

DEUXIÈME PARTIE.

CHAPITRE VIII.

*Description de la partie technique de la fabrication
du sucre de Betteraves.*

LE travail pour retirer le sucre des betteraves demande plusieurs opérations, qui se succèdent dans l'ordre suivant :

- 1°. Le nétoisement des betteraves ;
- 2°. La trituration ;
- 3°. La pression pour en extraire le jus ;
- 4°. La clarification du jus ;
- 5°. L'évaporation de ce jus clarifié pour en faire du sirop de sucre ;
- 6°. L'opération pour convertir le sirop de sucre en sucre brut.

Chacune de ces opérations sera décrite par sections séparées, et les machines et ustensiles seront expliqués par le moyen des gravures.

PREMIÈRE SECTION.

Du nétoisement des Betteraves.

Il y a toujours de la terre, du sable, etc. qui s'attachent aux betteraves, et qu'il faut en ôter.

On a jugé inutile de donner l'explication détaillée de la machine dont M. Achard a fait choix pour nétoyer les betteraves. Il suffira de dire que cette

machine consiste en un cylindre creux et à jour, formé de morceaux de bois placés à une distance égale les uns des autres, de manière à ne pouvoir laisser passer une betterave. Pour la commodité du service, on a ménagé dans ces cylindres une porte à charnière qui sert à les remplir de betteraves et à les en ôter lorsqu'elles sont nétoyées. Ce cylindre est traversé dans son centre par un axe fait d'un bois dur armé à ses deux extrémités de deux pivots de fer qui reposent sur une crapaudine, et où s'attachent des manivelles qui le mettent en mouvement dans une caisse de bois remplie d'eau : ces manivelles sont servies par deux ou quatre hommes. Le cylindre qui contient les betteraves est élevé ou abaissé à la surface de la caisse par un cabestan, et les betteraves nétoyées sont reçues dans un vase placé à proximité. Pour changer l'eau à volonté, on a ménagé dans la caisse de bois une porte à coulisse, qui ferme assez hermétiquement pour ne point laisser passer l'eau. Tout fabricant intelligent suppléera facilement aux détails qu'on a cru devoir supprimer. On indiquera plus bas les moyens de remplacer les hommes employés pour faire mouvoir ce cylindre par le rouage qui fait aller la machine à triturer.

DEUXIÈME SECTION.

De la trituration des Betteraves.

POUR extraire le jus des betteraves, il faut d'abord les triturer; M. Achard a employé à cet effet plusieurs machines, et celle dont on va donner la description mérite d'être préférée. Cette machine peut être divisée

en deux parties très-distinctes, le moteur proprement dit, et la machine à triturer. Nous croyons inutile d'entrer dans les détails qui concernent le moteur indiqué par M. Achard. Il nous suffira de dire que ce moteur consiste en un manège composé d'une grande roue mue par un ou plusieurs bœufs qui marchent dedans ; il communique le mouvement à toutes les pièces qui composent un manège ordinaire, et en dernier résultat, fait tourner au moyen d'une lanterne la machine à triturer. Au surplus, ce moteur peut être avantageusement remplacé, suivant les localités, soit par un moulin à eau ou à vent, soit par une pompe à feu, ou par toute autre espèce de machine.

La machine à triturer étant d'une toute autre importance, on a jugé convenable de la décrire en entier, telle qu'elle est dans l'ouvrage de M. Achard.

La *fig. 1*, *Planche Ire*, représente un plateau Pl. Ire.
 circulaire de fonte de fer d'un demi-pouce d'épais- Figure 1.
 seur, très-uni à sa partie supérieure représentée dans cette figure. Ce plateau est perforé par des ouvertures longues et étroites dont les directions sont obliques et inégales, de manière qu'alternativement il y en ait une longue et une courte, comme on le voit par la figure : leur largeur est d'un tiers de pouce ; on applique à la partie inférieure du plateau, au côté *a* de chacune de ces ouvertures, et dans toute leur longueur, une bande ou tringle de fer d'un pouce d'épaisseur et d'un pouce et demi de largeur, également en fonte de fer. Cette bande représentée isolément, *fig. 2*, a en trois endroits des entailles jusqu'au Figure 2.
 milieu de sa largeur ; *c d e* sont les entailles, et *a b* est le côté qui tient au plateau. Ces tringles sont à

- angles droits à la partie inférieure du plateau. Les côtés des ouvertures du plateau auxquels les tringles sont appliquées, font avec le plan ou la surface du plateau des angles de 90 degrés. Au contraire, les côtés opposés des ouvertures sont tellement obliques qu'elles font un angle obtus avec la partie supérieure du plateau, ce qui se comprendra mieux par la *fig. 3* qui représente une coupe verticale à travers le plateau et une de ses ouvertures; *a b* est le plan supérieur du plateau, *c d* une des ouvertures marquées par *a* dans la *fig. 1*; *c e* est le côté d'une de ces ouvertures avec la tringle *y* attachée et faisant angle droit avec le plateau *d f*. Le côté opposé de l'ouverture qui descend de biais dans la direction *d f e* fait un angle aigu *f d b*, avec la surface du plateau. On a appliqué une bande de fer qui entoure le centre du plateau. Ce centre devient en même tems celui du morceau de fer qui l'entoure, et il y a une
- Figure 4. ouverture indiquée dans les *fig. 1* et 4 qui représentent les côtés supérieur et inférieur du plateau. La
- Figure 5. *fig. 5* représente la coupe du centre dans la ligne *A B*, *fig. 4*. Elle montre le morceau de fer soudé au centre du plateau, et percé par une ouverture carrée; elle montre aussi les tringles le long des ouvertures
- Fig. 6 et 7. *fig. 4*; *a b*, *fig. 6* et 7 sont deux fortes lames de scie d'acier qui ne sont pas représentées dans la proportion de l'échelle, mais qui ont ici le quart de leur grandeur réelle. La scie, *fig. 6*, a la longueur des longues ouvertures *a*, *fig. 1*; la scie, *fig. 7*, a la longueur des petites ouvertures du plateau, de sorte que les scies, *fig. 6* et 7, peuvent être placées dans les grandes et les petites ouvertures qu'elles remplissent dans toute leur longueur. Il y a

dans chaque scie des entailles *ddd*. On met donc les scies dans les ouvertures *a* de la *fig. 1*, de sorte que le côté large se trouve juste appliqué sur le côté d'une des tringles. Les entailles des scies correspondent parfaitement à celles des tringles marquées par *cde* dans la *fig. 2*; les côtés *ab*, *ab* des scies, *fig. 6* et *7*, sont entaillés à dents larges pour les longues et moins larges pour les petites. Les dents de la grande scie ont un tiers et celles de la petite un huitième de pouce de largeur; ces dents doivent être fort tranchantes; il faut les repasser en montant de biais du côté *ab*, *fig. 8*, qui est appliqué à la tringle. Le fil Figure 8. dur qui pourrait rester quand on lime les dents en dehors et en dedans doit être ôté avec soin, au moyen d'une pierre à aiguiser; autrement les filamens des betteraves s'y attacheraient et boucheraient les entailles du plateau. Les grandes scies, comme on l'a observé plus haut, sont posées dans les grandes ouvertures *a*, *fig. 1*, et les autres dans les petites; leur côté large *ab*, *fig. 8*, se trouve juste contre les tringles qui sont du côté inférieur du plateau, le long des ouvertures *a*, *fig. 1*; de sorte que les dents débordent très-peu la surface supérieure du plateau. Les entailles *ddd* dans les lames des scies, *fig. 6* et *7*, s'adaptent aux entailles *cde* des tringles *ab*, *fig. 2*, et sont attachés fortement avec autant de vis à la tringle. La *fig. 9* représente une telle vis en grand; on la fait Figure 9. entrer dans les deux entailles correspondantes de la scie et de la tringle, de sorte que la tête *ab* se trouve serrer la lame de la scie, et le carré *cdef* dans sa largeur remplit exactement les entailles de la scie et de la tringle: on attache par le moyen de l'écrou *gh* la scie bien fortement à la tringle. La *fig. 10* dessinée Fig. 10.

un peu en grand, rendra cette description plus claire. Elle représente la coupe verticale du plateau, par une des ouvertures *a*, *fig. 1*, dans sa largeur, après que la scie y a été adaptée et attachée par les vis; *ab* est la surface supérieure représentée dans la *fig. 1*, *cd* la coupe transversale d'une de ses ouvertures, *ef* la bande soudée à l'un de ses côtés, *dg* le côté opposé qui va en descendant de biais, *ik* la scie attachée par les vis *l* sur la bande *ef*. Les dents tranchantes de la scie dépassent un peu la surface supérieure du plateau. La *fig. 4* représente le côté inférieur du plateau avec les tringles et les scies y attachées. Le plateau dont on vient de donner une description exacte avec ses scies est attaché avec des coins de fer au pivot perpendiculaire de fonte de fer *aa* que l'on va décrire, de sorte que la surface supérieure du plateau représentée *fig. 1*, se trouve horizontale, et que son centre correspond parfaitement avec celui de l'axe du pivot, afin qu'en tournant elle ne penche pas plus d'un côté que de l'autre. Au

Fig. 11. dessus du plateau *bb*, *fig. 11*, qui se meut horizontalement, et qui est affermi au pivot *aa*, il y a une cuve de bois composée de deux parties et sans fond,

Fig. 12. ou plutôt un cercle. La *fig. 12* représente une de ces deux moitiés du cercle, dont le bord demi-circulaire et perpendiculaire *aaa* est de la hauteur de dix pouces: les bords de ce cercle doivent être bien solides; il faut donc qu'ils soient faits de douves de chêne d'un pouce et demi d'épaisseur, réunies par des chevilles de bois qui traversent plusieurs de ces douves posées les unes sur les autres. Le côté droit *bb* de chaque moitié de la cuve débordé des parties *ab*, *ab* le côté demi-circulaire qui entoure la moitié du cy-

lindre *aaa*. La longueur de ces deux parties saillantes est à la vérité égale dans les deux moitiés de la cuve, mais plus considérable dans une moitié de la cuve que dans l'autre : chaque moitié de la partie supérieure de la moitié de la cuve est couverte ou fermée d'une planche *cdef*. Ces couvercles de chaque demi-moitié de la cuve sont appliqués de manière qu'ils ne se trouvent pas du même côté dans chaque moitié, mais vis-à-vis l'un de l'autre, comme on le voit par la *fig. 13* qui représente les deux moitiés réunies, de manière à former un tout. Le bord inférieur de la paroi *aaa*, *fig. 12*, est garni dans les deux moitiés de bandes de fer bien unies, et attachées par des clous ou des vis enfoncées dans la bande. Toute la cuve, *fig. 13*, destinée à être posée sur le plateau, est composée des deux moitiés que l'on vient de décrire, mais de manière que les deux parois droites qui dépassent des deux côtés les parois rondes, se trouvent réunies par des vis. Le pivot *aa*, *fig. 11*, passe par l'ouverture circulaire *cccc*, *fig. 13*, formée par les deux parois droites des deux moitiés de la cuve, là où chacune a un creux demi-circulaire au milieu. La *fig. 11* représente la cuve montée, composée de ses deux moitiés avec son bord inférieur dépassant celui du plateau de fer et avec les scies *y* attachées par des vis. On nommera cette machine le plateau tritureur. Depuis le bord *f*, *fig. 12*, du couvercle de chaque moitié, une planche bien travaillée, et adaptée aux deux parois droites et circulaires, indiquée par les points de la ligne *nn*, *fig. 11*, descend de biais sur le plateau. On voit par la même *fig. 11*, comment il faut faire l'entablement de la

Fig. 13.

machine destiné à recevoir le pivot qui fait tourner le plateau. Les deux montans de bois de chêne *dd* sont forts de six pouces sur le devant, et ont huit à dix pouces de large; ils sont fortement emboîtés par en bas dans le seuil *ee*, et par en haut dans la poutre horizontale *ff*, au moyen des coins *gg*. Cette espèce d'emboîtement est préférable à un autre où l'on emploierait des clous, parce qu'en ôtant les coins on peut déplacer les montans et éloigner ainsi la lanterne qui tourne autour du pivot de la roue dentelée que doit faire marcher la machine, ce qui est sur-tout nécessaire lorsqu'on a plusieurs tritureurs, et que l'on veut mettre l'un ou l'autre hors de mouvement. *h* est un fort morceau de bois de chêne emboîté entre les deux montans, faisant angle droit avec eux, dans lequel se meut la partie supérieure du pivot *aa*, dont la partie inférieure bien acérée repose dans une crapaudine d'acier *ii*, appliquée dans la poutre *mm*.

Les montans *dd* sont percés au milieu *kk*, afin que les parties saillantes *ab*, *fig. 12*, de la paroi droite de la moitié de la cuve où elles se trouvent être les plus longues, puissent y être emboîtées. Cet emboîtement se fait facilement en posant d'abord la partie saillante d'un côté tout-à-fait dans l'ouverture d'un montant, et en tournant le côté opposé vers le trou de l'autre montant; puis on pose cette moitié de la cuve de manière que son bord se trouve juste sur celui du plateau tritureur. Cette première moitié de la cuve ainsi posée, les parties saillantes *ab*, *fig. 12*, de sa paroi droite sont affermies par des coins dans les trous des montans *dd*, *fig. 11*; puis sur cette paroi droite et prolongée de la première moitié raffer-

mie dans les deux montans *dd*, on attache fortement avec des vis vers les deux extrémités qui se trouvent entre les montans et la paroi circulaire de la cuve, les parties un peu moins saillantes de la paroi droite de l'autre moitié de la cuve. Ces vis sont indiquées *fig. 11, III*, et de cette manière les deux moitiés de la cuve forment un tout circulaire.

En emboîtant la cuve dans les deux montans, il faut faire en sorte que son bord inférieur garni de fer, soit aussi près que possible du plateau, sans cependant le toucher ou le froter, quand il est mis en mouvement.

La *figure 14* représente une caisse forte, vue par le haut, dont l'intérieur garni de plaques de cuivre ou de plomb, ne saurait laisser pénétrer l'eau. Elle a, comme on voit, une entaille *bcde* qui s'étend jusqu'au-delà du milieu, dont la partie *bfgd* peut être fermée à volonté par une coulisse dans la partie supérieure de la caisse. Fig. 14.

On glisse cette caisse, après en avoir ôté le couvercle *a*, sur les parties saillantes de la poutre *ee*, *fig. 11*, sous le plateau tritureur. Cela fait, on couvre l'entaille *bcde* avec le couvercle à coulisse *a*. Il est bon que cette caisse soit portée sur des roulettes.

Un même manège peut ainsi mettre en mouvement jusqu'à quatre plateaux tritureurs. Il ne s'agit que d'augmenter la force en raison de la résistance. Cette force a été calculée en raison d'un bœuf par chaque plateau tritureur, et chaque bœuf doit être relevé toutes les deux heures.

Voici la manière d'agir de cette machine: on remplit de betteraves la cuve placée au-dessus du pla-

teau. On applique le mouvement, le plateau tourne dans la direction indiquée par les flèches, *fig. 13*. Les dents de scie qui débordent les plateaux déchirent les betteraves dont la pulpe tombe par les ouvertures le long des scies dans la caisse placée au-dessous du plateau.

