	8 gamins secoueurs, etc. . .	1 00	8 00
	4 laveuses raccomodeuses . .	1 20	4 80
	Total du salaire par brigade		37 40

Soit fr. 70-00 par 70,000 kilogr. de betteraves râpées, ou fr. 1-06 par tonne.

Tableau IX.

Atelier de presses.

Usine belge travaillant 100,000 kilogr. par jour.

Matériel : Râpe simple à trois sabots et deux pelleteurs; deux presses préparatoires; huit presses hydrauliques.

		SALAIRE.	SALAIRE TOTAL.
Personnel :	1 mécanicien-surveillant . .	4 00	4 00
	1 pompier	1 50	1 50
	1 râpeur	1 50	1 50
	2 puiseurs de bouillie . . .	2 50	5 00
	2 poseurs de claies	2 50	5 00
	5 presseurs	5 00	25 00
	Secoueurs, brouetteurs, etc.		12 50
	Laveuses, raccomodeuses		6 00
	Total du salaire par brigade		60 50

Soit fr. 121-00 par 100,000 kilogr. de betteraves râpées, ou fr. 1-21 par tonne.

Tableau X.

Atelier de presses.

Usine belge travaillant 120,000 kilogr. par jour.

Matériel : Râpe à trois sabots et deux pelleteurs; deux tables tournantes; huit presses hydrauliques sans pression préparatoire.

		SALAIRE.	SALAIRE TOTAL.
Personnel :	1 pompier	1 50	1 50
	1 râpeur	1 00	2 00
	2 puiseurs de bouillie . . .	5 00	5 00
	2 poseurs de claies	5 00	10 00
	3 presseurs	5 00	15 00
	2 tireurs de sacs	1 50	3 00
	Secoueurs, brouetteurs		12 00
	Laveuses, raccomodeuses		8 00
			61 50

Soit fr. 123-00 par 120,000 kilogr. de betteraves râpées, ou fr. 1-02 par tonne.

Tableau XI.

Atelier de presses.

Usine belge travaillant 150,000 kilogr. par jour.

Matériel : Râpe à trois sabots et deux pelleteurs; deux presses préparatoires; huit presses hydrauliques.

		SALAIRE.	SALAIRE TOTAL.
Personnel :	1 mécanicien-surveillant . .	4 00	4 00
	2 pompiers	1 80	3 60
	2 puiseurs de bouillie . . .	3 20	6 40
	2 femmes tendant le sac . .	2 20	4 40
	4 poseurs de claies	4 50	18 00
	4 presseurs	4 50	18 00
	2 tireurs de sacs	3 25	6 50
	2 porteurs	2 20	4 40
	8 secoueurs, brouetteurs . .	1 50	12 00
	2 lavandières	1 50	3 00
	Total du salaire par brigade		80 30

Soit fr. 160-60 par 150,000 kilogr. de betteraves râpées, ou fr. 1-07 par tonne.

HISTB HAH

Tableau XII.

Quantité de betteraves nécessaire pour produire 1000 kilogr. de sucre

	KIL. 12000	KIL. 13000	KIL. 14000	KIL. 15000	KIL. 16000	KIL. 17000	KIL. 18000	KIL. 19000	KIL. 20000
A.	*Dépense correspondante en main-d'œuvre au poste de l'extraction (00/00 k. sucre).*								
F. C.									
0 95	12 40	12 35	13 30	14 25	15 20	16 15	17 10	18 05	19
1 00	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 05	12 60	13 65	14 70	15 75	16 80	17 85	18 90	19 85	21
1 10	13 20	14 30	15 40	16 50	17 60	18 70	19 80	20 90	22
1 15	13 80	14 95	16 10	17 25	18 40	19 55	20 70	21 85	23
1 20	14 40	15 60	16 80	18	19 20	20 40	21 60	22 80	24
1 25	15	16 25	17 50	18 75	20	21 25	22 50	23 75	25

Les chiffres de la col. A représentent le coût de la main-d'œuvre au poste de l'extraction du jus estimée par 1000 kilogr. de betteraves.

On remarquera que le tableau des variations du coût de l'extraction du sucre est identique, en quelque sorte, avec celui figurant dans les traités de fabrication sous la rubrique : rendements relatifs de betteraves d'inégales richesses en sucre extractible. Quelle que soit la cause qui entraîne le déficit de la fabrication, l'effet est le même et, conséquemment, un tableau analogue rend raison des pertes subies à telle ou telle phase du travail industriel. Suivant que ces différentes causes de pertes agissent isolément ou s'ajoutent, la situation de chaque in-

dustriel se trouve essentiellement modifiée : il en résulte qu'au point de vue de la production économique du sucre toute perte (qu'elle soit simplement accidentelle ou non), peut être envisagée comme affectant le rapport entre la *matière première* et le *produit fabriqué*. Tous les calculs qui ne sont pas basés sur ce rapport sont sujets à caution.

Il est difficile de renseigner *a priori* le fabricant sur le mode préférable pour travailler les jus de diffusion : le genre de défécation par la chaux et par le gaz dépend lui-même du système qui aura été suivi pour opérer l'extraction du jus et l'on sait que la pratique, en ce point, varie beaucoup d'un pays à un autre, voire d'un établissement à un autre.

Les jus de diffusion accusent à l'analyse une grande pureté : mais le rendement industriel n'est pas absolument et toujours en raison de cette pureté. Ces jus se travaillent moins aisément que les jus provenant d'une pression hydraulique soignée, telle qu'on la pratique dans la plupart des usines allemandes utilisant encore aujourd'hui ce système. Le jus de diffusion renferme, il est vrai, une faible quotité de matières albumineuses ; mais ces matières sont apparemment de nature assez maligne (qu'on nous permette ce mot), car elles amènent la production d'une quantité de mélasse assez considérable, dépassant la quotité considérée comme normale dans les procédés d'extraction par pression hydraulique.

La faible proportion d'albumine en solution dans les jus diffusés a spécialement pour inconvénient de rendre difficile sinon impossible la défécation complète du jus vert par la chaux seule.

On sait que cette opération est plus ou moins analogue à celle qui amène la clarification des vins crus par le collage. Dans la défécation, le magma calcaire qui se sépare du liquide éclairci doit surtout sa production à la coagulation de l'albumine dans la masse du jus, porté graduellement à la température de l'ébullition. Ce réseau de matière azotée, concrétionnée par la chaleur, est entraîné lentement vers la surface du liquide et débarrasse celui-ci de l'excès de chaux et des matières végétales en suspension. La chaux, dont l'action alcaline et caustique est excitée par la haute température, modifie, en outre, les propriétés des substances azotées ou autres restées en solution et les rend susceptibles de subir ultérieurement, avec fruit, l'action des agents d'épuration, tels que le charbon de filtration.

En l'absence d'une dose suffisante de ces matières albumineuses, éléments générateurs d'une clarification, en quelque sorte, mécanique au sein des jus, on est donc obligé de traiter les liquides de diffusion par l'un ou l'autre des procédés utilisant simultanément, dans un même vaisseau, l'action épurante de la chaux et du gaz carbonique. (Méthode Frey et Jelineck plus ou moins modifiée. — Procédé de double carbonatation, Perier-Possoz, etc.) (1).

Le succès et le rendement de ces procédés de carbonatation sont étroitement liés à la manière dont a été conduite la diffusion elle-même des jus avant leur travail par la chaux. L'ébullition calcique,

(1) Nous donnons à la fin de cet ouvrage la description sommaire de la méthode de la fabrication qui donne d'excellents résultats dans les usines où elle est judicieusement pratiquée.

c'est-à-dire, le maintien des jus chaulés puis saturés à une haute température avant leur introduction aux presses-filtres et aux vaisseaux de filtration est hautement recommandable dans le traitement de ces jus comme de tous autres.

Le traitement des jus de diffusion ne présente aucune particularité saillante, soit lors de leur filtration, soit lors de l'évaporation et de la cuite de ces liquides. Même remarque à l'égard du titrage.

En ce qui regarde le rendement, il y a à considérer deux choses : le rendement en jus et le rendement en sucre.

En comparant le système de double pression hydraulique (manière allemande) et le système de diffusion, l'avantage reste à ce dernier système qui fournit une plus grande quantité de jus et laisse un peu moins de sucre dans le résidu. Cette perte dans les résidus n'est d'ailleurs que de quelques dixièmes (0.2, 0.3, 0.5) par l'un ou l'autre procédé.

Relativement au mode de pression hydraulique usuel en France et en Belgique, où la perte en sucre atteint jusqu'à 1.5 et 2.00 de poids de la betterave, le système de la diffusion constitue un progrès énorme, il procure une quantité de jus beaucoup supérieure à celle que donne la simple pression hydraulique. Mais une certaine partie de sucre extraite en sus n'est obtenue qu'à l'état de mélasse, circonstance qui abaisse la valeur du système et doit engager à lui donner comme complément l'un ou l'autre des systèmes usités pour retirer le sucre des mélasses.

Comme nous l'avons fait observer déjà, les jus de

diffusion sont plus purs que ceux de pression : mais ces derniers procurent un rendement industriel mieux en rapport avec leur composition chimique, ou leur pureté apparente, que ne le font les jus de diffusion. En d'autres termes, les sirops venant de jus diffusés devraient, eu égard à la haute pureté initiale qu'ils présentaient à l'analyse, donner plus de sucre cristallisé. Ceci prouve, entr'autres, que les chimistes sont encore peu édifiés sur la nature de ces liquides spéciaux, les éléments qui les constituent et l'influence propre de chacun de ces éléments sur la cristallisation finale du sucre : cela prouve aussi qu'on a tort d'appliquer sans restriction aux jus de diffusion les raisonnements énoncés au sujet des jus de pression hydraulique, surtout en ce qui concerne leur composition chimique et leur rendement industriel. Ce serait verser dans une erreur analogue, en matière de fabrication d'alcools, que de raisonner d'une manière identique du rendement de moûts de grains, de mélasse, d'autres substances, sans tenir compte de la variété de nature de ces liquides alcooliques.

L'emploi de la chaux, à titre d'antiseptique, dans le cours de la diffusion était assez fréquent à l'origine de la méthode : il a presque complètement disparu et l'usage des calorisateurs interposés dans la batterie a supplanté également celui des vaisseaux découverts où se faisait couramment le chauffage des jus et accidentellement leur chaulage.

On a rarement observé en Allemagne de fermentation malsaine dans les jus de diffusion non chaulés : les altérations, d'ailleurs très-rares, qu'on

a pu observer au poste de l'extraction provenaient, assure-t-on, de causes dont chacun peut aisément se rendre compte, comme une pourriture exceptionnelle des racines, l'emploi d'eaux rendues fétides par la présence des matières organiques en décomposition, etc. On peut affirmer qu'aucun inconvénient de ce genre n'est à craindre dans un travail normal, propre et accéléré, même lorsqu'on fait emploi de betteraves de qualité inférieure.

Il ne faut pas conclure d'un jus acide à un jus altéré, tant s'en faut.

Pour rassurer à cet égard nos fabricants, nous leur citerons l'exemple des praticiens allemands qui, fidèles à la pieuse coutume du repos dominical, cessent le travail d'extraction le dimanche pour le reprendre le lundi. Cette interruption du travail se présente dans les conditions les plus défectueuses à première vue ; on maintient remplis tous les vaisseaux-diffuseurs qui renferment des jus à une température moindre que 20°. Malgré cette condition en apparence périlleuse, le travail du lundi se fait bien et l'on ne s'aperçoit nullement que les jus aient subi la moindre altération, ni que leur rendement fléchisse : ils marquent rouge au papier de tournesol, mais l'acidité ne nuit pas au travail et n'est pas le fait de l'altération du sucre.

La durée totale de l'opération est chose difficile à fixer d'une manière générale. Cette durée peut servir à caractériser deux types extrêmes de la méthode. En Allemagne, où l'on travaille lentement et à froid en vue de retirer tout le sucre possible d'une cossette riche qui a payé l'impôt, la diffusion

dure, au *maximum* quatre heures, et généralement deux à trois heures, suivant le genre et la puissance de la batterie employée.

En Autriche, où le fabricant vise avant tout à diffuser le plus grand volume de jus possible à l'aide d'un outillage donné, le temps de la diffusion est beaucoup moindre : on cite des usines où l'extraction se pratique en 23 minutes.

Il y a exagération dans l'un et l'autre sens et tout porte à croire que c'est ici le cas de rappeler le précieux conseil adressé au jeune Icare par la prudence paternelle : *Medio tutissimus ibis*.

Le fabricant belge ne payant, en effet, l'accise que sur le jus et non sur la betterave, n'a pas un intérêt aussi puissant à épuiser radicalement la cossette si cet épuisement à fond doit l'amener à prolonger outre mesure la durée et le coût de l'opération. Quant au fabricant autrichien, ce n'est plus une diffusion qu'il pratique mais bien un système hybride, anti-rationnel, auquel on ne pourrait même appliquer le nom de macération.

Nous avons tenu à bien définir le phénomène de diffusion et les conditions rationnelles de son application à l'extraction des sucs de la betterave dans la crainte de voir nos industriels chercher chez nos voisins d'outre-Rhin des leçons vicieuses en cette matière. De l'avis des savants allemands, gardiens de saines traditions, l'Allemagne et l'Autriche présentent, en effet, à la date actuelle, un véritable gachis en fait de diffusion : on y compte par douzaines les procédés nouveaux de diffusion où l'on ne suit plus aucun des jalons posés à l'origine par les

promoteurs du système. La diffusion du mode autrichien ne peut guère être proposée comme exemple dans nos pays où l'on travaille une betterave moins bonne et où l'industriel n'a pas à se préoccuper avant tout, comme son collègue de l'Autriche, d'atteindre par un véritable *steeple-chase,* aux primes qu'un travail rapide lui promet de par la législation.

Nous terminerons cet aperçu sur le travail de diffusion en résumant une intéressante monographie publiée par notre savant confrère, M. Durin, à la suite d'un séjour dans une usine française marchant par diffusion.

Plusieurs des tableaux analytiques publiés dans cette instructive notice se rapportent au travail d'usines de diffusion de la Flandre belge.

Les données citées par l'auteur et les appréciations dont elles sont accompagnées empruntent une valeur spéciale à ce fait particulier qu'elles ont trait au travail d'établissements dont les conditions de fabrication représentent assez bien la situation normale des usines de diffusion qui viendraient à s'établir en France et en Belgique ; tandis que les renseignements des publications autrichiennes ou allemandes proviennent d'établissements où le régime fiscal, la matière première et l'ensemble des conditions économiques diffèrent sensiblement des nôtres.

M. Durin part de l'analyse comparative de 90 betteraves, prises successivement pendant le chargement de douze diffuseurs, et de jus obtenu dans douze bacs mesureurs. La quantité de betteraves

employée a été de 13.656ᵏ, soit par diffuseur : 1.138ᵏ. La batterie comptait dix diffuseurs de 22 hectolitres. Jus diffusé recueilli = 12 bacs de 13ʰ.75, ci 165 hectolitres. Quantité de betteraves par hectolitre de jus : 82ᵏ.750. D'où le tableau :

Tableau XIII.

	BETTERAVES.	JUS DES BACS JAUGEURS.
Degré Brix	12.40	8.73
Densité du jus	5°.05	3°.50
Extrait sec (par décilitre de jus) . . .	12.02	8.22
Sucre par décilitre de jus	9.82	7.02
Sucre pour 100 grammes de jus . . .	9.35	6.78
Sucre pour 100 grammes de betteraves.	9.06	8.50
Cendres par décil. de jus (déd^{n} 2/10). .	0.976	0.512
Matieres organiques par décil. de jus .	1.224	0.687
Glucose " " " .	0.435	0.254
Quotient de pureté conventᵉˡ. Brix. . .	74.900	77.930
" " réel par extr. sec .	81.690	85.40
Coefficient salin.	10.060	13.71
" organique	8.020	10.23
" glucosique.	22.50	27.63

« Il ressort d'abord de ce tableau comparatif que le sucre entré en fabrication a été par :

100 kilogr. de betteraves de 9.06

et que le sucre retrouvé dans les bacs jaugeurs après diffusion, a été de 8.50

D'où : *Perte* totale dans les cossettes et dans les eaux perdues, par cent kilogr. . . 0.56

On remarque ensuite, comme confirmation des essais précédents, que le jus de diffusion est en

tous points plus pur ; que les coefficients salins, organique et même glucosique sont plus élevés que dans le jus de diffusion. Non-seulement, il n'y a pas eu d'altérations glucosiques, mais la glucose paraît être comme les sels et les matières organiques, plus ou moins retenue par les cossettes.

La perte à l'extraction par la diffusion, établie par la comparaison du sucre contenu dans la betterave, et par le sucre contenu dans le jus recueilli est, comme nous l'avons vu, par 100 kilog. de betteraves de 0.56.

Il nous reste à confirmer cette perte par l'analyse des eaux perdues et des cossettes épuisées.

La contenance des diffuseurs étant de 22 hectolitres et la quantité de betteraves par diffuseur étant de 1.138 kilog. de betteraves, on peut admettre que l'eau contenue dans chaque diffuseur, au moment de la vidange, est de 11 hectol., c'est-à-dire autant d'eau que de betteraves sensiblement.

Or, cette eau contient : sucre 0.17

La pulpe non pressée (70 % environ du poids de la betterave) est envoyée aux presses Klusemann, où elle perd 35 parties d'eau : soit conséquemment 35 % du poids de la betterave.

Cette eau donne :

Degré Brix		0.70
Densité.	(1002)	0.20
Sucre par décalitre		0.36
Soit p. % kil. de betteraves $\frac{0.36 \times 35}{100} =$		0.126

Sucre contenu dans l'eau de chaque diffuseur, au moment de la vidange . . 0.170

Perte dans les eaux perdues 0.296

Les cossettes pressées (35 % du poids de la betterave) contiennent :

Sucre p. % (par saccharimètre, tube de 0.50 c.). 0.641

ANALYSE COMPLÈTE :

Eau.	90.25	100.00
Matière sèche	9.75	
Sucre	0.641	9.75
Cendres	0.570	
Matières organiques . . .	8.539	

Coefficient salin : 1.12.

Le coefficient salin si faible des cossettes épuisées confirme l'amélioration du cofficient salin du jus de diffusion.

Perte de sucre dans les cossettes pressées,

betteraves $\frac{0.641 \times 35}{100} =$ 0.224

Perte dans les eaux 0.296

Perte totale. 0.520

Si l'on calcule les pertes par la densité des jus de betteraves et par celle des jus de diffusion, en tenant compte des volumes comparatifs, la perte est de 0.43

En résumé : la perte reconnue par la comparaison du sucre entré en diffusion et du sucre sorti est de 0.56

La perte trouvée par l'analyse des eaux perdues et des cossettes est de 0.52
La perte par calcul 0.43

On peut donc, de ces trois résultats, admettre que la perte par la diffusion est de 0.50 à 0.55 du poids de la betterave.

Il convient de faire observer que la perte à l'extraction par la diffusion peut être encore diminuée si, comme on le fait dans quelques usines, on renvoie par pression d'air l'eau du diffuseur épuisé dans le suivant, au lieu de la perdre.

Dans ce cas, la perte en sucre serait de 0.17 inférieure au chiffre ci-dessus; elle ne serait plus que de 0.35 à 0.40. »

M. Durin passe ensuite à l'examen synoptique du travail de diffusion, qu'il synthétise dans le tableau suivant :

НИСГБ НАН

Tableau XV.

Analyse complète des jus de chacun des diffuseurs.

	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10
Densité	1,035	1,031	1,019						
Eau	95,64	96,44	97,87						
Sucre cristallisable	6,103	4,985	3,008	1,460	0,286	0,257	0,114	0,143	0
Glucose préexistante.	0,638	0,578	0,490	0,550	1,078	0,327	0,389	0,144	0,123
Sucre total (essai direct)	6,699	5,973	3,490	2,074	1,122	0,654	0,465	0,291	0,128
Cendres	0,558	0,486	0,285	0,189	0,156	0,096	0,079	0,051	0,049
Matières organiques	0,603	0,201	0,255	0,197	"	"	"	"	"
Coefficient salin	12,00	12,29	12,23	10,97	7,19	6,81	5,88	5,70	2,61

" Les coefficients salins des nos 2, 3 et 4 peuvent être considérés comme identiques, les faibles écarts pouvant entrer dans les pertes d'analyse.

» La densité, l'eau, l'extrait sec, ainsi que les matières organiques des eaux faibles n'ont pas été indiqués sur ce tableau, car ces déterminations deviennent incertaines sur d'aussi petites quantités, et les quotients de pureté qu'on en pourrait déduire seraient sans importance; en effet, ces quotients de pureté varieraient extrêmement pour la moindre différence ou erreur de dosage sur le sucre ou sur l'eau.

En résumé, le but de ces analyses est de déterminer le rapport du sucre aux cendres, pour apprécier l'action osmotique des cossettes; et ces deux dosages ne présentent pas d'incertitudes, le sucre ayant été dosé trois fois.

L'examen du tableau précédent nous montre qu'il y a une action osmotique réelle du sucre, supérieure à celle des sels; et que ceux-ci sont retenus par les cossettes les moins épuisées. Au fur et à mesure que l'épuisement avance, les cossettes, qui s'étaient chargées de sels, les abandonnent peu à peu, et ces sels sont réabsorbés par les cossettes les plus fraîches dans les premiers diffuseurs.

Contrairement à ce qui a été, pensons-nous, avancé déjà, nous avons reconnu une décroissance régulière, dans le même sens, du coefficient salin, et nous n'avons pas remarqué de point intermédiaire plus élevé que le point terminal. Sans nous appuyer sur cette divergence, nous nous bornerons à faire observer que la régularité des oscillations osmotiques est plus normale que l'irrégularité; lorsque la densité du liquide contenu dans les cellules se rapproche de celle de l'eau, ou plutôt

lorsque le sucre à osmose disparaît, il se produit une action d'équilibre plutôt que d'osmose qui tend à donner une unité de composition à l'eau et à la cossette, et les sels retenus d'abord se diffusent ensuite. Un exemple de ce fait se présente dans la filtration au noir animal. Le noir, qui d'abord absorbe par une force quelconque les impuretés du sirop, abandonne une partie de ce qu'il avait absorbé, lorsqu'on le lave à l'eau. Dans l'osmose des mélasses, les proportions relatives de sucre et de sels dans les eaux d'exosmoses varient avec la densité de la mélasse ; plus la mélasse est faible ou affaiblie, plus le sucre diffusé augmente. »

Nous donnons encore le tableau analytique des jus de chacun des diffuseurs d'une batterie dont les vases mesuraient 45 hectolitres chacun ; ces dimensions ne nous paraissent pas devoir être dépassées avec avantage.

Tableau XVI.

Batterie de 10 diffuseurs de 45 hectolitres chacun.

Jus pris à chaque diffuseur, le vendredi 20 décembre 1878, à onze heures du matin :

NUMÉROS DES DIFFUSEURS.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8,	9.
Degré Brix	10,8	10,4	8,10	6,10	4,70	3,30	La quantité de liquide était trop faible dans ces deux échantillons pour prendre les densités.		Le dernier terme manque.
Densité	4,4	4,23	3,27	2,45	1,88	1,32			
Sucre p. % kilog.	7,95	7,70	5,73	3,87	2,62	1,20			
Sucre p. % litres	8,30	8,03	5,89	5,97	2,67	1,22	0,60	0,28	
Pureté Brix	73,61	74,03	70,74	63,44	55,74	33,36			
Extrait sec (en vol.)	9,66	9,45	6,98	5,05	3,64	2,49	1,55	0,75	
Cendres (id.)	0,528	0,528	0,360	0,272	0,216	0,160	0,104	0,072	
Matières organiques	0,832	0,982	0,730	0,808	0,754	1,11	0,850	0,398	
Coefficient salin	15,71	15,20	16,36	14,50	12,36	7,62	5,72	3,88	
Id. organique	9,77	8,17	8,06	4,91	3,54	1,10	0,70	0,70	
Température	10°R.	32°R.	55°R.	52°R.	58°R.	45°R.	20°R.		

« Il faut remarquer que ces coefficients salins ne concordent guère avec les quotients de pureté, ceux-ci s'abaissent constamment, les coefficients salins éprouvent des oscillations.

Il était utile de suivre ensuite le jus de diffusion dans les opérations successives du travail de sucrerie pour s'assurer, *de facto*, de la réalité de la plus grande pureté du jus démontrée par l'analyse.

La première carbonatation s'opère comme d'ordinaire en maintenant le jus fortement alcalin ; mais après la seconde carbonatation, il ne restait plus que $\frac{2}{10000}$ de chaux, ou plutôt d'alcalinité calculée en chaux. Le sirop n'avait en ce moment que $\frac{56}{10000}$ d'alcalinité, après une filtration sur du bon noir (environ 5 1/2 % de noir revivifié). Peut-être eût-il été préférable de conserver une alcalinité plus grande, le jus aurait eu une transparence plus complète.

Quoi qu'il en soit, au 15 décembre, le sirop ne contenait pas de quantités dosables de sels de chaux, et l'oxalate d'ammoniaque n'y produisait pas de précipité.

Cette observation est importante au point de vue de la pureté du jus de diffusion ; il est extrêmement rare que le sirop, à cette époque de l'année, soit aussi complètement dépouillé de sels de chaux, et pour qu'il en ait été ainsi, il faut attribuer cette pureté à l'absence complète de pulpe folle, de produits en suspension, pouvant avec la chaux produire des sels solubles. Cette absence de sels de chaux est certainement le meilleur indice de la pureté organique du jus de diffusion.

La cuite s'opère très-facilement et les sirops de 2e et 3e jets ont les caractères ordinaires des produits de bonne qualité.

Il est nécessaire aussi, avant de rendre compte

des rendements totaux, de faire remarquer que les écumes qui contiennent en moyenne 4.5 % de sucre, sont malaxées avec de l'eau et repressées. Après ce travail, elles ne contiennent plus que 1.5 % de sucre. L'eau de lavage est employée à l'extinction de la chaux; la perte de sucre dans les écumes est réduite par cette opération de malaxage à 0.10 du poids de la betterave au lieu de 0.30 (on fait 7 % d'écumes).

M. Durin donne aussi le tableau du résultat de la campagne dans un établissement de diffusion.

Tableau XVII.

Résultat complet du travail de 1,000,000 kilogrammes de betteraves, arrêté au 1er décembre 1878.

Betteraves coupées		1,000,000 kil.
Nombre d'hectolitres de jus de diffusion (densité 3.06)		12,168 h. 75 l.
Betteraves par hectolitre	82 k.	
Poids de la masse cuite obtenue	97.500 k. = 9.75	de la bet.
Sucre 1er jet obtenu à 87° de titrage	58.310 k. = 5.83	»
Sucre 2e jet obtenu à 70° de titrage	10.000 k. = 1.00	»
Sucre 3e jet obtenu à 70° de titrage	4.200 k. = 0.42	»
Total du sucre par rapport à la betterave		7.25
Pulpe pressée		351.750 kil. (35.17 0/0).
Sucre dans la bet. % k. râpés (densité du jus 5.00)		9.30
Pureté Brix, moyenne du jus de râpe		76.34
Pureté Brix, moyenne du jus de diffusion		77.81
Sucre total dans les betteraves travaillées.	93.000 kil.	
Sucre total dans le jus de diffusion	89.927 kil.	
Perte totale dans la diffusion	3.073 = 0.307	
Sucre total dans la masse cuite		79.950
Perte dans la fabrication depuis la carbonatation jusqu'à la cuite		10.000

La perte absolue, que nous trouvons de 1 % dans les autres opérations du travail, nous paraît trop

élevée ; il est probable qu'à chaque opération la masse cuite notée était un peu plus considérable qu'on ne le croyait, et conséquemment la perte de 1,00 peut se réduire à 0.70 ou 0.75.

Nous donnons pour terminer un autre inventaire de travail sur une plus grande quantité de betteraves.

Tableau XVIII.

Betteraves consommées		3.297.900 kil.
Jus produit		39.585 hect.
Betteraves par hect. . . .	83.33	
Pulpe pressée obtenue		1.228.000 kil.
Pulpe p. %.	37.20	
Masse cuite 1er jet.		326.475 kil.
Soit p. % de betteraves . .	9.90	
Sucre 1er jet obtenu		195.500 kil. à 87-88.
Soit p. % de la masse cuite	59.88	(du poids de la masse cuite).
Soit p. % de la betterave . .	5.92	à 87°-88.

Voici encore quelques comptes de fabrication en Allemagne et en Hollande :

Usine hollandaise. (Naardam, près Amsterdam).

Sucre contenu dans la betterave		10.28
» » dans la masse cuite . . .		8.54
Perte totale dans le travail.		1.74
Détail des pertes connues :		
Dans les cossettes	0.51	
Dans l'eau des diffuseurs	0.14	
A la filtration.	0.03	
Dans les écumes	0.26	0.94
Pertes inconnues.		0.80

Analyse de la betterave par le jus :

Degré Brix	13.4	
Densité	5.44	
Sucre	10.82	
Quotient de pureté	81.40	
Sucre % de la betterave		10.28

Sucre obtenu :

1er jet. 6.73 à 96° saccharimétriques.
2e jet. 1.00 à 92° »
Total. 7.73 = 75 % du sucre de la betterave.

Usine allemande. (Stossen près Halle Saxe).

Sucre p. % kilos cossettes		10.84
Masse cuite p. %	11.72	

Analyse de la masse cuite :

Sucre		84.60
Cendres		4.32
Coefficient salin		18.7
Sucre par 100 kilos de betteraves, dans la masse cuite		9.85
Perte totale jusqu'à la cuite		0.99
Sucre dans la betterave		10.83

Détail des pertes :

Cossettes	0.27	
Ecumes	0.18	
Filtration	0.16	
Inconnues	0.38	0.99

Sucre obtenu p. % de la betterave :

Blanc.	6.00	
Roux.	2.00	8.00

Rendement % du sucre mis en travail 73.8.

