

TRAITÉ
DE LA FABRICATION
ET DU RAFFINAGE,
DES SUCRES DE CANNES,
DE BETTERAVES,
SUCRE CANDI, SUCRE D'ORGE, DE POMMES, etc.

PAR M. PAYEN,

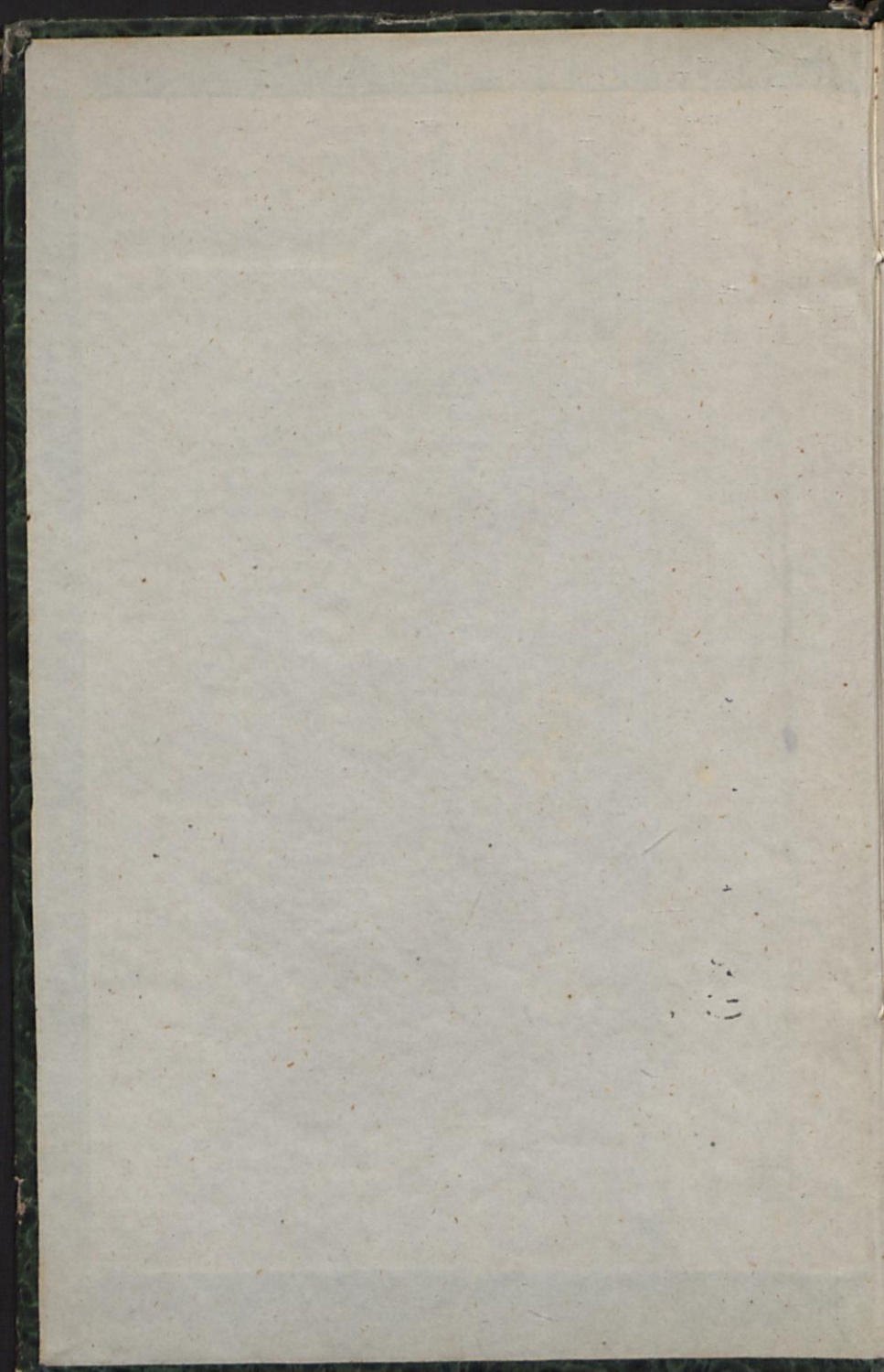
MANUFACTURIER-CHIMISTE.

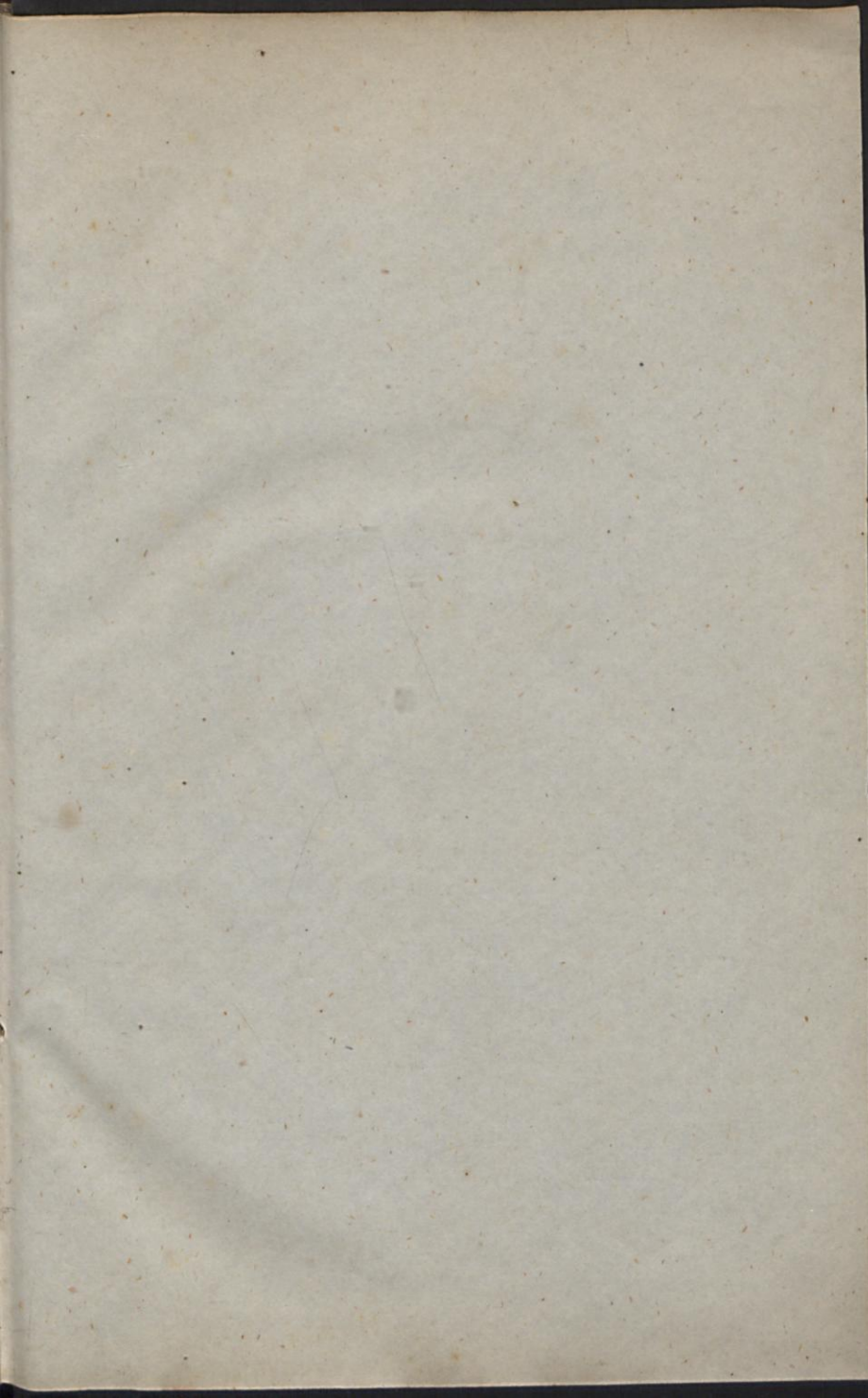
(Extrait du Dictionnaire technologique, tome xv.)

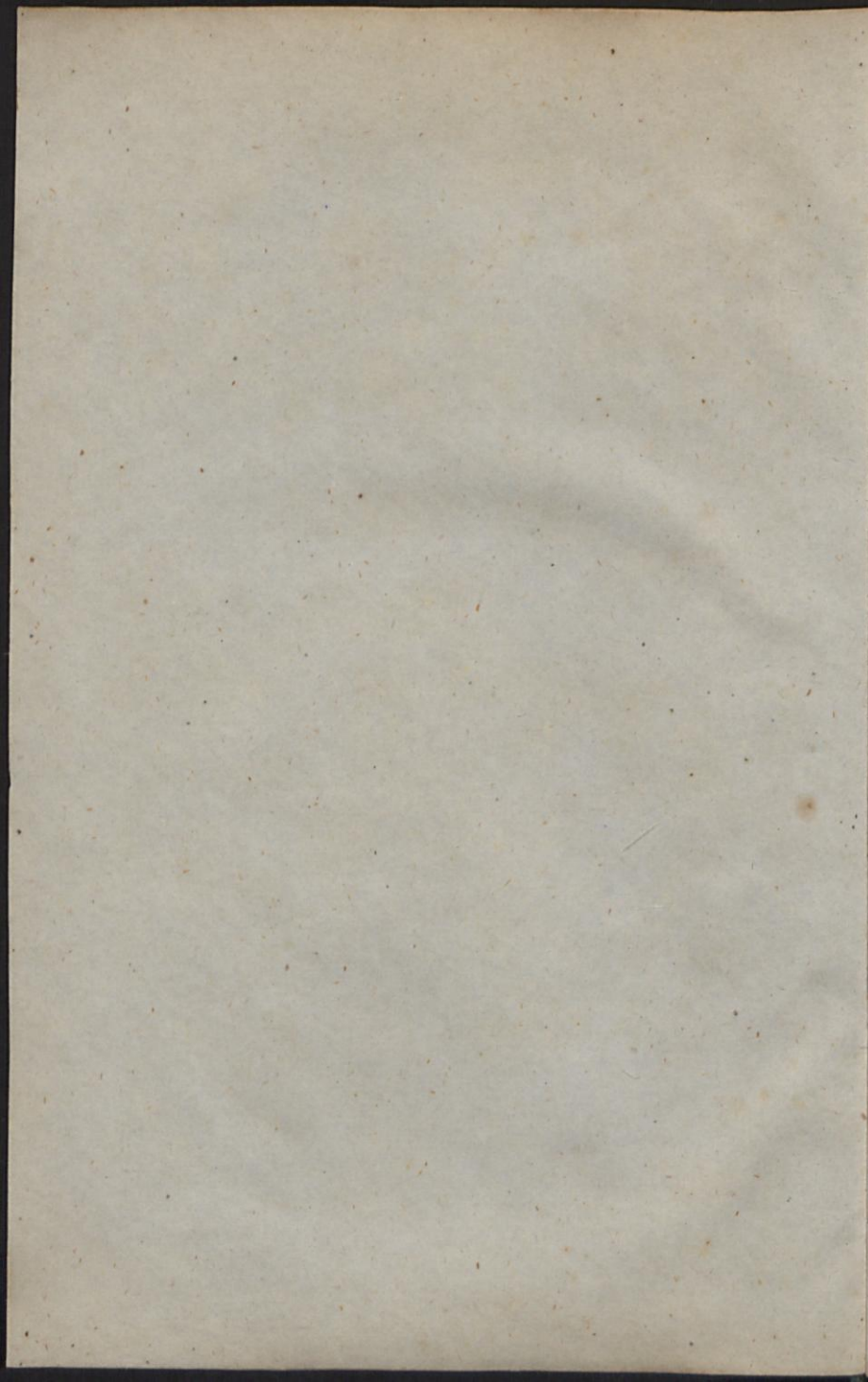


PARIS,
CHEZ THOMINE, LIBRAIRE,
RUE DE LA HARPE, n° 88.

1832







TRAITÉ

DE LA

FABRICATION DES SUCRES.

Erratum.

Page 29, lig. 23 (fig. 18 et 19, Pl. 6), lisez (fig. 18 et 19, Pl. 5)

Nota. Voir, pour tous les articles de renvoi qui se trouvent dans ce Traité, le DICTIONNAIRE TECHNOLOGIQUE publié chez le même Libraire.

FABRICATION DES SUCRES.

TRAITÉ
DE LA FABRICATION
ET DU
RAFFINAGE DES SUCRES;

PAR M. PAYEN.

(Extrait du DICTIONNAIRE TECHNOLOGIQUE, Tome XX.)



A PARIS,
CHEZ THOMINE, LIBRAIRE,
RUE DE LA HARPE, N° 88.

1832

TRAITE

DE LA RAFFINATION



2018362

RAFFINAGE DES SUCRES; 664.1.03

PAR M. PAYEN.

(Extrait du Dictionnaire Technique, Tome XX.)



A PARIS.

CHEZ THOMINE, LIBRAIRE.

1832

1832

TRAITÉ

DE LA FABRICATION

ET DU

RAFFINAGE DES SUCRES.

CHACUN connaît, par ses usages économiques du moins, la substance que l'on désigne sous le nom de *sucré*, et dont la consommation est énorme dans presque toutes les parties du monde.

Nous nous occuperons d'abord de la fabrication, du raffinage, des propriétés et emplois de cette substance si importante dans les Arts industriels et agricoles; puis, ensuite, nous traiterons de quelques variétés désignées sous les noms de *sucres* ou *sirops de raisins*, de *pommes de terre*, de *lait*, et de plusieurs préparations économiques, dénommées *sucré d'orge*, *sucré de pommes*, etc.

Le sucre le plus abondamment consommé est extrait des CANNES et des BETTERAVES. Nous renverrons aux divers Traités spéciaux, Dictionnaires d'Agriculture, et notamment au Dictionnaire Technologique, pour les procédés de culture, de récolte, et nous nous bornerons à y ajouter quelques notions importantes recueillies récemment.

Le sucre pur (des cannes, betteraves, batates, érable, etc.) est un principe immédiat des végétaux, c'est-à-dire qu'à moins de l'altérer ou de le décomposer en ses élémens, il nous est impossible d'en extraire deux substances. Il est

blanc, diaphane, solide; son poids spécifique est de 16,65 (l'eau pesant 10 sous le même volume); ses cristaux purs ne contiennent presque pas d'eau; la saveur du sucre est douce et très agréable pour la plupart des animaux; seul, il ne jouit pas de la faculté nutritive, mais il forme un assaisonnement susceptible de concourir à l'assimilation d'autres substances alimentaires.

Le sucre est inaltérable dans l'air sec à la température ordinaire; chauffé, il fond, se boursouffle, dégage, en se décomposant, les produits pyrogénés des matières végétales, et cette odeur agréable *sui generis* dite de *caramel*.

Dissous dans l'eau, le sucre s'altère d'autant moins que ses solutions sont plus concentrées, mises à l'abri de l'air atmosphérique et maintenues à une basse température.

Le sucre est insoluble dans l'alcool à 0,97; un moyen d'épuration est fondé sur ce fait: nous l'avons décrit.

La chaux, la baryte, la strontiane, la potasse, la soude en contact avec les solutions de sucre, les altèrent, les rendent même astringentes, incristallisables. MM. Daniel et Bequerel ont fait connaître la formation du carbonate de chaux par suite de l'action de la chaux sur le sucre.

C'est sans doute à cette réaction que l'on doit attribuer la solidité d'une matière plastique de chaux et mélasse, employée à Manille dans les constructions.

Le protoxide de plomb s'unit au sucre. Cette observation démontre que l'un des procédés de raffinage recommandés il y a quelque temps comme un secret précieux, ne valait rien.

Le sucre est composé, pour 100 parties en poids, de carbone, 42,47; plus, d'hydrogène et d'oxygène, 57,53.

Le produit immédiat dit *sucre cristallisable*, reconnu identique dans les betteraves cultivées en Europe et dans les cannes cultivées aux colonies méridionales, dans l'Inde, etc., est encore, comme je l'ai démontré, identiquement le même que celui que recèlent les *batates douces* et les *melons*.

Jusqu'à présent, ces deux derniers produits agricoles n'ont pas été exploités pour en extraire le sucre ; il ne paraît pas impossible que dans les contrées les plus favorables à leur culture, on ne l'en extraie quelque jour. Des procédés semblables à ceux qu'ont amenés les derniers perfectionnemens appliqués en France au jus des betteraves, réussiraient de même. Une précaution indispensable pour les batates, consisterait à éliminer de leur suc la fécule (12 à 15 pour 100), par un simple repos et une décantation. L'addition d'un ou deux millièmes d'*acide sulfureux* ou de *sulfite de chaux*, serait utile pour retarder la fermentation pendant ce repos.

Dans la culture des cannes et des betteraves, des applications en grand ont démontré que les engrais actifs de matière animale produisent de très bons effets, s'ils sont employés en quantité convenable.

Ainsi, 500 à 750 kilogrammes par hectare de chair ou sang secs (1) en poudre, ou 1200 à 1500 kilogr. d'os pulvérisés, ou 12 à 15 hectolitres de noir animal, résidu des clarifications, ou 18 hectolitres de *poudrette*, ou, mieux encore, 10 hectolitres du *noir animalisé* de M. Salmon, mêlés avec leur volume de terre du champ, et répandus dans les sillons, soit avec la graine, soit entre les betteraves ou autour des touffes de cannes, activent très utilement la végétation, et augmentent de beaucoup les produits, sans nuire en aucune manière à la qualité sucrée du jus.

Relativement aux cannes mêmes, ces faits sont tellement reconnus par quelques planteurs des colonies françaises, qu'ils tirent de Paris du sang sec, bien que les frais d'acquisition, de transport, etc., le leur fassent revenir au prix de 38 à 40 fr. les 100 kilogrammes.

Parmi les procédés d'emmagasinement des betteraves, l'un de ceux que j'ai indiqués, consistant à les enfouir dans des

(1) V. un Mémoire que j'ai publié sur les animaux morts, et qui obtint le premier prix de la Société d'Agriculture de Paris.

silos, et les recouvrir de terre, a généralement reçu depuis et mérité la préférence sur tous les autres.

Afin de mieux nettoyer et ameubler les terres, ou pour avoir une provision plus grande de betteraves, lorsque le terrain à disposition ne suffit pas pour alterner les cultures, on peut obtenir plusieurs années de suite des récoltes de betteraves sur le même terrain; mais, dans ce cas, on ne profite pas, pour la culture des céréales et autres, du nettoiemment du sol par les betteraves. M. Grenet Pelé de Thoury a cultivé jusqu'à dix années de suite des betteraves dans la même terre, et obtenu de très beaux produits, en ajoutant les engrais en proportions convenables. (V. ci-dessus celles indiquées.)

Les betteraves, dès qu'elles sont mûres, ou même très peu de temps avant, sont arrachées, décolletées dans les champs, et la *fane* est portée aux bestiaux, qu'elle nourrit pendant un à deux mois; durant cet intervalle, on arrache et l'on porte à la râpe la quantité nécessaire à la fabrication journalière; le surplus est déposé dans les silos, au bord des terres mêmes, pour être traité postérieurement.

Il y a un double avantage à commencer le traitement des betteraves très peu de temps avant leur entière maturité : 1°. elles contiennent alors autant de sucre et d'une plus facile extraction; 2°. le temps de l'arrachage se prolonge aisément, et les betteraves non arrachées s'altèrent moins encore que dans les silos, ne fût-ce que parce qu'elles n'ont pas encore été froissées, meurtries ni blessées.

A l'entrée dans la fabrique, la première opération consiste dans un nettoyage dont le but est d'enlever d'abord la terre adhérente et les cailloux.

Deux moyens sont employés pour y parvenir : le premier, plus simple, quoique moins économique dans une grande exploitation, consiste à racler avec un couteau toutes les parties couvertes de terre; on tranche même les *radicules* qui recellent des pierrailles. Le deuxième moyen consiste en un lavage dans un grand cylindre creux en bois A

(Pl. 1), dont les douves sont écartées de 12 à 15 lignes à l'extérieur. Ce cylindre tourne sur son axe en fer, en plongeant à sa partie inférieure dans une caisse en bois remplie d'eau.

La caisse B doit être en bois de chêne, et présenter une grande solidité; elle repose sur des cales qui, par la différence entre leur hauteur, règlent la pente que l'on veut donner à l'appareil. Cette caisse doit avoir une profondeur telle, que la terre, détachée des racines, puisse s'y amasser sans venir toucher le cylindre. Dans la partie inférieure de cette caisse, et du côté de la pente, doit se trouver un trou d'homme, qui permette d'y entrer pour faire évacuer chaque jour toute la vase qui s'y est accumulée.

C, C, Petites empoises en fonte, boulonnées sur les traverses qui forment le bâti de la caisse; elles sont garnies de coussinets en cuivre, dans lesquels tourne l'arbre en fer D, qui traverse le cylindre A.

E, Cercle en fonte soutenu par quatre rayons plats, partant d'un moyeu alésé calé sur l'arbre D.

F, Disque ou plateau en bois fermant entièrement l'extrémité inférieure du cylindre, sauf l'ouverture K ci-après indiquée; il est armé à son centre d'une large rondelle ou douille, qui est aussi calée sur l'arbre, comme le moyeu du cercle E.

G, Deuxième fond, qui ne remplit que la moitié de la surface du cercle F, et dont l'ouverture J est toujours accessible à la betterave qui roule dans le cylindre, tandis qu'une claire-voie *a* (fig. 2) la ramène contre le plateau ou disque extérieur, qui est percé en ce point du trou K, par où la betterave s'échappe et tombe sur le plan incliné L.

Les cercles M, M, que l'on aperçoit autour de l'axe du cylindre dans la fig. 4, sont, comme on le voit dans la fig. 3, la projection d'une espèce de tambour ou noyau, qui n'a d'autre objet que de porter la betterave à la circonférence du cylindre creux A. Celui-ci se compose de douvelles ou liteaux

en bois refendu ; la section de ceux-ci présente des prismes dont le côté le plus large est appliqué sur le cercle en fonte E et sur le disque ou plateau extérieur F, où ils sont vissés d'abord et consolidés par deux larges cercles en fer H, fortement serrés et bien ajustés.

L'ouverture longitudinale que ces liteaux laissent entre eux, n'est que de 4 lignes à l'intérieur du cylindre, tandis qu'elle doit être d'un pouce à l'extérieur.

Le mouvement est ordinairement donné à ce laveur par une courroie qui enveloppe la poulie N ; celle-ci doit être en fonte, afin de ne point se *gauchir*. Cette poulie tourne à frottement doux sur l'arbre du cylindre, et ne l'entraîne dans son mouvement de rotation, que quand on l'a fait avancer sur l'embrayage A, qui est fixé sur ledit arbre par deux clefs.

P, est la trémie qui reçoit les betteraves. On voit qu'elle est construite de manière à ne pas les arrêter sur son fond ; disposition utile que n'offrent pas les laveurs, dont la manœuvre fut souvent arrêtée par l'engorgement de la trémie.

Lorsque ce laveur fait douze à quinze tours par minute, il peut alimenter la râpe la mieux servie. Bien construit, il nécessite peu de puissance mécanique, et consomme peu d'eau.

Il convient généralement, dans une fabrique de sucre de betteraves, de se servir de bœufs ou de vaches pour imprimer la puissance mécanique au *laveur*, aux *râpes*, *presses*, *pompes*, *tire-sacs*, etc. ; car ces animaux, nourris en grande partie avec le marc pressé de pulpe, rendent, soit en accroissement de chair musculaire, soit en produit de lait, une valeur qui représente celle de ces résidus, et les utilise ainsi. Un manège attelé de six animaux, ce qui en suppose vingt-quatre à l'écurie pour se relayer, suffit pour une usine traitant 5,000,000 kilogrammes de betteraves.

Les betteraves, telles qu'elles arrivent des champs, sont jetées dans une trémie D à l'un des bouts du cylindre laveur ;

elles vont, frottant les unes sur les autres au milieu de l'eau, puis sortent débarrassées de la terre et des pierrailles, à l'autre bout du cylindre sur le plan incliné E; on change l'eau seulement lorsqu'elle est devenue trop bourbeuse, et même on peut enlever seulement le dépôt et remplir d'eau. Que les betteraves aient été lavées ainsi ou grattées à la main, la sommité de la tête où les feuilles (pétioles) s'insèrent, cette partie plus dure et moins sucrée doit être réservée pour les bestiaux; il est assez important d'y joindre la pointe du cône formant le bout de la tête, et que l'on tranche également au couteau, parce qu'il renferme une sorte de dépôt d'un suc salé analogue à celui des pétioles.

Il reste toujours, soit dans les épiluchures à la main, soit dans la vase du laveur, des radicules qu'on doit en extraire par un lavage sur un crible, pour donner aux animaux, car n'offrant que trop peu de prise, les râpes ne les réduiraient pas en pulpe.

Dès que les betteraves sont nettoyées par l'un des deux procédés ci-dessus, on les porte à la RAPE.

Plusieurs sortes d'ustensiles sous ce nom sont destinés à déchirer les utricules ou le tissu cellulaire qui, dans les betteraves, contiennent le suc liquide.

Les différens systèmes des râpes, désignés sous les noms des constructeurs, sont ceux de Caillon, de Pichon, de Burette d'Odobel et de Thierry.

Dans des fabriques où le râpage s'en fait à bras d'hommes, la râpe de Pichon, très commode, donnait de la pulpe très fine et bien effilochée : on pouvait proportionner aisément l'ouvrage à la force et au nombre (2 à 4) des hommes, et aussi en raison de la dureté des betteraves. Il suffit de charger plus ou moins le chariot sans fin qui les amène au cylindre dévorateur.

La râpe de Thierry, perfectionnée dans son exécution par M. Moulfarine, est le plus généralement employée aujourd'hui; elle se compose d'une trémie A (Pl. 2) posant

sur le bâti en fonte B, au moyen de la semelle *a*, qui y est maintenue par deux boulons. Cette trémie est divisée en deux parties par une cloison *b* fondue avec elle.

C, Tambour ou cylindre creux, dont le corps fait une seule pièce avec les rayons et le mamelon *c*, ajusté sur l'arbre D, qu'il ne touche que vers ses extrémités. A chacun des rebords *d* de ce cylindre, on a pratiqué une rainure circulaire, dans laquelle entrent à coulisses les lames dentées *e* et les traverses en bois *l*, destinées à maintenir leur écartement. Pour fixer ces lames et pouvoir au besoin en changer quelques-unes, sans être obligé de les démonter toutes, après avoir garni le huitième de la circonférence du tambour, on place dans l'encoche *g* une des clefs *h*, puis on garnit la deuxième partie, que l'on assujettit également par une nouvelle clef.

D, Axe du cylindre. Ses deux extrémités sont disposées pour recevoir alternativement le pignon E qui engrène la roue F, dont les dents sont en bois, et qui est montée sur l'arbre G.

H, Poulie en bois fixée par des chevilles sur des croisillons en fonte, et destinée à transmettre le mouvement qu'elle reçoit du moteur.

I, Support de l'arbre G.

J, Deux rabots ou pressoirs de bois, dont se sert l'ouvrier pour presser les racines courtes contre la surface du tambour. Ces rabots sont munis d'un arrêt *k* qui vient s'appuyer contre le plan *i*, pour qu'ils ne touchent pas l'armure du cylindre.

K, Caisse en bois dont l'intérieur est garni d'une feuille de métal pour recevoir la pulpe extraite de la racine.

L, Enveloppe circulaire aussi garnie intérieurement en métal, et recouvrant la partie supérieure du tambour.

Comme le râpage exige une grande célérité, le moteur de cette machine doit communiquer au tambour une vitesse de cinq à six cents tours par minute. Un homme est employé à faire marcher, avec les deux mains, les ra-

bots J, pour presser, contre l'armure du cylindre, les betteraves jetées une à une, par deux enfans placés à ses côtés.

Quelques cailloux échappés au nettoyage viennent de temps à autre ébrécher ou casser des dents; il est donc indispensable d'avoir pour chaque râpe des lames de rechange, et un ouvrier habitué à les substituer.

Les râpes doivent être à un étage supérieur aux presses et aux réservoirs, en sorte que le jus coule directement dans ceux-ci, et qu'une fois les betteraves montées par un *tire-sacs*, il n'y ait plus dans tout le reste de l'opération que des robinets à tourner pour recevoir le jus dans la chaudière à déféquer, puis le liquide successivement dans les filtres, les chaudières évaporatoires, la chaudière à cuire. La fig. 1, Pl. 3, esquisse cette disposition et suppose le chauffage à vapeur: A, atelier des râpes; B et C, presses; D, treuil mu comme la râpe par le mouvement du manège E placé sous cette partie de l'atelier; ce treuil monte à volonté les betteraves nettoyées; F, chaudière à déféquer (il y en a deux ou trois au moins, afin que l'une d'elles soit toujours prête à recevoir le jus); G, premiers filtres; H, chaudières plates à évaporer; I, deuxième et troisième filtre; J, réservoir à clairece; K, chaudière à cuire; L, rafraîchissoir; M, formes dans l'empli.

Cependant cette disposition exigeant la construction coûteuse d'un étage élevé de 12 à 15 pieds très solide, et l'élévation plus grande de l'eau de lavage, d'un poids de betteraves plus considérable, et dépensant donc plus de frais de premier établissement et de force mécanique, on préfère quelquefois laisser les râpes et les presses au rez-de-chaussée, dans un atelier aéré, dallé, facile à laver à grande eau.

Par suite de cette dernière disposition, le jus est monté dans la chaudière à déféquer: l'atelier où l'on traite le jus des cannes d'après les nouveaux procédés est disposé de même; on peut en voir la description pages ci-après et suivantes.

La pulpe, au fur et à mesure qu'elle est obtenue, était portée sur la toile sans fin de la PRESSE à cylindres, si mieux encore la pulpe ne tombait directement sur cette toile.



La presse à cylindres offre l'avantage de donner directement 50 de jus environ pour 100 de betteraves; et comme dans toutes les opérations des fabriques de sucre, la célérité est une des conditions les plus essentielles pour le succès, la presse à cylindres dut être considérée d'abord comme un des ustensiles nécessaires : elle se compose de deux cylindres A et A' (fig. 1 et 2, Pl. 4) de 3 pieds de long, montés sur un fort bâti B, de la même manière que les cylindres des LAMINOIRS; une toile sans fin C, dirigée par des petits cylindres *d, d, d*, passe continuellement entre les cylindres A et A', y dégageant la pulpe posée à cet effet dans la trémie D; le jus coule par une bêche inférieure E, dans les réservoirs ou chaudières; la pulpe exprimée tombe dans une caisse F. Fig. 3, coupe par l'axe du cylindre A'; fig. 4, coupe suivant *ab*; fig. 5 et 6, vis de rappel qui tend la toile C (fig. 1).

On extrait une partie, 15 à 25, du jus restant dans 100 de pulpe sortant de la presse à cylindres, à l'aide d'une PRESSE à vis en fer, à levier ou à choc, ou d'une PRESSE hydraulique. Cette pulpe est, à cet effet, mise dans des sacs en toile forte et claire, sorte de canevas que l'on place sur un clayonnage posé sur le plateau de la presse : chaque lit se compose de deux rangées de sacs, dont les embouchures relevées s'appuient l'une sur l'autre; quatre ou cinq lits sont ainsi empilés successivement, et aussitôt soumis très graduellement à la pression. Depuis très peu de temps, le perfectionnement dans les constructions des presses hydrauliques et à vis en fer, la facilité et l'habitude de leur service, les fait employer exclusivement dans beaucoup de fabriques bien montées. Voici les particularités de leur manœuvre :

Sur le plateau inférieur, on pose une claie d'environ 2 pieds sur 20 pouces, puis on enferme de la pulpe sortant de la râpe dans un sac en canevas fort; on reborde de 6 pouces l'ouverture; on aplatit à l'aide d'un rouleau sur une table latérale doublée de plomb, laissant écouler le jus, le tout de manière que le sac de pulpe ait 18 pouces de large sur 22 pouces de long, et 10 à 12 lignes d'épaisseur. On place

cette sorte de galette sur la claie, on pose une deuxième claie dessus, puis on continue d'empiler successivement un sac aplati, puis une claie, jusqu'à former une hauteur totale de 30 pouces environ : quatre montans, entre lesquels se meut le plateau supérieur, servent de guides pour empiler les sacs et claies.

On serre très graduellement la presse, et l'on obtient directement ainsi 70 à 75 de jus pour 100 de pulpe fraîche.

Pendant qu'une presse agit, une autre est chargée de même, en sorte que la pulpe soit toujours rapidement exprimée : une presse donne 6000 kilogrammes de jus en 12 heures.

Le jus obtenu des presses coule spontanément dans un récipient, d'où une pompe le remonte dans le réservoir supérieur aux chaudières.

Tous les récipients, réservoirs, les plateaux de presses, les conduites du jus, doivent être doublés en cuivre, laiton ou plomb; en un mot, il convient d'éviter le plus possible de mettre le jus en contact avec des ustensiles en bois, qui absorbent un peu de ce liquide sucré, et entretiennent ainsi une sorte de levain susceptible d'altérer le jus qui passe ultérieurement sur ces surfaces. La même observation s'applique à tous les ustensiles employés dans la fabrication et le raffinage du sucre des cannes et des betteraves.

Les procédés usuels que nous venons d'indiquer pour l'extraction du jus des betteraves laissent un marc pesant encore 25 à 30 pour 100 du poids des betteraves, et comme celles-ci ne contiennent que 3 centièmes environ de substance ligneuse non réductible en jus (1), le marc de 100 kilogrammes de betteraves recèle encore 22 à 23 du jus, et il importerait d'autant plus d'obtenir cette portion, que ce marc a déjà supporté tous les frais de nettoyage, de râpage, etc. Plusieurs essais, à cet égard, fondés les uns sur un broyage mécanique plus parfait, les autres sur une cuisson capable de faire rompre les cellules qui retiennent le jus, n'ont pas donné

(1) V. l'analyse de ces racines, page 49 et après.

encore de résultat utile, bien qu'ils aient fait augmenter de beaucoup la proportion de jus.

Les premiers coûtaient trop ou rendaient difficile et longue l'expression.

Les seconds produisent dans le jus une altération qui ne permet plus d'extraire une aussi grande proportion de sucre cristallisé.

M. de Dombasle, un de nos plus habiles agronomes manufacturiers, vient de prendre un brevet d'invention pour un procédé analogue à ce dernier, et qui donnerait en grand 90 de jus pour 100 de betteraves.

Nous donnerons une idée de ce procédé, qui aurait une grande influence sur le succès de la fabrication du sucre indigène, si le jus ainsi obtenu ne nous semblait devoir être plus difficile à traiter.

Voici sur quelles données se fonde M. de Dombasle ; elles sont d'ailleurs conformes aux résultats de l'analyse que j'ai publiée en août 1825. (Bulletins de la Société d'Encouragement et Philomatique.)

Cent de betteraves épluchées contiennent, terme moyen, 14 parties de substances sèches, 86 d'eau ; par conséquent, sur les 14 centièmes, la portion dissoluble forme 10 à 11 pour 100, et la matière ligneuse environ 3 à 4 ; le jus constitue donc au moins les 96 centièmes du poids de la betterave. Ce qui s'oppose à ce que l'on extraie facilement le jus, c'est qu'il est, selon moi, renfermé dans des cellules ou utricules, dont plusieurs parties ne sont pas atteintes par la râpe. M. de Dombasle pense qu'un principe vital s'oppose à la séparation du jus, et qu'en chauffant jusqu'à l'ébullition ce principe est détruit. Je pense que cette température déterminant la rupture des cellules, laisse le suc y contenu libre de suivre les lois ordinaires de l'écoulement des liquides.

Quelle qu'en soit, au reste, la cause, M. de Dombasle a reconnu qu'après une coction, les betteraves, facilement coupées en tranches, peuvent être lessivées par bandes, comme les matériaux *salpêtrés*, sur sept filtres remplis de

ces tranches : l'eau passée successivement se charge de plus en plus de jus, tandis que, par des additions successives de solutions de plus en plus faibles, chaque filtre épuise à son tour les tranches de betteraves qu'il contient.

En résumé, cette méthode permet d'obtenir, en baissant seulement d'un degré environ (sur 7 ou 8), les 90 centièmes du jus que contiennent les betteraves, au lieu de 65 à 75 que l'on obtient communément; le râpage et le pressurage seraient d'ailleurs supprimés et remplacés par la coction et la division en tranches, bien moins coûteuses. M. de Dombasle annonce être parvenu à traiter le jus *cuit* en opérant la défécation à 70°, et laissant déposer au lieu de faire monter l'écume.

M. Dumas, professeur de Chimie, a indiqué un procédé qui serait encore préférable, si l'on parvenait à extraire du jus la même proportion de sucre; il consiste à faire chauffer jusqu'à 50 ou 60 degrés les tranches de betteraves dans de l'eau acidulée avec l'acide sulfurique; elles laissent alors écouler 92 à 95 pour 100 de leur jus à la presse hydraulique. Des procédés, en ce moment essayés par MM. Beaudrimont, Blanquet, Hamoir, Roussel, etc., promettent la réalisation des avantages ci-dessus; nous les décrirons à la fin de ce volume.

Traitement du jus des betteraves.

Le jus étant obtenu, à froid, et porté immédiatement dans les chaudières à déféquer, comme nous l'avons dit ci-dessus, doit être soumis successivement aux opérations désignées : 1°. la *première clarification* ou *défécation*; 2°. la *première filtration*; 3°. la *première évaporation*; 4°. la *deuxième clarification*; 5°. la *deuxième filtration*; 6°. la *deuxième évaporation* ou *cuite*; 7°. la *cristallisation*; 8°. l'*égouttage*; 9°. le *raffinage*. Nous allons décrire ces opérations avec leurs modifications pratiques, en ayant le soin d'indiquer les motifs de la préférence que méritent certains procédés. Quant à la dernière opération, le

raffinage, elle seule constitue un art particulier, que nous décrirons après avoir traité de la *fabrication* du sucre des cannes, puisqu'il s'applique aussi bien à ce sucre brut qu'à celui des betteraves.

Le système général de chauffage dans les diverses opérations que nous allons décrire, est à feu nu, ou mieux encore à la vapeur. Ce dernier mode présente une économie marquée de combustible et de main-d'œuvre, puisqu'un seul FOURNEAU pour le CHAUFFAGE d'une CHAUDIÈRE ou *générateur* à produire la VAPEUR, suffit à toutes les clarifications et évaporations : il n'y a donc qu'un seul foyer à soigner, et au lieu de tout l'embarras résultant de l'extinction des feux plusieurs fois par jour, on n'a que des robinets à tourner pour amener ou intercepter la vapeur. Six fabriques opèrent ainsi ; en général, les autres emploient la vapeur pour *cuire* seulement.

Les chaudières ainsi chauffées, sont disposées de plusieurs manières, suivant leur destination : celles à déféquer et clarifier ont une profondeur égale à leur diamètre, comme l'indiquent les figures 1 et 2, Pl. 5 ; leur fond est bombé en dedans, et un robinet A permet de les vider complètement ; un double fond B reçoit à volonté, par un tuyau et un robinet C, la vapeur, tandis qu'un petit robinet *d* laisse échapper l'air, et qu'un tuyau E se prolongeant jusque près du fond de la chaudière génératrice de vapeur, y ramène l'eau condensée.

Les mêmes dispositions sont observées pour les chaudières à évaporer, à cette exception près, que leur profondeur ne doit être que de quelques ponces (6 à 8), et que le fond seulement est chauffé par une double enveloppe, comme l'indiquent les coupes (fig. 2 et 3, Pl. 3). L'étendue de ces chaudières devant être considérable, sans exiger une grande épaisseur de cuivre, elles sont longues et étroites (de 12 à 18 pieds sur 2 pieds.) On se sert, plus généralement, de chaudières évaporatoires à vapeur forcée, chauffées par des jeux de tubes comme celles ci-après indiquées, connues sous le nom de *système de Taylor et Martineau*.

La dernière évaporation ou cuite peut se faire dans des chaudières semblables ; cependant l'ébullition exigeant, pour être aussi vive, plus de surface de chauffe, et une plus haute température, ou une moindre pression atmosphérique, en raison de la plus grande densité et de la viscosité du sirop ; on doit adopter l'une des deux dispositions suivantes :

N° 1. Le CHAUFFAGE à *vapeur forcée* jusqu'à 3 atmosphères de pression, dans des tubes de 15 à 18 lignes, distans entre eux de 6 lignes, assemblés en forme de gril près du fond plat, et parallèlement à celui-ci. (V. page 56.)

N° 2. Le chauffage dans le *vide* relatif (la pression atmosphérique réduite à un vingtième d'atmosphère, système d'Howard, ou d'un tiers à un quart d'atmosphère, système de Roth, décrit plus loin.)

Avant de décrire les opérations successives par lesquelles passe le jus de betteraves, rappelons que les conditions essentielles de succès sont surtout la célérité et la propreté.

Défécation. Il est utile de multiplier les défécations, afin que le jus soit exposé le moins de temps possible aux réactions spontanées, qui l'altèrent. (V. FERMENTATION.)

Deux modes de défécation différens sont suivis encore : l'un, qui peut-être finira par être abandonné, consiste à acidifier d'abord le jus à froid, au moment de le verser à la chaudière, avec 250 grammes d'acide sulfurique, que l'on étend de 8 parties d'eau, pour 500 kilogrammes de jus. Cette addition paraît utile pour mieux coaguler l'albumine végétale que contient le jus ; mais elle détermine toujours un peu d'altération dans le sucre, ce qui l'a fait abandonner dans plusieurs usines. Sans doute cette altération serait à peine sensible, si le jus était chauffé tellement vite, qu'au bout d'une ou deux minutes on pût ajouter la chaux, et l'on y parviendrait aisément à l'aide d'un chauffage à la fois intérieur par des tubes, et extérieur par une double enveloppe. (V. plus loin la description de l'appareil Roth, perfectionné.)

L'autre mode de défécation admet le jus tel qu'il sort de la presse dans la chaudière.

Quel que soit le mode de défécation adopté, deux précautions importantes doivent être apportées dans la préparation et les dosages de la chaux :

1°. La plus grande division possible de la chaux doit être opérée par son extinction ;

2°. Une fois le dosage reconnu convenable, il faut être assuré de retrouver aisément les mêmes quantités dans les opérations ultérieures.

Jusqu'ici, les fabricans se contentent d'éteindre chaque fois la quantité utile à la dessiccation. Ce mode est bien plus embarrassant, et présente moins de garantie d'exactitude, que celui indiqué ci-après, qui m'a parfaitement réussi dans des exploitations en grand.

Pour obtenir le premier point, on doit d'abord choisir la CHAUX *grasse* la plus pure, puis l'éteindre en masses un peu fortes, par des additions successives d'eau chaude ou tiède (de rivière ou de pluie, s'il y a lieu) ; remuer lentement, de manière à faire pénétrer le plus également possible l'eau dans toutes les parties qui commencent à *fuser* ; ajouter ensuite assez d'eau pour obtenir un lait de chaux marquant 13 à 14 degrés à l'aréomètre Baumé, que l'on y plonge au moment où l'on vient de mettre toutes les parties en suspens par l'agitation ; enfin, passer tout ce liquide émulsif au travers d'un tamis en toile métallique de fil de fer.

Le deuxième point ou dosage régulier s'obtiendra facilement en mesurant toujours les mêmes volumes de lait de chaux marquant le même degré à l'aréomètre.

On rendra la chaux meilleure en la laissant déposer et jetant l'eau claire surnageante ; il serait même bon de répéter plusieurs fois ce lavage, afin d'entraîner la plus grande partie de la potasse que peut contenir la chaux, surtout celle fabriquée au bois.

On rendra toujours les défécations plus promptes et plus

complètes, en faisant chauffer le lait de chaux jusqu'à l'ébullition au moment de le verser dans le jus.

Dans les deux modes de défécation, on doit chauffer le jus aussi vite que possible, et dès que la température du liquide est à 55 ou 60 degrés, ou lorsqu'on peut à peine y tenir le doigt un instant, on verse le lait de chaux, on agite vivement quelques secondes, puis on laisse en repos jusqu'à ce que la première apparence d'ébullition se manifeste.

La proportion de chaux varie entre 2,5 et 12 pour 1000, suivant la qualité du jus, et celle-ci dépend de la variété des BETTERAVES, de la nature du sol, des engrais, de la saison, des soins de culture, etc. ; elle ne peut être reconnue d'après la densité du jus : il est donc utile de faire quelques essais préalables de défécation en petit sur chaque sorte de betteraves à traiter provenant d'un même champ.

Il est difficile de peser à chaque opération la quantité de chaux sèche reconnue utile, par les essais ci-dessous, d'autant plus que la qualité varie, et que des proportions plus ou moins grandes de parties incomplètement éteintes ou restées en grumeaux, rendent plus variables encore les quantités de chaux active. On remédiera à ces inconvénients en éteignant à la fois, et avec les plus grandes précautions pour obtenir une grande division, toute la chaux nécessaire au traitement des betteraves dans une campagne ; on devra ensuite employer en mesures déterminées la bouillie délayée dans l'eau, de manière à marquer 13 ou 14 degrés à l'aréomètre Baumé.

Les caractères qui annoncent une bonne défécation résultant d'une proportion convenable de chaux et d'un chauffage rapide, sont successivement : 1°. une émanation d'ammoniaque très sensible près de la superficie ; 2°. une séparation tranchée du liquide en flocons nageant dans un suc clair et facile à observer dans une cuillère d'argent ; 3°. une pellicule irisée se formant dès qu'on souffle sur ce liquide ; 4°. une écume boueuse verdâtre se rassemblant de plus en plus épaisse à la superficie, puis acquérant une consistance de caillé ou fromage frais

égoutté; 5°. des crevasses se manifestant dans l'épaisseur de l'écume; 6°. une première irruption de jus clair dans une des fentes, annonçant l'approche de l'ébullition. Un excès de chaux offrirait ces phénomènes; mais le liquide clair conserverait une saveur âcre, que n'atténuerait qu'incomplètement sa filtration sur 3 à 4 pour 100 de noir en grains; enfin, un grand excès (de deux millièmes) rend les écumes molles émulsives.

Dès que le signe de l'ébullition s'annonce, il faut se hâter de prévenir celle-ci, soit en fermant les robinets à vapeur et à retour d'eau, et ouvrant le robinet à air, soit (si l'on chauffe à feu direct) en tenant ouverte la porte du foyer et couvrant tout le combustible ardent avec du charbon mouillé.

La recherche des phénomènes ci-dessus, qui indiquent une bonne proportion de chaux, exige des tâtonnemens de laboratoire qui peuvent se multiplier plus ou moins. On vient d'indiquer un mode de manipulation qui du moins limiterait ces opérations. Voici ce procédé :

On prépare six doses séparées, d'un gramme chacune, de chaux éteinte en poudre (il serait mieux de disposer six mesures égales de lait de chaux à 13 ou 14 degrés Baumé, représentant chacune 1 gramme de chaux vive); on fait chauffer dans une casserole 1 litre de jus, et lorsqu'il est à 50 ou 60 degrés, on y ajoute une dose de chaux délayée dans l'eau, et lorsqu'il est près de bouillir, on prend une cuillerée à bouche du liquide, que l'on jette sur un petit filtre placé dans un entonnoir.

On ajoute une deuxième dose, on remet sur le feu, on en tire une cuillerée, que l'on filtre comme la première.

On continue de même jusqu'à ce que l'on ait ajouté les six doses (et jusqu'à douze vers la fin de la fabrication).

Le produit de chaque filtration d'une cuillerée est reçu dans un tube, et les six tubes, maintenus debout, permettent de comparer la nuance et le degré de limpidité. Le premier tube, qui offre le liquide ambré limpide, indique l'emploi de la proportion utile de chaux.

Les tubes suivans contenant plus de chaux, présentent des liquides clairs aussi peu, ou même moins colorés; mais l'excès de chaux serait nuisible : il faut donc s'arrêter au *minimum* utile.

Quels que soient les soins pris dans la défécation, une partie de l'excès de chaux resté naguère en solution jusque dans la cuite et les cristallisoirs, altérerait le sucre et en rendait une proportion considérable incapable de cristalliser. Depuis l'emploi du CHARBON *d'os*, ce grave inconvénient a diminué de beaucoup, et le nouveau mode de filtration l'a encore amoindri; cependant, après la deuxième filtration, et quelquefois après la troisième, il en reste encore quelques traces; il reste en outre de la potasse libre, résultant de la décomposition du malate de potasse par la chaux.

Dans un essai sur de petites quantités, je suis parvenu à éliminer ces deux agens; peut-être le même moyen sera-t-il employé avec succès en grand, le voici : après la première filtration du jus déféqué sur le noir en grains, on ajoute dans le liquide clair deux à trois millièmes de carbonate d'ammoniaque brut; ce sel se décompose; son acide se combine à la chaux, qu'il précipite en carbonate de chaux très peu soluble, et à la potasse; l'ammoniaque libre se volatilise par l'ébullition.

Huit ou dix minutes avant la deuxième filtration à 12 degrés, on ajoute un demi à un millième (toujours du poids du jus) de *sulfate de chaux*, formé en bouillie fine par la saturation complète de la chaux à l'aide de l'acide sulfurique, ou en gâchant du PLÂTRE en bouillie claire, par des additions successives d'eau.

Le carbonate de potasse dissous dans le jus, se transforme par le sulfate de chaux en carbonate de chaux, qui se précipite, et en sulfate neutre de potasse, qui n'a pas sensiblement d'action nuisible sur le sucre.

Enfin, dans la filtration sur le noir en grains, le carbonate de chaux avec le sulfate de chaux en excès, et le malate et l'oxalate de chaux, restent engagés dans les interstices

du filtre ; le sirop clair qui s'en écoule est mieux dégagé des agens susceptibles d'altérer la propriété cristallisable du sucre.

Première filtration. La défécation faite, après cinq ou six minutes de repos, on soutire au clair sur un filtre Dumont (*V.* plus loin la description, le mode de chargement, et les avantages de ce filtre pour la fabrication et le raffinage) le suc déféqué par le robinet du fond de la chaudière.

Ce soutirage exige quelques précautions : on ouvre le robinet à demi, afin que l'écoulement puisse être continu, les interruptions pouvant agiter et troubler toute la masse ; les premières parties écoulées troubles sont reçues dans un seau à part : dès que le liquide coule clair, on le dirige sur le filtre, garni d'une toile ou *charrier*.

Ce filtre est chargé avec le noir animal en grains qui a servi à la dernière filtration du sirop clarifié, et un dixième environ de noir en grains neuf. Il résulte de cette manière d'opérer, que le noir est dépouillé par le jus faible de la plus grande partie du sirop interposé dans le *grain*. Un volume d'eau ordinaire versé sur celui-ci, déplace en s'y substituant le jus engagé à son tour.

On épuise ainsi d'ailleurs l'action du noir sur la chaux, et sur quelques principes immédiats étrangers au sucre.

A la vérité, une très petite quantité de potasse (du *mate*), mise à nu dans le suc par la chaux, plus un léger excès de celle-ci rendant la solution alcaline, dissolvent un peu de la matière colorante que le noir avait enlevée au sirop ; mais cet inconvénient est loin de balancer les effets utiles ci-dessus indiqués.

Dès que tout le suc clair de la chaudière à déféquer est passé, on verse sur le filtre le liquide trouble mis à part au commencement de la décantation, puis on y fait couler le suc de la presse à écume.