Pour augmenter la pression des betteraves sur les scies, on a appliqué dans chaque moitié de la cuve sur le plateau, une planche oblique indiquée par les points *nn*, *fig. 11*. Les betteraves comprimées par le mouvement de la machine vers l'angle aigu que forme cette planche avec le plateau, sont pressées de ce côté avec plus de force contre les scies.

On peut râper ou déchirer avec cette machine quatre quintaux de betteraves par heure. Pour que ce plateau manœuvre bien, il est important qu'il soit bien plane, que les scies ne débordent ni trop, ni trop peu; dans le premier cas, il passerait de petits morceaux non déchirés, sur lesquels la presse n'aurait pas d'action; dans le second, le travail exigerait trop de tems inutilement. En général, cette machine exige beaucoup de précision dans son exécution. Son mouvement doit être bien central et horizontal. La pression exercée par les betteraves, sur le plateau et les planches obliques *nn*, *fig. 11*, doit être ménagée de manière à ne déranger ni le plateau ni la cuve. Le degré d'inclinaison à donner aux planches *nn* influe considérablement sur la bonté et la vitesse du travail. On ne saurait trop préciser ce degré d'inclinaison qui doit varier en raison du plus ou moins de dureté des betteraves, qualité qui dépend beaucoup de la manière de les cultiver et du sol qui les a produites.

M. Achard trouve des avantages précieux à cette machine, comparativement à celle qu'il avait précédemment employée à sa fabrique de Cunern. Cette machine consistait en quatre cylindres creux de cuivre longs de quatre pieds sur deux et demi de diamètre. Ces cylindres étaient percés en forme de râpe et tournaient tous ensemble sur un pivot qui les traversait centralement. Ils étaient surmontés d'une trémie qu'on remplissait de betteraves. Le mouvement communiqué à ces cylindres les faisait tourner et râper les betteraves qui par leur poids pressaient contre leur surface.

Une partie de ces betteraves triturées tombait de la surface des cylindres dans des caisses posées au bas de la machine, et une autre partie pénétrait dans l'intérieur des cylindres. De cette manière, les betteraves étaient bien triturées, et même en assez peu de tems, mais la machine avait deux grands défauts; d'abord les râpes s'usaient vite, et étaient fort difficiles à rafraîchir; de plus, un rafraîchissement trop fréquent les rendait bientôt absolument inutiles, parce que les trous devenaient trop grands; en second lieu, ces petites ouvertures sur la surface du cylindre se bouchaient trop facilement, et la masse triturée s'engageait tellement entre les parties saillantes, que celles-ci n'avaient bientôt plus de prise sur les betteraves à triturer. Pour obvier à cet inconvénient, il fallait donc auprès de chaque cylindre, au moins un ouvrier qui ne fût occupé qu'à détacher avec un balai émoussé la pulpe de betterave qui restait attachée, afin de conserver toute leur action aux parties saillantes de la râpe. Le plateau triturateur n'a aucun de

ces inconvéniens, car pour rafraîchir les scies, il suffit de les dévisser, de les repasser sur une pierre à aiguiser, et lorsqu'on est dans le cas de les rafraîchir, on peut en les vissant les avancer plus ou moins contre les tringles, de cette manière elles sont de longue durée. Le plateau triturateur a en outre l'avantage de pouvoir être netoyé beaucoup plus facilement que les cylindres dont on vient de parler. En raison de la difficulté que l'on pourrait avoir à faire exécuter en fonte ce plateau triturateur, on pourrait le remplacer par un fait en cuivre; les tringles alors seraient en fer forgé attachées avec des vis ou soudées; trois lignes d'épaisseur suffiraient pour le plateau de cuivre qui coûterait un peu plus cher qu'en fonte, mais serait d'une exécution beaucoup plus facile.

TROISIÈME SECTION.

De la manière de pressurer les Betteraves.

Pour exprimer le jus de betteraves, M. Achard dit avoir employé successivement des presses à levier, à coins et à vis, et n'avoir point été satisfait de leur effet; il leur reproche de ne presser à-la-fois qu'une trop petite quantité de betteraves qui, restant trop long-tems sous la presse, court les risques de s'altérer par la fermentation; il y a substitué une autre presse qu'il nomme presse à rouleau, et qu'il regarde comme beaucoup plus expéditive. Cependant, d'après les informations que nous avons prises, cette machine paraîtrait devoir être beaucoup trop coûteuse, exiger un trop grand emplacement, et ne remplir pas parfaitement le but qu'on se propose, savoir : de

presser complètement et en peu de tems; nous n'avons donc pas jugé à propos d'entrer dans les détails extrêmement compliqués, donnés par M. Achard, sur cette machine qui, par son prix, l'emplacement qu'elle exige, ne pourrait convenir qu'à d'immenses établissemens, en admettant qu'elle réunisse tous les avantages que lui accorde M. Achard. Cependant, on ne peut lui refuser le mérite d'une très-grande simplicité et d'un entretien très-peu coûteux, lorsqu'une fois elle est établie; et en outre l'avantage de pouvoir être prolongée, pour ainsi dire, indéfiniment sans beaucoup augmenter les frais de construction.

Pour satisfaire tous les lecteurs, nous en donnerons une explication abrégée, aussi claire que possible.

Qu'on suppose une espèce de chemin élevé formé par des poutres, sur lesquelles on place un radier composé de plusieurs pièces de fonte mises les unes à côté des autres, et entre lesquelles on laisse un peu de jour. C'est sur ce radier, qui a environ trente-cinq pieds de long, qu'on dispose la toile qui reçoit la pulpe des betteraves; cette toile doit être d'un tissu peu serré et d'un fil très-fort; elle débordé le radier de chaque côté d'une aune à une aune et demie; on étend sur cette toile la pulpe de betteraves à la hauteur de quatre à cinq pouces; on l'enveloppe avec les deux côtés qui dépassent la largeur du radier, et sur cette espèce de lit bien égal on fait passer lentement un immense cylindre, soit de fonte, soit de marbre, d'un poids d'environ 8000 livres. Ce cylindre va en avant et en arrière, au moyen d'un axe de fer qui le traverse. Chaque extrémité de cet

axe tourne sur une espèce de balance à deux branches, aux bouts desquelles on fait passer des crochets attachés à des cordes roulées au moyen d'une manivelle autour d'une pièce de bois qui se trouve à chacune des deux extrémités de la presse. On fait passer deux fois de suite le cylindre sur la toile qui renferme la pulpe; on l'ouvre ensuite, et on a soin de remuer la masse avec des rateaux de bois émoussés pour ne point déchirer la toile; on la recouvre de nouveau pour y faire encore repasser le cylindre; ce soin de remuer procure l'avantage de retirer beaucoup plus de jus qu'on n'en eût obtenu sans cela. Le marc pressé est retiré de la toile et mis de côté pour un autre usage. Le jus est reçu dans une espèce de rigole de fer blanc, d'où il se rend dans un réservoir pour être employé comme il sera dit plus bas. M. Achard recommande expressément d'éviter que le jus de betteraves soit en contact avec le bois qui entre dans la composition de cette presse, parce que le jus qui aurait pénétré dans le bois s'aigrirait, et disposerait bientôt à la fermentation toute la masse qui se trouverait en contact avec lui. On pourrait garnir tout ce bois en fer-blanc: il vaut encore mieux l'imbiber fréquemment d'huile de lin bouillante, ce qui forme une espèce de vernis gras qui empêche toute pénétration du suc. M. Achard dit qu'il ne faut qu'un seul homme pour faire marcher ce rouleau, et trouve son emploi beaucoup plus économique, sous le rapport de la main-d'œuvre, que celui de toute autre espèce de presse, principalement de la presse à vis.

QUATRIÈME SECTION.

Clarification du sucre de Betteraves.

Le suc de betteraves en sortant de la presse contient, outre le sucre cristallisable, du sucre liquide et visqueux (mélasse), une matière extractive, un peu de fécule, une quantité considérable d'albumine (matière du blanc d'œuf), une matière gommeuse, des sels ammoniacaux, quelquefois du nitrate de potasse, et d'autres sels neutres.

Pour isoler le sucre cristallisable de ces différentes matières qui s'opposent plus ou moins à sa purification, il est nécessaire de clarifier le suc; l'albumine étant la matière qui nuit le plus à l'extraction du sucre, il fallait trouver le meilleur moyen de la séparer; rigoureusement la chaleur portée jusqu'à 80 degrés, serait suffisante pour remplir ce but; mais de cette manière l'albumine se sépare en flocons si tenus et si légers qu'ils restent suspendus dans sa liqueur, et qu'il est très-difficile de faire cette séparation en grand.

A l'exclusion de la chaux et des autres substances alcalines, il faut donner la préférence à l'acide sulfurique, parce que cette matière étendue d'eau n'a pas d'action chimique et nuisible sur le suc de betteraves, tandis que la chaux l'altère; la différence de composition naturelle de ce suc avec celui de cannes, est la cause de la différence d'action de cet agent.

La proportion la plus convenable pour opérer la séparation de l'albumine est de 1977 grains d'acide sulfurique concentré à 70 degrés de l'aréomètre de

Baumé sur cent livres de jus. Il faut que cet acide soit préalablement étendu dans la proportion de cent livres d'acide à 70 degrés sur 239 livres d'eau.

Dans la fabrique de Cunern et dans celle de Krayn pour acidifier le suc de betteraves, on se sert d'une mesure d'étain, *fig. 15, Pl. II*, dont la capacité est de 148 pouces cubiques et demi; chacune de ces mesures contient sept livres de suc; on verse six de ces mesures, c'est-à-dire, quarante-deux livres de suc dans un pot de terre, *fig. 16*, et on y ajoute plein la mesure d'étain, *figure 17*, qui contient onze loth trois quarts d'acide sulfurique étendu d'eau dans la proportion indiquée ci-dessus. L'acide est mêlé au jus avec une spatule de bois, et on porte le pot dans un endroit aéré où on le laisse jusqu'au lendemain. Le suc exprimé dans la matinée doit être acidifié avant midi, et celui de la fin de la journée doit l'être le soir même; autrement ce suc serait dans le cas de fermenter.

On pourrait remplacer les vases de terre, *fig. 16*, par des vases ou chaudières d'étain de la contenance de 1000 à 1500 livres; par-là on économiserait le tems, la main-d'œuvre et la casse.

La clarification du suc acidifié se termine au moyen de l'appareil qui va être décrit.

Fig. 18. a b c d, fig. 18, est une chaudière ronde de cuivre, dont le fond *a d* est plat, et parfaitement uni; son bord supérieur est entouré d'un cercle *eb cf* de trois à quatre pouces de largeur. Au fond de cette chaudière est un tuyau de cuivre solidement soudé *ag*, dont le bout se termine un peu coniquement. On y adapte avec la poudre d'éménil le bout

hi, *fig. 19*, du coude à angle droit *hik*. Cet *Fig. 19.* ajutage doit être fait de manière qu'aucun fluide ne puisse passer, et que le tuyau cependant puisse se mouvoir en tout sens. On place la chaudière dans une cuve de bois de sapin plus large par le bas que par le haut, et de manière que son fond se trouve à deux pouces de distance de celui de la chaudière, et qu'il y ait un intervalle de deux pouces également entre les parois de la chaudière, et celles de la cuve qui s'élevant obliquement embrassent très-exactement la chaudière par le haut. Les bords de la cuve sont recouverts par le rebord *eb*, *cf* de la chaudière qui y est cloué de manière à ne pas y laisser passer de vapeur. On s'oppose encore mieux au passage des vapeurs, au moyen d'un bon mastic à l'épreuve de l'eau et de la chaleur, et de feuilles minces de plomb qu'on adapte entre le bord de la chaudière et celui de la cuve.

Le fond de la chaudière est supporté par celui de la cuve, au moyen de morceaux de bois de deux pouces de haut, placés à la distance de dix-huit pouces les uns des autres. On pratique à un côté de la cuve une ouverture pour y faire passer le tuyau de la chaudière *ag*, qu'on lute exactement avec le mastic et les feuilles de plomb. Le fond de la cuve doit être fait avec des planches de trois pouces d'épaisseur, et les bords latéraux doivent en avoir deux. Au lieu de cerceaux de bois on maintient la cuve avec des chaînes de fer, munies de vis et d'écroux pour la resserrer à volonté. La *figure 20* représente la *Fig. 20.* coupe de la chaudière dans la cuve; la coupe est censée passer par le diamètre; *abcd* est la chau-

dière, *efgh* la cuve, *ii* les morceaux de bois qui supportent le fond de la chaudière, *k* le tuyau soudé au fond de la chaudière, et traversant latéralement la cuve. La *figure 21* représente le côté inférieur du fond de la cuve qui reçoit la chaudière : *aa* est un fort morceau de bois attaché juste au milieu du fond des deux côtés, et également distant de l'endroit où est soudé le tuyau qui traverse la paroi de la cuve. Les deux bouts *ab*, *ab* sont arrondis à l'endroit où ils dépassent le fond de la cuve ; *c* est un trou d'un pouce de diamètre pratiqué au fond de la cuve. On voit la coupe de ce morceau de bois en *l*, *figure 20*.

Fig. 22. *A*, *fig. 22*, est une cucurbitte de cuivre, dont le fond *ab* est plat, et dont les parois latérales *abcd* sont droites. La partie supérieure de cette cucurbitte *cfde* s'élève en diminuant, comme l'indique l'inspection de la figure ; à son ouverture est le col droit *gh* entouré d'un bord plat, large de deux pouces *hikg*.

Fig. 23. *Cefd*, *fig. 23*, est une plaque forte et ronde de cuivre, à laquelle on a soudé un rebord large *aeffb*. La plaque *cefd*, qui est le couvercle de la cucurbitte, entre juste dans son col, et le rond qui dépasse s'adapte exactement sur celui qui entoure le col de la cucurbitte. Les deux bords du couvercle et du col de la cucurbitte doivent fermer exactement. On les attache fortement avec des vis, et on les lute avec un mastic et des feuilles minces de plomb.

Cette cucurbitte, qu'on appellera chaudière à vapeurs, est représentée, *fig. 24*, murée dans un fourneau à la Rumford. On n'en voit que la partie supé-

rière. Le fourneau A est enfoncé en terre jusqu'à la ligne xx , afin que la chaudière à vapeurs ne soit pas trop haute. a est le cendrier dans lequel on laisse toujours un passage libre à l'air, bb est un canal ménagé pour laisser aussi un passage à l'air qui doit alimenter le foyer. On recouvre ce canal de planches qui ne joignent pas hermétiquement; c est l'ouverture du foyer, et qui sert à introduire le combustible; de chaque côté du fourneau sont les murs ed sur lesquels on fixe des solives d'un bois dur, au moyen de bandes de fer. On élève à l'autre extrémité du diamètre des cuves bb , *fig. 21*, deux semblables murs fg, fg , qui se trouvent parallèles avec les murs de, de , et qui reçoivent comme eux les solives *llll*.