Analyse du jus des betteraves employées :

Densité	5.87
Degré Brix	14.07
Sucre	11.29
Quotient de pureté	78.50

НСГБ НААН

CHAPITRE CINQUIÈME.

Les pulpes de diffusion.

Le lecteur se rappellera les écueils que nous avons signalés et qu'il s'agit d'éviter sous peine de compromettre l'action de la diffusion et d'en paralyser les effets.

La qualité et la quantité de jus à fournir par une matière première donnée ou mieux la quantité de sucre extractible entrée en fabrication est la résultante des actions et réactions multiples que l'art du fabricant doit mettre en œuvre.

Nous avons passé en revue le lavage, le découpage, la température, la pression, mais tous ces facteurs ne trouvent pas seulement leur expression dans le jus et les rendements en sucre. La betterave privée du sucre emmagasiné dans ses cellules, reste une nourriture saine et recherchée des éleveurs du bétail. Mais ce résidu ou pulpe est, à son tour, la traduction de l'habilité industrielle et porte l'empreinte des agents physiques et chimiques de l'extraction du jus.

Le lavage, le découpage, la température, la pression ont-ils laissé à désirer notablement, la pulpe le trahit, même à des yeux peu exercés. Les cossettes échappent dans ce cas à l'action des presses construites spécialement pour un travail normal.

La surface filtrante, encrassée par des matières étrangères, n'éloigne plus l'humidité et les pulpes n'étant pas de qualité saine ni marchande, sont dépréciées par le commerce et peu appétées par les animaux.

Un vice dans la température a des conséquences également fatales. Une température exagérée met la pulpe en bouillie. D'autre part, si les cellules ne sont pas convenablement amorties, elles présentent une résistance exagérée, entravent ou mettent en danger le service de la presse. Parfois les engrenages se brisent lors d'engorgement de la presse par des cossettes défectueuses.

On voit que la surveillance doit être de tous les instants et que rien ne se passe à la diffusion sans influencer la nature et la valeur même de la pulpe.

Ajoutons à cela les intempéries, si fréquentes durant la campagne sucrière, les transports à effectuer dans des conditions variables et l'on s'explique les divergences extraordinaires d'appréciation dont la pulpe est l'objet. En Belgique, et partout où l'on doit compter avec les fournisseurs de betteraves, naturellement très-exigeants en ce qui regarde les pulpes, il ne suffit pas de dire que la pression sert uniquement à évacuer les matières solubles renfermées dans les cossettes.

Il est hors de doute que la pulpe, même à dix pour cent de matières sèches, perd dans les silos, non pas simplement de l'humidité, mais en même temps certaines matières solubles auxquelles l'analyse assigne une valeur relativement élevée. Mais d'autre part, les pulpes bien conservées durant plu-

sieurs mois, loin de perdre en valeur pour l'alimentation, sont plus recherchées par le bétail et sont manifestement supérieures pour l'engraissement, il faut donc admettre que certaines huiles essentielles et autres éléments échappant à l'analyse sont éliminés ou transformés dans un sens favorable par une conservation normale.

Néanmoins il paraît plus rationnel de chercher à prévenir autant que possible toute déperdition. En conséquence, on s'est efforcé de faire absorber les parties liquides par des substances sèches : balles de froment, d'avoine, pailles, foin, maïs, etc., etc. Bien qu'un certain nombre d'intéressés se déclarent satisfaits de ces mélanges, cette pratique n'a que très-peu d'adhérents et en perd tous les jours. Pour pouvoir y avoir recours en tous temps, il faudrait, en effet, disposer d'un endroit à l'abri des intempéries au moins pour faire le mélange ; ou, si l'on veut, un abri transportable qu'on installerait sur la portion du silo à confectionner. Ce supplément de main d'œuvre qui réclame en outre de l'intelligence et du zèle, à une époque où l'on parvient à peine à exécuter les travaux les plus urgents, est sans doute dans nombre de cas la principale pierre d'achoppement.

Le choix de l'emplacement, les dimensions du silo, son tassement régulier, expliquent un autre ordre de contradictions apparentes.

Ceux qui n'ont pris aucune précaution à cet égard ou qui se sont trompés malgré tous leurs soins persistent naturellement à trouver les cossettes difficiles à conserver. Le fait de l'existence de ces cossettes

en belle et bonne qualité pendant un an n'est cependant pas ignoré et tout le monde peut en faire l'expérience à prix réduit en opérant sur une petite quantité. Cette circonstance nous paraît décisive dans le problème considéré.

Toute la question, à notre avis, se réduit à bien conditionner l'ensilotage des pulpes. Nous nous sommes assurés de la possibilité de conserver et même d'*améliorer par l'ensilotage* les cossettes sortant de la presse Klusemann. A plus forte raison pour celles de tout autre système donnant au moins dix pour cent de matières solides.

Avec les pulpes de presse hydraulique on construisait généralement des fosses très-profondes et très-larges capables de recevoir d'énormes quantités de pulpes. Celles-ci se conservent et s'améliorent ainsi parfaitement et le bétail s'en montre très-friand. Cette circonstance fait souvent négliger des précautions élémentaires dont on oublie de noter les effets. A peine le silo est-il entamé que les pluies et neiges, parfois abondantes encore au printemps, imprègnent de proche en proche la masse restant dans le silo, ce qui amène des conséquences inutiles à décrire. La pulpe assurément est fort innocente du traitement qu'on lui impose. Mais tandis qu'on n'a jamais accusé de ce chef la pulpe de presse hydraulique, on semble au contraire faire un reproche de ce genre pour les cossettes de diffusion. Le temps et l'argent dépensés à l'établissement de ces fosses seraient assurément mieux utilisés à la construction régulière d'un plan incliné ou même, en cas de nécessité, d'un drainage assurant l'écoulement des

eaux qui trouveraient accès auprès des pulpes, quelle que soit leur provenance. Il faut déposer les cossettes sur le sol ou du moins à une très-faible profondeur, les placer par couches successives, tassées à pied d'homme. Le désir de rapprocher les silos des étables fait souvent choisir un emplacement défectueux, dans un terrain humide ou exposé à l'inondation.

Il faut à tout prix trouver un emplacement convenable pour les provisions à conserver et retrouver sur la longueur ce qu'on sacrifie en largeur et en profondeur dans la construction des silos. De cette manière, on a l'avantage considérable de faciliter l'extraction des rations successives dans les conditions voulues de propreté et sans exposer le restant des provisions aux circonstances du moment, c'est-à-dire, le plus souvent à de promptes et graves altérations.

Moyennant quelques précautions de ce genre, les cossettes même à 8 % de matières sèches se conservent très-bien.

Les jus de diffusion étant moins chargés de matières organiques et notamment de matières azotées, il en résulte que les résidus, traités convenablement, doivent conserver une plus haute valeur nutritive.

Sans doute la perfection du travail industriel n'est pas absolument irréprochable, mais les soins de l'ensilotage doivent en premier lieu attirer l'attention de ceux qui veulent mettre d'accord l'observation pratique avec les données théoriques.

Néanmoins les pertes subies dans les eaux

d'écoulement, depuis la vidange du diffuseur jusqu'à la pulpe livrable et marchande, ne sont pas à négliger.

Si l'on disposait d'un mode théoriquement exact de préparation des pulpes, l'humidité seule serait enlevée et il resterait en matières alibiles, et sous un volume réduit, tout ce que la betterave renfermait, hors la fraction passée dans le jus.

A dix pour cent de matières sèches, on recueille environ trente-cinq kilogr. de cossettes par cent kilogr. de betteraves, c'est-à-dire trois kilogr. et demi de matières sèches. Or, on sait que le marc total est de quatre à cinq, soit une moyenne de quatre et demi pour cent. Il en résulte une perte de un sur ces quatre et demi, soit environ vingt-deux pour cent des matières solides totales. Ce chiffre est du reste un minimum. En pratique les pertes sont toujours plus élevées.

La pulpe des presses hydrauliques présente en moyenne 25 % de matières solides et comme elle forme environ le cinquième du poids initial de la matière première, il semble, au premier abord, qu'il n'y ait point de pertes et que les 5 % de marc se retrouvent dans la pulpe.

Ce serait verser dans des erreurs graves que de se contenter de coïncidences fortuites. Indépendamment du mode d'extraction, la pulpe retient une partie des matières qu'on s'attend à trouver dans le jus, elle renferme notamment toujours une certaine quantité de sucre. Ce sucre s'y trouve fatalement, pour ainsi dire, car il a échappé à des efforts sérieux pour le séparer du marc. Or, tandis qu'il

en reste des traces seulement dans la pulpe de diffusion, celle des presses hydrauliques en renferme des quantités énormes; à tel point que dans plusieurs usines on a trouvé utile de la considérer comme une nouvelle matière première assez riche pour récompenser un nouveau travail par pression. Malgré la présence de cette énorme proportion de sucre les matières solides de la pulpe ne présentent pas un excédant sensible sur le marc de la betterave. Notons, en outre, que le lavage laisse ordinairement beaucoup à désirer pour les betteraves destinées au râpage et à la pression; de plus, l'introduction mécanique de matières solides étrangères et nuisibles, lames de râpe, débris de laine, etc., est inévitable.

Quantitativement il est indubitable que la diffusion rend à l'agriculture plus de matières alibiles que la pression hydraulique. Mais il ne suffit pas de posséder une plus grande valeur, il faut en faire un usage rationnel.

Plusieurs causes tendent à diminuer dans la pratique la valeur théorique des cossettes de diffusion.

Une première cause, parfois vivement sentie, gît dans l'augmentation de volume et poids des matières à manipuler et à transporter. Pour d'autres, c'est la construction des silos, la composition des rations et plus encore le dérangement des vieilles habitudes qui sont autant de griefs pour la diffusion. Pour se familiariser avec les manipulations pratiques, conduisant au succès, le meilleur moyen c'est de visiter des établissements qui depuis des années ont remplacé l'ancien outillage. Il est certain qu'aucune

description, si minutieuse qu'elle soit, ne peut remplacer l'enquête personnelle chez les confrères, stage que le praticien éclairé n'omet jamais lorsqu'il aborde un procédé nouveau.

Il s'en faut d'ailleurs qu'il ne reste plus rien à trouver du côté de la pulpe. L'importance des pertes est telle que nous sommes provisoirement dans un état dont on s'étonnera plus tard.

La nécessité d'évaporer à basse température des quantités d'eau considérables, explique les difficultés d'aboutir à un procédé économique conformément aux exigences de la pratique et aux données de la théorie.

Dans toute industrie agricole, utilisant immédiatement les produits du sol, les résidus du travail sont un des points principaux dont se soucie l'industriel. Soit que ces résidus servent directement à l'alimentation du bétail, comme c'est le cas dans l'industrie de la distillation, de la brasserie, de la sucrerie; soit qu'on les utilise seulement à la fumure des terres, comme cela se pratique à l'aide des eaux ou vinasses dans les alcooleries de mélasse, ces issues constituent un élément important du rendement industriel, et l'un des moyens les plus féconds et les plus économiques de conserver et d'accroître la fertilité du sol, affaiblie par la production des matières premières de l'industrie.

Dans l'industrie du sucre tout spécialement, la question des pulpes est prépondérante, tant pour l'industriel qui est en même temps exploitant agricole et qui trouve emploi, en ses étables, de tout le

marc des betteraves qu'il travaille, que pour celui qui n'a pas à se préoccuper personnellement du point de vue agricole et qui se débarrasse, au prix le plus rémunérateur, de son contingent annuel de résidus. Pour les systèmes de pression hydraulique, comme pour ceux de pression continue, la question des pulpes a été, comme elle l'est pour le système de diffusion, un facteur prépondérant du plus ou moins de faveur accordée à ces divers systèmes et de la lenteur ou de la rapidité qu'ils ont mise à se répandre.

C'est que, dans l'espèce, le producteur de betteraves et le producteur de sucre ont des intérêts solidaires. Là où le cultivateur est assuré de recevoir, en retour de ses livrances en betteraves, un bon contingent de résidus propres à l'alimentation de son bétail, l'approvisionnement de l'établissement industriel en racines sera aisément assuré : un résultat inverse ne manquera pas de se produire, au grand détriment de la culture et de l'industrie, là où l'on fait emploi d'un système de fabrication qui ne laisse que des résidus de peu de valeur, comme c'est, par exemple, le cas pour certains systèmes de pression continue, emmagasinant dans le marc pressé de grandes quantités de pulpe folle, aisément altérée.

Le jugement que nous avons à porter sur le système de la diffusion dépendra donc essentiellement du parti à tirer des résidus de la fabrication par ce procédé.

Les cossettes de diffusion, une fois l'extraction du jus terminée, se présentent sous un aspect tout différent de celui qu'offrent les pulpes obtenues par

compression, hydraulique ou continue. Ces dernières constituent, en effet, des gâteaux relativement secs, moins humides que la matière première dont ils proviennent, la betterave. Les cossettes épuisées, au contraire, sont noyées dans de grandes quantités de liquides interposés, dont la proportion est réduite dans une certaine mesure lorsqu'on fait emploi d'air comprimé sur la fin de l'épuisement.

De là, une opération secondaire, rendue nécessaire par la composition du résidu, à savoir l'égouttage des pulpes de diffusion.

III. PRESSE A COSSETTES.

La presse dont on fait usage pour amener l'égouttage profond des cossettes épuisées est d'une construction simple. Son action est continue, de même que son alimentation, qui se fait par une chaîne à godets plongeant dans une auge, où la vis d'Archimède horizontale amène incessamment le produit de la vidange des diffuseurs.

La presse du constructeur Klusemann, la plus ancienne, exige 1 1/2 cheval de force et marche à une vitesse de 55 tours par minute. En 24 heures, elle absorbe 50.000 kilog. de schnitzels, qu'elle réduit à un poids équivalent à 33 p. c. des betteraves travaillées. Ces chiffres sont ceux de la fabrication allemande, où la cossette épuisée renferme environ 14 p. c. de substances sèches.

Stammer, dans son *Supplément* (année 1870-71), cite le chiffre de 75 kilogrammes de matières so-

lubles entraînées dans les eaux, par douze heures, dans une usine de l'importance ci-dessus spécifiée : ce chiffre, se rapportant à une pression modérée, est tout à fait insignifiant comme on voit.

Nous indiquerons plus loin des données comparatives sur le même objet, montrant les variations qu'une pression modérée ou poussée à fond peut apporter dans la composition et la valeur alimentaire du résidu de la diffusion.

Presse Bergreen. — La presse à cossettes de Bergreen, telle que la construit la maison Riedel, de Halle sur Saale, est d'un mécanisme un peu différent de celui de Kluzemann.

Au centre d'une enveloppe cylindrique verticale se trouve placé un cône vertical produisant pression à la manière du coin. Les cossettes humides se déversent automatiquement dans le haut de l'appareil.

Le mouvement rotatif du cône vertical et le jeu des palettes enchassées sur sa surface font descendre graduellement et absterger naturellement les cossettes. Ces palettes forment hélice. Au début de l'opération, la plus grande quantité de l'eau s'égoutte latéralement à travers la paroi intérieure perforée de l'enveloppe. Ces eaux, passant dans une gaine annulaire, sont recueillies dans un embranchement, qui les emmène au dehors par une issue centrale.

A mesure que les cossettes descendent, l'espace libre se rétrécit, ce qui augmente la compression de ces résidus : lorsqu'ils ont pénétré, par le jeu de l'hélice, sous le diaphragme horizontal qui divise

en deux la capacité intérieure du cylindre où se meut le cône, l'égouttage se pratique inversement, c'est-à-dire, vers l'intérieur du cône, recouvert à cet endroit d'une tôle perforée.

Les eaux recueillies à l'intérieur du cône sont évacuées inférieurement par un tuyau vertical, qui les réunit aux eaux venant de la gaîne cylindrique annulaire.

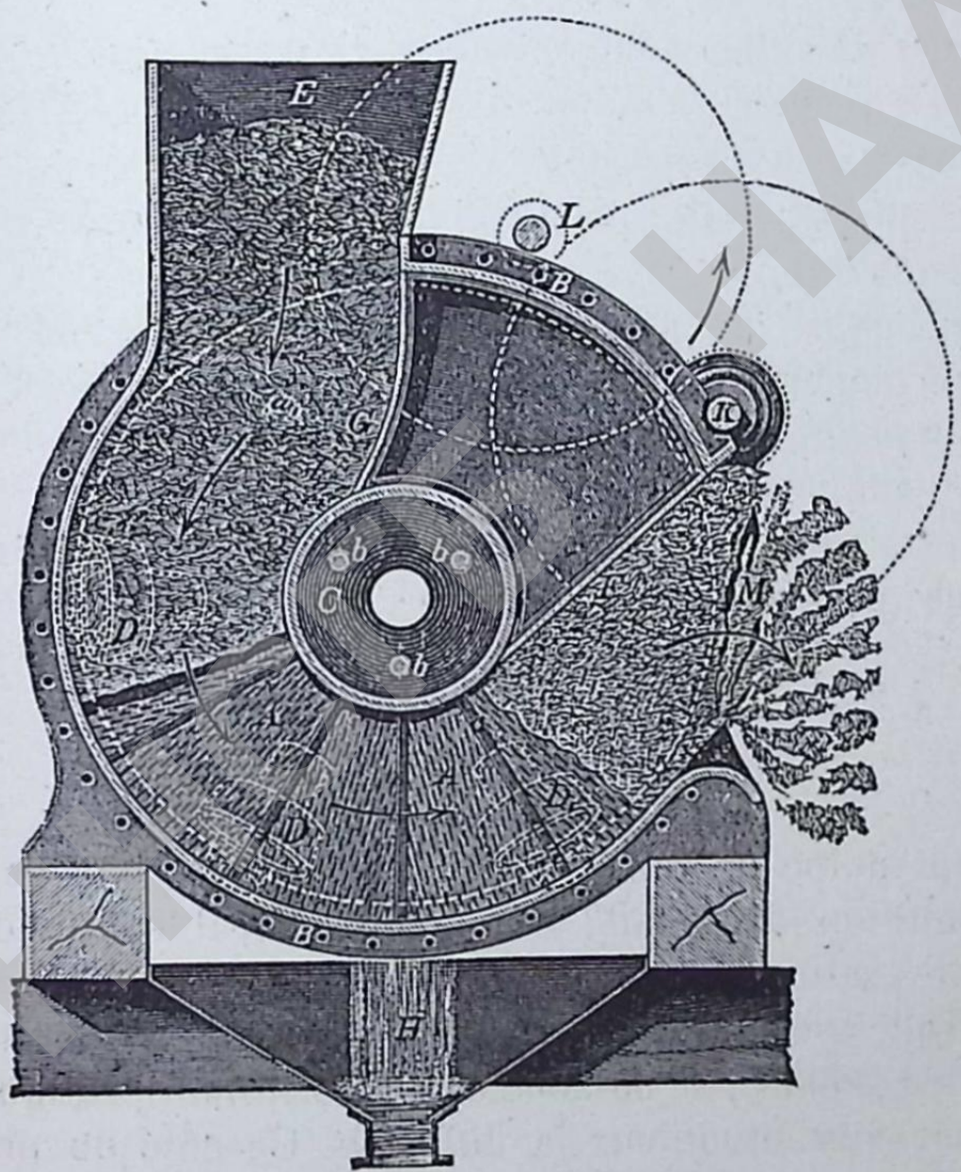
Telle est la manœuvre de la presse à cossettes généralement usitée dans les usines purement industrielles, qui se débarrassent de leurs résidus par la vente, n'en ayant pas l'emploi par elles-mêmes, vu l'absence d'exploitation agricole.

Presse Selwig et Lange. — La maison de construction Selwig et Lange, de Brunswick, a placé dans nombre d'établissements, durant ces dernières campagnes, une presse à cossettes d'un nouveau type, pouvant suffire au travail soit de 100,000 kil. soit de 150,000 ou 250,000 kilog. L'installation et l'alimentation de cet engin sont les mêmes que pour les presses Kluzemann : mais, tandis que ces dernières sont multiples, la presse Selwig est unique, occupe conséquemment moins d'espace; elle n'exige qu'une force motrice beaucoup moindre, parce que la pression des cossettes s'opère directement et sans friction, ce qui présente, en outre, l'avantage de laisser aux lamelles leur structure originaire et de ne point les déchirer.

La presse Selwig offre extérieurement l'aspect d'un grand disque vertical, dans la position des roues des pressoirs à l'huile. A l'intérieur, l'égout-

tage de la cossette se produit par la compression de celle-ci, chassée, sous une action propulsive, dans des espaces de plus en plus étroits, ce qui la déterge et l'assèche graduellement. L'eau interposée filtre à travers les jours pratiqués dans les surfaces métalliques entre lesquelles s'opère la compression.

Voici la marche de ce remarquable engin de compression, représenté dans la figure ci-dessous.



Les cossettes amenées dans la trémie E tombent en a', entre deux plateaux A et A′ posés obliquement, percés de trous et garnis de tôle perforée.

Ces plateaux, renfermés dans un bati en deux pièces C, C′, se meuvent très lentement autour de deux axes fixes formant entr'eux un angle obtus.

L'écartement des surfaces va successivement en diminuant de a' vers a. Les cossettes avancent constamment dans un espace conique de plus en plus rétréci.

Les cossettes déjà pressées sont poussées par celles qui les suivent sur la raclette F, et par M expulsées de la presse.

L'eau exprimée s'écoule dans une sorte de trémie d'évacuation H.

Le degré de pression des cossettes dépend de l'écartement des plateaux aux points a et a'. Cet écartement est réglé au moyen de vis de pression. Dès que la trémie E se vide, il faut arrêter la presse, sinon les dernières cossettes ne seraient guère pressées.

La pulpe de diffusion est-elle bonne pour l'alimentation du bétail? Son emploi est-il rationnel, est-il pratique, est-il économique?

Telle est la question que nous avons à nous poser et à résoudre, si possible, pour terminer pratiquement cette étude sur la diffusion. Ce côté du problème en est, en effet, un élément capital ; et les

hésitations de maints industriels parfaitement convaincus de la haute valeur du système naissent précisément de la crainte qu'ils nourrissent de ne pouvoir écouler dans leur région les résidus de leur fabrication, la cossette épuisée, de façon à retirer de la vente de ce produit le rendement que leur procure actuellement le débit assuré de leurs pulpes de pression hydraulique.

Nous espérons pouvoir établir, par les déductions de la science, comme par les constatations de la pratique, que ces appréhensions manquent de fondement.

Il ne viendra à l'esprit d'aucun agriculteur de nier la haute valeur des racines dans l'alimentation des races bovine et ovine spécialement : chacun est d'accord que la betterave, et surtout la pulpe de cette plante, telle que la fournissent, dans nos fabriques de sucre, les presses hydrauliques employées à en extraire le jus sucré, constituent un excellent aliment, soit que l'on ait en vue l'entretien ou l'engraissement des animaux de la ferme. Dans le premier cas, on se borne à mélanger la pulpe de betterave avec des menues pailles, des balles, du foin haché, en y ajoutant, suivant les époques et le but spécial qu'on se propose, une petite quantité de substances alimentaires riches, carburées, des tourteaux, des farines ; dans le second cas, on majore sensiblement la dose de ces derniers éléments, en l'accentuant à mesure que l'on approche du terme de l'engraissement. Mais dans l'un et l'autre cas, on peut affirmer que la pulpe de betterave constitue le fond de l'alimentation pour la grande majorité

des animaux de trait, comme des animaux de boucherie, approvisionnant nos marchés dans les département du Nord et en Belgique ; une partie relativement restreinte de ce contingent provenant des étables des distillateurs ou des brasseurs, où l'alimentation se fait à l'aide des drèches, résidus de la macération des céréales.

Les études du chimiste Wolff et, plus récemment, du Dr Petermann, nous permettent de grouper dans le tableau suivant les éléments constituant respectivement la betterave et la pulpe de cette racine. On se rendra compte, par là, de la supériorité de cette dernière substance sur la première, au point de vue de la valeur alimentaire.

Tableau XIX.

1,000 kilogrammes renferment :

	BETTERAVES.		PULPES DE PRESSES.		
			d'après		
	Fourragères.	Sucrières.	Wolff.	Petermann.	Moyenne.
Substances azotées . .	11,0	8,0	14,0	21,8	17,90
Matières grasses. . .	1,0	1,0	2,0	3,0	2,50
Id. extractives non azot.	90,0	154,0	195,0	159,8	177,40
Cellulose	9,0	13,0	63,0	57,8	60,45
Eau	880,0	816,0	670,0	724,8	697,40
Matières minérales . .	9,0	8,0	56,0	32,8	44,35
	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,00

La pulpe des betteraves *râpées et privées de leur jus par pression hydraulique* étant devenue la base de l'alimentation dans nos exploitations agricoles, possède donc incontestablement une haute valeur, universellement appréciée. Mais en est-il de même de la pulpe des betteraves *travaillées par la méthode de diffusion ?* Un coup-d'œil sur les deux procédés industriels nous éclairera aisément sur ce point.

Dans le système des presses hydrauliques, malgré que la betterave râpée soit comprimée sous un effort mécanique se mesurant par 180 à 250 atmosphères, la galette, privée du jus, ne constitue nullement une substance sèche, tant s'en faut. L'analyse chimique d'une pulpe normale, pressée convenablement, sans excès d'eau à la râpe, accuse, en effet, une teneur d'humidité oscillant de 70 à 73 p. c. C'est un fait dont on ne se rend généralement pas compte et dont l'oubli est une cause prépondérante de la faveur trop absolue accordée à la pulpe de presses de préférence à la pulpe de diffusion. Nous le répéterons donc, afin que nul n'en ignore : *une bonne pulpe de presses, d'apparence sèche, renferme normalement environ les* 3/4 *de son poids d'eau.*

Aux personnes qui s'étonneraient de cette assertion, constatation pure et simple d'un fait, nous opposerons le tableau suivant, non moins saisissant, où nous avons réuni les différentes substances entrant dans l'alimentation, envisagées au point de vue de leur teneur en eau. Les analyses chimiques, bases de ce relevé, sont dues aux maîtres les plus éminents et les plus scrupuleux qui aient illustré les sciences physiologiques, les Chevreul, les Berthelet, les Claude Bernard, etc.

Tableau XX.

Substances.	Teneur en eau.
Farine	10 à 13 pour cent.
Pain blanc	50 "
Beurre	13 "
Viande	78 "
Bouillon fort	98 1/2 "
Bière	85 "
Lait	83 "
Vin	75 à 88 "
Eau-de-vie	50 "

Le tableau que nous intercalons ici, semble, à première vue, un hors-d'œuvre dans notre démonstration; mais nous le reproduisons à dessein, pour bien mettre en évidence ce fait, ignoré généralement, que la plupart des substances organiques servant à l'alimentation, soit de l'homme, soit des animaux, renfermant des quantités considérables d'eau, quelque soit, d'ailleurs, l'apparence de siccité qu'elles présentent à l'œil, au toucher, au palais.

Les exemples les plus remarquables sont assurément ceux que nous offre la composition de la viande, du pain et du bouillon, c'est-à-dire, les aliments les plus puissants, et qui, néanmoins, contiennent respectivement le tiers, la moitié, la presque totalité de leur poids d'eau : on en conclura aussi, *a posteriori*, la haute importance de l'eau dans le jeu des diverses fonctions physiologiques.

Dans le système de la diffusion, la betterave n'est plus râpée comme elle l'était dans la méthode précédente : son tissu n'est plus déchiré de manière à rompre les fibres, les cellules du végétal : on la découpe en lamelles légères. Ces tranches fort minces,

dans lesquels on débite la betterave, sont, comme nous l'avons vu, entassées dans des vaisseaux où l'on procède à leur épuisement méthodique, à l'aide de l'eau, de façon à enlever graduellement tout le jus sucré contenu dans leurs cellules et à introduire dans celles-ci, entièrement privées de leur sucre, de l'eau pure. Arrivé à ce point, on extrait des vaisseaux diffuseurs les cossettes épuisées, que l'on égoutte, soit naturellement, soit à l'aide d'une presse spéciale.

On comprend, à la première vue, d'après cette esquisse, que le résidu de la diffusion constitue une matière alimentaire plus riche que la pulpe des presses hydrauliques par la raison que, dans ce dernier système, le déchirement des fibres a pour effet de faciliter la dissolution, dans le jus, d'une partie des substances nutritives qui restent, au contraire, localisées dans les cellules du végétal lorsqu'on se borne, comme dans le système de la diffusion, à en extraire le sucre par une simple osmose.

A *égal degré de siccité,* les pulpes de diffusion sont plus riches en matières alimentaires que les pulpes des presses hydrauliques : en revanche, elles contiennent moins de sucre, l'épuisement étant beaucoup plus complet. Là où, par le système des presses, on abandonne 1, 5 à 2 p. c. de sucre, on ne laisse que 0.2 à 0.3 seulement. Mais la quotité relative du sucre abandonné dans le résidu importe relativement peu, somme toute, à l'agriculteur nourricier du bétail : en ce point réside, au contraire, un intérêt majeur pour l'industriel, un des arguments prépondérants pour l'adoption du système.

L'extraction du jus sucré, dans la méthode de diffusion, se fait, comme nous l'avons dit, en vertu d'un déplacement : l'eau vient se substituer au jus sucré dans les cellules du végétal débité en tranches. Il résulte de cela que les cossettes, après diffusion, contiennent de fortes proportions d'eau, ce qui les rend d'un transport difficile et atténue considérablement la haute valeur alimentaire qu'elle présentent à l'état sec. En ce point gît l'objection faite de tout temps à l'emploi de cette substance, objection fondée à l'origine de la méthode, mais qui a perdu la plus grande partie de son importance depuis que la méthode, elle-même, s'est perfectionnée et est devenue plus rapide, depuis surtout que des presses judicieusement combinées permettent d'enlever, à peu de frais, l'excès d'eau absorbée par les cossettes durant l'opération de la diffusion.