Cette PRESSE à levier et poids successifs, reçoit dans une caisse en toile métallique contenant un sac à ouverture large et fendue, les écumes, que l'on enlève du fond de la chaudière à l'aide d'une large écumoire en forme d'écope.

Évaporation. En sortant du filtre, le liquide clair coule dans les chaudières évaporatoires à large surface. Trois ou quatre de ces chaudières reçoivent tout le liquide filtré, qui n'y occupe qu'une hauteur de 6 à 7 pouces; elles l'évaporent aussitôt rapidement par une vive ébullition.

Dès le commencement de l'évaporation, dans diverses fabriques, on ajoute au suc déféqué 1 pour 100 de son poids de Noir *animal* fin. Dans ce cas, la clarification à 25 degrés est indispensable, comme ci-après.

Lorsque l'évaporation a amené le liquide en sirop à 25 degrés (Baumé) environ, on le fait couler des chaudières évaporatoires dans une chaudière plus profonde à clarifier; on y ajoute du sang (1 environ pour 100) bien fouetté, dans deux fois son poids d'eau, et mêlé préalablement avec deux seaux du sirop que l'on a laissé refroidir.

On chauffe vivement à l'aide du robinet à vapeur, et à défaut, en allumant un feu vif; ce chauffage doit commencer un instant avant de verser le sang étendu, et dès que celui-ci est rapidement brassé dans la chaudière, on laisse en repos l'ébullition se manifester, puis aussitôt que celle-ci a lieu, on cesse de chauffer (*V. ci-dessus à la Défécation*); on laisse reposer trois ou quatre minutes, puis on soutire sur un filtre Dumont de la manière suivante :

Deuxième filtration. Dès que l'écume albumineuse est bien formée à la superficie, on décante avec précaution, à l'aide de la cannelle inférieure, et le plus possible à clair, afin d'éviter que le filtre ne s'obstrue par des flocons albumineux trop abondans.

On est plus assuré d'une filtration rapide, en passant d'abord la clairce dans les filtres Taylor (*V. page 88*, leur description), ou dans les filtres à noir fin formés d'une nappe en laine ou en toile plucheuse de coton, posée sur le clayonnage qui garnit le fond d'une caisse doublée intérieurement de cuivre mince.

Depuis l'application mieux entendue des filtres Dumont, on a commencé à supprimer complètement la clarification; c'est,

à mon avis, une très importante amélioration. Voici comment on opère (nous reprenons au moment de l'évaporation):

On évapore sans addition de noir fin et jusqu'à 12 degrés Baumé; alors on tire au robinet tout le liquide, sur un filtre à noir en grains; on remet dans la chaudière le liquide filtré; on évapore encore rapidement jusqu'à 25 degrés, puis on filtre pour la troisième fois, mais sur un filtre Dumont chargé de *noir neuf*. Le sirop devenu limpide est prêt à éprouver la cuite; il donne plus de cristaux d'une plus belle nuance: en effet, le sang supprimé ne laisse plus une partie de sa matière soluble et altérable, et le sirop n'est plus altéré par un chauffage d'une heure, que durait la *clarification*.

Cuite ou dernière évaporation. Cette opération importante s'est pratiquée de diverses manières, et a donné lieu, soit dans l'extraction du sucre des betteraves, soit dans le raffinage des sucres, à plusieurs inventions brevetées. Ici nous nous bornerons à indiquer les trois principaux procédés en usage: cuite en chaudières fixes, à feu nu; cuite à la bascule, également à feu nu; cuite à la vapeur forcée (Taylor); cuite dans le vide relatif (Roth). Quant au *système d'Howard*, c'est au raffinage seul que ce dernier mode de *cuire* le sucre est appliqué jusqu'aujourd'hui.

Cuite en chaudières fixes, à feu nu. Cette ancienne méthode réunissait les inconvéniens d'une durée longue et d'une température élevée: on y a généralement renoncé, même dans le raffinage, où elle est moins nuisible encore que dans la fabrication.

Cuite dans la chaudière à bascule. Ce mode de rapprocher les sirops au degré de *cuite* fut un perfectionnement remarquable à l'époque où M. Guillon imagina de substituer cette sorte de chaudière aux chaudières fixes. Dans ces dernières, l'évaporation durait trente à quarante-cinq minutes; dans celles de M. Guillon, la cuite était faite en cinq à huit minutes. Dans le premier cas, l'altération, augmentée encore par la masse; était au-delà de six fois plus grande que dans le deuxième: aussi s'empressa-t-on de l'adopter dans toutes

les raffineries , puis ensuite dans les fabriques de sucre indigène , puis enfin dans plusieurs habitations coloniales , où l'on extrait le sucre des cannes.

La fig. 4, Pl. 3, indique une chaudière à bascule montée sur son fourneau , et la fig. 5 représente une coupe horizontale du fourneau , à 4 pouces au-dessus de la chaudière. Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans les deux figures.

A, Cendrier ;

B, Grille et foyer rectangulaire évasé circulairement ;

C, Ouvreaux ou carneaux , au nombre de huit à douze , dans lesquels se divisent les produits de la combustion (1) ;

d, Gargouille ou conduit dans lequel se rassemblent les produits de la combustion pour se rendre dans la cheminée e ;

L, Cercle de deux bandes , scellé et formant gorge , dans laquelle portent les bords du fond de la chaudière ;

f, Chaudière à bascule , de forme circulaire ou elliptique , mobile sur un axe g ;

h, Anneaux auxquels s'attache une chaîne passant sur une poulie i , et qui , tirée par une poignée k , détermine le mouvement de bascule de la chaudière , en lui faisant prendre la position qu'indique la figure de cette chaudière en lignes ponctuées.

m, Rafrâchissoir ou réservoir en cuivre , dans lequel la chaudière basculant , verse successivement les cuites. Ce vase peut être posé sur des roulettes ou galets , afin de le faire passer dans l'empli , chambre où se disposent les formes dans lesquelles le sucre doit cristalliser en masse.

Le sirop filtré ou *clairce* , contenu dans un réservoir dont le fond est un peu élevé au-dessus des bords de la chaudière à bascule , se verse à volonté dans cette chaudière , à l'aide d'un robinet. Il convient , pour la rapidité de l'opé-

(1) Cette disposition , que j'ai indiquée à l'article BAGASSE du Dictionnaire Technologique , a depuis été admise dans les constructions des fourneaux chauffant les chaudières à traiter le sucre et autres.

ration, que la claiſſe n'occupe qu'une hauteur de 18 lignes à 2 ponces. Le feu étant fort actif, l'ébullition vive s'établit en moins d'une minute dans toutes les parties de la chaudière; souvent le ſirop visqueux s'élève ou mousse trop, et mouillant incomplètement le fond, pourrait brûler. On diminue cet inconvénient en faisant crever avec rapidité les bulles accumulées formant la *mousse*; pour cela on jette une petite quantité (4 ou 5 grammes) de matière grasse; on se sert plus ordinairement de beurre pour obtenir cet effet; il est si prompt, qu'il semble avoir quelque chose de magique: au moment où le ſirop visqueux s'élève en mousse et va déborder, on projette au milieu une boulette de beurre; à l'instant la mousse s'affaisse et la vapeur se dégage facilement. Il est parfois utile de renouveler l'emploi du beurre pendant la durée d'une cuite.

Terme de l'évaporation. On a proposé divers moyens de reconnaître le point de rapprochement convenable où *degré de cuite* du ſirop, pour que la cristallisation en masse se fit bien.

Naguère encore, nous avons vu, dans de grandes usines, les chaudières fixes munies de thermomètres indiquant ce terme. On conçoit, en effet, que la densité du liquide augmentant avec l'évaporation de l'eau, la température de l'ébullition augmentait en même temps.

Mais déjà dans les *cuites* durant trente à quarante-cinq minutes, les indications du thermomètre étaient trop lentes; le remplacement des thermomètres cassés est sujet à des variations entre ces divers ustensiles; à plus forte raison ces inconvénients, beaucoup plus graves pour des opérations faites en six à dix minutes, devaient-ils faire renoncer à l'emploi de ce moyen. Il en fut de même des divers aréomètres essayés, plus lents encore et plus difficiles à consulter, en raison de la viscosité des sirops rapprochés: nous ne nous arrêterons donc pas plus long-temps à ces procédés imparfaits.

Le mode le plus généralement adopté, soit dans la fabrication, soit dans le raffinage du sucre, consiste à passer ho-

horizontalement, et avec célérité, une écumoire dans toutes les parties du sirop bouillant, à relever la lame verticalement, effleurer aussitôt sa surface avec le bout de l'index, poser sur le pouce et écarter vivement les doigts, en regardant l'effet du liquide interposé : si celui-ci forme un filet qui se rompant se replie en crochet, le rapprochement du sirop est à son terme.

Un autre moyen simple, consiste à souffler fortement sur la face de l'écumoire relevée et légèrement secouée ; si alors une multitude plus ou moins grande de globules plus ou moins légers s'envolent en arrière, la cuite est terminée et plus ou moins rapprochée.

Avec un peu d'habitude, ces procédés simples suffisent au but qu'on se propose ; et d'ailleurs, quelques cuites trop rapprochées se corrigent par quelques autres poussées moins loin.

Dès que le terme de la cuite est reconnu, on tire la chaîne de la bascule, et le *sirop cuit* tombe dans le rafraîchissoir.

Le produit de six, huit ou dix opérations, étant ainsi rassemblé dans un rafraîchissoir, on roule celui-ci dans l'*empli* (V. plus loin l'atelier désigné sous ce nom), et on le remplace par un autre vide ; ou encore un homme, à l'aide d'une grande cuillère appelée *puchoux* (fig. 18 et 19, Pl. 6), puise dans le rafraîchissoir et emplit successivement plusieurs vases en forme de chaudière à bascule courte, dits *bassins* (fig. 5, 6, 7 et 8), maintenus sur un support à crochet et portés chacun par un homme, qui va le verser dans un rafraîchissoir fixe posé dans l'*empli*.

Ce dernier mode est préféré dans plusieurs raffineries, afin de réunir un plus grand nombre de cuites, et de commencer le *grainage* ou cristallisation sur de plus ou moins grandes masses, ce qui modifie à volonté la cristallisation.

Lorsque l'on se propose d'épurer le sucre brut par un *clairçage*, on ne réunit que quatre cuites dans le premier rafraîchissoir ; on porte directement leur produit dans les formes, afin que la cristallisation commençant et se terminant

dans ces derniers vases, y soit plus régulière et laisse mieux écouler le sirop.

Pendant la cuite, les sirops se colorent et s'altèrent toujours plus ou moins, suivant qu'ils sont plus ou moins impurs. Les principales causes de ces altérations sont : la température, et surtout la durée de l'opération. Quelques personnes avaient attribué la plus grande influence dans cette occasion, soit à la température élevée, soit à l'action de l'air, favorisée par la chaleur. Il est d'autant plus important de réfuter ces opinions, que, soutenues par de savans professeurs, elles ont donné lieu à des spéculations ruineuses. Démontrons, en premier lieu, par une citation succincte des faits, que l'action d'une température douce et prolongée est de beaucoup plus nuisible que celle d'une haute température, produisant une évaporation très rapide.

D'abord, il a été bien constaté que l'ébullition pendant trente à quarante-cinq minutes, suivant l'ancien mode, fonçait beaucoup plus la couleur, et rendait incristallisable une bien plus grande quantité de sucre, que la cuite rapide en cinq à huit minutes dans la chaudière à bascule.

Une évaporation lente à une température au-dessous de l'ébullition obtenue par le chauffage à la vapeur, loin de produire l'effet attendu, donna, dans une très grande exploitation de betteraves, des sirops d'une couleur brune foncée, totalement incristallisables. Les essais d'évaporation lente, soit à feu direct, soit au bain-marie, furent aussi malheureux. Quant à l'action de l'air, loin de la considérer comme extrêmement préjudiciable, elle doit être regardée comme à peu près nulle pour des sirops en concentration. En effet, des expériences comparatives dans l'air, dans le vide et dans l'acide carbonique ou l'azote, m'ont donné des résultats égaux pour des températures et durées de temps égales. Voici d'ailleurs ce que nous avons observé dans les opérations en grand des raffineries en France et en Angleterre, où l'on a profité de l'action de l'air atmosphérique pour accélérer l'évaporation.

M. Derosne essaya un système de rapprochement rapide des sucres déféqués, en se fondant sur la vitesse de l'évaporation des liquides en couches excessivement minces exposées à l'air : des tissus imprégnés de liquide chaud, des chaudières plates à peine recouvertes d'une ligne, multipliaient considérablement les surfaces, et cependant l'action de l'air, à laquelle une si grande prise était offerte constamment, ne produisit que l'effet désiré, de hâter le rapprochement sans altérer le sucre cristallisable.

Une chaudière circulaire plate, dans laquelle un agitateur mu avec rapidité, renouvelait sans cesse les surfaces du sirop bouillant en contact avec l'air, fut employée avec le même succès par M. Dumont.

Un tambour ou cylindre d'un grand diamètre, tournant horizontalement sur son axe, et plongeant à peine dans le sirop bouillant d'une chaudière inférieure, emportait dans sa rotation une couche mince de liquide chaud, qu'il exposait ainsi, sur une superficie très étendue, à l'action de l'air ; la rapidité seule de l'évaporation parut avoir son influence utile, et une patente fut prise à Londres dernièrement pour ce nouveau mode de cuite.

Il doit donc rester comme bien démontré, que l'action de l'air dans l'évaporation des sirops n'est pas sensiblement nuisible, et qu'il faut s'attacher, dans les opérations de ce genre surtout, aux moyens de diminuer la *température* et le *temps*.

Nous n'insisterons pas d'ailleurs sur ces trois derniers appareils, parce que la chaudière à bascule, en raison de la simplicité de l'exécution et de la conduite, et les systèmes de Taylor et de Roth, par la constance de leurs effets, nous paraissent bien préférables.

Nous avons déjà indiqué le système d'évaporation de Taylor dans son application au *CHAUFFAGE à la vapeur*, et au rapprochement des sucres déféqués jusqu'au degré de la clarification. Nous ajouterons ici les particularités relatives à la *cuite* des sirops (nous donnons ici les détails et quelques perfectionnements, dus à M. Moulfarine, dans sa construction).

Appareil pour cuire les sirops par la vapeur, à haute pression. Description des figures de la Pl. 7.

La fig. 1 représente une élévation de cet appareil, vu du côté de l'arrivée de la vapeur.

La fig. 2 est une coupe faite par le milieu de sa longueur.

La fig. 3 en est un plan vu en dessus.

La fig. 4 est une coupe horizontale faite par l'axe d'une partie des tubes dans lesquels circule la vapeur.

A, Chaudière en cuivre posant sur quatre colonnes en fonte, qui elles-mêmes sont fixées sur un massif en pierre.

B, Grands tubes en cuivre placés à égale distance au fond de la chaudière, où ils forment une grille horizontale enveloppée par le sirop à cuire. L'un des bouts est fermé et de forme hexagonale, pour donner prise à la clef par laquelle on les visse dans la pièce C.

Cette pièce est terminée d'une part par un cône percé latéralement (fig. 4), comme la bague en cuivre qui l'enveloppe, pour permettre la libre communication entre les tubes extérieurs B et le tuyau coudé F : elle est ensuite portée à l'autre extrémité par la pointe d'une vis j (fig. 3). Par cette disposition, on a la facilité de relever la grille en la faisant pivoter autour de l'axe ainsi établi de la pièce C, et de nettoyer le fond de la chaudière.

D, fig. 4, Autres tubes renfermés dans les premiers, avec lesquels ils communiquent ; ils sont également vissés dans le diaphragme a, qui sépare en deux parties l'intérieur de la pièce C.

E, Robinet à double orifice, que l'on ouvre ou que l'on ferme à volonté par la clef b.

Le premier orifice c sert à l'introduction de la vapeur, qui arrive par le tuyau d de la chaudière où elle se forme, et qui se rend dans les tubes D lorsque cet orifice est ouvert, comme l'indiquent les fig. 4 et 6. La vapeur, après avoir circulé dans ces tubes et ceux qui les enveloppent, sort par l'ouverture e, pour retourner au générateur.

F, Tuyau recourbé établissant la communication entre les grands tubes D et le tuyau de sortie G qui ramène la vapeur à la chaudière.

H, Robinet placé au-dessous et au centre de la chaudière, pour la vider lorsque le sirop est cuit. Pour faciliter cet écoulement, le fond de la chaudière est tant soit peu concave ; dans d'autres appareils où la chaudière se vide à l'extrémité, elle est seulement un peu inclinée.

Fig. 5. Vue extérieure du robinet E, des tuyaux d'entrée et de sortie de la vapeur, et d'un fragment de la pièce C, garnie des tubes qui viennent s'y fixer.

Fig. 6. Coupe verticale suivant XX de la fig. 4.

Fig. 7. Coupe suivant la ligne YY.

Fig. 8. Détails d'une partie de la traverse I qui maintient l'écartement des tubes B.

J, Support enveloppant la bague *i* dans presque toute sa circonférence.

Jeu de l'appareil.

Lorsque le sirop qui découle du réservoir placé au-dessus de la chaudière A, a rempli environ le tiers de celle-ci, on ouvre le robinet E, pour permettre à la vapeur d'entrer par l'orifice *c* et de se précipiter dans les tubes intérieurs D ; elle passe ensuite dans les grands tubes B, qu'elle traverse dans toute leur longueur, pour revenir avec l'eau condensée vers le diaphragme *a*, et se rendre de là au générateur par l'orifice *e*, que le robinet E ouvre en même temps que le premier *c*.

Cette circulation de la vapeur, qui est exprimée par la direction des flèches dessinées sur la planche, continue jusqu'à ce que le sirop, dès les premiers instans mis en ébullition, soit arrivé au terme de *cuisson*, ce qui a le plus ordinairement lieu au bout de douze à quinze minutes ; alors on ferme le robinet E et l'on ouvre celui H placé sous la chaudière, pour laisser écouler le liquide, qui aussitôt déversé, est remplacé par celui que l'on fait de nouveau arriver du réservoir, afin de recommencer l'opération. L'appareil tra-

vaillant ainsi pendant une journée de douze heures, peut cuire une quantité suffisante de sirop pour obtenir quatre cents pains de sucre pesant chacun quatre kilogrammes.

Pour éviter de répandre dans l'atelier la vapeur que produit le sirop pendant l'ébullition, M. Bayvet a recouvert la chaudière A de planches K (fig. 2), laissant une ouverture antérieure L, par laquelle l'air se précipite, en vertu du tirage que détermine l'échauffement produit par un corps de cheminée verticale M, dans une double enveloppe en bois N.

La densité des solutions augmentant, et avec elle la température de leur ébullition, puis enfin la pression correspondante de la vapeur, il faut que la chaudière, les tuyaux de communication, et enfin les tubes chauffeurs, soient disposés pour une production de vapeur, sous la pression de trois atmosphères. (*V. VAPEUR et CHAUFFAGE à la vapeur.*)

Du reste, le degré ou terme de cuite se reconnaît, et la mise dans les rafraîchissoirs a lieu relativement à ce procédé, comme pour la chaudière à bascule; les avantages qu'il présente sont, 1°. d'éviter plus facilement les résultats d'un coup de feu, puisqu'il suffit de fermer l'accès à la vapeur, pour arrêter le rapprochement; 2°. d'éviter la *ca-ramélisation* d'une couche de sirop adhérente à la chaudière basculée, effet qui s'aggrave promptement si la *clairce* (sirop clarifié) n'est pas versée dans cette chaudière en même temps qu'elle est remplacée sur le feu; 3°. que le même foyer chauffant la chaudière à produire la vapeur, il ne faut pas enlever le feu, perdre une grande partie de la chaleur du combustible et des parois du fourneau, chaque fois que l'on cesse de cuire; qu'enfin, et par suite des deux premiers avantages, les sirops, moins altérés, cristallisent mieux et plus abondamment (1).

(1) M. Houdard a construit plusieurs appareils de cuite comprenant générateur et chaudière évaporatoire, système de Taylor, fonctionnant très bien, au prix de 1800 à 2000 fr., applicables au traitement de 5000 litres de jus ou environ 7000 kilogrammes de betteraves par jour.

Le procédé d'Howard évaporant aussi vite à une température plus basse, et le nouveau système de Roth, sous ces rapports, sont préférables encore.

Nous avons fait voir que la durée du chauffage et l'élévation de la température sont les causes principales de l'altération des solutions de sucre. Déjà l'une de ces causes, la durée, avait été considérablement diminuée par les chaudières à bascule, puis par celles de Taylor; l'abaissement de la pression atmosphérique, dans les procédés d'Howard et de Roth, est venu diminuer encore la deuxième cause d'altération, sans perdre les avantages de la célérité.

Procédé d'Howard. Ce procédé exige un appareil composé de trois pièces principales, 1^o. une chaudière d'évaporation chauffée par la vapeur; 2^o. un réfrigérant; 3^o. une pompe à faire le vide. Il est fondé sur les mêmes principes que celui de Roth. Nous nous attacherons plus particulièrement à décrire ce dernier, qui nous paraît mériter la préférence, en France surtout, où il a déjà présenté de très bons résultats (1).

On sait, depuis long-temps, que les liquides bouillent à une température d'autant plus basse, qu'ils supportent une moindre pression. Les raffineurs de sucre, en Angleterre, mettant à profit cette notion, ont diminué de beaucoup les altérations occasionées par une haute température dans les procédés suivis anciennement, et que l'on suit encore aujourd'hui en France pour la cuisson des sucres; il suffisait, pour cela, de mettre en communication avec une pompe pneumatique les vases contenant le sirop, et d'entretenir dans ces vases un vide tel, que le liquide s'y maintint en ébullition à une température peu élevée.

(1) M. Bayvet, un de nos raffineurs les plus éclairés, en a fait usage depuis une année dans sa raffinerie de Paris, et prend les mesures convenables pour substituer ce nouveau mode à celui de Taylor. Il a indiqué quelques perfectionnemens; le plus notable est le chauffage simultané en dedans et en dehors.

C'est ainsi qu'a été construit l'appareil d'Howard ; il consiste en un vase sphérique en cuivre à double fond, chauffé par la vapeur, et dans lequel le vide est entretenu à l'aide d'une pompe à air et d'un réfrigérant intermédiaire, où se condense l'eau évaporée.

Ce procédé, malgré les avantages qu'il présentait, n'a été adopté, en Angleterre même, que par un petit nombre de raffineurs : 1°. parce que l'appareil est compliqué et d'une exécution difficile ; 2°. qu'il est d'un prix très élevé ; 3°. qu'il faut disposer d'un moteur constant pour faire agir la pompe à air ; 4°. qu'il exige un grand emplacement ; 5°. enfin, qu'il est d'un entretien difficile et assez dispendieux. Tous ces inconvéniens sont évités dans l'appareil de M. Roth, qui produit des effets très analogues, bien qu'un peu moins complètement ; sa construction est d'une grande simplicité ; elle a beaucoup d'analogie, quant au principe, avec l'alambic à fabriquer le RUM. (*V. ce mot.*)

Cet appareil dispense de l'emploi d'un moteur, le vide étant produit constamment de 21 à 23 pouces de mercure par une très petite portion de la vapeur servant au chauffage : il se compose d'une chaudière à double fond en cuivre, assemblée avec un dôme ou coupole de même métal, hermétiquement fermée. L'espace compris entre les deux fonds est chauffé par la vapeur provenant d'un générateur, qui la distribue également à volonté dans l'espace sous le dôme et dans le réfrigérant, pour produire le vide ; enfin, dans un serpentín ou tuyau contourné en spirale, placé sur le fond intérieur, où elle circule constamment pour activer la cuisson du sirop.

Aussitôt que la chaudière et le tambour réfrigérant sont purgés d'air, et que le vide y est établi par l'injection et la condensation de la vapeur, le sirop, contenu dans une bassine contiguë, s'y précipite en traversant un tuyau muni d'un robinet qu'on ouvre à cet effet.

A mesure que la vapeur est produite dans la chaudière, elle passe dans un réservoir réfrigérant, dont l'air a d'abord été chassé, puis où elle est condensée par un courant d'eau

froide, qui se répand en pluie dans l'intérieur du vase. L'eau de condensation, dont la température est élevée de 40 à 45 degrés par le calorique enlevé à la vapeur, peut être quelquefois utilisée pour divers usages. La *preuve* ou degré de cuite se prend au *filet* ou *crochet*; une sonde très simple et d'un usage commode, adaptée sur la chaudière, permet de retirer une petite portion du sirop sans laisser entrer l'air.

Dès que le sirop est cuit au terme ordinaire de rapprochement, en tournant un robinet on le fait écouler dans un rafraîchissoir placé au-dessous ou à côté de la chaudière.

Voici les avantages principaux qu'il offre :

1°. Il opère avec une grande célérité. (Un appareil dont la chaudière a 6 pieds de diamètre peut suffire à une raffinerie qui fond 25 milliers de sucre brut par jour.)

La durée d'une cuite est de quatorze à seize minutes, elle représente trente pains.

La température à laquelle s'opère la cuite des sirops, pour des charges moyennes, est de 55 à 60 degrés Réaumur. On pourrait opérer au-dessous de ce degré, mais ce serait sans un avantage bien marqué, puisqu'il faudrait diminuer la charge, augmenter la proportion d'eau de condensation, et employer plus de vapeur pour former le *vide*.

Dans ce système, on ne fait pas usage de *réchauffoirs*, comme dans l'appareil d'Howard; et, après chaque opération, on se contente de laisser la cuite quelques minutes dans le rafraîchissoir avant de porter dans les formes, et le grainage commençant rapidement, on opale dans le rafraîchissoir seulement, et plus dans les formes.

Le nouvel appareil peut fonctionner par la vapeur à la pression atmosphérique ordinaire, et éviter ainsi les inconvénients attachés à l'emploi de la vapeur à haute pression. Toutefois, cette disposition n'est que facultative : l'appareil marche à moyenne et même à haute pression, sans qu'il en résulte aucun changement dans les conditions essentielles du système. Une tension plus élevée dans la vapeur chauffante accélère la vitesse des opérations.

On peut rapprocher dans la chaudière de Roth des sirops qui, à raison de leur qualité inférieure, présenteraient des difficultés insurmontables à la cuite à l'air libre. Elle permet aussi d'extraire du sucre cristallisé, de quelques mélasses qui ne sont pas susceptibles d'en donner lorsqu'on les évapore dans les chaudières à l'air libre. La consommation du combustible est, dans ce système, à peu près la même que dans celui de Taylor.

Toutes les vapeurs étant condensées dans cet appareil, facilitent dans l'usine une grande propreté; de plus, en faisant disparaître cette masse de vapeurs qui inonde ordinairement les raffineries et les sucreries de betteraves, on préserve les bâtimens d'une détérioration notable.

Le nouvel appareil, appliqué au raffinage du moins, ne nécessite jamais de nettoyer les chaudières intérieurement. La température à laquelle la cuisson du sucre a lieu, ne fait adhérer aucun corps étranger aux surfaces chauffantes en contact avec le liquide.

Enfin, l'avantage principal qui résulte du système évaporatoire de M. Roth, appliqué aux usines à sucre, c'est que tous les produits qu'on obtient sont d'une nuance moins foncée et de meilleur goût; que la quantité des sirops incristallisables est diminuée dans une proportion sensible.

La quantité d'eau nécessaire dans le travail est de 5 litres par litre de sirop à cuire.

Les figures de la Pl. 8, feront connaître les détails de la construction et la manœuvre de cet appareil.

Fig. 1. Élévation latérale de l'appareil et coupe du récipient de condensation des vapeurs.

Fig. 2. Vue en dessus de l'appareil.

Fig. 3. Tuyau tourné en spirale et placé sur le fond supérieur de la chaudière.

Fig. 4. Plan et coupe verticale par l'axe de la passoire gg.

Fig. 5. Coupe de la sonde à prendre les preuves du liquide.

Fig. 6. Le piston de la sonde, vu séparément.

Fig. 7. Coupe du tube dans lequel passe le piston.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans toutes les figures.

A, Chaudière évaporatoire en cuivre ; elle est formée des pièces suivantes : *a, a*, fond intérieur ; *b, b*, double fond ou fond extérieur.

Les deux fonds sont bombés en sens inverse l'un de l'autre, et réunis au centre ; *c*, coupole. Ces trois parties sont assemblées par un joint commun *a', b'* ; *d*, chapiteau muni d'un couvercle bien ajusté.

Dans l'intérieur de la chaudière, est placé un serpentín formé d'un tuyau en cuivre *e*, tourné en spirale. (V. fig. 3.)

Ce serpentín repose sur le fond intérieur *a, a*.

B, Récipient en tôle ou fer laminé.

f, Chapiteau du récipient B ; *gg* (fig. 1 et 4), espèce de passoire formée d'un cylindre en cuivre percé de trous sur toute sa surface ; dans son intérieur on voit une série de plaques ou diaphragmes *h, h*, superposés les uns aux autres et également criblés d'un grand nombre de trous.

i, Tube indicateur du niveau de l'eau.

k, Manomètre à air libre, dans lequel une tige mobile en bois repose sur la surface du mercure, et indique les variations de hauteur du liquide.

C, Boule en cuivre.

D, Réservoir ou bassin à *clairce*, dont tout ou partie de la capacité jaugée est égale à la charge de la chaudière.

E, Réservoir à eau froide.

G, Bâti en bois servant de support à la chaudière.

H, Maçonnerie sur laquelle repose le bâti.

I, Tuyau à triple embranchement pour l'admission, dans l'appareil, de la vapeur venant d'un générateur.

J, Tuyau conduisant la vapeur de la chaudière A dans le récipient B.

K, Tuyau plongeant dans le bassin D.

L, Tuyau descendant dans le réservoir E.

M, Thermomètre qui entre dans la chaudière A.

N, Sonde pour prendre des *preuves* du sirop en ébullition.

- O, Tuyau de décharge de l'eau de condensation.
 l, Robinet pour l'admission de la vapeur dans la chaudière.
 m, Robinet pour la sortie de l'eau qui a servi à la condensation, et ensuite de l'air.
 n, Clef à levier de ce robinet.
 o, Robinet pour l'admission du sirop dans la chaudière.
 p, Robinet pour l'introduction de la vapeur entre les fonds.
 q, Robinet qui introduit la vapeur dans le tuyau en spirale e.
 r, s, Robinets de retour (fig. 2).
 t, Robinet d'aspiration.
 u, Robinet pour la rentrée de l'air.
 v, Robinet pour vider la chaudière.
 w, Piston de la sonde N (fig. 5 et 6).
 x, Corps de la sonde.
 y, Partie conique du piston.
 z, Cavité du piston.
 a', Cavité correspondante du cylindre x.
 r', s', Petits robinets à air adaptés sur les robinets de retour r, s.
 c', Robinet cylindrique.

Manceuvre de l'appareil de Roth. On commence par expulser l'air ; à cet effet, on injecte la vapeur dans la chaudière en ouvrant le robinet l ; l'air sort par le robinet m du tambour ; son expulsion est complète après une ou deux minutes. On reconnaît que le *vide* est formé lorsque, touchant la partie inférieure du récipient B, on n'y peut plus tenir la main : on ferme alors les robinets l et m, et l'on ouvre le robinet o. Le sirop du bassin D est attiré rapidement dans la chaudière sous l'influence du *vide*, qui se forme par la condensation des vapeurs. On referme le robinet o avant que le niveau du liquide, dans le bassin D, ait mis à découvert l'orifice du tuyau plongeur K. En ce moment, il ne reste qu'à introduire la vapeur dans le double fond et dans le tuyau C, au moyen des robinets p et q, et

à ouvrir les robinets de retour r, s (fig. 2). Ces robinets ramènent au générateur l'eau provenant des vapeurs condensées; ils ont chacun un embranchement latéral muni d'un petit robinet à air r', s' .

Quelques secondes après l'introduction de la vapeur dans le tuyau spiral et dans le double fond, on voit remonter le flotteur du manomètre k , qui était descendu au moment où le sirop est entré dans la chaudière; c'est l'indice que le sirop a atteint le degré d'ébullition. On ouvre alors le robinet d'aspiration t , pour laisser arriver l'eau du réservoir E , et l'on règle son admission de manière à maintenir le flotteur du manomètre dans les limites déterminées.

Quand on juge l'opération près de son terme, on prend la preuve au moyen de la sonde N : cet instrument consiste en un corps de pompe ou cylindre x , en cuivre (fig. 5 et 6), présentant à l'extérieur une entrée conique; il reçoit un piston w de même métal. La tige de ce piston porte au-dessous de la poignée un cône y , ajusté dans la douille qui ferme l'entrée du corps de pompe. Une petite cavité z , creusée dans le piston, répond à une ouverture a' percée dans le corps de pompe. Lorsque le piston est descendu au fond et tourné de manière que les ouvertures coïncident, le liquide pénètre dans la cavité.

La manœuvre de cet instrument consiste à tourner le piston d'un demi-tour, en appuyant sur la poignée de manière à amener sa cavité z en dessus. Dans ce mouvement d'un demi-tour, le piston ferme le robinet cylindrique c' ; on retire alors le piston, et ayant pris la preuve dans sa cavité pleine de sirop, on le replace dans sa position normale.

Le sirop étant jugé cuit, l'ouvrier ferme les robinets p, q, r, s, t , et ayant laissé rentrer l'air par le robinet u , il vide simultanément la chaudière par le robinet v , et le récipient B par le robinet m , pour commencer une autre opération.

La boule C sert à opérer instantanément la condensation d'une partie des vapeurs qui remplissent l'appareil immédiatement après l'expulsion de l'air, et à provoquer la prompte

aspiration du sirop dans la chaudière : elle est surtout utile lorsque le bassin D est éloigné de la chaudière, et que le sirop, pour y arriver, est obligé de monter à une certaine hauteur.

La hauteur de l'aspiration de l'eau ne doit pas dépasser 5 à 6 mètres.

Les appareils de cuite que nous venons de décrire s'appliquent au mode de *cristallisation* dite *confuse* ou *en masse*; nous terminerons les détails y relatifs, dans la suite de l'opération, jusques et y compris l'embarillage; nous reprendrons ensuite la description du mode de cuite applicable à la *cristallisation régulière* ou *lente*, afin de compléter également sans interruption les détails relatifs à ce mode d'opérer, jusqu'à la confection du sucre brut livrable au commerce.

Empli. On désigne sous ce nom la pièce où sont contenus les *rafraîchissoirs* et les *cristallisoirs*; cette pièce doit être à proximité des chaudières à cuire, et entretenue à une température douce, afin que le sirop conserve la fluidité utile à la cristallisation; on peut entretenir cette température économiquement dans l'*empli*, en y faisant passer le tuyau de l'une des cheminées le plus constamment chauffées.

Cristallisoirs. Lorsque les diverses cuites opérées, au nombre de six, huit ou dix, sont réunies, comme nous l'avons dit, dans les *rafraîchissoirs*, on laisse leur température s'abaisser jusqu'à 50 à 55 degrés; alors la cristallisation commence à s'opérer, lorsque le jus étant d'ailleurs d'une bonne qualité, toutes les opérations ont été bien conduites.

On agite avec une grande spatule en bois, en raclant les parois, afin d'en détacher les cristaux adhérens, et de les répandre dans la masse; on porte aussitôt après tout ce sirop cuit dans les *cristallisoirs*, à l'aide de puisoirs (pucheux) et de *bassins* à anses. Les *cristallisoirs* peuvent avoir différentes formes. Lorsqu'ils présentent le sirop sur une assez grande surface, en contact avec l'air atmosphé-

rique, la cristallisation marche plus vite; c'est en effet ordinairement à cette surface qu'elle commence. Il semble que l'action de l'air ait une influence marquée dans cet effet; toutefois on se contente des grandes formes, dites *bâtardes*, dans la plupart des fabriques. La fig. 1, Pl. 6, indique ces vases en terre cuite: on bouche avec un linge tamponné le trou dont leur fond est percé, et on les pose sur ce fond pour les emplir, et lorsque la cristallisation est achevée, on les débouche et l'on pose sur des pots (fig. 13). J'ai employé avec succès des cristallisoirs en forme de trémies en bois doublé de cuivre ou de plomb. Les fig. 22 et 23 montrent ces vases. Une lame ou faux-fond mobile en cuivre, perforée comme une écumoire, est posée en A avant d'emplir; elle sert à soutenir les cristaux.

Quelle que soit la forme des cristallisoirs, il conviendrait que le sirop non cristallisé pût s'en écouler dans un réservoir commun. Trois dispositions concourent à faciliter cet effet:

1°. Les cristallisoirs précités ont à la partie basse et antérieure un ajutage B, ou bout de tuyau que l'on débouche lorsque la cristallisation est achevée; on facilite encore l'écoulement, s'il s'arrête, en enfonçant une broche ou tarière B' dans l'épaisseur des cristaux.

2°. Les cristallisoirs sont posés sur trois chantiers, en sorte que celui de l'un des bouts étant enlevé, ils basculent sur le chantier du milieu; c'est dans cette position qu'on les place pour achever l'égouttage.

3°. Une rigole ou gouttière en cuivre étamé, disposée sous les ajutages de tous les cristallisoirs, conduit par une pente suffisante le sirop qui y tombe jusque dans un réservoir inférieur. On obtient des résultats analogues, en plantant les anciennes formes *bâtardes* dans les trous, sur un plancher percé, sous lequel des gouttières en cuivre étamé reçoivent le sirop et le conduisent vers un réservoir commun.

Recuite des premiers sirops. Les sirops égouttés et rassemblés en quantité suffisante pour emplir un cristallisoir,

peuvent quelquefois être rapprochés , afin de produire une deuxième et même une troisième cristallisation.

Ainsi l'on obtient jusqu'à quatre cristallisations des jus traités sans clarification , et par trois filtrations ; les recuites n'offrent rien autre de particulier , si ce n'est qu'elles exigent plus de précautions encore pour éviter d'altérer le sucre cristallisable qui y existe en moindre proportion ; les mêmes procédés lui sont applicables , et ceux qui opèrent plus rapidement et à plus basse température présentent , pour ces sirops de qualité inférieure , des avantages bien plus marqués encore. En effet , je suis parvenu à rapprocher dans le vide , et à faire cristalliser ensuite des sirops trop visqueux pour être rapprochés dans la chaudière à bascule sans une forte altération qui les eût rendus très bruns et incristallissables. Sans doute l'appareil de Roth produira des effets aussi remarquables dans son application à la cuite des clairces des betteraves.

Cuite relative à la cristallisation lente. Ce procédé , le plus généralement suivi , d'après M. Crespel de Lisle , et qui a rendu des services signalés à cette industrie , paraît devoir à son tour être remplacé fort avantageusement par la cristallisation en masse , lorsque les procédés perfectionnés que nous indiquons dans cet article seront adoptés définitivement , et que les sirops seront mieux dépurés.

Les sirops que l'on veut faire cristalliser à l'étuve ne doivent être rapprochés que jusqu'à 32 degrés Baumé environ ; on peut même les obtenir ainsi directement , en clarifiant et filtrant à ce terme , au lieu de passer à 29 ou 30 degrés.

Ce terme de 32 degrés a été reconnu le plus convenable pour soumettre les sirops à l'étuve ; au-dessous , ils resteraient assez long-temps étendus d'eau pour s'altérer sensiblement et perdre en partie la propriété de cristalliser ; au-dessus de ce terme , le sirop est plus coloré , la cristallisation se fait plus rapidement ; par suite , les cristaux sont plus petits , la mélasse plus adhérente , plus épaisse , difficile à expulser.

Cristallisation lente. Lorsque le sirop à 32° aréométriques est refroidi à 40 ou 50 Réaumur, il est porté à l'étuve, où des cristallisoirs en tôle étamée, ayant environ 22 pouces de long, 14 pouces de large et 4 pouces de profondeur, contenant environ 20 litres, sont disposés pour le recevoir, sur des bâtis régnant tout autour de la pièce.

L'étuve est ordinairement construite en maçonnerie de moellons durs ou briques bien cuites, et voûtée, afin de mieux résister à l'action constante de l'air chaud chargé d'humidité; elle a de 9 à 10 pieds de hauteur.

Dans la partie supérieure, sous les voûtes, sont pratiqués plusieurs vasisas que l'on ouvre à volonté, afin de laisser des issues à la vapeur dont se charge l'air en passant sur les sirops.

Le poêle ou calorifère en fonte, placé au bas de l'étuve, doit suffire pour y entretenir, à 35 degrés environ dans le bas, et 40 degrés dans le haut, la température de l'air, qui s'y renouvelle constamment et d'autant plus lentement que les sirops, très rapprochés, sont en plus grande proportion.

Le calorifère doit être revêtu d'une double enveloppe en briques, qui, laissant circuler l'air, s'oppose cependant au rayonnement direct des surfaces métalliques sur les cristallisoirs les plus rapprochés, et par conséquent prévient un échauffement trop fort, capable de s'opposer à la cristallisation. Dans les articles *ÉTUVES à courant d'air* et *SÉCHOIRS à air chaud*, on trouvera des notions utiles sur la construction de ces sortes d'étuves.

Tous les jours on casse avec un outil en bois la croûte cristalline formée à la superficie et qui s'opposerait à l'évaporation ultérieure. Peut-être aussi que la petite quantité de potasse libre retenue dans le sirop, soit par suite de l'action de la chaux sur le malate de potasse, soit parce que le lait de chaux employé à la *défécation* en contenait, se carbonatant à l'air, s'oppose moins à la cristallisation; le développement remarquable que prend toujours la cristallisation,

dans les surfaces en contact avec l'air, me l'a depuis longtemps fait supposer.

Égouttage du sucre. Les sucres cristallisés à l'étuve exigent, pour être mis sous la forme commerciale de *sucré brut*, quelques manipulations particulières. Lorsque la plus grande partie (de 50 à 60 centièmes) de la masse est cristallisée, et en suivant l'ordre de la plus grande ancienneté des cristalliseurs placés à l'étuve, on porte ceux-ci dans la chambre à égoutter, on les renverse sur des trémies où ils s'égouttent, et toute la portion fluide ainsi extraite est reportée à l'étuve dans des cristalliseurs formant une deuxième série que l'on marque d'une lettre ou d'un numéro d'ordre.

On emplit des sacs en fort coutil avec le sucre solide extrait des cristalliseurs et dont on a brisé les plus grosses agglomérations, puis on soumet en lits alternatifs ces sacs à l'action d'une forte *presse hydraulique* ou à *vis en fer*. La plus grande partie du sirop engagé entre les cristaux est ainsi expulsée; on le reporte dans les cristalliseurs de la deuxième série. On achève cette expression, relevant la presse, refoulant le sucre dans les sacs aplatis, puis les remettant entre les plateaux de la même presse, et les soumettant à la même pression durant dix à douze heures, en ranimant de temps à autre l'action de la presse. On retire alors le sucre pressé, on le porte à la presse à cylindre: là, entraîné par le mouvement de rotation qu'on imprime à ceux-ci, il s'écrase entre eux. On l'y repasse quatre ou cinq fois, et par la division obtenue ainsi, la nuance, de brune qu'elle était, devient blonde. On recharge ce sucre pâteux dans des sacs en toile forte plus serrée que celle des premiers sacs, et on les soumet à la même pression (de la presse hydraulique). On conçoit que la division des cristaux laissant de moins grands interstices, force l'issue d'une partie du sirop resté encore interposé. Après dix ou douze heures de cette dernière pression, on retire les sacs contenant environ 10 kilogrammes de sucre. Celui-ci, émotté, est livrable au commerce ou au raffinage. Si on l'emmagasine en tas, on doit

de temps à autre le remuer à la pelle, comme on ferait du grain, afin d'empêcher qu'il ne s'agglomère en grosses masses dans l'intérieur desquelles se développe un mouvement de fermentation altérant le sucre et lui donnant une odeur particulière.

Le sirop obtenu par expression et reporté, comme nous l'avons dit, aux cristallisoirs, marque, à l'aréomètre Baumé, de 35 et demi à 36 degrés et demi. Lorsque leur cristallisation est assez avancée, on traite cette deuxième série comme la première; la mélasse qui s'en égoutte, soit spontanément, soit à la presse, marque 38 degrés environ; le sucre qu'on en obtient est de qualité un peu inférieure au premier.

Les mélasses sont encore reportées à l'étuve, comme les deuxièmes sirops, et donnent une troisième cristallisation, que l'on traite comme ceux des deux premières cristallisations; on a le soin de marquer cette troisième série. Le sucre cristallisé est sensiblement plus coloré et plus gras.

Lorsque les mélasses extraites marquent jusqu'à 42 degrés, elles sont à peu près incristallisables.

Quelquefois les sucres de la troisième cristallisation sont trop colorés et trop visqueux pour être vendus avantageusement; il convient, dans ce cas, de les étendre, de les imprégner d'un peu d'eau, par des aspersions, puis de les soumettre successivement à la presse à cylindre et à la presse à vis ou hydraulique; ils deviennent alors d'une nuance à peu près égale à celle des sucres obtenus en première cristallisation; le déchet qu'ils ont éprouvé est ordinairement de 18 à 21 pour cent. Les sirops exprimés résultant de cette manipulation marquent de 34 à 36 degrés; ils peuvent être réunis aux mélasses de deuxième cristallisation, dans les cristallisoirs de la troisième série.

Tous les sacs employés à ces expressions doivent être fortement secoués, et même *ratissés*, pour en extraire la plus grande partie du grain adhérent, puis lavés chaque fois dans plusieurs eaux, dont les plus chargées successivement sont rapprochées dès qu'elles marquent de 20 à 21 degrés; por-

tées par l'évaporation à 32 degrés, elles sont mises à l'étuve et donnent une cristallisation de sucre commun.

Tous les sirops qui refusent de cristalliser amenés au degré de la mélasse ordinaire, 45 degrés environ, se vendent sous cette forme aux DISTILLATEURS.

Le sucre brut obtenu par l'un des deux procédés dont nous avons donné les détails, est destiné au raffinage. On remarque qu'à nuance et siccité égales, et pour un même *grain*, il produit plus au raffinage que le sucre tiré des colonies. La principale, et peut-être la seule cause, paraît tenir à l'altération que subit la dernière sorte durant la traversée.

Avant de traiter de l'extraction du sucre de CANNES, j'indiquerai les résultats d'une analyse des betteraves, que j'ai présentée, en 1825, à la Société Philomatique (1), qui furent contradictoirement examinés, et depuis confirmés par les essais de MM. Dubrunfaut, Pelouse, etc. Cela nous donnera l'occasion de faire apprécier l'effet des agens employés dans l'extraction du sucre : la plupart de ces données seraient sans doute applicables au jus des cannes.

Déjà la betterave avait fixé depuis plusieurs années l'attention des savans, des agronomes, des manufacturiers et des gens du monde. Les travaux importans de Margraff, de MM. Achard, Deyeux, Chaptal, Barruel, Mathieu de Dombasle, etc., et de nombreuses applications en grand avaient appris quelles ressources offre ce précieux végétal.

Cependant on ignorait la composition chimique de la betterave et sa conformation physiologique; on n'avait pas de données positives sur les produits comparés de ses différentes variétés. Je me suis proposé de remplir ces lacunes par une analyse et des recherches microscopiques dont voici les principaux résultats (2).

(1) V. le Journal de cette Société, et le Bulletin de la Société d'Encouragement, n° d'août 1825.

(2) Le Mémoire contenant ces faits a été lu à la Société Philomatique, le 2 juillet 1825, et approuvé par MM. Dupetit-Thouars, Dumas et Pelletier, commissaires rapporteurs.

Tous les principes contenus dans les betteraves varient en proportions, suivant les variétés, les terrains, les saisons, les soins de la culture, etc. C'est ainsi que dans une terre fumée avec les boues de Paris, j'ai trouvé des betteraves donnant une égale quantité de sucre et de nitrates, tandis que, généralement, la proportion de sucre est au moins vingt fois plus considérable que celle des nitrates, et que quelquefois à peine trouve-t-on des traces de ces sels. Au reste, le plus ordinairement, les substances qui constituent la betterave sont, dans l'ordre suivant, rangées d'après leurs plus fortes proportions :

1°. *Eau* (de 85 environ à 90 centièmes).

2°. *Sucre cristallisable*. Identique avec celui de cannes (de 11 à 6 pour 100).

3°. *Sucre incristallisable*. En suivant avec le plus grand soin les procédés que j'ai décrits, on réduit à une si petite quantité le sucre incristallisable, qu'il est probable que ce sucre ne préexiste pas dans la betterave, mais qu'il est le résultat d'une altération du sucre cristallisable.

4°. *Albumine*. Coagulable par la chaleur, etc.

5°. *Acide pectique* (1). Cette substance, étant capable de former une gelée consistante avec cent fois son poids d'eau, fait concevoir la fermeté de la plupart des fruits et des racines charnues qui contiennent une grande proportion d'eau ; on concevra parfaitement la grande dureté des betteraves (qui, d'après mes expériences, contiennent 2 à 3 centièmes

(1) Cet acide gélatineux, que j'ai trouvé dans la partie corticale, sous l'épiderme de l'*aylanthus glandulosa*, et dont j'ai constaté les propriétés caractéristiques dans un Mémoire lu à la Société Philomatique, le 17 avril 1824, et inséré au Journal de Pharmacie en 1824 (pages 385, 391 et 394), a été depuis rencontré par M. Braconnot, dans les couches corticales des arbres dépourvus de l'écorce colorée extérieure. J'ai constaté plus tard que cet acide constitue la gelée de groseille, étudiée par MM. Henry, John, Guibourt, et que M. Vauquelin a reconnue identique dans la casse et le tamarin, mais à laquelle aucun de ces chimistes n'avait remarqué la propriété de saturer les alcalis.

de parties non dissoutes dans le suc, et seulement 1 à 1,5 centième de ligneux), en remarquant que l'acide pectique tient dans une consistance déjà assez forte toutes les substances solubles; que ce mélange en gelée consistante est lui-même absorbé dans le tissu cellulaire de fibres extrêmement déliées, et que ce système est consolidé par les fibres longitudinales très fortes, disposées concentriquement à des distances assez rapprochées dans l'intérieur de la racine; ces dispositions de la structure de la betterave expliquent les résultats différens obtenus en grand de l'action d'une râpe, suivant qu'elle opère dans un plan parallèle, oblique ou perpendiculaire à l'axe de la racine. C'est dans cette dernière direction que le déchirement est plus complet et plus facile.

6°. *Ligneux*. En fibres fortes et en utricules excessivement minces.

7°. *Substance azotée*. Soluble dans l'alcool, analogue à l'osmazome.

8°. *Matières colorantes rouge, jaune et brune*. La matière colorante rouge n'est pas altérée instantanément par les acides étendus; les alcalis les font virer au jaune. Elle est insoluble dans l'alcool à 40 degrés et très soluble dans l'alcool à 25 degrés. Dissoute dans ce véhicule, elle passe spontanément au jaune vif, qui est peu altérable par les acides et les alcalis, s'applique sur le coton en produisant une belle nuance.

La matière colorante jaune, moins abondante, a des propriétés analogues à celles de la substance rouge virée au jaune.

La matière colorante brune résulte d'une modification par l'air d'une substance très altérable; les alcalis foncent sa nuance; elle résiste à l'action du chlore, est enlevée complètement par le charbon animal, enfin elle présente les caractères d'une solution faible de *carameli*.

9°. *Substance aromatique*. Offrant une odeur analogue à celle de la vanille.

10°. *Matières grasses*. L'une fluide à 10 degrés, l'autre consistante à cette température.