Ces solives doivent toutes avoir au milieu un creux demi-circulaire ou crapaudine dans laquelle sont placés les axes ab, ab de la *fig. 21*. On voit dans cette *figure 24*, aux deux côtés du fourneau, les chaudières ii dont les axes se trouvent dans les crapaudines ll ; on voit sur le devant, immédiatement au-dessus de la vis, le tuyau k de la *fig. 20*, surmonté de l'autre tuyau mobile hik de la *figure 19*. Sous chaque chaudière on met sur le devant, au milieu, une espèce de tréteau composé de deux montans courts mn, mn emboîtés dans une solive inférieure op , et affermis par des étrillons: qr est un fort morceau de bois au milieu duquel on a formé un écrou qui reçoit la vis s . Le bâton uv sert à faire monter ou descendre la vis, et passe par sa tête t ; cette vis doit seulement toucher le fond de la cuve i , lorsqu'il est horizontal. Par derrière, le bord de la cuve i est supporté au même niveau par

un mur de maçonnerie qu'on ne voit pas dans la planche. Lorsqu'on a besoin de pencher la cuve en avant, il faut baisser la vis en appuyant un peu sur le bord de devant de la cuve; cela suffit pour vaincre la résistance qu'oppose un poids léger, que pour plus de sûreté il est bon de mettre du côté du mur.

Le but qu'on se propose, avec cet appareil, est de pouvoir chauffer de grandes masses de jus de betteraves, sans risquer de les brûler, sans même les faire bouillir, ce qui est nuisible à l'extraction du sucre.

La machine remplit parfaitement ce but, on fait chauffer l'eau de la chaudière du fourneau A; les vapeurs de cette eau bouillante passent par les tuyaux adaptés au couvercle, et se rendent dans l'espace entre la chaudière *i* et la cuve qui l'entoure. On laisse sortir par l'ouverture *c*, *fig. 21*, pratiquée au fond de la cuve, l'excédent des vapeurs qui sans cette précaution seraient dans le cas de faire briser la cuve. On peut chauffer, au moyen de ces vapeurs, jusqu'à 79 degrés le liquide contenu dans les chaudières, ce qui ne fait qu'un degré de différence avec l'eau bouillante.

Cette explication facilitera l'intelligence de ce qui reste encore à décrire. La *figure 25* représente le couvercle de la chaudière à vapeurs vu d'en haut, et qui doit être fixé sur le bord plat qui entoure le col de la chaudière; *bbb* sont les trous.

Fig. 26. *abcd*, *fig. 26*, est un tuyau de cuivre à angle droit, dont le diamètre intérieur égale celui des ouvertures du couvercle; son embouchure est entourée d'un bord plat de cuivre jaune soudé *fe*, qui est fixé

sur les ouvertures *b* du couvercle *fig. 25*. Autour de l'embouchure *cd* de la partie horizontale *kc*, on soude un anneau de cuivre jaune *cghd* qui a une vis depuis *c* jusqu'à *g*, et un bord saillant *ii* où elle se termine.

abcd, fig. 27, est un tuyau de cuivre semblable à celui *Fig. 27, fig. 26*. Il est muni d'une soupape *e*, au moyen de laquelle on l'ouvre ou on le ferme à volonté. Au tour de son embouchure *ac*, on soude un bord plat de cuivre jaune, et on y fixe une boîte mobile *hi* qui entoure le tuyau exactement, et peut être avancée ou reculée. Cette boîte renferme un écrou qui se visse avec *cghd* de la *fig. 26*; alors les deux tuyaux *fig. 26* et *27* n'en font plus qu'un, qu'on sépare à volonté.

La *fig. 28* représente l'extrémité *abfe* du tuyau *Fig. 28, fig. 26*, qui s'adapte par les vis qu'on y voit sur une des ouvertures *b* du couvercle *fig. 25*.

La *fig. 29* représente une boîte de cuivre jaune *Fig. 29, abcd* qui diminue vers le bas en forme de cône; au milieu est un bord large *cdef* traversé en quatre endroits par des vis. La partie *ghcd* s'adapte juste dans une des ouvertures *b* du couvercle de la chaudière, *fig. 25*, et y est vissée par les quatre vis *cdef*.

Dans la boîte, *fig. 29*, s'adapte un tuyau *abcd, fig. 30*, sur lequel on a soudé un vase ou réservoir *Fig. 30, eadf* qui ne forme qu'une seule pièce avec lui. On soude dans l'intérieur et vers la partie supérieure de ce réservoir une bande de cuivre laminé *gh*, au milieu de laquelle on fait un trou de deux lignes de diamètre; on en soude deux autres en *mn*, *kl* dans les parties inférieures de ce réservoir.

Ces diverses bandes servent à maintenir droite

Fig. 31. une tige cylindrique de laiton ou de fer *bc*, à laquelle on a soudé une sphère *a*, *fig. 31*, de cuivre mince laminé, composée de deux pièces exactement soudées l'une à l'autre. Dans le milieu de cette verge en *d* est un morceau de cuivre soudé fait en cône qui s'adapte juste, et bouche une ouverture conique pratiquée dans un fort morceau de cuivre *ii*, qui est soudé dans le bout intérieur du tuyau *abcd*.

Pour rendre l'ensemble de ces diverses parties plus facile à comprendre, on a réuni les figures 30 et 31 en une seule; toute cette pièce composée de la boule *a*, de la tige soudée *bc* et du morceau de cuivre *d*, doit être si légère, que si on met la boule dans l'eau en dirigeant la verge perpendiculairement, elle ne puisse s'y enfoncer que du tiers de son diamètre.

Fig. 32. On voit représentée par la figure 32 une des bandes de cuivre *gh*, *mn*, *kl* qui servent à maintenir droite la tige cylindrique *bc*.

Les deux chaudières ayant été disposées, comme on vient de le décrire, aux deux côtés du fourneau *A*, *fig. 24*, où se trouvent les chaudières à vapeurs, on place la boule *a*, *fig. 31*; on fait passer la verge de cuivre jaune à travers la boîte de cuivre de forme conique, *fig. 29*, qui se trouve vissée au-dessus du trou *b* du couvercle de cette chaudière. On visse ce couvercle sur la chaudière; les doubles tuyaux à angle droit, *fig. 26*, sont également fixés sur les deux autres trous *bb* du couvercle. On fait dans les cuves *ii*, au-dessus du fond, des trous ronds dans les parois du côté du fourneau. Les bouts *bd* de la *fig. 27*, s'adaptent juste dans ces trous, sans dépasser le bois du côté intérieur de la cuve; on

réunit les tuyaux de la *fig. 26* avec ceux de la *fig. 27* aussi exactement qu'il a été décrit plus haut. A la jonction de la cuve avec le bout du tuyau, *fig. 27*, on lute avec un bon mastic, afin d'empêcher les vapeurs de sortir en pure perte. La verge *bc*, *fig. 31*, soudée à la boule *a*, est dirigée perpendiculairement, et passée au milieu des trous des bandes de cuivre *kl*, *mn* et *gh*. Puis le tuyau *abcd*, *fig. 30*, est placé et fixé avec la poudre d'émeril dans la boîte conique, *fig. 29*. On adapte dans le trou *c*, *fig. 21*, au fond de la cuve, un tuyau en cuivre d'un pouce de diamètre; ce tuyau a un rebord qui est fixé dans la cuve par des vis de bois. A son extrémité on a ménagé un écrou auquel s'adapte un tuyau de fer ou de cuivre: ce tuyau sert, comme on le verra bientôt, à dégager les vapeurs et à faire écouler l'eau de la cuve; cette eau est reçue dans le vase *o*, *fig. 24*, dans lequel le tuyau entre presque jusqu'au fond. L'eau, en s'élevant dans le vase *o*, forme une pression sur les vapeurs du tuyau, et même sur celles de tout l'appareil; cette pression peut être utile pour le raffinage, comme il sera dit plus bas, mais il convient de la limiter, crainte de rupture; il suffit donc de la faire écouler par un robinet. Cet appareil très-simple a l'inconvénient de laisser répandre dans l'atelier des vapeurs aqueuses qu'on ne saurait empêcher même en couvrant le vase *o*. On peut lui substituer l'appareil indiqué au côté gauche de la *fig. 24*. Cet appareil diffère du précédent en ce que le vase *o* est remplacé par une espèce de cloche de cuivre, au fond latéral de laquelle on a appliqué le siphon *t*, représenté seul, *fig. 33*, qui laisse Fig. 33.

écouler dans le vase *u*, l'eau une fois qu'elle est parvenue à sa hauteur, et en ce que les vapeurs trouvent une issue au-dehors par le tuyau *r*. Cette cloche est traversée dans le haut par le tuyau *nqp*, qui sert intérieurement d'issue aux vapeurs, et qui est coupé obliquement au point *n*, de manière à être séparé à volonté. On entoure les deux bouts de tuyau à leur jonction avec un lut de farine pour empêcher les vapeurs de sortir.

Chaque chaudière doit avoir un couvercle, que, pour ne pas rendre trop lourd, on compose de plusieurs pièces réunies par des charnières, ce qui permet de ne lui donner que l'ouverture dont on a besoin.

Outre l'avantage qu'a cet appareil d'éviter de brûler les sirops, il a celui de permettre de retirer le suc épuré avec toute la facilité possible. On procède à l'opération de la clarification de la manière suivante.

On remplit d'eau la cucurbite renfermée dans le fourneau, *fig. 24*, par le réservoir qui est au-dessus, et qui est représenté *fig. 30*. L'eau dans la cucurbite à vapeurs doit être en suffisante quantité pour faire monter la boule *a*, *fig. 31*, au point que le petit cône de cuivre jaune soudé autour de la verge *bc* qui traverse le tuyau conique *abcd*, *fig. 30*, bouche l'ouverture inférieure du morceau de cuivre *ii*. On finit de remplir le réservoir jusqu'en haut; alors la cucurbite à vapeurs se trouvera remplie d'eau environ à moitié. Tandis que l'eau chauffe, on ouvre la soupape *e*, *fig. 27*, du tuyau qui va de la cucurbite à vapeurs dans la cuve de la chaudière *i*. On ne se sert d'abord que d'une chaudière; pour

cela il suffit de fermer la soupape du tuyau opposé. Voici comment on procède : on remplit la chaudière, on la couvre et on y applique le thermomètre, *fig. 34*, par une ouverture pratiquée à cet effet. Cet instrument, connu de tout le monde, sert à indiquer les degrés de chaleur pendant toute l'opération de la clarification. Il est ici renfermé dans une boîte de fer-blanc jusqu'au 30^e degré, parce que les degrés inférieurs sont inutiles pour cette opération.

L'eau est réduite en vapeurs élastiques dans la cucurbite; ces vapeurs passent par le tuyau dans l'espace de la cuve qui se trouve entre ses parois et celles de la chaudière; là, une partie, en se condensant, se reforme en eau, qui prend son écoulement par le tuyau vissé au fond de la cuve et se rend dans le vase où ce tuyau aboutit. La trop grande quantité de vapeurs qui aurait pu faire éclater la cuve, s'échappe en même tems avec l'eau par ce tuyau à mesure que l'eau diminue dans la cucurbite à vapeurs. La boule de cuivre qui la surnage se baisse et laisse écouler du réservoir supérieur autant d'eau qu'il en faut pour soulever de nouveau la boule et fermer l'ouverture qui la laissait écouler. Il faut donc de tems en tems remplir le réservoir d'eau : on se sert à cet effet de l'eau chaude contenue dans le vase *p*.

Deux heures ou deux heures et demie suffisent pour communiquer à la masse contenue dans la chaudière une chaleur de 79 degrés; il faut un peu plus de tems si l'on chauffe les deux chaudières à la fois; il faut encore moins de tems pour obtenir ce degré de chaleur si on comprime les vapeurs, en faisant

Fig. 34.

plonger davantage dans l'eau l'embouchure du tuyau qui sert d'issue à l'eau et aux vapeurs de la cuve. Le degré de cette compression dépend de la solidité de l'appareil; car, comme on l'a déjà observé, si elle est très-forte, elle peut faire éclater tout l'appareil. Cependant, comme par cette compression on gagne du tems en épargnant le combustible, il faut avoir égard à ces considérations en construisant l'appareil.

Aussitôt que le thermomètre indique 79 degrés, on cesse de chauffer le fourneau, bientôt le thermomètre baisse; alors on dévisse la boîte qui a servi à réunir les deux bouts des tuyaux conducteurs des vapeurs; on enlève le thermomètre ainsi que le couvercle, on dévisse le tuyau du fond de la cuve, si on a fait l'appareil comme il est indiqué au côté droit, *fig. 24*; au contraire, si on a suivi la disposition indiquée du côté gauche, on ne fait qu'enlever le lut qui enveloppe la jonction des deux tuyaux.

On trouve la masse couverte d'une écume épaisse et noire, dont il sera question plus bas. On doit l'enlever avec précaution au moyen d'une écumoire, afin qu'elle ne se mêle pas avec le reste du liquide: on met cette écume sur un tamis posé sur un châssis; cette écume enlevée, on trouve le suc clair presque jusqu'au fond, où il se trouve un dépôt. Pour ôter le suc de la chaudière, on l'incline doucement au moyen de la vis *s*; on place au-dessous du tuyau qui sert à l'écoulement un châssis couvert d'un drap de laine ou d'une toile ni trop fine ni trop grosse, qui y est attachée solidement. Cela fait, on baisse le tuyau mobile, en forme de coude, adapté au tuyau

soudé au fond de la chaudière, et qui traverse la cuve, et on laisse écouler le liquide sur la toile. A mesure que la chaudière se vide, on baisse davantage ce coude, de manière qu'à la fin son embouchure se trouve dirigée en bas. Le suc, après avoir passé par la toile, est reçu dans un vase de cuivre placé au-dessous, et est alors dégagé de toute impureté qui aurait encore pu s'y trouver. Ce suc, ainsi clarifié, est réservé pour l'emploi dont il sera question plus bas. La chaudière vidée, on fait couler le dépôt vers l'embouchure du tuyau, et on le verse sur la même toile qui a servi à faire passer le suc. Celui qui découle de cette manière, est mêlé avec le précédent. Le sédiment et l'écume restans sur les toiles font un excellent engrais. Les châssis avec les toiles qui ont reçu l'écume et le sédiment, doivent être placés dans un endroit frais et aéré pour prévenir la fermentation que la chaleur accélérerait. Après cette description détaillée de l'opération mécanique de la clarification du suc de betteraves, on va passer à celle de la partie chimique.

La chaudière ayant été bien nettoyée, on la met en place, on répand uniformément sur son fond de la craie blanche pulvérisée dans la proportion de $7 \frac{1}{5}$ de loth par chaque pot de 42 livres de suc acidifié de la veille. On remplit la chaudière jusqu'aux deux tiers seulement, pour laisser de la place à l'écume qui se forme par suite de l'effervescence. On réunit les dépôts qui se forment dans les pots, et on verse le tout dans la chaudière. On remarque que la partie supérieure du suc acidifié la veille est claire; mais le fond est trouble, d'une couleur gri-

sâtre, parce qu'il contient des flocons d'albumine précipités par l'acide et d'autres impuretés. On agite le suc avec la craie pour que la combinaison se fasse exactement; car le but qu'on se propose dans cette opération est de saturer par la craie l'acide sulfurique précédemment ajouté au suc. Il se forme un sulfate de chaux qui se dépose en grande partie au fond de la chaudière, et constitue la majeure partie du dépôt qui s'y trouve. Cette précipitation a lieu en raison du peu de solubilité de ce sel qui exige 470 fois son poids d'eau pour être tenu en dissolution: le peu de ce sel qui reste dans le suc en est séparé par un travail ultérieur.

