

DEUXIÈME PARTIE.

PREMIÈRE SECTION. — *Du lavage des Betteraves.*

Le lavage des betteraves est une opération si simple, et qui peut se faire de tant de manières différentes, qu'elle ne donne lieu à aucune observation importante. La machine de M. Achard remplit parfaitement son but, et n'a d'autre inconvénient que d'être un peu coûteuse. Je regarde d'ailleurs cette opération comme peu utile, et je crois même qu'on pourrait s'en dispenser, cela économiserait beaucoup de tems et de frais. En effet, quand on y réfléchit, à quoi peut servir ce lavage? A dépouiller la betterave des matières terreuses qui peuvent encore y être adhérentes. Mais quel mal peuvent produire ces substances terreuses? Aucun. Leur insolubilité les empêche d'avoir aucune action sur le suc de betteraves. Elles se déposent donc au fond des vases destinés à recevoir le suc, et celles qui pourraient encore y être en suspension, se séparent inévitablement par la défécation ou clarification.

Cependant lorsqu'on procède à la défécation du suc de betteraves au moyen de l'acide sulfurique, il ne serait peut-être pas prudent de supprimer le lavage, sur-tout si le sol qui a porté les betteraves est d'une nature calcaire. Dans ce cas l'acide sulfurique employé porterait d'abord son action sur le carbonate calcaire que le suc exprimé pourrait encore tenir en suspension au moment de son addition, et n'agirait plus que d'une manière incomplète sur les principes contenus dans le suc, et qu'il doit en précipiter. Lorsqu'on opère la défécation par la chaux, on ne doit plus avoir la même crainte, cette substance n'ayant dans ce cas aucune action sur les matières terreuses.

DEUXIÈME SECTION. — *De la trituration des Betteraves.*

CETTE opération qui paraît au premier coup-d'œil si simple, est pourtant celle de toute la fabrication qui a présenté le plus de difficulté à surmonter. Cette difficulté provient de la contexture intérieure de la chair ou pulpe des betteraves. Cette chair est formée d'un réseau très-serré, composé lui-même d'une foule de cellules extrêmement petites, qui contiennent le suc de betteraves; chacune de ces cellules doit être déchirée pour permettre la sortie du suc. Le déchirement est absolument nécessaire, et l'expérience a prouvé que c'était inutilement qu'on avait cru pouvoir y suppléer par une pression même très-forte. Les râpes pas trop fortes sont jusqu'à présent les instrumens qui opèrent le mieux ce déchirement; mais il était important d'obtenir leur action en grand, ce qui ne pouvait avoir lieu que par une machine, et malheureusement celles qu'on a construites jusqu'ici ont toujours présenté quelques inconvéniens dans leur manœuvre. Le plus grand est que la pulpe ou espèce de bouillie formée s'insère dans les inégalités des râpes, obstrue les ouvertures, et forme à leur surface une couche qui empêche la rape de mordre et la pulpe de sortir, ce qui oblige à les nettoyer très-fréquemment, et ralentit singulièrement leur marche. La forme et la grosseur des betteraves présente encore un autre inconvénient; si on en met peu dans la trémie dont on a surmonté les cylindres à râpes, la rotation de ce cylindre les fait mouvoir en tout sens, et empêche l'action égale de la râpe; si on en met beaucoup, le poids oppose une grande résistance, et exige l'emploi d'une grande force pour la vaincre. Jusqu'à présent rien n'a pu dans l'emploi de ces sortes d'instrumens suppléer avantageusement la pression de la main, qui facilite beaucoup la sortie de la pulpe qui s'attache à la surface de ces râpes.

L'action d'un moulin analogue à ceux employés pour le café, donne une pulpe d'une bonne qualité, et a l'avantage de ne point s'engorger; mais l'emploi de ces sortes de machines exige une grande force nécessaire pour écraser les morceaux de betteraves, afin de les faire passer par l'espèce de laminoir coupant qu'elles forment à l'endroit où la pulpe est formée et sort. Cette force destinée à écraser et laminer les morceaux de betteraves est perdue, pour ainsi dire, inutilement, puisque d'autres machines forment une pulpe d'aussi bonne qualité avec une pression infiniment plus faible. On a annoncé dans les journaux des machines qui devaient fournir jusqu'à 50 et 60,000 liv. de pulpe par jour; mais, comme il a été dit dans l'Introduction, ces annonces fastueuses se sont réduites à rien, et lorsqu'il a fallu faire exécuter ces machines on a eu la triste conviction qu'elles ne remplissaient nullement leur destination.

Le déchirement des betteraves et leur réduction en une pulpe convenable est pourtant un objet extrêmement majeur, puisque c'est de la bonne exécution de ces deux opérations que dépend la quantité de suc à obtenir, et qu'une machine qui opère passablement, et une autre qui opère très-bien, présentent une différence de plus de 25 pour 100. Dans les opérations en petit, faites avec des râpes à main, on prouve qu'on obtient jusqu'à près de 80 pour 100 de suc, et avec les meilleures râpes exécutées en grand, il sera difficile d'obtenir les deux tiers ou 66 pour 100. Il faut bien se rappeler qu'un morceau de betteraves même de la grosseur d'un grain de millet conserve tout son suc lors de la pression.