11°. *Malates acides de potasse, d'ammoniaque et de chaux.*

12°. *Chlorure de potassium.*

13°. *Nitrates de potasse et de chaux.*

14°. *Oxalate de chaux.*

15°. *Phosphate de chaux.*

16°. *Chlorophille.* Cette substance n'existe en proportion sensible que dans le tissu fibreux sous l'épiderme, et seulement dans les parties des racines sorties hors de terre, colorées en vert.

17°. *Huile essentielle.* Principe de l'odeur vireuse des betteraves; en partie soluble dans l'eau, à laquelle elle communique un goût désagréable et son odeur forte.

18°. *Sulfate de chaux, silice, soufre.*

La pulpe sèche des betteraves, incinérée, laisse un résidu de 0,05 à 0,07 de son poids, blanc-grisâtre, qui, lessivé et la solution rapprochée, donne un salin de 0,5 à 0,6 du poids des cendres, blanc, riche en sous-carbonate de potasse, employant 0,68 à 0,72 d'acide sulfurique à 66 degrés (1855, poids spécifique) pour être complètement saturé. Les résultats variables entre les limites indiquées ci-dessus ont été obtenus de diverses variétés venues dans différens terrains.

Les betteraves sont composées physiquement, savoir: au centre, d'un cordon de fibres dures, longitudinales, formant un double faisceau de vaisseaux séveux contournés en hélice, auquel viennent se rattacher les fibres ou vaisseaux de toutes les radicules.

Ce faisceau reçoit des fibres ou canaux divergens; il est enveloppé d'une couche épaisse, fusiforme, d'une substance charnue ou tissu cellulaire composé d'une multitude d'atricules arrondies, remplies de suc coagulé par l'acide pectique. A cette couche succèdent alternativement une enveloppe de vaisseaux fibreux et une couche excentrique charnue, au nombre de quatre des premiers, dont deux contournés en hélice, et trois des secondes; viennent ensuite trois enveloppes fibreuses de plus en plus colorées, et enfin la dernière

très mince, de couleur grisâtre sur toutes les betteraves, et qui forme leur épiderme.

Le suc contenu dans les vaisseaux fibreux fut extrait pendant la végétation des betteraves : pour y parvenir, on enleva la partie supérieure de la racine à l'aide d'une section perpendiculaire à son axe, et après avoir essuyé à plusieurs reprises le suc coloré épanché sur la surface de la section, on aperçut distinctement, au moyen d'une loupe, un liquide blanc, diaphane, exsudant en gouttelettes de toutes les extrémités des vaisseaux fibreux vus dans cette section en conférences de cercles concentriques. Ce liquide fut recueilli par des imbibitions répétées dans du papier à filtre; il est incolore, d'une saveur faible, douce, et ne contient que des proportions excessivement faibles des substances renfermées dans les autres parties de la racine.

Les betteraves offrent près de leur sommité une sorte d'alvéole demi-transparente qui diffère de texture avec le reste de la racine, par l'absence totale de vaisseaux fibreux et de grosses fibres, et dont la composition chimique est différente, surtout par le manque total de sucre et par une plus forte proportion de nitrate et d'hydrochlorate de potasse et d'ammoniaque, de substance aromatique; elle se rapproche, par cette composition, des pétioles des feuilles à leur origine, qui cependant présentent une proportion d'albumine beaucoup plus considérable, une plus grande quantité de sels à base de potasse, et une moindre quantité de substance aromatique.

Des expériences faites sur plusieurs variétés de betteraves venues la même année dans le même terrain, semées et récoltées à la fois, etc., ont offert des résultats variables sous le rapport du sucre cristallisé que l'on en a obtenu, depuis 0,05 jusqu'à 0,09; cependant elles ont sensiblement conservé le même ordre, placées suivant les plus grandes proportions du sucre obtenu.

1°. Betterave blanche (*beta alba*); c'est aussi celle qui contient les plus fortes fibres ligneuses, le plus d'acide pec-

tique et qui est la plus dure. Elle ne donne que la matière colorante brune.

2°. Betterave jaune (*lutea major*), venue de graine de Castelnaudary (1).

3°. Betterave rouge (*rubra romana*), de graine de Castelnaudary.

Viennent ensuite les betteraves jaunes et rouges connues, puis enfin la disette (*beta silvestris*).

La densité du suc de toutes ces betteraves est d'autant moindre que la proportion du sucre est moins considérable; elle diminue dans les parties voisines de la tête; la densité du jus extrait de ces parties est moindre aussi; enfin la densité et la proportion de sucre y sont moindres encore lorsque la partie supérieure sortie de terre est restée exposée à la lumière et a pris une teinte verte prononcée. On peut conclure de ces faits que la densité du jus est (toutes circonstances égales d'ailleurs) un indice de la richesse relative en sucre, et qu'en relevant la terre près des betteraves sorties en partie, on évite la déperdition du sucre.

Si l'on applique la connaissance des produits immédiats contenus dans les betteraves à la discussion des procédés mis en usage par les fabricans de sucre indigène, on fera les observations suivantes.

D'après le procédé analogue à celui des colonies, la chaux ajoutée dans le jus au moment où la température est près de l'ébullition, sépare l'acide pectique (en formant du pectate de chaux), et avec l'aide de la chaleur une partie de l'albumine, qui viennent en écumes abondantes; l'oxalate, le phosphate et le malate de chaux, la silice et quelques matières terreuses sont en partie entraînés dans ces écumes; le liquide

(1) Des expériences antérieures, faites sur des betteraves cultivées dans les mêmes circonstances, m'ont démontré qu'après ou entre les deux variétés ci-dessus, on peut placer la betterave blanche à peau rose (sous-variété de la première), puis la betterave panachée. Je n'ai pas eu l'occasion de répéter les mêmes essais sur ces deux dernières; quant à toutes les autres, elles étaient sensiblement dans le même ordre.

retient de l'albumine, un excès de chaux et de la potasse provenant de la composition de malate de potasse, etc. Le charbon animal que l'on ajoute dans le suc décanté enlève la chaux ; il reste un peu de potasse libre qui, dans le cours de l'évaporation, altère le sucre et en rend une grande partie incristallisable (1), plus de l'albumine qui communique, en s'altérant, un mauvais goût aux sirops, sucres et mélasses. Une partie du malate de chaux se dépose dans l'évaporation mêlée d'oxalate de chaux ; les sels solubles et les autres substances non éliminées restent dans les mélasses.

Quelques fabricans avaient l'habitude d'ajouter une petite quantité d'acide sulfurique après la défécation ; ils saturaient ainsi la chaux et la potasse, mais ces agens avaient déjà altéré une partie du sucre, et d'ailleurs un très léger excès de cet acide rendait une grande quantité de sucre incristallisable. On a abandonné ce mode d'opérer.

Suivant le procédé imaginé par M. Crespel, la plus grande partie de l'albumine surtout et de la silice, de l'oxalate de chaux, sont éliminés par l'acide sulfurique qui a peu d'action, à froid, sur le sucre très étendu d'eau ; mais comme on fait chauffer avant de mettre la chaux, une altération sensible a lieu, qui empêche de soumettre les sirops provenant de ce travail à la cuite rapide et à la cristallisation en masse. Le liquide retient les acides malique, sulfurique et un peu d'acide pectique, etc. La chaux ajoutée alors précipite la plus grande partie des acides, chasse l'ammoniaque ; les autres sels sont inertes relativement au sucre, et le charbon animal enlevant l'excès de chaux, les substances colorantes, etc., il reste dans le liquide très peu de matières étrangères au sucre.

Ce procédé, suivi avec dextérité et aidé par l'emploi de l'alcool, permet d'opérer sur de petites quantités de jus de betteraves, et d'en obtenir presque tout le sucre cristallisable qu'elles contiennent ; la quantité de sucre incristallisable est alors réduite à très peu de chose.

(1) V. dans le cours de cet article, l'essai d'un moyen pour l'enlever.

On trouve, dans le Bulletin de la Société d'Encouragement, XVIII^e année, 1819, page 228, un Mémoire intéressant sur les dépenses et les produits relatifs à la fabrication du sucre de betteraves, publié par M. Mutzel, directeur de la fabrique du baron de Koppy, à Krain en Silésie. Il résulte des données pratiques contenues dans ce Mémoire, qu'à cette époque, dans une exploitation rurale et manufacturière bien entendue, il était possible de rentrer, dès la première année, dans la mise de fonds pour achat d'ustensiles.

Les calculs de plusieurs agronomes et manufacturiers français, ainsi que l'exemple des fabriques de sucre de betteraves qui prospéraient depuis plusieurs années en 1825 (1), malgré la baisse des sucres, indiquaient que cette industrie devait définitivement être naturalisée dans notre pays; et bien que la consommation du sucre qui, en 1815, ne fut que de 16,909,000 kilogrammes, se soit élevée, y compris l'exportation, à près de 72 millions en 1826, le sol de la France suffirait à cette production sans faire manquer des produits des autres cultures. La construction des machines, les procédés de fabrication améliorés chaque jour, ne permettraient plus, quels que fussent les évènements politiques, que le prix du sucre se soutînt long-temps au taux élevé où nous l'avons vu naguère. Le préjugé sur les propriétés du sucre indigène est vaincu de fait et ne sera jamais à redouter, puisque le sucre blanc extrait des betteraves et celui de l'*arundo saccharifera*

(1) Celles de MM. Crespel, d'Arras; le marquis de Beaujeu, département de l'Orne; Grenet Pelé, à Thoury, route d'Orléans; Blanquet Harpignies, Hamoir, etc., sont surtout de ce nombre. Le premier a fait, en 1822, 140000 kilogrammes de sucre; il obtint, sur 100 kilogammes de betteraves, 5 kilogrammes de sucre brut. Un hectare lui donna, terme moyen, 1500 kilogrammes de ce produit. On peut citer 206 fabriques de sucre de betteraves maintenant en activité en France; elles doivent produire annuellement environ 4 millions 500 kilogrammes de sucre brut. Le département du Pas-de-Calais en compte 31, le département du Nord 41, de la Somme 21, de l'Aisne 19, de la Loire-Inférieure 11, de la Gironde 6, de Seine-et-Oise, Meurthe et Loiret, chacun 4, et 37 autres départemens 69; en tout, pour 46 départemens, 206 fabriques.

sont identiques , et que les consommateurs ne sauraient par conséquent les distinguer.

La défaveur publique ne pouvait donc atteindre les produits de cette intéressante fabrication ; mais elle s'est portée sur les fabriques : là , il faut en convenir , elle fut trop souvent méritée. En effet , les bienfaits que répandent dans un canton la culture de la betterave et l'extraction de son sucre , en procurant un travail lucratif à la classe indigente , engagèrent plusieurs philanthropes à élever des fabriques de sucre indigène , auxquelles étaient nécessairement annexées de grandes exploitations rurales. Les chefs de ces établissemens n'y purent généralement donner tous leurs soins : d'autres occupations les appelaient ailleurs. Il était difficile de trouver des gens de confiance , des contre-mâtres assez habiles pour se livrer exclusivement et sans relâche à tous les détails d'une bonne culture , d'une fabrication très active , du placement ou de l'emploi de tous les résidus , de la conservation des racines , du choix des graines , de la conservation des bonnes variétés , de l'engrais des bestiaux , de l'amendement et de la fumure des terres , etc. , toutes conditions utiles au succès. Aussi ces entreprises , dirigées loin de leurs fondateurs , présentèrent-elles fréquemment des pertes plus ou moins considérables , tandis que , dans des circonstances semblables , les fabriques considérées comme annexes d'exploitations rurales bien entendues , inspectées par l'œil du maître , et à la réussite desquelles était attachée la fortune d'un propriétaire agronome et manufacturier , offrirent une prospérité constante.

Nous avons cru devoir donner ces explications aux bruits contradictoires qui circulent sur nos fabriques de sucre indigène : elles peuvent avoir pour résultats utiles de rappeler aux fabricans de sucre de betteraves les conditions essentielles du succès de leurs entreprises. Nous répèterons donc ici que les plus grands soins doivent être apportés dans la préparation de la terre , les sarclages , binages à temps utile , etc. ; qu'il est important de traiter les betteraves dans les premiers

temps de la récolte, afin d'éviter l'altération spontanée qui s'opère bientôt après l'arrachage; de mettre la plus grande célérité possible dans l'épluchage, le râpage, le pressurage, la défécation et l'évaporation du suc, l'emploi des filtres bien dirigé, de manière à éviter les clarifications (1); enfin, que les moindres négligences dans quelques détails de ces opérations peuvent devenir funestes et réduire à la moitié, au quart, et presque à zéro, les produits qu'il eût été possible d'obtenir.

Une circonstance bien digne de remarque, c'est que les tentatives nombreuses de gens éclairés, sur les moyens de perfectionnement de l'extraction du sucre de betterave, ont amené de très utiles résultats (et au premier rang nous devons citer le système des filtres Dumont), que ces améliorations, et notamment l'application du noir en grain, importée déjà en partie aux colonies, rendraient bientôt plus redoutable la concurrence des sucres exotiques. C'est un motif de plus pour que nos fabricans redoublent de zèle; ils trouveront encore des économies à faire, surtout en profitant mieux des avantages qu'offrirait les usines de ce genre plus intimement liées à de grandes exploitations agricoles.

En suivant les procédés perfectionnés, de trois filtrations, qui évitent l'emploi du sang (2), on peut obtenir de 1000 kilogrammes de betteraves, bonne qualité, dont le jus marquerait de 6 à 7 degrés à l'aréomètre Baumé, 90 de sirop cuit, et de quatre cristallisations (pour trois *recuites*), 63 kilogrammes

(1) Dans la fabrique de sucre de betteraves que j'ai dirigée pendant quatre ans, près de Paris, il ne s'écoulait jamais plus de six heures entre l'entrée des betteraves dans la fabrique, et la mise du sucre cuit dans le rafraîchissoir; j'ai toujours obtenu des cristallisations abondantes et du sucre très peu coloré. Les procédés encore améliorés que nous avons décrits, permettent d'opérer plus rapidement encore; en quatre heures, toute la série des opérations ci-dessus peut être terminée.

(2) Plusieurs fabricans de sucre de betteraves ont employé du lait au lieu de sang, et obtenu de belles clarifications. Il paraîtrait, d'après des observations récentes, que le lait serait utile pour enlever la chaux, lorsque l'on aurait employé un trop grand excès de cet agent.

de sucre environ, savoir : de première cristallisation, 45; de deuxième, 10; de troisième, 5; de quatrième, 2.

L'épuration des sucres bruts par le *clairçage* bien conduit, offre de grands avantages. Nous décrirons cette opération à la fin de la fabrication du sucre de cannes, relativement auquel elle présente plus d'intérêt encore, puisqu'elle rend le sucre plus sec, moins altérable dans les transports.

Nous présenterons ici un extrait de l'un des comptes dressés dernièrement par les fabricans de sucre indigène qui viennent d'obtenir des médailles au concours de la Société d'Encouragement (décembre 1831).

Voici les résultats du traitement de cinq cent mille kilogrammes de betteraves, d'après M. Dardant Majambost, fabricant à Limoges.

Betteraves, 500000 kilogrammes, à 16 fr. (c'est le prix auquel elles reviennent, y compris un bénéfice de 75 à 100 fr. l'hectare).....	8000 ^f »
--	---------------------

Dans cette usine, on travaille 5500 à 6000 kilogrammes par jour.

Il faut 91 jours pour terminer toute l'opération.

Main-d'œuvre. On emploie 18 hommes à 1 fr., 5 femmes à 30 c., 4 enfans à 25 c., ensemble 22 fr., et environ 6 fr. de veillées pour une partie des ouvriers; en tout 28 fr. par jour, ou pour 91 jours.	2548 »
---	--------

Combustible. Il s'agit de concentrer 39 hectolitres de jus jusqu'au point de cuite, c'est-à-dire de 5 degrés Baumé à 40 degrés environ. On peut compter sur la consommation de 100 kilogrammes de bois sec pour 3 hectolitres de jus, soit 1300 kilogrammes de bois par jour; le mètre cube pèse 487 kilogrammes environ; et vaut, rendu à la fabrique, 6 fr. 50 c.; il en

A reporter..... 10548^f »

D'autre part..... 10548^f ..

faudrait donc 2 mètres deux tiers par jour ; mais comme il n'est pas toujours très sec , on porte la dépense à 4 mètres par jour , en y comprenant les recuits , ce qui fait 26 fr. par jour , et pour 91 jours.....	2366 "
Charbon animal , environ 100 kilogrammes par jour , à 38 fr.....	3368
Bœufs , 18 , dont la nourriture est évaluée à 9 fr. par jour , coûtent , pour le temps qu'on les em- ploie au manège.....	819 "
Menus frais. Chaux , sang , entretien des bacs et claires , éclairage , etc.....	700 "
Intérêts des capitaux et entretien. Pour 20000 fr. en mouvement dans la fabrique pendant 6 mois , à 5 pour 100.....	500 "
Entretien et intérêts du mobilier à 10 pour 100.	3600 "
Directeur. Le chef remplissant seul cet emploi (sauf ceux de contre-maîtres exercés par des ouvriers qui ont une haute-paie comprise dans les journées ci-dessus).....	" "
Cet article est ici porté pour <i>mémoire</i> .	
Il convient d'ajouter pour encouragemens , ex- traction des silos , transports à la fabrique.	900 "
Pour loyer des bâtimens , cours , etc.....	600 "
	<hr/> 23501 "

Produits.

M. Ardant dit avoir toujours obtenu environ 5 kilogrammes et demi de sucre , pour 100 du poids des racines ; mais comme généralement on n'obtient encore que 5 , nous n'admettons à ce taux que 25000 kilogr. pour 500000 kilogr. de betteraves , dont 18000 kilogr. à 1 fr. 50 c. à cause de sa belle qualité.....	27000 "
---	---------

A reporter..... 27000 "

	<i>D'autre part.....</i>	27000 ^{f.}	»
Et 7000 kilgr. à 1 franc de second jet.....		7000	»
125000 kilogram. de pulpe consommée dans la propriété, évaluée à 16 fr. les 1000 kilogr....		2000	»
Ventes des mélasses.....		1600	»
Le noir, ayant servi, peut être revivifié ou em- ployé comme engrais ; on doit l'évaluer au moins à.....		300	»
		<hr/> 37900	»
A déduire le montant des frais.....		23501	»
On voit qu'il reste en bénéfice.....		<hr/> 14399	»

Lors même que l'on ne compterait le prix de tout le sucre qu'à 1 fr., le bénéfice serait encore de 5000 fr. ; et, en y ajoutant celui d'exploitations accessoires, telles que la distillation des mélasses, la fabrication du cidre, et l'extraction de la fécule de pommes de terre (1), comme l'a fait M. Majambost, il ne serait pas difficile d'en obtenir un surcroît de bénéfices montant à 3500 fr. Ce serait donc en tout un revenu de 8500 fr., dans des circonstances assez peu favorables.

Mais les plus grands avantages que l'on doit recueillir, et sur lesquels on pourra compter à tout événement, en annexant la fabrication du sucre des betteraves à une grande exploitation agricole sont :

1^o De nettoyer, d'ameubler une étendue de terrain quatre ou cinq fois plus considérable que celle nécessaire à la production annuelle des betteraves, et cela, en réglant les asso-

(1) La consommation de la fécule est sans doute appelée à prendre un développement considérable, par suite de ses nouveaux emplois dans la préparation du pain et du vermicelle, et par les spéculations qui pourront s'exercer sur une substance si facile à tenir en réserve.

D'autres industries, telles que la fabrication de la *bière* et de la *colle forte*, du *sirop de fécule*, du *vin*, des *engrais*, des *huiles*, utiliseraient les ustensiles, les locaux, et une grande partie du temps perdu dans la sucrerie.

lemens de manière à bonifier ainsi périodiquement chacune des parties du domaine.

2° D'augmenter la proportion des *engrais* par les résidus des défécations et clarifications, mêlés à leur volume de terre sèche et semés sur le sol, ce qui constitue une deuxième cause de fertilité des terres. M. Ardant a même très bien utilisé, sous ce rapport, les vinasses, résidus de la distillation des mélasses, en les faisant servir à l'irrigation ou arrosage, et à l'engrais des terres emblavées.

3° De créer des industries, productions et consommations nouvelles, dans les contrées qui en étaient privées.

4° Enfin, de multiplier les bestiaux, en rendant à la fois profitables leur engraissement et leur travail, ce qui augmente les engrais dans la même proportion, et par suite la fertilité des terres. Tous ces avantages concourent en même temps à accroître de beaucoup la valeur des propriétés, et à répandre l'aisance chez les travailleurs.

Pendant l'impression de cette notice, M. Pelouze vient de publier des résultats analytiques qui, par de nouveaux faits, confirment ce que nous avons rapporté d'après nos expériences sur la composition des betteraves; nous extrairons de ces importantes recherches ce qui peut compléter les données précédentes, et indiquer de nouveaux modes de reconnaître les proportions de sucre contenues dans les betteraves à exploiter.

M. Pelouze a d'abord conclu de l'expérience suivante, ainsi que je l'avais déduit de mes essais, que la betterave ne contient que du sucre cristallisable, que par conséquent tout le sucre incristallisable, si préjudiciable aux fabricans, résulte de diverses causes d'altération: nous les avons signalées.

Une betterave blanche, dite *de Silésie*, a été coupée en tranches très minces et mise en contact, à 30 degrés, avec de l'alcool à 85 centièmes. Quelques gouttes d'une dissolution très étendue de potasse ont été versées dans la liqueur, pour saturer la petite quantité d'acide libre de la betterave. Au

bout de trente-six heures, l'alcool ne s'était pas sensiblement coloré. Évaporé à une très douce température, il a laissé un résidu d'un blanc très légèrement grisâtre, que l'on a desséché au bain-marie, et traité ensuite par de l'alcool à 97 centièmes, distillé trois fois sur la chaux vive. Cet alcool n'a pas dissous la moindre trace d'un sucre quelconque. Par l'évaporation, il n'a laissé dans la capsule qu'une très petite quantité de matière grasse dépourvue de saveur. Ainsi, il n'y a pas de sucre de raisin dans la betterave, comme sa réaction toujours acide pouvait le donner à penser. Il n'y a pas non plus de mannite. Ces deux substances se seraient dissoutes dans l'alcool à 97 centièmes, on les y aurait retrouvées.

Le résidu, insoluble dans l'alcool, était parfaitement blanc, en très petits grains brillans au soleil, entièrement soluble dans l'alcool et dans l'eau; il offrait, en un mot, tous les caractères d'un beau sucre, sauf une légère saveur, due aux sels qui se rencontrent toujours en petite proportion dans la betterave.

Cette expérience prouve, ajoute M. Pelouze, qu'il n'y a pas de sucre incristallisable ou liquide dans cette racine, puisque, s'il y en avait eu, on l'aurait retrouvé, soit dans l'alcool anhydre, soit dans la matière insoluble dans ce liquide. Or, cette matière est solide et n'attire pas plus l'humidité de l'air que le sucre raffiné, tandis qu'il est impossible de bien dessécher le sucre incristallisable.

Voulant déterminer la proportion du sucre cristallisable par la quantité d'alcool qu'il produirait, M. Pelouze essaya d'abord de constater la quantité d'alcool réel que donnerait une quantité déterminée de sucre candi pur; 35 grammes de ce dernier dissous dans 450 grammes d'eau, soumis avec de la levûre de bière bien lavée (1) à la fermentation, dans un

(1) J'ai excité beaucoup plus vivement la fermentation dans des solutions de sucre, à l'aide du dépôt ou *levûre* de vin doux, et d'une température soutenue à 30 degrés : la réaction était complète au bout de vingt-quatre heures. M. Dumont m'a dit depuis avoir obtenu des résultats analogues avec de la lie de vin, et surtout avec celle-ci un peu putréfiée.

flacon muni d'un tube plongeant dans le mercure, et soutenu à la température de 18 à 30 degrés pendant quinze jours, il obtint 50 décilitres de liquide alcoolique. Distillant ensuite, et mesurant à l'alcoomètre centésimal, le produit constata la production de 22^{centil.},5 d'alcool anhydre; 35 grammes de sucre représentent donc 22^{centil.},5 d'alcool anhydre; et par conséquent 100 grammes de sucre en donnent 64^{centil.},28.

Si 500 grammes de betteraves donnaient 64^{centil.},28 d'alcool, il y aurait évidemment dans cette quantité de betteraves 35 grammes de sucre, ou 7 de sucre pur pour 100 parties en poids de betteraves.

M. Pelouze a constamment opéré sur 500 grammes de racines; et la manière qui lui parut la plus commode consiste à réduire la betterave en pulpe très fine au moyen d'une petite râpe, à en exprimer fortement le suc à travers une toile, et à épuiser le résidu par des lavages et des pressions réitérés. Le suc exprimé, réuni aux eaux de lavage, est introduit, avec une suffisante quantité de levûre de bière, dans un flacon disposé comme il a été indiqué ci-dessus. La fermentation marche d'abord très vite, et elle est terminée au bout de douze ou quinze jours, si la température a été suffisamment élevée, ce qu'on reconnaît à l'absorption du mercure dans le tube.

On mesure à 15 degrés le volume du liquide fermenté, et pour en reconnaître la force alcoolique, on suit de point en point le procédé indiqué par M. Gay-Lussac, pour l'analyse des VINS et des esprits. Comparant ensuite la quantité d'alcool obtenue, soit d'après son volume, soit d'après son poids, avec celui fourni par le sucre pur, on arrive à la connaissance de la richesse saccharine de la betterave soumise à l'expérience; et comme il n'existe ni sucre de raisin, ni sucre incristallisable dans cette racine, ce procédé d'analyse fait voir la limite des perfectionnemens susceptibles d'être introduits dans nos sucreries indigènes. La seule difficulté sera d'obtenir constamment une fermentation complète.

Les fabricans habiles n'obtiennent généralement pas plus de 5 pour 100 du poids de leurs betteraves. Des essais multipliés ont prouvé qu'elles en contiennent ordinairement environ le double de cette quantité, d'où il est facile de prévoir que la Chimie promet encore d'immenses améliorations à nos fabriques : car entre 5 pour cent qu'on obtient en pratique, et 10 pour 100 qu'indique l'analyse, il y a certainement beaucoup de marge.

De toutes les variétés de betteraves, les plus riches en sucre sont les blanches et celles à peau rose et à chair blanche; les petites sont presque toujours plus sucrées que les autres, mais les quantités de sucre qu'elles contiennent sont loin de compenser ce qu'elles ont de moins en poids. Ces observations sont applicables à toutes les variétés de ces racines.

Des terres très fortement fumées, telles que celles sur lesquelles on a récolté du tabac l'année précédente, donnent des betteraves d'une grosseur considérable et d'une richesse saccharine égale à celles généralement plus petites, semées dans des terres où les engrais ont été plus épargnés. On estime que le poids des betteraves récoltées dans le champ en question l'emporte de plus de moitié sur celui des betteraves d'un champ voisin, où il n'a pas été récolté de tabac l'année dernière. Comme ces betteraves ne se travaillent pas avec plus de difficulté que les autres, que la densité de leur sucre ainsi que leur qualité est la même, leur produit en sucre et en pulpe sera une fois plus considérable que ceux des autres champs.

Les essais comparatifs faits à diverses époques, par M. Pelouze, ont démontré que le jus est plus dense et la richesse saccharine plus grande à la fin de septembre qu'au commencement (en 1831); que les betteraves blanches, et blanches à peau rose, donnent le plus de sucre; que pour des densités de 6°,4 Baumé à 7°,2, dans les jus de bonnes betteraves on obtient des proportions de sucre variables entre 0,09 0,10; et pour des densités de 5,1

à 6,4, les proportions de sucre, relativement au poids de la betterave, ont été de 0,05, à 0,09. Nous répéterons d'ailleurs que les quantités de sucre n'ont pas été proportionnées aux variations de densités, que ces dernières ne peuvent servir de mesure exacte des produits à obtenir, mais seulement d'indice.

Sucre des cannes. Nous avons décrit la culture et la récolte des CANNES dans l'article consacré à ce mot. Tous les moyens de perfectionnement dans le traitement du jus des betteraves que nous venons d'indiquer, sont également applicables au suc extrait des cannes. Il ne nous reste donc qu'à donner ici les détails d'extraction et de traitement du jus que la nature de la plante et les localités rendent particuliers à cette exploitation; et d'abord nous ferons connaître brièvement les procédés anciens des colonies, qui sont encore en usage dans le plus grand nombre d'*habitations*, et quelques-unes des principales modifications essayées souvent sans succès; enfin les améliorations récemment introduites et celles tout récemment apportées dans le travail des betteraves, et qui doivent encore compléter les perfectionnements importés aux colonies.

Les cannes récoltées sont apportées à dos de mulets, ou sur des charrettes tirées par des bœufs ou mulets, et mises en tas dans une enceinte près du moulin, dite *parc à cannes*.

Expression du jus. La conformation de la canne n'exige pas que, pour extraire le suc, on déchire préalablement les cellules qui le renferment, la pression suffit pour le faire sortir. A cet effet, les cannes sont fortement pressées, et en quelque sorte laminées en passant successivement deux fois entre des cylindres disposés comme ceux d'un laminoir, si ce n'est qu'ils sont tantôt verticaux, tantôt horizontaux.

*Moulin ou pressoir des cannes à sucre, à cylindres verticaux,
de M. MUSDOC.*

Ce moulin, sur l'ancien système perfectionné, est représenté Pl. 9, fig. 1, par une coupe verticale dans l'axe des cylindres de pression.

La fig. 2 est un plan du réservoir dans lequel tombe le jus extrait des cannes que l'on a soumises à l'action des cylindres.

A, Cylindres en fonte de même diamètre, placés avec le cylindre A', dans un même plan vertical.

Les axes de ces cylindres portent chacun, à leur partie supérieure, une roue dentée B, pour se transmettre le mouvement qui est primitivement donné au cylindre du milieu A' par la grande roue C, placée sur le même axe que ce dernier, et qui est commandée par le pignon D; celui-ci, monté avec la roue d'angle E sur l'arbre vertical F, sert d'intermédiaire au pignon conique G, dont l'arbre est horizontal, et auquel un moteur quelconque communique le mouvement. Plusieurs de ces moulins, établis dans les colonies, reçoivent la puissance mécanique de machines à vapeur.

Des cannelures très étroites et peu profondes sont pratiquées sur la circonférence de chaque cylindre et dans toute leur longueur (comme le montre la fig. 1), afin de faciliter l'écoulement du liquide.

H, Réservoir rectangulaire en métal, recevant le liquide que l'on fait couler par les conduits *a* ou *b* (fig. 2), suivant que l'on ouvre la communication par les registres *c* ou *d*. Il est traversé par les axes des cylindres de pression A et A'; mais afin d'empêcher le liquide de s'écouler par les ouvertures qui les laissent passer, celles-ci sont garnies d'un rebord cylindrique qui s'élève à la même hauteur que les rebords du réservoir.

I, Collets en cuivre embrassant l'arbre du cylindre A', pour le maintenir dans la verticalité. Ces collets sont plus ou

moins rapprochés par les traverses de fonte que les entre-toises J supportent à leurs extrémités.

I', Collets semblables, mais composés seulement d'un demi-cercle placé du côté opposé au contact des cylindres A.

K, Support en fonte renfermant les crapaudines qui servent de pivots aux axes des roues C et D.

L, Crapaudines sur lesquelles pivotent les axes des cylindres de pression A.

Les montans M, sur lesquels s'assemblent les différentes pièces dont on vient de parler, telles que les traverses J et L, le réservoir H, etc., sont aussi en fonte.

Le cylindre du milieu reçoit le mouvement d'un arbre de manège, tiré par des bœufs ou des mulets, ou par un engrenage d'une ROUE hydraulique ou d'un MOULIN à vent, ou enfin d'une MACHINE à vapeur, et le transmet aux deux autres dans un sens inverse par des roues dentées et adaptées à leur partie supérieure.

Dans les moulins verticaux, une femme (négresse) présentait les cannes entre le cylindre du milieu et l'un des cylindres latéraux, et une autre femme, placée du côté opposé du moulin, recevait les cannes, pressées ainsi une fois, les dirigeant aussitôt entre le cylindre du milieu et l'autre cylindre latéral, en sorte qu'elles ressortissent épuisées du côté de la première négresse. On a donc perfectionné ce travail dans les moulins horizontaux, en faisant diriger les cannes, après la première pression, par le conducteur, qui économise une ou deux négresses.

Le suc obtenu dans le cours de cette double expression coule le long des cylindres sur le plateau, et est conduit par la gouttière dans un réservoir (*bassin*) à proximité de la fabrique ou *sucreria*. Il serait convenable de disposer ce moulin à un étage de 12 pieds environ au-dessus du sol, comme les râpes et presses à betteraves, afin que le jus coulât spontanément dans les chaudières.

Presse ou moulin à cylindres horizontaux, pour les cannes à sucre.

Ce moulin offre le double avantage d'occuper peu d'emplacement et d'être d'un service facile ; il se compose de trois cylindres horizontaux en fonte ABC (fig. 3 et 4, Pl. 9), montés entre deux supports D, lesquels sont fixés aux extrémités d'une cuvette E aussi en fonte de fer, qui leur sert de pièce d'écartement, et dont l'objet est encore de recueillir le sucre ou vesou. Ces supports sont percés de deux petites arcades, qui reçoivent les coussinets F des cylindres inférieurs BC, qu'on peut faire avancer ou reculer sur la platine qui les porte, au moyen des vis de rappel GG. L'axe du cylindre supérieur roule dans un collet H en cuivre, composé de deux pièces et surmonté d'un chapeau I, qui y est dirigé et retenu par deux vis verticales KK passant dans le support inférieur; au milieu du chapeau est placé, comme ornement, une petite colonne L, terminée par une pomme de pin. Les écrous MM portent un socle rond enveloppé par une sorte de collier O. Ces deux colliers sont joints par une branche de communication qui les fait ressembler à une paire de lunettes. Chaque collier porte une vis, que l'on serre pour fixer l'écrou dans la position qu'on lui a fait prendre, et l'empêcher de tourner dans les mouvemens de la machine.

Entre les deux cylindres inférieurs est placée une plaque Q (fig. 6 et 7), et que l'on nomme *directrice*; elle porte une côte R, dont le prolongement repose sur des chaises S (fig. 3).

Cette plaque est destinée à diriger entre les cylindres A et C, les cannes qui sortent des cylindres A et B.

Le cylindre A est cannelé à sa circonférence et parallèlement à l'axe, les autres sont unis et portent des bords qui embrassent celui-ci; enfin, les trois cylindres sont mis simultanément en mouvement par des roues montées aux extrémités de leurs axes et engrenant ensemble.

Le jeu de la machine est facile à concevoir : on présente la canne entre les deux cylindres A et B ; le suc qui s'en exprime coule sur le cylindre B et tombe dans la cuvette ; les cannes , après cette première pression , passent entre les cylindres AC , où elles sont pressées de nouveau ; le jus qui en découle tombe sur la plaque Q , s'échappe par les rigoles de cette plaque , et va se réunir dans la cuvette à celui de la première pression.

Explication des figures.

Fig. 3. Élévation d'une des extrémités de la machine.

A , Cylindre supérieur ; BC , cylindres inférieurs ; D , support en fonte des trois cylindres ; E , cuvette ou récipient du suc ou vesou ; F , coussinets des cylindres inférieurs ; GG , vis de rappel servant à avancer ou reculer les coussinets de ces cylindres ; H , collet du cylindre supérieur ; I , chapeau de ce collet ; K , vis directrices du chapeau ; L , petite colonne d'ornement surmontée d'une pomme de pin ; MM , écrous de pression du collet ; O , double collier servant à fixer , au moyen d'une vis de pression , les écrous M dans la position qu'on leur a fait prendre ; Q (fig. 6 et 7) , plaque de fonte nommée *directrice* , destinée à faire passer entre les cylindres A et C les cannes qui ont reçu la première pression entre A et B ; elle porte , dans la longueur des deux côtés , des petites entailles ou rigoles , pour laisser couler dans la cuvette le suc extrait dans la seconde pression ; R , côte destinée à consolider la plaque Q ; S , chaises ou supports du directeur.

Fig. 4. Coupe perpendiculaire à l'axe des cylindres.

Fig. 5. Élévation longitudinale du cylindre A.

Fig. 6 et 7. Détails de la plaque Q.

Le service du moulin , le plus généralement fait par des mulets , exige un troupeau assez nombreux de ces animaux ; en effet , il se fait par deux attelages à la fois , de chacun trois mulets , à chaque bout des leviers du manège : ces

attelages sont relayés par *quart*, d'une ou de deux heures. Une sucrerie moyenne emploie ordinairement 80 mulets pour le moulin et les charrois.

Traitement du jus. Depuis plus de cent ans l'usage s'est généralement répandu dans les colonies de traiter le suc des cannes dans des chaudières profondes, en fonte de fer, exhaussées par une maçonnerie qui augmentait la capacité de chacune d'elles. Cette méthode est encore suivie dans beaucoup de sucreries, bien qu'elle soit très dispendieuse, par le peu de durée des chaudières sujettes à se fendre, la perméabilité de la maçonnerie, et surtout par la caramélisation du vesou et des sirops près des bords supérieurs, et la grande consommation du combustible.

En 1788, M. Dutrone proposa et fit adopter, dans une habitation (celle de M. Ladebat), diverses modifications utiles, notamment la substitution de chaudières en cuivre, à fonds presque plats, aux fonds concaves des anciennes chaudières et le chauffage du fond seulement; il en résulta de grands avantages; cependant elles se répandirent très peu. Nous décrirons plus loin l'ensemble de dispositions préférables encore récemment adoptées, et qui, sans doute, aîniex jugées aux colonies, s'y répandront bientôt plus généralement.

Le chauffage a toujours lieu avec les cannes épuisées dites *bagasse*; c'est le seul combustible à disposition, en général encore est-il trop peu abondant.

L'ouverture des foyers et cendriers est au dehors de l'atelier, dans des galeries ouvertes, afin d'éviter l'encombrement et l'inconvénient de la poussière.

Ordinairement deux nègres sont employés exclusivement à charger la bouche d'un foyer et apporter la bagasse utile. On alimente ainsi le fourneau qui, depuis sa publication dans le Dictionnaire Technologique, a été introduit avec beaucoup de succès chez M. de Gallard, puis ailleurs.)

Dans chaque sucrerie il y a deux équipages de chaudières, composés chacun de cinq chaudières, dont les bords supé-

rieurs sont au même niveau, et qui sont chauffées par un seul foyer. Le nom de chacune diffère : celle qui est le plus éloignée du foyer se nomme *la grande*, elle offre plus de capacité et est constamment employée à la défécation ; celle qui suit est appelée *la propre*, parce que le suc y est ordinairement plus dépuré ; la troisième est dite *le flambeau*, parce qu'on suppose que là se manifestent les caractères qui doivent guider sur la nécessité d'ajouter de nouveaux agens de défécation (chaux, lessive, etc.) ; la quatrième se nomme *le sirop*, parce que le vesou y est plus concentré ; la cinquième et dernière a été nommée *la batterie*, parce que, durant la *cuite*, on est obligé quelquefois de battre avec l'écumoire le sirop qui monte.

Cristallisation. Près de la batterie se trouve un *raffraîchissoir* destiné à recevoir le sirop prêt à cristalliser ; de là il est porté très chaud dans un deuxième raffraîchissoir, qui reçoit encore une seconde *cuite* plus rapprochée que la première (afin que la cristallisation ne commence pas avant la réunion) ; on mêle bien ensemble ces deux cuites, qui forment ce que l'on nomme un *empli*, puis on va verser le tout dans un bac ou dans des formes.

Les bacs ont 8 à 10 pieds de long sur 4 à 5 de large et 1 de profondeur ; trois suffisent pour une sucrerie. Les formes sont des vases coniques en terre cuite, de 2 pieds de haut sur 14 pouces de grand diamètre.

On verse plusieurs *emplis* les uns sur les autres dans le même bac, où ils cristallisent successivement.

Égouttage. Lorsque la cristallisation est terminée, on porte les formes aux *purgeries*. Ce sont des bâtimens de 60 à 80 pieds de longueur sur 20 à 24 de largeur. Dans presque toute l'étendue de la purgerie est creusée une cavité bien maçonnée en chaux et ciment, ayant jusqu'à 6 pieds de profondeur ; c'est le *bassin à mélasse*.

Ce bassin est recouvert de fortes pièces en bois disposées parallèlement à 3 pouces de distance, et formant un plancher à claires-voies.

Les barriques vides qui doivent recevoir le sucre à purger (égoutter), sont rangées sur le plancher, le fond supérieur ouvert, et le fond inférieur percé de trois ou quatre trous, dans lesquels des cannes sont engagées par un bout et se prolongent jusqu'à la partie supérieure du tonneau.

La mélasse s'écoule lentement par les interstices que laissent les cannes et les joints des douves des fonds.

Les purgeries où l'on veut terrer le sucre mis en formes sont beaucoup plus étendues que les premières; elles sont divisées en compartimens rectangulaires formés de traverses en bois, comme de petits parcs, où les formes égouttées sont rangées sur leurs pots. Entre ces sortes de parcs, dits *cabanes*, des sentiers sont ménagés pour le service.

Le terrage se fait de la même manière que dans le *raffinage du sucre*. Le clairçage est plus avantageux; il se pratique comme nous l'avons décrit pour le sucre de betteraves.

Les premiers et deuxièmes sirops écoulés des formes sont réunis pour en obtenir une deuxième cristallisation en masse. Les premiers sirops obtenus dans les bacs ayant été plus rapprochés, et par suite ayant donné plus de cristaux du premier jet, sont vendus comme mélasse ou destinés à fabriquer du *rum*.

Nous n'entrerons dans aucun détail sur les bizarres et divers procédés de défécation et d'épuration que la routine a introduits et perpétués dans les différentes habitations: en général, ils se réduisent tous à des additions de chaux vive, puis de lessive de cendres, à écumer dans toutes les chaudières, faire revenir par des conduits sur les bords des chaudières les écumes dans la *grande*, d'où l'on fait couler au dehors toutes les écumes pour les mêler aux alimens des bestiaux ou les joindre aux produits à distiller (mélasses, eaux de lavage, etc.).

Nous ne nous arrêterons pas non plus à décrire la foule de procédés que des hommes peu éclairés ou trop peu prati-

ciens ont inutilement tenté d'importer aux colonies, et qui, presque tous, ont échoué, augmentant par degrés le préjugé des colons, et justifiant leur défiance des procédés nouveaux ; nous passerons tout d'un trait à la première amélioration importante importée aux colonies, et qui, perfectionnée tout récemment encore, assure à cette industrie d'immenses avantages. C'est sans doute de l'introduction du *CHARBON animal*, dans l'extraction du sucre des cannes, que datent ces grandes améliorations ; les propriétés de cet utile agent, notamment celles de décolorer, de précipiter la chaux, les sels calcaires et quelques autres substances sans altérer le sucre (*V.* l'article qui lui est consacré), ont eu l'heureuse influence qu'on devait en attendre. Plusieurs difficultés ralentirent cependant l'essor de cette application. MM. Derosne, à Paris, et M. de Gallard, propriétaire d'une sucrerie à la Guadeloupe, et M. Wetzel, à Bourbon, unirent leurs efforts pour les vaincre.

Au premier rang, parmi celles-ci, on devait compter le manque de matières propres à opérer la clarification. M. Derosne mettant en pratique les notions sur la dessiccation de l'albumine, publiées par MM. Gay-Lussac, Chevreul, Darcet, entreprit de dessécher de grandes quantités de SANG (*V.* ce mot) pour les expédier aux colonies.

Le complément, indispensable alors, du procédé nouveau, produisit de très beaux résultats, bien que l'addition du sang augmentât de plus de 50 pour 100 le prix du noir.

Voici du reste comment on opérait dans l'usine montée sur les indications de MM. Derosne et de Gallard, et décrite Pl. 10, fig. 10. Le jus des cannes ou vesou coulait par une pente naturelle dans un réservoir A ; de là on le tirait le plus fréquemment possible par un tuyau à robinet dans la chaudière à déféquer B, qui, pour une première opération, était chauffée par un foyer particulier à bouche extérieure. La défécation faite à la chaux, comme nous l'avons indiqué pour le jus de betteraves, mais avec une proportion

moindre des 8 ou 9 dixièmes, donnait un suc clair que l'on faisait couler dans les deux chaudières évaporatoires C, D, où l'on mettait 5 à 8 kilogrammes de charbon animal fin, pour 1000 kilogrammes de suc (1), et dont on accélérail le plus possible l'ébullition en transportant sous la deuxième D le feu, et maçonnant l'ouverture du foyer provisoire sous la grande B.

On voit que la flamme des bagasses passant successivement sous les chaudières D, C et B, était dirigée en cascades à chaque fois perpendiculairement au fond de chacune d'elles, ce qui est une condition très favorable au passage de la chaleur. Le fond bombé au dedans de ces chaudières offrait une autre condition utile dans le même sens, ainsi que nous avons eu l'occasion déjà de le faire remarquer.

Au sortir des carneaux (2) de la chaudière B, les produits de la combustion passaient par un conduit horizontal dans la cheminée extérieure F. Dès que le suc était rapproché à 20 ou 22 degrés, on le réunissait dans une seule chaudière D, et tandis que la chaudière C recevait le suc d'une deuxième défécation, 1 kilogramme de sang dissous dans l'eau, battu et étendu de 10 parties de sirop à 20 degrés refroidi, était jeté et vivement réparti dans tout le liquide de la chaudière D. Un instant après l'ébullition recommençait; on suspendait le feu pour vider promptement le liquide dans les deux filtres G; aussitôt la chaudière vide, on y faisait couler le surplus du produit de la deuxième défécation, ensuite la deuxième opération se continuait comme la première fois.

Le sirop filtré coulait dans un réservoir sous les filtres, d'où une pompe le remontait dans le bassin préparatoire H; celui-ci est à la fois un réservoir et une chaudière d'évaporation qui distribue, à l'aide des deux tuyaux à coudes tournans I, I, le sirop à volonté dans chacune des deux chaudières à bas-

(1) Lors même que cette proportion trop faible ne fut pas atteinte, les produits furent encore sensiblement améliorés et augmentés.

(2) Disposés comme nous l'avons dit ci-dessus.

cule K. Le feu très actif entretenu sous chacune de ces dernières rassemble sa flamme sous le bassin intermédiaire H, en sorte que l'évaporation marche rapidement dans les trois.

Le produit de chaque cuite d'une chaudière est versé en basculant celles-ci dans les rafraîchissoirs L. Dès que l'on a réuni dans chacun quatre à cinq cuites, on les transporte à l'aide de pucheux et de bassins dans l'un des cristallissoirs M.

Lorsque la cristallisation est terminée dans ceux-ci, on laisse écouler le sirop dans un réservoir inférieur N. Ce sirop, qu'on traitait comme mélasse avant l'emploi du noir, est recuit à la chaudière à bascule et donne une deuxième cristallisation d'une plus belle nuance que le sucre de pur jet obtenu par l'ancien procédé.

Dans cette usine, le sucre est fini d'égoutter en le tassant dans des barriques O disposées, comme nous l'avons dit, sur un plancher à claire-voie P. Le sirop d'égout est rassemblé par des plans inclinés dans les récipients Q et recuit au fur et à mesure, afin d'éviter son altération.

La deuxième cristallisation s'effectue comme la première, et la mélasse qui en résulte est destinée à la préparation du RUM.

Lorsque l'on veut obtenir du sucre claircé ou terré, on ne réunit que deux cuites dans chaque rafraîchissoir, et avant que la cristallisation ne commence, on emplit de grandes formes R posées d'abord, comme pour le RAFFINAGE, sur leurs pointes tamponnées de linge mouillé, puis sur les pots. (V. ci-dessus le *Clairçage*.) Du reste, le sirop de premier égouttage recueilli est traité comme celui des cristallissoirs.

Le procédé que nous venons de décrire est celui qui offrit le plus d'avantage aux colonies dans l'emploi du noir animal fin; on l'améliora encore en substituant aux filtres garnis d'un clayonnage et de tissus filtrans (laine ou coton), les filtres Dumont, lorsqu'on eut remarqué les avantages importants dont nous avons déjà parlé, dans leur application au traitement du jus des betteraves.

Les dispositions suivantes établies plus récemment encore sur les plans de MM. Derosne et Dumont, dans l'habitation de M....., aux colonies, permettront de suivre en entier le procédé le plus perfectionné qu'aient encore amené la pratique des procédés toujours progressifs de l'exploitation des betteraves. Cependant ces constructions ont été faites pour l'emploi simultané du charbon animal fin, du sang et du noir en grains. Nous indiquerons les modifications qui resteraient à y faire.

Fourneaux et chaudières. Il est inutile de rappeler les détails de la disposition du moulin; elle n'offre rien de particulier, si ce n'est que le jus s'en écoule directement, non dans un réservoir, mais dans une des chaudières à déféquer, ce qui évite un délai toujours nuisible, quelque peu prolongé qu'il soit, avant le traitement.

Les plans horizontaux en élévation et coupe, fig. 3, 4, 5 et 6, Pl. 5, font voir les dispositions du foyer et des chaudières; les mêmes lettres indiquent dans toutes les figures les mêmes parties de l'*équipement*. A, A', chaudières jumelles à déféquer; elles reçoivent alternativement et à volonté la flamme sortie de dessous les chaudières précédentes à l'aide des registres B, B', en sorte que l'on n'échauffe que la chaudière chargée de jus, et que, tandis que l'une opère la défécation, l'autre reçoit le suc exprimé.

Lorsque le jus occupe une hauteur de 15 pouces, on procède à la défécation, en sorte que le jus est rapidement mis en traitement. Dès que la première défécation est faite, fermant le registre du conduit qui portait la chaleur, on ouvre l'autre registre, qui donne accès aux produits de la combustion sous la deuxième chaudière. Celle-ci continue à recevoir le jus de la presse, tandis que l'on soutire la première défécation, qu'on lui enlève les écumes, etc. Ceci fait, la première chaudière reçoit de nouveau le jus destiné à la troisième défécation, tandis que la deuxième chaudière achève la deuxième défécation, et ainsi de suite.

La chaudière C reçoit la flamme émanée du foyer qui

chauffe d'abord la chaudière C'. On ajoute le noir fin dans ces chaudières. Lorsque l'on aura importé la suppression de ce noir et du sang, elles recevront, comme nous l'avons dit pour les betteraves, le suc passé, après la défécation, sur un filtre Dumont chargé de noir ayant servi à filtrer le sirop rapproché.

Lorsque la deuxième défécation est prête, on soutire tout le liquide de la chaudière C dans la chaudière C', et on le remplace par le suc déféqué de l'une des jumelles A, A'.

En ce moment on passerait le suc marquant 11 à 13 degrés sur un second filtre Dumont, si l'on travaillait par le dernier mode, qui exclut la *clarification*, et le liquide filtré serait reporté par une pompe dans la chaudière à évaporer : là, il serait rapproché à 25 degrés et filtré une troisième fois, puis le sirop ou clairce serait rapidement cuit dans les chaudières à bascule D et D'.

Si l'on ne supprime pas la clarification, on l'opère dans les chaudières E, F, et l'on *cuit* dans les bascules D, D', le sirop passé sur les filtres G, H.

Le chauffage à la vapeur, que nous avons indiqué plus haut, pourrait être appliqué avec avantage au traitement du jus de canne.

Mais il faudrait que le même foyer chauffât plusieurs chaudières à vapeur communiquant entre elles par cascades ascendantes ; car il serait difficile d'utiliser sous une seule chaudière la flamme trop volumineuse des bagasses.