L'opinion que nous énoncions plus haut se trouve confirmée, entr'autres, par les conclusions d'un rapport officiel, adressé au Comité central des fabricants de sucre de France par M. Monnot, ingénieur civil, à la suite de la délégation qu'il avait reçue de l'Association française pour assister au Congrès des fabricants de sucre allemands à Hanovre, et à la session annuelle de nos confrères de l'Autriche-Hongrie, à Pesth. La question qui nous occupe a été examinée à fond dans ces réunions de praticiens et de chimistes éclairés.

La sixième demande du questionnaire remis au délégué français, à son départ pour l'Allemagne, avait trait à la valeur nutritive, comparée, des pulpes de presses hydrauliques, de presses continues

et de diffusion. A la suite de l'étude de cette question faite sur place, à l'usine aussi bien qu'au laboratoire, par M. Monnot, ce savant ingénieur, conclut de la sorte :

Tableau XXI.

Matières nutritives de la betterave conservée dans la pulpe.

	Procédé des presses hydrauliques.	Procédé de diffusion.
Matières azotées . . .	0,40 pour cent.	0,44 pour cent.
Cellulose, pectine, sels .	4,80 »	6,04 »
Total .	5,20 »	6,48 »

On voit que le procédé de diffusion conserve mieux dans la pulpe les éléments nutritifs contenus primitivement dans la betterave et cela se conçoit : par l'emploi du coupe-racine, la production de pulpe folle est nulle et c'est précisément cette pulpe folle qui, dans le système des presses hydrauliques et *à fortiori*, dans celui des presses continues, appauvrit d'autant les pulpes alimentaires en allant se perdre dans les écumes, où, mêlée avec la chaux, elle n'a plus de valeur que comme engrais.

A côté de cette valeur absolue de la matière nutritive retirée des betteraves par l'une ou l'autre méthode, il y a lieu de présenter les deux facteurs de la teneur relative des cossettes en eau et de la quotité du résidu obtenu. Ces deux facteurs agissent en sens inverse du premier, c'est-à-dire qu'ils abaissent, en fait, la valeur de la pulpe de diffusion dans des proportions que nous allons essayer de fixer par des données chiffrées. Seulement ces chiffres, empruntés au travail des établissements autrichiens,

devraient subir une certaine réfaction pour représenter les résultats que présentent les usines belges ou françaises outillées à la diffusion.

Le rendement en pulpes, en Autriche, est estimé par M. Monnot, à 20 % pour les presses hydrauliques, à 60 % pour le travail de diffusion, au sortir des presses Klusemann. En rapportant, d'autre part, la quotité et la composition du résidu à cent kilogr. de betterave, on trouve que :

Par la diffusion : cent kilogr. de racines produisent 60 kilogr. de cossettes pressées, riches à 10,06 pour cent de pectine, cellulose, sels, etc., soit 6,04 de matière alimentaire non azotée ; et à 0,74 pour cent de substance azotée, soit 0,444 de cette matière ; total 6,48.

Par la pression hydraulique : cent kilogr. de racines produisent 20 kilogr. de pulpe, riche à 1,24 pour cent de pectine, sels, cellulose, etc., soit 4,80 de matière alimentaire non azotée ; et à 2 pour cent de substance azotée ; soit 0,40 de cette matière ; total 5,20.

Envisagées au seul point de vue de la quotité des matières azotées, les pulpes de pression hydraulique auraient donc une valeur au moins double de celle des pulpes de diffusion ; tandis que, considérées au point de vue de l'ensemble des substances alimentaires, les pulpes de diffusion primeraient, dans une certaine mesure, sur les résidus de la pression hydraulique.

Voici, d'après les données ci-dessus, comment s'établit la composition centésimale respective de l'une et de l'autre pulpe.

Tableau XXII.

	Presses hydrauliques	diffusion.
Humidité.	71	89,00
Sucre	3	0,20
Matières azotées	2	0,74
Pectine, sels, cellulose . .	24	10,06
	100	100,00

La faible quotité de sucre accusée par les pulpes de diffusion est un inconvénient, en ce sens que des pulpes non sucrées n'éprouvent pas, en silo, la fermentation qui bonifie à la longue leur qualité, et rend ces substances alimentaires d'une plus facile digestion, due particulièrement à la transformation lente du sucre en alcool.

Certains fabricants étrangers obvient à cet inconvénient réel par une addition d'un principe sucré aux pulpes épuisées, en ajoutant, par exemple, lors de l'ensilotage, de la mélasse diluée, dont on arrose les couches de pulpe à mesure de leur entassement. Cette addition est recommandable non seulement pour provoquer une certaine fermentation au sein des cossettes de diffusion, mais même pour améliorer la qualité des pulpes ordinaires et tirer judicieusement emploi de la mélasse pour l'alimentation du bétail.

En tenant compte des divers éléments d'appréciation que nous venons d'énumérer et en leur faisant subir, en outre, un certain coëfficient, résumant l'opinion des praticiens en cette matière, on peut estimer que 100 kilogr. de pulpe de pression hydraulique équivalent à 170 ou 185 kilogr. de cos-

settes pressées de diffusion, l'un et l'autre de ces résidus étant considéré dans l'état où l'on peut habituellement se le procurer frais aux fabriques de sucre.

Chaque fois que nous avons eu l'occasion de nous renseigner sur l'accueil fait par les cultivateurs à la pulpe de diffusion, dans le rayon des établissements marchant depuis peu par ce système, nous avons constaté que cette substance alimentaire nouvelle, dont l'écoulement fait l'objet des appréhensions des industriels, est entrée aisément dans les us et coutumes des exploitations agricoles; dès la deuxième campagne, les préventions premières, bien naturelles d'ailleurs, font place à une faveur qui ne se dément plus par après.

Au sujet de la valeur de la cossette de diffusion dans l'alimentation du bétail nous extrayons d'une lettre adressée au *Journal des fabricants de sucre*, par M. Simon-Legrand, de Berzée (Nord) les renseignements suivants, qui concordent avec les faits constatés en Belgique.

« Il est entré dans mes étables, les 15 mars 1878, un lot composé de 60 bêtes, bœufs et taureaux, qui ont consommé, en dehors des tourteaux et autres substances que je leur donne, comme nourriture, jusqu'au 1er juillet, jour où je les ai livrés à la boucherie 288,900 kilogr. de pulpe de presse hydraulique. Cette pulpe, calculée à raison de 22 fr. les 1000 kilogr. en gare à Orchies, le prix moyen de revient de la nourriture avec cette pulpe, par tête et par jour, est de un franc.

» Le 9 novembre 1878, il m'est arrivé 60 bêtes,

bœufs et taureaux, de même provenance, de même race et dans le même état que les précédents. Je leur ai donné jusqu'au 12 février, jour où ils sont sortis de l'étable, 423,000 kilogr. pulpe de diffusion. Cette pulpe de diffusion étant calculée à raison de fr. 12-50 les 1000 kilogr. en gare à Orchies, le prix de revient de la nourriture avec cette pulpe est de fr. 0-93 par tête et par jour.

» La nourriture par la pulpe de diffusion me procure donc un avantage de 0-07 par tête et par jour sur la nourriture par la pulpe de presse hydraulique.

Les données de cette expérience se groupent dans le Tableau suivant :

Tableau XXIII.

		PULPES			
		DE PRESSES HYDRAULIQUES		DE DIFFUSION	
		40 bœufs	20 taureaux	40 bœufs	20 taureaux
Poids moyen à l'entrée.	k°	494	463	530	510
" " à la sortie	"	649,5	625	667,5	627
Journées d'étable . .		107	107	94	94
Prix d'achat	fr.	506,75	345,25	624,7	386
Prix de vente	"	754,95	616	747,75	627
Composition de la ration	k°	45		76	
En sus : tourteau de lin	"	2,24		2,24	
Foin	"	1,50		1,50	
Prix des denrées : Pulpe de presses	fr.	22 les 1000 k°			
" diffusion	"	12,50 " "			
Tourteau de lin	"	24 les 100 "			
Foin	"	7 " "			
Coût de la ration journalière. . .	fr.	1,65		1,58	

» Ainsi que je le dis plus haut, il s'agit, pour les deux lots d'animaux de même race, reçus dans le même état et arrivés au même degré d'engraisse-

ment au moment où ils sont sortis de mes étables. De plus il est à remarquer qu'il a fallu dix jours de moins d'étable au second lot, c'est-à-dire au lot nourri à la pulpe de diffusion, pour arriver à l'état complet d'engraissement. Au 1er mars, mes étables seront complètement renouvelées et je continuerai à ne donner à mes bestiaux que de la pulpe de diffusion.

» Voilà quatre troupeaux de moutons que nous engraissons avec la pulpe de diffusion ; nous avons obtenu les mêmes résultats sur tous; deux troupeaux seront gras dans quatre semaines; nous invitons MM. les fabricants de sucre à venir les voir ainsi que nos bœufs au commencement de mai. »

M. Monnot, dans son rapport précité, exprime une opinion non moins favorable en ce qui concerne l'emploi de la cossette de diffusion en Allemagne.

« Nous avons vu, du reste, dans les immenses et nombreuses étables de M. Robert, à Seelowitz, une quantité (des centaines) de bœufs de travail, de bœufs d'engrais, de vaches laitières, de jeunes élèves et de moutons nourris à la pulpe de diffusion. Tous ces animaux étaient en parfait état. Voici le détail des rations que reçoivent les bœufs de travail et les bœufs d'engrais.

Tableau XXIV.

Rations pour bœufs de travail pesant 550 kilogr., poids vif.

	Travail faible.	Travail ordinaire.	Travail fatiguant.
Pulpe de diffusion	25,„ kil.	25,„ kil.	25,„ kil.
Paille d'avoine	2,5	„,„	„,„
Paille d'orge	„,„	2,5	2,5
Pois chiches moulus	0,5	0,5	0,5
Orge moulue	1,„	0,5	0,5
Touraillons (radicelles d'orge germée)	0,5	1,„	1,„
Foin brun (maïs d'ensilage) . .	20,„	20,„	20,„
Luzerne.	„,„	„,„	2,„
	49,5	49,5	51,5
Prix de la ration, au pair en fr.	1,14	1,13	1,37
Id. au change de 48 fl. p. 100 f. id.	„,94	„,93	1,07

Tableau XXV.

Rations pour bœufs d'engrais pesant 600 kilogr., poids vif.

	Première période.	Seconde période.	Troisième période.
Pulpe de diffusion	25,„ kil.	15,„ kil.	15,„ kil.
Paille d'orge	2,5	2,5	2,5
Poids chiches moulus	1,„	1,5	1,0
Orge moulue	1,„	1,„	1,5
Touraillons (radicelles d'orge germée)	0,5	0,5	1,„
Foin brun (maïs d'ensilage) . .	20,„	15,„	10,„
Tourteaux oléagineux	„,„	0,5	1,„
Luzerne.	„,„	2,„	„,„
Foin	„,„	„,„	2,„
	50,„	38,„	34,„
Prix de la ration (au pair en fr.)	1,26	1,41	1,40
Id. (au change de 48 „. p. 100 fr.)	1,05	1,18	1,17

» L'aspect des pulpes de diffusion, au bout de plusieurs mois d'ensilotage, n'est nullement celui d'une betterave cuite, elles sont encore un peu cas-

santes, tous les animaux en mangent, et même à l'occasion le magnifique chien de M. Robert, d'espèce danoise ardoisée, et pesant 60 kilogr., ne les dédaignait pas.

» Il est probable que l'on doit éviter de cuire les cossettes de betteraves en les diffusant parce qu'une température approchant de l'ébullition détruit ou rend inertes les ferments, et c'est sans doute, lorsque. par suite d'une trop forte application de chaleur, ces ferments sont annihilés, que la fermentation s'établit mal dans les silos et que les pulpes se gâtent. »

Après avoir présenté au lecteur les avis de spécialistes autorisés publiés à l'étranger, nous sommes heureux d'avoir à leur citer l'opinion d'un savant auquel son grand sens pratique autant que son érudition ont acquis parmi nous une autorité incontestée, le Dr Petermann, directeur de la station agricole de Gembloux.

Nous extrayons les lignes suivantes d'une communication adressée par le savant chimiste à la presse agricole.

« L'invention de la presse Klusemann, qui permet de réduire de 95 à 90 p. c., le titre en eau des cossettes, c'est-à-dire, de doubler celui de la matière sèche, constitua un progrès manifeste. En même temps, M. Märker, directeur de la station agricole de Halle, mit fin aux discussions sur la valeur relative des pulpes de différents systèmes par la publication d'une remarquable étude (1). De ce travail il

(1) Journal für Landwirthschaft, 1871.

résulte : 1° que la matière sèche des pulpes de diffusion est beaucoup plus riche en principes albuminoïdes que celle des pulpes de presses ordinaires ; 2° que la perte en éléments nutritifs qu'éprouvent les pulpes de diffusion en les exposant à une forte pression n'atteint que 3 p. c. de la matière sèche ; 3° que l'ensilage des pulpes de diffusion s'opère parfaitement ; et 4° que la fermentation pendant l'ensilage est moins énergique que celle qui a lieu dans les silos de pulpes de presses, ce qui occasionne une perte moins forte en matières albuminoïdes.

» Quoique le travail de M. Märker ait déjà été confirmé par plusieurs chimistes, notamment par M. Stammer, nous croyons utile de publier de notre côté les analyses que nous avons exécutées, car les nombreuses demandes qu'on nous a adressées sur la valeur comparative des pulpes des deux systèmes, nous prouvent que le cultivateur n'est pas encore complétement renseigné sur leur composition relative. Les analyses suivantes représentent assez bien la composition moyenne des résidus du travail par les presses ou par la diffusion, tels que les fournissent les établissements belges.

Tableau XXVI.

Compositions des pulpes de diffusion à l'état frais.

	ÉCHANTILLONS			Composition de la matière sèche.
	Ier	IIe	Moyenne.	
Eau	89,27	90,54	89,91	—
Matières albuminoïdes	1,12	1,04	1,08	10,70
Matières grasses	0,11	0,04	0,08	0,79
Matières extractives non azotées .	6,62	5,68	6,13	60,76
Matières minérales	0,49	0,94	0,72	7,14
Cellulose	2,39	1,76	2,08	20,61
	100,00	100,00	100,00	100,00

Tableau XXVII.

Composition des pulpes de presses hydrauliques à l'état frais.

	ÉCHANTILLONS			Composition de la matière sèche.
	Ier	IIe	Moyenne.	
Eau	74,15	70,80	72,48	—
Matières albuminoïdes	2,69	1,68	2,18	7,92
Matières grasses	0,31	0,28	0,30	1,09
Matières extractives non azotées.	13,76	18,22	15,98	58,08
Matières minérales	3,50	3,04	3,27	11,87
Cellulose.	5,59	5,98	5,79	21,04
	100,00	100,00	100,00	200,00

» En comparant la composition moyenne des résidus de diffusion à celle des résidus de presses, on voit tout d'abord que les premiers sont beaucoup plus aqueux et moins riches en principes nutritifs que les derniers. Donc le cultivateur ne peut pas attendre d'un poids égal de cossettes et de pulpes, le même effet dans l'engraissement. Par 1000 kilog. de résidus de diffusion il n'acquiert, en chiffres ronds, que 10 kilog. de matières albuminoïdes, un kilog. de graisse et 61 kilog. de matières extractives non azotées, tandis qu'il fournit à son bétail, par 1000 kilog. de résidus de presses 22 kilog. de matières albuminoïdes, 3 kilog. de matières grasses et 160 kilog. de matières extractives non azotées. *Le cultivateur ne doit donc payer les cossettes (à 90 p. c. d'eau) que tout au plus la moitié du prix auquel il paie les pulpes des presses ordinaires.*

Mais si nous établissons le rapport nutritif (1) qui

(1) Le Dr Wolff, professeur à l'Institut agricole de Hohenheim, donne, dans son *Étude sur l'alimentation rationelle des animaux domestiques*, des chiffres un peu différents de ceux-ci et plus concluants encore :

existe dans les deux produits (il est dans les cossettes de 1 : 5,9 et dans les pulpes de 1 : 7,7) et si nous considérons surtout la composition de la matière sèche, nous constatons que dans le travail à la diffusion, les matières albuminoïdes, qui forment les éléments les plus précieux d'un fourrage, restent dans les cossettes en plus forte proportion que dans les pulpes de presses. *Rapportées au même degré d'humidité, les cossettes constituent donc un fourrage plus riche et d'un rapport nutritif plus étroit que les pulpes.* Envisagée sous ce rapport, l'introduction de la diffusion constitue un progrès manifeste, non-seulement au point de vue industriel, mais aussi au point de vue agricole. Le travail à la diffusion conserve à l'agriculture, et sous forme d'un aliment convenable, des milliers de kilog. de matières albuminoïdes, qui, dans le travail des presses, sont perdus pour elle, ou dont seulement une fraction minime lui est restituée dans les écumes. Ainsi, une fabrique qui travaille d'après l'ancien système 20,000,000 de kilog. de betteraves restitue à l'agriculture 3,500,000 kilog. de pulpes ou d'après nos analyses, *76,300 kilog. de matières albuminoïdes,* tandis que, si elle adopte le système

C'est ainsi qu'il estime le rapport nutritif des

Betteraves fourragères	: 1 :	8,5
» sucrières	»	15,7
Pulpes de pression hydraulique	»	10,4
» d'extraction centrifuge	»	12,3
» de diffusion fraîches	»	7,0
» » fermentées	»	6,3
» » pressées et fermentées	»	5,8

Ces chiffres se rapportent aux résidus de la fabrication en Allemagne.

de la diffusion, elle produit 14,000,000 de kilog. de pulpes qui, titrant en moyenne 1,08 p. renferment *151,200 kilogr. de matières albuminoïdes*. Les 20,000,000 de kilog. de betteraves que l'agriculture a fournis à l'industrie renfermaient 200,000 kilog. de matières albuminoïdes ; dans le premier cas, la perte est de 200,000 — 76,300 = 61,8 p. c., dans le second cas, 200,000 — 151,200 = 24,4 p. c. Si l'on applique les résultats de ce calcul à la production d'un pays entier, on reconnaît combien les intérêts de l'agriculture sont liés aux progrès réalisés par l'industrie sucrière.

Il résulte de nos analyses et de notre exposé que l'introduction de la diffusion ne peut être que favorablement accueillie par l'agriculture belge; mais le cultivateur, lors de l'achat des cossettes et dans le calcul des rations de son bétail, ne doit pas perdre de vue la différence qui existe entre la composition des résidus de diffusion et celle des résidus de presses. »

Cette communication de l'éminent directeur de la station agricole de Gembloux, résumant les essais qu'il a entrepris pour éclairer l'agriculture belge et les travaux les plus concluants parus à l'étranger sur cette importante question, nous paraît de nature à clore toute discussion sur la valeur des résidus de diffusion utilisés à l'alimentation du bétail.

Un de nos confrères, fabricant expert, M. Max. Le Docte, a pris judicieusement texte de cet exposé pour en déduire la valeur marchande qu'il conviendrait d'attribuer aux pulpes de diffusion. L'opinion de notre confrère praticien s'écartant en ce point de

celle du Dr Petermann, il ne sera pas sans intérêt d'en transcrire ici le résumé.

« Nous ne saurions partager l'avis de M. Petermann quand il déclare que les cossettes pressées dans les presses Klusemann *perfectionnées* ne valent que la moitié du prix des pulpes de presse hydraulique.

» En effet, si l'on admet — ce qui est vrai — que la betterave râpée et pressée aux presses hydrauliques donne en pulpes une proportion moyenne de 25 % de son poids, tandis que la betterave diffusée rend 35 % de cossette, la conséquence logique à tirer de la comparaison, c'est que le premier de ces résidus est au second comme cinq est à sept.

» En d'autres termes, les 250 kilog. de pulpes que l'on retire de 1000 kilog. de betteraves par la pression hydraulique ont exactement la même valeur que les 350 kilog. de pulpes obtenues par la diffusion ; de sorte que, quand les premières se vendent 23 fr. les mille kilos, les secondes doivent se payer, toutes proportions gardées, fr. 16-42 les mille kilos. On observera seulement, pour ne rien oublier, qu'il faudrait encore faire figurer à l'actif de la cossette diffusée sa supériorité nutritive eu égard à sa plus grande teneur en matières albuminoïdes. »

L'humidité contenue dans les cossettes oblige à les protéger soigneusement contre la gelée. On se borne à recouvrir légèrement les silos quelques jours après que le tassement naturel s'est opéré, à l'arrière-saison ; plus tard, lorsque s'annoncent les gêlées, on ajoute un revêtement en terre, comme cela se pratique pour la plupart des produits que l'on conserve au dehors de la ferme.

La cossette ainsi ensilotée gagne en qualité plutôt que de perdre : de là, la préférence accordée par de nombreux engraisseurs à la pulpe livrée en mars et avril.

Nous ferons remarquer, en terminant, aux fabricants, exploitants agricoles, qui se trouvent dans le cas de pouvoir conserver en silo, à la porte de la fabrique, les résidus de diffusion destinés à l'alimentation d'une ferme attenante à l'usine, qu'il n'est pas absolument indispensable, dans ce cas, d'avoir recours à la compression aux presses spéciales avant l'ensilotage du produit.

Après un égouttage naturel durant quelques mois, dans des silos où l'écoulement est bien réglé, on trouve, en effet, fort peu de différence, au point de vue alimentaire, entre les résidus pressés et les cossettes ensilotées fraîches, les unes et les autres ayant subi la fermentation.

Stammer, dans son *Manuel de la fabrication du sucre* (édition allemande de 1874, p. 341) indique, par un exemple, l'analogie de composition de l'une et l'autre de ces substances.

TABLEAU XXVIII.

Par 100 kil. de betteraves.	COSSETTES.	
	FRAÎCHES en 80 parties.	FERMENTÉES en 55 parties.
Substance sèche	4.55	4,45
Marc	3.22	3.11
Matières albumineuses	0.36	0,57
Cendres	0.30	0.30
Substances extractives	0.57	0.77

Le même chimiste, dans une conférence donnée depuis lors à la Société générale des fabricants de sucre de Belgique, insistait sur la haute valeur alimentaire des pulpes de diffusion, émettant seulement les réserves suivantes au sujet de leur emploi, comparativement aux résidus de la pression hydraulique.

Les cossettes égouttées contiennent encore trop d'humidité pour que l'on puisse faire entrer dans la ration d'un bœuf la quotité de résidu fournie par cent kilogrammes de betteraves : tandis que, en pulpe de pression hydraulique, on utilisera aisément, dans les mêmes circonstances, le produit du râpage de cent et vingt, même de cent cinquante kilog. de racines. La grande humidité, la crudité, est donc un inconvénient inhérent à cette substance alimentaire et qui exige une manipulation judicieuse.

Les mécomptes subis par certains cultivateurs qui ont fait un emploi défavorable de ces résidus proviennent généralement de l'oubli de ce point : ces éleveurs n'ont pas tenu compte de la nature aqueuse de ces substances ni de leur effet sur l'économie animale.

En hiver surtout, ces résidus en proportion anormale dans la ration peuvent produire des désordres chez les animaux. Il résulte, en effet, d'expériences exécutées à Munich et à Weende qu'une ingestion par les animaux de trop fortes quantités d'eau sous forme de nourriture aqueuse produit des pertes sérieuses. L'animal dépense inutilement du calorique pour élever à la température de son corps

celle de l'eau qu'il a absorbée et pour éliminer celle-ci par une transpiration surabondante ; de plus, cette eau augmente d'une manière considérable la décomposition de l'albumine de circulation.

On a déconseillé la cossette de diffusion dans l'alimentation des bêtes destinées à la reproduction, cette nourriture provoquant, dit-on, l'avortement. D'autre part, les vaches soumises à cette alimentation produisent un lait abondant mais très-aqueux et de qualité inférieure (1).

Dans ces derniers temps, on a tenté avec succès un nouveau mode d'emploi des résidus de la diffusion dans l'alimentation du bétail. Nous en trouvons l'exposé dans le journal de la *Société agricole du Brabant* (n° du 20 avril 1884).

« Le Dr M. Märcker, partant de ce fait que les pulpes de diffusion éprouvent des pertes par leur séjour en silo, a proposé la dessication pour conserver ces résidus. Il résulte d'expériences d'alimentation, faites avec les pulpes de diffusion desséchées, que ces substances sont consommées avec une

(1) Dans une récente communication faite, sur ce sujet, à l'Académie des Sciences, MM. Andouard et Dezaunay déduisent de leurs expériences les conclusions suivantes :

1° La pulpe de diffusion conservée en silos et donnée à une vache à la dose de 27 kilogrammes, puis de 55 kilogrammes par jour, a produit immédiatement une augmentation de près de 32 p. c. de rendement antérieur en lait;

2° Elle a paru sans influence sur la richesse du lait en caséine et en sels minéraux ;

4° Enfin, elle a communiqué au lait une saveur moins agréable et une prédisposition certaine à la fermentation acide, dûe vraisemblablement à la présence d'acides acétiques et homologues, dans la pulpe fermentée en silo. Jusqu'à vérification, nous hésitons à croire que le beurre fourni par un lait de cette nature soit d'excellente qualité.

grande avidité, tant par les bêtes à cornes que par les moutons, et cela jusqu'à 10,5 kilog. par tête de gros bétail. La santé des animaux s'est parfaitement trouvée du nouveau régime. Celui-ci a agi d'une manière particulièrement favorable sur la production du lait, d'une manière bien plus favorable que les résidus de diffusion humides ou la drêche de distillerie. Le rendement en lait, par une alimentation aux cossettes séchées, n'accuse aucune différence, comparé à celui obtenu par l'alimentation au foin. Il est à remarquer que lors du passage de la nourriture au foin, au régime des cossettes sèches, il y eut, au début, un léger déficit; en même temps, on observait une augmentation régulière du poids vif. Cela peut s'expliquer : par suite de sa grande richesse en principes digestibles, la pulpe séchée a fourni à l'estomac et aux intestins moins de lest que des rations au foin, d'une digestion plus difficile. Les résidus dont il s'agit peuvent parfaitement être employés pour l'engraissement des bœufs et des moutons. Chez les porcs, on remarqua une certaine perte d'appétit coïncidant avec l'alimentation aux cossettes séchées ; les chevaux n'y touchèrent pas. La cause de ces derniers faits réside, sans doute, dans l'imperfection de l'outillage employé pour dessécher les pulpes de diffusion, une touraille à chicorée. Ces cossettes ne sont que très peu hygroscopiques et paraissent, par suite, de bonne conservation. Suivant les données de M. Märcker, 1/2 partie en poids de pulpes desséchées peut remplacer environ une partie en poids de son ou d'orge concassée. »

Remarque générale : pas plus que les pulpes de pression hydraulique, les cossettes de diffusion ne constituent une nourriture naturelle pour les ruminants. A ce point de vue, la pulpe des presses aurait encore une valeur inférieure à celle des résidus de diffusion, car elle nécessite une salivation plus considérable et l'addition d'une certaine quantité d'eau dans la ration, manipulation supprimée par l'emploi des cossettes, naturellement pourvues de cette eau.

Le point essentiel, dans le rationnement où l'on fait usage de ces divers résidus, c'est de bien se pénétrer de l'idée qu'ils constituent, en quelque sorte, la partie neutre de l'alimentation et qu'il est nécessaire de les soutenir par une addition de principes réellement actifs, qui rendra le tout assimilable. Une des recettes le plus recommandable consiste à mélanger aux cossettes du maïs ensilé vert et découpé en rondelles par un hache-racine approprié ; ou mieux, d'ensiler simultanément par petites couches alternatives les cossettes et le maïs, végétal sucré et, comme tel, fermentescible. De cette manière, lorsqu'on attaque le silo, après l'hiver, la masse entière a subi une fermentation qui accroît sensiblement la qualité, la valeur alimentaire et l'arôme même de ces aliments.

CHAPITRE SIXIÈME.

TRAVAIL DES JUS ET SIROPS.

Ainsi que nous le disions au début de cet ouvrage, notre intention n'est nullement de présenter au public un manuel complet, théorique et pratique, de la fabrication du sucre par le procédé de la diffusion : les bons manuels techniques sont nombreux, variés et entre les mains de tous. Notre objectif est plus restreint. Néanmoins, nous ne pouvons clore cette étude sans initier le lecteur aux particularités de fabrication amenées par l'introduction de la diffusion et sans indiquer les points qui, dans les modifications de l'outillage ou de la pratique industrielle doivent surtout attirer l'attention et la surveillance continue du manufacturier soigneux.

Dans cette esquisse rapide, nous indiquerons notamment les dimensions et la puissance exigées des divers appareils ou annexes d'une usine de diffusion montée rationnellement. Nous nous arrêterons également au travail d'épuration des sirops ou mélasses par l'osmose, ou par les méthodes aux saccharates, corollaire obligatoire du travail des jus par diffusion.

A. Traitement des jus de diffusion.

Avant d'aborder un relevé sommaire des données actuelles d'une bonne fabrication, nous indiquerons

quelques précautions à prendre, dans des cas particuliers, pour obtenir au début du traitement des jus sains, condition essentielle si l'on veut que le travail ultérieur soit rapide, aisé et rémunérateur. Nous supposons, au préalable, la betterave de bonne qualité, fraîche ou conservée avec les soins voulus pour empêcher sa décomposition en tas ou en silos.