Par l'addition de la craie au suc acidifié, non-seulement on sature l'acide que ce suc contient, mais on s'oppose encore à l'action de cet acide sur le cuivre des chaudières, en raison de l'affinité plus forte de l'acide sulfurique pour la craie que pour le cuivre. La proportion de craie indiquée est beaucoup plus considérable qu'il ne faut pour saturer l'acide sulfurique mêlé au suc; mais il vaut mieux employer cette matière en une quantité un peu plus forte, que de risquer que tout l'acide ne soit pas saturé. La dépense d'ailleurs est si modique qu'on ne peut la mettre en balance.

Il semblerait que toutes les espèces de terres calcaires qui contiennent de l'acide carbonique, pourraient être employées à cet usage; mais l'expérience a prouvé le contraire. La véritable cause en est peut-être que ces pierres calcaires sont toujours mêlées avec d'autres substances étrangères; de sorte que leur poids n'indique pas celui de carbonate calcaire

réel : en outre, ces matières étrangères ont paru nuire à la clarification. Par la combinaison de l'acide sulfurique avec la chaux du carbonate calcaire, l'acide carbonique qui la saturait devient libre, et reste interposé dans le suc, ou s'y montre par petites bulles. L'expérience a prouvé la nécessité de dégager cet acide avant le raffinage, parce qu'on a remarqué que l'extraction du sucre en devenait plus facile. Le meilleur moyen de dégager l'acide carbonique contenu dans le suc désacidifié par l'addition de la craie, est d'y ajouter de cette même craie, mais réduite à l'état de chaux vive par l'action du feu. Dans cet état cette chaux reprend l'acide carbonique que le feu lui avait enlevé. Pour réduire la craie à l'état de chaux, il suffit de la brûler dans un four à chaux ordinaire ou dans tout autre. Une chaleur rouge continuée pendant quelques heures suffit. Lorsqu'on la prépare d'avance, il faut la conserver dans des vases bien fermés, pour empêcher tout contact avec l'air auquel elle enlève l'acide carbonique qu'il contient avec plus de rapidité que toute autre espèce de chaux. Alors elle redevient à son état primitif de carbonate calcaire, et ne serait plus propre à l'emploi pour lequel on la réserve.

Ainsi donc un quart d'heure après avoir mêlé dans la chaudière le suc avec la craie, on ajoute la craie calcinée dans la proportion de deux un quart de loth par chaque pot de 42 livres de suc.

L'addition de craie calcinée est plus considérable dans cette proportion qu'il ne faut pour absorber l'acide carbonique; mais l'excédent est destiné à décomposer le sel ammoniac qui se trouve presque

toujours dans ce suc, et nuit à l'extraction du sucré. La chaux qui décompose ainsi le sel ammoniac forme un muriate calcaire, dont la présence dans le suc ne nuit plus à l'extraction du sucre.

On délaye dans un pot rempli d'eau la quantité de craie calcinée déterminée par le nombre de pots de la contenance de 42 livres chacun versés dans la chaudière. On en fait un lait de chaux qu'on mêle avec le suc; on passe un peu de suc dans les pots pour les rincer, et on ajoute également ce rinçage dans la chaudière.

Le mélange étant bien fait, on couvre la chaudière, on y place le thermomètre. Si on a eu soin pendant la préparation du suc de chauffer d'avance la cucurbite à vapeurs presque au degré d'ébullition, la masse du suc ne tarde pas elle-même à être chauffée. Lorsque le thermomètre est à 50 degrés, on découvre la chaudière à moitié, et on y ajoute du lait écrémé. On compte pour chaque pot de jus un tiers ou un quart de *quart* de lait. On remue bien toute la masse, et on recouvre la chaudière. Lorsque le thermomètre est à 79 degrés, on laisse le feu s'éteindre; bientôt le thermomètre baisse, et quand il est tombé à 50 ou 60 degrés, on dévisse le tuyau conducteur des vapeurs, et on découvre la chaudière. Avant la clarification, l'albumine séparée du suc au moyen de l'acide sulfurique, était en flocons trop légers pour pouvoir être séparée, mais par l'action de la chaleur cette albumine prend de la consistance, et l'addition du lait ne laisse pas que d'y contribuer beaucoup.

Toutes les parties séparées du suc le surnagent, et forment une croûte noire, pour ainsi dire, d'un

seul morceau, qu'on enlève avec une écumoire de cuivre. Le suc clair se trouve au-dessous de cette croûte. On a dit, en traitant la partie mécanique, quel usage on faisait de cette écume et du sédiment qui se trouve dans les chaudières. On a aussi décrit la manière de procéder pour vider les chaudières; afin de ne point faire de répétition inutile, on renvoie à ce qui a déjà été dit à ce sujet; et on se contente d'observer que lorsqu'on verse les écumes et le sédiment sur les toiles, le suc s'écoule d'abord assez facilement; mais bientôt cet écoulement se ralentit, parce que les interstices de la toile ou du drap se sont bouchés, et le suc est dans le cas d'entrer en fermentation avant l'entier écoulement. Pour éviter cet inconvénient, on fait glisser successivement la toile sur le châssis, de manière que l'écume se trouve alternativement sur toutes les parties non obstruées de la toile; lorsqu'on enlève l'écume et le sédiment, l'un et l'autre sont sous la forme de morceaux ou flocons d'une certaine grosseur qu'il faut se garder de trop diviser; car plus ces flocons sont dans un état de division, plus facilement ils s'insèrent dans les interstices des toiles et tamis, et moins le suc s'écoule facilement.

Le suc clarifié obtenu par ces diverses espèces de filtration, consiste en eau, en sucre cristallisable, en mélasse ou sirop non cristallisable, en parties gommeuses, et enfin en sulfate de chaux qui y est resté après la saturation.

L'écume consiste en albumine, en matière extractive, en carbonate de chaux, en sulfate de chaux, et enfin en matière caseuse qui provient du lait ajouté.

Pour extraire le sucre cristallisable du suc, il faut d'abord lui enlever le sulfate de chaux, et diminuer la quantité d'eau qui tient ce sel en dissolution; car la présence de ce sel, non-seulement souille le sucre, mais elle rend encore le raffinage plus difficile. L'extraction du sucre sera le sujet de la section suivante.

CINQUIÈME SECTION.

De la concentration du suc de Betteraves pour en faire le sirop.

L'APPAREIL pour la concentration du suc est tout-à-fait semblable à celui employé pour la clarification. Il n'y a que cette seule différence que les chaudières évaporatoires n'ont que sept pouces de hauteur, tandis que celles à clarifier en ont dix-huit.

Ces dernières sont plus profondes, parce qu'elles n'ont pour destination que de chauffer de grandes masses de suc de betteraves; mais les chaudières évaporatoires, qui ne remplissent leur but qu'en raison de la multiplicité des surfaces qu'elles présentent, n'ont plus besoin de cette profondeur.

On emplit donc les chaudières à la hauteur de tout au plus six pouces; une trop grande profondeur retarderait trop l'évaporation, et dénaturerait le sucre cristallisable en le convertissant en sucre non cristallisable ou mélasse. Si on avait trop de suc pour une seule chaudière, il vaudrait mieux le partager en deux, ne dût-il y en avoir qu'une hauteur de trois pouces dans chacune.

Il est donc important d'accélérer l'évaporation autant que possible par une chaleur qui ne soit pas

trop vive; l'appareil à la vapeur remplit parfaitement ce but, en ce qu'on peut augmenter ou modérer la chaleur à volonté; qu'il est impossible de brûler la masse, en ce que cette masse ne peut recevoir le degré de chaleur de l'eau bouillante, degré de chaleur qui lui est nuisible; et enfin en ce que la masse ne pouvant pas bouillir, laisse former à sa surface, ou précipiter, le sulfate de chaux qu'on peut alors enlever facilement.

Les chaudières évaporatoires ne pouvant pas être couvertes, il est beaucoup plus difficile de les échauffer. Une chaleur de 70 degrés est nécessaire à l'évaporation: si elle ne se faisait qu'à 50, on risquerait de voir entrer la masse en fermentation qui, quoique légère, n'en serait pas moins nuisible. On obtient facilement une chaleur de 70 et même 80 degrés par la compression de la vapeur, pourvu que l'appareil soit fait assez solidement pour qu'il ne se fasse point de rupture aux endroits des jointures des différentes pièces dont il est composé. A mesure que l'évaporation s'avance, le sulfate de chaux, faute de dissolvant, se précipite au fond sous la forme de petits cristaux pulvérulens, ou se forme en croûtes minces, blanches et cristallisées, qui surnagent à la surface. Cette croûte retarderait l'évaporation, on la brise et on l'enlève de tems en tems avec l'écumoire de cuivre; on la jette sur une toile placée au-dessus de la chaudière, afin que le suc qui s'en écoule tombe dedans.

La *fig. 36, Pl. III*, représente le châssis ou la toile Pl. III.
avec ses côtés longs qui reposent sur la chaudière. Fig. 36.
Le tamis ne doit pas être cloué sur le châssis, pour
pouvoir le laver après s'en être servi.

On continue l'évaporation jusqu'à ce que le suc ait acquis la consistance d'un sirop; on connaît ce degré lorsqu'en versant de ce suc concentré dans une cuillère, le liquide ne forme pas un filet continu, mais qu'il paraît plutôt se détacher en petites masses comme angulaires. L'habitude de travailler, et surtout la pesanteur spécifique du sirop, feront encore mieux connaître ce degré. Cette pesanteur spécifique, à une température de 12 degrés de Réaumur, doit être à l'eau comme 1548 est à 1000.

Il faut également éviter de concentrer trop ou trop peu le sirop. Dans le premier cas, il retient trop de sulfate de chaux en suspension, que la viscosité du sirop empêche de se précipiter; dans le second cas, il en retient trop en dissolution.

Le sirop chaud contient toujours une certaine quantité de ce sel, et pour l'en dépouiller il faut l'exposer pendant quelque tems dans un endroit frais.

Lorsque le sirop a été amené au degré de concentration nécessaire, on le retire des chaudières de la même manière qu'il a été prescrit pour le suc. On a soin de le séparer du sulfate de chaux ou sélénite qui se trouve au fond de la chaudière, et on le verse dans des vases de terre cuite, *fig. 37*. Ces vases sont d'une forme conique; ils vont en diminuant vers le haut, et ont deux anses. On nommera ces vases pots à sédiment; ils doivent être faits d'une pâte de terre bien cuite, afin que le sirop ne pénètre pas dans leurs pores; ce qui, à la longue, le ferait aigrir et fermenter. On doit avoir un assortiment de ces pots, auxquels dans la fabrique on a pratiqué une espèce de goulot horizontal qu'on peut bou-

cher avec du liège. Ces goulots sont placés dans les pots, depuis un jusqu'à six pouces de distance du fond; il faut que les bouchons remplissent entièrement la longueur du goulot, sans cependant le dépasser intérieurement.

On verse le sirop suivant son degré de limpidité dans des pots, dont les goulots sont à plus ou moins de distance de leur fond, et on expose ces pots à sédiment à une température médiocre, où on les laisse pendant quelques jours sans y toucher. Lorsqu'on a enlevé le sirop de la chaudière, on fait couler le dépôt au moyen d'une espèce de grattoir, *fig. 35*, dans Fig. 35. des pots semblables à ceux qui ont servi à acidifier le suc. On porte ces pots dans un endroit frais.

Au bout de trois ou quatre jours on débouche le goulot des pots à sédiment; on fait couler avec précaution le sirop, qui est alors parfaitement clair, dans des vases semblables à ceux qui ont servi à acidifier le suc, et on réunit le dépôt à celui qu'on a retiré de la chaudière. Pour tirer parti de ces dépôts, on les verse dans la chaudière à clarifier, à une hauteur d'environ huit pouces, on y ajoute leur poids et un quart en sus d'eau de chaux; on remue bien le tout; on couvre la chaudière après y avoir mis le thermomètre, et on chauffe l'appareil à vapeurs. Lorsque la masse est à 25 degrés de chaleur, on ajoute par chaque cent livres 10 quarts de lait écrémé; on brasse bien le tout, on recouvre la chaudière, et on porte la chaleur jusqu'à 79 degrés. Alors on cesse le feu, et on trouve, sur la surface de la chaudière, le lait caillé avec une partie des matières impures dont il s'est chargé. Le reste des impuretés est au fond de

la chaudière, et le liquide est parfaitement clair; on le concentre de la même manière que le suc, et le sirop qui en provient est également versé dans des pots à sédiment. Quant au dépôt et à la couche d'écume, on les conserve pour la fabrication de l'eau-de-vie. Il est important de veiller à la plus grande propreté pour tous les ustensiles qui servent à la fabrication du sirop, et chaque fois qu'ils ont servi, ils doivent être lavés avec le plus grand soin. Il est également important que tous ces ustensiles soient d'une matière que le suc ne puisse pénétrer, et il faut se garder d'exposer ce suc dans des endroits chauds et humides avant qu'il soit parvenu à la consistance de sirop, car l'air chaud et humide hâte singulièrement la fermentation.

SIXIÈME SECTION.

Du travail pour réduire le sirop en sucre brut.

POUR obtenir du sirop le sucre cristallisé qu'il contient, il faut lui enlever l'eau excédante qui s'oppose à la cristallisation; on atteint ce but en laissant ce sirop s'évaporer lentement dans des vases plats découverts et exposés à une chaleur modérée et continue, ou en le faisant concentrer dans des chaudières par une chaleur qui approche de celle de l'eau bouillante. Par le premier moyen on obtient le sucre brut sous la forme de gros cristaux ou candi; par le second on l'obtient à l'état d'une cristallisation confuse comme le sucre qui vient des Indes. On appelle la première méthode *cristallisa-*

tion régulière, et la seconde *cristallisation confuse* ou *irrégulière*.

De l'extraction du sucre brut par la cristallisation régulière.

Pour obtenir le sucre brut par cristallisation régulière, il faut lui enlever l'eau dans laquelle il est dissous, et assez lentement pour que les petits cristaux aient le tems de se ranger régulièrement les uns à côté des autres, et d'en former ainsi de plus gros. A cet effet, on met le sirop dans des plats de terre cuite, *fig. 58*, à la hauteur de 5 pouces. *Fig. 38.* Ces vases évaporatoires ont 20 à 24 pouces de large et 4 de profondeur : on les place dans une étuve chauffée de 25 à 30 degrés de Réaumur, sur des rayons de lattes. L'étuve ne doit pas être trop élevée, afin que la chaleur y soit plus uniforme. On établit des rayons de 6 pieds de largeur, *fig. 59*, *Fig. 39.* dans toute la longueur de l'étuve : on laisse entre ces rayons assez de place pour la commodité du service ; le rayon le plus bas est à deux pieds de distance du sol ; les autres, jusqu'à la hauteur de l'étuve, sont à la distance de 8 pouces. On place les vases évaporatoires tout près les uns des autres ; l'échafaudage qui les supporte doit être très-solide en raison du poids considérable qu'il doit recevoir.

Quelques jours après que le sirop est à l'étuve, on commence à apercevoir de petits cristaux qui, si on ne les remue pas, se groupent de différentes manières, tant sur les côtés qu'au fond des vases ; il se forme aussi en peu de jours sur la surface du

sirop une croûte brillante, dure et cassante, au-dessous de laquelle s'attachent de gros cristaux de sucre candi. Comme la cristallisation en trop gros cristaux rend difficile la séparation du sirop qui se trouve logé entre leurs interstices, il vaut mieux, tous les quatre à cinq jours, à mesure que la cristallisation se fait plus ou moins vite, briser cette couche cristallisée avec un morceau de bois, remuer doucement le liquide, détacher tout ce qui est au fond et aux parois, et le remêler dans le sirop. Par ce moyen on accélère singulièrement la cristallisation en offrant aux molécules de sucre qui sont en dissolution dans la masse, une infinité de points de contact.