Des tubes indicateurs permettraient de tenir à un niveau convenable l'eau dans chaque chaudière, et un réservoir d'eau, recevant en dernier lieu les produits de la combustion, les alimenterait toutes de l'excédant utile pour compenser la perte de vapeur non recueillie dans l'eau de condensation.

La disposition des formes placées au-dessus de gouttières, remplace avec beaucoup d'avantages les pots ; car elle permet de recueillir et de concentrer à volonté et sans

manipulations tous les sirops égouttés, soit des sucres bruts, soit des sucres claircés.

Les formes ou les cristallisoirs que nous avons décrits en traitant du sucre indigène, sont préférables aux bacs, parce que l'égouttage des sirops ou mélasses s'y fait bien mieux et que le clairçage s'y peut pratiquer.

Outre les emplois que nous avons indiqués pour la mélasse des cannes et des betteraves, on peut l'appliquer à la nourriture des bestiaux. A cet effet, on la mêle étendue d'eau jusqu'à 20 degrés, avec deux fois son poids de paille hachée, ou non étendue, avec dix fois son poids de pulpe de betteraves.

La plus grande consommation de la mélasse est dans la préparation du RUM, et de l'ALCOOL à 33 ou 36 degrés, destiné à la fabrication des LIQUEURS et des VERNIS.

Clairçage. Cette opération, dont nous avons fait ressortir les avantages, exige certaines précautions, faute desquelles son succès est fort chanceux. Avant de les détailler, nous indiquerons les principes sur lesquels elle se fonde, et qui suffiraient pour faire deviner le reste.

On nomme *clairçage* une filtration d'un sirop saturé de sucre à la température où l'on agit. Celui-ci, incapable de dissoudre du sucre, se charge, au contraire, en le déplaçant, du sirop plus coloré qui *salit* les cristaux de sucre à leur superficie; il se substitue dans les interstices, s'égoutte à son tour, et laisse le sucre bien moins coloré.

Les conditions essentielles du succès sont :

- 1°. Que la *clairce* soit assez chargée de sucre cristallisable pour n'en dissoudre que très peu ou point dans sa filtration.
- 2°. Que la densité de la *clairce* soit à peu près la même, ou du moins très peu moindre que celle du sirop à déplacer : en effet, trop dense, la *clairce* coulerait mal ; trop étendue, elle glisserait sans entraîner le sirop ou mélasse adhérant aux cristaux. Pour remplir cette condition, il faut employer à la préparation de la *clairce* des sucres d'autant plus impurs que les sucres à claircer le sont davantage ; car les si-

rops saturés de sucre cristallisable sont d'autant plus denses et visqueux qu'ils contiennent davantage de sucre incristallisable.

3°. Que la cristallisation dans les formes soit régulière et pas trop serrée : elle doit commencer et finir dans le même vase.

2°. Que la température du lieu où se fait le clairçage ne varie pas trop et soit au moins de 15 degrés.

Voici comment on opère :

1°. Pour les sucres bruts de premier jet , la cristallisation opérée toute dans la forme est terminée en quinze ou vingt heures. Alors on enlève avec une râcloire la couche superficielle lisse qui recouvre chaque base des pains, on nivelle bien la surface.

Ces grattures (ou plutôt celles d'une opération précédente) et les sucres empâtés de sirop , ont servi à préparer une clairce que l'on a filtrée à 28 ou 30 degrés bouillant, sur un filtre Dumont, ou que l'on a rapprochée à 32 degrés bouillant ; ce qui répond à 36 degrés et demi, environ à 11 degrés de température.

On verse à la fois trois kilogrammes de cette clairce sur chaque forme égouttée contenant, en sucre cristallisé, environ 35 kilogrammes, si la cuite qu'on y a versée pesait 56 à 60 kilogrammes. On renouvelle cette addition trois fois à douze heures d'intervalle, et on laisse égoutter pendant trois à quatre jours. Au bout de ce temps, le sucre peut être embarillé : il est bien plus sec et moins altérable que le sucre brut ordinaire.

Les sucres de deuxième cristallisation sont traités de même. La clairce que l'on y consacre doit être plus dense, 33 à 33 degrés et demi bouillant, ou 37 à 37 degrés et demi froid. Elle est préparée avec des sucres plus communs, dont la solution est filtrée et rapprochée comme il est dit ci-dessus.

Si l'on clairçait des sucres raffinés, il faudrait y employer des sirops de sucres presque purs, qui, saturés, ne marqueraient guère que 33 degrés froids. C'est, en effet, à peu près le degré des sirops couverts de sucre raffiné.

Pour compléter les notions utiles aux fabricans de sucre, on peut consulter, dans le Dictionnaire Technologique, les mots BETTERAVES, CANNES, BAGASSE, CHARBON animal, FOURNEAUX et CHAUDIÈRES.

RAFFINAGE DU SUCRE. L'art de raffiner le sucre prit naissance à Venise, ville florissante par son commerce, et qui fut le berceau de diverses industries manufacturières.

Les Vénitiens commencèrent à traiter par solution et cristallisation lente les sucres très impurs, colorés en brun par une mélasse visqueuse ; ils en obtinrent un sucre en gros cristaux, appelé *sucré candi*, que l'on connaît encore aujourd'hui sous ce nom. Plus tard, dans les mêmes ateliers, on mit le sucre raffiné sous la forme de pains, et peu à peu ces opérations s'étendirent dans toute l'Europe.

En France, l'attrait de la consommation du sucre raffiné donna probablement lieu à l'anoblissement de la profession de raffineur, et des inscriptions séculaires témoignent encore, dans quelques anciennes raffineries, de la certitude acquise de ne point déroger en exerçant cette industrie privilégiée.

Cependant l'art resta stationnaire pendant un très long laps de temps ; il semble qu'il dut être légué de père en fils, intact comme l'honneur de la famille : du moins voici à quelles opérations il se bornait jusqu'au commencement de notre siècle, époque à laquelle les anciens et tenaces préjugés des gentilshommes raffineurs furent, avec tant d'autres aussi absurdes, peu à peu forcés dans leurs retranchemens. De toutes parts des raffineurs plus instruits firent alors assaut d'innovations entre eux.

Jusqu'en 1805, tout le sucre brut soumis au raffinage était fondu pêle-mêle avec du sang et de l'eau saturée de chaux, dans de larges, profondes et épaisses chaudières en cuivre, contenant 5000 livres de sirop, dont la capacité devait être augmentée de moitié environ par deux hausses mobiles, lorsque l'ébullition du liquide visqueux et la formation d'abondantes écumes opéraient un boursoufflement considé-

nable ; en ce moment des aspersions successives avec du sang battu dans de l'eau de chaux étaient faites, et le coagulum d'albumine monté à la surface était enlevé avec précaution à l'écumoire ; une ébullition ménagée sur l'un des points seulement de la chaudière, favorisait la formation de ces écumes, jusqu'à ce que le sirop, devenu moins visqueux et de plus en plus limpide, parût au contre-maître suffisamment clarifié. Ce terme n'arrivait guère avant trois quarts d'heure d'ébullition ; alors le feu était retiré et le liquide versé dans un grand panier en osier blanc, garni d'un BEANCHET en drap, au travers duquel le sirop clarifié, dénommé *clairce*, passait limpide et tombait dans un grand réservoir à *clairce*.

Il est nécessaire d'indiquer ici ce qui se passe dans cette opération, dite *clarification*, parce que des effets analogues ont eu lieu dans de prétendus perfectionnemens annoncés avec emphase, mais que l'expérience a démentis. Il importe que l'on ne s'y laisse plus prendre.

Le sucre brut contient diverses substances, parmi lesquelles il nous importe de noter : 1°. le sucre cristallisé sali à l'extérieur de ses cristaux par les substances suivantes ; 2°. le sucre fluide ou *mélasse*, saturé de sucre cristallisable ; 3°. l'acide pectique ; 4°. l'acide acétique et l'alcool développés pendant la traversée ; 5°. plusieurs substances (sels, oxides, etc.) insolubles ; 6°. une matière colorante. Quant à quelques millièmes de sels solubles, de substance aromatique, etc., il est permis de les négliger (1).

L'eau de chaux ajoutée pour dissoudre le sucre brut, indépendamment de cet effet, *sature les acides*, forme de l'acétate de chaux soluble et du pectate de chaux nageant en flocons dans le sirop ; elle *fonce la nuance de la matière colorante* (sorte de *caramel*) ; son excès produit encore une

(1) Toutes ces substances étrangères deviendront bien moins abondantes lorsque le sucre brut sera généralement obtenu par les procédés que nous avons décrits.

sorte d'altération qui rend le sirop plus fluide. Ce dernier effet facilite ultérieurement la cristallisation plus régulière, et rend l'égouttage plus facile ; mais en même temps une proportion notable du sucre devient incristallisable.

Ces phénomènes, bien plus marqués encore lorsque l'eau de chaux contient de la potasse (1), expliquent les avantages apparens et les inconvéniens cachés de ces deux agens.

L'albumine du sang délayée dans le sucre fondu et chauffée, se coagule peu à peu, renferme les substances insolubles en même temps que les bulles d'air dégagées de l'eau ; l'élévation de température entraîne, en l'élevant, le coagulum avec les matières en suspension qu'il a agglomérées ; la vapeur, qui bientôt après s'élève du fond de la chaudière, augmente la quantité d'écumes à la superficie.

Les aspersions d'eau albumineuse que l'on fait après avoir enlevé la première écume, saisissent les flocons nageant dans le sirop, les agglomèrent en formant de nouvelles écumes, que l'on enlève encore.

Une des grandes difficultés de ces sortes de clarifications, se rencontrait lorsque le réseau albumineux était redivisé dans le liquide par une ébullition trop vive ou par une agitation quelconque ; alors il devenait presque impossible de ramener la clarification manquée ainsi. Le liquide filtré trouble donnait du sucre à refondre.

Pendant les trois quarts d'heure d'ébullition, le sirop se colorait de plus en plus, et une partie du sucre y contenu perdait la propriété de cristalliser ; ces altérations étaient d'autant plus prononcées, que la durée de l'ébullition était plus longue et la hauteur du liquide plus considérable, ce qui augmentait la pression et la température.

Le sirop clarifié était ensuite rapproché ou *cuit* dans une chaudière profonde, où il occupait une hauteur de 12 à

(1) La CHAUX cuite au bois renferme environ deux millièmes de son poids de potasse, qui sont dissous dans la première eau employée pour délayer la chaux éteinte, et décroissent dans les eaux de chaux suivantes, faites en délayant le dépôt.

18 pouces ; l'opération de la cuite durait de quarante-cinq à soixante minutes ; la chaudière , incomplètement vidée au *puchoux*, conservait de chaque opération quelques kilogrammes de sirop , qui continuait à s'altérer pendant la *cuite* suivante.

Afin d'extraire le sirop retenu dans les écumes , celles-ci étaient mises dans une chaudière avec de l'eau , portées à l'ébullition , puis égouttées dans des toiles et pressées à deux reprises.

Le liquide sucré extrait ainsi était rapproché à part , et donnait un sucre de qualité inférieure.

Nous ne suivrons pas plus loin isolément la description de l'ancien procédé , parce que c'est dans ces premières parties du traitement du sucre que les grandes améliorations ont eu lieu. Les changemens apportés dans la suite de l'opération sont de moindre importance et moins généralement adoptés encore : nous les indiquerons en suivant la marche ultérieure du raffinage.

L'une des modifications remarquables dans le raffinage a été apportée par M. Guillon en 1805.

Ce fut l'application du *CHARBON végétal* (*V.* ce mot) à la décoloration. D'abord l'auteur de ce procédé prépara ainsi des sirops peu colorés et d'un goût agréable , qui eurent une grande vogue ; ils remplacèrent les cassonades impures que l'on employait alors ; puis il traita de même le sucre brut , pour en obtenir les claires destinées à être rapprochées au point de cristallisation. Nous ne décrirons pas ce mode de clarification ; il se trouvera compris , avec quelques améliorations , dans la description ci-après de la clarification au noir animal.

L'effet utile reconnu alors du charbon végétal (1), et l'an-

(1) Cet effet était fort variable , en raison de l'inégalité de la carbonisation du bois , et de la proportion variable de potasse que contiennent les poussiers de bateaux , et dont l'excès peut produire sur le sucre les altérations ci-dessus indiquées.

nonce faite en 1811, par M. Figuier, de Montpellier, d'une propriété décolorante bien plus énergique dans le CHARBON d'os, furent bientôt après (1812) suivis de la proposition due à M. Derosne, de substituer ce dernier agent au charbon végétal. Les avantages de cette substitution, et les efforts réunis de MM. Derosne, Payen et Pluvinet, la firent adopter promptement dans les raffineries. Voici comment on opéra dès lors :

Le sucre brut dissous dans l'eau en proportions telles que la solution bouillante marquât 28 à 29 degrés, et le tout étant chauffé jusqu'à environ 80 degrés centigrades, on ajoutait le charbon animal (10 pour 100 du sucre brut) réduit en poudre fine, on délayait en remuant à l'aide d'une spatule.

Lorsqu'on projette le NOIR *animal* dans la chaudière, on remarque une vive effervescence, due, soit au dégagement des gaz (acide carbonique, acide hydro-sulfurique, etc.) condensés dans ce charbon, soit au gaz acide carbonique du carbonate de chaux que recèle ce charbon, et dont la chaux s'unit à l'acide acétique contenu dans le sucre brut.

Dans les sucres très impurs, dits *gras*, il peut être utile d'ajouter un peu de lait de chaux avant le charbon animal; celui-ci, mis ensuite, s'empare de l'excès de chaux.

Ainsi, on voit que l'excès d'acide, comme l'excès de chaux, qui peuvent se rencontrer dans le sucre brut, sont enlevés par le CHARBON D'OS.

On continuait de chauffer jusqu'à ce que l'ébullition se manifestât; alors on projetait dans la chaudière environ 2 de sang battu dans six fois son poids d'eau par quintal de sucre. Ce mélange était opéré très vite en brassant fortement pendant quelques secondes, puis laissant en repos jusqu'à ce que l'ébullition se manifestât de nouveau; on couvrait alors le feu de houille mouillée, laissant la porte du foyer ouverte; on laissait écouler par un robinet, au fond de la chaudière, tout le liquide mélangé de noir, etc., dans un ou deux filtres composés d'une caisse rectangulaire doublée de cuivre, garnis intérieurement d'un tissu de laine (drap Ro-

morantin), reposant au fond sur un clayonnage d'osier ou sur un canevas métallique.

Le plus gros noir, spontanément déposé au fond du filtre, puis successivement tout le reste, y formait une couche épaisse de 2 pouces, au travers de laquelle une partie de sirop filtrait lentement.

Les premières portions écoulées troubles étaient recueillies à part, et reversées sur le filtre.

Tout le sirop clair était conduit dans le réservoir à clairece, alimentant la chaudière à cuire.

Le procédé de clarification au noir fin est encore en usage dans diverses raffineries ; cependant on lui reproche la lenteur d'une filtration plus ou moins prolongée, et la nécessité de clarifier le sirop à 28 ou 29 degrés ; ce qui obligeait à évaporer plus d'eau que dans la clarification ancienne à 32 degrés.

M. Taylor appliqua au raffinage un système de filtres inusité alors, du moins pour cette industrie, et que nous avons décrit ci-dessus dans la fabrication du sucre de betterave. Ce genre de filtre offrit l'avantage d'accélérer beaucoup la filtration, et de permettre de clarifier la solution de sucre à 32 degrés bouillant, il fut assez rapidement adopté dans la plupart des raffineries. A la vérité, la décoloration était un peu moindre, en raison de ce que la couche de noir accumulée au fond du sac, ne laissait pas sensiblement filtrer le sirop, qui passait presque en entier au-dessus de ce dépôt, au travers des parois latérales du tissu.

Aujourd'hui encore, le filtre Taylor est employé simultanément avec un autre filtre bien plus important, que nous allons décrire avant de tracer la marche du système de clarification le meilleur connu aujourd'hui.

M. Dumont avait été frappé de l'augmentation de l'effet décolorant du noir animal, lorsque la filtration s'opère en entier au travers d'une couche épaisse de celui-ci ; il essaya les moyens de déterminer cette filtration en un temps assez court et pour des sirops dont la densité fût de 31 à 32 degrés.

Sans rendre compte des essais nombreux entrepris dans ce sens, nous dirons qu'en résultat définitif, il y est parvenu en éliminant du noir toute la poussière ou folle-farine, en sorte que n'offrant que des grains de grosseurs à peu près égales à celle des grains de la poudre de chasse, la masse laissât des interstices bien plus grands et offrit plus de porosité, fût par conséquent facilement perméable : le sirop à 32 degrés bouillant le pouvait traverser assez rapidement sous une épaisseur de 15 à 18 pouces.

Ces conditions favorables remplies, la forme du filtre fut, après différens essais, définitivement adoptée, comme nous l'indiquerons dans le cours de la description générale du raffinage perfectionné et des ustensiles adoptés dans les meilleures constructions actuelles. Terminons l'indication des autres perfectionnemens.

On *fondait* autrefois, naguère même encore, de très grandes quantités à la fois, deux à trois milliers ; maintenant on multiplie les clarifications de 2 à 300 kilogrammes de sucre, dans des chaudières peu profondes, afin que chacune d'elles dure moins de temps, et s'opère à plus basse température ; la forme convexe des fonds utilise mieux la chaleur du foyer, ou le chauffage à vapeur s'y applique plus utilement encore.

Les *cuites* se succèdent avec la même rapidité et des avantages non moins marqués ; nous avons indiqué plus haut ces divers systèmes de rapprochement des clairces, notamment la *chaudière à bascule* de M. Guyon, l'évaporation à vapeur forcée de Taylor, l'appareil d'Howard et la chaudière de Roth.

Le lavage des *écumes*, bien moins abondantes, s'opère plus rapidement aujourd'hui ; la plus grande partie du noir, dont les lavages occasionaient tant d'embarras et de perte dans les raffineries, est épuisée plus complètement avec une extrême facilité et beaucoup moins d'eau.

Le *grainage du sucre*, bien mieux apprécié, se dirige de manière à obtenir à volonté toutes les sortes de cristallisations

commerciales. C'est surtout dans les modes variés de refroidissement et les dimensions des rafraîchissoirs, que l'on a trouvé le moyen d'obtenir des cristaux plus ou moins divisés.

L'égouttage des sirops couverts a éprouvé une amélioration notable, à la vérité dans un très petit nombre de raffineries encore, par la substitution des gouttières aux pots à sirops.

Les effets du *terrage* ont été mieux appréciés, en sorte que des terres plus à proximité, que sur leur seule apparence différente de l'aspect accoutumé, on avait rejetées, ont été mises à profit. Du reste, l'opération en elle-même a éprouvé peu de perfectionnemens.

Le *clairçage* et le *lavage* à l'alcool, nouvelles opérations en raffinage, n'ont pas encore eu beaucoup de succès dans cette application : la première cependant rend des services importants, que nous avons fait connaître dans la fabrication du sucre brut ; plus loin, nous dirons les avantages et les inconvéniens de la deuxième.

La préparation du *sucre tapé* offre de l'avantage en quelques localités. (V. plus loin.)

L'étuve a éprouvé plusieurs modifications utiles, sous le rapport de l'économie du combustible et de la promptitude de la dessiccation.

Une façon nouvelle aux têtes de pains permet de réduire à un, au lieu de deux ou trois, les terrages, évite en proportion la perte de temps et d'intérêt. Ce mode, qui termine la confection du sucre en pains, n'est guère adopté encore qu'en Angleterre.

Enfin, on a tiré parti de tous les *résidus*, soit comme engrais, soit comme matière première de la fabrication de l'alcool et du noir revivifié.

Nous répéterons, en terminant cet exposé des changemens introduits dans le raffinage, que le perfectionnement dans la première opération, la *décoloration du sucre fondu*, est le plus important de tous, puisqu'il entraîne l'amélioration et la plus grande valeur de tous les produits, sucre en pains, *lumps*,

vergeoises, mélasse; qu'il augmente la proportion du sucre cristallisé, et lui donne une valeur commerciale plus grande.

Description des procédés actuels de raffinage en France.

C'est à Paris que ces procédés ont été adoptés d'abord; ils s'étendent depuis quelque temps dans d'autres villes, à Orléans, Marseille, Bordeaux, Nantes. Nous indiquerons d'abord les détails de construction et du service des filtres Taylor et Dumont.

Filtres Taylor (Pl. 11, fig. 1, 2, 3, 4, 5 et 6) (les mêmes lettres s'appliquent aux mêmes parties des six figures). Ces filtres offrent un moyen simple de multiplier les surfaces filtrantes dans une enveloppe resserrée, semblables en cela aux filtres plissés des laboratoires, etc. Un sac A (fig. 4) de tissu duveteux de coton, d'environ 18 pouces de large sur 3 pieds de long, est introduit et contenu dans un fourreau B (fig. 3) ouvert des deux bouts, en toile forte, mais claire. Ce dernier, bien plus étroit (6 pouces de large), maintient le premier tout irrégulièrement plissé, comme il est indiqué en A' (fig. 5), sans que l'on prenne aucune peine pour obtenir cet effet.

Le sac et l'enveloppe, ainsi l'un dans l'autre, sont adaptés aux ajutages coniques et à bourrelet C (fig. 6), à l'aide d'une corde, ou plus simplement aujourd'hui, en les passant entre les parois extérieures des ajutages et un anneau de fer D, puis serrant fortement l'anneau en le faisant baisser.

On conçoit que dans cette position le poids du sac et de son enveloppe, qui s'augmente de celui du sirop et du noir, lorsqu'on y verse la clarification, déterminant une forte pression de l'anneau contre les tissus, l'ajutage conique et son bourrelet, rend cette jonction très solide et hermétiquement close.

Tous les ajutages, au nombre de douze, sur deux rangs, ou de dix-huit sur trois rangées, soutiennent ainsi autant de sacs dans leurs enveloppes B; ils sont soudés au fond d'un réservoir plat en cuivre étamé E (fig. 1 et 2), soutenu par une caisse ou coffre clos en bois.

C'est dans ce réservoir que l'on fait couler le produit de la clarification, et le liquide est distribué ainsi dans tous les sacs correspondans aux douze ou dix-huit ajutages; un deuxième récipient à claire F, reçoit le sirop filtré, puis le réunit dans un seul tuyau, qui le conduit au réservoir à claire pour être distribué, comme nous allons le voir, aux filtres ci-après décrits.

On voit que des panneaux H, doublés de feuilles en cuivre étamé, entourent de tous côtés les filtres, afin de les préserver de l'action réfrigérante de l'air ambiant. Ordinairement on n'enlève qu'un seul de ces panneaux, celui qui forme la devanture en H', pour placer les sacs, puis les ôter. Cette dernière opération se fait en soulevant chaque sac, poussant l'anneau mobile D, dégageant les bords des sacs, puis laissant descendre ceux-ci.

Filtres Dumont. Les fig. 7, 8 et 9, Pl. 11, présentent les détails de l'un de ces filtres : A, caisse en bois doublée de cuivre mince étamé; B, cannelure en cuivre jaune soudée à la doublure; C, faux-fond percé de trous comme une écumoire, et soutenu sur trois tasseaux en tôle de cuivre; D, deuxième faux-fond mobile, percé de trous comme le premier (deux carrés de toile claire, de la grandeur des deux faux-fonds, sont utiles à la garniture du filtre); E, cannelure engagée dans le filtre et soudée à sa doublure; la clef F est mue par un levier, sur lequel agit une boule en cuivre G pleine d'air, et flottant sur le sirop.

Ce mode simple de régler l'écoulement maintient le sirop à 1 pouce constamment au-dessous des bords du filtre, sans qu'on s'occupe d'autre soin (une fois la filtration en train) que d'alimenter le réservoir général des filtres H, et d'ouvrir le robinet qui communique avec le tube commun I des filtres Dumont.

J, Tube communiquant avec l'espace sous le premier fond et servant à laisser dégager l'air enfermé sous ce faux-fond, et celui qui est refoulé dans les interstices du noir par l'écoulement du sirop.

K, Couvercle en bois revêtu à l'intérieur d'une feuille de cuivre étamé; il s'ouvre en deux parties, en sorte que l'on peut examiner ce qui se passe dans le filtre en soulevant seulement la portion antérieure, comme l'indique la fig. 7 en coupe verticale.

L, Tuyau muni d'entonnoirs pour recueillir le produit de la filtration de tous les filtres.

L', Gouttière en avant du tuyau ci-dessus, dans laquelle on fait couler la clairce, lorsqu'elle passe trouble, à l'aide d'un bout de gouttière à bec *l*, *l*, afin de la conduire dans un petit récipient particulier. On enlève le bout de gouttière *l* dès que la clairce coule limpide; alors elle coule par les entonnoirs dans le tube L, qui conduit au réservoir à clairce.

M, Tasseau ou massif en maçonnerie, sur lequel sont posés tous les filtres.

Choix des sucres. Les sucres bruts des diverses colonies, ceux même de la même colonie, dans les différentes habitations, suivant les saisons et le mode d'opérer, varient beaucoup. Les raffineurs achètent sur échantillons les parties offertes par les courtiers; on paie plus cher ceux qui sont en cristaux mieux formés, moins humides et poisseux, dont la nuance est le moins foncée. Ces caractères sont bien vagues pour assigner à cette matière sa véritable valeur comparée: on pourrait déterminer assez approximativement la proportion de sucre cristallisé pur, à l'aide d'un lavage à l'alcool; mais encore conviendrait-il de fixer la dépréciation en raison des obstacles que les substances solubles (*mélasse, matière colorante*, etc.) opposent à l'extraction du sucre cristallisable, qu'elles altèrent, le décolorimètre indiquerait la dernière substance.

Réception des sucres bruts. Les caisses, sacs ou tonneaux reconnus conformes aux échantillons, sont reçus à la raffinerie et mis à couvert sous des hangars.

Dès que l'on veut mettre en raffinage une partie, on défonce les barriques dans le magasin, on les vide, on étale le sucre de chacune horizontalement, par couches successives.

Il convient mieux que cette salle soit dallée sur le sol et enduite de chaux et ciment sur les parois, que boisée comme les anciens bacs à compartimens, afin d'éviter l'espèce de levain ou ferment qu'entretient la mélasse imprégnée dans le bois.

Lorsque dans quelques barriques on trouve des agglomérations de sucre pâteux, des couches plus foncées, on doit les mettre à part pour les traiter les premières, parce qu'elles sont plus altérables, et à plus fortes doses de noir, sauf à mêler ensuite les sirops qui en proviennent avec d'autres claires analogues.

Si le sucre offre des morceaux durs, il est convenable de le cribler et d'écraser ces morceaux, afin que la fonte n'en soit pas ralentie, ce qui serait une cause de détérioration pour le reste.

Fonte ou solution du sucre, clarification, filtration, cuite.
La chaudière A (fig. 11, 12 et 13, Pl. 10) étant à moitié pleine d'eau, et celle-ci chauffée à 50 ou 60 degrés, on y porte, à deux hommes, dans des seaux à anses (1), la charge de sucre.

Clarification. Dès que le sucre brut est fondu, on y projette le noir animal fin, environ 4 pour 100 du sucre brut employé (pour les sucres très visqueux, il peut convenir d'ajouter, immédiatement avant le noir, un demi à 1 millième de chaux éteinte et délayée en un lait marquant 14 à 16 degrés à l'aréomètre); on agite, puis on verse le sang battu (2),

(1) En Angleterre, plusieurs raffineries ont des machines à vapeur qui font tout le plus pénible du service : ainsi, un câble enroulé sur un treuil tournant à volonté, porte des chaînes à crochets qui enlèvent les barriques sur le haquet, et les montent directement à l'étage des chaudières; le magasin est au niveau des bords de celles-ci, en sorte qu'on peut les charger à la pelle; les formes, les pains terrés, les sirops, l'eau, etc., sont portés, par la même puissance mécanique, dans tous les étages de la raffinerie.

(2) Nous avons indiqué, plus haut, l'emploi du Sang sec; dans diverses localités, on conserve le sang liquide pendant quelques jours, en faisant brûler une mèche soufrée dans les petits barils avant de les remplir de sang.

Le sang putréfié, qu'on a souvent mis en usage, présente quelques inconvénients.

comme nous l'avons dit ci-dessus ; lorsque l'ébullition se manifeste , on ouvre le robinet B : tout le liquide , mélangé de noir , passe dans les filtres Taylor C. Le sirop filtré trouble est dirigé par une gouttière dans un petit réservoir , d'où une pompe le remonte dans la chaudière. Après une ou deux minutes , le sirop coule clair ; on fait basculer la gouttière , et la clairce coule dans le réservoir F , d'où elle se distribue à volonté dans les filtres à noir en grains I ; ceux-ci alimentent directement ou à l'aide d'une pompe à clapets (*Voyez-en les détails fig. 7, Pl. 5*), qui remonte cette clairce dans le réservoir des *chaudières à cuire*. (*V. ci-dessus, celles qu'il convient de préférer, et les caractères auxquels on reconnaît le point de cuite.*)

Entrons dans quelques détails sur les deux filtrations dont nous venons d'indiquer la marche successive.

Première filtration. Avant de faire couler la *clarification* , on a eu le soin de laver, tordre et disposer, comme nous l'avons dit, les sacs et leurs enveloppes (du système de Taylor) ; le noir aggloméré dans le sirop bouillant , par la coagulation de l'albumine du sang , se précipite dans les sacs , dont il remplit une grande partie. Dès que toute la filtration est faite , et pendant qu'une deuxième fonte et clarification commencent , on enlève les sacs comme nous l'avons dit , on les vide dans une chaudière d'eau bouillante , on les y lave , on fait égoutter le marc sur un panier garni de toile claire ; on répète cette opération une deuxième fois , et l'on soumet le noir dans des sacs à l'action d'une forte presse à vis en fer ou hydraulique ; les eaux égouttées du panier et de la presse servent à dissoudre le sucre d'une fonte subséquente.

Aussitôt les sacs pleins enlevés , on les remplace par d'autres rincés et mis dans leurs enveloppes comme la première fois.

Les clarifications et premières filtrations se succèdent ainsi toute la journée sans interruption ; elles alimentent de clairce

le réservoir aux filtres Dumont; ceux-ci opèrent comme nous allons le dire.

Deuxième filtration. Cette innovation, de la plus haute importance, due à M. Dumont, se fonde d'abord sur une préparation à faire subir au charbon décolorant, et qui n'a commencé à être adoptée en pratique que depuis quelques années. Cette circonstance me détermine à ajouter ici quelques particularités d'un grand intérêt sur ce mode de préparation.

Le charbon destiné à garnir les filtres Dumont doit être privé de la presque totalité de folle-farine; on y parvient sans peine en passant le noir (privé au préalable des *grabauts* par un tamisage dans une toile métallique à mailles d'une ligne à une ligne et demie) dans un TAMIS ou BLUTTOIR à tissu fin de toile métallique ou de soie. La poudre grossière grenue qui reste sur le tamis constitue ce que l'on nomme *noir en grains*; quant à la dimension des *grains*, elle peut offrir, à la fois, toutes celles comprises entre les grosseurs des poudres ordinaires de chasse pour les sirops à 31 ou 32 degrés bouillant.

On peut employer des grains pareils, mais mêlés avec un tiers de noir fin; si le sirop à filtrer ne marque pas plus de 12 à 15 degrés, et dans ce cas l'effet décolorant est plus considérable pour un poids égal de charbon. Si l'on pouvait faire filtrer du sirop à travers le charbon fin seul, la décoloration serait plus grande encore; mais les tentatives à cet égard ont été sans succès, et l'on a réservé le noir fin pour la décoloration dans la chaudière: là il faut employer de l'albumine (contenue dans le sang ou les œufs) ou du caséum (que renferme le lait écrémé), pour rassembler les particules très fines du charbon, et les retenir dans le coagulum opéré par la température de l'ébullition.

La théorie de cette action plus grande du noir en grains a excité l'attention et fait naître quelques hypothèses mal fondées; elle est fort simple: en effet, elle consiste exclusivement dans le contact, bien mieux opéré que par les autres

moyens, des particules colorantes successivement avec les surfaces du charbon. Les lavages des matériaux salpêtrés des soudes brutes, des cendres, etc., sont autant d'exemples analogues qui démontrent l'avantage de la filtration.

Dans l'article CHARBON du Dictionnaire Technologique, j'ai dit que le NOIR *de schiste*, appliqué au raffinage du sucre, est inférieur au CHARBON *d'os* : en effet, dans l'état de poudre fine sous lequel on l'employait alors, le premier présente plusieurs inconvénients, entre autres celui de passer au travers des blanchets, de donner par suite une teinte brunâtre au sucre en pains ; mais depuis que la découverte de M. Dumont a été mieux appréciée, on a essayé d'employer le charbon de schiste en grains privés de folle-farine ; dans cet état, la décoloration obtenue a été plus grande que celle du NOIR *animal*. Cependant ce dernier jouissant seul de la propriété de saturer et l'excès de chaux et l'excès d'acide, etc., les meilleurs effets ont été obtenus par le mélange des deux charbons en grains dans la proportion d'un tiers environ du noir de schiste avec deux tiers du noir animal.

Outre les avantages que nous venons de signaler, le procédé Dumont a encore permis de rendre au noir en grains la plus grande partie de ses propriétés, par une calcination après avoir servi ; ce qui était bien plus difficile pour le noir fin, celui-ci contenant tous les corps insolubles étrangers au sucre, plus le sang, tandis que le noir en grains ne retient que la matière colorante du sirop qui le traverse, plus, des sels calcaires, quelques millièmes de pectate de chaux, etc. Il est utile d'ajouter au moins un quart de noir neuf au noir revivifié ainsi, pour éviter une infériorité marquée dans l'action de ce noir.

Disposition du noir en grains dans le filtre Dumont. Lorsqu'on aura pesé la quantité de noir qui doit entrer dans le filtre, on la mettra dans un vase, tel qu'une bassine, un baquet, ou bien une caisse dont les bords seront peu élevés ; on versera dessus environ le sixième de son poids d'eau, on le remuera ensuite, soit avec les mains, soit à l'aide d'une

spatule ou d'une pelle, de manière à ne laisser aucuns grumeaux, et à former ainsi une masse bien également humectée. On reconnaîtra qu'il est à son point d'humectation, en en prenant une poignée : si après l'avoir serré assez fortement, il reste en masse sans laisser sensiblement d'humidité dans la main, il sera alors dans l'état le plus convenable pour être employé; ainsi préparé, on le disposera dans le filtre de la manière suivante.

Après avoir recouvert la grille inférieure d'une toile un peu claire, que l'on aura préalablement mouillée et tordue légèrement, et placée de manière à ce qu'elle touche partout les parois du filtre, on placera d'abord sur cette toile une quantité de noir suffisante pour en former une couche d'environ 1 ponce d'épaisseur, égale autant que possible et nivelée avec soin; on la tassera ensuite avec le tasseur, en promenant celui-ci sur toute la surface de la couche, et appuyant assez fortement et également partout; sur celle-ci on formera de même une deuxième, même une troisième couche semblable; on donnera aux autres environ 3 pouces d'épaisseur, on les tassera un peu moins, et l'on continuera ainsi jusqu'à une hauteur d'environ 14 pouces; alors on étendra sur la dernière couche une toile semblable à celle qui recouvre la première grille, sur laquelle on placera la deuxième grille. Le filtre ainsi disposé sera prêt à recevoir le sirop.

La filtration peut s'opérer à chaud comme à froid, et c'est à ce dernier moyen qu'il conviendra de donner la préférence, lorsque l'on se proposera d'obtenir des sirops parfaitement blancs et absolument francs de goût. Les sirops dont la densité ne dépassera pas 30 degrés froid pourront être filtrés dans cet état; lorsque l'on voudra filtrer des sirops plus concentrés, il sera nécessaire d'en élever la température, afin de ne pas ralentir la filtration. Dans ce cas, on établira à peu près les rapports suivans entre les degrés aréométriques et thermométriques, savoir : pour filtrer des sirops de 30 à 33 degrés, la température sera de 40 à 50 degrés; pour ceux de 33 à 36 degrés, on maintiendra de 50 à 70 de-

grés. Puisque la chaleur donne de la fluidité aux sirops, on pourra, par ce moyen, se rendre maître de la vitesse de la filtration en variant leur température, toutes choses égales d'ailleurs.

Lorsqu'on aura amené le sirop à l'état convenable pour être filtré, on procédera à la filtration ; on commencera d'abord par verser du sirop sur le filtre à une hauteur de 2 ou 3 pouces ; on l'entretiendra ainsi jusqu'à ce que l'eau qui doit sortir la première ait pris son filet au robinet (1) ; dès ce moment, on pourra sans inconvénient charger le filtre jusqu'à sa partie supérieure, et continuer ainsi jusqu'à la fin de l'opération.

Si les conditions ci-dessus ont été remplies, la filtration devra durer de quinze à vingt heures, et dans cet espace de temps on aura dû filtrer le sucre en sirop dans la proportion de quatre à cinq fois le poids du noir employé pour avoir un sirop très blanc ; il conviendra de commencer l'opération le soir, pour qu'elle s'achève le matin suivant.

Le noir, après cette opération, conservera encore beaucoup de sa propriété décolorante, et lorsqu'on ne tiendra pas à avoir des sirops blancs, on pourra continuer la filtration jusqu'à ce que le sirop filtré ne diffère plus de la nuance primitive, afin d'épuiser le noir.

Quand on jugera convenable de laver le *grain*, on remplira le filtre d'eau bouillante, et aussitôt que le sirop commencera à reprendre un filet au robinet, on fermera en partie celui-ci, de manière à ne donner à la filtration que la moitié, et même le tiers de la vitesse qu'elle avait pour les sirops : en prenant cette précaution, les trois quarts environ du sirop contenu dans le noir seront retirés sans qu'il ait

(1) Il doit se passer environ vingt minutes du moment où l'on a versé le sirop sur le filtre, jusqu'à celui où le filet commence à s'établir ; les premières portions qui sortiront d'abord n'étant que l'eau que l'on a employée pour humecter le noir, on en obtiendra ainsi les trois quarts sans contenir de sucre ; elle sera rejetée : l'autre quart environ pourra rentrer dans la prochaine clarification, si l'on ne juge pas à propos de la mêler au sirop.

perdu sensiblement de son degré; l'autre quart se trouvera mêlé à de l'eau, qui pourra servir au lavage des écumes ou rentrer dans une nouvelle clarification. La quantité d'eau bouillante versée sur le filtre étant insuffisante pour le laver, on le remplira de nouveau avec de l'eau froide, et jusqu'à ce que l'eau qui découle au robinet n'ait plus de saveur sucrée (1).

Au fur et à mesure que le sirop filtré est réuni dans le réservoir à claire, il en est tiré et vivement rapproché dans l'une des chaudières à cuire ci-dessus indiquées, et les cuites coulent successivement dans les rafraîchissoirs.

Grainage dans les rafraîchissoirs. La capacité de ces vases a beaucoup varié dans les raffineries : on leur donne actuellement un diamètre de 5 à 6 pieds, et une profondeur de 3 pieds. La première période de cristallisation s'y opère d'une façon différente, suivant l'espèce de sucre traitée et l'aspect ou la dureté du sucre raffiné qu'on veut obtenir. (Au sortir de la chaudière Roth, chaque cuite coulée dans le rafraîchissoir, est opalée et mise en formes au bout de quelques minutes.)

Grainage du sucre dur. En employant du sucre brut de qualité moyenne, tel que Jamaïque, troisième sorte, si l'on veut préparer du sucre en pains solide, sonore, à cristaux brillants, tel qu'il convient, soit pour l'exportation, soit pour être gardé long-temps, soit pour les consommateurs qui préfèrent cette qualité, le rafraîchissoir sera rempli aux deux tiers par les cuites successives; on laissera en repos s'opérer les premières agglomérations de cristaux sur les côtés et à la superficie; puis, à l'aide d'un grand mouveron ou spatule (fig. 17, Pl. 6) en bois, on agite lentement près des parois et au fond, de manière à en détacher les cristaux et

(1) Cette opération doit durer de cinq à six heures; il est très important de ne pas la précipiter, pour donner le temps à l'eau de pénétrer dans les particules du noir, afin de déplacer par ce moyen le sirop qu'elles ont absorbé.

à les répartir également dans la masse. On laissera encore en repos jusqu'à ce que de nouvelles agglomérations se soient formées ; on les répartira de la même manière dans la masse, puis on laissera en repos et l'on agitera encore une troisième fois ; enfin, on procédera au remplissage des formes.

Ce mode d'opérer permet aux cristaux de se produire plus gros dans une plus grande masse ; il convient donc encore au traitement des sucres et sirops peu riches, dont on obtient des lumps, vergeoises, etc. Des derniers sirops recuits dans ce cas, on peut même, en employant la chaudière Roth, remplir le rafraîchissoir jusqu'à 2 pouces du bord.

Grainage du sucre léger. Cette sorte de sucre a obtenu une grande vogue il y a quelques années à Paris ; il est encore préféré dans les *cafés* et parmi les consommateurs qui aiment à offrir, à poids égal, des morceaux d'un plus grand volume, ou, du moins, plus promptement dissolubles. Le mode suivant de grainage contribue surtout à donner ce résultat, et à présenter plus de blancheur apparente : la clairce provenant d'un sucre brut de qualité moyenne, les cuites sont poussées moins loin qu'à l'ordinaire, mais tirées *très chaudes* (1), et l'on n'en réunit dans un rafraîchissoir qu'un nombre suffisant pour emplir le quart de sa capacité ; alors on bat avec force le liquide, de façon à compléter par l'évaporation, que détermine cette agitation vive, le rapprochement au degré ordinaire ; le refroidissement et la cristallisation sont accélérés par ce moyen, et les cristaux que le mouvement divise restent plus petits dans les formes : ils n'y sont mouvés qu'une seule fois, offrant moins de masse, entourés d'un liquide plus épais, parce qu'il est moins chaud ; ils se superposent moins serrés, et forment un pain plus spongieux, moins lourd à volume égal.

Des sucres bruts de *basse qualité* ou mal épurés, que

(1) Cette observation s'applique à la cuite dans le vide, qui dans ce cas exige le réchauffement jusqu'au degré ordinaire d'ébullition à l'air libre, c'est-à-dire 112 à 116.

l'on traiterait ainsi, donneraient des cristaux *graisés*, c'est-à-dire n'adhérant plus assez entre eux, et d'où la mélasse s'écoulerait trop difficilement.

Grainage des sucres à claircer. La cristallisation de ces sucres devant s'opérer presque en entier dans les formes, le grainage dans le rafraîchissoir doit être très peu sensible et disséminé avec précaution dans le liquide. (V. les détails relatifs à cette opération. Nous ajouterons ici que les sucres blancs *claircés* ne sont pas propres aux expéditions lointaines, parce que conservant interposé dans leurs cristaux du sucre incristallisable et très hygrométrique (que le *terrage* à l'eau peut seul éliminer), ils attirent l'humidité, se désagrègent, et *tombent* sans consistance.

Empli, remplissage des formes. On nomme *empli* la salle où le sirop est versé dans les formes; cette salle, carrelée en briques solides ou dallée, et bien nivelée, doit être contiguë à l'atelier où s'opère la cuite; elle peut même contenir les rafraîchissoirs, dans lesquels la cristallisation dégageant de la chaleur, contribue à donner une température douce de 25 à 30 degrés, que soutient la cristallisation ultérieure dans les formes (fig. 2, Pl. 6) (1) : ces dernières, trempées dans l'eau pendant douze heures à l'avance, sont retirées et égouttées depuis une demi-heure, lorsqu'on les dispose de la manière suivante à être remplies :

On commence par boucher le trou pratiqué à leur pointe, en roulant un morceau de linge mouillé, le tamponnant avec une tapette (petit battoir en bois), ensuite on *plante* les formes debout, posées sur la pointe, et le premier rang appuyé contre un des murs latéraux, en ayant le soin de les fixer de façon que leur large ouverture soit bien de niveau; on les soutient ainsi provisoirement, à l'aide de vieilles formes détériorées, que l'on pose renversées sur leur base, et

(1) Il faut soutenir cette température, soit à l'aide du tuyau d'un calorifère, soit en ouvrant une porte en tôle qui laisse rayonner la chaleur du tuyau de cheminée d'un des fourneaux.

que l'on recule au fur et à mesure que l'on ajoute une rangée à la première.

Lorsque trois rangées sont ainsi apprêtées dans une longueur indéterminée, on les emplit, sauf à en ajouter trois autres ensuite.

L'*emplissage* se fait ainsi : un homme remue constamment, dans le rafraîchissoir, afin d'y tenir les cristaux en suspension; un autre puise, à l'aide du *puchex*, et charge les bassins à bec (fig. 5, 6, 7, 8, Pl. 6) que deux hommes présentent successivement, et vont verser dans les formes; celles-ci doivent être emplies en trois fois, afin que les cristaux, toujours plus abondans à mesure qu'on avance la vidange du rafraîchissoir, se disséminent également dans toutes les parties.

Il faut avoir soin d'éviter les courans d'air dans l'empli; car, refroidissant trop vite un plus ou moins grand nombre de formes, ils feraient précipiter la cristallisation en cristaux menus, offrant une consistance butyreuse, qui a fait désigner cet accident sous le nom de *graisissage du sucre*.

Mouvage. On appelle *mouvoir*, ou pour la première fois *opaler*, l'action dont le but est de répartir les cristaux dans toute la masse que contient une forme : on y procède à l'aide d'un mouveron (fig. 9); c'est un ustensile en bois, de 5 pieds environ, lorsqu'il est neuf, arrondi comme un manche à balai dans la moitié de sa longueur, ayant dans l'autre moitié une forme de lame droite, à deux tranchans émoussés et terminés en un tranchant arrondi.

Dès que sur chaque forme il s'est formé une pellicule cristalline, et que le mouveron, implanté verticalement et vivement retiré, ramène des cristaux du fond, on procède au mouvage; deux ou trois hommes, et quelquefois cinq ou six, s'en occupent à la fois, en sorte que toutes les formes soient *opalées* en huit ou dix minutes.

Le mouveron, tenu verticalement d'une main, est guidé de l'autre circulairement, en sorte que les cristaux soient détachés des parois; le même outil, ramené d'une seule

main dans la première position, la lame toujours en bas, est plongé vivement au fond de la forme, en rasant la paroi, relevé au milieu et replongé près de la première trace : on fait ainsi un tour entier, qui détache les cristaux et les répartit dans toute la masse. Toutes les formes sont ainsi traitées de même successivement et sans interruption.

On laisse en repos la cristallisation continuer, jusqu'à ce qu'une nouvelle cristallisation ait acquis un peu plus de consistance que la première fois; alors de la même manière on procède à un second mouyage.

On peut mouver jusqu'à trois fois si la cristallisation a été peu avancée dans le rafraichissoir, ou se borner à un seul opalage si le grainage a été poussé très loin; on a même réussi à éviter tout mouyage, en battant assez dans le rafraichissoir, lorsqu'on veut obtenir des sucres très légers, pour amener là une cristallisation presque aussi abondante qu'elle a lieu au moment du dernier mouyage. (V. plus haut les détails sur le *grainage*.)

On laisse la cristallisation s'achever en repos pendant quinze à seize heures; au bout de ce temps, on monte les formes pleines au grenier, à l'aide d'une corde passant sur une poulie et prenant dans un anneau un crochet fixé à un assemblage de cordes dans lequel la forme est maintenue.

Égouttage des sirops verts. Au fur et à mesure que les pots arrivent au grenier, un homme les reçoit, un autre les prend, les pose horizontalement sur un tréteau, enfonce de 2 à 3 centimètres une alène dans le trou à la pointe de la forme, afin d'ouvrir un libre passage au sirop. On implante les formes sur des pots en poterie vernissés à l'intérieur (fig. 14); il faut les y assujettir fortement, en frappant à la main sur leurs bords, après les avoir mis de niveau à leurs ouvertures supérieures.

La première rangée s'appuie contre le mur, les autres rangées se placent serrées contre celle-ci, et entre elles; quelques appuis de deux vieilles formes l'une dans l'autre, debout

sous la base, sont distribués autour des rangées extérieures.

L'égouttage terminé en trois ou quatre jours, on vide les pots en changeant toutes les formes successivement, du liquide qu'elles contiennent, et que l'on nomme *sirop non couvert*. Nous dirons plus loin le traitement des sirops.

On peut éviter tout l'embarras des nombreux maniemens de pots et de formes dans les opérations ultérieures, en implantant les formes pleines sur un faux-plancher perforé de trous ronds de 18 centimètres, à des distances telles, que les formes se touchent à leur partie la plus évasée; du reste, on les place et on les assujettit de niveau comme ci-dessus. Des gouttières en cuivre étamé sont disposées au-dessous du plancher, et conduisent, par une pente d'un pouce par toise, dans d'autres conduites transversales, qui réunissent les sirops écoulés dans un réservoir situé dans un endroit non chauffé.

Un autre avantage fort important de cette modification adoptée dans quelques raffineries pour les sirops couverts, c'est de permettre de concentrer (cuire) les sirops tous les jours; d'éviter ainsi la fermentation et l'altération du sucre, qui s'établit dans les sirops que renferment les pots pendant tout le temps du terrage. Quant au sirop *vert* trop visqueux, il exigerait une plus grande pente pour s'écouler.

Lorsque des cristallisations superposées ralentissent l'écoulement des sirops dans les gouttières, on les fait dissoudre en y conduisant un petit filet d'eau; la solution doit entrer le même jour en chargement dans la chaudière à clarifier.

Lochage. Le sucre étant bien égoutté, on avait naguère l'habitude de *locher* tous les pains avant de les terrer; aujourd'hui, dans cette période du raffinage, on ne *loche* plus que deux ou trois formes, afin de reconnaître si la cristallisation voulue a été produite par les opérations précédentes. Voici comment on procède au lochage, qui se répète ensuite dans les travaux ultérieurs, que nous indiquerons: on retourne la forme et on la pose sur sa base; on attend quel-

ques minutes, afin qu'une partie du sirop quitte les parois, puis on saisit la forme près de sa pointe avec la main droite ; et de la main gauche passée sous le bord évasé, on soutient à la fois la forme pleine, et du bout des doigts la base du pain.

Dans cette attitude, on frappe à petits coups sur un billot en bois, plusieurs points des bords inférieurs de la forme ; le changement de son et un léger mouvement, annoncent le coup sous lequel le pain commence à se détacher ; on frappe un ou deux autres coups plus légèrement, et l'on reçoit le pain dans la main gauche ; on lève la forme vide, puis on examine en le tournant, le pain dans toutes ses parties : les vices possibles signalés plus haut dans la cuite trop ou trop peu serrée, dans le grainage, dans le mouvage, se manifestent alors s'il y a lieu, et servent d'indices pour les opérations qui se succèdent.

On recouvre le pain avec la forme, et tournant en deux sens différens l'un et l'autre, on retrouve la première place qu'ils occupaient, et l'on enfonce le pain à peu près au même point.

Terrage. Cette opération n'est autre chose qu'un lavage par filtration lente, à l'aide de l'eau très graduellement écoulée d'une bouillie de terre argileuse.

Choix de la terre. Plusieurs sortes d'ARGILES plastiques, peu ou point calcaires, sont propres à cet usage ; les seules conditions essentielles, c'est qu'elles retiennent et laissent égoutter l'eau convenablement, qu'elles ne renferment pas de SULFURES ou SULFATES de fer efflorescens solubles ; du reste, leur couleur grise, bleuâtre ou brune, ne doit pas les faire rejeter, comme on l'a prétendu à tort, si aucune matière soluble ne peut être entraînée par l'eau dans la filtration, colorer le sucre ou lui donner un mauvais goût. Au reste, d'autres indices plus précis seraient insuffisans ; toute terre offrant les premiers caractères utiles peut être essayée sur quelques formes.