La circulation du jus dans la batterie doit être continue et réglée d'une façon toujours identique. Trop rapide, elle expose à des pertes notables de sucre dans la cossette ; inconvénient grave, sans doute, mais racheté souvent par la rapidité même des opérations de la fabrication, maintenant la pureté du jus ; inconvénient moindre, en tous cas, que celui dû au défaut contraire, à une lenteur excessive ou à des interruptions de la circulation des jus dans la batterie. Parfois, l'arrêt de la circulation provient de l'obstruction d'un vaisseau par le tassement des cossettes. Dans ce cas, il faut d'abord reconnaître en quel point de la batterie existe l'obstruction, il reste ensuite à vaincre celle-ci. A cet effet, à la moindre interruption dans le courant du jus, on fermera immédiatement la prise générale de vapeur de la batterie, puis toutes les soupapes de communication. Ensuite, on met successivement la pression par le bas de chaque diffuseur en ouvrant le robinet automatique d'air supérieur, dont on enlèvera préalablement le flotteur.

Souvent le tassement est dû à des cossettes trop fines, mal coupées ou en petits morceaux. Il ne faut jamais travailler seules des queues ou débris de betteraves, qui ne peuvent donner de longues la-

nières, mais bien les répartir au fur et à mesure dans la masse des betteraves coupées. Un débourbage insuffisant des terres adhérentes aux racines peut aussi parfois être cause d'obstructions. De même aussi, une surélévation intempestive de la température, qui surcuit la cossette et provoque soit l'altération, soit le ralentissement de la circulation des jus et donnent un travail défecteux aux presses à cossettes.

Pour l'arrêt du dimanche, on tire successivement plusieurs chaudières sur le même diffuseur, c'est-à-dire sur le dernier chargé, en avançant la pression d'eau à chaque fois d'un diffuseur, jusqu'à ce que le jus ne marque plus que huit-dixièmes au mesureur. On vide ensuite toute la batterie.

Quand un calorisateur fuit ou qu'un diffuseur fait défaut, on peut isoler ce membre de la batterie en plaçant un tuyau en cuivre (qu'il est bon de tenir en réserve) depuis la soupape de défécation M du calorisateur précédent jusqu'à la soupape de communication C du diffuseur qui suit celui qu'on veut isoler. Ces quelques joints en caoutchouc se font très-rapidement.

Un matelas d'air ou de gaz (1) dans l'intérieur du diffuseur peut aussi être cause d'arrêts ou de ralentissement. D'où, la nécessité de faciliter au gaz une libre issue au moyen de robinets appropriés, automatiques, installés à la coupole du vaisseau et retenant, à leur passage, les liquides qui tendraient à sortir entrainés par le courant gazeux.

(1) M. Vivien estime que le volume de ces gaz nuisibles peut atteindre 3 hectolitres par diffuseur de 25 hectolitres, et provoquer ainsi une contre-pression considérable

L'uniformité de la pression motrice de l'eau sur la batterie est une condition *sine qua non* d'une marche normale de la batterie et du travail subséquent d'épuration. On estime à 20 pour cent la quantité d'eau en plus qu'exige le procédé d'extraction par diffusion comparé au procédé d'extraction par râpage et pression hydraulique. En dehors du service générale de l'usine, le service spécial de la diffusion exige environ 30 hectolitres d'eau par mille kilogr. de betteraves et par vingt-quatre heures. Quand on n'emploie pas de refroidisseur et qu'on ne réutilise pas au lavage des racines les eaux-vannes des cossettes épuisées il faut compter, en outre du service de la diffusion, environ 100 hectolitres d'eau par mille kilogr. de betteraves et par 24 heures, l'usine marchant dans le vide à l'évaporation et à la cuite. L'emploi d'un refroidissoir à fascines réduit ce chiffre de 100 à 60 hectolitres. Le *pulsomètre* est un engin hydraulique peu encombrant, à conseiller dans le cas où l'on voudrait réduire la dépense d'eau de l'atelier d'extraction en relevant au lavoir à betteraves les eaux quittant le vaisseau diffuseur lors de sa vidange. Quant aux eaux des presses à cossettes, leur nature spéciale oblige à ne les réemployer qu'avec beaucoup de circonscription pour cet objet.

On a généralement abandonné dans les usines de diffusion, le traitement des jus par la chaux à part, préalablement à l'emploi du gaz carbonique, dit procédé *par défécation*. Partout l'on opère la purification du jus par la chaux et le gaz carbonique simultanément dans un seul et même vais-

seau, ou par le procédé de *carbonatation*. Un seul traitement ne peut produire une épuration suffisante du jus, surtout dans les établissements — et c'est le plus grand nombre — où l'on a renoncé entièrement ou presqu'entièrement à l'emploi du noir animal pour cet objet. Le jus de diffusion, comme le jus de pression hydraulique, d'ailleurs, exige au moins deux carbonatations successives, la seconde agissant sur le liquide clair fourni par la première.

L'expérience a montré que l'on pouvait sans inconvénient, lorsqu'on traite des betteraves de haute qualité obtenues par une climature propice, supprimer totalement le noir animal, à la première filtration, le réduire sensiblement à la seconde, du moment où la diffusion des sucs de la plante a été opérée convenablement et où la carbonatation des jus s'est effectuée avec les précautions voulues, en usant de fortes doses de chaux et d'un gaz pur et riche. Les usines qui ont éteint leurs fours à noir doivent, par contre, être outillées fortement pour le décantage des jus chaulés et carbonatés, soit dans des bacs appropriés, soit préférablement à travers les tissus de nombreux et puissants presse-filtres, dont l'action sera parachevée par l'emploi des *poches Puvrez*, ou des appareils à tissus filtrants, aujourd'hui d'un usage général.

Quand les betteraves donnent des jus sains et de qualité normale, pour la 1re carbonatation on ajoute dans le jus, au moment où il coule dans la chaudière, 10 % de son volume en lait de chaux à 20° Baumé. Chaque litre de liquide calcique contenant

200 grammes de chaux, on met par hectolitre l'équivalent de 2 kilogr. de chaux sèche.

On ouvre l'entrée de vapeur dans le serpentin en même temps que l'introduction de gaz carbonique. On modère cette dernière en raison de la production des mousses qu'on éteint avec une graisse pure et fluide, à dose minime, en même temps qu'avec l'émousseur.

L'opération doit être conduite de telle manière que, au moment où la température atteint 90 degrés, la carbonatation soit arrivée au point voulu (1), c'est-à-dire que les grumeaux formés dans le jus se précipitent rapidement dans la cuiller d'épreuve ou dans le verre, nettement séparés du liquide clair d'essai. A ce point, on ferme l'entrée du gaz et on coule au décanteur ou vers le monte-jus desservant les presse-filtres. Le liquide surnageant au décantage, d'un jaune ambré, est d'autant plus limpide que l'opération est mieux réussie.

Pour que la carbonatation marche rapidement, le gaz injecté doit titrer de 25 à 30 % d'acide carbonique pur.

Il n'est pas indifférent de carbonater jusqu'à un point quelconque, encore moins de détruire l'alcalinité du jus de betterave. Il faut, au contraire, viser à opérer cette défécation calcique et cette saturation de façon à obtenir un jus bien limpide mais présentant, au sortir des vaisseaux de 1re carbonatation, la plus forte alcalinité possible.

(1) Une alcalinité de 0,08, d'après M. Cizek, garantit une écume compacte, sèche, se laissant bien désucrer et n'attaquant guères les serviettes.

Un ouvrier expérimenté et soigneux atteint aisément ce résultat, aussi le poste de la 1re carbonatation est-il rarement contrôlé avec régularité et précision.

La seconde carbonatation du jus présente une importance, en quelque sorte, plus grande que la première, le jus, au sortir de ces vaisseaux n'étant plus soumis, par après, à aucune nouvelle épuration ni calcique, ni autre, surtout dans les usines opérant sans noir.

On ajoute généralement dans le jus décanté qui doit être envoyé à la deuxième carbonatation de 2 à 4 % du volume en lait de chaux à 20° Baumé, soit de 400 à 800 grammes de chaux sèche par hectolitre de jus. La dose maxima ne s'emploie que dans le cas où les jus ne se décantent pas bien. Plus on met de chaux, plus on décolore les jus. Avant d'introduire le gaz carbonique, on commence par chauffer le jus pour le faire bouillir et on le fait monter deux fois. Cette ébullition du jus chaulé le purifie sensiblement, il se dégage de l'ammoniaque produite par la décomposition des matières organiques azotées du jus, dont une grande partie est précipitée.

On introduit ensuite le gaz. Les matières colorantes sont fixées par le carbonate de chaux, à l'état naissant, engendré au sein du jus, et précipitent avec lui. On arrête l'introduction du gaz quand le papier de curcuma préparé spécialement ne prend plus qu'une teinte rosée.

Pour terminer l'opération, on porte le jus à l'ébullition de manière à expulser le gaz interposé.

Quand la carbonatation a été bien faite, le jus ne contient plus que des traces de chaux. L'alcalinité qu'il conserve provient des sels minéraux non décomposables par la chaux et l'acide carbonique, ainsi que des alcalis combinés à certaines substances organiques et qui deviennent libres par l'action du noir. Pour éviter toute altération des jus il faut travailler vite et chaud, être conséquemment largement installé au poste de la carbonatation comme au four à chaux.

Un point capital dans la conduite de la carbonatation, c'est de posséder un bon outillage, combiné spécialement — chose assez rare dans nos usines — pour une distribution rationelle, rapide et complète du gaz carbonatant.

Nous empruntons à M. A. Le Docte la description, parue dans *la Sucrerie belge*, d'un agencement d'appareil qui mérite de fixer l'attention du fabricant :

« La combinaison de l'acide carbonique et de la chaux s'effectue évidemment d'une façon d'autant plus complète que le gaz est plus divisé et les points de contact plus nombreux. Les distributeurs actuellement en usage présentent deux grands inconvénients : division du gaz insuffisante et nettoyage très difficile, le premier étant toujours la conséquence du second. Un nettoyage difficile, en effet, ne peut être effectué que rarement, sous peine d'entraver la marche du travail. Il faut donc que la sortie du gaz soit suffisamment grande pour que la carbonatation soit encore possible après quatre ou cinq jours. De ce chef il y a distribution absolument défectueuse lorsque l'appareil est propre, et très

forte perte de gaz. Si les ouvertures ne sont pas d'un diamètre suffisant, l'obstruction au bout du second jour devient telle que la marche est impossible. Il faut nettoyer, ce qui demande beaucoup de temps.

Ajoutons encore pour le premier cas, que le nettoyage est d'autant plus pénible qu'il s'effectue moins fréquemment, car les dépôts — de mous qu'ils sont le premier jour — deviennent par la suite très durs et très difficiles à enlever.

En outre, presque tous les distributeurs laissent échapper le gaz directement suivant une ligne verticale précisément à cause de la dimension qu'il faut donner aux ouvertures de sortie. Le gaz ne fait ainsi que traverser le jus sans le mettre en mouvement dans toutes les parties du carbonateur, de telle sorte que les extrémités ne peuvent en subir régulièrement l'action.

M. Loze, directeur de la sucrerie de Fleurus (Belgique), a remédié à ces divers inconvénients, en construisant un distributeur dont le démontage est presque instantanné. Il se compose de deux plaques de fonte de 70 à 80 centimètres de diamètre, parallèles, circulaires, posées horizontalement et reliées par quelques entretoises. La plaque supérieure reçoit au centre le tuyau d'arrivée de gaz carbonnique.

Une battée existe sur la circonférence de chacune des plaques. Sur ces battées s'applique la tôle perforée formant la distribution proprement dite et qui constitue ainsi la paroi d'un cylindre. La tôle comporte de 800 à 1,000 trous de 5 millimètres de

diamètre. La division du gaz est donc poussée très loin. De plus, celui-ci s'échappant sous une légère pression, décrit dans le jus une courbe qui provoque un mouvement de rotation du liquide partant des extrémités pour revenir au centre. Ce mouvement très accentué ramène absolument toutes les parties du jus au contact du gaz divisé. L'effet est très énergique et la perte de gaz réduite à un minimum.

Le nettoyage est très simple et s'effectue régulièrement après 24 heures de marche. Il suffit d'enlever la tôle perforée qui forme la paroi du cylindre distributeur et de la remplacer par une nouvelle tôle propre. Le système d'attache est si facile que l'enlèvement et le replacement ne demandent que 3 minutes. Le nettoyage régulier et fréquent ne donne pas aux ouvertures de la tôle le temps de s'obstruer sensiblement. Après 24 heures le dépôt est du reste sans aucune consistance et se laisse enlever par un brossage vigoureux à l'eau chaude. Ce distributeur est excessivement commode et d'autant plus recommandable qu'il permet d'augmenter la quantité de jus à travailler, soit d'augmenter la dose de chaux, et cela sans dépense suppémentaire puisque l'effet provient simplement d'une absorption du gaz plus parfaite. Les essais de la sucrerie de Fleurus ont accusé une différence de 7 à 8 minutes dans la durée de la première carbonatation entre le nouveau et l'ancien système de distribuer en croisillon. »

Certaines usines, lorsqu'elles ont remplacé leur atelier de pression hydraulique par une batterie de diffusion, ont agrandi également leur production de

gaz et de chaux : c'est là une sage précaution. La contenance globale des vaisseaux de 1e et 2e carbonatation s'obtient en divisant par 5 la quantité de betteraves à travailler par 24 heures : ainsi, pour 200,000 kilogr. racines on aura une capacité de 400 hectolitres, on répartit ensuite la contenance de chaque bac d'après celle des vaisseaux-mesureurs de la régie et celle-ci d'après la capacité des diffuseurs. La loi belge n'autorise à mettre dans chaque chaudière de carbonatation que la quantité contenue dans la chaudière de jauge. Il serait préférable d'opérer dans de grandes chaudières.

La contenance à donner à un four à chaux s'obtient également en divisant par 5 la quantité de betteraves à travailler en 24 heures : le quotient donne le cube du four en litres. Un travail de 200,000 kilog. racines correspond ainsi à 40 mètres cubes de capacité. La pierre bleue pâle est préférable : elle doit titrer 98 p. % de carbonate de chaux. Le coke est le combustible du four à chaux : il doit être pur, non sulfureux, ne laisser que 7 à 8 % de cendres ; on le mélange aux pierres à la quotité d'un dixième en poids. Il faut éviter de dépasser cette proportion parce qu'on appauvrit le titre du gaz carbonique et qu'on risque de produire de l'oxyde de carbone, gaz qui ne carbonate pas la chaux.

Quand le four est bien en train, il ne doit pas être chargé plus haut qu'aux 4/5 de la hauteur au maximum, pour conserver une chambre suffisante d'acide carbonique. La partie supérieure du chargement ne doit pas présenter un feu clair et brillant,

mais une teinte rouge sombre avec de petites flammes.

Les chargement doivent se faire au moyen d'un entonnoir avec glissière, de manière à éviter les rentrées d'air. Cet entonnoir peut servir de mesure pour chaque charge. La pierre et le coke qu'on y met d'avance s'échauffent et se sèchent avant leur enfournement.

Il est très-important de charger souvent et peu à la fois, toutes les 20 minutes ou toutes les demi-heures. Le niveau supérieur de la zône de chargement doit rester constant.

Pour obtenir du gaz riche en acide carbonique, c'est-à-dire titrant de 28 à 30 %, il faut que la pompe à gaz n'aspire dans le four que la quantité d'air nécessaire à la combustion du coke, ainsi qu'il est dit plus loin. Comme il est impossible de déterminer exactement le volume de gaz utilisé à la carbonatation et la perte de rendement de la machine, on peut adopter pour base le rendement théorique au piston sans aucune déduction.

Pour carbonater 100 hectolitres de jus en double carbonatation, le jus ayant été chaulé à raison de 14 % du volume en lait de chaux à 20° B^{é}, il faut 500 kilogr. de pierre calcaire bleue et 50 kilogr. de coke lavé de 1re qualité. La pompe à gaz devra aspirer pour ces quantités 750 mètres cubes de gaz comptés théoriquement au piston de la soufflerie. Si, pour un motif quelconque, on devait faire aspirer par la pompe plus de 750 mètres cubes d'air par 100 kilogr. de pierre, le titre de gaz descendrait à 22 ou même 10 %. Il en serait de même si on devait

porter la quantité de coke introduite à 15 ou 20 % du poids de la pierre chargée au lieu de 10, car le coke employé seul donne du gaz pauvre.

C'est le cas des fours trop petits, où l'on arrive à brûler jusqu'à 30 % de coke du poids de la pierre.

En effet, si pour le travail de 200,000 kilogr. de betteraves en 24 heures, il faut calciner dans le même temps 12,000 kilogr. de pierre avec 1,200 kilogr. de coke, dans un four de 40 mètres cubes de capacité, il faudra, si on se sert d'un four de 20 mètres cubes pour calciner la même quantité de pierres dans le même temps, doubler la quantité de coke à consommer, c'est-à-dire brûler 2,400 kilogr. de coke pour 12,000 kilogr. de pierre. En exagérant ces chiffres, on arriverait à travailler la même quantité de betteraves en brûlant 2,600 kilogr. de coke par 24 heures dans un four de 10 mètres cubes. Seulement le gaz étant plus pauvre, la machine soufflante devra fournir en plus le tiers ou le double du volume nécessaire du gaz à insuffler dans les chaudières. La conclusion de ce qui précède, c'est qu'avec de grands fours on produit du gaz plus riche et qu'on économise du coke.

On peut évaluer au minimum à 40 % la quantité d'acide carbonique non utilisé par rapport au volume insufflé.

Un litre de lait de chaux à 20° B^{é} contient en moyenne 200 grammes de chaux ; 14 litres font donc 2 kil. 800 ajoutés par hectolitre de jus, et 200 kilogr. par hectolitres. Or, 443 litres d'acide carbonique pur saturant 1 kilogr. de chaux, il en faudra 1212 litres, et 4 fois plus pour du gaz à 25 % ;

1212 × 4 = 4850 litres environ par hectolitre de jus, soit 485 mètres cubes par 100 hectolitres. Comme en pratique il en faut de 750 à 800 mètres cubes, on voit que la perte de gaz est dépassée même de 40 %, la dépense étant estimée théoriquement d'après la surface du piston et sa vitesse.

Les deux carbonatations donnent des dépôts calcaires appelés improprement *écumes*, dont la quotité s'accroît sensiblement dans les usines marchant sans noir et dans lesquelles toute la purification du jus est demandée à l'action du gaz carbonique et de la chaux, dont il faut alors majorer la dose.

Les dépôts ou écumes envoyés aux presse-filtres sont désucrés, soit par lavage à l'eau du tourteau dans l'appareil même, soit par malaxage et seconde repression. Ce lessivage offre un intérêt majeur, vu la grande quantité d'écumes produites journellement et vu l'impérieuse nécessité où se trouve l'industriel de ne point abandonner de sucre dans les divers résidus de la fabrication s'il veut arriver à un prix de revient qui ne le mette pas en perte, aux cours actuels du sucre, si déprimés.

L'eau de désucrage est introduite dans la presse à écumes chaude et sous deux atmosphères de pression ; au moment où le coulage commence légèrement à diminuer, on ferme le robinet d'entrée des écumes et on ouvre tous les robinets d'écoulement, opposés aux entrées d'eau. On fait passer 20 litres d'eau par plateau ou par tourteau à désucrer. Les petits jus extraits passent par une éprouvette où l'on constate leur densité. Dès qu'elle s'abaisse trop, les jus faibles sont envoyés au malaxeur de

chaux. Y compris le malaxage, chaque plateau correspond à 2500 kilogr. de betteraves travaillées par 24 heures.

Les premiers jus forts extraits rentrent dans le travail à la 2e carbonatation. Dans le jus de malaxage et sous l'action de l'eau directement ajoutée aux écumes, une partie des sels de chaux précipitée par le traitement calco-carbonique est redissoute et rentre dans le travail.

Avec les presse-filtres à déplacement, on chasse simplement par pression le jus qui imprègne les écumes et qui a la même composition que le jus déjà séparé par décantation. Ce déplacement se produit sans qu'il y ait en même temps dissolution des sels calciques.

Les écumes abandonnent les 3/4 du sucre qu'elles retenaient, soit environ 3 kilog. % d'écumes. Or, 100,000 kilog. de betteraves produisant 9,000 kilog. d'écumes, on récupérera $\frac{9,000 \times 3}{100}$ soit 270 kilog. de sucre, ou, par tonne de betteraves, 2,7 kilog. sucre.

Quand une toile est trouée et que le jus coule trouble par le robinet, il faut éviter de le fermer, car les cannelures du plateau se rempliraient d'écumes et se boucheraient. On dirige le coulage de ce robinet dans la nochère des eaux de lavage.

Nous ne parlerons que pour mémoire de la filtration du jus carbonaté sur le noir animal, système d'épuration et de décantation excellent mais devenu trop coûteux de nos jours et qu'on commence à rédimer partout pour le travail des jus légers. La plupart des usines le suppriment même pour les jus

concentrés, dans les années favorables, au début de la campagne principalement. Bien que la décantation sur toiles amène à peu près au même résultat et à moindres frais, il sera prudent de ne pas démonter la batterie de filtration qui rendra encore des services réels, soit dans les années à climature mauvaise et à betteraves impures, soit en queue de campagne ou pour le travail de betteraves altérées, soit enfin pour améliorer des sirops d'arrière-cristallisation, liquides d'osmose, etc.

Il ne faut pas perdre de vue que si le charbon d'os décolore, déchaule et épure les jus sucrés surtout au point de vue de leur teneur en matières organiques mélassigènes, la nécessité de son lessivage pour récupérer le sucre déposé dans ses pores amène une redissolution notable de ces principes nuisibles et oblige à une forte dépense d'évaporation en sus. L'outillage, les bâtiments et les manipulations que réclame le noir, le coût même de l'approvisionnement, tout cela représente un capital considérable.

Pour donner une idée de l'outillage de filtration sur tissus remplaçant avantageusement l'action du noir, nous reproduisons ici la description si claire et si concluante d'un *filtre à effets multiples*, telle que l'a donnée, dans la Sucrerie belge, M. l'ingénieur A. Le Docte :

« Des décanteurs de la seconde carbonatation, le jus passe directement dans les *filtres à effets multiples* du système Loze et Helaers. Le travail se fait sans l'emploi d'un seul grain du noir à l'aide de cet appareil. Il a la forme d'un filtre-presse et possède

53 cadres de 28 millimètres d'épaisseur, dont 14 d'arrivée du jus et 13 de sortie. Les cadres intermédiaires sont destinés aux filtrations successives. Tous portent à leur partie supérieure une ouverture ovale. L'appareil étant monté, ces ouvertures constituent alors le canal de distribution du liquide. L'introduction dans les cadres d'entrée s'effectue au moyen d'un petit conduit vertical foré dans l'encadrement et partant du canal supérieur pour déboucher dans l'intérieur. Les cadres de sortie sont munis chacun d'un robinet déversant le jus dans la nochère de l'appareil. Tous indistinctement sont garnis de barrettes en bois qui servent d'appui à la toile filtrante. Au-dessous du filtre se trouve un bac recevant les égouttages lorsque l'appareil est en vidange.

En dehors de ses qualités proprement dites, l'originalité du filtre à effets multiple consiste en ce que, par une simple transmutation des cadres, on peut faire subir au liquide soit une simple, soit une double, triple, quadruple filtration.

On a déjà appliqué à la filtration mécanique des filtres-presses ordinaires garnis de toiles d'un tissu très serré, mais leur emploi présente de graves inconvénients en présence de sérieux avantages. Il faut signaler surtout : 1° les cadres en fonte qui, suivant une expression consacrée, brûlent les toiles, les détruisent très rapidement par suite de l'oxidation du métal et sont ainsi cause d'une très forte dépense de tissus ; 2° le renouvellement ou changement des toiles qui est long et d'une manœuvre incommode.

Le nouveau filtre supprime complètement ces points défectueux.

Les inventeurs ont eu l'heureuse idée de construire des cadres en bois qui assurent la longue conservation du tissu. En outre, le changement de la surface filtrante est aussi facile, aussi rapide qu'on pouvait le souhaiter. Les cadres étant desserrés, il suffit d'enlever la toile en la tirant légèrement.

Pour poser la nouvelle, on la suspend aux deux pitons que portent chaque cadre et qui correspondent à deux œillets de la toile même. Rien de plus simple comme on voit.

La filtration multiple s'exerce complètement à l'abri de l'air et sans aucune perte de calorique. C'est là un point des plus considérables et sur l'importance duquel il n'est pas nécessaire de s'appesantir. La différence de température entre l'entrée et la sortie du jus n'atteint pas 2 degrés.

A la sucrerie de Fleurus, l'appareil est réglé en double filtration, c'est-à-dire que le jus introduit dans le cadre d'entrée traverse d'abord une première toile, se trouve alors dans un second compartiment et doit traverser une deuxième toile pour arriver au cadre de sortie.

Les effets de cette double filtration successive à l'abri de l'air, sans perte de calorique et au travers d'un tissu soustrait à l'action de toute influence extérieure, sont réellement magnifiques. Impossible d'imaginer des jus plus limpides et d'un aspect plus brillant. Si l'on examine à la lumière du jour le liquide placé dans un vase en verre, on se trouve

en présence d'un véritable cristal. C'est réellement beau et il faut savoir gré aux inventeurs d'avoir pu doter l'industrie sucrière d'un appareil fournissant des résultats aussi complets.

La toile employée est un tissu de coton excessivement serré et très épais. C'est le tissu ayant donné les résultats les plus parfaits dans les expériences exécutées par les auteurs.

La pression du jus la plus convenable est de 1 mètre, ni plus ni moins. Dans ces conditions, un appareil arrangé en double filtration laisse passer très aisément 2000 hectolitres par 24 heures. Une usine travaillant 2,500 à 3,000 hectolitres devrait donc employer 2 filtres pour les jus faibles. Au besoin le débit s'élève bien au-delà de 2,000 hectolitres, mais le second appareil est toujours nécessaire pour éviter l'arrêt du travail lorsque le premier est en vidange.

Lorsqu'un filtre doit être changé, on ferme le robinet d'entrée et on laisse filtrer simplement ce qui reste dans les cadres. L'enlèvement de 53 toiles, le placement des nouvelles, le lavage et la remise en route, exigent un total maximum de trente minutes.

L'appareil, mis en marche, peut parfaitement fonctionner sans arrêt pendant 72 heures lorsque le travail est régulier et les décantations soignées.

A la sucrerie de Fleurus, 3 filtres sont en fonction pour les jus. Un seul absorberait presque tout. Le troisième n'a été placé, au commencement de la campagne, que comme garantie, afin d'être certain de ne rencontrer aucune difficulté de débit lors des premiers essais pratiques.

Les jus concentrés à 25 ou 30 Baumé sont passés de même dans un filtre disposé également en double filtration. Un seul appareil suffit grandement.

La même pression de 1 mètre existe. La marche courante minimum est de 12 heures, pouvant aller facilement jusqu'à 24 heures. Même toile filtrante que pour les jus faibles. Les jus concentrés filtrés sont aussi absolument remarquables sous tous les rapports.

La masse cuite remise en solution possède toujours la même limpidité et le même brillant, chose qui ne se présente jamais avec l'emploi du noir ou des autres systèmes de filtration mécanique. Les sucres sont complètement exempts de substances insolubles, point très important à observer pour les titrages et qui est très rarement réalisé.

Le nettoyage des toiles s'effectue de la façon la plus simple; lavage et rinçage à l'eau chaude. Il n'y a pas de perte de sucre ; aucune revivification de matière filtrante.

Nous croyons que cet appareil est celui qui réalise à un plus haut degré toutes les conditions de sécurité, de facilité, de débit et d'excellence de travail que l'on est en droit d'exiger d'un filtre mécanique. »

La suppression de l'emploi du noir est corrélative d'une carbonatation parfaite. Elle ne se justifie plus et n'est plus à conseiller dans le cas où, par le fait de la mauvaise qualité de la matière première ou du peu de soin mis au travail du jus, ou encore de l'imperfection ou de l'insuffisance de l'outillage, l'épuration nécessaire du jus ne se trouve point réalisée au sortir des cuves de carbonatation. Chose

singulière et remplie d'enseignements : ce sont précisément les industriels les plus avancés, qui précédemment usaient le plus et le mieux du noir, qui ont été les premiers à en supprimer l'emploi dans leurs établissements, à la suite d'expériences pratiques répétées et concluantes. Ce qui vient en confirmation de la thèse ci-dessus.

Le jus épuré passe aux appareils de concentration, où il subit l'évaporation dans le vide. Beaucoup d'établissements pèchent par l'insuffisance de ce poste. Aussi, croyons-nous utile d'insérer ici quelques considérations sur l'établissement et les conditions à réaliser dans le maniement des vaisseaux de concentration et de cuite.

Pour faire produire à un appareil à évaporer à triple effet tout ce qu'il peut produire, il faut observer les conditions suivantes :

1° Que dans la première caisse tubulaire la vapeur provenant du ballon des retours ait une tension minimum de $^1/_2$ atmosphère. Plus on augmentera cette tension, plus l'appareil produira.

2° Dans ces conditions, la première caisse de jus ne devra avoir qu'un vide insignifiant ou même nul, afin que la 2e caisse tubulaire fonctionne à une température suffisamment élevée.

3° La première caisse tubulaire portera une soupape spéciale équilibrée pour que les eaux condensées puissent s'échapper au fur et à mesure de leur production tout en maintenant la tension voulue dans la caisse.

4° La deuxième et la troisième caisse tubulaire laisseront écouler leurs eaux de condensation am-

moniacales chacune dans un récipient spécial qui permet l'évacuation constante et complète de ces eaux tout en empêchant la vapeur de s'échapper. L'emploi d'une pompe d'extraction des eaux est indispensable.

5° Les gaz légers doivent être aspirés sous la plaque tubulaire supérieure, sans pour cela faire sortir la vapeur utile, ce qui se distingue par la température du tuyau et le sifflement particulier de la vapeur quand elle passe dans le tuyau d'aspiration.