L'action d'un rabot dont la lame est disposée de manière à former en même tems une scie tranchante, paraît avoir fourni à M. Achard l'idée de la machine qu'il a employée pour la trituration des betteraves. Il est certain que l'effet de cette machine est excellent, et que jusqu'à présent on

n'a pu lui en comparer aucune qui donne une pulpe d'une aussi bonne qualité. La betterave réduite en feuilles aussi minces que le papier, est en outre coupée dans un autre sens par les échancrures faites à la scie tranchante, et présente alors une foule de petits rubans, dont toutes les mailles déchirées laissent facilement sortir le suc. Cet état est bien préférable à l'espèce de bouillie formée par la râpe ordinaire; cette bouillie ne peut être exprimée qu'au moyen de toiles ou de sacs de crin, et obstrue très-facilement leur tissu, effet qui n'a point lieu avec la pulpe formée par la machine de M. Achard.

Je n'ai donc point le moindre doute sur la bonté de cette machine, et c'est ce qui nous a engagés à la faire exécuter d'abord sur une dimension plus petite que celle indiquée par M. Achard. Cette machine, dont la marche n'est point encore aujourd'hui très-régulière par divers vices dans son exécution, pourra donner par heure 250 liv. de pulpe d'une très-bonne nature, et ne nécessitera que l'emploi d'un seul homme pour la faire marcher.

En comparant l'action de cette machine à celle d'un moulin analogue à ceux employés pour le café, je trouve qu'elle donne au moins autant de produit en n'employant guère que la moitié de la force nécessaire pour faire marcher ce dernier, qui a encore l'inconvénient d'exiger que les betteraves soient coupées en petits morceaux par une autre machine.

Je n'en conclurai pas qu'on ne puisse rien inventer de meilleur que cette machine de M. Achard, mais je pense que de celles que j'ai vues, et j'en ai déjà vu beaucoup, c'est celle qui l'emporte pour le mérite de l'exécution. Au reste, la trituration de la betterave peut devenir un objet assez important pour espérer que la Société d'encouragement, qui a contribué si puissamment aux progrès de notre industrie, et qui saisit toujours avec empressement l'oc-

casion de récompenser les inventions utiles, pourra faire de cet objet le sujet d'un de ses prix annuels (1).

TROISIÈME SECTION. — *De la pression de la pulpe de betteraves, et extraction du suc.*

J'AI déjà eu occasion de parler de la presse de M. Achard. Voyez page xix de l'Introduction et les pages 44 et suiv. de la Traduction. J'ajouterai seulement ici, qu'une des précautions les plus importantes pour bien presser la pulpe des betteraves est d'en former des lits peu épais. Cette opération de l'expression du suc de betteraves, qui est très-importante, est malheureusement celle qui est la plus coûteuse, en raison de la main-d'œuvre multipliée qu'elle exige, dans les pressoirs ordinaires. Il est à désirer qu'on puisse indiquer une machine qui, en laissant au marc le moins de suc possible, exigerait aussi le moins de manipulation; M. Achard avoue que dans un travail en grand, on n'extrait guères au moyen de la presse que 61 pour 100 de suc. (Voyez page 99) M. Drappiez a annoncé en avoir extrait jusqu'à 77 pour 100, ce qui établit la différence de plus d'un cinquième, objet très-majeur dans une fabrique en

(1) Depuis la rédaction de cet article, j'ai eu occasion de voir l'effet d'une nouvelle machine que je crois très-supérieure même à celle de M. Achard: cette machine qui est de l'invention de MM. Pichon et Moyau, rue de la Vieille-Estrapade, n° 27, à Paris, a râpé en ma présence 800 livres ou 400 kilogrammes de betteraves en une heure. et n'employait que la force de deux hommes pour la faire mouvoir, et celle d'un enfant pour la charger de betteraves. Je pense qu'avec un cheval et un manège, on pourrait mettre trois de ces machines en activité et avoir ainsi un produit de 2400 livres ou 1200 kilogrammes par heure. La pulpe produite est d'une excellente qualité, et la machine ne s'engorge jamais; elle est très-simple, tient très-peu d'emplacement et doit être peu coûteuse.

grand, où on roule sur plusieurs millions de betteraves ; et il n'est pas encore bien certain qu'au moyen d'une râpe et d'une presse l'une et l'autre parfaite, on ne puisse dépasser cette quantité, suivant la qualité des betteraves. Les personnes qui ne voudront point faire exécuter la machine à exprimer de M. Achard, pourront adopter la presse hydraulique qui jusqu'à présent est encore fort coûteuse, ou les presses à cammes et coins, employées dans la Belgique pour l'expression des huiles, ou enfin les presses à leviers déjà usitées dans bien des pays vignobles. Les presses à vis paraissent être les moins bonnes, et celles qui exigent le plus de réparations. On obtiendra des quantités bien différentes de suc des betteraves, suivant la bonté de la presse, suivant la disposition de la pulpe des betteraves sur cette presse, et suivant la qualité des betteraves.