La cristallisation entière du sucre contenu dans le sirop demande six à huit semaines : on juge qu'elle est terminée lorsqu'après avoir brisé la croûte cristallisée, on voit au bout de quelques jours qu'il ne se forme plus qu'une pellicule molle non brillante qui, mise sous les dents, n'offre plus de cristaux croquans. Cette peau se forme par l'épaississement de la partie non cristallisable du sirop. Si on poussait trop loin la concentration du sirop, il serait très-difficile d'isoler le sucre cristallisé du sucre non-cristallisable, et celui qu'on obtiendrait se trouverait d'une qualité inférieure.

La cristallisation terminée, on enlève de l'étuve les vases évaporatoires, on les porte dans un endroit frais et humide; le sirop, par ce moyen, devient moins tenace et plus liquide.

Le sucre cristallisé dans cet état se trouve mêlé avec le sucre visqueux ou mélasse et avec la matière

muqueuse de la betterave. Pour isoler le sucre de ces matières, il faut procéder de la manière suivante : on prend des formes et des pots connus, dans les raffineries, sous le nom de *bâtardes* et de *pots de bâtardes*. Dans l'intérieur des formes, près de la pointe, on met un cône creux en terre cuite et percé comme un égouttoir, *fig. 40*. La *figure 41* représente ce cône posé sur sa base, et la pointe en haut. Cette espèce d'égouttoir accélère beaucoup l'écoulement de la mélasse, et est de l'invention du baron de Kopyy.

Fig. 40.

Fig. 41.

On fait tremper dans l'eau les formes et les pots, et on verse dedans, lorsqu'ils sont encore humides, le contenu des vases évaporatoires ; on emplit les formes jusqu'à un pouce de leur bord ; on les met à l'étnye, en les rangeant par piles de trois de largeur. Dans l'espace de six à huit semaines la mélasse découle, et le sucre, réduit aux deux tiers ou aux trois quarts, reste sec dans les formes. On peut le comparer au sucre des colonies de première cristallisation, auquel il est plutôt supérieur en qualité qu'inférieur. Le sucre de la pointe du cône se trouve encore mêlé avec de la mélasse, en raison de l'ascension capillaire, et faute de pression d'une colonne supérieure de sirop.

Si on ne veut pas purifier davantage ce sucre, on vide les formes, on sépare le sucre sec de celui chargé de mélasse, on étend l'un et l'autre séparément dans des greniers aérés, et on les remue fréquemment pour exposer successivement toutes leurs parties au contact de l'air. Par cette préparation le sucre prend un goût beaucoup plus délicat et perd celui

de mélasse; ce sucre alors n'est plus visqueux et prend un aspect sablonneux, sur-tout celui des couches supérieures.

On doit choisir pour ce travail les jours chauds et secs de l'été. Quinze jours ou trois semaines suffisent pour obtenir le degré de siccité convenable, et au bout de ce tems chaque espèce est mise dans des tonneaux et livrée au commerce. On met la mélasse dans des tonneaux qu'on conserve à la cave, et on les réserve pour l'emploi qui sera décrit.

On peut commencer le travail de la séparation du sucre de sa mélasse aussitôt qu'on a une suffisante quantité de matières; mais on peut aussi le différer jusqu'au printems, en raison des travaux qui ne sont déjà que trop multipliés dans l'hiver. Dans ce dernier cas on conserve dans des tonneaux le produit des vases évaporatoires.

Le sucre brut obtenu est entièrement semblable au sucre des colonies, et comme lui est susceptible de recevoir, par le raffinage, toutes les nuances de blancheur et les degrés de pureté qu'on pourrait désirer. Ce sucre, à l'état brut, n'est coloré que par la mélasse qui salit sa surface: il ne s'agit donc que d'enlever cette surface.

Le terrage usité pour le sucre des colonies peut très-bien être adapté au sucre brut de betteraves. Ce terrage consiste à délayer à l'état de bouillie un peu épaisse une quantité donnée d'argile blanche; on en verse une couche d'environ deux pouces d'épaisseur sur chaque forme; on égalise la surface des pains, afin que l'eau contenue dans l'argile agisse uniformément. Cette eau ne pénètre que lentement

dans la masse du sucre, et n'étant point en suffisante quantité pour le dissoudre, elle ne fait qu'enlever la mélasse attachée à la surface des cristaux. Cette dissolution prend son écoulement à travers les pores qu'occupait la mélasse, et, comme elle, sort par la pointe des cônes. Par suite de l'infiltration de l'eau l'argile finit par se dessécher petit à petit; on l'enlève et on la réserve pour être employée de nouveau.

Pour terrer le sucre brut de première cristallisation, il vaut mieux ne pas le sortir des formes, ni le faire dessécher dans les greniers, comme il a été dit ci-dessus.

L'argile dont on se sert pour le terrage doit être blanche; elle doit avoir une consistance telle qu'elle ne laisse écouler l'eau ni trop lentement ni trop rapidement. Quand elle a trop de ténacité, on y remédie par une addition de sable blanc fin en suffisante quantité, pour lui procurer le degré de filtration nécessaire.

Pour bien délayer cette argile dans l'eau, il faut la casser par petits morceaux qu'on met dans l'eau deux jours avant de s'en servir: il faut avoir soin de la remuer de tems en tems. Il est difficile d'assigner le degré juste de consistance que doit avoir cette terre, c'est ce que l'expérience apprend beaucoup mieux qu'on ne peut le décrire. On appelle donner une terre l'action de verser cette argile sur la base des pains ou cônes, et suivant qu'on renouvelle plus ou moins cette opération, on dit *donner une terre*, donner deux, trois terres, etc. Le sucre qui a reçu la terre sur son fond, prend le nom de *sucre couvert*, et on dit qu'il a été couvert une, deux ou trois

fois. Si l'on fait servir de nouveau la même argile, il faut avoir soin d'enlever le sucre et les impuretés qui se trouvent attachées en-dessous, autrement on risquerait de faire fermenter la terre quand on s'en servirait.

Les formes à sucre couvertes d'argile doivent être placées dans un endroit d'une température modérée; mais il ne doit pas être trop fermé, de peur qu'il ne fasse contracter un goût de moisi au sucre, et ne le couvre d'une surface de moisissure.

Dans l'espace de huit à dix semaines, les formes terrées laissent écouler le sirop, et le sucre qu'elles contiennent se trouve blanc jusqu'à une certaine profondeur. Il y a dans les formes trois sortes de sucre qu'on trie séparément; la première qui est à la surface et qui est blanche, celle du milieu qui est jaunâtre, et enfin la dernière qui occupe la pointe du cône et qui est la plus colorée. Chacune de ces espèces est classée séparément, et exposée dans les greniers pour les sécher, comme il a été dit pour le sucre brut.

Si on voulait obtenir le sucre terré blanc à une plus grande profondeur, il faudrait renouveler l'opération du terrage; mais on doit attendre que tout le sirop soit égoutté, comme on a dû attendre que toute la mélasse le fût avant de mettre la première terre: autrement on courrait le risque de fondre beaucoup trop de sucre.

La mélasse, ou sirop couvert, qui découle du sucre brut à la suite du terrage, est de meilleure qualité que celle qui s'est écoulée avant le terrage, parce que l'eau de la terre dissout toujours quelques petites

portions de sucre : on la conserve séparément dans des tonneaux, et si elle est trop liquide, on l'épaissit auparavant dans la chaudière évaporatoire.

Si on voulait obtenir du sucre brut de première cristallisation un sucre plus blanc que ne le peuvent donner les terrages, il faudrait procéder comme on le fait pour le sucre raffiné des sucres bruts des colonies.

On verse, dès la veille, dans la chaudière à clarifier, une quantité donnée de sucre brut, on y ajoute une fois et un quart son poids d'eau de chaux forte, on brasse bien ce mélange et on le laisse passer ainsi la nuit; le lendemain, on chauffe lentement la chaudière, en remuant souvent pour bien dissoudre le sucre; on chauffe jusqu'à 30 degrés, et on y ajoute 20 *quarts* de lait écrémé par 100 liv. de sucre brut dissous dans l'eau de chaux. On recouvre la chaudière, on y replace le thermomètre, et on chauffe le plus rapidement possible jusqu'à 79 degrés de Réaumur; on maintient ce degré de chaleur pendant environ un quart d'heure. On procède pour vider la chaudière comme il a été dit à l'article de la clarification du suc; on met les écumes et le dépôt qui se trouve au fond de la chaudière, sur des étamines qu'on place dans des endroits aérés et d'une température modérée; on réunit le sirop qui s'écoule des écumes à celui qui a passé clair, et on verse le tout dans la chaudière à évaporer : on continue la concentration jusqu'à ce que le sirop donne la preuve, comme il a été indiqué à l'article de l'évaporation du suc, c'est-à-dire, jusqu'à ce qu'il soit d'une pesanteur spécifique de 1548, l'eau étant à 1000, et on procède

pour le faire cristalliser comme il a été dit à l'article du sirop retiré du suc. Ce sirop a un goût fort agréable, et le sucre se cristallise en quatre ou six semaines de tems.

On procède à la séparation du sucre cristallisé comme il a également été dit pour le sucre brut, et le sirop mère qui s'en écoule et qui a refusé de cristalliser peut être vendu pour la consommation comme sirop.

L'écoulement du sirop du sucre de la deuxième cristallisation se fait plus vite que celui de la mélasse du sucre brut de la première, et on doit concevoir qu'il est plus pur, n'étant mêlé qu'en bien moindre quantité avec les matières visqueuses et gommeuses qui se trouvent dans la mélasse : le sucre qui reste dans les formes est aussi beaucoup moins coloré, et peut être amené à l'état de sucre parfaitement blanc et pur par l'opération du terrage. Les sirops provenant du terrage, s'ils sont trop liquides, doivent être rapprochés dans la chaudière à évaporer, et livrés ensuite au commerce comme sirops, parce qu'ils ne contiennent pas assez de sucre pour valoir les frais d'extraction.

Ce sucre de deuxième cristallisation, lorsqu'il a été couvert, peut être séparé en trois espèces différentes comme celui de la première.

Extraction du sucre brut de betterave par la cristallisation irrégulière.

ON entend par cristallisation irrégulière, celle qui est produite par une évaporation au moyen d'un

degré de chaleur qui approche de celui de l'eau bouillante, et qui enlève au sucre une telle quantité d'eau que, faute de dissolvant, il commence à cristalliser même à cette haute température, et que par le refroidissement le sirop évaporé se prend promptement en une masse presque sèche composée de petits cristaux juxt'apposés les uns à côté des autres, et dont les interstices sont remplis de mélasse. Pour évaporer l'eau aussi promptement que possible, on pourrait croire que le moyen le plus court serait d'employer des chaudières posées directement sur un foyer ordinaire; mais on risquerait de brûler le sirop, et de changer par une chaleur trop forte et trop continue une partie du sucre en mélasse. Au moyen de l'appareil à vapeur, ces inconvéniens disparaissent.

On met le sirop dans les chaudières évaporatoires à la hauteur seulement d'un pouce: à une plus grande hauteur, l'opération durerait trop long-tems, et une partie du sucre aurait le tems de se détériorer; on chauffe aussi fortement que possible les chaudières; de tems en tems, on remue le sirop avec une spatule pour empêcher à la surface la formation d'une croûte de sucre qui retarderait l'évaporation. On continue ainsi l'évaporation, et sans écumer, jusqu'à ce qu'en mettant un peu de sirop dans sa bouche, on sente sous la dent de petits cristaux; alors on remue continuellement afin d'accélérer l'évaporation, et faciliter la réunion de ces cristaux. On arrive enfin au moment le plus intéressant et le plus difficile à saisir, à celui où la masse est suffisamment dégagée d'eau, pour qu'en refroidissant elle devienne solide, et que

l'évaporation cesse presque totalement. Un degré de concentration trop faible ne donnerait point à la masse qui en résulterait la consistance nécessaire, et on n'obtiendrait point tout le sucre dont une partie resterait en combinaison avec la mélasse. Une concentration trop forte, au contraire, rendrait la mélasse d'une telle consistance qu'elle ne pourrait plus prendre son écoulement.

Pour connaître le degré de concentration nécessaire, on prend avec le bout du pouce un peu de matière contenue dans la chaudière, on baisse dessus le doigt index; puis, par un mouvement un peu brusque, on retire le pouce en arrière et un peu de côté; il se forme un fil entre le pouce et l'index. En soufflant légèrement sur le fil, on le brise, et on reconnaît si la matière est convenablement évaporée, lorsque la partie du fil restée attachée au doigt remonte promptement, en formant un petit crochet vers le haut; si, au contraire, le fil se rompt, de manière que la partie inférieure retombe en arrière sur le pouce, et que la partie supérieure ne forme pas le crochet et ne remonte pas promptement vers le haut, la concentration n'est pas suffisante.

Cette preuve *du filet*, comme on la nomme dans les raffineries de sucre, est en usage par-tout.

Il y a encore un autre moyen de reconnaître si le sirop est suffisamment concentré, c'est de laisser tomber une partie de ce sirop goutte à goutte sur un morceau de fer froid; si par le refroidissement subit ce sirop devient solide, montre une cassure à gros grain, si sous la dent on sent des grains croquans et saillans, la concentration est suffisante; si, au con-

traire, la masse reste molle et se colle contre les doigts, elle n'est pas assez évaporée. Si le sirop était trop évaporé, la masse solide qu'il présenterait après le refroidissement serait à grains fins, et se délayerait entre les dents comme une pâte, sans que l'on sentît des cristaux.

Il serait à désirer qu'on pût indiquer des moyens plus sûrs et plus précis pour connaître le degré juste de concentration; mais ce n'est guère possible, et il vaut mieux s'en rapporter à la pratique et aux observations fournies par l'expérience.

Lorsque la masse est suffisamment évaporée, on cesse le feu en dévissant les tuyaux à vapeurs, et on continue de remuer pendant cinq minutes avec une spatule de bois; on fait couler le sirop obtenu dans des formes de terre cuite, dites *bâtardes*, dont on a bouché la pointe et qu'on a eu soin de mouiller avant, et de n'essuyer que légèrement; on les remplit jusqu'à un pouce du bord supérieur: on doit se hâter en faisant ce transvasement, de crainte que le sirop ne se refroidisse trop avant d'être versé dans les *bâtardes*. Ce qui reste dans les chaudières se trouve délayé lorsqu'on verse une nouvelle quantité de sirop, et n'est point perdu. Il faut avoir soin de recevoir dans des formes de plus petites dimensions ce qui ne pourrait remplir les grandes, parce que, lorsque ces dernières ne sont pas suffisamment remplies, la mélasse n'en découle pas aussi facilement.

Aussitôt que les formes sont remplies, on les transporte dans un endroit chaud, de 25 à 30 degrés de Réaumur; on les range en les posant sur la pointe des cônes qui est bouchée, et on les y laisse vingt-

quatre heures. Au bout de ce tems, si l'opération a réussi, la masse doit présenter un gros grain solide; lorsqu'on appuie le doigt sur sa surface, elle doit casser plutôt que de céder. Cette surface est unie et luisante, mais ordinairement un peu enfoncée dans le milieu, et souvent cassée en plusieurs endroits.