6° L'air et les gaz lourds qui sortent par la même tuyauterie que les eaux condensées, doivent être dirigés séparément au condenseur, sans mélange de vapeur utile.

7° On peut s'abstenir de placer des cloisons, dites de circulation, dans les caisses tubulaires, et s'il en existe, il faut qu'elles soient échancrées en festons en haut et en bas pour permettre la circulation et l'évacuation des gaz et des eaux ammoniacales.

8° Les sorties des gaz et des eaux doivent être à l'extrémité opposée de l'entrée des vapeurs.

9° La pompe à air doit être suffisante, c'est-à-dire qu'avec une vitesse de 45 tours par minute le piston de la pompe doit avoir en surface un nombre de centimètres carrés représenté par le nombre de mètres carrés de surface de chauffe multiplié par 7. Ainsi, un appareil à 200 mètres aura un piston de $200 \times 7 = 1400$ centim. carrés et nn appareil de 400 mètres aura un piston de $400 \times 7 = 2800$ centim. carrés, correspondant à un diamètre de 0^m600. La course du piston doit être au moins égale au diamètre du cylindre, il est préférable même qu'elle soit de $1/5$ ou plus grande.

10° L'injection d'eau au condenseur doit se faire en pluie fine bien divisée par le tuyau perforé et dans un espace suffisant. L'eau entrant à 20° sort de la pompe à 50°.

11° La pompe à air fonctionnant à sec doit donner au moins 70 centimètres de vide.

Si une seule de ces conditions manque, ou qu'il y ait disposition défectueuse de la tuyauterie, cela suffit pour paralyser la puissance de l'appareil.

La circultion de la vapeur dans les caisses tubulaires des appareils d'évaporation est absolument nécessaire. Cette circulation se produit naturellement avec perte d'une certaine quantité de calorique absorbé par la condensation des vapeurs inertes qui n'ont plus la puissance de produire l'ébullition à travers les parois des tubes. Ces vapeurs doivent être attirées à la condensation à l'extrémité de leurs parcours autour du faisceau tubulaire et à la partie supérieure de la caisse opposée à l'entrée.

La section en centimètres carrés de la soupape d'introduction de vapeur à $^5/_{10}$ d'atmosphère, doit être de 50 % supérieure au chiffre de la surface de chauffe de l'appareil exprimé en mètres. Ainsi, par exemple, un appareil 200 mètres carrés aura une section d'entrée à la première caisse de 300 centimètres carrés. La section en centimètres carrés de la sortie des eaux condensées sera égale au dixième du nombre de mètres carrés de surface et de chauffe. Un appareil de 200 mètres carrés aura à la première caisse une sortie d'eau de 20 centimètres carrés.

L'introduction du jus à évaporer et la sortie du

sirop doivent être réglés d'une manière continue en conservant constamment le même niveau dans les trois caisses, soit une couche de jus ou sirop de 15 centimètres d'épaisseur sur la plaque tubulaire.

L'introduction du jus à la première caisse doit avoir lieu par un tuyau débouchant au centre et terminé par une sphère perforée pour que le jet arrivant en pluie éteigne constamment les mousses.

La puissance d'un triple effet se calcule à raison de 640 litres de jus mesuré au vaisseau de jauge par mètre carré de surface de chauffe, y compris l'eau ajoutée pour lavages et lait de chaux. Un double effet, à raison de 700 litres par mètre carré.

Il semble qu'avant d'introduire les sirops dans l'appareil de cuite pour les concentrer il serait désirable de les purifier le plus possible, à l'instar du raffineur, pour obtenir de beaux produits. La décoloration s'obtient par le noir animal, mais l'extraction des sels mélassigènes ne peut avoir lieu que par la formation de saccharates précipitables par la chaux ou tout autre agent épurant, ou par l'osmose. Divers procédés, à l'étude en ce moment, permettent d'espérer que, dans un temps rapproché on parviendra à éliminer la totalité des sels mélassigènes avant l'introduction des sirops dans la chaudière de cuite.

Pour opérer la cuite avec économie de combustible, on peut faire passer la vapeur détendue du ballon des retours dans un cylindre en tôle ou un tuyau, placé dans le carneau collecteur du générateur. Cette vapeur surchauffée acquiert une température suffisante pour opérer la cuite, et, à sa sortie

du serpentin, qui doit être libre, on l'introduit dans la 2e caisse du triple effet.

On pourrait également opérer la cuite continue, au moyen d'un petit appareil placé sous la chaudière de cuite et en communication de vide avec le condenseur. On ferait couler par intermittence dans ce petit annexe la masse cuite avec les gros cristaux qui se trouvent dans le fond de l'appareil, chaque fois que la cuite atteindrait un certain niveau et sans interrompre le vide. Il est évident qu'un grand nombre de cristaux qui séjourneraient 24 heures ou plus dans l'appareil toujours en marche, atteindraient un volume énorme, sans prendre la nuance terne des cristaux rechargés par pied avec interruption de l'opération. De temps à autre on ferait une liquidation.

En divisant la quantité de betteraves à travailler en 24 heures par le facteur 20 on obtient la contenance à donner en litres à la chaudière de cuite. La surface de chauffe représente en mètres carrés le quart de la contenance en hectolitres.

Pour le turbinage, on obtient les meilleurs effets en introduisant la vapeur détendue de la machine motrice entre la cuve et le tambour de manière à atteindre 50° Réaumur. C'est la chaleur humide qui détermine le sirop à abandonner le cristal sur lequel il adhère, bien plus que tout autre moyen. Si la masse qui touche à la paroi du tambour se refroidit pas le courant d'air, elle ne peut se purger que par l'emploi de l'eau. La chaleur doit corriger ce refroidissement causé par l'action de la rotation rapide.

Il nous reste à parler du travail d'épuration des sirops et mélasses de diffusion. Ici, deux procédés sont en présence : *la séparation*, excellente méthode mais qui bouleverse entièrement l'économie du travail des jus de betterave, tel qu'on le conçoit habituellement et qui exige un outillage spécial, très-coûteux. L'osmose qui donne un rendement inférieur, mais dont l'installation coûte moins et a pris rang depuis longtemps au plan des établissements perfectionnés. Nous nous occuperons d'abord de ce dernier mode d'épuration.

B. Traitement des égoûts et mélasses par l'osmose.

L'osmose est le corollaire obligatoire de la diffusion. Cette opération est basée sur les mêmes principes que la diffusion, le papier parcheminé faisant l'office des parois des cellules de la betterave.

Le papier parcheminé agit par sa porosité en laissant passer dans les eaux d'exosmose les principes salins de la mélasse. L'action du papier sera plus ou moins exaltée, suivant que ses pores seront plus ou moins dilatés par la chaleur du liquide en contact et les conditions de passage des sels, et varieront suivant l'épaisseur du papier et la vitesse des courants.

Le but de l'osmose est d'enlever aux mélasses ou aux sirops que l'on traite par ce procédé, les sels minéraux qui sont ordinairement des combinaisons de potasse et de soude avec des acides organiques et inorganiques sur lesquels les moyens d'épuration

employés dans la fabrication du sucre sont sans action. Ces matières s'opposent à la cristallisation du sucre, et on a reconnu que quand une mélasse contient 1 kilogr. de sel pour 3 kilogr. 70 de sucre, il est impossible d'en tirer quelque chose, même par une cuite très-serrée. On dit alors que la mélasse est au coefficient 3.7. Au moyen de l'osmose on peut relever ce coefficient à 6.0 et au delà, et obtenir par cristallisation le sucre formant la différence.

Pour qu'une osmose soit efficace, il faut que l'analyse du produit osmosé dénote que le coefficient salin est augmenté au moins de 2, c'est-à-dire que, si avant l'osmose, le produit à travailler donnait un coefficient salin de 3.80 de sucre pour 1 kilogr. de sel, il faut qu'à la sortie de l'osmogène, il donne un coefficient salin de 6 environ de sucre pour 1 de sel.

Cette épuration, pour donner un résultat lucratif, ne doit pas fournir des eaux d'exosmose donnant un coefficient salin de plus de 1 kilog. à 1,10 de sucre pour 1 de sel, sans cela, il y aurait trop de perte dans le travail.

On a reconnu par expérience que pour obtenir des eaux d'exosmose au coefficient 1, on doit osmoser :

1° à 20° B^{é} chaud au sortir de l'osmogène les sirops au coefficient 6, ayant pour composition :

Sucre	60 pour 100
Cendres	10 pour 100

2° à 17° B^{é} chaud au sortir de l'osmogène, les sirops au cofficient 4.5 contenant

Sucre	54 pour 100
Cendres	12 pour 100

3° Enfin à 13° B^{é} chaud au sortir de l'osmogène, les sirops au coefficient 3.55 contenant

Sucre	48 pour 100
Cendres	13.5 pour 100

Les eaux d'exosmose doivent peser de 2 à 3 maximum à l'aréomètre Baumé étant refroidies.

C'est l'analyse qui doit déterminer exactement le degré de l'aréomètre sur lequel l'ouvrier devra se guider. Il faudra donc fréquemment faire 3 analyses distinctes :

1° Celle du sirop à osmoser pour en connaître la valeur ;

2° Celle du produit travaillé pour déterminer l'épuration ;

3° Celle des eaux d'exosmose pour apprécier les pertes.

Pratique de l'opération. — On commence par chauffer l'eau et la mélasse à osmoser à 90° centigrades. On fait filtrer l'eau et la mélasse à la sortie des bacs réchauffeurs, dans des *poches filtrantes* en tissus de coton pour retenir toutes les impuretés qui, en s'introduisant dans les robinets, font varier le débit d'introduction dans les osmogènes, changent les conditions d'épuration et obstruent les canaux.

Pour remplir l'osmogène, on introduit l'eau simultanément dans tous les cadres à la fois, en ouvrant le robinet de communication, de manière que l'eau s'élève régulièrement dans chaque compartiment. On ferme ensuite, et on introduit la mélasse pour chasser l'eau des cadres à mélasses. Quand le liquide arrive coloré à l'éprouvette, on

l'envoie dans la nochère aux mélasses osmosées, et la marche régulière s'établit.

On diminue l'entrée de la mélasse, jusqu'à ce que l'aréomètre indique le degré voulu, c'est-à-dire, de 13 à 15 Baumé chaud.

La quantité d'eau à employer est d'environ six

La chaleur agit également dans le même sens. En osmosant plus froid, il passe plus de sels et moins de sucre que dans l'osmose faite à une température plus élevée. Avec l'osmose à chaud, le passage est plus rapide ; mais il passe plus de sucre par rapport aux sels.

L'osmose peut s'opérer à une température moins élevée, mais le travail osmotique est ralenti, car, plus la température est basse, plus lente est l'opération, mais par contre, l'épuration est plus parfaite.

C'est donc une question de quantité de cadres ou d'appareils.

Une dissolution concentrée de soude caustique attaquant vivement la composition du papier, on peut préparer une liqueur titrée de ce sel dans laquelle on plonge en même temps les divers échantillons à essayer, en suspendant à chacun d'eux un poids égal pour produire une traction. En les laissant en suspension pendant un certain nombre d'heures, le papier le mieux fabriqué à épaisseur égale, bien entendu, aura une résistance plus longue à l'action de la soude.

Les sels de chaux sont réfractaires à l'osmose. Leur proportion par rapport au sucre augmente donc à chaque opération, et comme ces sels sont mélassigènes il est indispensable de les décomposer, afin d'en débarrasser la mélasse. Ce résultat peut se réaliser par l'emploi d'un carbonate ou d'un phosphate alcalin, mais on l'obtient d'une manière plus parfaite par l'emploi d'un oxalate de soude ou de potasse. Cette opération se fait dans les bacs réchauffeurs. Quand la mélasse à osmoser contient

Résultats obtenus de l'osmose dans une sucrerie belge travaillant 10 millions de kilog. de betteraves par la diffusion et l'osmose.

Sucres obtenus en 1er et 2me jet.	Sirop de 3me jet non osmosé.	Rendement présumé à 15 % par hect.	Total du sucre obtenu sans osmose.	Masse cuite de 3me jet après osmose.	Poids de la masse cuite.	Sucre obtenu en 3me, 4me, 5me et 6me jet.	Total des sucres obtenus.	Sucres dus à l'osmose.	Prise en charge supre de 6 % par l'osmose.	Rendt de la betterave sans osmose	Rendt de la betterave avec osmose.	Rendt dû à l'osmose % k. betteraves.
735000	1860 hect.	26250	761250	1750 hect.	250000	130000	865000	103750	40000	7.61	8.65	1.03

Dans la première opération on a retiré après l'osmose 250000 kilogrammes de sirop ou 1750 hectolitres de 3e jet rendant 71400 k. de sucre.
id. seconde id. id. 150000 id. 1050 4e » id. 37100 id.
id. troisième id. id. 90000 id. 630 5e » id. 13750 id.
id. quatrième id. id. 60000 id. 400 6e » id. 7750 id.
} à 84°

Total 550000 kilogrammes de sirops travaillés. 130000 k. de sucre.

Il reste environ 60 % de la masse cuite travaillée à chaque opération.
Un hectolitre de masse cuite produit 26 kilogrammes d'eaux d'exosmose.
Frais d'osmose pour un travail de 9000 kilog. de sirops en 24 heures soit 550000 kilog. en 70 jours de travail, avec 4 osmogènes à 80 cadres.

Main-d'œuvre	fr.	2500 00
Charbon 460 tonnes à 15 francs	»	7000 00
Papiers 2000 feuilles doubles à 60 c.	»	1200 00
Divers, ficelles, éclairage, etc.	»	300 00
	fr.	11000 00
A déduire 100000 kilog. eaux d'exosmose concentrées à 4 francs	»	4400 00
Reste net	fr.	6600 00
A ajouter, pour prise en charge supplémre de 40000 k. de sucre à 45 fr.	»	18000 00
	fr.	24600 00
A ajouter pour perte de 240000 kilog. de mélasses à 12 fr. les % kilog.	»	28800 00
Total du coût de l'osmose	fr.	53400 00

Produits provenant de l'osmose seule 103750 k. de sucre titrant 84 degrés en consommation.

Sucre obtenu. . . . 130000 k.
Eaux d'exosmose . . 100000 »
Mélasse . . . . . 50000 »
} L'eau ajoutée par l'osmose et au turbinage produit l'excédant de poids sur les 250000 kilog. mis en travail.

NOTA. — Les frais de charbon et main-d'œuvre incombant aux 26250 kilogrammes de sucre à provenir éventuellement des sirops de 3me jet, sans osmose, sont déduits de ce compte.

Les 50000 kilogrammes mélasses osmosés qui restent ne doivent pas être portés en compte d'osmose.

103750 kilog. sucre à 65 fr. en consommation.	fr.	67437 00
Coût de l'osmose	»	53400 00
Bénéfice de l'osmose	fr.	14037 00

Soit environ 1400 francs par million de kilos de betteraves.

НСТБ НААН

0,200 de sels de chaux, trouvés par la méthode hydrotimétrique, on multiplie par 5 le titre calcique pour avoir la quantité à employer. On prépare une dissolution contenant 500 grammes de carbonate de soude par litre de liquide, correspondant environ à 22 degrés Baumé. Cette solution est versée dans la mélasse à épurer, dans la proportion de 500 grammes de carbonate ou de phosphate de soude pour 100 grammes de chaux. On fait bouillir et on enlève les écumes.

Le sel de soude en se décomposant en présence des sels de chaux de la mélasse, forme 1° du carbonate ou du phosphate de chaux, qui se précipite et qui est retenu à la filtration par le noir animal ou les poches filtrantes. 2° des sels organiques de soude de diverses natures, qui se trouveront éliminés dans le travail d'osmose, puisqu'ils sont diffusibles.

L'oxalate de potasse ou de soude s'emploie de la même manière par dosage des équivalents.

Si, après ce travail, la quantité de sels de chaux dans les mélasses clarifiées n'avait pas diminué sensiblement, il serait bon de filtrer sur un bon noir les produits venant des osmogènes.

Quand, par suite d'un mauvais travail, les mélasses renferment une proportion anormale de glucose, ces sirops sont rétifs à l'épuration osmotique et, pour en attendre de bons résultats, il faut les traiter énergiquement en opérant une défécation avec 2 % de chaux et une partie de chlorure d'ammonium. Il faut ensuite décomposer les sels formés au moyen de l'acide carbonique. On fait bouillir la

mélasse et il se forme un précipité qu'on retient en faisant passer ces sirops dans des filtre-presses garnis de toile serrée.

Un cadre d'osmogène garni d'un papier parcheminé n° 2 de bonne fabrication, peut osmoser en 24 heures 32 kilogr. de mélasse de composition ordinaire et à haute température.

Il faut éviter de faire travailler plus de 80 cadres à la fois par osmogène à cause de la difficulté de répartition régulière de la mélasse dans chaque cadre. Les canaux de circulation de la mélasse à osmoser devraient avoir une section double de celle qu'on leur donne ordinairement pour alimenter 50 cadres.

On a obtenu d'excellents résultats en alimentant chaque cadre séparément par un petit tuyau spécial, adapté à un tuyau général de distribution.

Les ficelles garnissant les cadres des osmogènes, dont la fonction est de soutenir les feuilles de papier contre la pression exercée par la mélasse, peuvent être avantageusement remplacées par une cloison en toile métallique à larges mailles de 5 à 8 centimètres. Le fil métallique en aluminium évite l'ennui du renouvellement des ficelles qui présentent encore d'autres inconvénients au point de vue du travail.

Pour laver l'appareil, on vide l'osmogène et on le remplit uniformément avec de l'eau, en ajoutant un peu à la fois dans l'entonnoir destiné aux mélasses un seau d'eau contenant un litre d'acide chlorydrique pour dissoudre les dépôts calcaires formés sur le papier. On laisse la réaction se faire

pendant 10 minutes et on vide l'appareil pour recommencer l'osmose.

On cuit les sirops d'osmose à 44° 1/2 B^{é} à la température de 65 Réaumur, c'est-à-dire avec une teneur apparente en eau de 18 %. La température de l'empli doit être de 35° Réaumur environ. Au bout de 3 à 6 semaines les sirops sont cristallisés. Si la cuite est plus serrée la température de l'empli devra être augmentée.

Les eaux d'exosmose sont généralement concentrées dans l'appareil à évaporer dans le vide, au moyen des vapeurs perdues et sans addition de vapeur directe.

En temps de fabrication, cette concentration pourrait se faire dans un four ayant la forme d'un grand carneau interposé entre les générateurs et la cheminée. Les gaz chauds ayant ordinairement de 200 à 300 degrés évaporeraient le liquide, qu'on projetterait en pluie au moyen de palettes comme dans les fours à potasse du système Porion.

Procédé de fabrication du sucre sans productlon de produits secondaires.

Pratique du procédé. — Le but du procédé improprement nommé : *osmose calcique,* est la rentrée constante des égoûts de 1^{rs} jets dans le travail courant, afin de ne produire qu'un seul type de sucre de 1^{r} jet cuit en grains. On obtient un rendement % de la betterave égal à celui qu'on obtient actuellement en six jets, dont 4 par l'osmose ordinaire dans les fabriques qui pratiquent ce travail.

Ce procédé permet d'obtenir dans les 24 heures le sucre de la betterave dont l'extraction correspondante par la méthode ordinaire, occasionne des frais jusqu'à la fin de l'été.

Pour atteindre ce but, il faut transformer la nature des sels contenus dans les sirops et traiter ceux-ci par l'osmose de la manière suivante :

Les égoûts de la cuite turbinée sont envoyés dans une chaudière à clarifier ordinaire, où l'on ajoute environ 1 kilogr. à 1^{k},30 de chlorure d'ammonium pour 100 kilogr. d'égoûts. Ce sel livré en petits cristaux d'une teinte grise peut être jeté directement, tel qu'on le reçoit, dans les sirops; il s'y fond immédiatement. On chauffe en mélangeant et on arrête quand l'ébullition commence. Les sirops ainsi traités sont envoyés dans les bacs d'attente des osmogènes, où on les maintient à une température de 100° cent. L'eau qui doit servir au travail d'osmose est chauffée à 75° cent. Dans ces conditions on fait osmose profonde en employant de 10 à 12 fois en eau le volume des sirops à osmoser et en les faisant sortir à une densité de 11 degrés Baumé pris à la température de sortie de l'osmogène. Ils passent ensuite dans un réfrigérant destiné à abaisser leur température jusque 20° cent. environ. On mélange ces sirops refroidis avec les jus allant à la première carbonatation dans une proportion qui peut varier de 10 à 20 % du volume de ces jus, selon la quantité produite.

Théorie du procédé. — Les sirops d'égoûts provenant du turbinage contiennent des sels de potasse

et de soude à acides organiques, ou organates de potasse et de soude, qui sont mélassigènes. Ces sels sont plus difficilement éliminés par l'osmose que les sels minéraux, tels que les chlorures, sulfates et nitrates de potasse et de soude.

Pour changer la nature des sels organiques en sels minéraux, on les met en contact avec du chlorure d'ammonium, et on fait passer les sirops dans les osmogènes. Il se produit pendant l'osmose du chlorure de potassium ou de sodium qui diffuse très-rapidement, surtout à l'état naissant, et en même temps des organates d'ammoniaque. Ces derniers se trouvant en contact avec la chaux qu'on ajoute à la carbonatation, quand on mélange les sirops avec les jus, se transforment en organates de chaux et l'ammoniaque se dégage. Les organates de chaux sont décomposés par l'acide carbonique, et par conséquent, on a éliminé les sels mélassigènes qui se trouvaient primitivement dans les sirops à l'état d'organates de potasse et de soude.

Le contrôle chimique est le même que celui de l'osmose ordinaire. Il peut se borner à l'analyse des sirops osmosés et à celle des eaux d'exosmose, comme il a été indiqué précédemment au chapitre *osmose*.

Le coefficient salin des sirops osmosés doit varier entre 11 et 11.50, et celui des eaux entre 1.10 et 1.20.

En faisant également l'analyse des sirops allant à la cuite on constatera que leur coefficient salin ne s'est guère modifié par suite de l'addition des sirops d'osmose, et qu'il oscille entre 14 et 15 au lieu de

16 à 17, ce qui est en faveur du procédé. — On doit vérifier souvent les pèse-sirops qui s'usent assez rapidement et donnent de fausses indications. Avec le chlorure d'ammonium les papiers parchemin peuvent marcher de 5 à 6 jours.

Si, par hasard, on était obligé de liquider une partie des sirops osmosés, on leur ferait subir une carbonatation à froid avec addition de 20 % de lait de chaux à 22° Baumé ; on chaufferait à 90° après la carbonatation et on coulerait au décanteur. Les jus clairs soutirés seraient envoyés à la deuxième carbonatation, qui se fait dans ce cas comme dans le travail ordinaire. Seulement, comme l'osmose leur a enlevé toute alcalinité, il faudrait quand ils seront carbonatés, ajouter avant l'ébullition environ 1 kilogr. de soude caustique en morceaux par 20 hectolitres de sirop. On les filtrerait ensuite sur du bon noir et on les cuirait au filet pour les envoyer à l'empli ; ils s'y comportent comme des sirops de premiers jets de cuite à air libre et donnent au turbinage un rendement de 70 kilogr. environ de sucre à l'hectolitre de masse cuite.

La première carbonatation se fait à froid afin d'éliminer les combinaisons que l'osmose n'a pas fait disparaître, pour relever le coefficient salin des égoûts ainsi traités à peu près au niveau de celui des sirops de 1^{rs} jets purs.

La preuve de la carbonatation à froid se prend très facilement; les ouvriers saisissent parfaitement et vite le point d'arrêt. On opère de la façon suivante : on prend dans une cuiller en cuivre un peu du jus de la chaudière, on le chauffe sur un bec de

gaz ou une lampe préparée à cet effet ; tant que la masse s'épaissit en chauffant sans se séparer, l'opération n'est pas terminée, mais aussitôt qu'il se produit sur le tour de la cuiller une séparation de jus clair avec formation de dépôt en petits grains rappelant le point d'arrêt d'une bonne défécation par l'ancien système, on ferme l'arrivée du gaz carbonique, on chauffe jusque 85 ou 90° et on coule au décanteur. Le jus clair soutiré passe à la deuxième carbonatation qui se fait sans aucun changement et il suit ensuite toutes les phases du travail ordinaire.

Les modifications à apporter au matériel sont les suivantes :

1° Installation d'un réfrigérant pour ramener la température des sirops chauds sortant des osmogènes jusqu'à 20° cent. Les eaux du réfrigérant vont aux lavoirs à betteraves.

2° Augmenter de 60 % la surface de chauffe des serpentins des chaudières de carbonatation, par rapport à la base indiquée plus haut pour le travail ordinaire.

3° Les proportions de l'appareil de cuite doivent être augmentées de 50 % d'après les données indiquées au même chapitre.

4° Il faut un nombre suffisant de cadres d'osmogènes en comptant un cadre pour le travail de 200 kilogr. betteraves en 24 heures.

Nous faisons suivre quelques tableaux synoptiques permettant de comparer pratiquement les divers procédés d'extraction et de se rendre compte

du détail du prix de revient du sucre dans les usines de diffusion.

Pour une fabrication de 10 millions de kilos de betteraves on peut, en moyenne, fixer comme suit les *frais d'extraction :*

a. *Par presses hydrauliques.*

Main-d'œuvre, à raison de fr. 1-10 par tonne, pour 10 millions		fr.	11.000
Sacs en laine et raccommodages,	id.	»	5.000
Lames de râpe et claies,	id.	»	2.000
	Total	fr.	18.000

b. *Par diffusion.*

Main-d'œuvre, à raison de fr. 0-42 par tonne, pour 10 millions		fr.	4,200
Couteaux de diffusion et affutage,	id.	»	2,300
	Total	fr.	6.500

Différence du coût d'extraction en faveur de la diffusion 11.500 fr. pour 10 millions.

Cet avantage est partiellement contrebalancé par les sommes réalisées en moins sur la vente des pulpes de diffusion, surtout aux débuts de l'application dans les régions où la culture n'est pas familiarisée avec leur emploi.

Compte général des frais de *main-d'œuvre* pour un travail de 120.000 kilogrammes de betteraves en 24 heures, soit 10 millions en 3 mois.

Travail de cour, déchargement, emmagasinage	fr.	0 80
Au lavoir.	»	0 15
Atelier de diffusion, magasin à pulpes	»	0 42
Aux générateurs	»	0 16
Aux machines	»	0 05
Aux mesureurs de la régie	»	0 06
Aux presse-filtres	»	0 15
A la carbonatation	»	0 14
Filtres à noir, monte-jus, femmes pour nettoyer	»	0 07
Evaporation	»	0 06
Cuite	»	0 04
Turbinage	»	0 30
Four à noir	»	0 15
Fours à chaux et à gaz	»	0 15
Osmose	»	0 10
Magasin à sucre	»	0 08
Ouvrages divers pendant l'été, pour entretien du matériel, nettoyages divers, etc.	»	0 60
Turbinage et osmose après la fabrication	»	0 70
Total des frais de *main-d'œuvre* par 1000 k. betteraves	fr.	4 18

Rendement en produits divers de mille kilogr. de betteraves. On suppose une richesse initiale de 10 % de sucre et l'usine montée par diffusion et osmose, et soumise au régime belge d'accise.

La tonne de racines doit rendre 1200 litres de jus marquant 3°8 et 350 kilogr. de pulpe. Une prise en charge de 70 kilogr. de sucre, grevés de fr. 33-40 d'impôt, y compris les 6 % d'accise supplémentaire du chef de l'osmose.

On obtient 200 litres de sirop à 22° Baumé (chaud) qui produiront en *masse cuite* :

70 litres	1r	jet,	donnant	60k9	sucre	1r	jet, titrant	90°
30 »	2e	»	»	12.6	»	2e	» »	84°
17.5 »	3e	»	»	6.3	»	3e	» »	85°
10.5 »	4e	»	»	3.5	»	4e	» »	86°
6.3 »	5e	»	»	1.9	»	5e	» »	87°
5.5 mélasse				85.2				

Rendement des masses cuites avec osmose.

100 litres	de	masse	cuite	1r	jet	donnant	87 k. sucre 1r jet.
42 »		»		2e	»	»	18
25 »		»		3e	»	»	9
15 »		»		4e	»	»	5
9 »		»		5e	»	»	2
						Total	121 k. sucre,

il reste, après osmose et cuite, 5 1/2 litres mélasse.

Or, 100 kilogr. betteraves donnant 7 litres environ de masse cuite 1er jet, on aura la proportion 100 lit. : 121 kil. :: 7 lit. : x, $x = 8{,}47$ de sucre. Sept litres de masse cuite pèsent 10 1/2 kilogr., soit 10 1/2 p. c. de la betterave.

C. Méthode mixte par l'emploi des saccharates.

1. Considérations théoriques.

Dans la plupart des fabriques de sucre, on a recours au traitement des jus de betterave et des égoûts par les méthodes dont nous venons d'esquisser le fonctionnement.

Un progrès plus radical, qui s'imposera bientôt partout, c'est l'emploi des procédés supprimant la mélasse, et permettant de clôre les travaux de fabrication quelques jours après l'arrivée de la dernière betterave au coupe-racine.

Les procédés, dits *aux saccharates*, mènent directement à ce résultat : ils permettent d'immobiliser dans un composé calcique tout le sucre qui, dans le mode ancien, se dépose en arrière-cristallisations successives ; ce mélange chimique retourne au jus vert, qu'il enrichit, et par un mouvement de navette, non interrompu, le travail des arrière-produits se trouve de fait, supprimé, l'usine donnant le tout en un jet unique.