Préparation de la terre. Afin de mieux détremper et dé-

layer l'argile, il vaut mieux qu'elle soit très sèche, parce qu'alors elle absorbe si vivement l'eau, qu'elle se délite en menüs fragmens et tombe en bouillie.

C'est dans un *bac* en maçonnerie bordé de bois ou caisse en plats bords fortement assemblés, ayant de 3 pieds et demi à 4 pieds de profondeur, que la terre est étendue, arrosée, recouverte d'eau et trempée ainsi pendant une demi-journée, jusqu'à ce qu'un ustensile (dit *piqueux* ou *râble*), s'y enfonce aisément; alors on délaie en ajoutant de plus en plus d'eau et brassant constamment. On laisse déposer, puis on fait écouler l'eau claire. On peut répéter cette manipulation deux ou trois fois, pour entraîner en partie quelques matières solubles en petites proportions et quelques corps légers. Ordinairement un lavage suffit.

Un deuxième bac, voisin du premier, reçoit alors toute la bouillie terreuse, que l'on puise à cet effet, et que l'on verse dans une passoire, tamis, ou canevas métallique à mailles de 2 millimètres environ (fig. 21). Deux ouvriers brassent ensuite continuellement avec le râble l'argile délayée, pendant deux ou trois heures.

Le degré de consistance de cette bouillie est d'autant plus fort, que le sucre est moins fort en cristaux; en général, il se reconnaît ainsi : on en prend sur une truelle 2 décilitres, que l'on rejette légèrement à la superficie de la masse; cette addition doit former une éminence d'un demi-centimètre; si elle reste plus élevée, on ajoute de l'eau; si elle l'est moins, on ajoute de la terre plus épaisse. Cet essai se dit *faire la tranche*. La vieille terre, qui seule ne peut plus servir au terrage, lavée, puis délayée et mêlée avec deux, trois ou quatre fois son poids de terre neuve, donne une bonne matière *fondant* moins de sucre; sans doute quelques matières organiques y sont engagées, qui ralentissent l'infiltration de l'eau.

La terre préparée est portée au grenier, dans des seaux tirés par une corde; on a préalablement disposé le sucre de toutes les formes de la manière suivante :

1°. On fait les fonds en frappant avec le coude A d'un outil (fig. 3, Pl. 6) en fer appelé *fer à foncer*, toute la partie du pain restée à demi creuse par la retraite que la cristallisation détermine, et que l'on appelle *fontaine*; on fait en sorte que cette partie se serre et offre la même consistance que le reste du pain. 2°. On remplit quelquefois encore le creux formé par ce tassement avec une forte poignée de sucre terré ou de sucre raffiné, simplement égoutté; on unit la superficie, puis on tasse légèrement par un ou deux coups à plat de la lame d'une truelle ronde (fig. 11).

Il reste alors environ 1 centimètre vide de la hauteur de la forme, au-dessus de la superficie plane et nivelée du pain; on remplit toute cette capacité en versant dessus la bouillie d'argile, à l'aide d'une cuillère contenant 6 à 7 décilitres.

On laisse les choses ainsi jusqu'à ce que la terre se soit séchée au point de former des galettes un peu recroquevillées, qu'on nomme *esquives*, et que l'on enlève alors pour les faire sécher, détremper de nouveau, etc.; cela arrive au bout de neuf à onze jours.

Pendant les trois premiers jours du terrage, il ne faut pas chauffer les greniers; on doit donc s'abstenir d'y faire du feu ou d'introduire la VAPEUR dans les CALORIFÈRES, ou fermer les battans des doubles enveloppes de cheminées, qui dans quelques raffineries échauffent à volonté les greniers, avec la chaleur perdue des fourneaux: il faut même quelquefois, en été, fermer les volets des fenêtres, pour diminuer la température qu'élèvent trop les rayons solaires.

Deuxième terrage. Les *esquives* enlevées, on racle pour l'unir la superficie ou base de chaque pain de sucre, avec la tranche du *fer à foncer*, ou d'une racloire (fig. 12, Pl. 6); on aplanit avec la truelle ronde (fig. 11), puis on verse 6 à 7 décilitres de terre préparée comme la première fois, dans la capacité vide de la forme. La filtration lente de l'eau dans ce terrage dure sept à huit jours; au bout de ce temps, on enlève la terre sur toutes les formes,

si elle est assez solide pour être retirée en une galette. La hauteur des pains est alors diminuée de 7 à 8 centimètres environ; on s'assure, en en lochant quelques-uns, que les pains sont complètement blanchis, qu'aucune nuance fauve ne s'aperçoit dans le trou de la pointe (1); alors on enlève la terre adhérente aux parois avec un couteau, on retourne les formes sur leur base, afin que le sirop quittant en partie les parois, n'y fasse pas autant adhérer les pains. Au bout d'une demi-heure dans cette position, on *loche* ceux-ci avec précaution, mais sans sortir le pain, puis on les refoule dans la forme (cette manipulation est dite *plamotage*), puis on replace en égout durant trois jours (à moins qu'il ne faille procéder à un troisième terrage, ce que l'on reconnaîtrait à une teinte plus ou moins foncée vers la pointe du pain).

Au bout de ce temps, les pains sont encore *plamotés* avec les mêmes précautions; on les implante pour qu'ils achèvent leur dernier égouttage et se *ressuient* pendant trois jours: au bout de ce temps, on loche quelques pains, on s'assure qu'ils ont assez de solidité pour que l'ongle s'enfonce assez difficilement à 2 millimètres près de leur base (à 1 centimètre environ); alors on retourne tous les pains sur leurs bases, on les laisse trois heures en cette situation, on les *plamote*, on les laisse encore posés sur la base et reconverts de leurs formes pendant deux à trois jours; au bout de ce temps, on les découvre pour les porter à l'étuve, après toutefois les avoir laissés un jour à l'air (2).

(1) Si quelques pains lochés sont blancs jusqu'àuprès de la pointe, deux terrages de terre suffisent; s'ils sont tachés de bandes fauves partant du milieu de leur hauteur, il faut mettre une troisième fois de la terre en quantité égale ou un *rafratchi*, qui se compose d'une dose moitié moindre, et on la verse sur la terre encore pâteuse.

(2) Pendant la durée du terrage, surtout dans les derniers jours de chacun d'eux, la solution de sucre absorbée par la terre exposée sur une grande superficie à l'action de l'air, fermente, développe de l'alcool et de l'acide

Avant de décrire cette dernière opération, nous rappellerons que l'on peut, par le *CLAIRCAGE*, décrit plus haut, blanchir le sucre en quatre ou cinq jours, mais sans obtenir des pains aussi solides, et nous décrirons ici un procédé ingénieux qui fut proposé pour remplacer le terrage; nous indiquerons les accidens qui y ont fait renoncer, et la possibilité de l'utiliser, soit comme moyen d'essai des sucres, soit pour remplir sa première destination.

Les sirops *couverts* écoulés pendant les deux terrages dans les pots sont réunis aux fontes de sucre brut; on les fait rentrer chaque jour en chargement, lorsque les formes égouttent sur des gouttières.

Procédé de purification par l'alcool. Ce procédé, appliqué par M. Derosne, est basé sur la propriété qu'a l'alcool convenablement concentré, de ne pas dissoudre sensiblement le sucre solide, de se mêler avec la partie sirupeuse ou mélasse, de la rendre plus fluide, et par conséquent de faciliter la séparation entre elle et le sucre cristallisé. L'alcool étendu, comme dans l'eau-de-vie, au point de ne marquer que 18 à 24 degrés à l'aréomètre, dissoudrait une trop grande quantité de sucre, et ne remplirait point le but proposé; s'il était complètement privé d'eau, ou bien de 42 à 43 degrés, il ne dissoudrait pas sensiblement le sucre, mais il ne se mêlerait avec les sirops qu'en raison de la petite quantité d'eau que ceux-ci contiendraient: souvent la concentration de ces derniers s'opposerait à toute dissolution.

C'est à l'alcool qui se trouve dans le commerce qu'on doit donner la préférence; ordinairement il marque de 33 à 34 degrés à l'aréomètre, et porte le nom d'*esprit* $\frac{3}{6}$.

Pour le faire servir à la purification des sucres bruts de

acétique; c'est une des causes de déperdition dans le raffinage: on la diminue en laissant moins sur les formes les terres après qu'elles ne cèdent plus d'eau au pain. Le lavage des terres et des formes constitue les *eaux de bacs*, que les *DISTILLATEURS* emploient pour extraire de l'*ALCOOL*.

betteraves, même les plus communs et les plus chargés de mélasse, voici comment il faudra procéder :

On séparera par décantation, par égouttage ou par expression, la plus grande partie du sirop qui se trouve mêlé avec le sucre brut; et lorsque par ce moyen on ne pourra plus rien obtenir, on pèsera une quantité donnée de cette mauvaise moscouade, on la mettra dans un baquet, et l'on y incorporera le douzième, au plus le dixième de son poids d'alcool à 34 degrés. Il faudra prendre quelques précautions en faisant ce mélange : on ne versera l'alcool que par petites portions et successivement ; on le mêlera avec le sucre chargé de sirop. Si l'on versait trop d'alcool à la fois, le mélange se ferait trop difficilement, parce qu'alors il agirait sur les matières sirupeuses insolubles dans l'alcool à ce degré, et les précipiterait, rendant ainsi leur dissolution ultérieure beaucoup plus difficile.

Il faut aussi faire ce mélange très rapidement, dans un endroit clos ou peu aéré, afin de laisser évaporer le moins possible d'alcool. Lorsque le mélange de l'alcool et de la moscouade sera fait bien exactement, on le couvrira, et on laissera macérer pendant deux ou trois heures ; au bout de ce temps, on voit le sucre cristallisé se précipiter au fond, et le sirop coloré gagner la surface du vase employé. On brassera encore une fois le mélange, puis on le versera dans des sacs de toile ou de crin, qu'on soumettra à l'action bien graduée d'une presse close. Il faut avoir soin de ne former que des gâteaux très peu épais ; les sacs dans lesquels on met la matière à presser ne devront point former de bourrelets ou vides dans lesquels les sirops pourraient se loger.

Par ce moyen, on obtiendra des sirops très colorés, et le sucre restant dans les sacs, sera amené à un état de sucre brut d'une belle nuance ; la mélasse y sera dans une proportion trop faible pour nuire au raffinage.

Ce sucre, lorsqu'il est séché, n'est plus visqueux, et ne forme point, lorsqu'on le remue, cette espèce de mouve-

ment vermiculaire , dû à la mélasse épaissie , indice certain d'une mauvaise qualité de sucre brut.

Si tout de suite on voulait obtenir une qualité de sucre comparable au sucre Martinique sec , il suffirait de verser sur la matière pressée et encore humide , une nouvelle quantité d'alcool , mais la moitié moins que la première fois. Si l'on voulait avoir encore plus de blancheur , au lieu d'employer pour ce dernier mélange de l'alcool à 34 degrés , il serait préférable de ne l'employer qu'à 29 ou 30. On dissout , il est vrai , un peu de sucre (qu'on peut cependant facilement retrouver) ; mais on ne court point le risque de précipiter une partie de la mélasse , ou de la faire adhérer aux cristaux du sucre. Les bonnes qualités de sucre brut des colonies , à l'aide de touillages et décantations par bandes , puis d'un lavage dans de grandes formes closes (ce procédé est utilisé dans l'île Bourbon) , ont donné jusqu'à 77 et 78 d'un sucre parfaitement sec , blanc , et ne différant pas des meilleures qualités de sucre blanc *Martinique* et *Havanne*.

Si l'on avait à traiter un mélange très épais de beaucoup de mélasse et de sucre brut , il suffirait de délayer cette matière avec une certaine quantité de mélasse plus fluide , contenant de l'alcool , sortie précédemment de la presse , afin de donner assez de fluidité au mélange pour que la partie sirupeuse pût alors s'écouler.

Il peut aussi arriver quelquefois qu'on ait à purifier des croûtes cristallines de sucre bien sèches. Pour que cette purification se fasse facilement , il vaut mieux briser ces croûtes cristallines , les réduire ainsi sous la forme grenue du sucre brut , et les mêler avec une petite quantité d'alcool , un peu étendu , à 29 ou 30 degrés , par exemple.

Un premier clairçage , au moyen d'un sirop peu coloré , peut être avantageusement employé pour les espèces de sucre communes , avant le lavage à l'alcool ; par là on éviterait cette précipitation des matières analogues à la gomme sous ce rapport , et toujours beaucoup plus abondantes et plus à

craindre dans des mélasses très épaisses, qu'avec des sirops cuits à 34 ou 35 degrés de l'aréomètre.

Si l'on avait de gros cristaux de sucre à dépouiller de la mélasse qui les salit, on pourrait encore les laver avec une certaine quantité d'alcool, à ce même degré de 29 ou 30 degrés.

Ces alcools de lavage non saturés pourraient ensuite servir à la purification des sucres dans lesquels la proportion de mélasse serait plus considérable.

Pour ne point perdre l'alcool contenu dans les mélasses retirées par ce procédé, il suffit de les distiller. Cette DISTILLATION peut se faire dans les ALAMBICS ordinaires, en prenant la précaution d'ajouter un peu d'eau dans les sirops épais, qui pourraient laisser craindre que la matière ne brûlât. Le meilleur moyen est de se servir d'un appareil analogue à celui que M. Derosne a perfectionné, et qui maintenant est généralement en usage.

On peut ainsi soumettre à la distillation toutes les toiles imprégnées de mélasse alcoolique.

On voit que par ce procédé on ne perdra d'alcool que la petite quantité volatilisée pendant l'opération, et celle restée adhérente au sucre cristallisé.

Quant à cette dernière, on peut l'obtenir tout entière, en raffinant soi-même le sucre obtenu : on mêlera le sucre avec une quantité d'eau un peu plus grande que celle nécessaire pour le fondre, et l'on chauffera dans un alambic ordinaire, ou mieux à la vapeur et sans eau, autre que celle de condensation ; l'alcool se volatilisera, et il restera un sirop qu'on traitera par les procédés de raffinage ordinaire.

M. Derosne a essayé de substituer au procédé du *terrage* dans le raffinage, l'emploi de l'alcool, si commode pour dépouiller le sucre cristallisé de son sirop ou de sa mélasse ordinaire.

A cet effet, dès que le sirop cuit, mis dans les formes, puis en égout, commence à prendre son écoulement, on verse sur la base des cônes ou formes une petite quantité

d'alcool à 34 degrés, et l'on couvre exactement la surface des formes. Le sirop-mère s'écoule d'abord sans se mêler avec l'alcool; celui-ci le suit et dépouille le sucre du reste du sirop qu'il retenait à la surface de ses cristaux. De temps en temps il faut verser sur la base des cônes une quantité nouvelle d'alcool, jusqu'à ce qu'on voie que celui qui sort par la pointe n'est plus que très peu coloré. Les premiers sirops qui passent ne sont pas alcooliques; ceux qui viennent ensuite le sont un peu plus, et successivement, jusqu'à ce qu'à la fin l'alcool passe presque pur. On peut distiller, comme il a été dit ci-dessus, tous les sirops qui marquent plus de 15 degrés à l'aréomètre Baumé; les autres peuvent servir à être versés de nouveau sur la base des cônes. Comme ils ne sont pas saturés de sirop, ils enlèvent celui qu'ils rencontrent dans leur passage à travers le sucre, et avancent ainsi l'opération. Il ne faut ensuite qu'une quantité très petite d'alcool nouveau pour obtenir le sucre parfaitement blanc.

L'avantage de ce procédé consiste en ce qu'on dépouille entièrement le sucre de son sirop ou mélasse, sans dissoudre sensiblement de sucre, tandis que, pour obtenir le même degré de blancheur par le *terrage*, il est inévitable de fondre entre le tiers et le quart du sucre cristallisé.

Le sucre fondu par l'eau de terrage n'est pas perdu sans doute; mais lorsqu'on recuit ce sirop, il y en a toujours une portion altérée par l'effet de la chaleur nécessaire pour le cuire à la consistance nécessaire, et cette portion de sucre altérée passe alors comme mélasse, et perd au moins les trois quarts de sa valeur.

Le pain de sucre traité par l'alcool est prêt à être vendu six jours après la cuite du sirop qui a servi à le former; celui qui est terré ne peut être livré que le quarante-huitième jour au plus tôt, en suivant tous les procédés mis en usage dans les raffineries. Le raffinage exige même, terme moyen, de deux à trois mois, parce que toutes les préparations ne se suivent pas absolument sans interruption.

Ce bénéfice sur le temps serait d'autant plus apprécié par

le manufacturier, qu'il ne courrait plus les mêmes dangers des chances politiques, cause de la ruine de la plupart des raffineurs de sucre, lors de la paix de 1763, 1783 et autres, ni aux fréquentes variations commerciales.

Il restait à démontrer que ce procédé par l'alcool n'est pas plus dispendieux que tout autre; M. Derosne a fait voir qu'il l'est moins, en supposant même que l'on employât en alcool un dixième du poids du sucre, et que la moitié de cet alcool fût perdu dans l'épuration du sucre brut; admettant que pour le raffinage la perte totale en alcool fût de 4 pour 100 du sucre ainsi épuré, perte qu'il serait facile de ne pas dépasser, surtout en prenant la précaution de faire écouler, par un léger terrage, le dernier sirop alcoolique interposé dans les pains. La baisse que l'alcool continuera encore d'éprouver par suite de l'énorme production qui résulte du traitement des féculs, mélasses, eaux de bacs, écumes, etc., augmentera les avantages de ce procédé ingénieux; le seul obstacle qui fit cesser son exploitation par M. Derosne, fut le droit sur la consommation de l'alcool, qu'il n'eût peut-être pas été impossible de faire lever en faveur de cette application, de même que l'on en a exempté la fabrication du SULFATE DE QUININE. Ce moyen d'épuration offre le danger sans cesse imminent de l'incendie. En effet, l'air des greniers, de l'étuve, peut, en été surtout, être tellement chargé de vapeurs alcooliques, qu'il offre constamment un mélange inflammable; qu'ainsi, une seule lampe ou chandelle allumée, ou même le tirage d'un foyer, détermine une combustion générale. Ce danger était fait pour effrayer les manufacturiers; cependant il ne paraît pas impossible d'éviter tout accident, surtout à l'aide du chauffage à la vapeur, qui permettrait d'isoler complètement le bâtiment où s'opérerait le traitement à l'alcool, et en excluant avec sévérité tout travail de nuit, et l'introduction de toute lumière artificielle, et des moyens de produire la flamme.

Des efforts en ce sens eussent déjà été entrepris, afin de réaliser les importants avantages d'obtenir en huit jours le

même résultat, qui n'est ordinairement acquis qu'après soixante-cinq à soixante-dix jours, et de recueillir une valeur de 25 pour 100 de celle du sucre fondu dans le terrage, si l'emploi du charbon d'os n'était venu offrir des avantages analogues. Reprenons la suite des opérations du raffinage.

Étuvage ou dessiccation. Cette opération a pour but d'enlever toute l'eau qui tient encore interposé dans les cristaux des pains de sucre du sirop fluide ; elle a lieu dans une ÉTUVE ou SÉCHOIR à courant d'air chaud, dont nous allons d'abord indiquer les particularités de construction.

C'est ordinairement à l'extrémité de la raffinerie opposée à l'atelier des chaudières et filtres, que l'étuve est construite, ou mieux encore dans la partie moyenne des greniers, afin que le sucre, cheminant de proche en proche de l'atelier à l'empli, de celui-ci aux divers *greniers*, puis des greniers à l'étuve, la main-d'œuvre soit le moins dispendieuse possible.

L'étuve est un bâtiment rectangulaire (parallélepipède rectangle), ayant 10 mètres environ de côté ; il est utile que les murs soient assez bien construits, et en matériaux peu hygrométriques, pour être peu perméables à l'humidité et moins sujets à la déperdition de la chaleur.

Des sortes de planchers ou grillages à claires-voies horizontaux, sont disposés, à 90 centimètres les uns des autres, dans toute la hauteur de l'étuve, formant ainsi de huit à douze étages. Afin que ces grillages soient d'une solidité telle qu'ils résistent à l'action presque constante de l'air chaud et humide, ils sont composés de tringles quadrangulaires en chêne, ayant 4 centimètres en carré, s'appuyant d'un bout sur de forts tasseaux scellés contre les murs, et de l'autre sur des *soliveaux* soutenus par des solives également en chêne, et montant du bas en haut de l'étuve. Ces planchers ont une largeur de 1 mètre et demi tout autour de l'étuve, en sorte qu'il reste au milieu de chacun d'eux un espace vide de 2 mètres en carré, pour établir des échafaudages volans et faciliter le service, c'est-à-dire le placement des pains de sucre.

Des portes à chaque étage de l'étuve communiquent avec l'intérieur des différens greniers, afin que de ceux-ci on puisse passer, à l'homme placé au milieu du plancher, les pains à ranger pour être étuvés.

Une étuve dans les dimensions moyennes que nous venons d'indiquer contient de trois à quatre mille pains.

Un CALORIFÈRE à air chaud, placé au rez-de-chaussée, est alimenté de combustible par une porte extérieure, afin d'éviter que des cendres ou de la fumée ne puissent être introduites dans l'étuve, où elles tacheraient le sucre.

Il est convenable de surmonter ce calorifère d'une voûte ou plancher plein, percé de carneaux tout autour près des parois, afin, 1°. que l'air chaud soit divisé et porté sous les grillages chargés de sucre; 2°. pour que des morceaux détachés des pains ne viennent pas tomber sur le calorifère et s'y caraméliser (1). Un corps de cheminée en bonnes briques et à minces parois, bien cimentées, est ordinairement accolée dans l'un des angles de l'étuve; elle emporte la fumée au dehors, et contribue à l'échauffement de l'air de l'étuve. Une ou mieux deux ouvertures, fermant à volonté plus ou moins, et d'environ ensemble 80 centimètres en carré, c'est-à-dire, par exemple, offrant chacune 80 centimètres de long sur 40 de large, sont pratiquées près du haut de l'étuve.

Mise et soin des pains à l'étuve. Lorsque les pains de sucre, terrés, égouttés et ressuyés, comme nous l'avons dit, sont rangés sur les grillages, on commence à échauffer modérément, de manière à ce que la température de l'air ne s'élève pas, dans les premières journées, au-delà de 25 degrés,

(1) Il est même plusieurs fois arrivé que l'un des planchers, trop chargé ou trop faible, est tombé sur l'espèce de poêle grossier ou coffre de fonte que l'on emploie encore; le sucre et le bois rencontrant là des surfaces chauffées au rouge, se sont enflammés, et bientôt toute l'étuve (sucre et planchers) a été en combustion; l'incendie a plus ou moins étendu ses ravages. Cet accident ne saurait arriver avec un bon calorifère de toutes parts enveloppé d'une double chemise, dans laquelle passe de l'air en mouvement.

puis on porte graduellement à 30 degrés, jusqu'au sixième jour.

C'est vers cette époque que la dessiccation arrive à son terme; on le reconnaît à la sonorité en les tenant d'une main sous la base et les frappant avec une clef, et encore à ce que la dureté est assez prononcée pour que le sucre résiste à une forte pression de l'ongle. Lorsque les pains de sucre sont en cet état, il faut les retirer de l'étuve; mais de peur que le changement brusque de température n'altère la solidité des pains par une contraction rapide, on laisse refroidir lentement dans l'étuve, en cessant d'y faire du feu pendant une journée. Les pains sont alors prêts à être enveloppés : on les porte à cet effet dans la *chambre à plier*.

Là tous les pains sont reçus et posés légèrement sur des tables recouvertes d'un drap tendu; on sépare ceux qui sont cassés, avec lesquels on range les pains tachés, après avoir enlevé à la hachette les parties colorées.

Plusieurs ouvriers, après s'être bien lavé et fortement essuyé les mains, s'occupent alors à envelopper ou *plier* les pains entiers : à cet effet, ils placent devant eux une feuille de papier bleu, puis sur celle-ci une autre feuille de papier d'un blanc grisâtre; ils couchent dessus le pain, de manière à ce que par la pointe il déborde de moitié de la longueur, et que sa base soit au milieu du papier; ils enveloppent le papier en roulant autour les feuilles doubles, d'abord prises par un angle, puis par l'autre, replient sur la base, relèvent le pain sur celle-ci, qu'ils frappent sur la table.

On termine l'enveloppe par une coiffe ou cornet. Pour cela, on place étendue, devant soi, une demi-feuille de papier bleu recouverte d'une demi-feuille de papier blanc; on pose la tête du pain couché sur un angle de cette double feuille, on roule jusqu'à l'autre angle, on redresse, puis on affaisse d'un coup de main tout le papier qui excède la pointe du cône.

Le pain dans cet état, on s'occupe immédiatement de le ficeler : l'ouvrier enroule le bout de la ficelle autour de

l'index de la main droite, saisit de la même main et incline un peu la pointe du pain, passe de la main gauche la ficelle sous la base du pain, la ramène vers la pointe, la dirige de nouveau sous la base à angle droit avec le premier tour, et la ramenant à la pointe, l'arrête en faisant pirouetter le pain, formant ainsi un nœud en spirale avec le premier bout engagé autour de son doigt, passe l'extrémité de cette ficelle sous l'une de celles en croix, puis coupe l'autre partie qui dépasse la pointe.

Les pains ainsi enveloppés et ficelés sont livrables au commerce ; on les emmagasine, en attendant la livraison, entre les montans d'un casier en bois, couchés les uns sur les autres par rangs, dans lesquels les pointes et les bases sont opposées alternativement, le premier la pointe vers le fond du casier, le deuxième la pointe en avant.

On se sert, pour enveloppe extérieure, soit de papier bleu, soit de papier violet ; ce dernier est plus ordinairement employé pour envelopper le sucre le plus blanc, dit *royal*. Le point essentiel pour le vendeur, c'est que le poids du papier vendu comme sucre atteigne le taux alloué (V. à la fin de cet article les conditions de vente des sucres raffinés et bruts) ; les acheteurs s'assurent que ce poids n'est pas excédé : les contestations à ce sujet sont jugées par arbitrages.

Lumps, bâtardes, vergeoises, mélasse. On nomme ainsi les divers produits obtenus dans le traitement des *sirops verts*, *sirops couverts* et *d'égout*, qui résultent du raffinage du sucre ; les trois premiers forment des sucres de moindre valeur, mais qu'il est plus avantageux de vendre simplement égouttés, ou plus ou moins terrés ou claircés, que de convertir, par un raffinage ultérieur, en sucre en pains. Dans ce dernier cas, en effet, on éprouverait un déchet tellement considérable, qu'il serait loin de compenser le plus haut prix du sucre raffiné.

Dans les grandes villes, ces produits inférieurs se vendent bien ; c'est un avantage important pour les raffineurs établis à proximité.

Le mode de traitement des sirops varie suivant l'exigence des débouchés ; assez ordinairement, pour obtenir de belles lumps, ou après avoir employé dans les premières opérations du raffinage, ou (comme on le dit) fait *rentren en chargement* un tiers ou moitié des sirops couverts ou d'égout, on verse, dans une chaudière à clarifier, le surplus avec le sirop vert (ou *non couvert*) ; on ajoute au mélange une égale quantité de sucre brut, et assez d'eau pour obtenir une solution marquant, chaude, 30 degrés ; on clarifie avec 4 à 5 pour 100 de noir animal fin, puis on filtre au travers du noir en grains (12 à 15 pour 100). On fait cuire, on porte au rafraichissoir par les procédés que nous avons décrits, en ayant le soin de rapprocher et grainer, d'autant plus que la matière cristallisable est moins abondante (ou le produit *moins riche*).

On met à cristalliser avec les précautions indiquées, si ce n'est qu'au lieu de formes ordinaires, on se sert de grandes formes dites de *lumps*, contenant environ 30 kilogrammes de sucre cuit, 18 kilogrammes de sucre simplement égoutté (*lumps verte*), et 12 à 14 de lumps terrée, suivant que la pointe est blanchie plus avant. On ne mouve qu'une fois dans les grandes formes, on laisse cristalliser du jour au lendemain, on perce la pointe d'un trou de 7 à 8 centimètres de profondeur, à l'aide d'un poinçon mouillé, puis on met en égout. Après l'égouttage de ces formes, qui dure de cinq à six jours, et s'opère ordinairement dans la *purgerie* (salle chauffée, sans renouvellement d'air, à 20 ou 22 degrés (1)) ; on les monte aux greniers pour les soumettre au terrage ; les fonds sont ordinairement faits (c'est-à-dire le creux à la base du pain comprimé et rempli) avec le sucre pris sur l'une des bâtarde égouttées.

On laisse sécher la surface pendant un jour, puis on couvre

(1) Cette température augmente la fluidité des sirops, et facilite leur écoulement ; elle est nécessaire encore aux sucres raffinés trop *cuits*.

chaque base des formes d'une couche de 2 centimètres de terre.

Le lendemain on remplit d'un centimètre de terre le vide opéré durant la nuit, etc.

Lorsque les lumps ont reçu deux terres et qu'elles ont été chauffées, bien égouttées pendant cinq à six jours à la purgerie, on les *loche*, après les avoir laissées refroidir pendant un jour, pour que les pains se consolident, puis on enlève toute la partie de la pointe du pain qui n'a pas été privée de sirop coloré, et que l'on fait dessécher à l'étuve, pour le vendre, sous le nom de *mélis*. Le pain ainsi tronqué est séché au grenier pendant un jour, puis à l'étuve, enveloppé d'une double feuille de papier gris, et vend sous le nom de *lumps* ou *lumps terrée*.

On prépare quelquefois les lumps avec les sirops verts et couverts, clarifiés et filtrés au noir, sans y ajouter de sucre brut : dans ce cas surtout, il est assez avantageux de vendre le produit non terré, mais bien égoutté et séché, sous le nom de *lumps vertes*.

On vend, sous le nom de *pièces*, des gros pains blanchis jusqu'à la pointe par trois terrages, et du reste préparés comme les *lumps*.

On obtient le produit connu sous le nom de *bâtardes*, en traitant de même les sirops non couverts, et la partie non rentrée en chargement des sirops couverts ; donnant deux terres qui blanchissent la moitié ou les deux tiers de ces gros pains ; ceux-ci bien égouttés et séchés à l'étuve chauffée à 35 degrés environ, se vendent en cet état. Quelquefois on pile les *bâtardes* en les frappant à coups de maillet sur une grille surmontant une caisse, et on les vend ainsi, mis en barriques, sous le nom de *terrés*.

Les sirops non couverts et plus ou moins des sirops couverts, égouttés des lumps et *bâtardes*, rapprochés immédiatement dans l'une des chaudières à *bascule*, Taylor ou Roth, grainés en grande masse dans les rafraîchissoirs, puis mis à cristalliser dans les formes *bâtardes* sans mouvement, donnent

des cristaux peu adhérens entre eux , qui , bien égouttés à la purgerie , se vendent sous le nom de *vergeoises*; c'est une sorte de cassonade qu'il y aurait perte à raffiner , et qui pour le consommateur est préférable au sucre brut , parce qu'elle ne renferme pas de sable , de débris ligneux , etc. Pour obtenir les *vergeoises* plus belles , on clarifie et filtre au noir animal les sirops non couverts. Quelquefois on mêle les *sucres mélis* aux cuites de *vergeoises* , en versant celles-ci dans une passoire (fig. 21, Pl. 6) contenant ces sucres et disposée au-dessus du grand rafraîchissoir.

L'égouttage des *vergeoises* a lieu dans la purgerie , chauffée peu à peu jusqu'à 40 degrés , et pendant quinze à vingt jours.

On reconnaît que les *vergeoises* sont assez purgées , en les lochant sur un plateau en bois , et s'assurant ainsi que la pointe imprégnée de sirop n'a pas plus de 8 à 9 centimètres de longueur. Ces pointes enlevées , on pile les *vergeoises* dans des barriques ; elles sont livrées ainsi au commerce.

La partie fluide égouttée des *vergeoises* , lorsqu'elle forme le résidu de *belles matières* traitées avec soin , et surtout lorsque les sirops ont pu être recueillis et traités chaque jour , peut donner encore une cristallisation , surtout encore si l'on emploie pour la rapprocher l'appareil de M. Roth , qu'on laisse bien grener en masse , puis cristalliser et égoutter dans la purgerie. Le *sucres gras* ainsi obtenu , doit entrer en chargement dans la composition des sirops à clarifier pour lumps ou bâtardes.

Terrage des vergoises. Lorsque la faveur commerciale l'exige , cette opération a lieu dans les raffineries , de la manière suivante :

Les *vergeoises* que l'on veut terrer doivent offrir un grain plus serré que les *vergeoises* ordinaires : à cet effet , on joint aux sirops non verts des bâtardes , une partie des sirops couverts plus riches en sucre cristallisable. Du reste , le mélange de ces sirops peut être clarifié , filtré , mis à cristalliser et à l'égout , comme nous l'avons dit pour les autres

vergeoises. Il convient, en transvasant les cuites successives des petits rafraîchissoirs dans les grands, d'y mélanger, en les faisant couler dans une passoire, les têtes de bâtarde écrasées, qui viennent encore accroître l'abondance de la cristallisation.

Soit au sortir des vergeoises, soit après la dernière cristallisation ci-dessus, la partie fluide incristallisable constitue la *mélasse*; mise en barriques bien jointes, solidement cerclées, et à fonds plâtrés, elle s'expédie aux DISTILLATEURS ou fabricans de PAIN D'ÉPICE; une partie est vendue aux épiciers, pour la consommation des gens pauvres, et surtout de leurs enfans.

Les formes contenant les vergeoises *purgées* sont montées au grenier et foncées, puis on y verse la première terre, qui doit être un peu plus consistante que pour les terrages précédemment indiqués, afin que l'eau s'en sépare plus lentement.

Après avoir subi un et quelquefois, mais rarement, deux terrages, les formes, pleines des vergeoises terrées, sont nettoyées de la terre adhérente à leurs bords, puis portées à l'égout dans la purgerie, où elles séjournent pendant huit à dix jours; on les laisse ensuite refroidir un à deux jours dans un des greniers; on les loche sur le bloc, afin d'en extraire, à l'aide du tranchant d'un fer à fonceur, toute la tête ou partie colorée vers la pointe. Ce sucre constitue une sorte de *mélis* de deuxième ou troisième sorte. Les vergeoises, en cet état, sont exposées à l'air dans la purgerie, à une température de 20 à 25 degrés, pendant cinq à six jours, temps nécessaire pour qu'elles acquièrent une consistance suffisante; elles sont alors vendables.

Les sirops couverts des vergeoises rentrent en chargement pour la fabrication de nouvelles vergeoises; quelquefois on les mêle aux sirops non couverts, lorsque ceux-ci paraissent capables encore de cristalliser, et l'on en obtient, à l'aide d'une clarification et filtration sur du noir en grains, des vergeoises de deuxième qualité.

On pourrait peut-être retirer quelque avantage d'une épu-

ration spontanée des sucres *gras* obtenus des dernières cristallisations, elle m'a bien réussi dans une exploitation de betteraves que j'ai continuée pendant quatre années ; il consistait à placer dans la purgerie un vase rempli d'eau sur le calorifère, en sorte que l'air chargé d'humidité déposât une quantité suffisante d'eau sur la pâte des pains, pour dissoudre et entraîner la mélasse adhérente aux cristaux. Il était facile, d'ailleurs, d'augmenter ou de diminuer la quantité d'eau vaporisée, suivant l'état d'humectation des sucres laissés à découvert.

Un moyen analogue appliqué à une première épuration des sucres bruts, consiste à les placer dans de grandes caisses à double fond, disposées dans une cave : l'humidité naturelle du lieu dépose peu à peu de l'eau sur le sucre, et détermine la formation d'un sirop coloré qui s'écoule au travers de la masse, passe par un tissu tendu sur le double fond, et se rend dans un réservoir inférieur.

Le sucre ainsi épuré se raffine mieux et donne des pains plus blancs ; d'un autre côté, le sirop que l'on en a séparé, traité au charbon animal, donne encore de belles vergoises.

Plusieurs raffineurs ont suivi cette méthode, qui cependant n'a pas été généralement adoptée, parce que, peut-être, le surcroît de dépense en main-d'œuvre, loyer, intérêts, usé d'ustensiles, était seulement compensé par les avantages de ces manipulations.

Divers autres moyens ont été, avec plus ou moins de succès, appliqués en grand à l'épuration des sucres bruts ; nous les indiquerons en peu de mots, leur importance devant diminuer avec l'amélioration des sucres bruts, par suite des nouveaux procédés, amélioration qui diminuera en outre la proportion des sucres de qualité inférieure.

Préparation des fondus. Dans cette opération, le sucre brut est *fondus* à l'aide de la vapeur ou du feu directement appliqué, et avec très peu d'eau, à une température inférieure à celle de l'ébullition ; toute la masse doit cou-

server une consistance presque pâteuse, et une assez grande quantité de cristaux non dissous; on fait couler immédiatement dans de grandes formes, on laisse cristalliser et purger comme nous l'avons dit relativement aux *bâtardes*. Le sucre égoutté qui en provient s'emploie en raffinage ou dans les chargemens des lumps; les sirops d'égout concourent aux mélanges indiqués pour la préparation des vergoises. Lorsque l'on traite ainsi des sucres très visqueux, il n'entre guère que 8 à 10 pour 100 d'eau dans la composition des *fondus*.

Épuration des sucres à la presse. Nous avons déjà donné quelques détails sur des opérations de ce genre, en traitant de la fabrication des sucres de betteraves cristallisés à l'étuve. M. Fouques, en 1810, et M. Taylor en 1815, avaient déjà indiqué un mode d'épuration analogue: il consiste à humecter légèrement les sucres bruts à l'aide d'aspersions d'eau ménagées, puis à les mettre en sacs de toile forte, qu'on empile avec des claies intercalées sur le plateau d'une presse hydraulique ou à vis en fer, et que l'on soumet à une pression graduée, le tout à froid. On traite les sirops d'égout comme il est dit ci-dessus.

Épuration à froid dans les formes. M. Poutet de Marseille, à qui l'on doit un Manuel où sont bien décrites les opérations usuelles du raffinage, a indiqué ce procédé simple, qui paraît avoir réussi: on étend sur un dallage le sucre brut, on l'asperge d'eau à l'aide d'un balai souple, on mélange bien à la pelle de fer; d'un autre côté, on a disposé au fond de grandes formes bâtardes une poignée de paille lavée; on les emplit de ce sucre, que l'on met en égout dans la purgerie.

Épuration à l'alcool. En 1808, M. Bournissac a indiqué la purification du sucre de raisin par l'alcool, qui fut perfectionnée et appliquée par M. Derosne aux sucres des cannes et des betteraves. (V. plus haut la description de cet ingénieux moyen.)

Épuration par le vide. On a importé d'Angleterre en France

ce procédé, qui a donné lieu dans les deux pays à la formation de grands établissemens, et à des avantages tour à tour reconnus et contestés. Il paraît qu'en définitive ce serait à l'épuration des sucres bruts aux colonies que ce procédé se serait le plus utilement appliqué : en effet, il aurait évité les frais de transport de mélasses, dont la valeur est peu importante, et l'altération ultérieure, qui dans la traversée produit une assez grande quantité de cette matière incristallisable (1) hygrométrique.

Deux sortes d'appareils ont été construits pour la purification des sucres par le vide. Celui qui produisait le vide par la condensation alternativement opérée de la vapeur, dans deux sphères creuses, consommait une trop grande quantité de chaleur pour être économique, et malgré la simplicité de sa construction, il n'eut pas de succès.

L'autre appareil, usité en Angleterre, aux colonies, puis en France, se compose essentiellement de filtres plats (de 8 à 10 pouces de profondeur, sur une étendue de 3 pieds en largeur et 5 à 6 en longueur), au fond desquels une toile métallique tendue sur un châssis et soutenue par des traverses, laisse un espace libre communiquant à volonté, par le jeu de robinets, avec des pompes pneumatiques mues par une machine à vapeur.

Le sucre brut légèrement humecté, est étendu sur la toile métallique, un peu tassé et bien nivelé; alors on ouvre la communication avec les pompes, dont l'effet soutirant l'air inférieur, détermine à la surface supérieure une forte pression de l'atmosphère; l'air s'introduisant avec force dans les interstices du sucre, frotte les surfaces des cristaux et en-

(1) J'ai démontré que les sucres bruts, et même le sucre blanc terré venant de l'Inde, contiennent un sucre liquide incolore fortement hygrométrique, soluble dans l'alcool, résultant sans doute de l'altération du sucre cristallisé. J'ai fait voir aussi que le produit de l'altération de la gélatine par une température élevée offre de même une propriété très hygrométrique.

traîne le sirop qui salit leurs facettes. A l'aide de quelques légères aspersions d'eau , puis en unissant et raclant les parties où de fausses voies tendent à se former , on parvient assez facilement à *blanchir* le sucre dans toutes les parties et très rapidement. Le sirop coloré qui a traversé le filtre coulé dans des réservoirs clos , d'où on le tire dès que , l'épuration du sucre étant faite , on a fermé la communication entre les pompes et le filtre.

On conçoit que le jeu de la machine peut être continu , puisque , tandis qu'une série de filtres épure , une autre est chargée de sucre et préparée à opérer à son tour.

Le sucre blanchi peut être légèrement étuvé sur des grands tamis à châssis tendus de toile , et livré au commerce , ou encore employé dans une raffinerie immédiatement.

Une circonstance qui ôte à ce procédé beaucoup de l'avantage qu'il semble offrir , c'est la présence de corps étrangers insolubles (sable , fragmens de bois , terre , etc.) que le procédé en question laisse dans le sucre , et qui y représentent une plus forte proportion , puisque , d'un autre côté , la proportion de la matière soluble est diminuée. Il faut donc recourir au raffinage ordinaire avant de livrer ces sucres à la consommation.

Accidens du terrage. Divers inconvéniens peuvent résulter des altérations successives qu'éprouve la terre par un usage prolongé , et obligent à la renouveler plus ou moins fréquemment , selon les saisons.

C'est à la superficie de la base du pain que viennent se rassembler des flocons albumineux coagulés pendant la *cuite* , une partie de la matière grasse (beurre) employée quelquefois pour empêcher le sirop de mousser ; ces deux substances , isolées encore par la solution de la partie supérieure du pain , s'attachent à la terre avec laquelle elles sont en contact. La première forme un levain , qui détermine la fermentation du sucre (1) , dont les produits (alcool , acides carbonique ,

(1) Il est arrivé quelquefois que cette fermentation s'est propagée dans

acétique) s'exhalent et restent en partie engagés dans la terre; la deuxième absorbant de l'oxygène, forme des *acides gras* imprégnés dans la terre, à laquelle ils donnent une odeur désagréable susceptible de se communiquer au sucre. L'addition de quelques centièmes de carbonate de chaux (craie) dans les terres purement argileuses, diminue ces inconvénients, en saturant l'acide acétique et les acides gras.

Dans tous les cas, il est utile de laver le mieux possible les terres entre chaque terrage, par touillages et décantations, pour entraîner une partie des substances étrangères.

Une précaution convenable dans le même but, consiste à racler légèrement, avant la dessiccation complète, la surface inférieure des esquives qui est restée en contact avec la pâte du pain. Ordinairement la même terre, même soigneusement lavée entre chaque terrage, ne sert guère plus de dix fois; on la jette alors aux décharges publiques : elle peut servir encore à la préparation de briques qui sont assez réfractaires lorsqu'elle ne contient pas sensiblement de carbonate de chaux, comme à Paris, par exemple. Desséchée et facilement mise en poudre, elle convient comme amendement des terrains sableux et légers.

Outre les variétés de produits commerciaux résultant du raffinage que nous avons fait connaître, on prépare encore quelquefois, dans les raffineries, du sucre royal et du sucre tapé.

Sucre royal. On nomme ainsi le sucre le plus blanc, le plus solide, obtenu par un double raffinage : on emploie, dans sa préparation, les pains raffinés cassés accidentellement, on les clarifie aux blancs d'œufs avec 4 à 5 pour 100 de charbon animal; on filtre le sirop qui en résulte sur le *noir en grain*, puis on le fait cuire rapidement.

Le sirop destiné à la préparation du sucre royal doit être

l'intérieur, et surtout vers la pointe plus humide du pain, a déterminé, surtout pendant les chaleurs, des bulles de gaz rendant en cet endroit le sucre poreux ou *piqué*.

peu agité dans le rafraîchissoir ; on l'*opale* et on le mouve dans les formes. La superficie de ces pains est déjà presque incolore dans l'empli ; le sirop non couvert qui en découle a une légère teinte blonde ; le pain loché avant le terrage, est aussi blanc que le sucre raffiné prêt à mettre à l'étuve.

On terre le sucre royal deux fois ; on le fait égoutter ; on le détache à trois reprises de la forme, par le plamotage, pour compléter l'*égout* ; on retourne le pain sur sa base, on le découvre, on le fait étuver à une température douce et régulière.

Le sucre royal est d'un blanc azuré, pesant, à grain fin ; sa cristallisation est très serrée. A l'aide du noir en grain, on peut aujourd'hui préparer directement le sucre royal ou demi-royal, avec le sucre brut belle qualité ; il suffit de réserver, pour cet usage, tout le sirop très peu coloré qui passe pendant le premier tiers ou la première moitié de la durée de la filtration.

Sucre tapé. On fabrique, à Marseille et en quelques autres localités, du sucre *tapé*, dont la blancheur est à peu près égale à celle du sucre raffiné : on le prépare avec les lumps, qu'on ne laisse pas dessécher. On les égrenne en les râpant au moyen d'un couteau à deux manches.

On passe le sucre ainsi divisé au travers d'un tamis en toile métallique, puis on emplit, avec cette poudre humide, de petites formes trempées dans l'eau, et qu'on a préalablement fait égoutter ; on tasse le sucre dans la forme, en remplissant celle-ci, à diverses reprises, avec un pilon à base plate ; on loche les pains, au nombre de six à huit, sur une planche, que l'on porte ainsi chargée à l'étuve.

Chaque forme mouillée et égouttée sert à la façon successive de cinq à six pains seulement. Pour éviter l'inconvénient de l'adhérence du sucre, on fait tremper de nouveau les formes qui ont servi cinq à six fois, avant de les employer pour des préparations ultérieures de sucre tapé.

On étuve, on plie et l'on ficelle les pains de sucre tapé, comme ceux du raffinage ordinaire.

Nous donnerons, en terminant, quelques détails sur la qualité et les dimensions des formes à sucre; suivant les localités, l'usage a indiqué celles qu'on doit préférer, et que l'on reconnaît à quelques caractères extérieurs. C'est surtout de la porosité que dépend, toutes choses égales d'ailleurs, la bonne qualité de ces vases. Les formes trop poreuses laissent suinter un peu de sirop, en sorte qu'elles glissent dans la main lorsqu'on veut locher ou plamoter les pains de sucre.

Les formes doivent être bien cuites, unies, mais non vernissées, parce que, peut-être, elles ne répartiraient pas aussi également le liquide, qu'elles ne pourraient absorber.

On emploie, dans les raffineries, des formes de six grandeurs, que l'on connaît sous les dénominations qui suivent:

Le *petit deux* (il a 29 centimètres de hauteur, et 12 centimètres de diamètre à sa base).

Le *grand deux*, dont la hauteur est de 35 centimètres, et le diamètre de 16 centimètres.

Le *trois* (42 centimètres de hauteur, 20 centimètres de diamètre).

Le *quatre* (53 centimètres de hauteur, 22 centimètres de diamètre).

Le *sept* (62 centimètres de hauteur, 28 centimètres de diamètre).

Les formes pour les lumps et les vergeoises ont 85 centimètres de hauteur et 40 centimètres de diamètre.

Une forme contenant 20 à 25 livres de sirop cuit donne un pain qui, au sortir de l'étuve, pèse de 10 à 12 livres.

Les formes sont percées à la pointe, pour laisser écouler le sirop.

La grandeur des pots qui reçoivent les sirops est proportionnée à celle des formes: ainsi, les pots pour le *petit deux* ont 16 centimètres de hauteur, et contiennent un litre. Pour le *grand deux*, les pots ont 20 centimètres de hauteur, et contiennent 2 litres. Pour les *trois*, les pots ont 22 centimètres de hauteur, et contiennent 3 litres. Pour le *quatre*, ils

ont 28 centimètres de hauteur, et contiennent 3 litres et 5 décilitres. Pour le *sept*, 30 centimètres de hauteur, et contiennent 5 litres. Enfin, les pots pour les lumps et les vergeoises ont un orifice rétréci de 12 à 14 centimètres ; leur fond a 35 centimètres de diamètre ; ils ont 45 centimètres de hauteur, et contiennent de 18 à 20 litres.

Lorsqu'on reçoit les formes neuves, on doit y mettre un cerceau de bois à 2 centimètres de la base, et deux ou trois également espacés aux grandes formes. Les cerceaux sont faits avec du coudrier ou quelque autre bois bien flexible, qu'on refend en deux, et qu'on dresse à la plane du côté refendu : on fait tremper les cerceaux pour les mieux assouplir avant de les employer.

On les enlace et on les maintient par deux petites encoches qui les empêchent de s'ouvrir.

Les formes neuves, telles qu'on les reçoit des poteries, ne peuvent être employées sans avoir subi la préparation suivante.

On les met tremper pendant huit jours dans un bac rempli d'eau, et ensuite durant dix à douze jours dans de grands cuiviers remplis d'un mélange de mélasse ou de lavage d'écumes et d'eau, marquant 15 à 20 degrés à l'aréomètre : on nomme ce liquide *eau grasse* ; il fermente spontanément, et devient de plus en plus visqueux. Dans cet état, il rend les formes en quelque sorte savonneuses, ce qui leur donne la propriété de faire locher le pain ; si elles étaient imbibées de sucre cristallisable, ou qu'elles n'eussent pas trempé, les sirops verts ou du terrage s'introduiraient dans les pores de la forme, y cristalliseraient par l'évaporation extérieure, y feraient adhérer les pains, devenus alors raboteux, et susceptibles de casser lorsqu'on les locherait.

On ne retire les formes des cuiviers ou bacs contenant les eaux grasses, qu'au fur et à mesure qu'on en a besoin pour un raffinage : on les lave bien alors, à l'aide d'un frotoir et d'eau pure, dans laquelle on les laisse tremper jusqu'au lendemain, avant de les porter à l'empli.

Pour conserver, durant les interruptions de travail, les

formes qui ont servi à un ou plusieurs raffinages , il suffit de les laisser imprégnées de sucre dans les greniers où on les empile. Si on les lavait long-temps avant d'en faire usage, elles se couvriraient intérieurement de moisissure. D'ailleurs, il est essentiel que la forme soit encore humide dans l'empli, pour que le sirop cuit qu'on y coule donne des pains faciles à détacher.

Quand, par suite des chocs qu'elles reçoivent, les formes sont fêlées, un ouvrier les raccommode, en enduisant les fêlures, à l'extérieur, avec une pâte molle de sang et chaux vive en poudre, faite au moment, et étendue sur une bande de papier qu'on applique exactement. Lorsque l'enduit est sec, on couvre les formes longitudinalement avec des espèces de lattes en bois blanc et très minces, aussi longues que les formes (2 millimètres d'épaisseur), à 3 centimètres d'une de leurs extrémités, où on laisse une épaisseur double, afin que cette saillie retienne un brin de fil d'archal qu'on place au petit bout.