Si, au contraire, après le refroidissement, la masse est molle et gluante, si elle est plutôt tenace que cassante, c'est un signe qu'elle n'a point été suffisamment épaissie.

Si elle est trop solide et ne cède point au doigt, si dans la cassure elle n'offre pas un gros grain, si le milieu des formes n'est pas plus bas que les bords, et si on ne sent pas les cristaux sous la dent, c'est un signe qu'elle est trop épaissie.

Dans l'un ou l'autre de ces deux cas, il n'y a pas d'autre moyen que de recommencer l'opération, en fondant la matière dans la moitié de son volume d'eau de chaux, et de faire évaporer sans ajouter du lait.

Au bout de vingt-quatre heures, on débouche la pointe des bâtardes, on les établit sur des pots à une température de 15 à 20 degrés : en été, la chaleur naturelle est suffisante.

La manière prompte avec laquelle la mélasse prend son écoulement, et la nuance claire que présente la surface des cônes, indiquent que l'opération a bien réussi. Lorsqu'au contraire la mélasse ne sort point ou que difficilement, c'est un signe qu'elle a été trop évaporée; si elle entraîne avec elle beaucoup de cristaux de sucre, c'est un signe qu'elle ne l'a point été suffisamment.

Si on n'a que très-peu dépassé le point de la cuite, on peut faciliter l'écoulement de la mélasse en plaçant sur la surface des cônes des morceaux de drap mouillés, dont l'humidité pénètre insensiblement dans la masse, et rend la mélasse plus liquide. Le drap dans cette occasion est préférable à l'argile, qui communique trop rapidement son eau à la surface du sucre et le dissout.

Au bout de six à dix semaines, la plus grande partie de la mélasse est sortie des bâtardes. Le sucre se trouve alors sec, excepté à la pointe des cônes. La partie supérieure a un aspect jaune, se divise en petits cristaux sabloneux, et est absolument semblable au sucre brut des Indes, et peut lui être comparé pour la qualité. Lorsqu'on vide les formes, il faut avoir soin de trier les deux espèces de sucre qu'elles contiennent, et la mélasse est réservée pour la fabrication de l'eau-de-vie.

Ce sucre, comme celui obtenu par la cristallisation régulière, est susceptible d'être plus ou moins blanchi et épuré par le terrage, etc., etc. (*Voyez ce qui a été dit à l'article du sucre par cristallisation régulière.*)

On pourra demander quelle est le plus avantageux de retirer le sucre brut par cristallisation régulière ou irrégulière; la solution de cette question n'est que relative, et dépend des circonstances dans lesquelles se trouve le fabricant, et du but qu'il se propose d'atteindre.

Par la cristallisation régulière, on épargne le combustible, l'étuve n'étant chauffée que par les tuyaux des chaudières. Il y a plus de main-d'œuvre pour

mettre le sirop dans les vases évaporatoires, et les placer sur les rayons. Le sucre brut doit contenir plus de sucre pur, ce qui est prouvé par les lois de la cristallisation. L'écoulement de la mélasse est plus lent et plus difficile; il faut huit à dix semaines avant que l'on puisse s'occuper de la séparer du sucre brut; il faut plus d'emplacement, plus de tems, plus de vases, plus d'ouvriers.

Par la cristallisation irrégulière on gagne du tems, puisqu'on peut s'occuper de la séparation de la mélasse presque aussitôt; mais il faut un combustible employé exprès pour la cuite des sirops; ce travail exige des ouvriers en moindre nombre, mais beaucoup plus habiles et instruits. Il peut se faire en été, époque où les travaux de la fabrique sont moins pressans, tandis que le travail par la cristallisation régulière, doit nécessairement se faire en hiver, si on veut profiter dans l'étuve de la chaleur des cheminées ou tuyaux des chaudières. Le sucre brut de la cristallisation irrégulière ressemble tout-à-fait au sucre brut des Indes, et par-là il a plus de valeur aux yeux de l'acheteur qui a des préventions; l'autre au contraire a de plus gros cristaux, et doit avoir plus de valeur aux yeux du véritable connaisseur. Les raffineurs préfèrent le mode de cristallisation irrégulière. M. Achard, faute d'expérience suffisante, ne prononce pas s'ils ont tort ou raison, mais il pense que les principes de la chimie sont contr'eux.

CHAPITRE IX.

Manières différentes d'utiliser le résidu de Betteraves.

On entend par résidus de betteraves :

Le marc des betteraves pressées ;

La mélasse ;

Les eaux de lavage qui ont servi à nettoyer les différens vases pendant le travail ;

L'écume et le dépôt des chaudières égouttés.

On peut, avec le produit de ces résidus, couvrir la totalité ou au moins une grande partie des frais de la fabrication du sucre.

Ces résidus servent à la fabrication de l'eau-de-vie, du vinaigre, d'un surrogat de café, d'une bonne espèce de bière : on peut encore les employer à nourrir et engraisser les bestiaux, et enfin les utiliser comme engrais.

De la fabrication de l'eau-de-vie.

On emploie à cette fabrication le marc des betteraves pressées, la mélasse, et les eaux de lavage.

On doit employer le marc le plus tôt possible, car il fermente très-facilement, surtout s'il est en grandes masses. On le fait cuire dans de grandes chaudières à la Rumford, avec 400 livres d'eau pour 300 livres de résidu ; on fait bouillir pendant une heure, en évitant de brûler la masse dans les chau-

dières; le résidu cuit, on le transporte sur la presse, et on obtient ainsi de 180 livres de résidu cuit avec 180 *quart* d'eau, 160 à 170 *quart* de jus, et 81 livres de marc qu'on peut donner aux bestiaux. Il est nécessaire de cuire le marc des betteraves avant de le faire fermenter, pour lui enlever un principe volatil âcre qui donnerait à l'eau-de-vie un goût désagréable qu'on ne pourrait plus lui ôter après.

Au lieu de presser le marc cuit, on pourrait le distiller de suite, mais on risquerait de brûler la matière dans l'alambic; il faudrait plus de tonneaux pour la fermentation, plus de place, plus de tems; la fermentation marcherait moins vite, et la matière s'aigrirait, se moisirait, et après la distillation ne pourrait plus servir à la nourriture des bestiaux, et à la fabrication du vinaigre.

Le liquide exprimé de la décoction du marc, et qu'on nommera dorénavant *malt*, doit être mis dans des cuves à fermenter, qu'on n'emplit qu'aux deux tiers de leur hauteur en raison de l'écume qui se forme; on y ajoute 3 livres un quart de bonne levure de bière pour le malt de 180 livres de résidu; (quand on est en pleine fabrication, on peut suppléer le tiers ou la moitié de cette levure par l'écume blanche qui se forme dans les tonneaux.) On maintient une température moyenne de 15 à 20 degrés dans le local. Les cuves à fermentation doivent être plus élevées que les cuves ordinaires, et être rétrécies dans leur partie supérieure. Elles doivent être munies d'un robinet vers leur fond, et d'un couvercle qui ferme exactement, et avoir l'orifice supérieur intérieurement garni d'un cerceau qui empêche, autant que possible, le contact

de l'air atmosphérique. On ne doit point craindre de rupture occasionnée par le dégagement de l'acide carbonique; les cuves ne ferment point assez bien pour empêcher ce gaz de s'échapper. Trois ou quatre jours suffisent pour la fermentation; on doit saisir exactement le moment où elle est achevée, (ce que les brûleurs reconnaissent facilement au goût), verser ce malt dans un alambic, et distiller de suite. Un plus long délai ne tarderait pas à faire développer la fermentation acéteuse.

On obtient de la distillation du malt de 181 de résidu 25 *quart* de premier liquide spiritueux, à 8 pour 100 d'alcool, suivant l'alcoholomètre de Richter (1).

On recueille ensuite toutes les petites eaux jusqu'à ce qu'elles marquent moins de 4 degrés; ce qui reste dans l'alambic est donné comme boisson aux bestiaux, ou réservé pour fabriquer le vinaigre de marc.

Le premier produit de la distillation est rectifié dans un autre alambic, et les petites eaux qui marquent moins de 4 degrés (Richter), sont réservées pour en faire une autre espèce de vinaigre.

Vingt-cinq *quart* à 8 degrés (Richter) de produit de la première distillation, donnent 7 *quart* eau-

(1) Richter a pris pour base de son échelle l'alcool privé d'eau par la distillation sur du muriate de chaux, qui représente à cet état de pureté 100 degrés; c'est le nombre qu'indique l'alcoholomètre en plongeant dans ce liquide; les nombres intermédiaires entre 0 et 100 indiquent également la proportion de cet alcool mêlé avec l'eau. Ainsi, 40 degrés signifient que la liqueur contient 40 parties d'alcool pur et 60 parties d'eau.

de-vie à 23 pour 100, et 7 *quart* de petites eaux à 4 degrés.

Pour fabriquer du rhum avec cette eau-de-vie, on y ajoute sur 100 *quart* 2 livres d'acide sulfurique étendu d'eau, dans la proportion de 100 livres d'acide, et 259 livres eau, avec 14 livres de charbon en poudre, fraîchement fait avec du bois d'aune ou de hêtre. On fait ce mélange la veille du jour où on doit le distiller, et on retire par la distillation tout le liquide qui, mélangé, marque 65 degrés. Ce rhum égale en qualité et surpasse en force celui de l'Amérique. On fractionne successivement les produits, et tout ce qui, par son mélange, peut donner 50 degrés, reçoit de M. Achard le nom de Cognac : il lui donne sa couleur par l'addition d'un mélange fait avec de l'acide sulfurique concentré, versé goutte à goutte sur du sucre blanc. Le sucre est décomposé, le mélange prend une couleur brune très-foncée, on le délaye dans de l'eau-de-vie qui se charge de toute sa couleur; il ne faut qu'une très-petite quantité de ce mélange pour colorer beaucoup de liquide, et lui donner ce goût particulier qu'on recherche dans l'eau-de-vie de Cognac. Les petites eaux qu'on obtient après le Cognac, et qui marquent moins de 6 degrés, sont réservées, comme les précédentes, pour la fabrication du vinaigre.

Avec le rhum et le Cognac on peut obtenir une espèce de rack, en s'y prenant de la manière suivante. A deux *quart* de sirop de sucre, on ajoute 2 livres d'acide étendu d'eau, dans la proportion de 100 sur 259; on délaye ce mélange dans le liquide spiritueux, dans la proportion de 17 livres pour cent

quart de rhum ou Cognac; on laisse le tout en digestion dans un vase de grès pendant quelques semaines, et dans un endroit bien chaud; au bout de ce tems on le distille, et on le fractionne d'abord à 67, puis à 50 degrés, et enfin à 6 degrés. Les deux premiers produits sont colorés d'un jaune faible, comme il a été dit plus haut, et forment l'un du rack, l'autre une eau-de-vie supérieure pour la finesse à l'eau-de-vie de Cognac. Le troisième produit n'est considéré que comme petites eaux.

La mélasse se vend facilement 2 gros la livre (52 centimes environ) à la classe indigente, qui la mange avec son pain, et qui prépare avec elle différens mets. Son emploi le plus général et le plus avantageux dans les autres pays serait d'en fabriquer des espèces d'eaux-de-vie dont le débit est plus sûr.

Pour faire cette eau-de-vie de mélasse, voici comme on doit procéder. On délaye 100 livres de mélasse avec 6 à 800 *quart* d'eau, et on met ce liquide ainsi étendu dans des cuves à fermentation qu'on ne remplit qu'aux deux tiers. On ajoute à ce mélange de 16 à 18 *quart* de levure de bière, et on conduit cette fermentation comme celle du lavage du marc de betteraves. Il faut avoir soin que la fermentation ne s'opère pas à une chaleur de plus de 15 degrés. M. Achard a remarqué que plus la fermentation des mélasses marchait lentement, plus on obtenait un riche produit. Cette fermentation demande donc plus de tems que celle du marc. Sa durée varie depuis huit jours jusqu'à trois semaines.

M. Achard a observé que le produit de la fabrication des eaux-de-vie de mélasse était beaucoup

plus sujet à varier en quantité que celui de l'eau-de-vie du résidu. Une même mélasse, dans deux distillations différentes, a donné une fois par quintal 70 *quart* d'eau-de-vie à 26 degrés, et une autre fois seulement 40 *quart*. On ne saurait expliquer cette différence que par celle de la durée de sa fermentation.

Les eaux qui servent à laver les chaudières, les pots à sédiment, et généralement toutes celles qui ont une saveur sucrée peuvent aussi fournir de l'alcool par la fermentation et la distillation, soit seules, soit mêlées avec la décoction du marc. Il faut seulement observer de faire bouillir toutes les eaux qui seraient mêlées avec du suc non cuit, afin de leur enlever le goût de la matière âcre qui gâterait l'eau-de-vie.

Fabrication du vinaigre.

IL ne sera ici question que sommairement de la fabrication du vinaigre de betteraves, dont il n'est pas probable que l'usage devienne jamais bien important en France. Les vins, cidres et poirés sont de trop puissans rivaux pour que le vinaigre de betteraves puisse jamais entrer en concurrence avec eux. M. Achard fabrique de deux espèces de ces vinaigres, l'une avec les petites eaux, et l'autre avec le résidu de la distillation du malt de betteraves; matières dont il a été question plus haut.

On établit les cuves à vinaigre dans une étuve et sur plusieurs rangées à divers degrés de hauteur. On doit avoir deux espèces de ces cuves: les plus grandes qui doivent contenir de 2 à 500 *quart*, sont destinées pour la fermentation du résidu de la distillation, et

les plus petites pour les derniers produits de la distillation de l'eau-de-vie. Ces dernières ne doivent pas contenir plus de 50 *quart*. La *fig. 47, Pl. III*, représente une de ces cuves. Les cuves pour les petites eaux doivent être en bois de chêne, et toutes doivent être fermées avec un couvercle qui joigne bien. On prend encore plus de précautions pour la fermentation des petites eaux, qui donnent un vinaigre d'une bien meilleure qualité; on couvre les cuves avec un fort drap de laine, sur lequel on fait poser le couvercle chargé lui-même d'une pierre. Ces précautions sont nécessitées pour garantir la surface du liquide du contact trop immédiat avec l'air extérieur. Ce contact est indispensable, mais doit être limité. La fermentation acéteuse exige une température de 25 degrés environ. L'étuve où cette fermentation a lieu, doit être aérée au moyen d'ouvertures qui se ferment à volonté.

Pour fabriquer le vinaigre avec les petites eaux, on doit préalablement acidifier les tonneaux ou cuves avec une dissolution très-chaude de neuf loth de tartre dans quatre *quart* de vinaigre : on imbibe fréquemment les parois intérieures des cuves avec ce liquide. Dans chaque vase, ainsi préparé, on met quarante *quart* de petites eaux à 6 degrés (Richter) d'alcool; quand elles ne les portent pas, on les leur donne artificiellement. On ajoute, à chaque cuve renfermant ces petites eaux, une dissolution bouillante de seize loth de tartre dans trois à quatre *quart* de vinaigre de même matière précédemment fait. On couvre ces cuves avec un drap de laine et un couvercle chargé d'une pierre. Il faut tous les trois ou

Fig. 47.

quatre jours visiter les cuves, enlever l'écume, et le moisi qui se forme à la surface du couvercle et près du robinet. L'acétification est ordinairement terminée en six ou huit semaines.