« Les efforts qui ont été faits dans ces dernières années (1) en vue de retirer, par des méthodes chimiques, le sucre contenu dans les mélasses, ont fait naître une série de procédés reposant tous, sauf l'osmose de Dubrunfaut, sur la formation de sucrates insolubles qu'on purifie et qu'on décompose afin d'obtenir une solution sucrée susceptible de cristalliser. Dans l'industrie, les sucrates de chaux et de strontiane sont les seuls employés : la théorie et la pratique des procédés à la strontiane et pour ceux à la chaux (où on sépare les sucrates par l'alcool) ont donné lieu à des études très complètes. Il n'en est pas de même pour les procédés inventés par M. l'ingénieur C. Steffen qui suit *la substitution* et le procédé dit *la séparation*.

Ces méthodes font intervenir des réactions chimiques extrêmement intéressantes qui sont peu connues des personnes ne s'occupant pas de l'industrie sucrière. Je ne m'occuperai pas de la pratique industrielle de ces procédés qui ont été décrits dans

(1) Chem. Zeitung, durch die Deutsche-Zucker industrie, 2 nov. 1883. Traduit pour la sucrerie belge par R. R.

les journaux spéciaux, je m'arrêterai exclusivement à l'étude de réactions chimiques sur lesquelles ces inventions reposent.

Le plus ancien de ces deux procédés, la *substitution* consiste à mélanger les mélasses avec de l'eau et de la chaux de manière à former un saccharate monobasique de chaux. En portant le liquide à l'ébullition on précipite du saccharate tribasique qu'on sépare du liquide dans lequel il s'est formé ; ce liquide renferme les deux tiers du sucre qui s'y trouvait primitivement et en plus presque tout le non-sucre. Dans ce liquide on ajoute de rechef du sucre sous forme de mélasse et de la chaux, afin de reconstituer de nouveau du saccharate monobasique qui est soumis à une nouvelle ébullition et précipitation de saccharate tribasique. Ces opérations se renouvellent un certain nombre de fois jusqu'à ce que la quantité de non-sucre ait atteint un certain chiffre. On sépare alors une portion du liquide, qu'on dissoudra au moyen d'additions de chaux. Le liquide restant est abandonné ; on élimine ainsi journellement une quantité de non-sucre égale à celle qu'on introduit dans le travail par l'addition de la mélasse.

Dans le principe, la préparation du saccharate monobasique de chaux se faisait suivant la méthode connue depuis longtemps et qui consistait à mélanger à basse température (10 à 15, maximum 18° c.) une solution sucrée de 5 à 6 p. c. de sucre ou un lait de chaux. La durée du mélange était de 14 à 16 heures.

La chaux se dissout lentement en quantité con-

forme aux tables dressées par Peligot et Berthelot; la quantité de chaux qui se dissout augmente par le refroidissement du mélange comme l'a signalé d'abord Lamy.

A des températures de	0	15	30	50	70	100°C.
dans 1000 gr. d'eau se dissolvent	1.40	1.30	1.17	0.96	0.79	0.60 g. de chaux.
dans 1000 gr. d'eau à 10 p. c. de sucre. dissolvent	25.0	21.5	12.0	5.3	2.3	1.55 g. de chaux.

Si, au lieu d'employer de l'hydrate de chaux on introduit de la chaux vive en gros morceaux, elle se dissout avec une forte élévation de température sans former du saccharate. La réaction est toute autre lorsqu'on mélange la chaux vive sous forme de poudre fine.

Lorsqu'on introduit de la chaux vive pure (1 molécule) et très fine, dans une solution sucrée (1 molécule) de concentration moyenne (6 à 12 p. c.) et de température moyenne et qu'on brasse le mélange de manière à bien répartir la chaux dans le liquide, elle se dissout instantanément avec formation immédiate de saccharate monocalcique. Avec un liquide de moyenne concentration, la réaction est d'autant plus rapide et plus complète que la chaux est plus pure et plus récemment calcinée et que le liquide est plus froid. Même avec des liquides, très dilués et malgré la présence d'une grande quantité d'eau, la chaux se combine complètement au sucre, ce qui prouve que dans ce cas la chaux a plus d'affinité pour le sucre que pour l'eau. La chaux ne s'hydrate pas directement et la réaction n'est accompagnée que d'une élévation de température à peine sensible (4 à 5°). Si la poussière de chaux renferme

encore des particules plus grosses, ou bien lorsqu'il y a un excès de chaux, chose qu'on ne peut éviter lorsqu'on se sert de chaux ordinaire, cet excès ne se dissout pas, mais il s'hydrate avec accompagnement de chaleur. L'hydrate ainsi formé se dissout en partie dans le saccharate, mais la majeure partie se dépose sur le fond du réservoir. Le saccharate soluble ainsi obtenu ne renferme que du saccharate monocalcique, ainsi que des expériences exécutées avec des matières absolument pures et des quantités moléculaires me l'ont démontré. Ce saccharate est complètement précipitable au moyen de l'alcool et possède la composition indiquée par la formule $C^{12}\ H^{22}\ O^{11} + 2\ H^2\ 0$; il perd son eau d'hydratation à 100°C. Ce saccharate ainsi desséché se présente sous forme d'une masse blanche amorphe, très soluble dans l'eau froide ; la solution aqueuse se trouble par la chaleur, s'éclaircit par refroidissement et se décompose à l'ébullition en sucre libre et en saccharate tricalcique.

L'analyse de ce saccharate a donné :

	Trouvé	Calculé d'après $C^{12}\ H^{22}\ O^{11}\ CaO$
C	35.97 — 35.89	36.18
H	5.61 — 5.63	5.52
O	48.32 — 48.36	48.25
Ca	10.10 — 10.12 — 10.10 — 10.08	10.05

D'après Benedikt (1) le saccharate monocalcique aurait pour formule $C^{12}\ H^{20}\ CaO^{11}$; cet auteur aurait trouvé pour composition de ce saccharate :

(1) Berichte der deutschen chem. gezellschaft, 6, 413.

	Trouvé	Calculé d'après $C^{12} H^{20} CaO^{11}$
C	37.44	37.89
H	5.57	5.27
O	46.19	46.32
Ca	10.80 — 10.67 — 10.78	10.52

Il faudrait de nouvelles recherches pour s'assurer si le saccharate que Benedikt a analysé ne contenait pas certaines impuretés provenant du mode de préparation (au moyen de chlorure de magnesium et de l'hydrate de chaux), ou bien si le saccharate ainsi obtenu avait la composition indiquée. Dans tous les cas je crois avoir eu entre les mains une substance unique (1).

Si on ajoute à une dissolution sucrée ou à une solution de saccharate monocalcique, dans les mêmes conditions précédemment décrites, une quantité de chaux vive en poudre équivalente à 2 molécules pour 1 molécule de sucre (ou bien dans le cas du saccharate monocalcique encore 1 monécule de chaux) et si on brasse rapidement le tout, on observe également une faible élévation de température et on obtient un saccharate bicalcique. Si la quantité de chaux est moindre, c'est-à-dire moins de 2 molécules de chaux pour 1 de sucre, il se forme du saccharate monocalcique en même temps que du saccharate bicalcique. Si au contraire il y a excès de chaux il se forme de l'hydrate de chaux.

On peut facilement isoler le saccharate bicalcique de la liqueur dans laquelle il s'est formé ; cela se fait très bien en refroidissant la solution au moyen

(1) Les saccharates monobarytiques et strontiques ont également pour formules $C^{12}H^{22}O^{11}BaO$ et $C^{12}H^{22}O^{11}SrO$. — D'après Herzfeld la maltose donnerait lieu à une combinaison indiquée par la formule $C^{12}H^{20}CaO^{11}$.

de la glace et dans ce cas on obtient parfois des cristaux très volumineux blancs et beaux qui répondent à la formule $C^{12} H^{22} O^{11}$ 2 CaO. Ces cristaux ne renferment pas d'eau combinée, ils se dissolvent dans 32.6 parties d'eau froide ; en faisant bouillir cette solution ce saccharate se décompose en saccharate tricalcique et en sucre libre.

L'analyse du saccharate bicalcique m'a donné :

	Trouvé			Calculé d'après $C^{12} H^{22} O^{11}$ 2 CaO
C	31.66	—	—	31.73
H	5.01	4.80	—	4.84
O	38.61	—	—	38.76
CaO	24.72	—	24.69 — 24.73	24.67

Lorsque ce saccharate cristallise à une température un peu plus élevée comme cela se passe généralement, il se produit des cristaux renfermant de l'eau de combinaison ; il ne m'a cependant pas été possible d'obtenir dans ce cas des chiffres constants, les analyses amènent à conclure qu'il y a 2 à 3 molécules d'eau combinée.

	Trouvé			Calculé d'après $C^{12} H^{22} O^{11}$ $^{2}Ca + {}^{2}H_2O - C^{12} H^{22} O^{12}$ $^{3}CaO + {}^{3}H^{2}O$	
C	28.80 — 28.86		—	29.38	28.34
H	5.42 — 5.43		—	5.31	5.52
O	49.70 — 49.79		—	48.98	50.39
Ca	16.08 — 15.92	—	10.2	16.33	15.75

Pour produire ce saccharate, cristallin, bicalcique, il est absolument indispensable d'employer de la chaux vive très fraîche, ne renfermant pas d'hydrate et aussi finement divisée que possible. Il faut encore que le mélange s'opère très rapidement et très uniformément, sinon il n'est pas possible d'éviter une hydratation partielle de la chaux. On

obtient des solutions qui contiennent à côté de saccharate monocalcique et bicalcique, des quantités variables d'hydrate dissout. Ces solutions ne sont cependant ni des réactions ni des produits constants.

Si on cherchait à précipiter complètement tout le sucre contenu dans une solution aqueuse en y introduisant directement une plus grande quantité de chaux (3 molécules de chaux pour 1 molécule de sucre), on peut facilement se convaincre que cela ne réussirait pas de cette façon.

Il se produit, suivant les circonstances, des masses amorphes et des solutions aqueuses qui renferment du sucre et de la chaux en proportions très variables, et hors desquelles il n'est pas possible d'isoler un produit de composition régulière de quelque manière que ce soit. Malgré tout, il est possible d'obtenir une précipitation complète de sucre, lorsqu'une condition remarquable, et qu'il est difficile de prévoir, se trouve réalisée. L'addition de la chaux ne doit pas s'opérer en une seule fois, mais il est nécessaire de préparer d'abord une solution sucrée saturée de chaux, c'est-à-dire une solution de saccharate bicalcique. Si on introduit dans une solution semblable — en observant certaines conditions, comme nous verrons plus loin, une nouvelle quantité de chaux en poudre — il se produit immédiatement une précipitation de saccharate et on obtient ainsi non une précipitation partielle du sucre, mais une précipitation absolument complète.

Pour démontrer la chose, disons d'abord que lorsque par ce procédé on traite des mélasses contenant des substances lévogyres, on obtient des

lessives qui sont elles-mêmes lévogyres, ce qui prouve bien que tout le sucre doit en être retiré.

Pour obtenir une précipitation complète du sucre, il faut observer les conditions essentielles indiquées ci-après : — 1°) pulvérisation la plus complète possible de la chaux qui doit être fraîche, bien brûlée et exempte d'hydrate. Cette chaux doit être réduite en poudre impalpable; — 2°) la solution sucrée doit être de concentration moyenne qui peut osciller de 6 à 12 p. c., mais qui se rapprochera cependant du premier de ces deux chiffres ; — 3°) le liquide doit avoir une température moyenne et ne jamais dépasser 35°C ; les températures basses favorisent les réactions. Il est, par conséquent, nécessaire de refroidir le liquide qu'on vient de saturer de chaux, attendu que par cette opération on a élevé la température du liquide de 6 à 8°C.

Quand ces conditions se trouvent observées on réussit, en ajoutant une nouvelle quantité de chaux en poudre, à précipiter sous forme de saccharate tout le sucre que le liquide renfermait et cela sans intervention de chaleur et sans l'emploi de l'alcool.

Comme il est nécessaire d'ajouter toujours un petit excès de chaux dans la solution sucrée saturée de chaux, afin d'obtenir une précipitation complète du sucre, il en résulte qu'on n'obtient pas toujours un produit d'une composition constante ; on peut cependant démontrer facilement que le précipité se compose de saccharate tricalcique contenant un peu de chaux non combinée, et non pas comme on l'avait supposé un saccharate renfermant quatre atomes de chaux. Le précipité n'est, en effet, pas

incomplètement insoluble dans l'eau, mais seulement difficilement soluble dans 200 parties. Par contre, il est complètement insoluble dans une solution aqueuse saturée de saccharate tribasique, qui renferme par conséquent dans 100 parties environ 0,5 parties de trisaccharate. Si, au contraire, on mélange le saccharate tribasique avec de l'eau pure, celui-ci perd immédiatement 0,5 p. c. par dissolution et cette solution de saccharate commence alors à dissoudre une partie de l'excès de chaux employée.

Si on sépare rapidement le précipité du liquide et qu'on recommence cette opération un certain nombre de fois, le précipité perd tout le trisaccharate qu'il contenait et la chaux en excès reste débarrassée de sucre. La solution pure saccharate tribasique de chaux se précipite lorsqu'on évapore le liquide dans le vide. Ce saccharate a une composition de :

	Trouvé	Calculé
C	25.30	25.53
H	5.14	4·96
O	38.12	48.23
Ca	21.44	21.28

En précipitant la chaux hors de la solution et en polarisant le liquide, on peut facilement se convaincre que le rapport entre le sucre et la chaux est comme 1 : 3. Quelques analyses ont donné les résultats suivants :

1 : 2.98	
1 : 3.08	Moyenne 1 : 3.07
1 : 3.10	
1 : 3.07	
1 : 3.12	

Par contre, on peut également enlever par disso-

lution la chaux en excès que le précipité renferme, lorsqu'on le lave à diverses reprises avec une dissolution sucrée d'un titre connu et si on détermine après chaque opération : d'une part le rapport du sucre à la chaux dans le résidu, d'autre part l'augmentation de sucre et de chaux que subit le liquide filtré. Si on procède avec suffisamment de rapidité et de prudence, ce qui ne s'acquiert que par quelques essais, on réussit à obtenir un saccharate tribasique de chaux dans lequel le rapport de sucre à la chaux est de 1 : 3. Ce saccharate est soluble immédiatement dans un liquide sucré de concentration moyenne, ce qui prouve qu'on n'a pas affaire à un simple mélange de sucre ou d'un saccharate avec de la chaux. L'analyse a accusé :

	Trouvé	Calculé
C	25.29	25.53
H	5.18	4.85
O	48.12	48.25
Ca	21.45	21.28

La saccharate tribasique obtenu à froid différant en plusieurs points du saccharate tribasique obtenu à chaux, ces différences sont très avantageuses au point de vue industriel. Le saccharate obtenu par la coction du saccharate monobasique conserve toujours une texture plus ou moins pâteuse. Bien qu'il montre une structure légèrement cristalline lorsqu'on le produit à chaud sous pression, il constitue cependant une masse amorphe, consistante et impénétrable aux liquides, de telle sorte qu'il ne se laisse pas laver directement.

Le saccharate obtenu par la nouvelle méthode

possède, au contraire, une structure granuleuse qui se rapproche de celle du saccharate bibasique de strontium ; c'est une matière qui se laisse facilement séparer de la lessive-mère soit par filtration, soit par turbinage, et qui se laisse parfaitement laver. C'est un point d'une importance capitale au point de vue du désucrage des mélasses par ce nouveau procédé.

Le saccharate tribasique possède la formule $C^{22}\ H^{22}\ O^{11}.\ ^3CaO + ^3H^2O$ et, desséché dans le vide, contient 3 molécules d'eau de cristallisation. L'incinération de 1 gramme de la matière a donné

0,9284 gramme CO^2 = 0,2532 gr. C = 25,32 p. c. C
8,4599 gr. H^2O = 0,0511 gr. H. = 5,11 p. c. H

tandis que la formule citée plus haut exige

25,5319 p. c. C ; 4,9616 p. c. H ; 48,2269 p. c. O ; 21,2766 p. c. Ca.

Comme nous l'avons dit plus haut, ce saccharate est soluble dans 200 parties d'eau froide.

Si on ajoute du sucre de manière à modifier le rapport de 1 : 3 du sucre à la chaux, le saccharate commence à se décomposer en saccharate monobasique et en hydrate de chaux. Cette décomposition continue proportionnellement à la quantité de sucre ajouté ; en ajoutant une grande quantité de sucre libre, la réaction est accélérée. Une augmentation de la température produit une réaction analogue ; du moment ou la température atteint 30 à 35°C, la décomposition en saccharate monobasique et en hydrate de chaux commence et d'autant plus rapidement et plus complètement que la température est forte.

En diluant le liquide l'action de la température est moins marquée, c'est-à-dire que des liqueurs diluées se décomposent moins facilement et seulement à une température plus élevée. Lorsque le saccharate contient de la chaux libre provenant de ce qu'on a été obligé d'ajouter un excès de chaux, cette chaux libre provoque également une décomposition ; il est probable qu'en s'hydratant elle occasionne une augmentation de température qui est suffisante pour provoquer la décomposition.

Les conditions citées, entre la température et la concentration, ne se font pas seulement remarquer à l'égard du saccharate produit, mais sont encore d'une importance capitale pour les réactions entre le sucre et la chaux. On devra également éviter les augmentations de température lorsqu'on prépare la solution au moyen de la chaux en poudre. L'augmentation de température peut provenir : 1° de ce que la température initiale de la solution était trop élevée ; 2° de ce que la chaleur produite par la réaction est trop considérable — ce qui dépend de nouveau de la température initiale de la solution et de sa concentration.

Comme il est difficile dans la pratique industrielle d'éviter un excès de chaux, il n'est pas facile d'établir *à priori*, sans faire des essais spéciaux, si cette augmentation de la température doit être attribuée en tout ou en partie à l'hydratation du saccharate anhydre d'abord formé, etc. La nature du saccharate permet de supposer que sa formation est accompagnée d'un dégagement de chaleur et il serait très intéressant d'étudier ces réactions entre le

sucre et la chaux au point de vue thermochimique.

La température, lors de la préparation de la solution saturée de chaux, ne peut pas dépasser 40-35°C, il en est de même lors de la formation du saccharate.

Plus la température initiale est basse et moins elle s'élève pendant la réaction, et plus aussi les combinaisons se font rapidement et complètement.

On réussit le mieux en introduisant la chaux, par petite portion, dans le liquide refroidi, en ayant soin que la température ne s'élève pas pendant la période de saturation du liquide par la chaux. On procède de la même manière pendant la période de précipitation du saccharate.

Lorsqu'on prépare, à une température convenable, la liqueur saturée de chaux et qu'on y précipite le saccharate, les deux opérations peuvent se suivre immédiatement et se passer dans le même récipient ; on doit seulement avoir soin d'introduire la chaux en petite quantité, en laissant entre deux additions consécutives un temps suffisant pour que le liquide ne s'échauffe pas.

Le refroidissement de la solution doit être d'autant plus énergique que la température initiale est plus élevée et que la concentration est plus forte. Par contre, on pourra ajouter une plus grande quantité de chaux en une fois, plus la température est basse ou lorsque la solution est très pauvre en sucre, les deux opérations peuvent se suivre immédiatement et on peut ajouter la chaux presqu'en une fois ; cela est également le cas lorsqu'on refroidit énergiquement pendant la précipitation.

Lorsque ces conditions sont satisfaites on réussit à retirer tout le sucre contenu dans une solution sucrée en y ajoutant une quantité de chaux égale à 3 de chaux pour 1 de sucre. Le saccharate ainsi produit doit nécessairement être du saccharate tribasique et non un autre.

Le saccharate tribasique précipité ne se conserve pas, même lorsqu'il est pur ; après deux ou trois semaines de conservation la teneur en sucre diminue et en même temps la quantité de chaux précipitable par l'acide carbonique diminue dans une proportion équivalente.

Cela démontre que le sucre combiné à la chaux subit une lente décomposition ; Bodenbender a remarqué des phénomènes semblables lorqu'il a étudié les combinaisons de sucre avec les bases. Un saccharate pur, séparé par moi au moyen de sucre pur et de chaux pure ne renfermait plus de traces de sucre après une conservation de cinq années ; la chaux s'y trouvait combinée aux acides carbonique, acétique, formique et oxalique. Plus le saccharate est sec et mieux il se conserve ; il semble cependant démontré que son eau de combinaison suffit pour l'altérer et favoriser sa décomposition.

Il est digne de remarquer que le sucre obtenu par ce procédé ne cristallise pas comme le sucre ordinaire, mais qu'il se rapproche du sucre obtenu par la strontiane.

Les cristaux de sucre obtenus par la *séparation* ont la forme d'aiguilles qui s'enchevètrent ou de tables planes et très minces. Les recherches de Schoof ont démontré que le cristal est allongé dans

le sens de son axe de symétrie et qu'il a pour notation ∞ P $\bar{\infty}$ et + P ∞. Lorsqu'on redissout ce sucre dans l'eau et qu'on le fait recristalliser, il prend la forme normale quoique la cristallisation se fasse beaucoup plus lentement que pour les candis ordinaires. Si on se sert d'alcool ou d'acétone comme dissolvant et qu'on laisse cristalliser le sucre, la forme anormale persiste..

La cause de cette forme cristalline anormale n'est pas connue. On a supposé que plusieurs cristallisations consécutives du sucre dans des solutions légèrement alcalinisées par la chaux ou la strontiane, favorisaient la production de la forme cristalline dont nous nous occupons.

Je ne crois plus à la vérité de cette hypothèse depuis que j'ai vu des sucres, cristallisant comme le sucre de strontiane, provenant de sucreries où on ne désucrait pas les mélasses.

2. Pratique du procédé dit DE SÈPARATION, dû à Steffen (1).

Dans le procédé *de séparation* (Ausscheidung) l'on forme, à froid, un saccharate tribasique de chaux, insoluble, en ajoutant une quantité suffisante de chaux vive dans une solution diluée de mélasse.

La chaux employée doit être fraîchement cuite et être réduite en poudre impalpable : c'est sous cette forme qu'on l'introduit dans la dissolution sucrée.

Nous commencerons donc par décrire l'ensemble

(1) La Sucrerie belge, 15 janvier 1884. R. R.

des appareils destinés à pulvériser et à tamiser la chaux vive.

La chaux, telle qu'elle sort du four, est concassée en menus fragments au moyen d'un appareil généralement connu dans l'industrie métallurgique sous le nom de *concasseur* ou *broyeur américain*. Il se compose de deux mâchoires cannelées, en fonte, inclinée l'une par rapport à l'autre et dont l'une est mobile. Cette mâchoire mobile est commandée au moyen de pièces jouant le rôle de levier, par un excentrique, qui la rapproche et l'éloigne de la mâchoire peut se régler à volonté et donner des fragments de grosseur variable.

La chaux ainsi concassée est amené par un élévateur dans le moulin proprement dit, qui se compose de deux meules en silex de $1^{m}25$ de diamètre ; la meule inférieure est seule mobile et reçoit son mouvement de rotation par un système d'engrenages placés au-dessous du moulin. Celui-ci est pour le reste entièrement semblable aux moulins à blé.

La chaux moulue est de nouveau reprise par un élévateur et amenée dans les appareils tamiseurs. Toutefois, avant d'entrer dans les blutoirs, la poussière de chaux doit passer sur un appareil magnétique destiné à retenir les petits morceaux de fer qui pourraient se trouver accidentellement dans la chaux.

L'appareil tamiseur se compose de deux tambours garnis de tissus métalliques. Le premier tambour sert de blutoir préparatoire et enlève hors de la farine les petits morceaux de chaux, qui, s'ils entraient dans le second blutoir, pourraient le dété-

riorer. Le refus de ce blutoir retourne au moulin à chaux. La farine se rend ensuite à un second blutoir qui est constitué également par un tambour revêtu d'une *gaze* métallique, en laiton, dont les mailles sont suffisamment petites pour qu'il puisse s'en trouver 2,000 dans un centimètre carré.

Afin de forcer la poussière de chaux à passer au travers de cet appareil, celui-ci renferme un arbre garni de palettes qui projette la farine sur le tissu du tambour. De là le nom de *blutoir centrifuge* donné à l'appareil. Le refus de ce blutoir retourne également au moulin. Inutile d'ajouter que ces blutoirs sont enfermés dans des caisses bien closes qui ne permettent pas à la poussière de chaux de se répandre au dehors. Du reste des aspirateurs placés en divers endroits de l'atelier de pulvérisation en renouvelle constamment l'air et entraînent la petite quantité de poussière qui pourrait se répandre dans l'atmosphère. Cette installation est fort bien comprise.

En sortant du blutoir la farine de chaux passe par un mesureur composé d'une boîte cylindrique dans laquelle se meut un tourniquet à quatre bras qui partage la boîte en quatre parties égales. La contenance totale de la boîte est de 20 kilogr. de chaux ; chaque quart, c'est-à-dire la quantité renfermée entre deux ailerons consécutifs du tourniquet, est donc de 5 kilogr.

De là, la chaux tombe par un caniveau en pente dans un *réfrigérant-mélangeur*.

Cet appareil, sauf les dimensions, ressemble assez bien à une caisse d'évaporation avec tuyaux verticaux. Il se compose donc d'une caisse tubulaire

dont la surface des tuyaux est de 60 mètres carrés; elle est surmontée d'une petite calandre munie de regards et de lunettes et qui porte un dôme. Le liquide à préparer circule dans les tuyaux ; l'eau destinée à le refroidir baigne ceux-ci ; elle entre par le bas de la caisse pour sortir par le haut. Les deux plaques tubulaires sont réunies, au centre, par un large tuyau dans lequel se meut une hélice qui reçoit son mouvement d'un arbre qui passe à travers le dôme de l'appareil. Le liquide est refoulé par cette hélice au travers des tuyaux de la caisse tubulaire, il subit ainsi un brassage énergique et se refroidit très rapidement en passant par les tuyaux immergés dans l'eau froide.

La contenance de cet appareil est de 25 hectolitres. Afin que le travail soit continu, il y a deux réfrigérants-mélangeurs semblables pour un travail journalier d'environ 15,000 kilogr. de mélasse.

Pour commencer le travail, on introduit dans le réfrigérant-mélangeur un certain volume d'eau froide qui servira à diluer la mélasse ; celle-ci est mesurée dans le vase mesureur *c*. On mélange ainsi mélasse et eau de manière à former 25 hectolitres d'un liquide renfermant 7 kilogr. de sucre par hectolitre. La quantité de sucre mise en œuvre est donc de $7 \times 25 = 175$ kilogr. pour chaque opération.

Avant d'ajouter la chaux, il faut que le liquide soit refroidi à 15° centigrades au moins ; on arrive aisément à cette température avec de l'eau ayant une température de 13 à 14° C.

Pour 100 kilogr. de sucre contenu dans le liquide, on doit y incorporer 130 kilogr. de chaux en poudre ;

c'est du moins ainsi que cela se passait à Sarsted. Remarquons toutefois que par la quantité de chaux qu'on doit mettre en présence du sucre, nous aurons à introduire dans le refrigérant-mélangeur une quantité de chaux égale à $\frac{175 \times 130}{100} = 227$ kilogr., soit en chiffre rond 220 kilogr., c'est-à-dire onze tourniquets à 20 kilogr.

L'introduction de la chaux dans le liquide refroidi se fait par petites portions (1/4 de tourniquet) en laissant un petit intervalle entre deux chargements consécutifs. Cette dernière condition est nécessaire afin de laisser au liquide le temps de se refroidir, car il s'échauffe légèrement par l'introduction de la chaux. A aucun moment de l'opération le liquide ne doit dépasser 15° C. Toute l'opération prend environ une heure.

Il se forme du saccharate tribasique insoluble.

Le saccharate ainsi formé contient un excès de chaux libre : en effet, à 100 de sucre en poids, il ne se combine que 49 de chaux pour former du saccharate tribasique ; or, nous avons ajouté 130 de chaux ; il reste donc $130 - 49 = 81$ kilogr. de chaux libre dans le saccharate.

Lorsque l'opération de la *séparation* est achevée, on refoule le contenu du réfrigérant-mélangeur, à travers les filtres-presses. La lessive-mère qui s'écoule est suffisamment appauvrie en sucre pour n'avoir plus à s'en occuper au point de vue de l'extraction du sucre qu'elle contient. Cette lessive est donc abandonnée et peut trouver son emploi comme engrais dans l'agriculture.

Le saccharate retenu dans le filtre-presse doit être débarrassé de la lessive-mère qu'il retient dans ses pores.

Ce lavage se fait dans le filtre-presse même, qui pour ce motif est disposé comme les filtres-presses à désucrage ou lavage absolu que tout le monde connaît.

La première partie de l'eau froide employée au lavage des tourteaux de saccharate va se mélanger avec la lessive-mère dont le volume total est d'environ 600 litres pour 100 kilogrammes de mélasse travaillée.

La seconde portion de l'eau de lavage sert à diluer la mélasse dans le réfrigérant-mélangeur.

Après le lavage, le saccharate obtenu a un quotient de pureté d'environ 96.

Il se présente sous la forme d'une masse pâteuse blanche à texture cristalline. C'est à cause de sa texture cristalline qu'on peut si aisément le laver dans le filtre-presse, chose qui n'est pas possible avec le saccharate tribasique obtenu à chaud dans la *substitution*. Ce saccharate sortant des presses est recueilli par un transporteur à hélice et introduit dans un moulin-malaxeur, où on le mélange avec du jus de betteraves, de manière à en faire un lait de saccharate qu'on utilisera en lieu et place du lait de chaux.

Nous avons vu comment le saccharate s'obtient; il nous reste à voir comment on l'utilise conjointement avec le jus de betteraves.

Remarquons d'abord que la totalité presqu'entière de la chaux employée à la *séparation* entre dans le

saccharate. Cette chaux y est en partie combinée au sucre, et en partie libre.