On arrange les lattes (*bâtons de cape*) les unes auprès des autres tout autour de la tête de la forme; on les lie par deux tours du fil d'archal tout autour du bourrelet, près la tête de la forme; on applique ensuite toute la longueur des bâtons de cape sur la surface des formes, et on les assujettit par des cerceaux enlacés.

La forme étant encore posée sur sa base, et la pointe en haut, avec les lattes qu'on a fixées, on frappe les cerceaux avec un *cacheux* (coin de bois dur), que l'on fait descendre aussi avant que possible, et également de tous les côtés, en faisant tourner la forme, et frappant sur le coin avec un maillet carré.

On doit faire raccommoder les formes, non-seulement par économie, mais encore parce que les vieilles formes sont meilleures que les neuves, en ce qu'elles ont l'avantage d'éviter l'adhérence du sucre à leurs parois.

Conditions de vente des sucres bruts et raffinés de diverses provenances, fixées par les courtiers, la chambre et le tribunal de commerce de Paris.

RÉCOMPTE des paiemens.	MARCHANDISES.	TARES.	OBSERVATIONS.
4 1/2 p. o/o.	SUCRE BRUT EN FUTAILLES.		Les futailles de 400 kil. et au-dessus sont qualifiées <i>barriques</i> ; elles ne peuvent avoir plus de seize cercles à l'entour de la futaille, et deux à chaque bout, pour soutenir le fond, l'un intérieur, et l'autre extérieur.
	De la Martinique.	17 p. o/o	
	Guadeloupe...	en	Les futailles de 151 à 399 kil. sont réputées <i>tierçons</i> . Les cercles sont admis comme pour les barriques.
	St.-Domingue.	barriq.	
	Jamaïque.....		
	Sainte-Croix..		Les futailles de 50 à 150 kil. sont réputées <i>quarts</i> . Elles sont à douze cercles, plus, les deux cercles de chaque fond. Toutes les barres, surcharges, plâtre, sur toute espèce de futailles, s'enlèvent avant la pesée, ou s'arbitrent et se déduisent du poids brut. Il n'est point dû de réfaction pour la vidange des sucres bruts, si cette vidange n'excède pas 16 centimètres (6 pouces) dans les barriques ; 11 centimètres (4 pouces) dans les tierçons ; 8 centimètres (3 pouces) dans les quarts ; à prendre du bord de la futaille. La tare d'usage sera bonifiée à l'acheteur, en estimant que chaque pouce (27 millimètres) de vidange,
	Des autres Antilles.....	18 p. o/o	
	Cayenne.....		
	Havanne.....	tierçons	
	Bourbon.....	ou	
	Ile Maurice...	quarts.	

ESCOMPTE des paiemens.	MARCHANDISES	TARES.	OBSERVATIONS.
			<p>au-dessous des mesures indiquées ci-dessus, représente : 20 kil. <i>poids brut</i> dans les barriques de sucre Jamaïque ou de forme semblable ; 16 kil. <i>poids brut</i> dans les barriques de sucre Martinique et Guadeloupe, ou de forme semblable ; 12 kil. <i>poids brut</i> dans les tierçons ; 6 kil. <i>poids brut</i> dans les quarts.</p>
4 ¹ / ₂ p. °/o.	SUCRE BRUT de toute espèce.	20 p. °/o.	En futailles de vin de Bordeaux , sans barres.
		7 p. °/o.	En sacs de simple toile à voile.
		5 kil. . .	Par balle de 50 à 75 kil. , en couffe de jonc, double emballage , sans liens.
	Id., de Bourb. .	6 kil. . .	Par balle de 76 kil. et au-dessus , en couffe de jonc, double embal- lage, sans liens.
	Id., l'île Maur.	3 kil. . .	Par balle de 50 à 75 kil. , en couffe de jonc, simple emballage.
		4 kil. . .	Par balle de 76 kil. et au-dessus , en couffe de jonc, simple emballage. Le sucre en balles se pèse par 5 balles.
	Id., du Brésil. .	18 p. °/o.	En caisses , sans autre surcharge que trois liens de fer d'origine.
3 ¹ / ₂ p. °/o.	Id., terrés et tête, en fu- tailles, sans distinction de nuances, des colonies fran- çaises.	13 p. °/o.	Sur les barriques.
		14 p. °/o.	Sur les tierçons et quarts.
			<p>Les futailles de 400 kil. et au- dessus sont qualifiées <i>barriques</i> ; elles peuvent être rebattues à seize cercles extérieurs, plus un cercle de support par chaque fond.</p>

LE COMPTE des paiemens.	MARCHANDISES.	TARES.	OBSERVATIONS.
3 1/2 p. o/o.	SUCRE TERRÉ, Havane...	26 kil...	Les futailles de 150 à 399 kil. sont qualifiées <i>tierçons</i> , et peuvent être rebattues comme les barriques.
		13 p. o/o.	Les futailles de 50 à 149 kil. sont qualifiées <i>quarts</i> ; elles sont à douze cercles extérieurs, plus un cercle de support par chaque fond.
		14 p. o/o.	Par caisses au-dessous du poids de 200 kil. En caisses du poids de 200 kil. et au-dessus. En demi-caisses. Les caisses et demi-caisses seront sans autre surcharge que trois liens de cuir et deux cercles de conditionnement.
3 1/2 p. o/o.	TERRÉ du Brésil	17 p. o/o.	En caisses, sans autre surcharge que trois liens de fer d'origine.
	De la Vera-Cruz	6 kil...	Par balles, sans autre surcharge que la corde d'origine, un jonc intérieur et une toile de pitre à l'extérieur.
	L'Inde, Bénarès.....	18 p. o/o.	En caisses d'environ 200 kil., avec une légère toile intérieure et deux liens de fer extérieurs.
		6 kil...	En balles de 76 à 100 kil., en double toile extérieure, plus une légère toile de coton intérieure, sans surcharge.
	Berboom.....	6 kil...	En balles de 50 à 75 kil., en double toile extérieure, plus une légère toile de coton intérieure, sans surcharge. Se pèse par 5 balles. Par balles de 75 à 80 kil., en jons intérieurs et un gunay. Se pèse par 5 balles.

ESCOMPTE des paiemens	MARCHANDISES.	TARES.	OBSERVATIONS.
3 ¹ / ₂ p. °/.	La Cochinchin.	3 kil...	En balles de 60 à 75 kil., en simple jonc.
		4 kil...	En balles de 61 à 80 kil., en simple jonc.
		1 kil...	Par balles de plus, en cas de double jonc.
	Batavia.....	13 p. °/.	Se pèse par 5 balles.
3 p. °/.	Manille.....	3 kil...	En canastres de tout poids, et en paniers exempts de surcharge.
			En balles de 40 à 50 kil., en double emballage de jonc, avec un lien de jonc.
			Se pèse par 10 balles à la fois.
	SUCRE EN PAINS des raffineries de Paris.	Brute...	Pour nette avec papier et ficelle. Le papier et la ficelle ne doivent pas excéder 5 p. °/ du poids brut, sur les pains de 5 à 6 kil., dits 4 <i>cas-sons</i> ; 6 p. °/ sur ceux de moindre poids; 3 p. °/ sur les sucres d'un poids supérieur, tels que ceux dits <i>lumps</i> . Les sucres destinés à l'exportation sont livrés à 4 p. °/ de papier et ficelle, taux fixé par la douane. Dans les raffineries de Paris, les futailles et l'emballage sont à la charge de l'acheteur.
3 p. °/.	SUCRE EN PAINS d'autres raffi- neries.	Brute...	Pour nette, tels qu'ils se comportent, avec papier et ficelle pesés sur plateau. Lorsque ces sucres sont en futailles, l'emballage reste à l'acheteur.
	PILÉ.....	Nette...	En caisses ou futailles.
	Paris, bâtarde. vergeoise....	<i>Id.</i> <i>Id.</i>	} Sans papier.

On pourrait consulter, comme complément de ce traité, les articles CHARBON ANIMAL, BETTERAVES et CANNES du Dictionnaire Technologique.

Sucre d'érable. On sait que l'arbre qui porte ce nom donne, par des incisions faites à dessein, un suc séveux, qui, sans autre préparation que l'évaporation de l'eau, laisse un sirop susceptible de cristalliser en masse par refroidissement.

Le sucre solide obtenu par ce procédé fort simple et même grossier, se compose de cristaux blancs empaquetés de substances étrangères brunes; son goût est assez agréable; la plus grande partie se consomme dans le pays; il s'y vend sous forme de petits pains arrondis.

Il n'y a que les forêts naturelles d'érables qui puissent donner lieu à une extraction profitable de ce genre; les CANNES à sucre ou les BETTERAVES mériteraient, sans aucun doute, la préférence, s'il s'agissait d'une culture à entreprendre et appropriée pour la production du sucre.

La facile extraction du sucre d'érable nous semble révéler, dans le suc d'où on le tire, une pureté plus grande que celle du jus des betteraves et même des cannes; il en résulte encore qu'avec des proportions moindres que pour ces dernières, des agens d'épuration (la chaux, le charbon animal), et en suivant d'ailleurs les procédés perfectionnés que nous avons décrits aux articles précités, on obtiendrait du sucre de qualité très belle, et peut-être directement en pains raffinés.

RÉSIDU DES CLARIFICATIONS DU SUCRE. On désigne dans le commerce sous le nom de *noir résidu* ou *résidus des raffineries*, le charbon animal fin qui, après avoir servi à la décoloration des sirops, est aggloméré par l'albumine du sang (quelquefois des œufs ou du lait), puis lavé pour en extraire le sirop interposé.

Jusqu'en 1822, ces résidus inemployés n'avaient aucune valeur; les raffineurs de sucre les faisaient transporter aux décharges publiques. Parmi les divers faits applicables que je publiai dans ce temps, à la fin du Mémoire sur la théorie de

l'action décolorante des charbons, je signalai les effets utiles de ces résidus comme engrais. Bientôt d'autres essais en ce sens furent entrepris, notamment par MM. Mallet de Saint-Maur, Santerre de Paris, etc. Les heureux résultats ainsi obtenus furent connus des cultivateurs, et parmi ces derniers, ceux des environs de Nantes (des départemens de Maine-et-Loire, de la Loire inférieure et de la Vendée) surtout, surent bien apprécier la valeur du nouvel engrais; et ils appliquèrent à cet usage non-seulement les *résidus* des raffineries de Nantes, mais encore ils tirèrent peu à peu de Paris, d'Orléans, du Havre, de Rouen, de Marseille, la totalité des résidus produits, dont ils élevèrent successivement le prix de 2 fr. à 5 et 7 fr. l'hectolitre. Les quantités actuellement fournies par ces villes résultent, terme moyen, du raffinage de 70 millions de sucre, savoir : d'environ 30 millions de kilog. à Paris, 14 à Marseille, 10 à Bordeaux, 5 à Nantes, 2 à Orléans, 4 au Havre, 2 millions 500 mille à Rouen, et le surplus de Dunkerque, Lille, etc. Le traitement de ces 70 millions de sucre brut détermine l'emploi de 8 millions de kilos de charbon animal; les 4 millions 500 mille kilos de sucre de betteraves annuellement produits exigent, en outre, l'emploi de 2 millions au moins de ce même agent. Ces 10 millions de charbon animal, auxquels s'ajoutent le sang coagulé, l'humidité, un peu de sirop, diverses matières organiques, enfin les mêmes résidus tirés d'Italie, de Russie, etc., donnent en totalité à peu près 21 millions d'engrais.

La substitution du noir en grains à une partie du noir fin diminuera cette production; mais déjà une grande usine fabrique un engrais charbonneux semblable et que même on commence à préférer, parce qu'il est plus fortement animalisé; ensorte que la consommation, loin de s'en réduire, pourra plus probablement être augmentée.

C'est sans doute en raison des matières organiques et peut-être aussi du charbon excessivement divisé qu'il contient, que cet engrais agit dans l'agriculture. Quoi qu'il en soit, on a bien constaté qu'il imprime une activité extraordinaire aux premiers développemens des plantes, qu'il les soustrait ainsi aux

attaques des insectes qui souvent en dévoraient les semis. Cette activité remarquable se prolonge durant tout le cours de la végétation, et donne des produits plus beaux et plus abondans même que sous l'influence des fumiers ordinaires; il n'offre pas, comme ceux-ci, l'inconvénient de conserver et de ramener dans les champs les propagules des maladies des grains (la carie, le charbon, la rouille).

Cet engrais pulvérulent est très facile et peu dispendieux à répandre. Après l'avoir émotté à la pelle et criblé, on le mêle avec moitié de son volume de terre du champ, puis on le répand à la volée, ou mieux on le dépose avec les semences, soit au semoir, soit à la volée, dans les sillons, ou encore dans les trous des plantes repiquées.

Quinze à 18 hectolitres par hectare, suivant que la culture exige plus ou moins d'engrais, suffisent pour assurer une belle végétation dans les terres convenablement amendées; les sols argileux froids en éprouvent des effets plus marqués, mais exigent 2 ou 3 hectolitres de plus que les terres légères.

Une proportion double dans les jardins développant de toutes parts la force végétative, détruit la mousse, rend plus intense la nuance verte des gazons et pelouses, accroît la vigueur des arbustes et celle de toutes les plantes potagères et d'agrément. Le ton foncé que le noir imprime aux plates-bandes contraste d'ailleurs agréablement avec la couleur pâle du sable des allées.

Sucre candi. On désigne sous ce nom, dans le commerce, le sucre obtenu en gros cristaux à facettes, par un procédé que nous allons décrire.

On distingue trois sortes de sucres candis, dont le prix varie suivant la nuance. La première sorte, plus chère que les deux autres, est en cristaux blancs; la seconde, dite de couleur paille, est d'une nuance analogue à celle de la paille ordinaire; enfin la troisième sorte, qui se vend au prix le plus bas, est d'une nuance rousse, comme le sucre brut commun.

Ce sont généralement les confiseurs qui s'occupent de la fabrication des sucres candis. Ils peuvent mieux utiliser les Si-

rops séparés des cristaux. Les plus blancs constituent le SIROP de *gomme* ; ceux qui sont légèrement ambrés forment le SIROP dit de *guimauve*, et les plus foncés le SIROP de *capillaire*. Lorsque le placement de ces sirops ne correspond pas aux quantités qui résultent de la fabrication des candis, on les emploie à la préparation des lumps, bâtardes, vergeoises, suivant leurs nuances. (V. plus haut la préparation de ces produits secondaires du raffinage.)

La matière première pour préparer le sucre candi roux est le sucre brut de qualité moyenne. Pour le sucre candi paille, on emploie un mélange de parties égales de sucres *terrés* Havanne et de l'Inde ; ce dernier, moins riche en sucre cristallisable, contribue à ralentir et rendre plus régulière la cristallisation.

On se sert, pour fabriquer le sucre candi blanc, de sucre terré ou de sucre en pains ordinaire. Ici, la grande proportion de sucre cristallisable rend la cristallisation trop rapide, plus confuse, en cristaux moins volumineux ; aussi remarque-t-on généralement que le sucre candi blanc est en plus petits cristaux, plus sujet à *friser* (1) dans la cristallisation.

Peut-être réussirait-on à éviter cet inconvénient, en ajoutant au sirop cuit, au moment de le mettre dans les terrines, un millième d'*ammoniaque*, préalablement mêlée à deux fois son poids de sirop froid. Cette addition, essayée en petit, m'a donné des cristaux évidemment plus *détachés*, ce qui peut être attribué au ralentissement de la cristallisation. Du reste, la présence de l'*ammoniaque* a l'avantage de prévenir la fermentation des sirops, et comme elle s'exhale pendant la *cuite* de ceux-ci, elle ne présente aucun inconvénient ultérieur.

Quelle que soit l'espèce de sucre employé comme matière première, il doit être clarifié avec peu de noir animal fin, pour éviter d'enrichir trop sa faculté de cristallisation ; trois à quatre centièmes suffisent. On clarifie aux œufs et l'on passe sur des filtres à poche ou *filtres Taylor*. (V. plus haut.)

(1) Mot technique, qui désigne la précipitation de cristaux menus.

On pourrait clarifier et passer sur les filtres Dumont du sucre brut ordinaire ; les premières parties filtrant très décolorées, serviraient à préparer le sucre candi *blanc*, la clairce suivante donnerait le sucre candi *paille* ; enfin, les dernières portions serviraient à fabriquer le sucre candi *roux*.

Le sirop ou clairce étant obtenu bien limpide, avec les soins indiqués dans le raffinage, on procède à son rapprochement ou *cuisson*. Pour cela, on se sert ordinairement de la *chaudière à bascule* précédemment décrite. Si l'on voulait y appliquer l'appareil de Roth, il faudrait avoir la précaution d'élever la température au degré de cuite à l'air libre ; on y parviendrait en laissant rentrer l'air atmosphérique sans cesser le chauffage, deux minutes avant de tirer la cuite.

Le terme de rapprochement du sirop varie suivant la qualité du sucre ; si l'on agit sur une clairce d'une nuance foncée, devant donner du sucre candi roux, il faut cuire au *soufflé* bien détaché, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'écumoire, trempée dans la cuite, relevée verticalement, et sur laquelle on souffle vite et fortement, laisse échapper derrière elle des bulles légères séparées. Lorsque l'on traite la clairce qui doit donner le sucre candi *paille*, le rapprochement est moins poussé : il s'arrête dès qu'en opérant comme ci-dessus on obtient quelques bulles ; enfin devant évaporer moins encore le sirop incolore d'où l'on obtient le candi blanc, on s'arrête aussitôt que des globules commencent à se former derrière l'écumoire, en s'en détachant à peine ; c'est le terme dit *petit soufflé*.

Aussitôt que chaque cuite est tirée dans le rafraîchissoir, on la tire de celui-ci pour la distribuer dans les *terrines* ; on porte celles-ci à l'étuve, et le travail se continue sans interruption, de manière à ce que l'étuve soit remplie en une seule matinée.

Les *terrines* que l'on emploie aujourd'hui sont en *cuivre rouge* lisse et coniques, afin que le pain de cristaux en sorte facilement. Huit ou dix petits trous percés dans les parois de chacune d'elles, servent à passer quatre ou cinq fils maintenus ainsi horizontalement, et également espacés dans la capacité que doit remplir le sirop cuit.

Une bande de papier appliquée à la paroi extérieure sur ces trous, suffit pour empêcher la déperdition du sirop ; on peut même se dispenser de coller ce papier lorsque l'on fait du candi roux, le sirop étant assez épais pour ne pas traverser le mince passage que laisse chaque fil, et d'ailleurs un peu de candi bouchant bientôt toute ouverture.

Lorsque les terrines sont ainsi disposées, on les emplit successivement de sirop cuit à l'aide d'un pucheux, puis on les place sur les étagères de l'étuve.

L'étuve à candis représente en petit les étuves destinées au raffinage, si ce n'est que l'on n'y établit pas de courant d'air, et que les étages de planchers à claire-voie y sont rapprochés à 1 pied environ les uns des autres.

Lorsque l'étuve est remplie de terrines chargées, on referme la porte, puis à l'aide d'un CALORIFÈRE dont la porte donne à l'extérieur, on soutient la température de 35 à 40 degrés, le plus régulièrement possible, et en évitant avec soin tout mouvement brusque, choc, courant d'air, etc., qui pourrait troubler la formation régulière des cristaux.

Au bout de cinq jours, on s'assure de l'état de la cristallisation en retirant une des terrines, cassant la croûte formée à la superficie du liquide, et tâtant les cristaux agglomérés sur les parois et autour des fils. C'est le cinquième ou le sixième jour que l'opération est ordinairement finie. Alors on enlève toutes les terrines, on ouvre un passage au sirop, en brisant une partie de la croûte cristalline; on met en égout, en les plaçant inclinées presque verticalement sur deux traverses horizontales; une gouttière reçoit le sirop, et le conduit dans un réservoir commun.

Lorsque le premier égouttage est achevé, on détache le pain de candi en plongeant un instant l'extérieur de la terrine dans l'eau bouillante, puis on range les pains sur les traverses, où ils achèvent de s'égoutter. Enfin, on chauffe pendant une journée la pièce où ils sont en égout à l'aide d'un poêle ou calorifère à courant d'air; puis on les brise et on les emballe pour les livrer au commerce.

Dans diverses localités, en Flandre surtout, on fait une grande consommation de sucre candi pour prendre le thé, le café, etc. Ailleurs on l'emploie pour ajouter un peu de substance sucrée fermentescible au VIN de Champagne. Cette sorte de cristallisation offre généralement une des formes sous lesquelles on fait du sucre une consommation de luxe. Enfin, le candi est employé pour sucrer des liqueurs faites, et toutes les fois que l'on veut obtenir une solution de sucre diaphane. On voit, du reste, qu'il présente la même composition que les sucres ordinaires dits d'*orge* et de *pommes*, d'après ce que nous avons dit de ces derniers; aussi est-il employé avec les mêmes effets dans le traitement des légères irritations de la *gorge* et de la *poitrine*.

Sucre de fécule. J'ai décrit dans l'article POMMES DE TERRE du Dictionnaire Technologique, un procédé simple pour convertir la fécule en sucre ou sirop; nous ajouterons ici ce que, depuis la rédaction de cet article, on a changé dans l'appareil de saccharification, et nous décrirons ce dernier tel qu'il est construit dans l'usine remarquable dirigée par M. Chappellet à Paris. (Brasserie hollandaise.)

Au lieu d'opérer à feu nu, on emploie aujourd'hui la vapeur pour chauffer le liquide dans lequel s'opère la réaction. La vapeur, produite dans une CHAUDIÈRE ou GÉNÉRATEUR ordinaire, est conduite dans un cuvier A (Pl. 12) en bois, à douves épaisses, et qui contient le mélange d'eau et d'acide sulfurique (cet acide n'est employé qu'à la dose d'un à un et demi pour 100 de fécule), par un tuyau B à double branche; dès que le barbotage de la vapeur annonce que le liquide est chauffé à la température de l'ébullition, une soupape C est levée à l'aide d'une tige *c'* à bascule. La fécule humide (dite *fécule verte*), délayée en bouillie et constamment agitée dans un réservoir supérieur D, s'écoule en un petit filet dans le liquide bouillant. La saturation a lieu dans le cuvier A, et le reste de l'opération comme l'indique l'article précité. La vapeur nauséabonde se dégage par un tuyau élevé K. Lorsque l'on veut faire rapprocher le sirop obtenu à 30 degrés, ainsi

que cela est convenable, soit pour le transporter, soit pour remonter le degré de la décoction de houblon, ou seulement à 20°, on le soutire dans une chaudière F évaporant par la vapeur qui circule dans les tubes assemblés en grille. (V. les fig. 1, 2 et 3). Afin de débarrasser l'atelier des vapeurs qui se dégagent pendant le rapprochement, une hotte G les conduit au dehors par une ouverture H et un tuyau vertical adossé à une cheminée.

La Pl. 12 indique les détails suivans de plusieurs parties de l'appareil.

La fig. 12 représente une coupe verticale et longitudinale de l'appareil à saccharifier la fécule, de M. Chappelet.

La fig. 2 en est une seconde coupe verticale faite suivant la ligne XX de la fig. 1.

Fig. 3. Détails de la grille E placée au fond de la chaudière F (fig. 1 et 2).

Fig. 4. Détail du robinet I fixé au fond du cuvier A, pour vider ce dernier.

Fig. 5 et 6. Vues de face et de profil d'un fragment du tuyau B. Ce tuyau est muni de deux robinets, dont l'un *a* permet à la vapeur d'entrer dans la grille E semblable à l'assemblage de tubes de l'appareil Taylor à concentrer les sirops (V. SUCRE), (V. fig. 1 et 2), et l'autre *b* permet de l'introduire dans le cuvier A par le double tube *c*.

J, Robinet de décharge de la chaudière F.

Une amélioration facile à introduire dans la qualité (le goût plus agréable et la décoloration) du sirop de fécule, résulterait de la filtration de ce sirop sur le noir en grains, dans le *filtre Dumont*. V. la description et la manœuvre de cet ustensile dans l'article ci-dessus RAFFINAGE DU SUCRE.

En terminant, nous signalerons une falsification exercée sur la fécule au détriment des fabricans de sirop, c'est le mélange de plusieurs centièmes de craie dans cette matière. Il en est résulté que des opérations de conversion en sucre ont manqué; et en effet, l'acide sulfurique, saturé peu à peu et complète-

ment avant la fin de la saccharification par le carbonate de chaux, ne pouvait plus déterminer l'effet utile. Il est facile de constater cette fraude en faisant brûler, dans une capsule de platine chauffée au rouge, 100 grammes, par exemple, de la fécule soupçonnée; si les cendres recueillies avec soin pèsent plus d'un demi-gramme, l'excès indique une addition de matière non combustible. En effet, les fécules grossièrement préparées par les moyens ordinaires, donnent à peine cette quantité de résidu, et les fécules bien épurées ne laissent que 15 cent millièmes de leur poids, ou 15 milligrammes pour 100 grammes de résidu, après leur incinération complète (1).

Le mode d'essai que nous venons d'indiquer servirait encore à démontrer la présence de l'argile blanche, du plâtre ou sulfate de chaux, du phosphate de chaux (obtenu à bas prix des fabriques de colle d'os), qu'il eût été plus adroit aux falsificateurs d'introduire dans la fécule, puisqu'ils ne s'opposeraient pas à la saccharification, et ne donneraient pas lieu, comme la craie, à une effervescence avec les acides qui pût déceler la fraude.

Il paraît que le sucre de fécule (ou d'amidon) est de même nature que le sucre de raisin et de plusieurs autres fruits; ce qui a fait supposer que dans ceux-ci l'altération par l'acide des fruits verts, de la fécule ou d'une substance gommeuse semblable à celle que la fécule donne sous l'influence des acides, détermine la formation du sucre dans la maturation des fruits (2).

Sucre de lait. Cette sorte particulière de sucre a quelquefois été employée pour falsifier les *cassonades* ou sucres bruts; son peu de solubilité permet de reconnaître la fraude: on délaie le sucre en poudre dans l'eau froide, on décante

(1) D'après mon analyse, ce résidu se compose de silice, de phosphate de chaux, d'oxide de fer et de légères traces de carbonate de potasse.

(2) La facile transformation en sucre de l'inuline (que j'ai démontrée dans l'analyse des dahlia et topinambours), pourrait donner lieu à la même supposition.

le liquide, on lave le dépôt, on le met égoutter; sa saveur très peu sucrée, malgré son aspect cristallin, indique la présence du sucre de LAIT.

Sucre de miel. La substance sucrée obtenue dans les ruches d'ABEILLES, désignée sous le nom de MIEL, est susceptible de donner une partie solide, ou sucre cristallisé, qui se sépare spontanément à une basse température, ou même à la température ordinaire de l'air atmosphérique. On atteint mieux le but à l'aide d'un procédé d'épuration semblable à celui dont nous avons donné les détails en traitant de la purification des sucres bruts *par l'alcool*. Le plus ordinairement, le raffinage du miel s'opère sans en extraire le sucre cristallisable qui ne saurait être substitué, dans le commerce, au sucre des cannes et des betteraves. On ne saurait douter que les améliorations récentes apportées dans la décoloration, et notamment l'emploi du noir en grain, ne donnassent, par leur application au miel, des sirops de très bon goût et peu colorés. Voyez, à cet égard, les détails relatifs au traitement du sucre et des sirops, dans le raffinage du SUCRE, opérations qui s'appliquent également au miel dissous dans l'eau, sauf l'addition de craie qui, dans ce dernier cas, est utile pour saturer l'excès de l'acide. Le sirop de miel est très convenablement employé pour augmenter la proportion de matière sucrée dans les mouts de cidres, bières et vins faibles.

Sucre d'orge. On fait bouillir dans une bassine, avec une quantité suffisante d'eau, 1 kilogr. d'orge, et jusqu'à ce que les grains s'ouvrent; on passe la décoction au travers d'un tamis, puis on s'en sert pour dissoudre 3 kilogr. de sucre que l'on clarifie aussitôt avec un blanc d'œuf fouetté dans un peu d'eau, en versant par parties et à plusieurs reprises; quand le sirop monte et qu'il est enfin clair et limpide, on le fait cuire rapidement, jusqu'à ce qu'il soit au *grand cassé*, c'est-à-dire qu'en plongeant le bout du doigt mouillé dans ce sirop, le replongeant dans l'eau, on ait adhérente une couche de sucre qui, détachée, soit fragile; on le verse sur une table de marbre, que l'on a imprégnée de bonne huile d'olives, et, lorsqu'il est

froid, on le coupe avec des ciseaux par petites tablettes de 6 à 8 pouces de longueur, que l'on roule sur des ardoises.

Si l'on veut que le sucre soit d'un beau jaune, on ajoute au sirop d'orge une légère décoction de safran gatinais passée au travers d'un linge.

On vend fort peu de sucre d'orge fait de cette manière; la plupart des confiseurs n'y mettent point d'orge et le composent exclusivement avec de la cassonade clarifiée ou des sirops communs, et un peu de safran pour donner de la couleur; mais celui où il entre de l'orge paraît préférable en ce qu'il est adoucissant et facilite l'expectoration.

Le sucre d'orge doit être d'un beau jaune citrin, bien transparent, sec et cassant.

Sucre de pommes. On coupe cinquante belles pommes de reinette par morceaux, après les avoir pelées; on en sépare les pépins, et on les met sur le feu avec suffisante quantité d'eau pour qu'elles puissent y tremper; on les fait bouillir jusqu'à ce que les morceaux s'écrasent sous le doigt. On jette le tout dans un tamis posé sur une terrine, et l'on en exprime le suc; on le mesure et l'on met à part, dans une bassine, trois fois autant de beau sucre clarifié et cuit à la nappe. Quand ce dernier est cuit au *cassé*, on y verse le suc de pommes; on rapproche au grand cassé, en remuant légèrement, de peur que la pomme ne fasse adhérer et brûler le sirop au fond de la bassine.

Quand le sirop est cuit au *grand cassé*, on le verse sur une table de marbre un peu creuse et graissée de bonne huile d'olives; on lui laisse prendre une légère consistance; alors, avec un emporte-pièce à compartimens, soit en losanges ou autres figures, on le découpe en petites tablettes ou pastilles, ou bien on le roule en forme de cylindres ou d'étuis. Comme le jus hygrométrique de la pomme ferait mouiller le sucre à l'air, il faut avoir soin, aussitôt que les tablettes sont formées, de les rouler dans du sucre en poudre, passé au tamis de soie; et quand elles en sont bien garnies, de les déposer dans un lieu bien sec, ou mieux au-dessus d'une étuve. Le sucre, alors,

forme une croûte qui enveloppe la tablette, la maintient et donne de la consistance, de manière qu'en la cassant elle paraît transparente au milieu, et la croûte du sucre sert à la conserver.

La plupart des sucres dits de *pommes* qui se vendent sans avoir cette croûte et ce transparent intérieur, ne sont pas faits avec du suc de pommes, mais simplement avec des sirops clarifiés et cuits au cassé, à la façon du *sucré d'orge*.

Très généralement aujourd'hui, il n'entre ni suc de pommes, ni extrait d'orge dans ces sucres; ils sont faits de même: le plus blanc est nommé *sucré de pommes*, et le plus coloré *sucré d'orge*. On y ajoute souvent quelques gouttes d'essence de citron au moment de le couler.

Afin d'obtenir des bâtons soit de sucre de pommes, soit de sucre d'orge, dont la largeur soit égale, on les roule entre deux règles fixées parallèlement sur une table plane.

On enveloppe quelquefois ces bâtons dans des lames de plomb mince, recouvertes ensuite de papier.

Sucré de raisin. Cette variété de sucre, différente du sucre des cannes et des betteraves, se rencontre dans divers fruits; avant l'exploitation des betteraves, on fit de nombreuses tentatives en France pour remplacer le sucre des colonies par le sucre ou le sirop de raisin. Les procédés alors suivis seraient sans doute beaucoup améliorés par l'emploi du noir animal fin et en grains; mais nous n'insisterons pas sur cette industrie, qui donnerait, d'une manière bien plus dispendieuse, un produit d'une qualité bien inférieure à celle du sucre des betteraves et des cannes.

Pendant l'impression de ce traité, deux améliorations importantes ont été acquises en pratique; nous les indiquons ici.

Additions sur un nouveau moyen d'extraire une plus grande proportion de jus des betteraves, et sur un procédé de conservation de la pulpe.

D'après l'analyse que j'ai publiée en 1825 (1), les derniers

(1) Bulletins de la Société Philomatique et de la Société d'Encouragement.

essais de M. de Dombasle, les intéressans travaux récemment connus de MM. Pelouze, et les judicieuses observations de M. Blanquet, il est évident que la betterave ne contient pas plus de trois centièmes de substances non réductibles en jus. On n'obtenait cependant, jusqu'à ce jour, qu'environ 70 parties en poids de ce suc, pour 100 de betteraves râpées et pressées.

Cette proportion est aujourd'hui obtenue, dans la plupart des fabriques, au moyen d'un seul pressurage de la pulpe, et l'on a supprimé la pression aux cylindres, afin d'*accélérer* et de *simplifier* les opérations, circonstances du plus haut intérêt dans cette industrie; voici comment on opère.

On emplit chacun des sacs à moitié, on le pose sur une table doublée en cuivre ou plomb, offrant une pente ménagée pour l'écoulement du jus; on le couche, en repliant sous lui toute la partie vide, puis, à l'aide d'un rouleau en bois, on l'aplanit à 1 pouce d'épaisseur, et on le pose sur la première claie d'osier portant sur le plateau: on recouvre ce premier sac d'une autre claie, puis on charge celle-ci d'un deuxième sac disposé comme le premier. On continue d'empiler ainsi alternativement un sac et une claie, jusqu'à ce que l'on ait atteint la hauteur de 2 pieds et demi environ; alors on serre la presse graduellement.

Dans quelques usines, notamment chez MM. Blanquet, Harpignies, Hamoir, etc., on vient d'introduire une modification utile, qui a produit 5 de jus pour 100 au-delà de ce que l'on recueillait; elle consiste à replacer, dans une deuxième presse hydraulique, les sacs déjà pressés, et sans autre soin qu'un changement dans l'ordre de superposition; ainsi, au lieu de poser, comme la première fois, alternativement une claie et un sac de pulpe, on pose d'abord une claie, puis deux des sacs déjà comprimés. Les anfractuosités des claies et les bourrelets des sacs ne correspondant plus, la pression maxime se trouve exercée sur beaucoup de parties qui ne l'avaient pas encore éprouvée, et une nouvelle

proportion de jus est exprimée, qui équivaut à 5 pour 100 de la betterave employée.

L'heureuse idée émise par M. Demesmay, de soumettre les sacs à l'action de la vapeur après une première expression, amena un changement plus important encore, qui vient d'être mis en pratique chez MM. Langlard, Blanquet, Harpignies et Hamoir; il a donné 15 à 17 pour 100 de plus que l'on n'obtenait communément, c'est-à-dire 10 à 12 pour 100 au-delà du produit de la modification ci-dessus indiquée. Voici ce procédé, tel que l'emploient MM. Blanquet et Hamoir.

Trente sacs de pulpe, pressés une fois et tels qu'ils sortent de dessous les deux presses hydrauliques, sont posés successivement chacun sur un châssis formé de quatre tringles en bois; huit tasseaux de 6 lignes d'épaisseur, fixés parallèlement entre eux sur deux des côtés opposés de chaque châssis, soutiennent le sac à plat et maintiennent entre les sacs 6 lignes d'écartement, lorsqu'on pose les châssis les uns sur les autres.

Au fur et à mesure qu'un des châssis est chargé, on le pose horizontalement dans un coffre en bois ouvert à sa partie antérieure, et d'une dimension suffisante pour contenir les trente châssis, en laissant entre eux et les parois un espace libre d'un pouce environ. Afin que cet intervalle soit sans aucune attention réservé : sur les parois intérieures du coffre sont fixés verticalement des liteaux, sur lesquels les châssis viennent buter.

Aussitôt que les trente châssis chargés sont ainsi empilés les uns sur les autres, on ferme, par une porte pleine, le côté ouvert du coffre.

Alors, à l'aide d'un tube situé au bas du coffre, on injecte, en ouvrant un robinet pendant dix minutes, de la vapeur produite par le générateur des chaudières à cuire. L'eau de condensation rassemblée dans la rigole des deux plans inclinés au fond du coffre, s'écoule au dehors; quelques fissures à la jonction de la porte permettent l'évacuation de l'air et de l'excès de vapeur.

Les dix minutes écoulées, on cesse l'introduction de la vapeur, on ouvre le coffre, on en tire les châssis, dont on enlève les sacs gonflés; on replace ceux-ci, avec les précautions usuelles, sous une presse hydraulique, qui reçoit en outre trente autres sacs soumis dans un deuxième coffre à la vapeur, pendant que l'on finissait l'injection dans le premier, et que l'on en tirait les châssis; et l'on obtient directement ainsi 15 à 17 centièmes de suc de plus, c'est-à-dire 85 à 87, si d'une première expression on a retiré 70 de 100 de betteraves réduites en pulpe.

L'explication de ce fait me semble pouvoir être ainsi donnée : les cellules renfermant le suc, et qui, non déchirées par la râpe, le retiennent fortement, cèdent à l'effort simultané qu'exerce sur leurs parois le liquide brusquement dilaté par la vapeur : elles s'entr'ouvrent, et le jus peut s'écouler sous l'influence de la pression.

Afin de faciliter la manœuvre et de pouvoir prolonger de cinq minutes après l'injection le séjour des sacs dans le coffre, MM. Blanquet et Hamoir proposent d'avoir un troisième coffre.

Il devient également nécessaire de consacrer une troisième presse hydraulique à la pression des sacs chauffés.

Enfin, ayant observé que les sacs sont moins chauffés dans la partie moyenne que dans le haut et le bas, MM. Blanquet et Hamoir se proposent de régulariser la température dans toutes les parties, à l'aide d'un tube vertical implanté sur le tube horizontal élevé jusqu'au milieu du coffre, et qui, par des petits trous correspondans aux intervalles entre les sacs, lancera la vapeur dans tous les espaces libres.

Il pourra devenir utile de doubler ces coffres en cuivre mince, afin de leur assurer une longue durée.

Une question importante restait à résoudre : *Le jus obtenu ainsi pourra-t-il être déféqué, filtré, rapproché, de façon à donner, par les procédés en usage, autant de sucre cristallisé que le jus extrait à froid?*

Les résultats obtenus en grand (sur environ 180 hecto-

litres en vingt-quatre heures dans chaque établissement), par MM. Blanquet et Hamoir, résultats que ces habiles manufacturiers ont bien voulu me communiquer, ne laisseraient aucun doute à cet égard.

Le jus obtenu après l'action de la vapeur, traité à part, exige une proportion moindre de chaux; il donne d'abondantes écumes, mais formées de flocons grumeleux plus gros. Ces phénomènes s'expliquent par les coagulums d'une partie de l'albumine dans la pulpe chauffée, autour desquels viennent s'agglomérer les produits d'une coagulation ultérieure dans les chaudières à déféquer.

Du reste, la filtration sur le *noir en grains* et le rapprochement, ont lieu comme avec du jus extrait à froid, et les cristaux, dans les formes, ne semblent pas moins abondans.

Enfin, le jus de deuxième expression mélangé et traité avec le jus à froid, n'apporte aucun changement dans les opérations, si ce n'est une légère diminution dans les proportions de chaux pour déféquer.

Ainsi, l'innovation que nous venons de décrire permettra aux fabriques qui l'adopteront, d'obtenir au moins autant de jus et de sucre de 82,36 de betteraves, que l'on en obtient de 100 parties, et par suite de réduire, dans cette proportion à peu près, la surface de terre et les frais de culture.

Si l'on voulait conserver à la culture la même importance après l'adoption de ce moyen, on conçoit qu'il faudrait augmenter les appareils d'évaporation, de cuite, etc., dans une égale proportion.

Diverses autres améliorations importantes se préparent dans les fabriques de sucre de *betteraves*: on annonce un procédé d'extraction du jus qui permettra d'obtenir de 92 à 95 pour 100; mais nous attendons, pour en parler, qu'il ait été mis en pratique. Il paraît certain que les filtres Dumont ajouteront aux services récents qu'ils ont rendus à cette industrie, l'avantage d'éviter l'emploi du sang, et par suite la présence dans les sirops d'une matière organique de plus,

étrangère au sucre et caramélisable. Enfin, un perfectionnement remarquable doit être réalisé par l'application de l'appareil Roth à la cuisson des clairces et recuites des sirops; peut-être, même, à une partie du rapprochement du suc filtré, dans les localités où l'eau obtenue à peu de frais ne manquera pas.

On voit qu'en ce moment la fabrication du sucre des betteraves, qui a déjà une si grande influence sur les progrès de notre agriculture, qui multiplie les bestiaux, les engrais, les amendemens, contribue à répandre, dans les campagnes, l'instruction, le goût du travail. Cette belle industrie entrevoit, dans l'avenir, de nouvelles ressources contre la dépréciation de ses produits; mais, il ne faut pas se le dissimuler, des changemens tels que ceux que nous venons de signaler, entraîneront encore de grands sacrifices.

Ainsi, pour chacune des principales fabriques, le nouveau mode d'extraction du jus nécessite l'établissement d'une troisième presse hydraulique et de caisses à vapeur: ce sera une nouvelle mise de fonds à ajouter au prix du matériel des établissemens. Déjà l'introduction des filtres Dumont a occasionné, dans beaucoup d'établissemens, une dépense de même nature. La substitution des chaudières Taylor Martineau aux bascules, a coûté assez cher il y a peu de temps; enfin, pour remplacer ces évaporations dans la seule application à la cuite par les appareils de Roth, il en coûtera de 8 à 12 mille francs pour chaque usine, suivant son importance.

L'impulsion est donnée; peu de fabricans pourront rester en arrière sans compromettre le sort de leurs usines. La plupart des grandes améliorations qui se préparent dans les fabriques de sucre indigène, auront encore une portée plus étendue; elles serviront plus tard d'exemple à nos sucreries des îles, auxquelles elles éviteront, du moins, les frais de premières tentatives, souvent incomplètes.

Moyen de conserver et d'améliorer la pulpe des betteraves pour la nourriture des bestiaux, et nouvel emploi des petites racines.

Le procédé que nous allons décrire a reçu la sanction de l'expérience ; il mérite donc la confiance entière : nous en devons la communication à MM. Blanquet et Hamoir, chez lesquels il est mis en pratique.

Au sortir des sacs qui ont subi l'action de la presse hydraulique, la pulpe pesant environ 30 centièmes de la betterave râpée, est divisée à la main et étendue sur la plate-forme d'une *touraille* semblable à celles dont se servent les brasseurs pour dessécher les grains germés. La dessiccation a lieu comme pour ceux-ci, et la pulpe sèche se conserve très facilement.

Elle présente alors un avantage remarquable, c'est qu'elle n'a plus sur les intestins des animaux une action purgative, qu'elle peut alors remplacer l'avoine et toute autre nourriture que l'on était obligé d'ajouter à la pulpe fraîche dans le régime des animaux.

Cet effet, bien constaté, peut tenir à deux causes : 1°. la qualité beaucoup moins aqueuse de cet aliment, puisqu'il ne contient plus que quelques centièmes d'eau, tandis que la pulpe fraîche en retient environ 80,10 pour 100, en admettant que la betterave d'où elle provient contenait 14 centièmes de substance sèche ; 2°. la température acquise sur la touraille et le courant des produits de la combustion ou d'air chaud qui traverse la pulpe, enlèvent la plus grande partie de la matière âcre volatile que recèle la betterave, et qui pouvait bien, comme l'huile essentielle des pommes de terre, exercer une action purgative.

On remarque, en effet, que toute âcreté a disparu de la pulpe ainsi desséchée, et son infusion a un goût sucré analogue à celui des infusions de grains germés, ce qui me ferait croire à la possibilité de remplacer tout ou partie de ceux-ci par la pulpe, dans la confection de la bière.

Ce mode de conservation de la pulpe est d'une grande importance, puisqu'il permet de mettre en réserve toute la quantité de cette matière que les bestiaux ne peuvent pas consommer à l'état frais, et qui, gardée dans les caves ou les silos, perdait une grande proportion de sa substance nutritive en développant de l'alcool, de l'acide carbonique, etc., pendant une fermentation lente, spontanée; fermentation dont les progrès donnant lieu à la production de l'acide acétique et des gaz de la putréfaction, rendaient la pulpe malsaine et bientôt tout-à-fait impropre à l'alimentation.

La quantité de pulpe pressée ou desséchée excédait encore la consommation des animaux chez MM. Blanquet, Harpignies et Hamoir; le nouveau mode d'extraction du jus mis en usage dans leurs usines (V. page 92) évitera encore cet inconvénient, en diminuant de moitié la proportion en poids de ce marc (ou le réduisant de 30 à 15 pour 100 de la betterave), et diminuant aussi la matière sèche y contenue dans le rapport de 5,97 à 4,32 (supposant toujours dans la betterave 14 centièmes de matière sèche, dont 11 dans le suc et 3 en substances indissoutes restées dans le marc).

On voit que ce dernier marc sera plus facile et moins dispendieux à dessécher, puisqu'il ne contiendra, sur les mêmes bases, que 71,2 d'eau, au lieu de 80,1.

Chez les mêmes manufacturiers, on tire parti des *radicules* inattaquables à la râpe, en les desséchant à la touraille, soit pour la nourriture de réserve, soit pour les torréfier ultérieurement, et en obtenir une substance analogue au *café de chicorée*.

En terminant, nous croyons devoir donner une idée des avantages obtenus successivement par l'amélioration des procédés et la substitution, 1°. de l'emploi du charbon animal fin à l'usage de l'eau de chaux; 2°. du *noir animal en grains* au *noir fin*. Quant aux résultats de l'application du noir végétal, ils étaient intermédiaires entre ceux de l'ancien procédé à la chaux, et celui qui est basé sur le noir animal

fin ; mais ils étaient fort variables en raison des qualités variables du charbon de bois, et notamment des proportions incertaines de substances nuisibles, la potasse, le bois incomplètement carbonisé.

Pour 106 à 108 kilogrammes de sucre brut de qualité moyenne, quantité que l'on réalise avec les bonifications de tarre, on obtient environ les produits suivans par les procédés différens précités.

	ANCIEN procédé à la chaux.	PROCÉDÉ au noir fin.	PAR le noir en grains.
Sucre en pains, pains et lumps terrés.....	55 à 60	64	66
Vergeoises.....	17 à 18	19	20
Mélasse.....	25 à 23	18	15
Enveloppes (papier, ficelle).	2,50 à 2,70	2,85	3
	99,50 à 103,70	103,85	104

On voit que les produits en sucre cristallisé ont augmenté suivant une proportion importante ; il convient d'y ajouter, que la plus belle nuance des produits et leur goût plus agréable, augmentant la valeur commerciale, suffiraient seuls pour payer au-delà de la valeur de l'agent nouveau, soit le noir fin, soit le noir en grains. D'ailleurs, la valeur maintenant acquise aux résidus comme engrais relativement au noir fin, ou comme matières premières de revivification relativement au noir en grains, diminue déjà d'environ un cinquième cette dépense.

Nous devons encore faire remarquer que dans les produits

ci-dessus désignés , l'eau contenue dans la mélasse en bien plus grande proportion que dans le sucre brut , compense à peu près la perte ou le déchet toujours éprouvé dans un travail en grand.

SUPPLÉMENT.

L'importance que l'engrais dit *noir animalisé* prend chaque jour dans l'agriculture, comme suppléant, avec des avantages marqués , à l'insuffisance des *résidus des clarifications* (V. page 134), nous détermine à joindre ici quelques détails sur son usage.

Le noir animalisé est préalablement émotté à la pelle et passé au crible ; on obtient une excellente fumure en employant :

1°. 18 hectolitres de cet engrais par hectare (ou 6 hectolitres par arpent de Paris), pour le seigle, le froment, le sarrasin, l'avoine, et autres semences analogues. On le répand à la volée, de la même manière que la semence, immédiatement après celle-ci et avant de passer la herse.

2°. 21 hectolitres par hectare pour le lin, le chanvre, les betteraves et les pommes de terre.

3°. 24 hectolitres par hectare (8 hectolitres par arpent) pour le colza, la rabette, les choux, et autres plantes légumineuses ou potagères. Dans les départemens de l'ouest, cette fumure est opérée à l'aide d'un enfant qui suit le planteur, et met au pied de chaque plant une petite poignée de noir, que ce dernier recouvre ensuite en fermant le trou. Pour le colza, en Normandie, on répand cet engrais sur les racines des plants qui s'adossent à un côté du rayon, et que la charrue recouvre en formant un autre rayon.

4°. Et 26 hectolitres par hectare (8 hectolitres deux tiers par arpent) pour les prairies artificielles ou autres. On peut le semer, pur ou mêlé avec un volume égal de terre passée au

crible , en décembre ou janvier , avant que les prairies soient couvertes de neige.

Le noir animalisé se vend chez MM. Salmon, Lupé et C^{ie} , *manufacturiers à Grenelle* , près Paris , au prix de 4 francs l'hectolitre ras , du poids d'environ 80 kilogrammes.

Nota. Nous n'avons eu connaissance qu'après l'impression de ce Mémoire des résultats obtenus par M. Pelouze , dont nous avons extrait ci-dessous ce qui peut le plus directement être utile en pratique.

Une solution faible de sucre saturée , à l'aide de l'ébullition , d'hydrate de chaux , laisse former par une évaporation spontanée à l'air libre , des cristaux de carbonate de chaux qui contiennent environ 0,47 d'eau ; la même solution inaltérée peut dissoudre une nouvelle quantité de chaux , et l'acide carbonique de l'air , seul , s'unit encore à celle-ci : il en résulterait qu'en enlevant la chaux on pourrait rendre au sucre , qui , dans ce cas , jouerait le rôle d'acide , la faculté de cristalliser , et toutes ses propriétés ; peut-être ces réactions sont-elles modifiées dans les *jus* par la présence des corps étrangers.

Les cristaux de carbonate de chaux perdent dans l'eau et dans l'air leur forme et leur eau de distillation à la température de 28°.

FIN.



201836-2

travail, en attendant que l'on ait pu se procurer les matériaux nécessaires à cet effet.

Le second travail a été de dresser un plan de la ville, en indiquant les rues, les places, les édifices, les fortifications, etc. Ce plan a été dressé par M. de la Roche, qui a été chargé de cette tâche.

Le troisième travail a été de dresser un plan de la ville, en indiquant les rues, les places, les édifices, les fortifications, etc. Ce plan a été dressé par M. de la Roche, qui a été chargé de cette tâche.

Le quatrième travail a été de dresser un plan de la ville, en indiquant les rues, les places, les édifices, les fortifications, etc. Ce plan a été dressé par M. de la Roche, qui a été chargé de cette tâche.

Le cinquième travail a été de dresser un plan de la ville, en indiquant les rues, les places, les édifices, les fortifications, etc. Ce plan a été dressé par M. de la Roche, qui a été chargé de cette tâche.



Sucre . Laveur de betteraves .

Fig. 1.