Avant de transporter ce vinaigre dans les caves, on doit le faire bouillir, et en remplir les tonneaux lorsqu'il est encore tiède. On donne plus de qualité et de force à ce vinaigre en y ajoutant, lorsqu'il est en tonneaux, un quinzième ou un vingtième d'alcool à 22 degrés. Ce vinaigre sera encore plus fort si l'addition d'alcool a lieu avant l'acétification; on peut encore le faire concentrer par la gelée, si on veut obtenir un vinaigre très-fort.

Le vinaigre avec le résidu ou eau-mère de la distillation du malt se prépare de la manière suivante :

On laisse reposer trois ou quatre jours ces eaux-mères, on soutire la partie claire, et on en emplit les cuves de la contenance de 2 à 500 *quart* seulement jusqu'aux cinq sixièmes de leur hauteur. La fermentation s'établit et dure également six à huit semaines. On visite ces tonneaux fréquemment; car ce vinaigre se gâte avec beaucoup plus de facilité que le précédent. Il est important de saisir le moment où on trouve que l'acidité n'augmente plus. Alors on soutire les cuves à fermentation, on fait bouillir le vinaigre pendant un quart d'heure, et lorsqu'il est tiède on y ajoute un vingtième d'eau-de-vie ordinaire; on l'enferme dans des tonneaux qu'on bouche hermétiquement, et qu'on doit visiter fréquemment pour remplir la vidange, s'il s'en trouve. Ce vinaigre peut être amélioré par la gelée, comme le précédent. M. Achard prétend que ce vinaigre

s'améliore avec le tems, et qu'il se conserve mieux que le vinaigre de bière auquel il peut très-bien être substitué.

On doit maintenir rigoureusement la plus grande propreté dans toute cette fabrication.

Emploi des Betteraves comme surrogat de café.

M. Achard pense que le résidu de l'expression des betteraves crues est plus propre à fabriquer un surrogat de café qu'aucune des plantes, racines ou fruits employés jusqu'à présent; il ne se flatte pas de pouvoir jamais remplacer le véritable café; mais il regarde la betterave comme étant beaucoup préférable à la chicorée, à laquelle il attribue des propriétés nuisibles. Il assure que bien avant qu'il se fût occupé du sucre de betteraves, la fabrication du café indigène de cette racine formait déjà une branche d'industrie avantageuse en Prusse pour les manufacturiers qui l'exploitaient en grand. Ces manufacturiers employaient la betterave sans être exprimée; mais M. Achard pense que le marc exprimé est préférable, et donne un café bien moins amer que celui préparé avec la betterave en nature. On prépare ce café par le procédé suivant.

On sèche le marc des betteraves au sortir de la presse, on le réduit en poudre, on l'humecte, on y ajoute un peu de farine, on en forme des gâteaux plats d'un demi-pouce de hauteur qu'on coupe en petits morceaux, et qu'on fait sécher; on les brûle ensuite comme du café.

M. Achard finit cette section en balançant les avantages du résidu employé à la fabrication de

l'eau-de-vie et du vinaigre, avec ceux qu'on en peut retirer comme surrogat de café, et il semble donner la préférence à la fabrication de l'eau-de-vie, comme conservant en même tems la nourriture des bestiaux, objet capital pour la culture des betteraves qui exige directement ou indirectement beaucoup d'engrais.

Emploi du marc pour en fabriquer une espèce de bière.

M. Achard fonde l'emploi du résidu pour la fabrication de la bière, sur la quantité de matière féculente ou amidon que le marc de betteraves conserve. Il l'a donc employé à cet usage, soit frais, soit séché, et en a obtenu une bonne bière blanche qui se conserve facilement, et est susceptible de transport. Sans entrer dans les détails de la fabrication pour laquelle il renvoie aux ouvrages qui ont traité de celle de la bière, il observe seulement qu'on doit employer plus de houblon pour cette bière que pour la bière ordinaire; qu'il est important de faire bien cuire le marc pour le dépouiller de la matière âcre et volatile qu'il contient, et que cette fabrication n'exclut pas une nourriture abondante pour les bestiaux.

Le marc de betteraves pourrait être employé directement à la nourriture des bestiaux; mais on aurait tort de renoncer aux autres avantages qu'on peut en en retirer, avantages qui n'excluent pas cette nourriture.

Il n'y a donc que les dépôts et les écumes qui ne peuvent être utilisés pour la consommation domestique; mais on en tire parti en les répandant sur

la terre comme engrais. Les cochons les mangeraient bien, mais cette nourriture ne leur convient pas, et les fait dépérir.

Pour tirer parti de ces écumes comme engrais, il faut prendre quelques précautions commandées par l'odeur insupportable qu'exhalent ces matières, lorsqu'elles sont en grandes masses et exposées à une température modérée et humide. On doit les transporter de suite sur les champs et les recouvrir de terre. Il faut les étendre en couches peu épaisses, car ce fumier est très-gras, et pourrait nuire à la végétation.

celle au long de laquelle on a
quintuple de silice de betteraves par an
L'ensemble dans les années de culture de betteraves
On les coupe les végétaux à la fin de l'été de l'année
de vie et du végétatif, sans diviser dans sections
L'année. Les betteraves en toutes les opérations
relatives à la fabrication peuvent se faire comme
dément, avec économie de tout, de papier et de
comparable.
D'autres. Les machines, matérielles et autres né-
cessaires.
L'histoire. Les divers ingénieurs indépendants à
cette fabrication.
Quatrième. Le nombre d'ouvriers.
On donne une explication succincte de la
de l'une fabrique de ce genre dans le M. de
basin de Pappé à L'avenue près de Genève, on a
fait, qui, le premier, a employé cette machine
toute en grand.



 CHAPITRE X.

Description d'une fabrique de sucre brut de betteraves dans laquelle on peut travailler dix mille quintaux de ces racines pour en extraire le sucre, l'eau-de-vie et le vinaigre.

On dira plus bas les raisons sur lesquelles M. Achard se fonde pour avancer que l'étendue la plus convenable pour une fabrique de sucre de betteraves est celle où l'on peut travailler commodément dix mille quintaux de Silésie de betteraves par an.

L'ensemble d'une fabrique de sucre de betteraves où l'on emploie les résidus à la fabrication de l'eau-de-vie et du vinaigre, sera divisé en quatre sections.

Première. Les bâtimens où toutes les opérations relatives à la fabrication peuvent se faire commodément, avec économie de tems, de peines et de combustible.

Deuxième. Les machines, ustensiles et vases nécessaires.

Troisième. Les divers ingrédiens indispensables à cette fabrication.

Quatrième. Le nombre d'ouvriers.

On donnera une explication suffisamment détaillée d'une fabrique de ce genre établie par M. le baron de Kopy à Krayn près de Strehlen, en Silésie, qui, le premier, a entrepris cette manufacture en grand.

PREMIÈRE SECTION.

Description des bâtimens.

LA fabrique de M. le baron de Kopyy a été établie dans un immense bâtiment long de 260 pieds du Rhin, et large de 62, composé d'un rez-de-chaussée, d'un premier étage et d'un vaste grenier.

La disposition intérieure du rez-de-chaussée con- PL. IV.
siste : Fig. 1^{re}.

1°. En une espèce de remise couverte A, qui sert d'entrée aux voitures qui amènent les betteraves. Cette remise, pendant l'époque de la fabrication, sert encore de magasin pour la tourbe, le bois; elle a de 55 à 60 pieds de long, sur 22 pieds de large.

2°. En un long corridor divisé en six compartimens *aaaaaa*, qui forment autant de magasins pour conserver les betteraves. Tous ces magasins peuvent contenir dix à douze mille quintaux: ils ont ensemble, pris intérieurement, 150 pieds de long sur 18 pieds de large. Les murs de ces magasins doivent être assez épais pour garantir les betteraves de toute gelée; s'ils ne l'étaient pas suffisamment, il faudrait les garnir, au-dedans ou au dehors, de paille, de mousse ou de feuilles.

3°. En une pièce B de 36 pieds de profondeur sur 20 de largeur, qui renferme le manège *abc* mis en mouvement par les bœufs.

4°. Cette pièce communique à une autre C où sont disposés le lavoir *b*, les deux plateaux triturateurs *cc*, la presse à rouleau *e*, un réservoir *f* destiné à recevoir le suc, un puits *g*, un escalier *h* qui conduit au pre-

mier étage. Cette pièce a 56 pieds de long sur 36 de large.

5°. Dans un des angles de cette pièce est une chambre D séparée par une cloison, et servant à acidifier le suc. Cette chambre a 18 pieds de long sur 15 de large : elle communique par une porte dans l'atelier qu'on vient de décrire, et par une autre dans le laboratoire où on clarifie le suc acidifié, et où l'on peut l'évaporer et même le faire cristalliser.

6°. Ce laboratoire E doit contenir deux grandes chaudières à clarifier *aa*, quatre chaudières évaporatoires *bbbb*, trois fourneaux *ccc* destinés à chauffer les chaudières. La fumée de chacun de ces fourneaux est dirigée par un tuyau de fonte dans la pièce qui se trouve au-dessus. Ce laboratoire a 36 pieds de large sur 45 de long, et son plafond est voûté en croix comme l'indiquent les points de la figure.

7°. A une des extrémités de cette pièce en est une autre F dans laquelle on place les châssis et les toiles qui reçoivent les écumes et les dépôts, et où on serre toutes sortes d'ustensiles nécessaires à la fabrication : on y a ménagé un escalier par lequel on communique avec le premier étage, et une trape pour monter et descendre de grands fardeaux au moyen d'un cabestan. Cette pièce a 18 pieds en tout sens.

8°. Elle communique avec une autre pièce G qui sert de magasin au bois et autres combustibles, et qui a 16 pieds de long sur 18 de large.

9°. Dans une grande pièce H près de celle-ci, est le local qui sert à contenir les tonneaux *bbbb*, etc., pour la fermentation du malt. Cette pièce, profonde de 56 pieds et large de 20 pieds, renferme une autre presse à

rouleau *a* pour le résidu cuit des betteraves. Cette pièce est chauffée par deux fourneaux de fer *cc* dont les tuyaux vont aboutir dans les cheminées de la pièce contiguë.

10°. Dans cette pièce contiguë *J*, où sont établies deux grandes chaudières *aa* et deux grands alambics *bb* avec leurs serpentins *cc*, on fait cuire le résidu de betteraves pour la fabrication de l'eau-de-vie; on y distille les différentes liqueurs fermentées, et on les rectifie dans les alambics *dd*, *e*. Il doit y avoir un puits *f* dans cette pièce, qui est voûtée en croix, et qui communique par deux portes avec la chambre à malt et la vinaigrerie. Sa longueur est de 36 pieds sur 25 de large.

11°. Dans la vinaigrerie *K* qui est à l'une des extrémités de ce long bâtiment, on place les tonneaux qui doivent contenir les liquides destinés à la fabrication du vinaigre. Cette pièce, longue de 36 pieds sur 30 de large, est chauffée par des fourneaux de fer, dont les tuyaux aboutissent aux cheminées de la distillerie *j* avec laquelle elle communique par une porte.

12°. Elle communique aussi par une autre porte à une cave voûtée *L* où l'on conserve l'eau-de-vie, le vinaigre, le sirop, la mélasse, etc. Cette cave a 56 pieds de long sur 18 de large.

Le premier étage de ce bâtiment sert à loger les employés et les ouvriers; il n'y a qu'un petit nombre de pièces d'occupées pour les besoins de la manufacture.

13°. Une d'elles *M* est particulièrement destinée à l'étuve; elle se trouve au-dessus du laboratoire, et

a absolument les mêmes dimensions ; elle est chauffée par les tuyaux de fer des cheminées du laboratoire, qui la traversent et finissent par se rendre dans des cheminées de briques : on ménage à différentes hauteurs de ces tuyaux des trappes qui ferment hermétiquement, et qui servent à les nettoyer. Ces tuyaux sont suffisans pour chauffer cette pièce pendant l'hiver ; cependant pour y entretenir la chaleur lorsqu'on ne chauffe pas la chaudière, on y place quatre fourneaux de fonte, dont les tuyaux sont aussi longs que possible. Pour diminuer à volonté la chaleur, ou pour donner de l'air à l'étuve, ce qui devient quelquefois nécessaire à cause de la trop grande humidité, on pratique au plafond plusieurs soupiraux ou trappes, que l'on ouvre et ferme à volonté.

14°. Derrière cette pièce en est une autre N qui sert de magasin pour les pots, les vases, etc.

15°. En raison de la hauteur de la grande roue mise en mouvement par les bœufs, on est obligé de pratiquer une ouverture au plancher du premier étage : cette ouverture est de la même grandeur que le local qui renferme la roue, et se voit en O.

Le grenier qui se trouve au-dessus du premier étage est planchéié, et a autant de lucarnes qu'il en faut pour que l'air y circule facilement et puisse y sécher le sucre brut qu'on y étend. Ce grenier peut servir encore à une foule d'autres usages.

Il est facile de concevoir qu'on peut varier ces dispositions et très-bien adapter à cette fabrication de vastes bâtimens qui, originairement, auraient eu une autre destination.

DEUXIÈME SECTION.

*Description des machines, ustensiles, vases, etc.
pour la fabrication de dix mille quintaux de
betteraves.*

ON divisera les 10,000 quintaux ou 516,900 kil. en cent quarante-quatre jours de travail; ce qui donne près de 70 quintaux par jour. La machine à laver, deux plateaux tritureurs, la presse, suffisent pour cette quantité. Les betteraves bien pressées donnent deux tiers de leur poids de suc. Le quintal de 132 livres en donne donc 88. La pesanteur spécifique de ce suc, qui est très-sujète à varier, peut être établie à la moyennede 1055, l'eau étant à 1000; mais M. Achard, vu que la pression des betteraves dans un travail en grand est rarement aussi parfaite qu'elle pourrait l'être, ne compte que 81 livres et demie de Silésie ou un pied cube de suc par quintal de Silésie, ou 5700 livres par jour, ou 70 pieds cubes du Rhin. Il faut donc cent trente-six pots pour recevoir journellement le suc, et une provision nécessaire pour remplacer ceux qui pourraient se casser.

Une chaudière à clarifier, de 7 pieds du Rhin (2 mètres 17 centimètre) de diamètre, et 18 pouces (46 centimètres) de hauteur, peut contenir 3000 livres de Silésie de suc. Deux seront donc suffisantes.

On estime la perte par la clarification au huitième de son poids; il ne reste donc plus que 5000 livres de Silésie ou environ de suc. Quatre chaudières évaporatoires du même diamètre que celle à clarifier, rem-

plies à la hauteur de 4 à 5 pouces, suffisent pour cette opération.

On estime la perte, tant par la clarification que par l'évaporation, à 86 pour 100 du volume; il ne restera donc que 10 pieds cubes du Rhin de sirop, qui serviront à remplir quatorze pots à sédiment, chaque jour; le sirop devant rester quatre ou cinq jours à déposer, il faudrait soixante-dix de ces pots pour les cinq jours, et un certain nombre en provision pour réparer la casse.