Si la quantité de chaux nécessaire pour l'épuration chimique du jus de betteraves est sensiblement égale à la quantité totale de chaux employée à la séparation, le cas est simple, il ne s'agit que d'introduire le saccharate dans le jus tout comme on le fait du lait de chaux. Cette circonstance se présente lorsqu'on emploie 3 p. c. de chaux en poids de betteraves et qu'on travaille, par la séparation environ 5 de mélasse également pour 100 de betteraves.

Si, au contraire, la quantité de chaux employée pour l'épuration des jus est moindre que la somme de celle qui existe dans le saccharate, il y a lieu d'éliminer hors du saccharate (constitué par un mélange de saccharate tricalcique et de chaux libre), une quantité de chaux libre, non combinée égale à la différence entre la totalité de la chaux qui se trouve dans le saccharate et la quantité de celle nécessaire à l'épuration des jus de betteraves.

Dans ce dernier cas, voici comment on procède :

Le lait de saccharate est envoyé à la fabrique et vient se rassembler dans un réservoir, où un agitateur mécanique maintient un mélange uniforme. Une partie de ce saccharate est mesuré dans un bac mesureur et introduit dans le bac saturateur, en même temps que le jus de betteraves. La quantité de saccharate employé à la première carbonatation peut varier ; généralement on prend une quantité de saccharate suffisante pour mettre deux parties de chaux vive en contact avec le jus provenant de 100 kilogrammes de betteraves. Lorsque la carbo-

natation est achevée, on refoule le contenu du bac dans les filtres-presses de première carbonatation.

Le jus clair des presses est envoyé dans un bac mélangeur, où on mélange au jus tout le saccharate restant (c'est-à-dire tout le saccharate produit, moins celui employé à la première carbonatation).

Le *saccharate tribasique* de chaux est *entièrement soluble* dans le jus sucré ; la chaux libre qui se trouvait mélangée au saccharate est au contraire insoluble, il ne s'agit donc plus que de refouler le contenu du malaxeur à travers un filtre-presse pour éliminer la quantité de chaux qu'on avait en excès. Cette chaux est lavée dans les filtres-presses ; les petits-jus sucrés rentrent avec les jus. La chaux désucrée peut être utilisée comme chaux hydratée soit pour la confection de mortier, amendement du sol, etc.

Le jus clair qui s'écoule du filtre-presse et qui s'est chargé d'une certaine quantité de saccharate, va à la seconde carbonatation. Cette opération se fait de la manière ordinaire ; les jus carbonatés sont refoulés par monte-jus à travers les filtres-presses de seconde carbonatation.

Nous avons pu constater *de visu* que les jus, sirops et masses-cuites obtenus à l'usine de Sarsted étaient d'excellente qualité tant comme coloration, que comme qualité. La quantité de noir employée était d'environ 7 p. c. en poids de betteraves.

Les pertes en sucre résultant de ce travail se produisent, d'une part dans la lessive épuisée, d'autre part dans la chaux séparée dans les filtres-presses, là où les circonstances que nous avons décrites, rendent cette élimination de chaux nécessaire.

Les frais d'installation, pour ce système, y compris la prime du brevet (1), doivent s'élever à environ cent mille francs.

Plusieurs usines se montent actuellement en Allemagne (2) pour le travail direct des mélasses par le procédé de la séparation ; nous aurons soin de tenir nos lecteurs au courant de ce qui se fera dans cette voie.

(1) En prenant pour base le chiffre fixé en Allemagne.

(2) Plusieurs usines belges travailleront également par le procédé de *la Séparation* durant la campagne 1884-85. (J. C.).

ННСГБ НААН

natation est achevée, on refoule le contenu du bac dans les filtres-presses de première carbonatation.

Le jus clair des presses est envoyé dans un bac mélangeur, où on mélange au jus tout le saccharate restant (c'est-à-dire tout le saccharate produit, moins celui employé à la première carbonatation).

Le *saccharate tribasique* de chaux est *entièrement soluble* dans le jus sucré ; la chaux libre qui se trouvait mélangée au saccharate est au contraire insoluble, il ne s'agit donc plus que de refouler le contenu du malaxeur à travers un filtre-presse pour éliminer la quantité de chaux qu'on avait en excès. Cette chaux est lavée dans les filtres-presses ; les petits-jus sucrés rentrent avec les jus. La chaux désucrée peut être utilisée comme chaux hydratée soit pour la confection de mortier, amendement du sol, etc.

Le jus clair qui s'écoule du filtre-presse et qui s'est chargé d'une certaine quantité de saccharate, va à la seconde carbonatation. Cette opération se fait de la manière ordinaire ; les jus carbonatés sont refoulés par monte-jus à travers les filtres-presses de seconde carbonatation.

Nous avons pu constater *de visu* que les jus, sirops et masses-cuites obtenus à l'usine de Sarsted étaient d'excellente qualité tant comme coloration, que comme qualité. La quantité de noir employée était d'environ 7 p. c. en poids de betteraves.

Les pertes en sucre résultant de ce travail se produisent, d'une part dans la lessive épuisée, d'autre part dans la chaux séparée dans les filtres-presses, là où les circonstances que nous avons décrites, rendent cette élimination de chaux nécessaire.

Les frais d'installation, pour ce système, y compris la prime du brevet (1), doivent s'élever à environ cent mille francs.

Plusieurs usines se montent actuellement en Allemagne (2) pour le travail direct des mélasses par le procédé de la séparation ; nous aurons soin de tenir nos lecteurs au courant de ce qui se fera dans cette voie.

(1) En prenant pour base le chiffre fixé en Allemagne.

(2) Plusieurs usines belges travailleront également par le procédé de *la Séparation* durant la campagne 1884-85. (J. C.).

НИСГБ НААН

SUPPLÉMENT.

COUPE-RACINES ULRICH.

Depuis longtemps on a reconnu l'avantage résultant de l'adoption de la forme cylindrique à l'entonnoir, réservoir ou récepteur des betteraves amenées par l'élévateur au coupe-racines.

Cependant on n'avait pas trouvé jusqu'ici une construction simple et pratique répondant aux exigences multiples en question. La maison Julius Blancke a construit récemment un coupe-racines qui présente une heureuse solution du problème.

L'entonnoir cylindrique comprend la surface entière du plateau. Il en résulte que le travail des couteaux au lieu d'être intermittent, saccadé, devient uniforme et continu.

Tous les porte-couteaux travaillant simultanément, la marche est plus régulière et moins fatigante. Un distributeur de betteraves en forme de râcleur à deux bras, par un mouvement calculé sur la vitesse du coupe-racines, répartit les betteraves également sur toute la surface du plateau et les dispose dans le sens de la longueur des racines.

Les fabricants, qui apprécient l'avantage des cossettes longues et régulières, se rendent immédiatement compte de l'avantage de ces modifications, si simples en apparence, d'autant plus qu'elles sont applicables à peu de frais aux appareils déjà existants, dont le rendement peut être doublé, dans des conditions économiques tout à fait exceptionnelles.

COUPE-RACINES RECTILIGNE

SYSTÈME REBOUX.

Ce coupe-racines est l'application au découpage des betteraves du système de mouvement des machines à raboter et à imprimer. Il se compose d'une table horizontale en tôle glissant dans des rainures qui la guident et qui sont pratiquées dans les deux longerons en fonte placés sur les poutrelles, qui portent l'appareil. Un mouvement alternatif de va-et-vient est communiqué à la table par deux bielles fixées de chaque côté, lesquelles se rattachent à deux plateau-manivelles formant volants, calés à chaque extrémité d'un arbre portant la poulie de commande, recevant son mouvement d'une transmission et marchant à la vitesse de 35 à 45 tours par minute, suivant le débit qu'on désire obtenir.

Dans la table, il est ménagé 15 ouvertures rectangulaires recevant les porte-couteaux d'un modèle spécial, avec couteaux horizontaux. Après avoir passé sous l'entonnoir, le groupe des porte-couteaux sort entièrement de chaque côté alternativement. Ces couteaux sont tranchants de chaque côté et

fonctionnent par conséquent de la même manière dans les deux sens du mouvement imprimé à la table. Un entonnoir à parois presque perpendiculaires, pour éviter le voûtage, est porté par un châssis et des colonnettes, et couvre sur la table la surface des 15 porte-couteaux. La hauteur de l'entonnoir, ou la colonne des betteraves, est de 1 m. 50 à 2 mètres, suivant les installations, afin de produire une charge qui cale bien les betteraves soumises au découpage.

La partie intérieure de l'entonnoir est composée de canaux longitudinaux dans lesquels la betterave se place forcément dans le sens de sa longueur, sans pouvoir tourner à droite ou à gauche et sans pouvoir reculer à cause des aspérités garnissant les parois latérales des canaux.

L'entonnoir est muni de chaque côté du passage de la table d'une porte ou trappe que l'on peut ouvrir pour retirer les pierres qui viendraient au contact des couteaux.

A la partie inférieure de l'entonnoir il est adapté, sur deux faces, une barre rectangulaire en acier dressée et fixée par des boulons à environ 2 millimètres au-dessus de la partie supérieure des couteaux. Ces deux barres forment buttoirs et peuvent s'enlever.

Les porte-couteaux permettent de faire varier au moyen de flottes la hauteur des lames tranchantes au-dessus du niveau de la table. Ils sont placés très exactement en ligne de leurs axes, de manière que les sommets des angles des couteaux-faîtières passent exactement dans l'axe des sillons tracés par les cou-

teaux précédents dans leur passage alternatif de l'avant à l'arrière et réciproquement. L'écartement horizontal de la contre-lame mobile peut également varier suivant l'usure du couteau.

Quinze porte-couteaux sont en fonction constante sous l'entonnoir.

La course de la table rectiligne étant de 1 m. 25, soit 2 m. 50 de trajet par tour de la poulie et celle-ci marchant à 45 tours par minute, la vitesse n'est que de 2 m. 50 × 45 = 112 mètres par minute, ou 1 m. 860 par seconde, soit la moitié de la vitesse des couteaux rotatifs qui parcourent de 4 à 5 mètres au minimum par seconde. Une faible vitesse est une condition indispensable pour obtenir de belles cossettes, longues et régulières.

Le découpage des betteraves en lanières tranchées en ligne droite est plus rationnel que le découpage en courbe des appareils rotatifs. Il est clair que la rotation du disque de ces derniers tend constamment à déplacer la betterave qui vient en toucher la surface, animée d'une force centrifuge. De là le peu de longueur et l'irrégularité des cossettes obtenues, en outre des autres inconvénients qui n'existent plus dans le nouveau coupe-racines de M. Reboux.

Un avantage remarquable de ce coupe-racines, c'est qu'on peut à volonté en augmenter le débit en restant toujours au-dessous de la vitesse des coupe-racines rotatifs. A la vitesse de ceux-ci, le coupe-racines rectiligne débiterait au moins le double.

Le mouvement alternatif des couteaux a pour effet de les affûter d'une manière continue, ce qui en prolonge l'usage. A chaque trajet de la table,

les couteaux sont dégagés des ligneux, des filaments, des pailles ou des herbes qui en annulent fréquemment le fonctionnement dans les coupe-racines circulaires, notamment avec des betteraves montées en graines, les couteaux marchant toujours dans le même sens.

Tous les porte-couteaux se présentant en dehors de l'entonnoir et des deux côtés alternativement, à chaque course de la table, leur examen, leur nettoyage et leur renouvellement sont beaucoup plus faciles que dans les autres systèmes connus. — Enfin, l'appareil est d'une extrême simplicité de construction, par conséquent peu coûteux, et découpe la betterave à faible vitesse par le seul principe rationnel.

En outre de sa supériorité, comme principe de découpage, sur le coupe-racines tournant, le système rectiligne alternatif est appelé à un succès certain, quand, à la récolte, la betterave est ligneuse, comme le cas s'est présenté il y a quelques années, et comme il pourra se présenter fréquemment avec la betterave riche, ou bien encore en cas de sécheresse à l'arrière-saison.

COUPE-RACINES CENTRIFUGE.

Ce nouveau coupe-racines imaginé simultanément en France par M. Barbet et en Allemagne par M. Rassmus, est basé sur un nouveau principe. Les huit boîtes qui portent les couteaux sont placées perpendiculairement dans les rainures d'un cylindre

fixe, et ce sont les betteraves qui viennent se couper appliquées contre les couteaux par la force centrifuge.

La cossette traverse la boîte à couteaux, vient frapper tangentiellement l'enveloppe extérieure du coupe-racines et tombe dans l'entonnoir du distributeur.

L'enveloppe extérieure est munie d'une porte qui permet de placer, de visiter ou de retirer les boîtes avec la plus grande facilité.

Les betteraves sont poussées en ligne droite dans les nervures, également droites, des couteaux, tandis que dans les coupe-racines à disque coupant, les couteaux agissent à la façon d'une faulx. L'arc de cercle qu'ils décrivent donne une torsion à la cossette et à la brise. On a tâché d'y remédier en faisant les nervures obliques, mais il faudrait une obliquité différente pour les couteaux qui sont près du centre et pour ceux qui en sont éloignés. En outre, la vitesse de coupage est beaucoup plus considérable à l'extrémité extérieure que vers le centre ce qui est mauvais à tous les points de vue : D'abord, parce que les couteaux extrêmes travaillent beaucoup plus que les autres et sont plus vite hors de service, ce qui entraîne la réforme de toute la boîte. Ensuite, parce que la vitesse moyenne étant supposée bonne, au centre elle est trop faible, ce qui fait des semelles, et à la périphérie elle est trop forte, ce qui casse les cossettes.

Le coupe-racines centrifuge a l'avantage de tourner presque toujours à vide et prend conséquemment moins de force que les autres systèmes.

ANNEXES.

RÈGLEMENTS D'ACCISE.

Nous donnons ci-après le texte des dispositions réglant en Belgique l'exercice du procédé de la diffusion et celles relatives à l'application de l'osmose au traitement des mélasses dans les fabriques de sucre de betteraves.

Ministère des finances. — Administration des contributions directes, douanes et accises.

Emploi dans les fabriques de sucre du PROCÉDÉ DE LA DIFFUSION *pour l'extraction du jus de betterave et du système mixte de défécation.*

LE MINISTRE DES FINANCES,

Vu l'article 35, § 1r, litt. B, § 2, de la loi du 26 mai 1856 (*Moniteur*, n° 149);

Attendu que le procédé connu sous le nom de *diffusion* prend tous les jours plus d'extension ;

Attendu qu'il importe dans l'intérêt de l'industrie, de déterminer, d'une manière générale et d'après l'expérience acquise pendant les dernières campagnes, les conditions auxquelles ledit procédé, tel qu'il se pratique aujourd'hui, peut être mis en usage ;

Considérant, d'un autre côté, que, dans quelques fabriques, on suit, au lieu du système ordinaire de défécation, un *système mixte* consistant à ne chauffer les jus de betterave que jusqu'à une certaine température et à transvaser ensuite les jus et écumes dans les chaudières de carbonatation ou de saturation :

Le directeur général des contributions directes, douanes et accises entendu,

ARRÊTE :

§ 1er. Le fabricant de sucre qui désire employer le procédé d'extraction dit de *diffusion* est tenu de se conformer aux prescriptions de la loi du 26 mai 1856 et éventuellement, à celles de l'arrêté du 6 mars 1871 (*Moniteur*, n° 68), relatif au travail du jus, par la *carbonatation trouble*, en tant qu'il n'y est pas dérogé par les dispositions suivantes.

§ 2. Avant de commencer à établir les appareils destinés au travail

de la diffusion, le fabricant en fait la déclaration au bureau du receveur des accises du ressort.

§ 3. Les diffuseurs, les calorisateurs ou réchauffeurs et, éventuellement, le refroidissoir des jus doivent être isolés, placés en évidence et de façon qu'il existe autour de ces appareils un espace vide suffisant pour permettre de les surveiller facilement et d'empêcher toute communication clandestine. A cet effet, les colonnettes ou supports des diffuseurs et des calorisateurs sont percés à jour. Cette dernière prescription n'est pas requise lorsqu'il est fait usage du système d'extraction désigné sous le nom de *diffusion circulaire rotative.*

§ 4. Les tuyaux qui aboutissent aux appareils désignés au paragraphe précédent, notamment ceux qui servent à conduire l'eau, la vapeur, l'air comprimé, les eaux d'égoutage et de condensation de vapeur, sont isolés dans tout leur parcours, placés en évidence et établis de façon à pouvoir être facilement surveillés.

§ 5. Le conduit qui amène l'eau nécessaire au travail de la diffusion doit être muni, dans un endroit facilement abordable, d'un regard fermant à vis ou d'un robinet à clef mobile ayant une ouverture suffisante pour permettre d'en examiner l'intérieur. Toutefois cette disposition n'est pas exigée si le réservoir alimentaire est établi de manière que l'accès en soit facile et, dans ce cas, le fabricant est tenu de vider le réservoir à la demande d'un fonctionnaire ayant au moins le grade d'inspecteur.

§ 6. Tous les tuyaux, autres que ceux qui conduisent le jus à l'atelier de défécation ou de mesurage, s'ils ne se terminent pas à air libre, doivent avoir des récipients purgeurs munis d'un regard fermant à vis et pourvu à la partie inférieure d'un petit robinet facilement accessible.

§ 7. Les tuyaux et les conduits de jus, non pris en charge, doivent être fermés dans toute leur étendue.

§ 8. Le robinet éventuellement placé à la partie inférieure des diffuseurs, pour conduire dans les égouts les eaux qui s'écoulent des cossettes épuisées, doit être disposé de manière à empêcher toute soustraction frauduleuse de jus. Les récipients, les tubes et autres conduits qui servent à évacuer ces eaux sont établis de façon à permettre de constater qu'ils n'ont de communication qu'avec les égouts à immondices ou, s'ils retiennent les liquides, à donner toutes les facilités aux agents de l'administration pour en vérifier la nature et en contrôler l'usage.

§ 9. Une communication est établie, par des escaliers faciles avec rampes et le plus directement possible, entre la porte d'entrée principale de la fabrique donnant vers la voie publique et les divers étages des ateliers de diffusion et de défécation ou de mesurage. Ces ateliers doivent être contigus.

Le tube ou robinet éventuellemect placé à la partie supérieure des diffuseurs, pour servir à l'échappement des gaz, doit être installé de façon à empêcher toute sortie de liquide. Cette installation n'est pas

exigée si le liquide s'écoule directement dans les égouts au moyen d'un système de tuyaux établis en évidence et dans des conditions qui ne permettent pas d'adapter d'autres conduits à l'extrêmité du robinet dont il s'agit, ou bien si la partie des diffuseurs qui supporte le robinet à air se trouve dans l'atelier de défécation ou de mesurage et sous la surveillance directe et constante des agents de l'administration.

§ 10. Les clefs ou roues de soupapes placées au-dessus des appareils diffuseurs sont peintes d'une couleur différente, selon qu'elles commandent l'arrivée de l'eau du réservoir, la communication entre les diffuseurs et les calorisateurs ou l'envoi du jus aux chaudières à déféquer ou aux mesureurs.

§ 11. Les diffuseurs portent chacun, à la partie supérieure, un numéro d'ordre peint à l'huile et le chargement de ces vaisseaux a lieu dans l'ordre des numéros. Si, par suite d'accident, un de ces appareils ne peut fonctionner à son tour, le fabricant en indique le motif à la souche et au volant d'un bulletin du registre nº 315.

§ 12. Il est expressement interdit de mélanger avec les cossettes de betteraves ou d'ajouter au jus de diffusion avant que les employés aient pris le jus d'épreuve servant à constater la densité, de la chaux ou tout autre alcali ou agent chimique quelconque.

§ 13. Si l'appareil servant à refroidir les jus, avant qu'ils soient introduits dans les chaudières à déféquer ou dans les mesureurs, est muni d'un robinet de décharge à sa partie inférieure, ce robinet doit être conforme au modèle prescrit par l'article 5 de la loi du 26 mai 1856 et fermé au moyen du cadenas de l'administration.

§ 14. A défaut de l'appareil mentionné au paragraphe précédent, le fabricant doit fournir aux employés de permanence un réfrigérant qui permette d'abaisser la température du jus d'épreuve sans apporter d'entraves à la surveillance.

§ 15. Chaque chaudière à déféquer reçoit le jus par un jus distinct muni d'un robinet fermé au moyen du cadenas de l'administration. Ce cadenas ne peut jamais être ouvert en même temps que celui qui est apposé sur l'appareil placé dans la même chaudière, conformément au § 6 de l'article 8 de la loi du 26 mai 1856 précitée.

§ 16. On ne peut charger en même temps deux chaudières à déféquer.

§ 17. Aucun vaisseau ne peut être placé entre les chaudières à déféquer et les chaudières de première carbonatation ou de saturation qui doivent être mises en communication directe par un escalier, si elles se trouvent à des étages différents.

§ 18. Les chaudières de première carbonatation ou de saturation sont employées dans l'ordre des numéros, par application de l'article 24 de la susdite loi et renseignées avec les chaudières à déféquer ou les mesureurs sur le bulletin nº 315. Si le contenu d'une chaudière à déféquer est divisé entre plusieurs chaudières de première carbonatation ou de saturation, le numéro de chacun de ces vaisseaux est indiqué sur ledit bulletin.

Bibliothek des Instituts für Zucker-Industrie Berlin N. 65, Amrumerstrasse.

§ 19. Le tuyau ou la nochère qui conduit le jus des chaudières à déféquer ou des mesureurs aux chaudières de *première* carbonatation ou de saturation ne peut se prolonger jusqu'au dessus des chaudières de *seconde* carbonatation ou de saturation, ni aboutir à aucun autre vaisseau.

§ 20. Les jus provenant de la pression des cossettes épuisées doivent s'écouler par des conduits établis comme il est dit au § 8 ci-dessus.

§ 21. Le fabricant qui, tout en employant le procédé d'extraction de jus par les presses, suit le *système mixte de défécation*, est tenu de se conformer aux prescriptions des §§ 15 à 19 du présent arrêté.

§ 22. Toute infraction aux dispositions qui précèdent entraîne l'application des pénalités comminées par le § 1er, nº 23, et le § 2 de l'article 50 de la loi du 26 mai 1856.

§ 23. Le présent arrêté est exécutoire à partir de la campagne 1881-1882.

Bruxelles, le 7 mars 1881

Le Ministre des finances : CHARLES GRAUX.

Nº 1635 du Recueil général.

Accises.

Nº 12292. Exécution de l'arrêté relatif à l'extraction du sucre des mélasses.

Emploi du procédé dit : L'OSMOSE.

Bruxelles, le 27 août 1878.

L'exécution de l'arrêté du 28 de ce mois, R. 1634, pris en vertu de l'art. 35 de la loi du 26 mai 1856, est réglée par les dispositions suivantes :

(Art. 1er de l'arrêté).

§ 1. L'extraction du sucre contenu dans les mélasses de sucre brut de betterave ne pouvant, aux termes de l'art. 1er, avoir lieu que dans les fabriques où ces matières ont été produites, il en résulte qu'elle est défendue d'une manière absolue dans les raffineries de sucre comme dans tous autres établissements. On ne perdra pas de vue qu'il s'agit ici de mélasses de la fabrication des sucres bruts et non pas de mélasses provenant du raffinage de ces sucres.

§ 2. Lors de leurs visites dans les raffineries, en exécution du § 25 de la circulaire R. 1407, les employés s'assurent, avec soin, s'il existe des mélasses de sucre brut dans ces usines et, dans l'affirmative, ils en rendent compte à l'Administration par la voie hiérarchique, en joignant à leur rapport un échantillon d'environ un kilogramme.

(Art. 2 à 6).

§ 3. La déclaration spéciale à faire en exécution de l'art. 2, et éventuellement de l'art. 5, est inscrite au registre n° 310 et l'engagement dont parlent les art. 3 et 5 est porté au bas de cette déclaration.

§ 4. Aussitôt qu'un fabricant a fait une déclaration spéciale n° 310, pour traiter par l'osmose les sirops ou mélasses d'une campagne, le receveur transmet le duplicata de l'ampliation de cette déclaration au Directeur de la province. Ce fonctionnaire charge le contrôleur de la division que la chose concerne de faire constater par les commis des accises, si, à la date fixée pour le commencement du travail de l'osmose, il existe, dans l'usine du déclarant, des sirops ou des mélasses provenant d'un autre établissement ou d'une campagne antérieure pendant laquelle le fabricant n'a pas déclaré faire emploi de l'osmose. Dans l'affirmative, il y a lieu de se conformer à ce qui est prescrit, en pareil cas, par l'art. 4.

§ 5. La prise en charge supplémentaire du chef de l'emploi de l'osmose est inscrite au débit du compte de fabrication n° 321, savoir : aussitôt que les travaux de défécation de la campagne sont terminés, si la déclaration spéciale n° 310 a été faite pour sortir ses effets avant la fin de ces travaux ; au moment de la réception de la déclaration spéciale, si elle est faite après la fin desdits travaux. Dans les cas prévus par le § 2 de l'art. 4 et par l'art. 5 la prise en charge supplémentaire au compte de fabrication n° 321 a lieu immédiatement après que les commis des accises ont remis, au bureau du receveur, le procès verbal d'ordre constatant le poids des sirops ou mélasses dont le traitement par l'osmose a été autorisé.

§ 6. Afin de mettre les receveurs à même d'établir éventuellement la prise en charge supplémentaire du chef de l'emploi de l'osmose au traitement des sirops ou mélasses d'une campagne, les employés de permanence dans les fabriques de sucre devront à l'avenir toujours indiquer, au moyen d'une annotation spéciale sur la dernière lettre d'avis n° 320 qu'ils auront à faire parvenir à ces comptables, en exécution du § 93 R. 1199, le volume total ainsi que le degré de la densité moyenne des jus déféqués pendant toute la campagne.

§ 7. Pour déterminer la quantité de sucre à prendre en charge du chef du travail par l'osmose, le receveur multiplie d'abord le volume total du jus par le nombre des degrés et de dixièmes de degré de la densité moyenne et ensuite le produit par 90 grammes. Toute fraction de kilogramme est forcée ou négligée selon qu'elle dépasse ou ne dépasse pas 0.5.

§ 8. On sait que la quantité de mélasse provenant de la fabrication du sucre brut s'élève à environ 50 % de la quantité de sucre obtenu. Néanmoins les commis des accises des sections sédentaires, afin de faciliter éventuellement leur surveillance en ce qui concerne l'exécution des dispositions des art. 4 à 6, prendront toujours, auprès des chefs du service

de permanence dans les sucreries du ressort de leur section, des renseignements sur la quantité approximative des mélasses existant dans ces fabriques à la fin des travaux de défécation de la campagne.

§ 9. Il est recommandé d'une manière toute particulière, aux commis des accises de surveiller autant que possible les transports de mélasses des fabriques de sucre.

§ 10. Chaque fois que le directeur de la province a reçu un duplicata d'une déclaration spéciale n° 310 ou qu'il a accordé une autorisation en vertu du § 2 de l'art. 4 ou de l'art. 5, il en donne avis à l'administration avec indication, dans ces derniers cas, du poids des sirops ou mélasses constaté par les commis des assises.

(Art. 7).

§ 11. Il résulte des dispositions de l'art. 7, que si, au moment où un fabricant fait une déclaration spéciale n° 310 pour traiter par l'osmose les sirops ou mélasses d'une campagne, il existe encore dans son usine une partie de mélasse provenant de sa fabrication d'une campagne antérieure pendant laquelle il a été soumis à une prise en charge supplémentaire du chef de l'emploi de l'osmose, il peut continuer à traiter ce restant de mélasse par le même procédé.

(Art. 8).

§ 12. L'apposition des scellés sur les appareils osmogènes sera constatée par un procès-verbal n° 286 (R. 512).

(Art. 9).

§ 13. On croit devoir faire remarquer que si le fabricant n'a pas déclaré, en temps utile, la destination du sucre à provenir de l'emploi de l'osmose, le receveur doit immédiatement poursuivre le recouvrement de l'accise.

(Art. 11).

§ 14. Dans les cinq jours de la réception de l'arrêté R. 1634, les commis des accises en donneront connaissance aux fabricants de sucre de leur ressort et ils constateront cette communication par une annotation à leur calepin n° 291.

Au nom du ministre :

Le Directeur général,

(Signé) Fisco.

НСТБ НАН

Fig. 1.

COUPE-RACINE RIEDEL

DISPOSITION GÉNÉRALE.

(p. 50.)