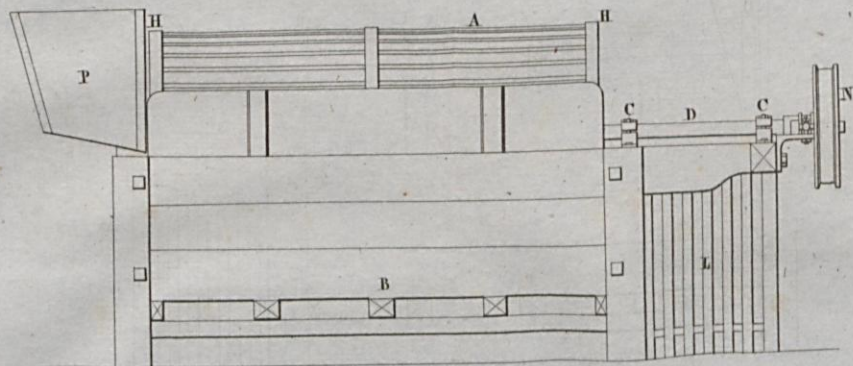


Fig. 2.

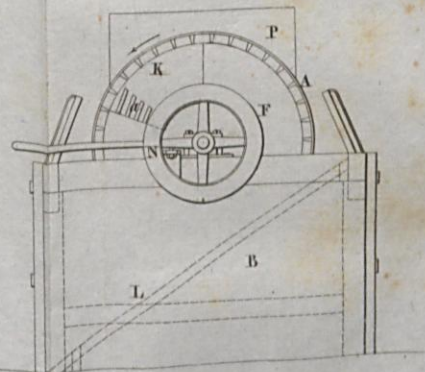


Fig. 3.

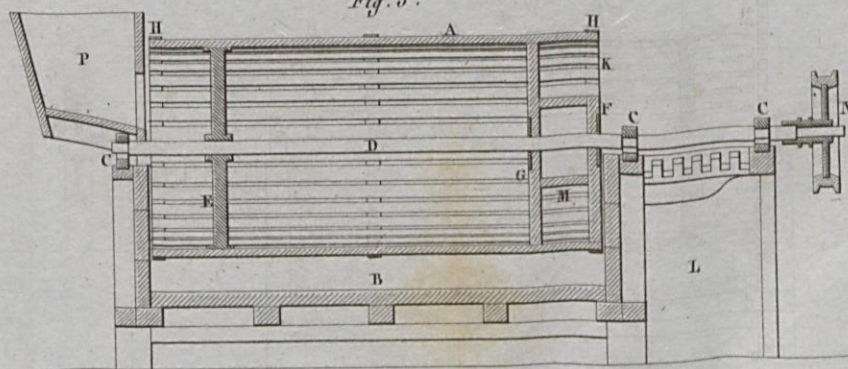
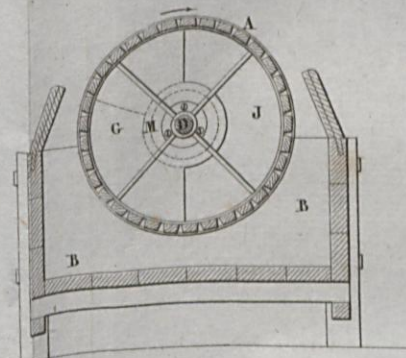
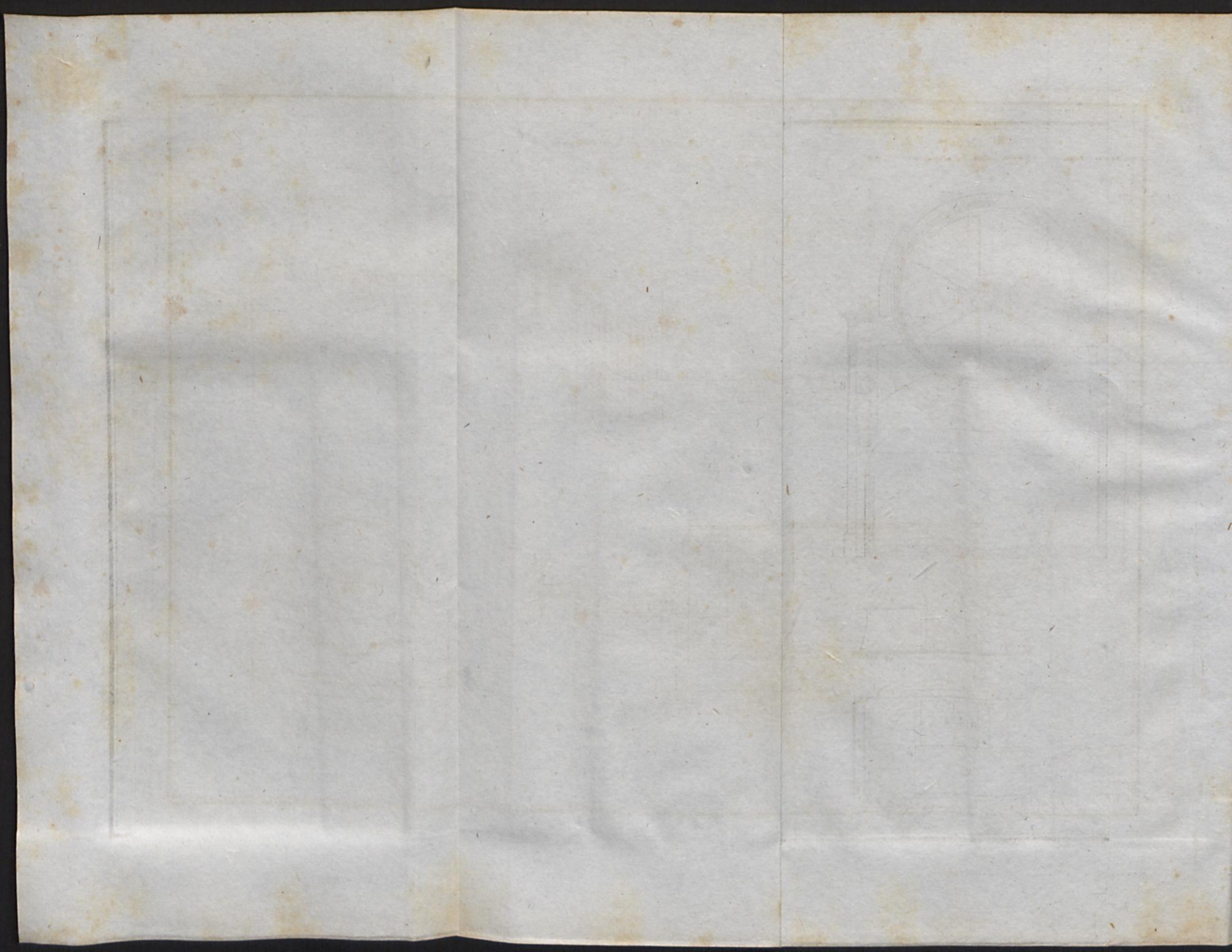


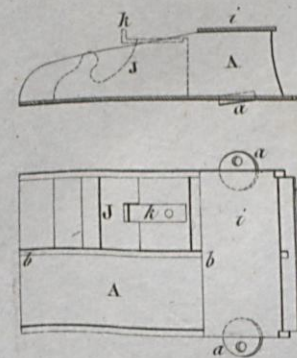
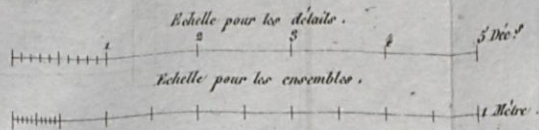
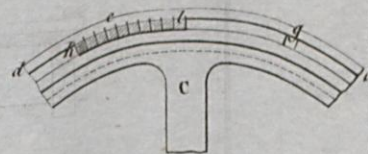
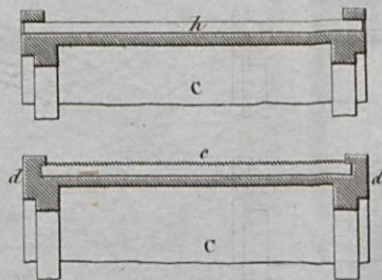
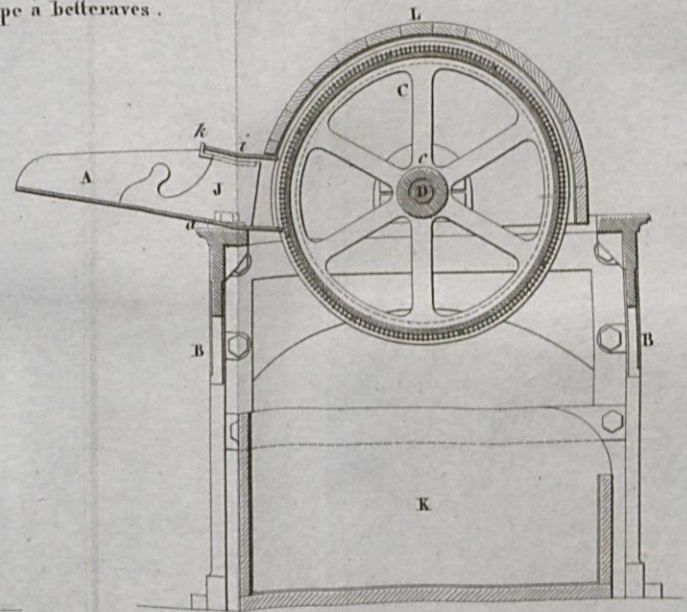
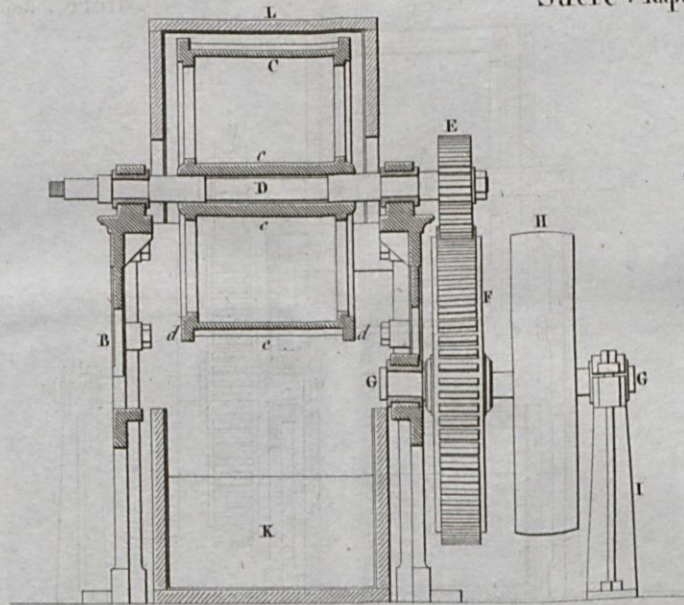
Fig. 4.

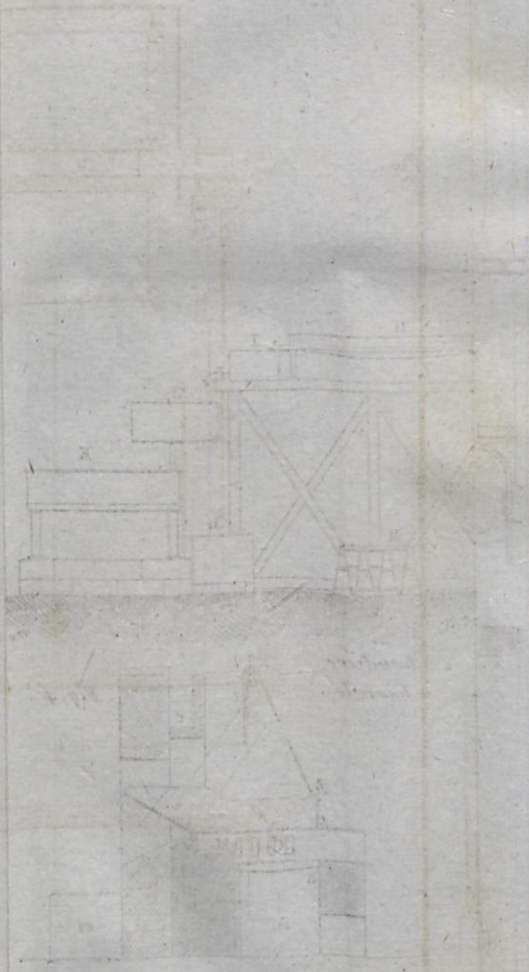


3 Mètres .

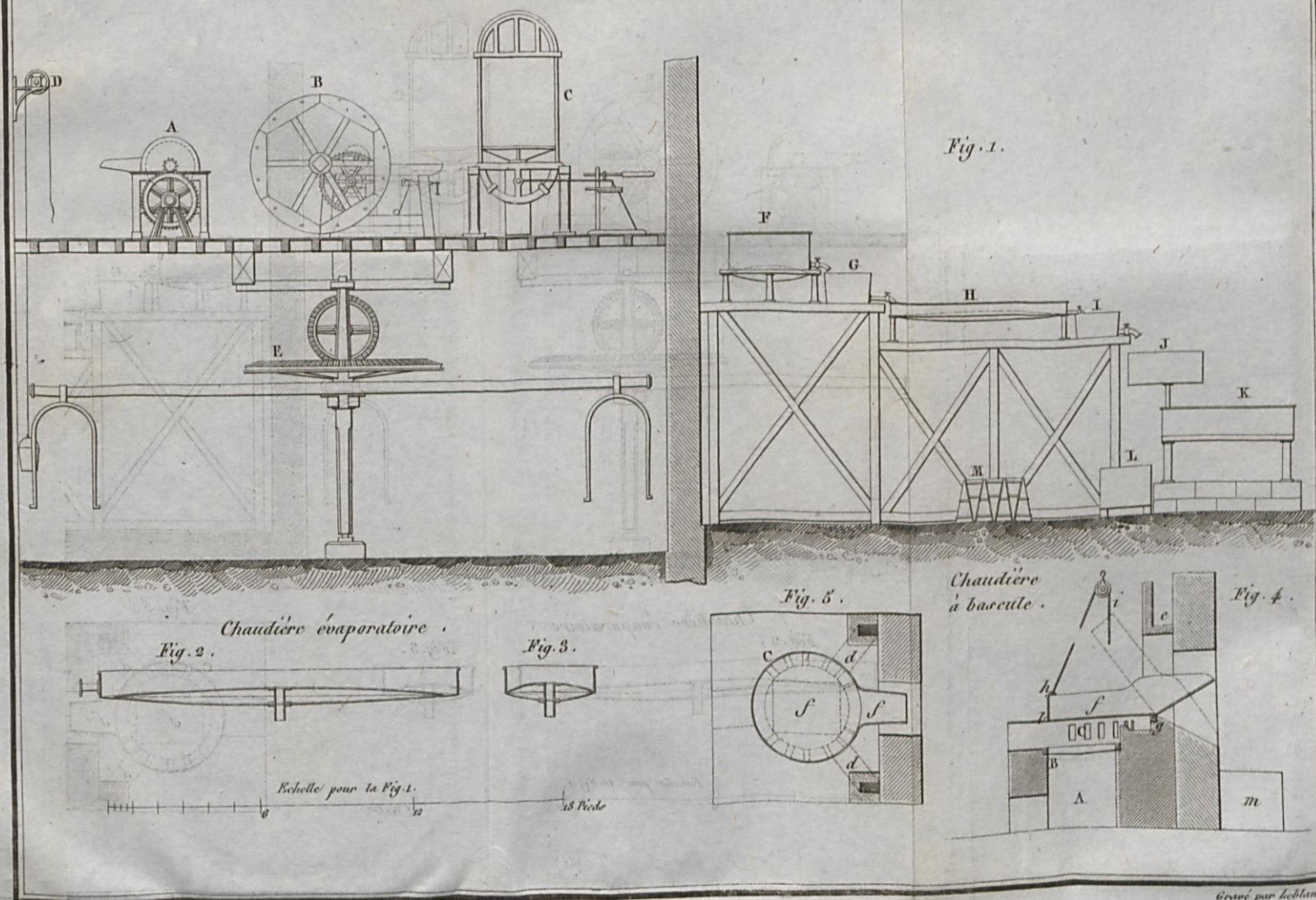


Sucre . Râpe à betteraves .



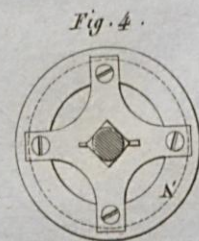
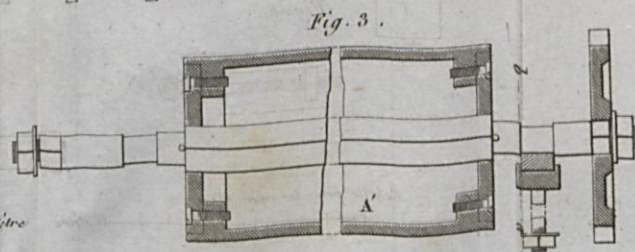
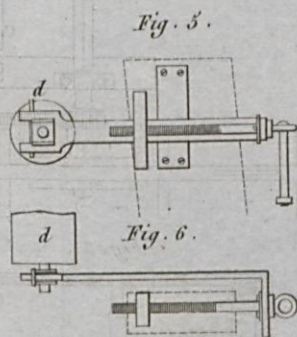
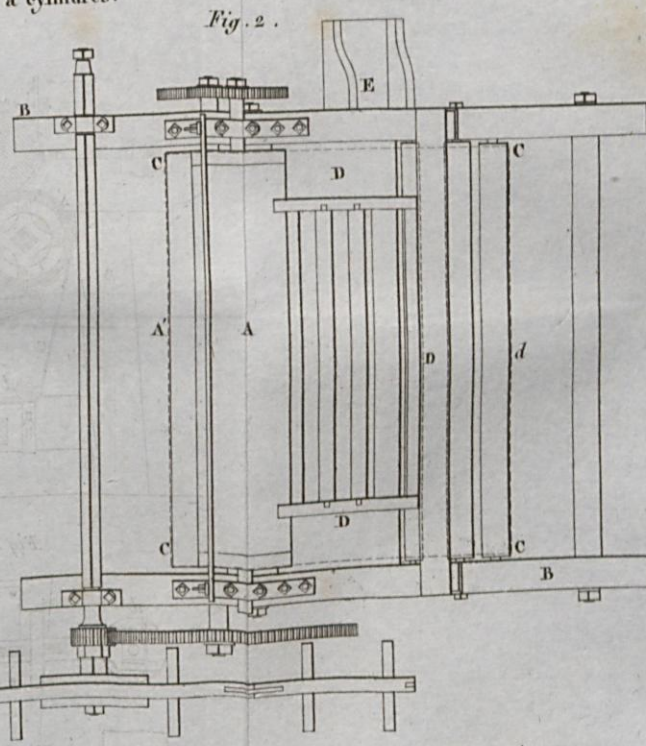
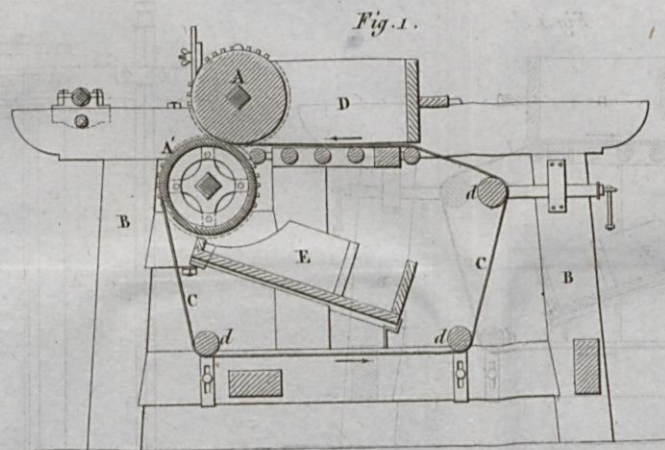


Sucre . Atelier de fabrication .

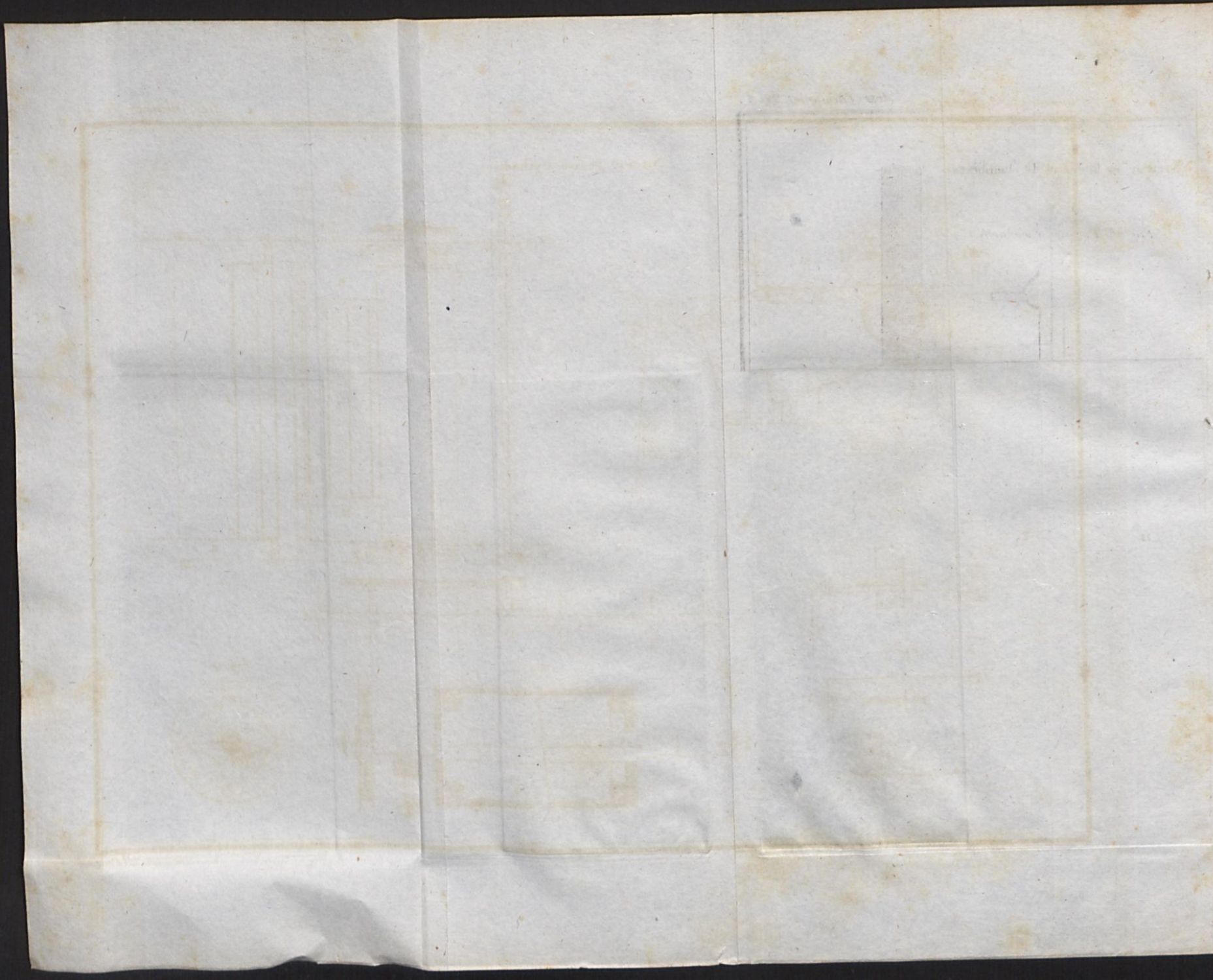




Sucre . Presse à cylindres.



Échelle pour les ensembles. 1 Mètre



Sucre. Système de filtres et de chaudières.

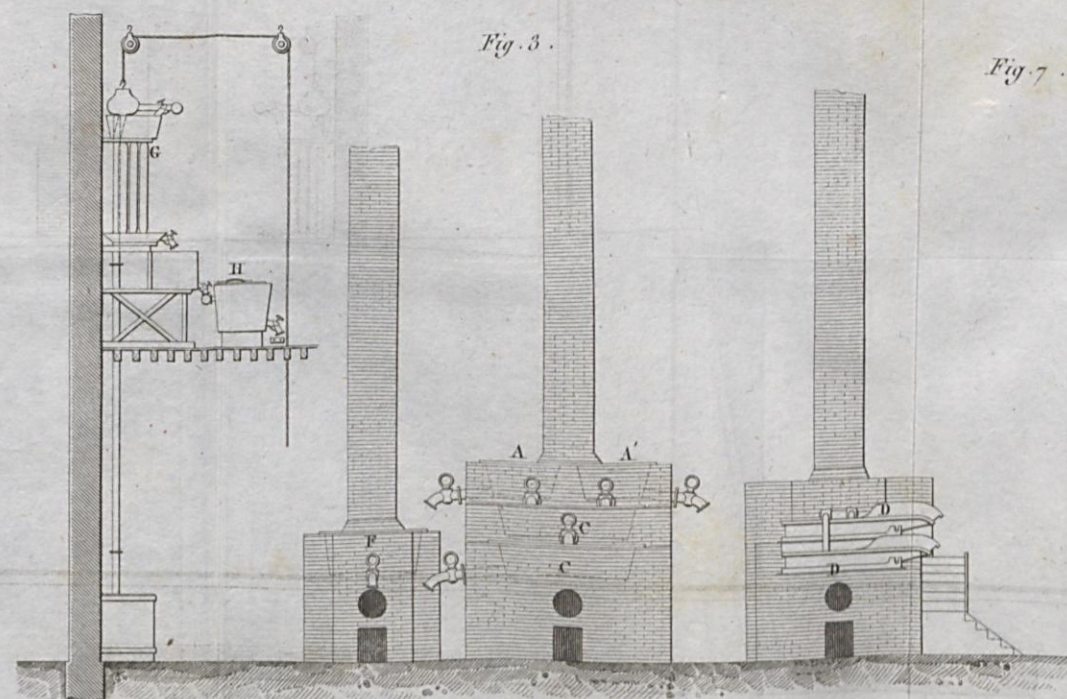
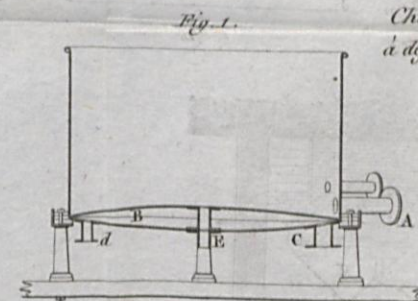
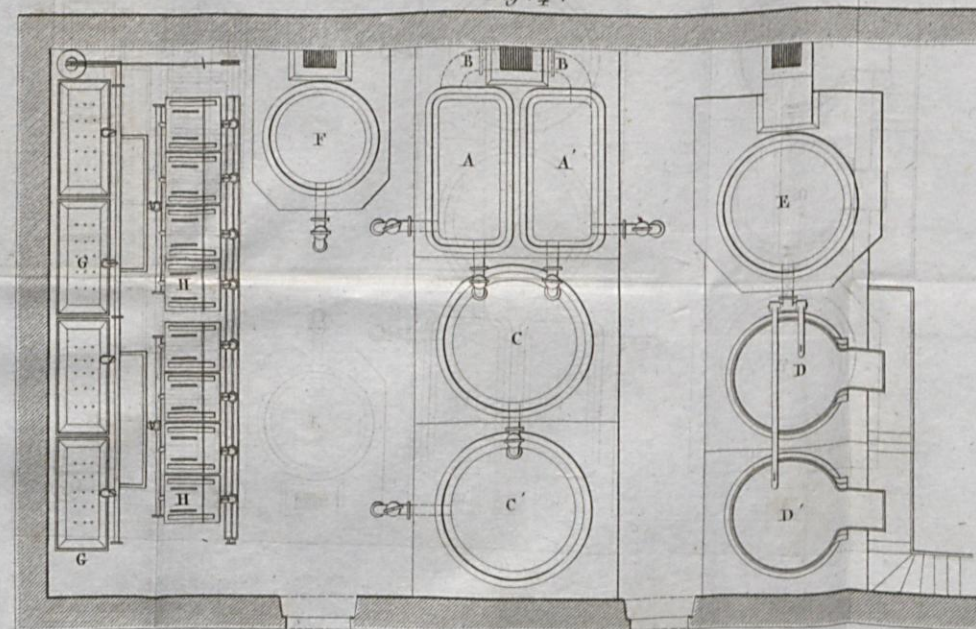
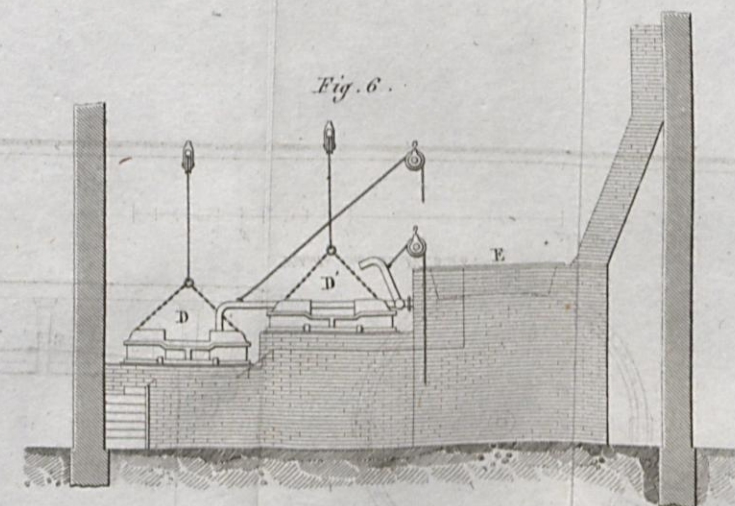
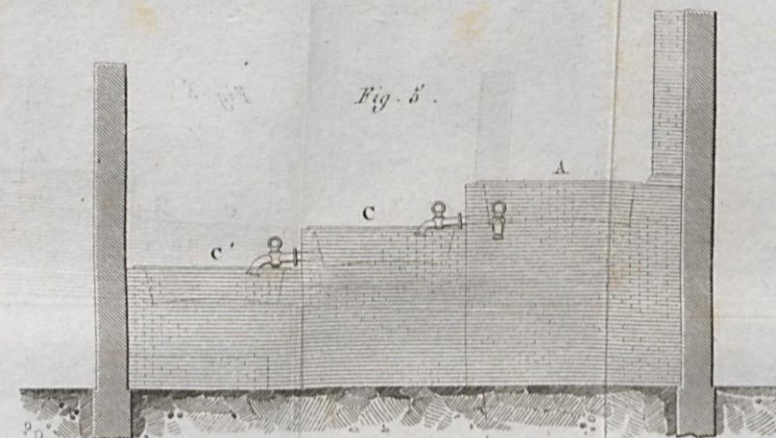
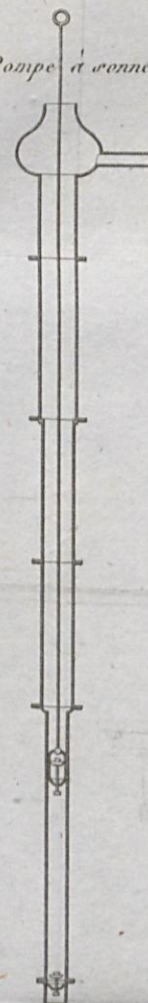
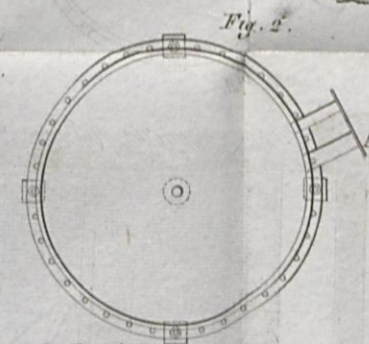


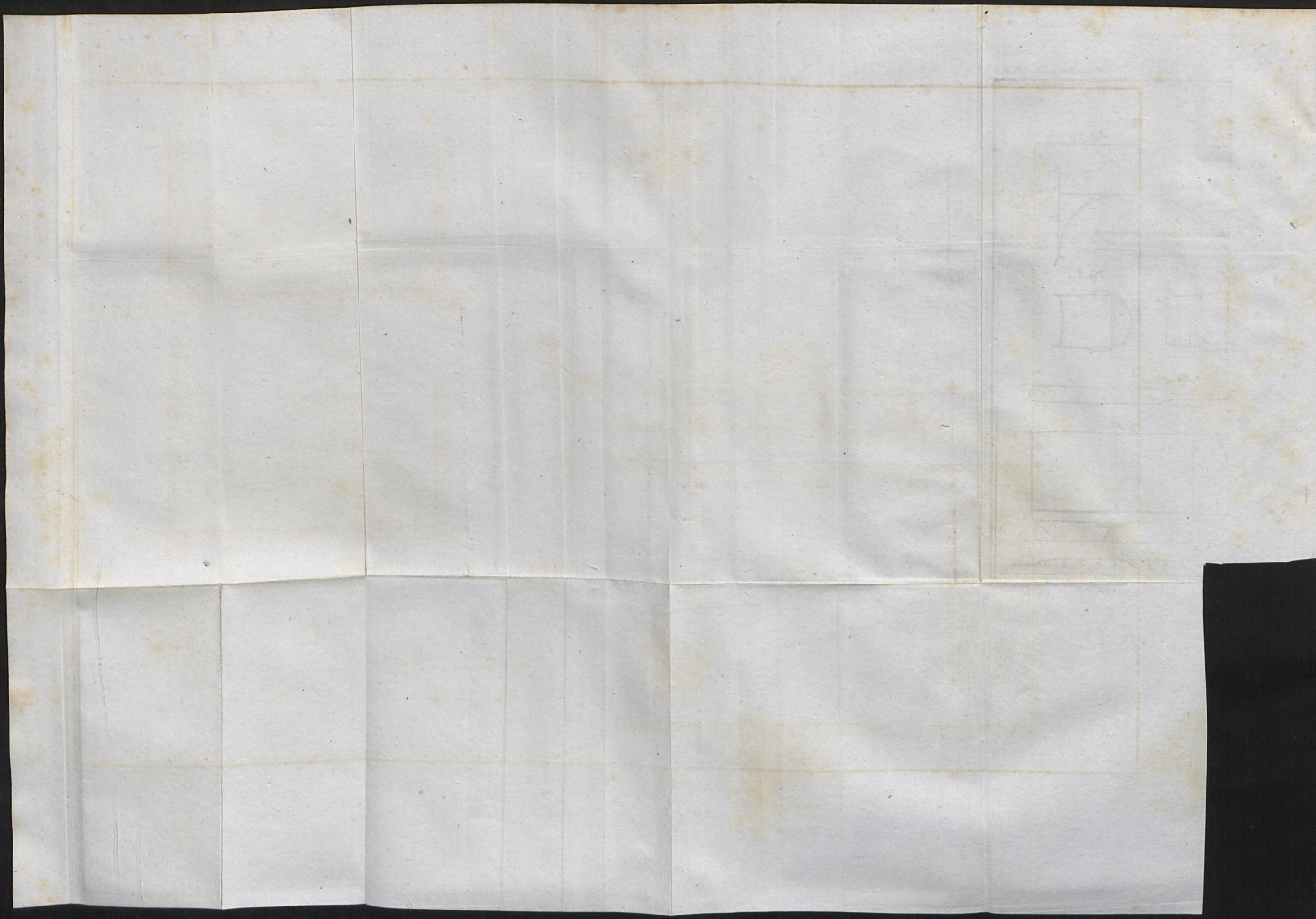
Fig. 7. Pompe à sonnette.



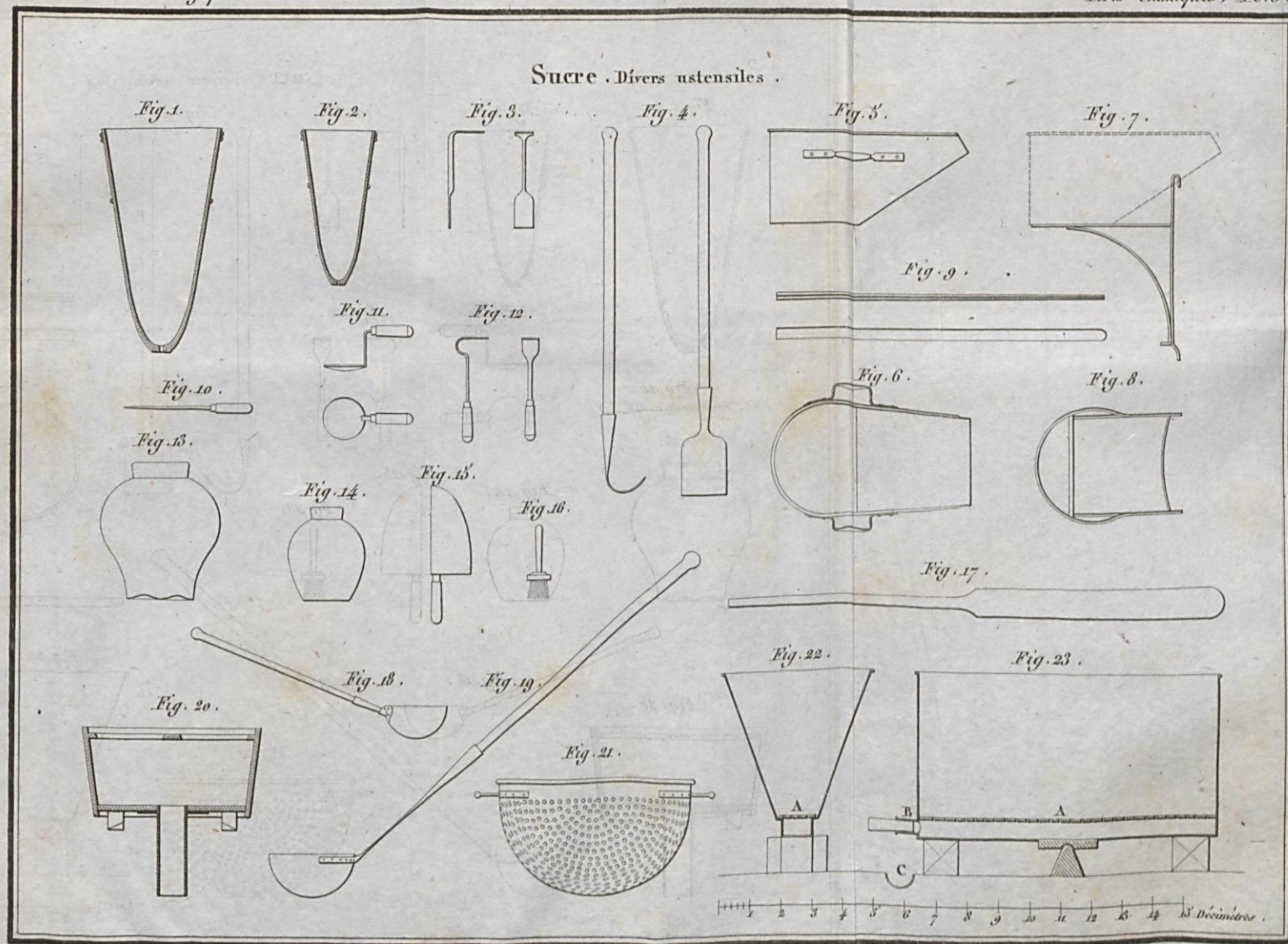
Chaudière à déféquer.

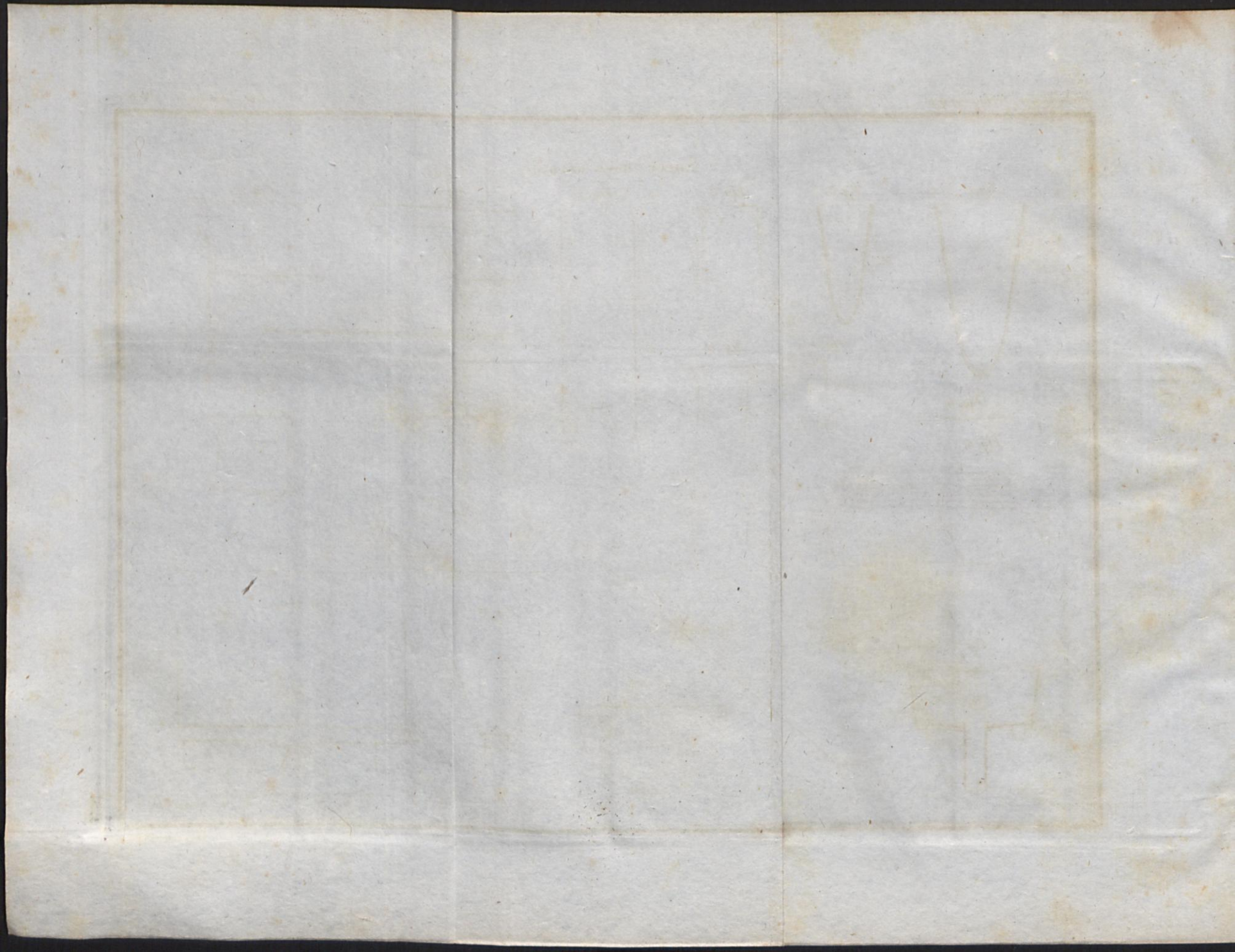


Echelle pour les Fig. 3 à 6.
5 10 20 Toises.



Sucre. Divers ustensiles.





Sucre . Appareil à cuire les Sirops.

Fig. 1.

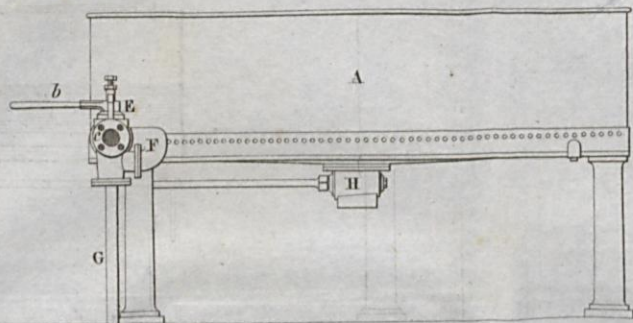


Fig. 2.

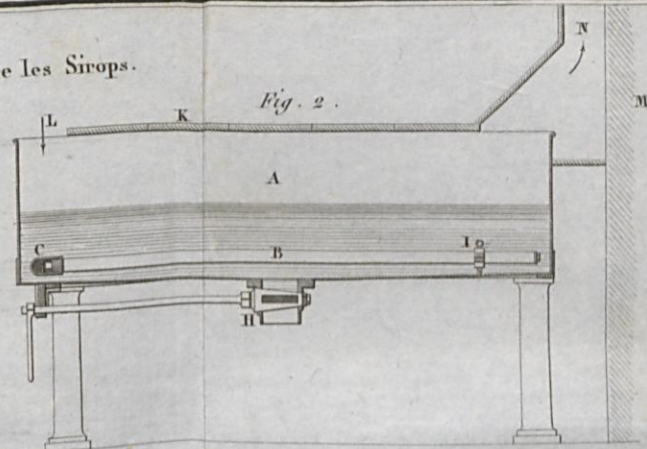


Fig. 4.

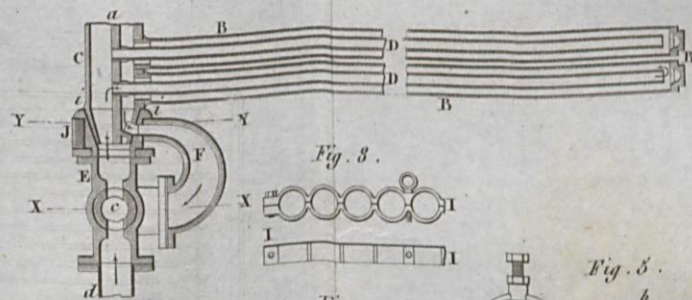
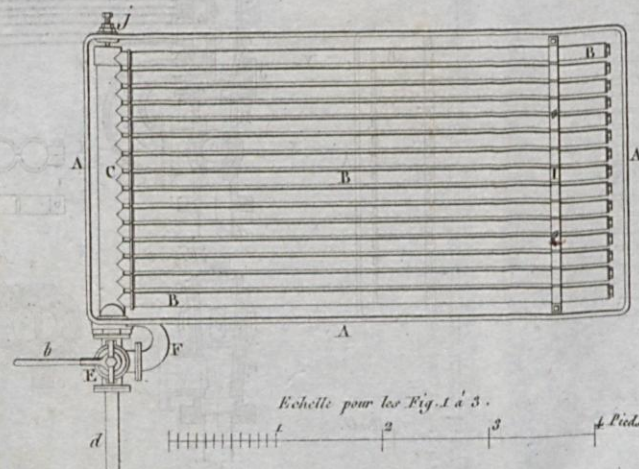


Fig. 3.



Echelle pour les Fig. 1 à 3.

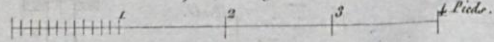


Fig. 5.

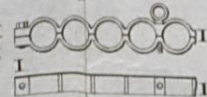


Fig. 6.

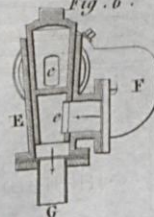
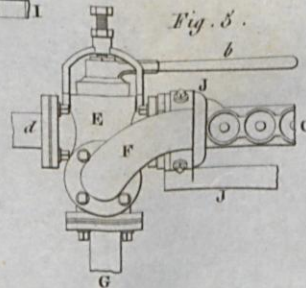
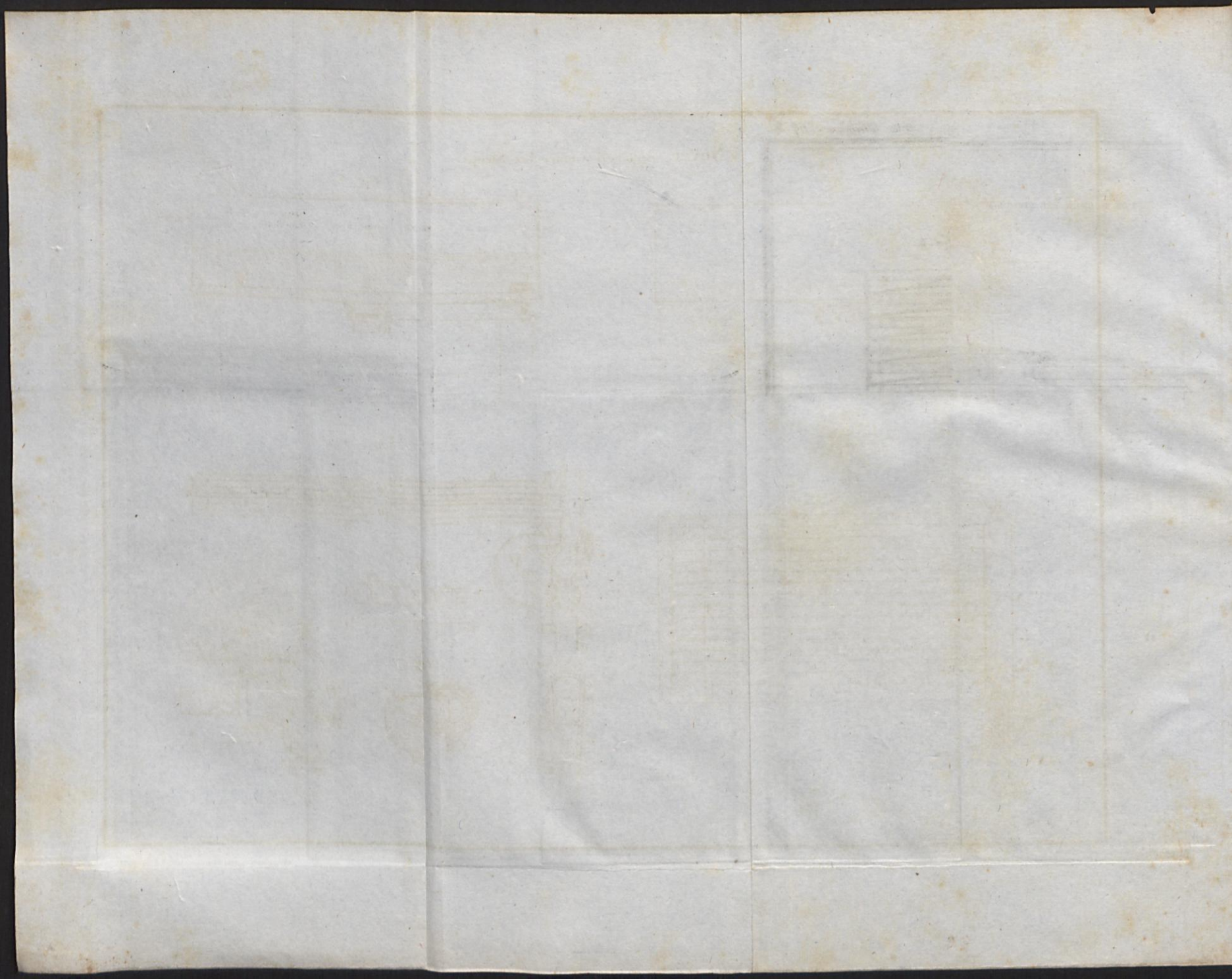


Fig. 7.