Lorsque le sirop a déposé, on le décante dans des vases évaporatoires pour être mis à l'étuve. Chaque vase évaporatoire, de 20 pouces carrés de surface, doit être empli de sirop à la hauteur de trois pouces, et en contient ainsi facilement un demi-pied cube de sirop. Dix pieds cubes de sirop exigeraient donc vingt vases évaporatoires par jour, qui devant rester environ cinquante jours à l'étuve, devraient être en provision dans la quantité de 1000, outre ce qu'il en faudrait pour remplacer la casse. Le sirop, au sortir de l'étuve, a perdu par l'évaporation environ $\frac{1}{4}$ terme moyen; il ne reste donc plus que sept pieds et demi cubes des dix mis à l'étuve, produit d'un jour de travail, et qui, multipliés par cent quarante-quatre jours de travail, donnent à la fin du roulement 1080 pieds cubes de sucre mêlé de mélasse, pour lesquels il faut un nombre proportionné de formes de bâtardes et pots de bâtardes. La grandeur de ces bâtardes et pots à bâtardes peut singulièrement varier; mais on peut fixer moyennement leur grandeur à environ trois quarts de pieds cubes pour les bâtardes, il en faudrait donc environ mille

quatre cent quarante. La grandeur des pots doit être à-peu-près de moitié.

Lorsqu'on veut fabriquer le sucre par la cristallisation confuse, on a en moins les vases évaporatoires de l'étuve, et la construction de cette dernière.

Outre les ustensiles dont il vient d'être question, il en faut encore d'autres moins importants.

1. Six thermomètres de Réaumur, dont deux garnis de la boîte de fer-blanc pour les chaudières à clarifier, et quatre ordinaires pour l'étuve, et les endroits où ont lieu les fermentations spiritueuses et acéteuses.

2. Une mesure d'étain pour l'acide sulfurique, pour acidifier 42 livres de suc.

3. Un mortier pour la craie et le charbon qui doit servir à l'eau-de-vie.

4. Des cribles et tamis pour la craie, le charbon, etc.

5. Des paniers à anses pour le transport des betteraves, ou des charriots à roulettes, etc. Ces mesures doivent tenir une quantité déterminée de betteraves, afin que chaque jour on puisse se rendre compte de la quantité employée. Fig. 45.

6. Quatre écumoirs, dont deux pour les chaudières à clarifier, et deux pour les chaudières à évaporer. Ces écumoirs doivent avoir 12 à 14 pouces de diamètre. Il en faut d'autres plus petites pour les pots à sédiment.

7. Des châssis, au nombre de quatre, pour supporter les toiles qui doivent recevoir les écumes et les dépôts. La *fig. 43, Pl. III*, représente ces châssis Fig. 43. avec les toiles qui y sont fixées au moyen de crampons de fer, afin de pouvoir faire couler et déplacer

la toile à volonté. On doit avoir ces quatre châssis doubles, c'est-à-dire huit, afin de pouvoir faire égoutter les écumes et les dépôts aussi long-tems que possible, sans toutefois les laisser fermenter.

8. Des toiles ou draps de laine en suffisante quantité pour le service des châssis.

9. Quatre plus petits châssis pour mettre sur les chaudières évaporatoires, et recevoir le sulfate de chaux qui se forme à leur surface, et les toiles pour leur service.

Fig. 44. 10. Des crampons de fer pour retenir les toiles ou draps de laine sur les châssis; il en faut douze à seize pour chaque châssis.

11. Des vases soit en bois, garnis de fer-blanc ou de plomb, soit en grès, pour recevoir les liqueurs qui proviennent des écumes et dépôts.

12. Des pelles ou mouverons pour remuer le chargement des chaudières.

Fig. 42. 13. Deux rables à manches longs, pour ramasser et réunir les dépôts des chaudières.

Fig. 39. 14. Des rayons de bois à l'étuve pour supporter les vases évaporatoires.

15. Un four pour la chaux. Ce four peut être construit hors du bâtiment, ou dans le local où se fabrique le vinaigre, qu'il servirait en même tems à échauffer.

On ne saurait trop recommander d'éviter avec le plus grand soin que le jus ne pénètre dans les pores du bois, de bien laver et souvent tous les ustensiles, et d'exiger la plus grande propreté.

Tous les ustensiles en bois et en toile doivent être

lavés à l'eau de chaux et séchés promptement. On doit donc avoir toujours une provision de cette eau de chaux.

Des vases et ustensiles pour l'extraction de l'eau-de-vie et du vinaigre du résidu des betteraves.

LES betteraves donnant environ les deux tiers de leur poids de suc, il en résulte que 70 quintaux par jour donneraient environ 25 quint. 53 cent. de résidu. Il faut pour cuire ce résidu une partie et un tiers de leur poids d'eau. On le cuit tous les jours dans deux chaudières de quatre pieds de diamètre, et de deux pieds de profondeur, ou en carré de quatre pieds de long, trois de large, et deux de profondeur. Lorsque la matière est cuite, on la soumet à l'action d'une presse semblable à celle qui sert à exprimer les betteraves râpées. On peut exprimer ainsi par jour 25 quint. un tiers. On doit avoir le double des toiles nécessaires, afin de pouvoir laver tous les jours celle qui a servi à l'opération précédente.

Pour contenir le produit de l'expression ou malt, Fig. 46. il faut chaque jour trois tonneaux ou cuves, *fig. 46, Pl. III.* Ces tonneaux ont trois pieds trois quarts de diamètre, et trois pieds seulement à l'orifice, et sont hauts de quatre pieds et demi. La fermentation durant trois ou quatre jours, il faut douze de ces tonneaux, et en avoir un ou deux de rechange pour remplacer ceux qui auraient besoin d'être raccommodés.

Chacun de ces tonneaux doit avoir son couvercle.

Pour distiller le produit de trois tonneaux, il faut

deux alambics munis d'un robinet vers le bas, pour faire écouler le résidu de la distillation.

Chacun de ces alambics doit contenir facilement quatorze pieds cubes de liquide, et n'être rempli qu'aux deux tiers environ. On fait deux opérations par jour dans chacun de ces alambics.

On facilite le service soit par des pompes, soit par des conduits qui communiquent du local où la fermentation a lieu dans celui où on distille.

La distillation de trois tonneaux, comme ceux décrits, donne par jour quatre cent vingt *quart* de liquide, qui doit être rectifié dans un alambic de même capacité, à moins qu'on ne veuille réserver le produit de plusieurs jours pour le distiller à la fois. Quant à une seconde rectification, chacun adoptera les alambics de telle capacité qui lui conviendra; il ne peut y avoir de règles fixes à cet égard.

Il reste au fond des alambics, après la première distillation, environ 1200 *quart* de liquide dont on peut faire du vinaigre, et qu'on doit, à cet effet, recevoir dans un grand tonneau pour attendre qu'il se dépure par le repos. Chaque produit devant rester quatre jours à déposer, il faudrait quatre tonneaux semblables: on divise ensuite cette quantité en six tonneaux ou cuves, et comme chacune doit rester environ cinquante jours à fermenter, il en faudrait un nombre proportionné à ce tems, c'est-à-dire, environ trois cents.

En général, il serait difficile de tirer parti de tout le vinaigre qu'on fabriquerait de cette manière, et il vaudrait mieux n'en fabriquer qu'une plus petite quantité, et réserver le liquide qui reste dans l'alambic

après la distillation, pour servir de boisson aux bestiaux.

Les petites eaux que l'on obtient chaque jour en rectifiant le produit de la première distillation, de même qu'en procédant aux autres rectifications pour perfectionner les eaux-de-vie, varient beaucoup par rapport à la quantité d'alcool qu'elles contiennent : en supposant que chaque jour on obtienne cent vingt *quart* de ces petites eaux pour en faire du vinaigre, il faudrait trois vases de la grandeur de ceux représentés *fig. 47, Pl. III*, qu'on ne remplirait qu'aux quatre cinquièmes de leur contenance, et en comptant cinquante jours pour l'acétification, il en faudrait cent cinquante. Si on conservait ces petites eaux dans des tonneaux pour ne les convertir en vinaigre qu'en été et tout le long de l'année, il faudrait beaucoup moins des vases, *fig. 47*, et pendant l'été on économiserait le chauffage de la pièce où l'on fait le vinaigre.

On a prescrit de faire bouillir le vinaigre qui provient de ces petites eaux, afin de pouvoir mieux le conserver. On se sert, à cet effet, d'une chaudière de la contenance de trois cents à cinq cents *quart* qu'on établit dans le local où l'on fait le vinaigre.

Récapitulation des ustensiles propres à la fabrication du sucre et des autres produits.

Pour la fabrication du Sucre.

1. Un lavoir.
2. Deux machines à triturer.
3. Une grande presse avec les toiles nécessaires.

4. Cent trente-six pots à acidifier le suc. Un certain nombre de rechange.
5. Deux chaudières à clarifier.
6. Quatre chaudières à évaporer.
7. Soixante-dix pots pour laisser reposer le sirop. Un certain nombre pour remplacer les cassés.
8. Mille vases évaporatoires à l'étuve. Un certain nombre pour remplacer les cassés.
9. Mille quatre cent quarante environ formes dites bâtardes.
10. Mille quatre cent quarante environ pots à bâtardes.

Ustensiles propres à la fabrication de l'eau-de-vie et du vinaigre.

1. Deux grandes chaudières pour cuire le marc.
2. Une autre grande presse, avec les toiles nécessaires.
3. Treize tonneaux ou cuves pour la fermentation spiritueuse, et autant de couvercles.
4. Deux grands alambics avec des robinets.
5. Des pompes et conduits pour faciliter le travail.
6. Un alambic pour la première rectification.
7. Un alambic pour la deuxième rectification.
8. Des hottes ou de petits charriots pour les divers transports.
9. Des seaux pour les lavages, transports d'eaux.
10. Un poêle pour chauffer la pièce.

Fabrication du vinaigre.

1. Quatre grands tonneaux pour le résidu de la distillation.
2. Trois cents tonneaux ou cuves à acétification (si on veut tout employer).
3. Cent cinquante tonneaux pour les petites eaux à convertir en vinaigre.
4. Une chaudière pour faire chauffer le vinaigre avant de le mettre en tonneaux.
5. Un poêle pour chauffer la pièce.

TROISIÈME SECTION.

Matières nécessaires pour la fabrication du sucre de betteraves et des produits des résidus.

1. Le combustible.
2. L'acide sulfurique.
3. Le carbonate calcaire ou craie.
4. La chaux ou craie calcinée.
5. Du lait écrémé.
6. La levure de bière.
7. Du vinaigre.
8. Du tartre.
9. De l'eau-de-vie.

Du combustible.

EN construisant les fourneaux convenablement, on peut, suivant les localités, se servir de toutes espèces de combustibles, tels que le bois, la houille et la tourbe. Il serait difficile d'assigner un prix pour

la valeur du chauffage; M. le baron de Kopy, qui a employé la tourbe, estime que l'exploitation de 10,000 quintaux de betteraves ne lui a coûté que 600 rixthalers ou 2400 fr.

De l'acide.

Il faut pour acidifier chaque pot $11 \frac{3}{4}$ de loth d'acide sulfurique, dont la pesanteur spécifique soit à celle de l'eau comme 1176 à 1000. Pour obtenir ce degré de densité, il faut 2 livres 7 loth $\frac{1}{4}$ d'acide sulfurique concentré à 70 degrés à 1,855, l'eau étant à 1000, et 5 livres 10 loth d'eau. Les $11 \frac{3}{4}$ de loth d'acide employé contiennent réellement 5 loth $\frac{11}{24}$ d'acide sulfurique concentré à 70 degrés. Pour acidifier 137 pots, il faut donc 14 livres $\frac{24}{32}$ d'acide par jour qui, multipliés par cent quarante-quatre jours de travail, donnent par an 16 quint. 21 livres d'acide sulfurique concentré à 70 ou 54 quint. 117 livres acide atténué à 1176 de pesanteur spécifique. L'acide non concentré étant en général à beaucoup meilleur marché dans les fabriques, on doit avoir un avantage à le prendre en cet état.

Il faudrait une provision plus forte de cet acide sulfurique, parce qu'une partie doit être employée pour l'amélioration des eaux-de-vie; on ne peut déterminer au juste cette quantité.

De la craie.

On a vu au chapitre de la fabrication, qu'il fallait 7 loth $\frac{1}{2}$ de craie pour chaque pot de 42 livres

de suc acidifié. Il en faut donc pour 137, 30 livres $\frac{2}{3}$, ou pour cent quarante-quatre jours 33 quintaux 81 livres.

De la chaux.

DANS la fabrication on emploie 2 $\frac{1}{4}$ loth de chaux par pot de 42 livres. Pour 137 pots il en faudra 9 livres $\frac{2}{3}$, et pour cent quarante-quatre jours 10 quint. 66 livres.

Du lait.

IL faut pour chaque pot de 42 livres $\frac{1}{4}$ de *quart*, de lait écrémé. Pour 137 il en faudra 34 $\frac{1}{2}$ *quart* par jour, ou pour tout le travail 4968 *quart*; et en outre celui destiné pour les clarifications des dépôts qui se forment dans les pots à sédiment, qu'on ne peut évaluer.

De la levure de bière.

LE produit journalier de malt est de trois tonneaux, à raison de seize *quart* de levure pour chacun; il en faudrait 48, ou 6912 pour le travail complet. On a dit à l'article *Fabrication* les moyens de suppléer à cette levure de bière lorsqu'on ne pourrait pas s'en procurer.

Il faut encore de la levure pour faire fermenter les eaux de lavage, et la mélasse pour la fabrication de l'eau-de-vie. On ne saurait déterminer la quantité nécessaire, cette quantité étant sujete à varier; mais on peut prendre pour base du calcul qu'il faut par

chaque quintal de malt ou liqueur toute prête à faire fermenter seize à dix-huit *quart* de lie de bière, en ajoutant dans chaque tonneau toute l'écume produite par une fermentation précédente.

Du vinaigre.

CENT *quart* de petites eaux qu'on doit convertir en vinaigre exigent entre 9 à 10 *quart* de vinaigre pour déterminer la fermentation, et pour dissoudre le tartre ajouté également dans cette vue; 13 à 1400 *quart* de ce vinaigre seront suffisans pour tout le travail.

Du tartre.

CENT *quart* de petites eaux exigent, pour être convenablement préparées à la fermentation acéteuse, environ 9 loth de tartre. En supposant cette dose par jour, et pendant tout le courant de l'année, il en faudrait un quint. 52 livres.

De l'eau-de-vie.

LA quantité d'eau-de-vie qu'on ajoute pour donner de la force au vinaigre, et l'aider à se conserver, est relative au degré d'acidité qu'on veut obtenir, et à la garde du vinaigre; on ne peut donc la fixer d'une manière déterminée.

QUATRIÈME SECTION.

Des ouvriers et surveillans.

DANS un établissement tel que celui qu'on a décrit, il faut :

1. Un inspecteur qui ait la surveillance générale, et qui tienne la comptabilité.
2. Un contre-maître qui soit assez bon mécanicien, qui ait la surveillance sur les travaux des ateliers, et qui fasse les réparations aux machines.
3. Un raffineur chargé de tous les travaux relatifs à l'extraction du sucre.
4. Un distillateur chargé de la manutention des eaux-de-vie et vinaigres.
5. Seize ouvriers employés aux divers travaux exigés pour le sucre, l'eau-de-vie et le vinaigre.
6. Deux ouvriers de plus en hiver pour le service du combustible.

Les seize ouvriers sont employés en partie pendant l'été à la culture de la betterave.

L'établissement du baron de Koppy a prouvé que les divers travaux à exécuter dans une fabrique de ce genre n'exigeaient pas un plus grand nombre d'ouvriers.