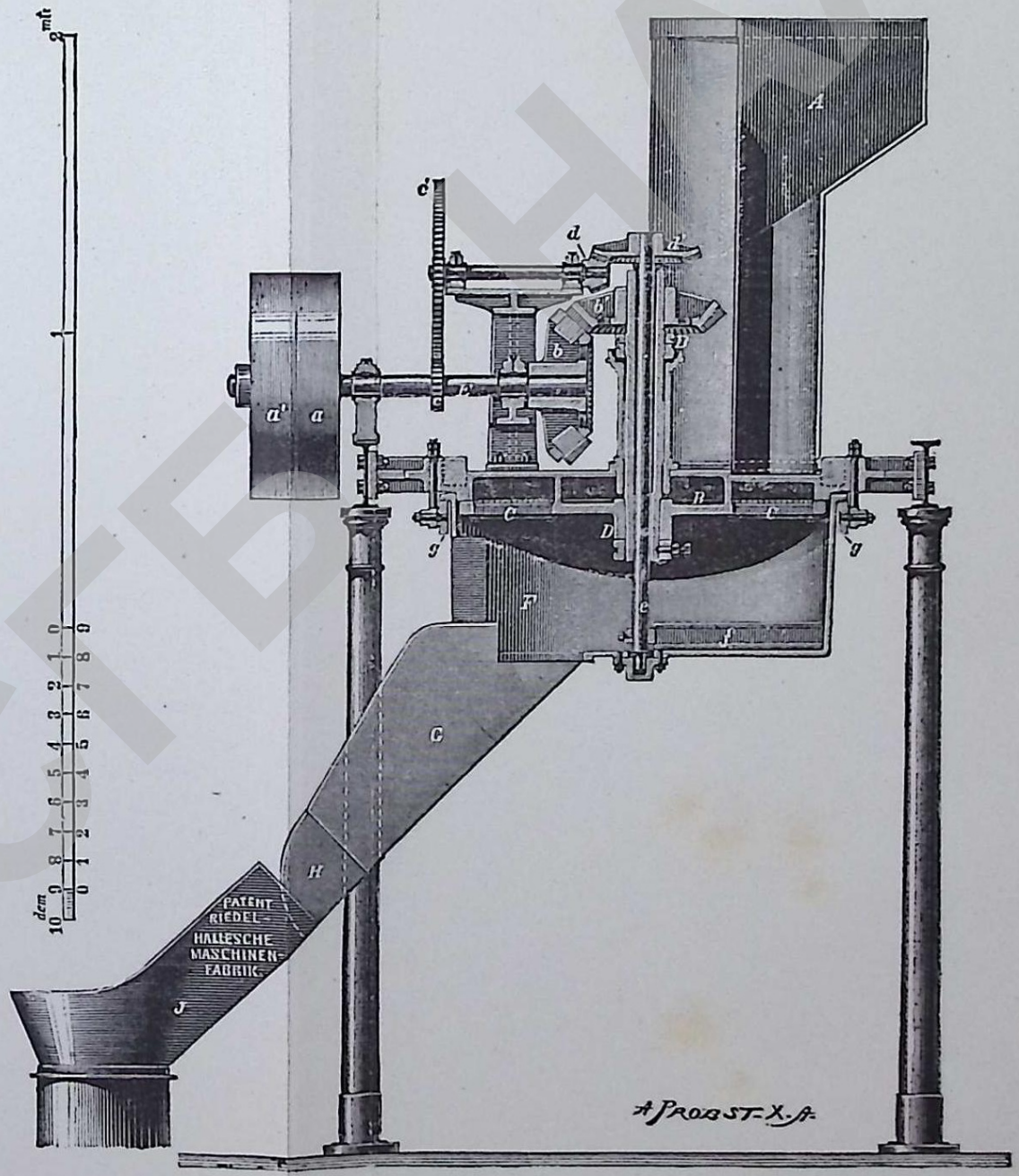


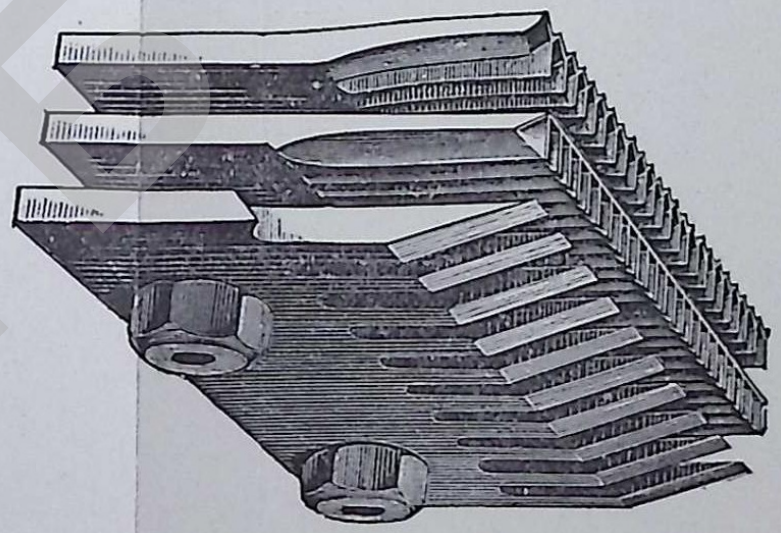
Fig. 2.

COUTEAUX DE DIFFUSION.

COUTEAUX FAITIÈRES.

COUTEAU A DOIGTS.

COUTEAU NAPRAVIL.



НСГБ НААН

Fig. 3.

BATTERIE DE DIFFUSION.

ÉLÉVATION.

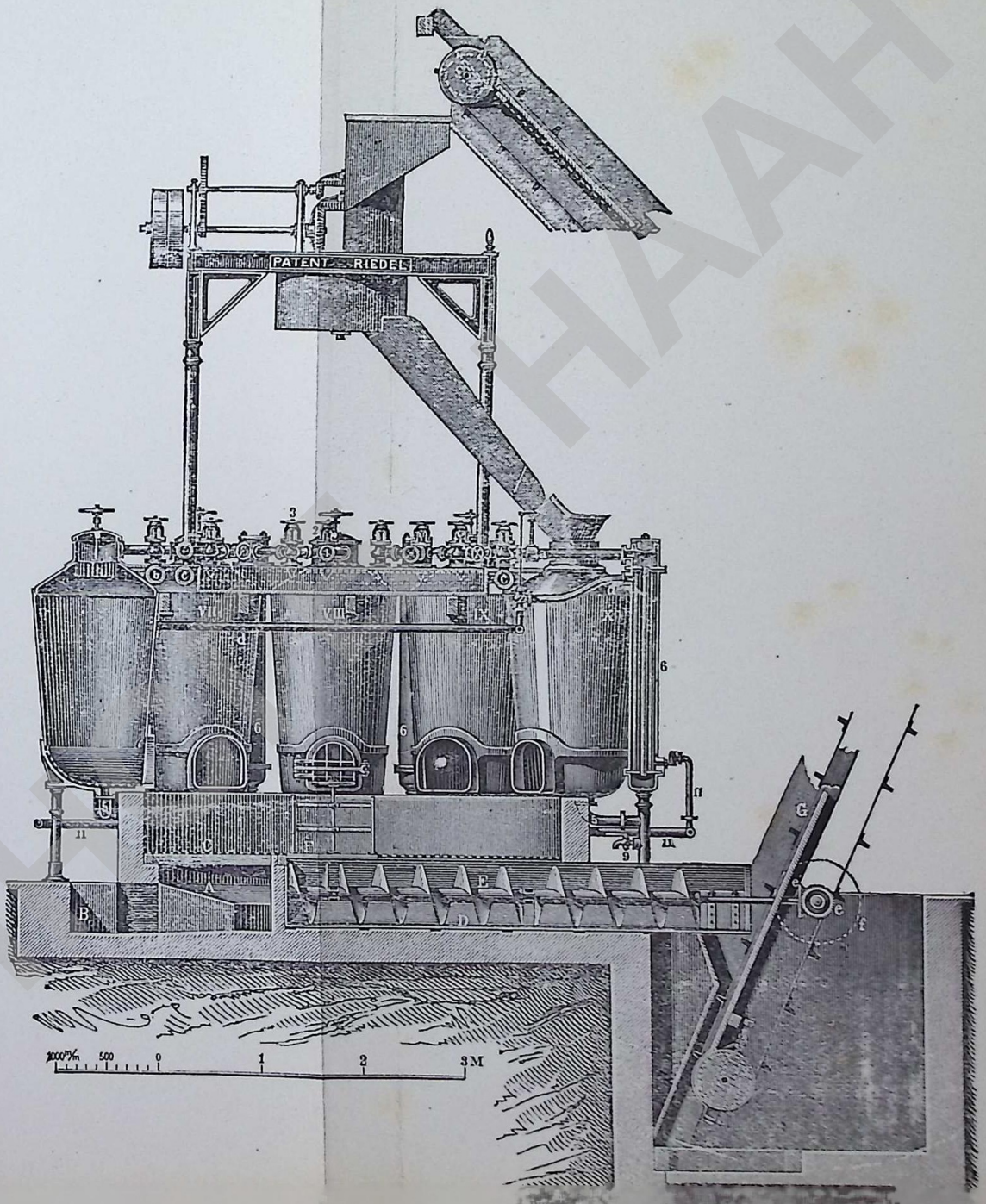


Fig. 4.

BATTERIE CIRCULAIRE DE DIFFUSION

A 10 VAISSEAUX.

(p. 87 et suiv.)

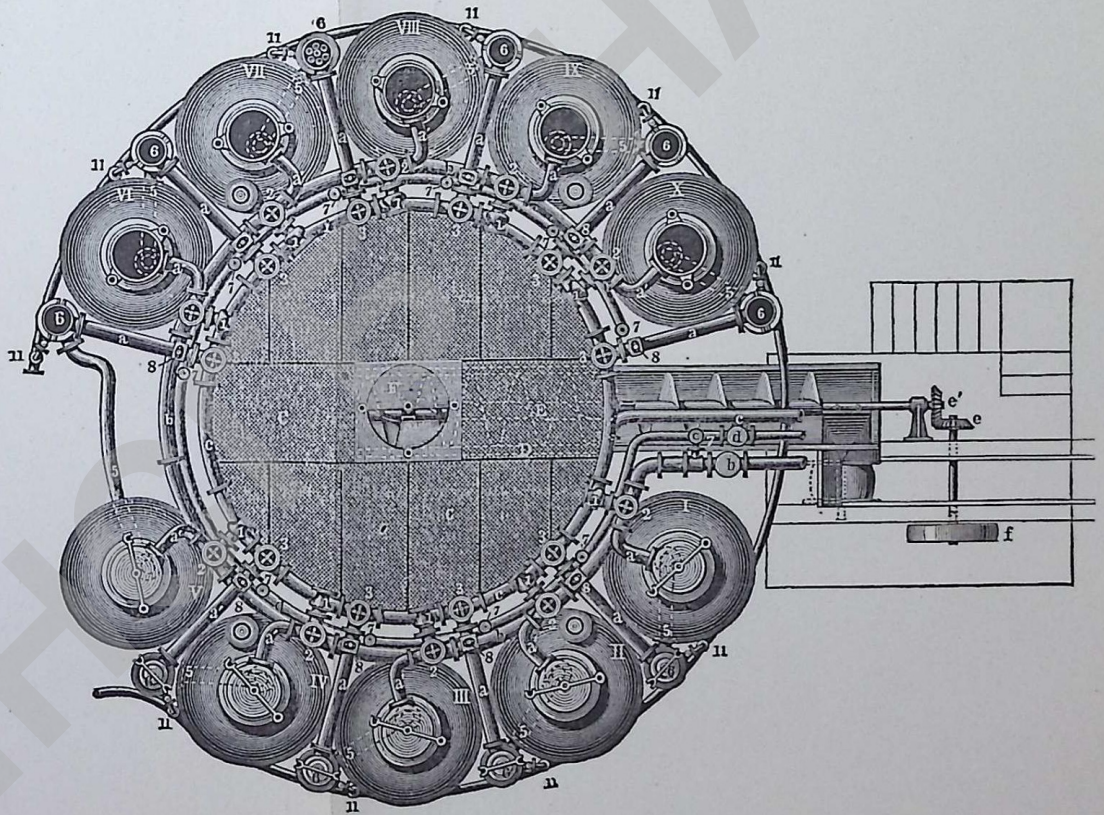


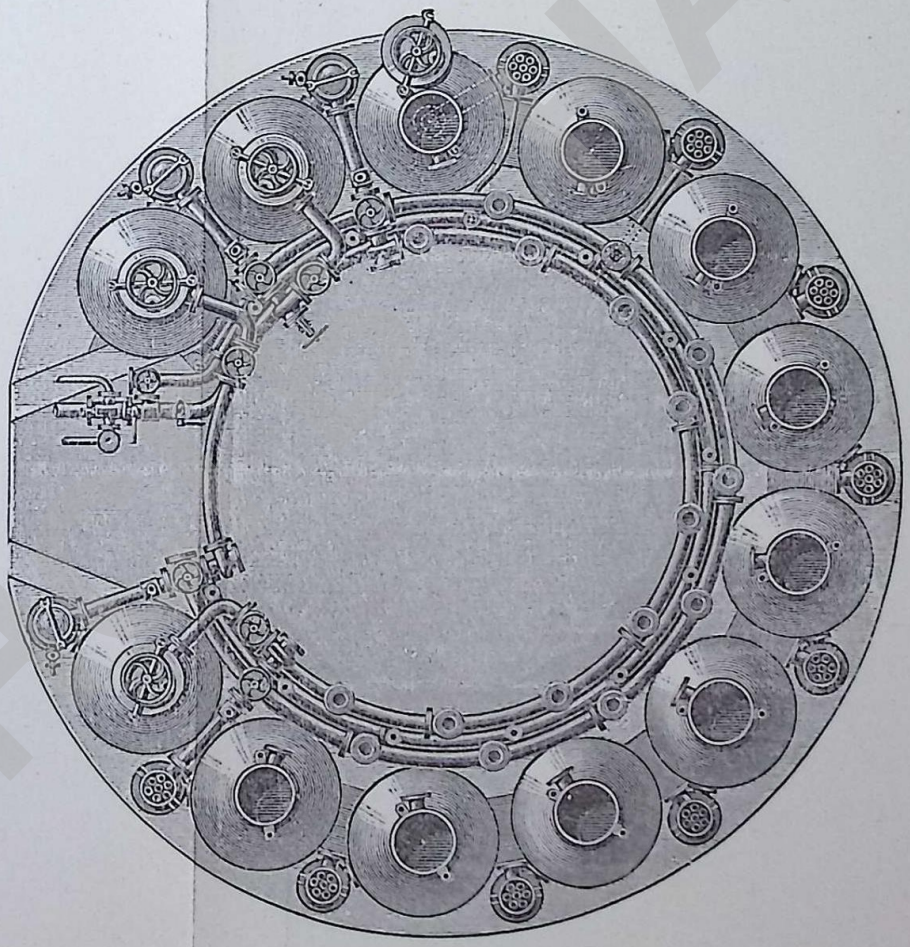
Fig. 5.

BATTERIE DE DIFFUSION CIRCULAIRE

A 12 VAISSEAUX.

Disposition Julius Blancke

(p. 108 et suiv.)



VAISSEAUX-DIFFUSEURS

COUPE VERTICALE

(p. 96 et suiv.)

Fig. 1.

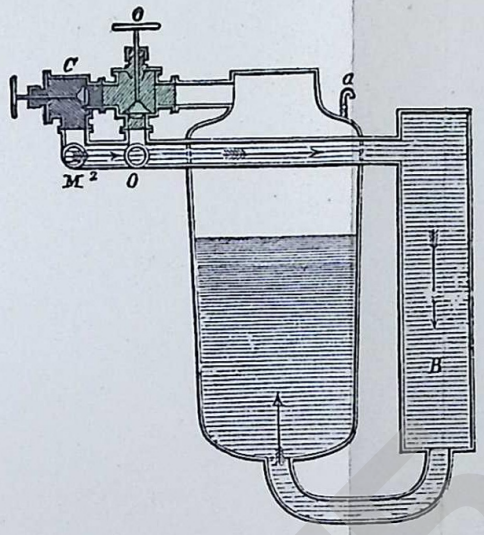
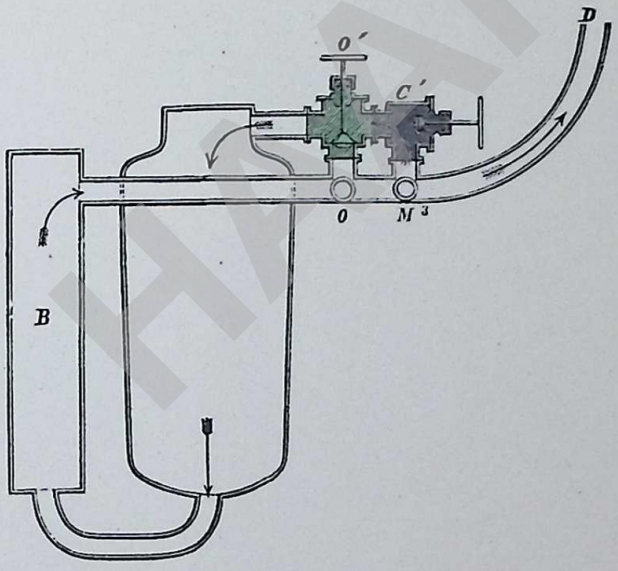


Fig. 2.



Démonstration du double mouvement de circulation des jus dans les diffuseurs.

1° Pendant le chargement, Fig. 1.

2° Après chargement en marche normale, Fig. 2.

D. Tuyau montant aux vaisseaux mesureurs.

O. Conduite circulaire pour l'eau.

M. Conduite circulaire pour les jus ou de défécation.

B. Calorisateurs.

1er Cas. — Diffuseur en chargement, Fig. 1.

a. Robinet d'air ouvert.

c. Soupape de communication fermée.

o. Soupape à l'eau fermée.

M². Soupape du tuyau des jus ou de défécation ouverte, le robinet de chargement sur le mesureur étant fermé.

Le jus arrivant du diffuseur précédent entre par la soupape M² et passe de haut en bas dans le calorisateur pour entrer dans le diffuseur en chargement par le bas.

2me Cas. — Diffuseur chargé, Fig. 2.

o^1. Soupape à l'eau fermée.

c^1. Soupape de communication ouverte.

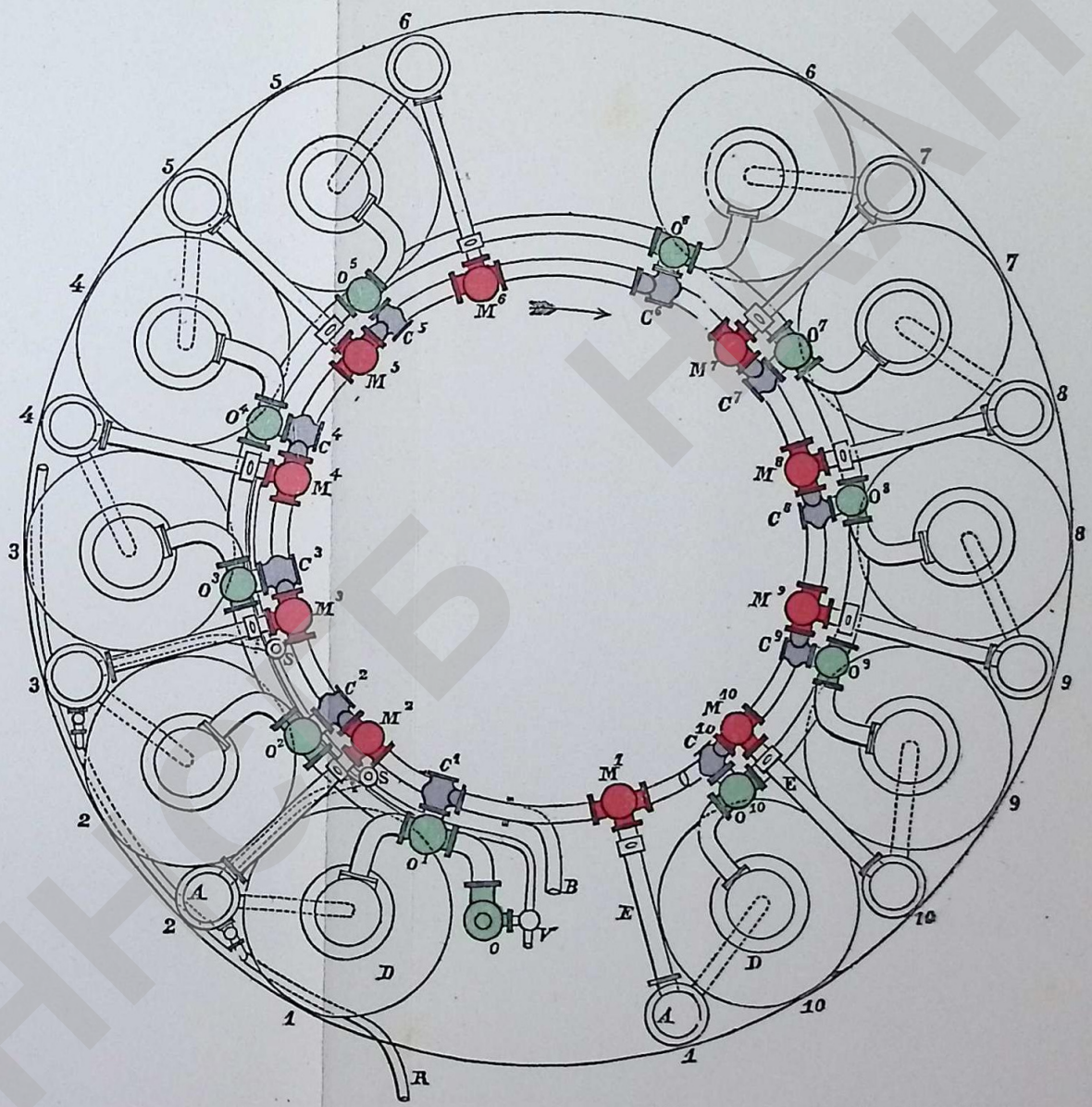
M³ Soupape de défécation ouverte ainsi que le robinet sur le mesureur.

Le jus vient du diffuseur précédent dont la soupape M^1 est fermée pour passer par la soupape c^1 et au-dessus de la soupape o^1 fermée, traverse de haut en bas le diffuseur chargé de cossettes et ensuite le calorisateur et monte par le tuyau D.

Fig. 7.

BATTERIE DE DIFFUSION.

PLAN.



A A. Calorisateurs.
D D. Diffuseurs.
B. Tuyau de sortie du jus.
R. Retour des eaux condensées.
E E. Tuyaux de communication du calorisateur à la conduite des jus.

Sens de la marche des jus dans la batterie.

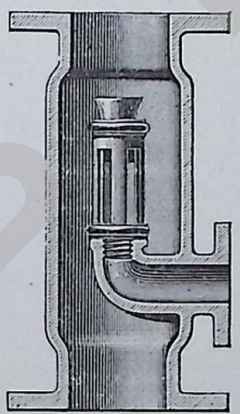
O O. Soupapes de prises d'eau.
C C. Soupapes de communication.
M M. Soupapes des jus.
V. Injecteur de vapeur.
S S. Soupapes de vapeur des calorisateurs.

Fig. 8.

INJECTEUR DE VAPEUR

DANS LA BATTERIE.

(p. 105.)



НСГБ НААН

Fig. 9.

DIFFUSEUR CONTINU

DE MM. CHARLES ET PERRET.

(p. 120 et suiv.)

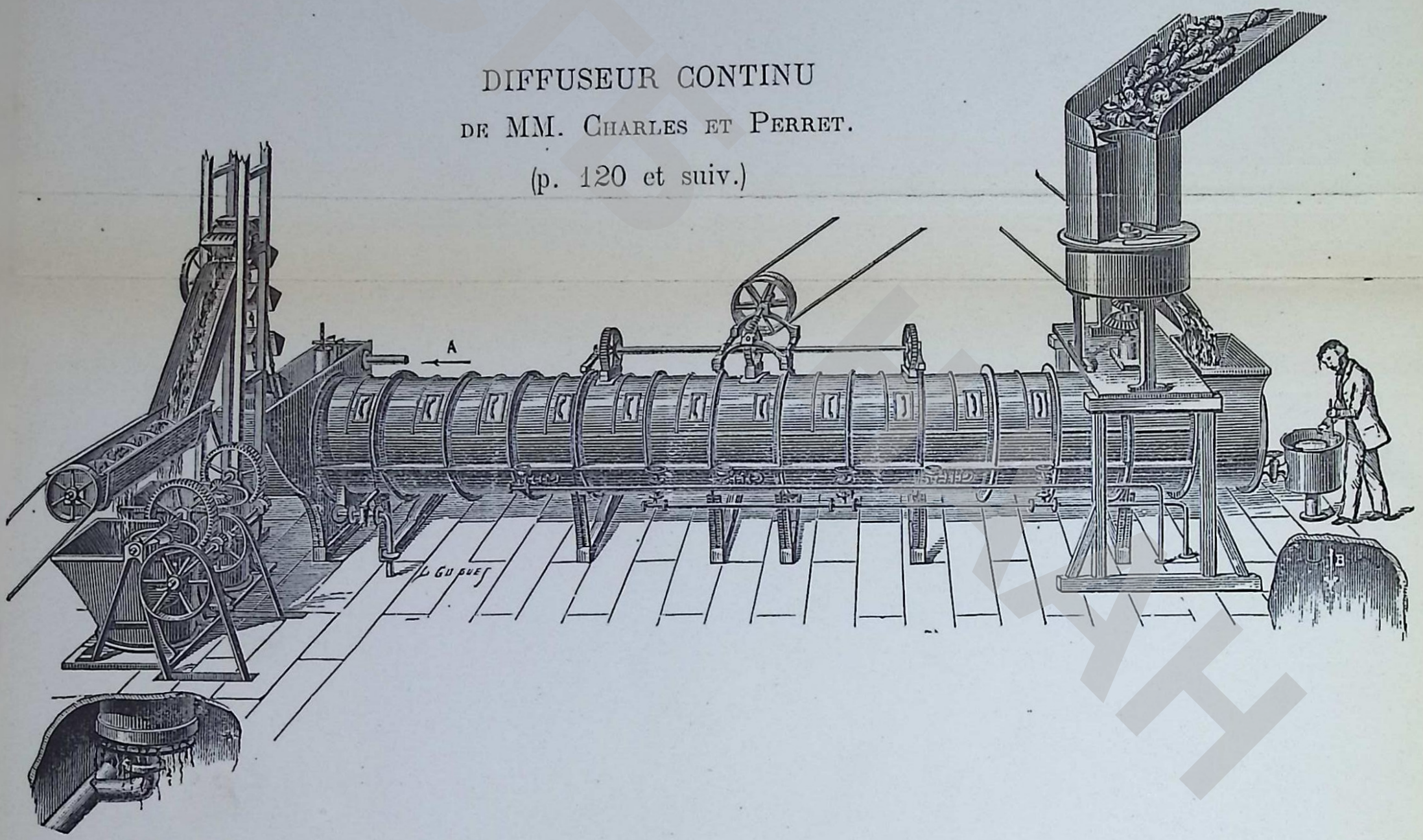
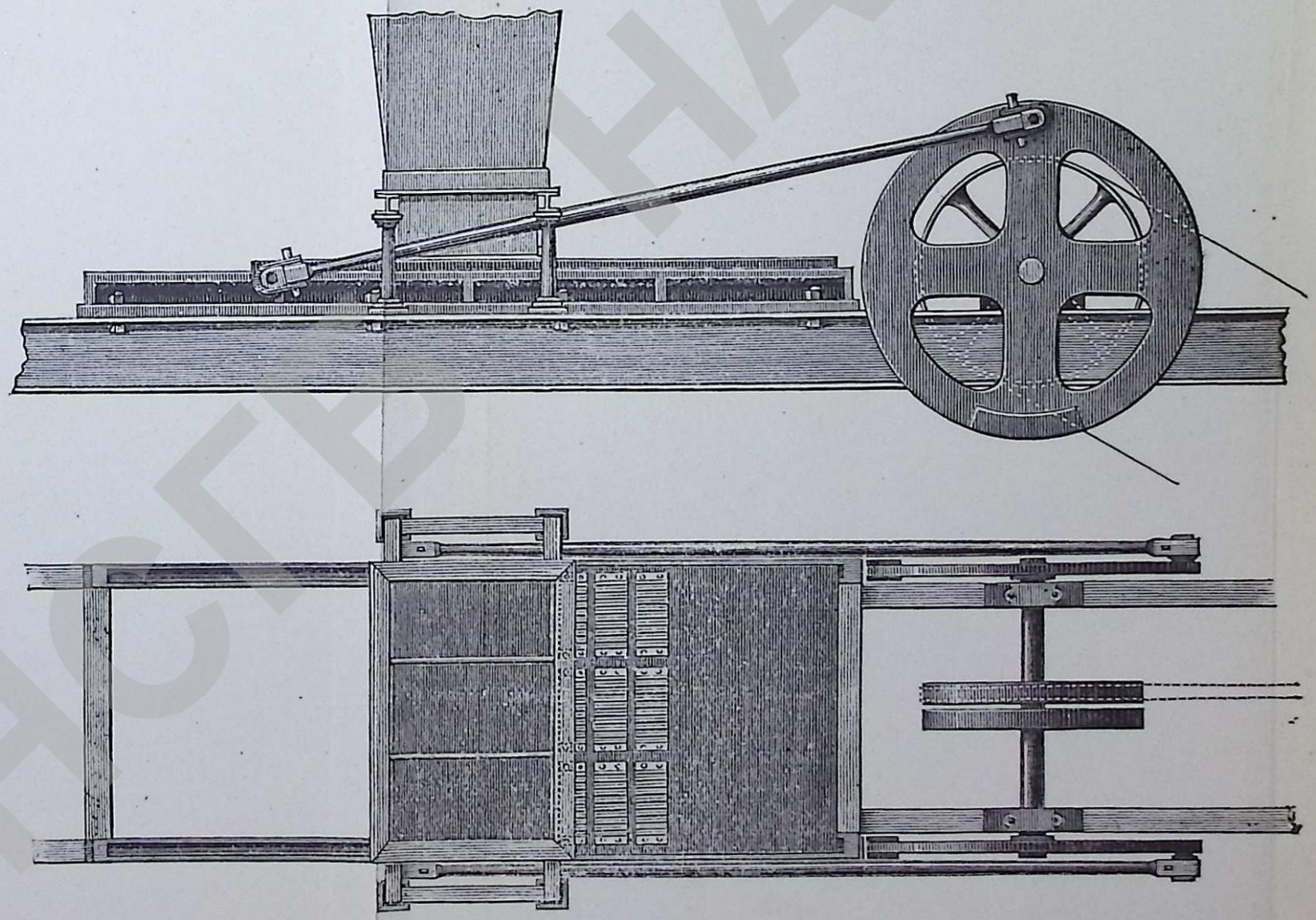


Fig. 10.

COUPE-RACINE RECTILIGNE

Système Reboux

(Supplément p.



HAAH
НИСГВ

Fig. 11.

ÉPURATION DES JUS PAR L'ACIDE SULFUREUX

INJECTEUR KŒRTING.