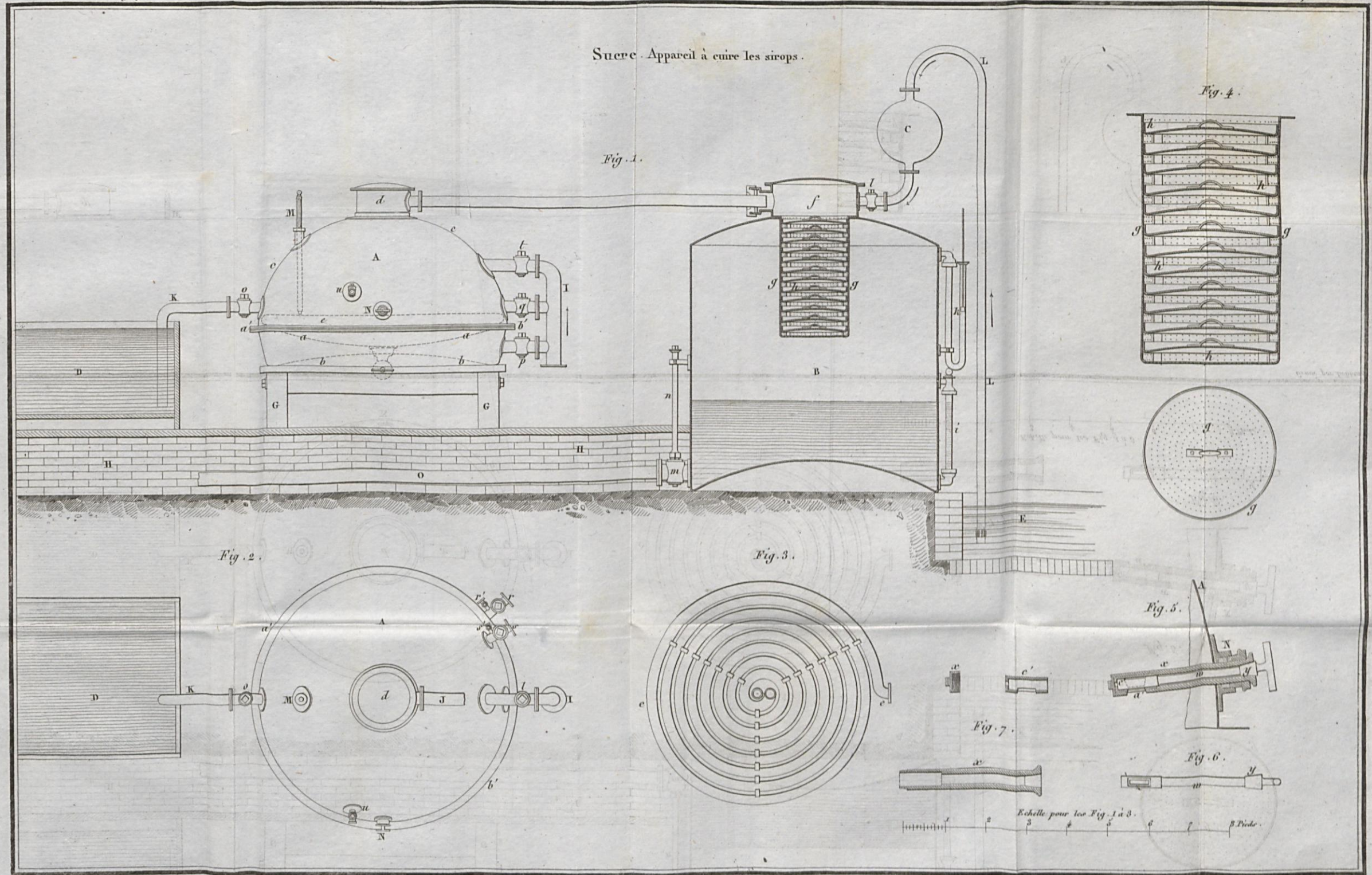


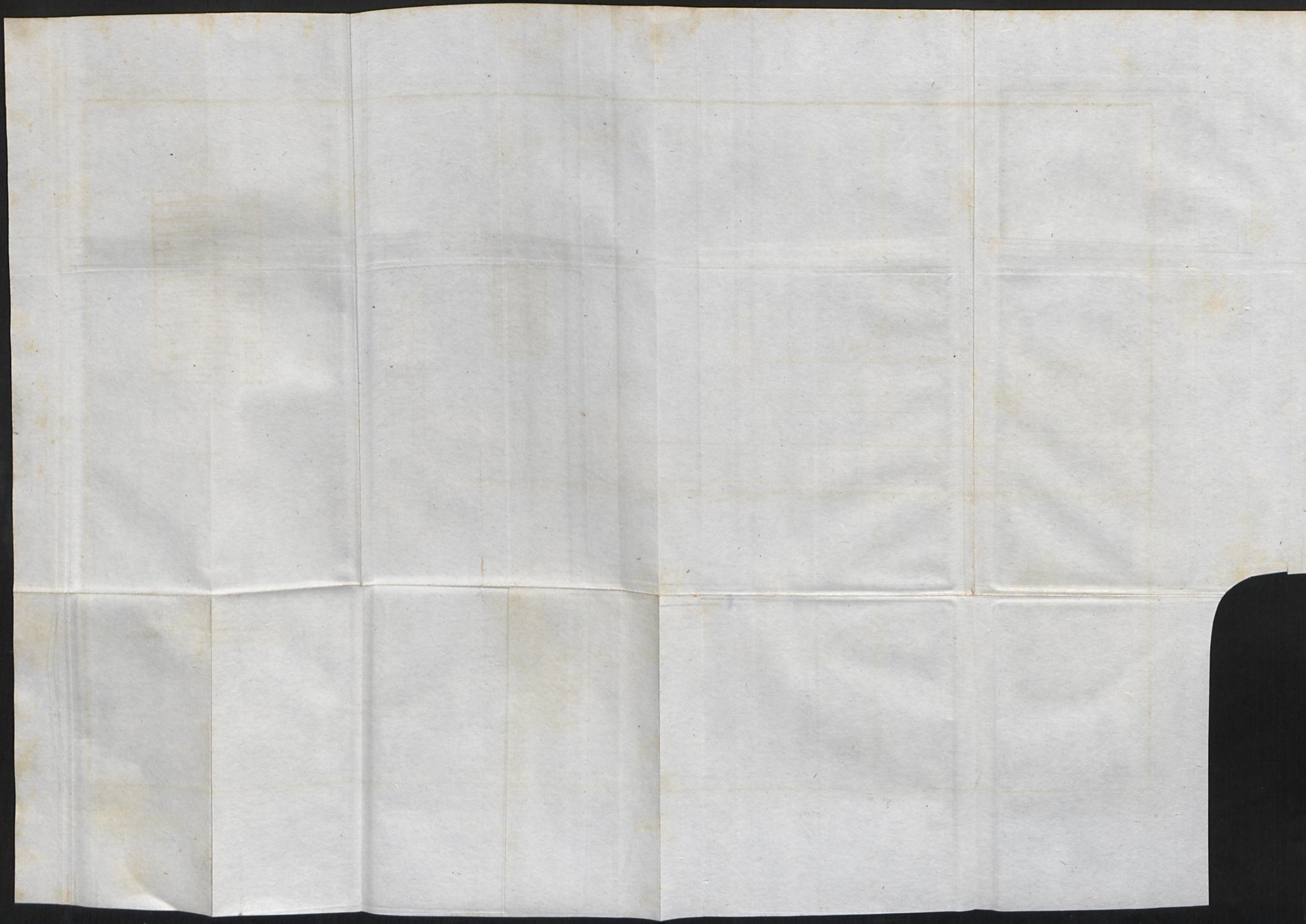
Fig. 8.





Sucre. Appareil à cuire les sirops.





Sucre - Moulins ou Pressoirs des cannes à sucre.

Fig. 1.

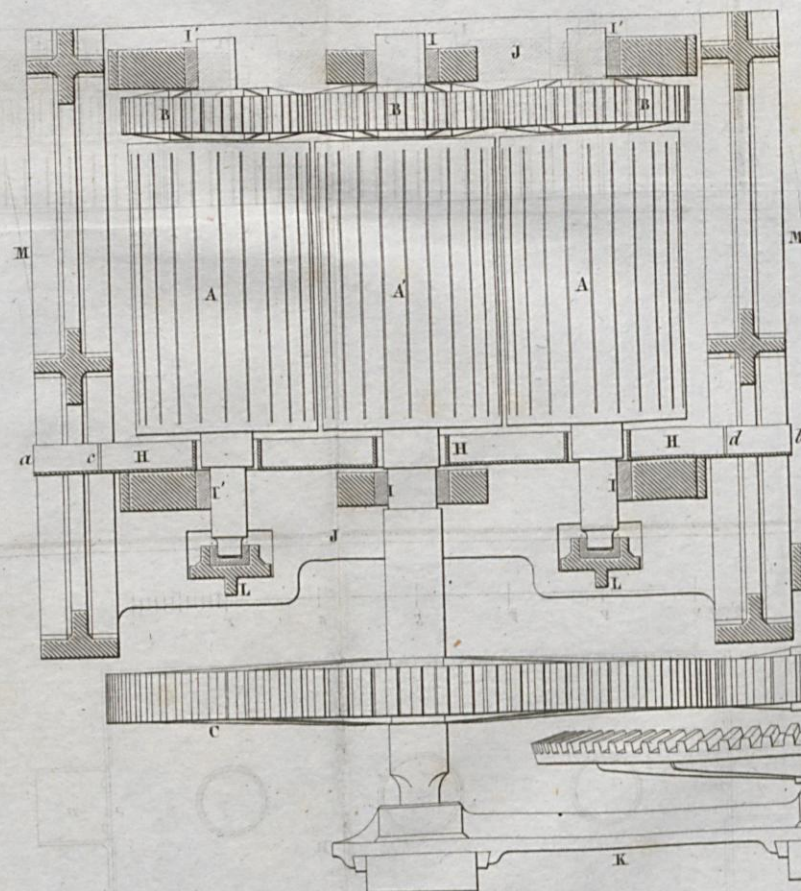


Fig. 2.

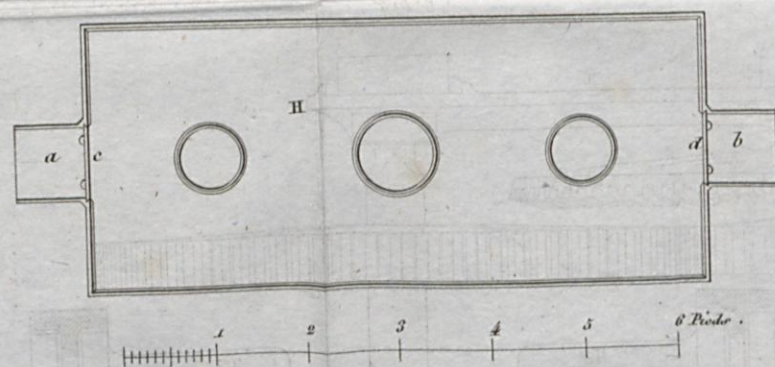


Fig. 3.

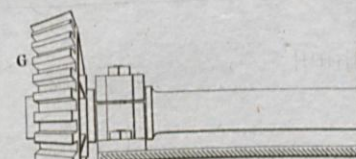
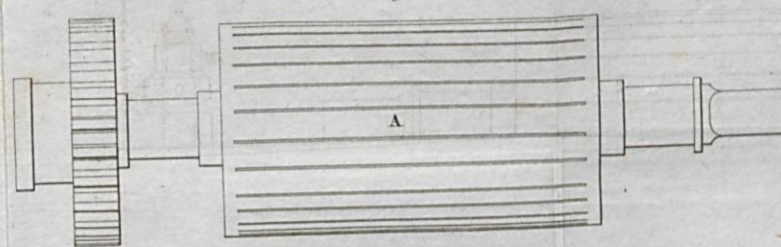


Fig. 6.

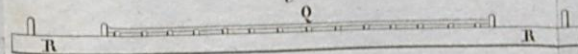


Fig. 7.

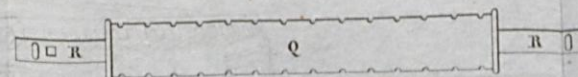


Fig. 3.

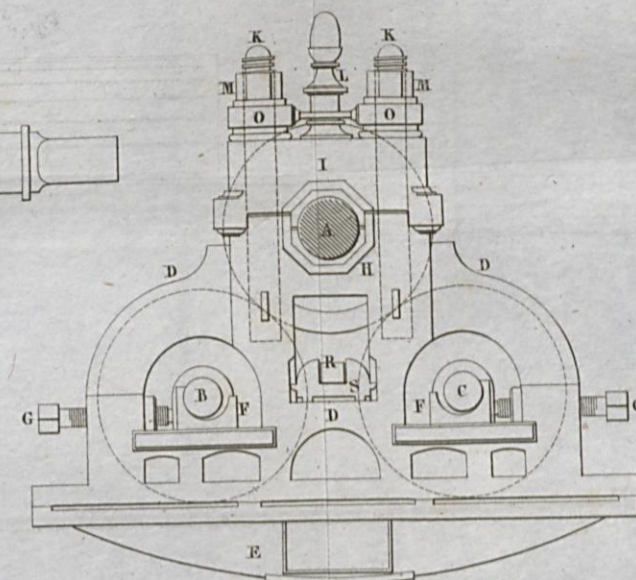
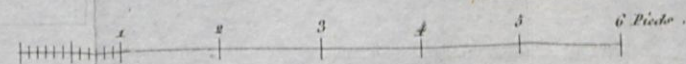
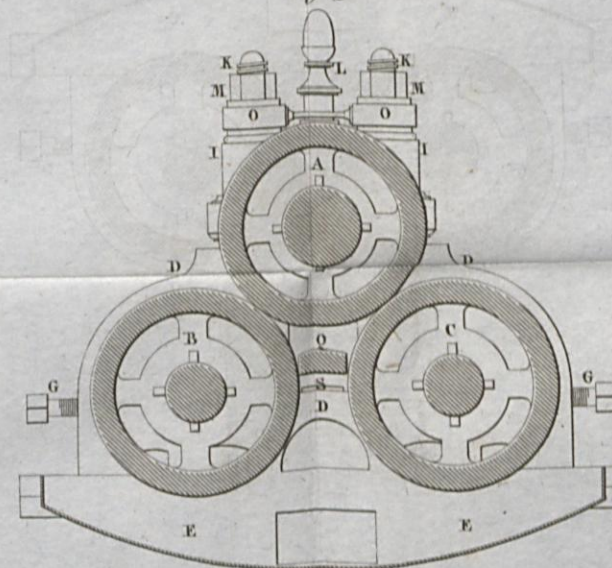
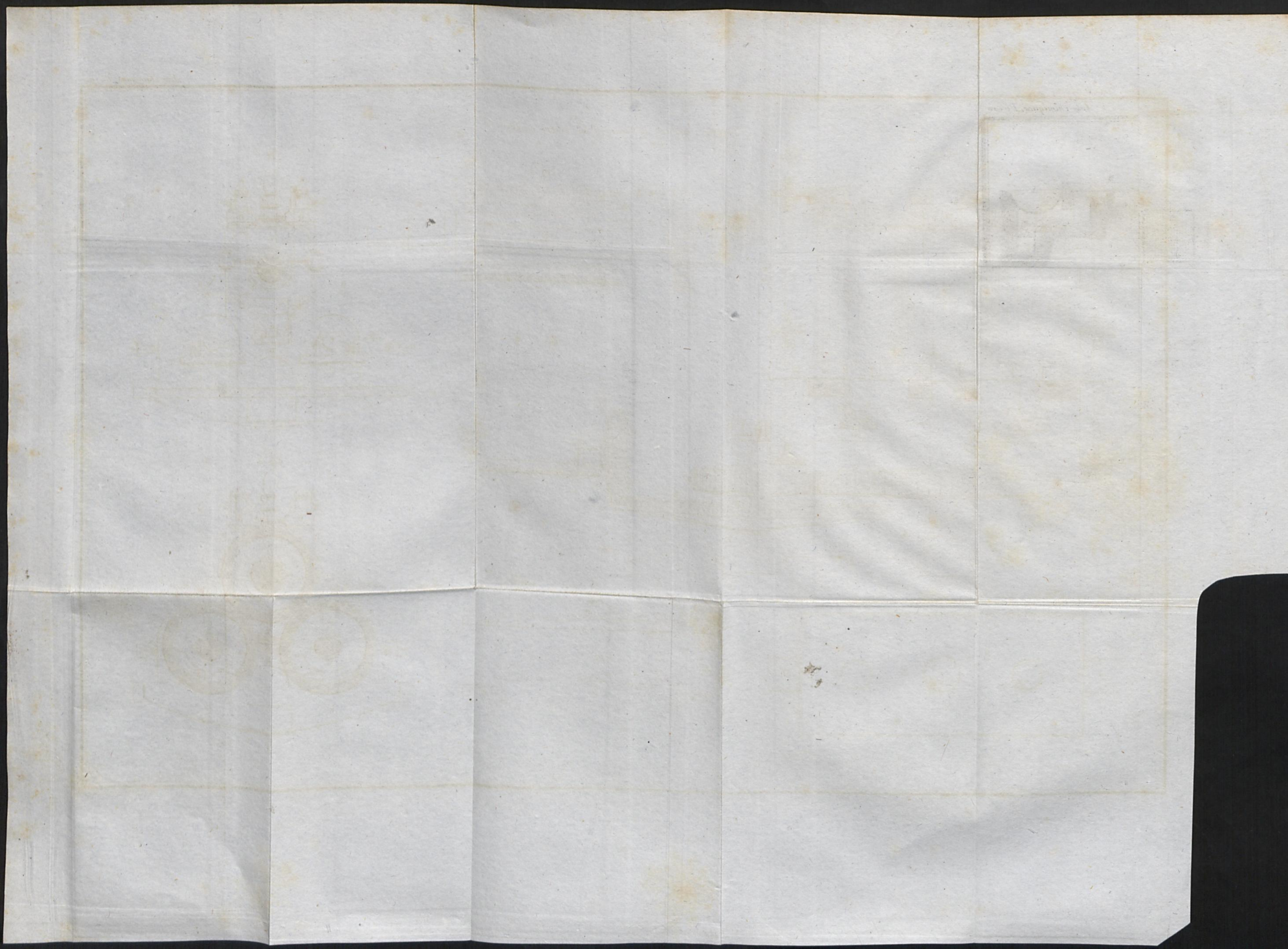
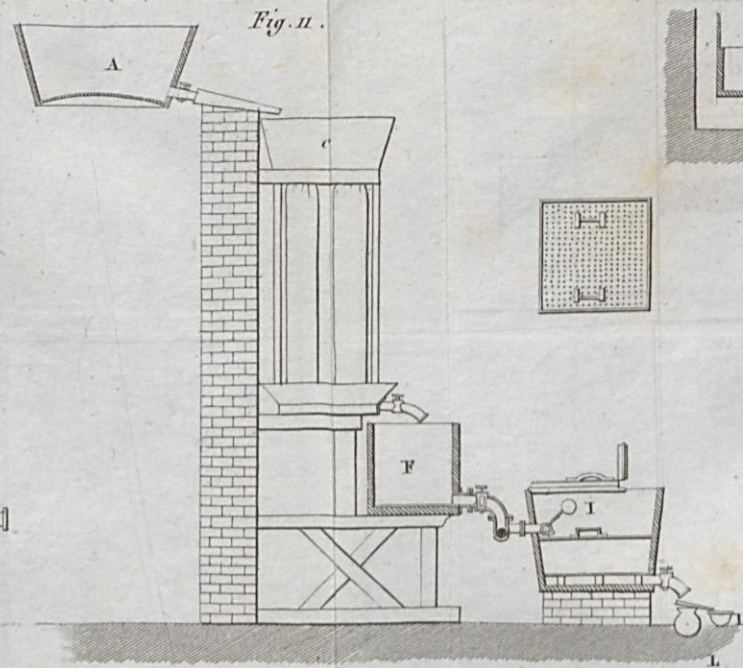
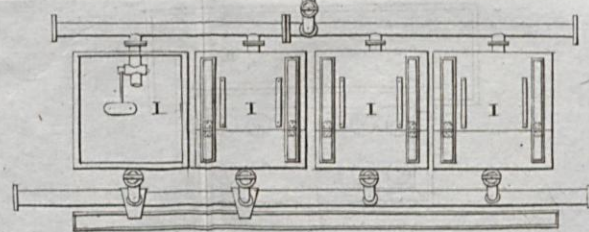
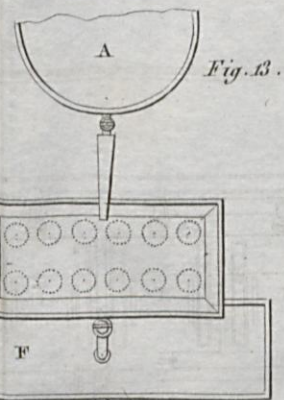
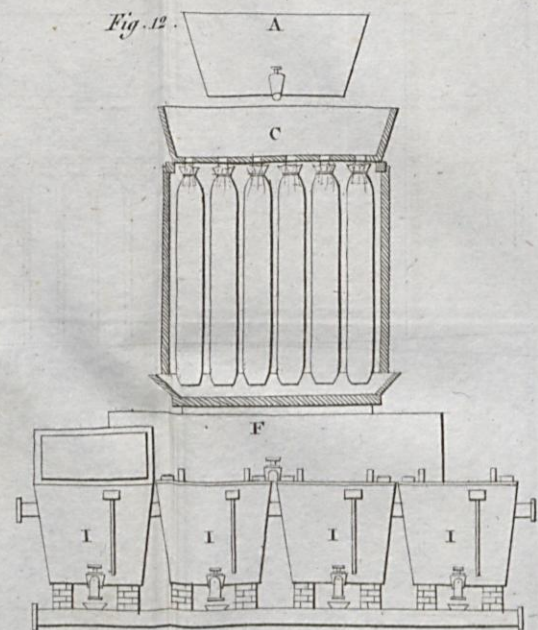


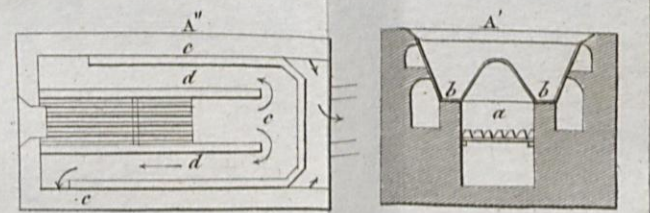
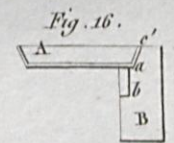
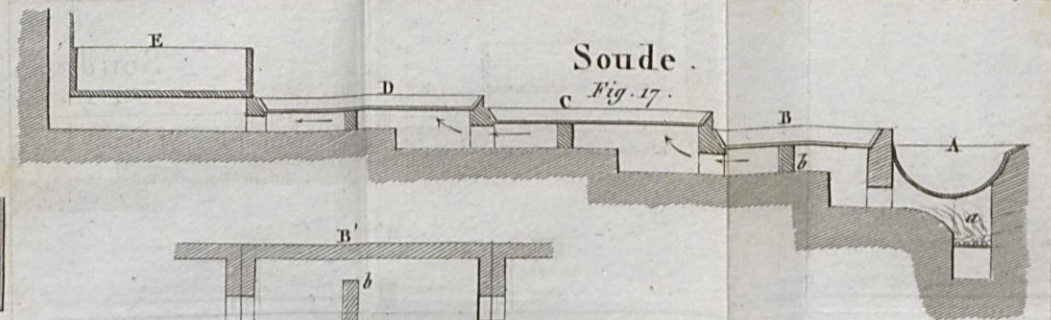
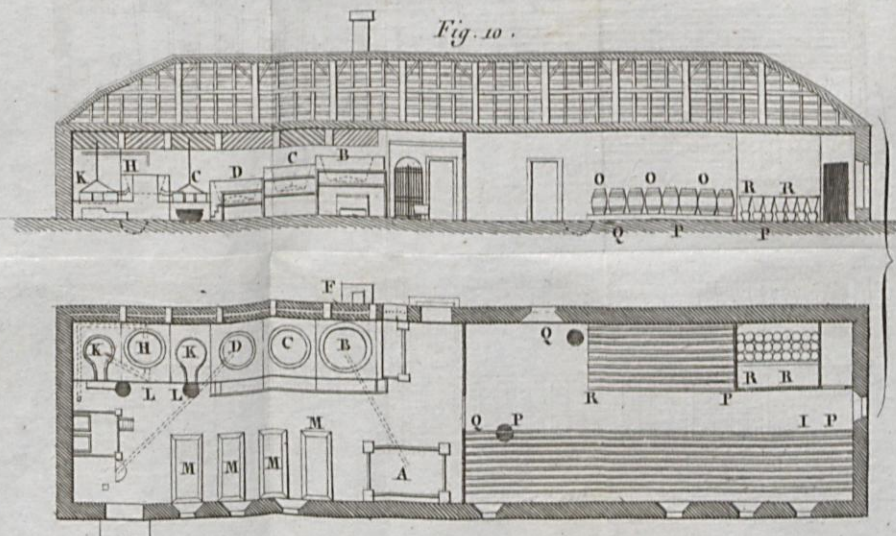
Fig. 4.







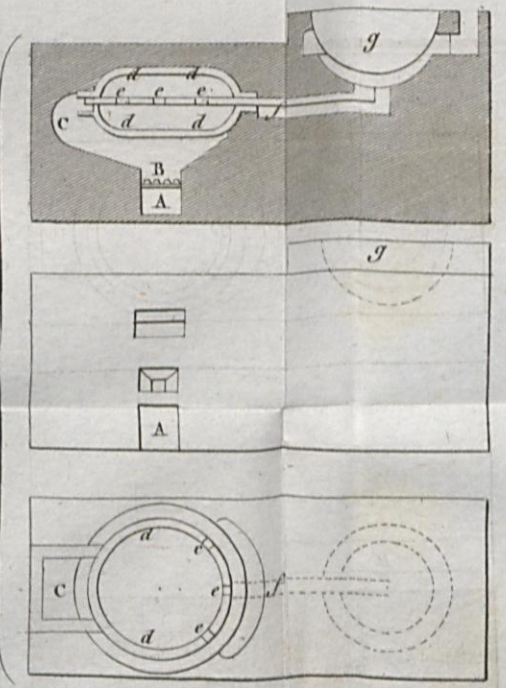
Sucre.

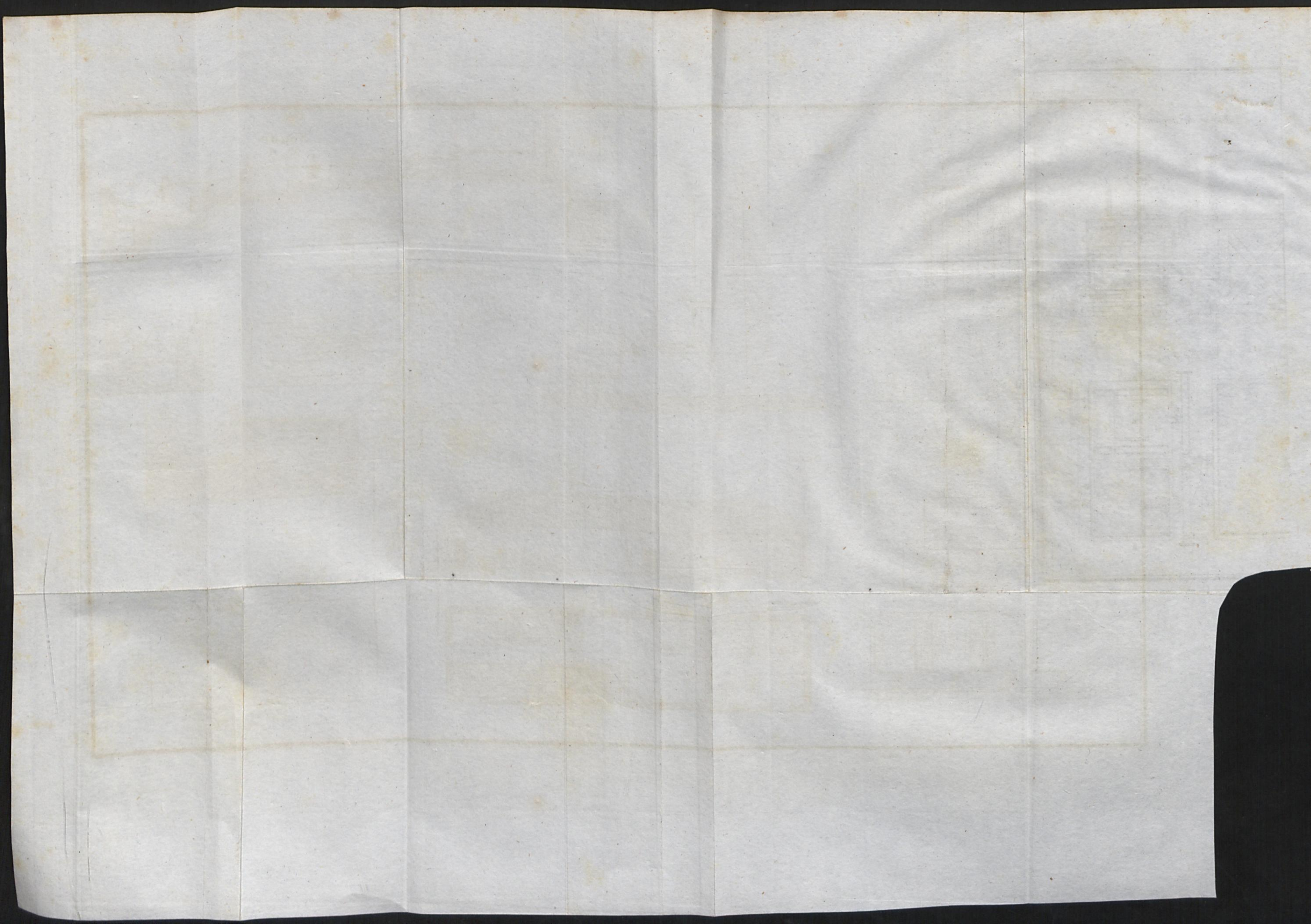


Four à réverbère.

Fig. 14.

Soude.





Sucre .

Filtres de Taylor .

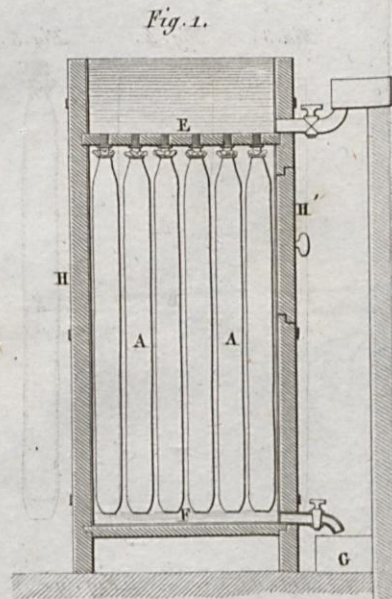


Fig. 3.

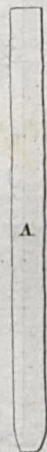


Fig. 4.

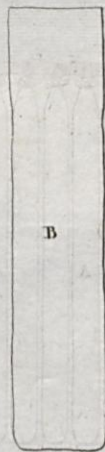


Fig. 5.

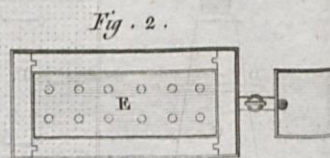
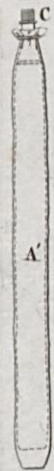


Fig. 6.

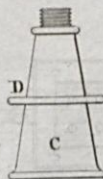
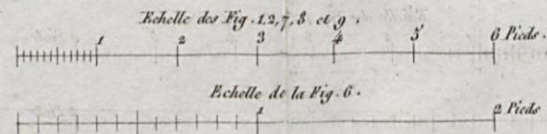
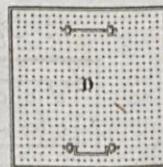


Fig. 9.



Filtres de Dumont .

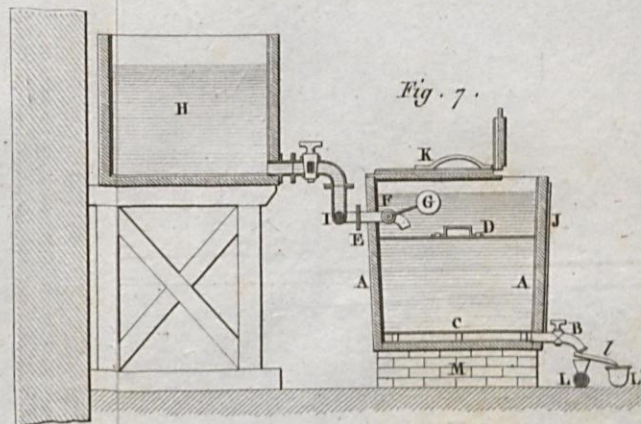
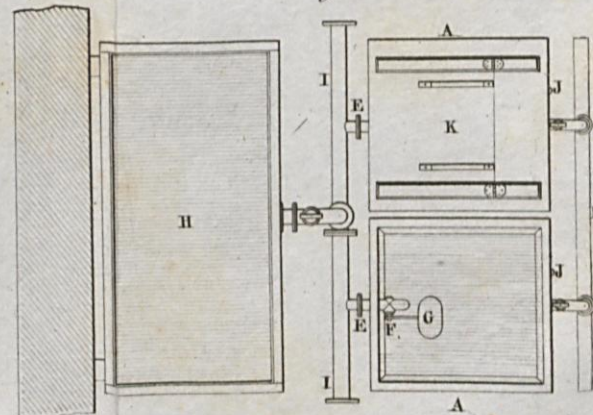
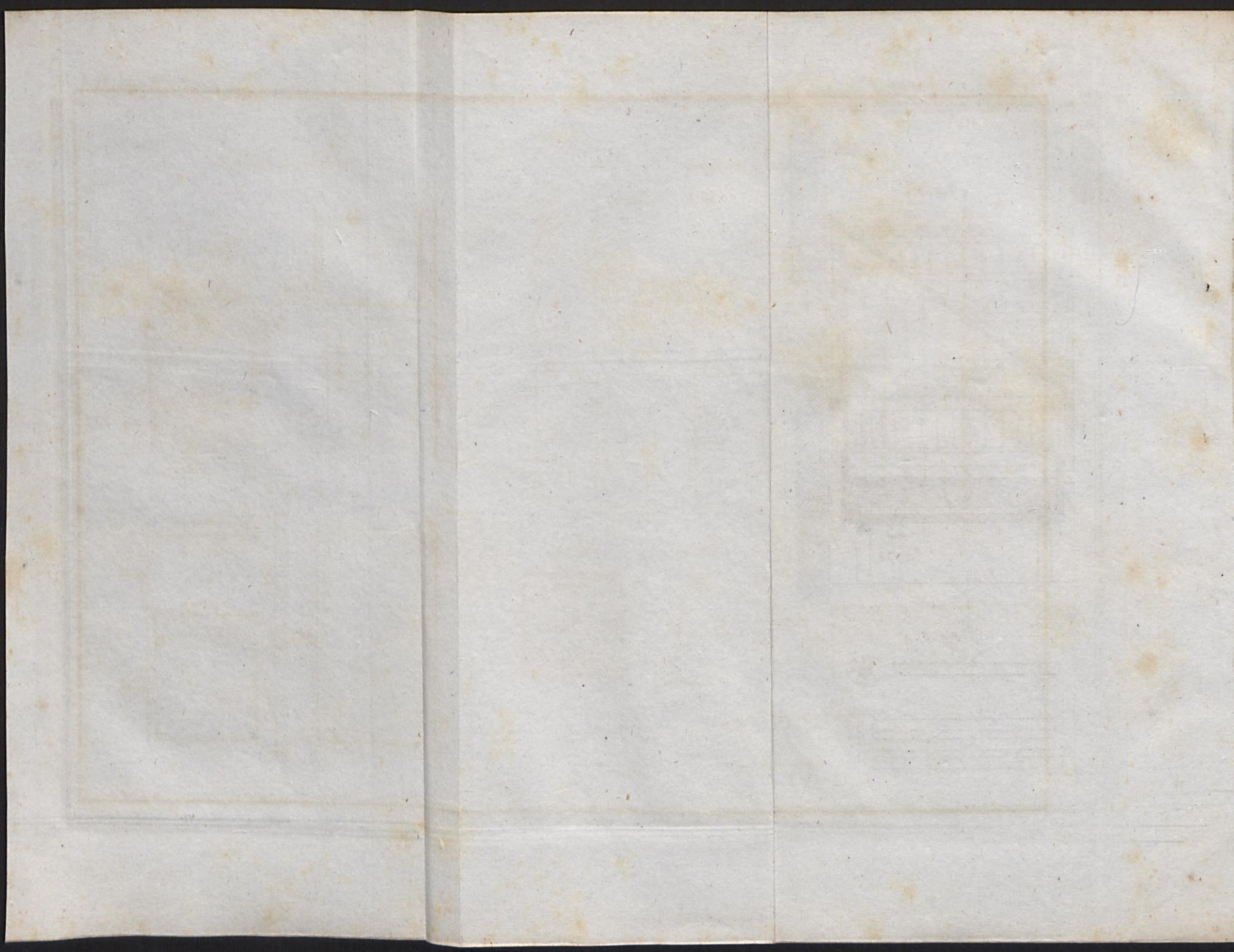
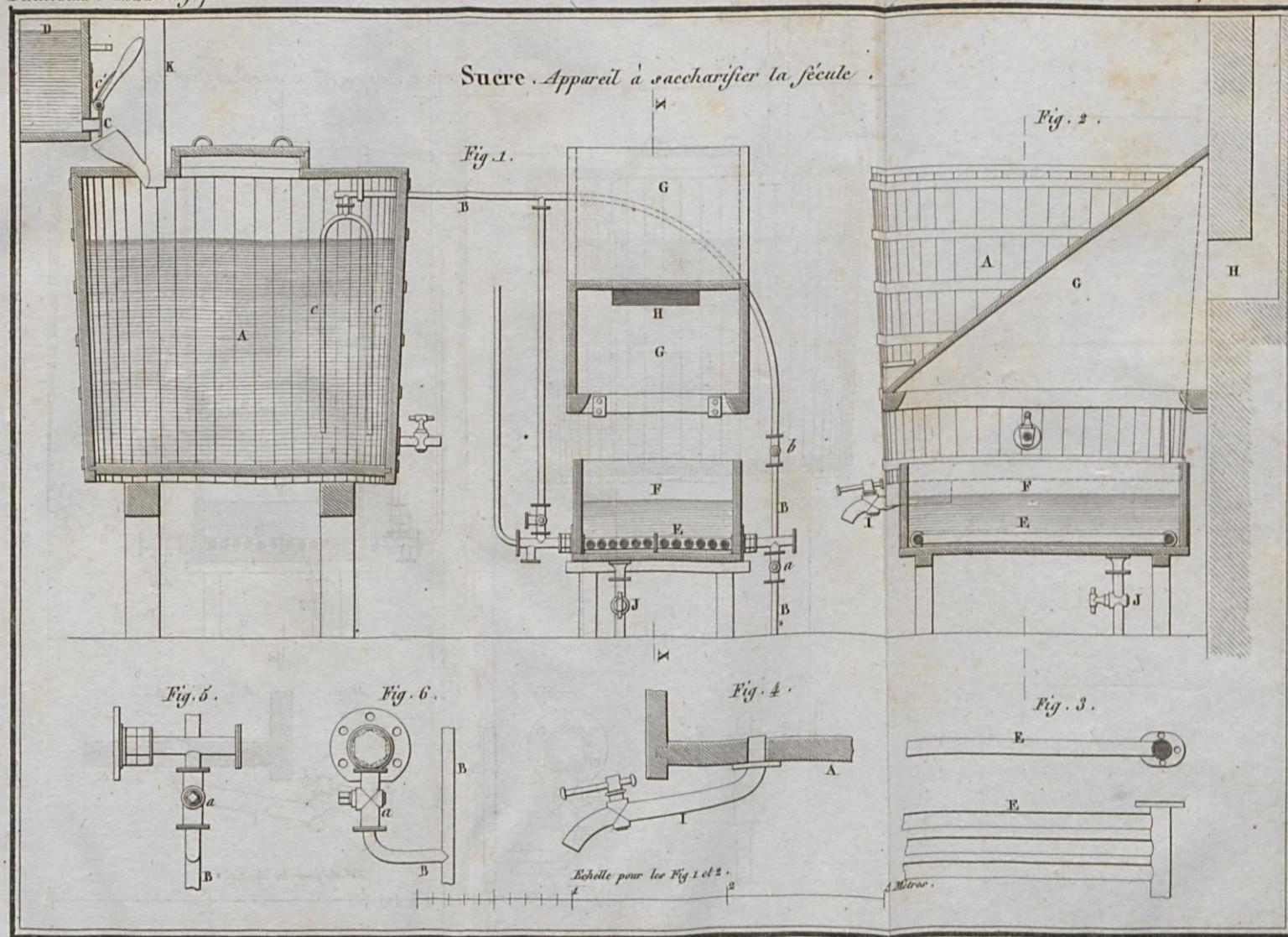


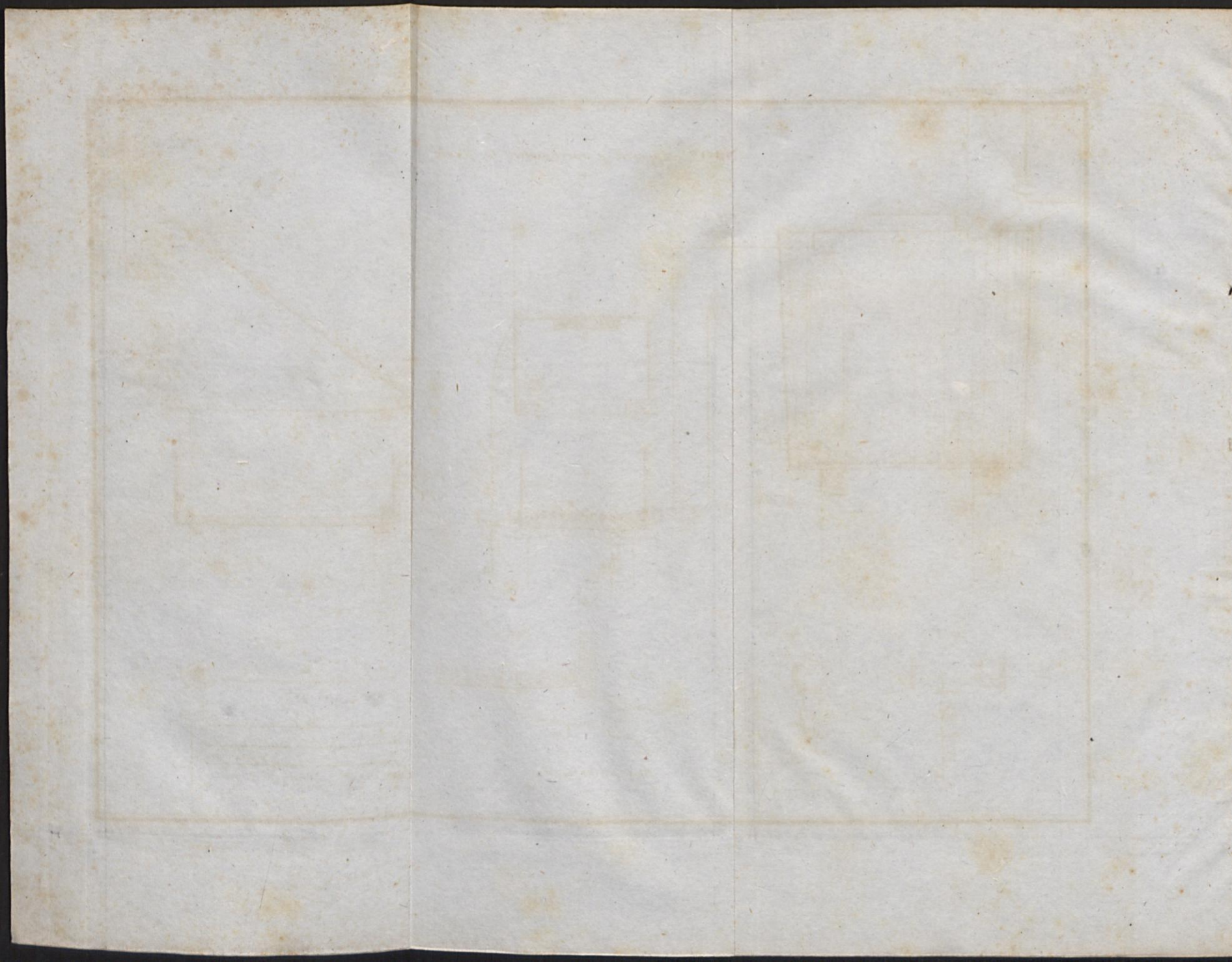
Fig. 8.

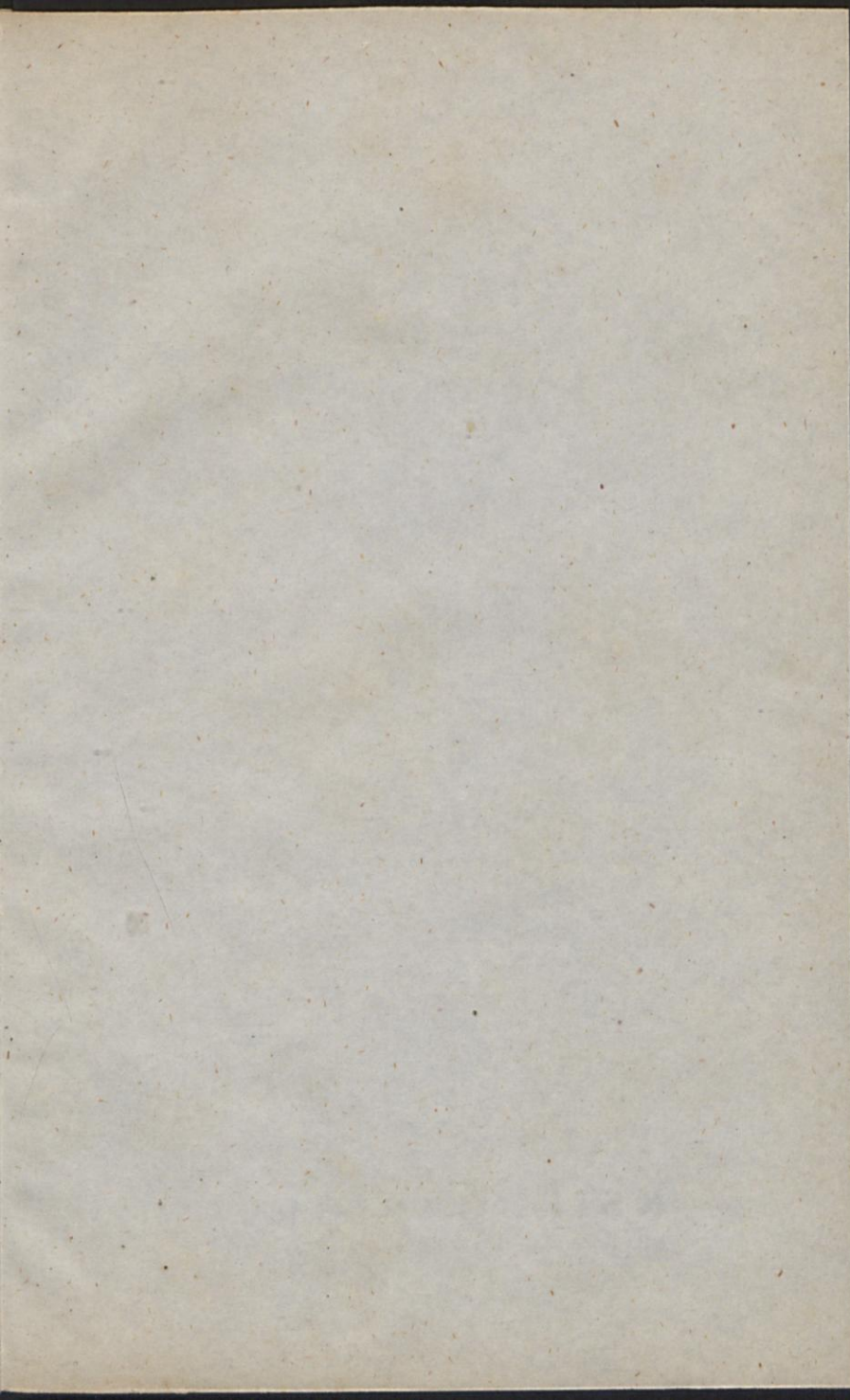




Sucre. Appareil à saccharifier la sève.



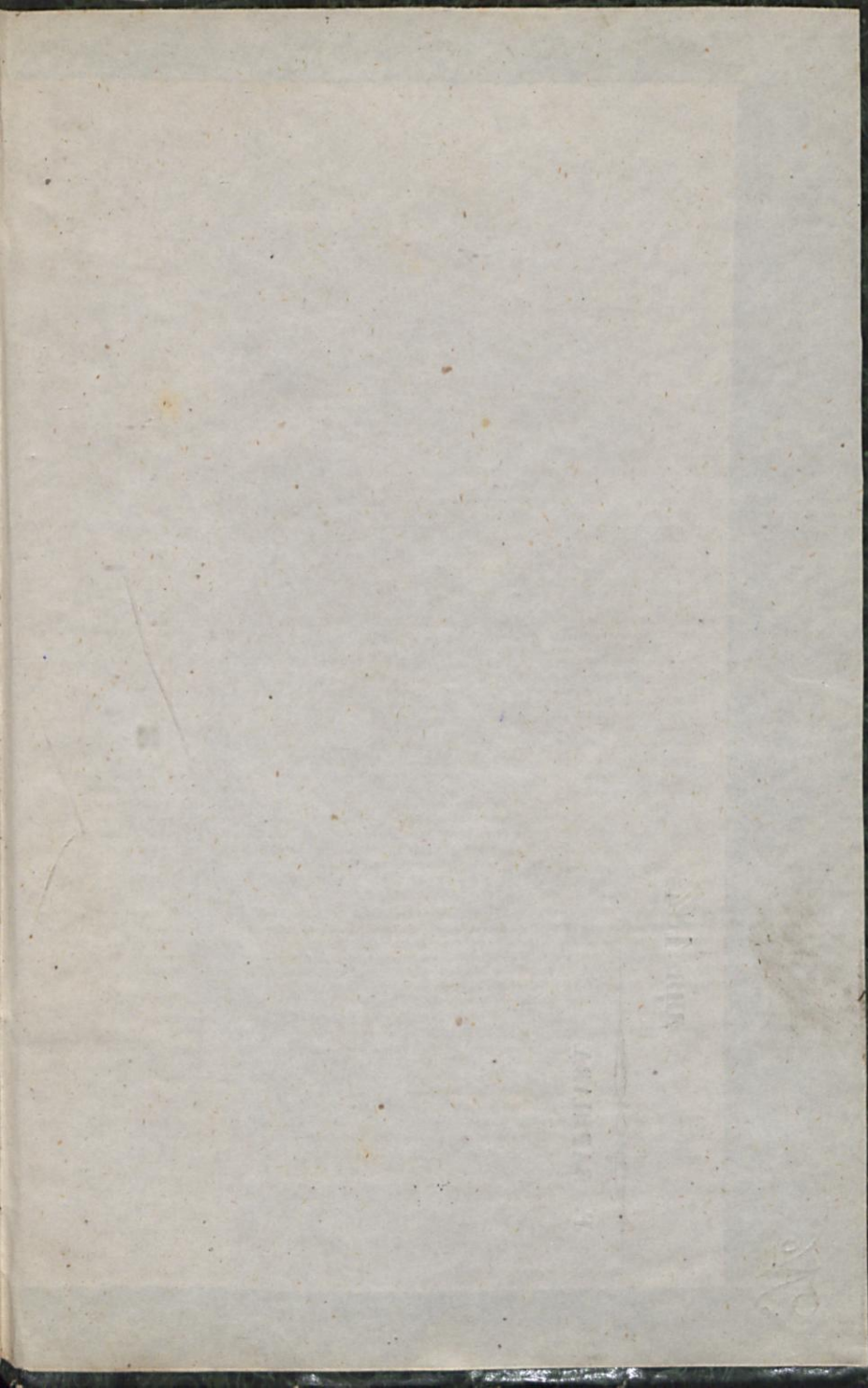




KSIEGOZBIÓR
MARCJA ZIMOWIEGO

4951

-KZ



Biblioteka im. Hieronima
Łopacińskiego w Lublinie

I 201836