M. Achard recommande expressément d'éviter (*Voyez* page 46) le contact du suc de betteraves avec le bois qui entre dans la composition de sa presse, et il veut qu'on le garnisse de fer-blanc dans tous les endroits où le suc pourrait la toucher, ou qu'on frotte d'huile bouillante ce bois, et qu'on le couvre ensuite d'un vernis. Ces précautions pourront paraître minutieuses, et dans bien des cas d'une exécution difficile. Cependant, M. Achard insiste tellement sur leur nécessité, qu'il y a lieu de croire que l'altération du suc de betteraves a lieu beaucoup plus promptement qu'on ne serait tenté de le croire.

Cette obligation de garnir d'un métal ou d'un vernis tous les vases qui doivent recevoir le suc de betteraves avant qu'il soit à l'état de sirop, ne laisse pas que d'augmenter beaucoup les frais d'un établissement, lorsqu'on opère sur de grandes masses (1).

(1) Depuis la rédaction de cet article, je me suis convaincu, sur notre propre exploitation, que cette recommandation était de rigueur,

QUATRIÈME SECTION. — *De l'épuration ou clarification du suc de betteraves.*

M. ACHARD, lorsqu'il a commencé à se livrer au travail du sucre de betteraves, ne suivait pas le procédé qu'il publie dans ce moment: alors il faisait cuire la betterave dans l'eau, la coupait par tranches, l'exprimait et en faisait évaporer le suc sans y faire la moindre addition; ce procédé par la coction que M. Cadet-de-Vaux voudrait aujourd'hui faire revivre, au moins en partie, était bien certainement peu conforme aux principes de la chimie.

La betterave contient, et en assez grande quantité, de l'amidon qui par cette coction devient soluble et communique une grande viscosité au suc, rend son extraction par la presse très-difficile, et porte encore un bien plus grand préjudice à la cristallisation du sucre. Il est probable que M. Achard avait adopté originairement ce procédé, parce qu'il avait remarqué que la coction semblait augmenter la saveur sucrée de la betterave; ce qui est vrai, mais ce qui ne prouve pas augmentation d'une plus grande quantité de sucre *cristallisable*.

M. Dutrône-la-Couture, dans son excellent *Traité de la Canne à Sucre*, a le premier indiqué la différence qui se trouve entre le sucre cristallisable et la matière qu'il nomme *corps muqueux sucré*. Cette dernière substance peut se trouver très-abondamment dans un végétal, sans qu'elle soit accompagnée de sucre cristallisable; et il est présumable que c'est celle dont la saveur se développe par la coction. Elle se trouve dans tous les fruits: tantôt elle est

et que le suc de betteraves devait être le moins possible en contact avec le bois, que lorsque ce contact était prolongé, ou seulement de peu de durée avec des bois imbibés précédemment de suc de betteraves, il se produisait une altération assez difficile à définir, mais qui n'en est pas moins réelle.

accompagnée du sucre cristallisable proprement dit, c'est le cas de la canne à sucre, du maïs, de l'érable, de la betterave et du carroubier, et tantôt d'une autre espèce de sucre absolument semblable à celui du raisin, et c'est le cas des fruits dans la végétation desquels il y a développement d'un acide à une époque quelconque.

Le premier procédé de M. Achard fut donc blâmé, et avec raison, par la commission de l'Institut, en l'an VIII (1800), et cette commission crut devoir substituer à ce procédé, celui par l'expression à froid du suc de la racine simplement râpée. M. Achard devait avoir eu connaissance de ce moyen aussi simple, puisqu'il se trouve consigné dans le *Mémoire de Margraff* publié en 1747, et s'il ne l'a pas adopté originairement, c'est que probablement il y avait trouvé quelques inconvéniens: depuis cependant il y est revenu, mais en le modifiant d'une telle manière que ces deux procédés ne se ressemblent plus.

Lorsqu'on fait simplement chauffer le suc de betteraves, il se dépure spontanément, mais le suc retient encore une grande quantité de matière colorante et féculente, et le lait de chaux y forme un précipité très-abondant, et produit une décoloration partielle. Ce serait une erreur que de croire que la chaux ne fait ici d'autre fonction que de saturer un acide; le suc de betteraves n'est pas acide (*Voyez pages 113 et 114*), ou s'il contient un acide, c'est dans une proportion si faible qu'il ne faudrait qu'une infinité petite quantité de chaux pour le saturer; la saveur douceâtre de la betterave et de son suc exprimé ne dénote point effectivement la présence d'un acide, pas plus que celle du vesou ou suc de cannes des colonies, et parce que la chaux servait dans les colonies à faciliter la clarification du suc de cannes, on a voulu en arguer de la présence d'un acide; mais M. Dutrône-la-Couture, que j'ai déjà cité, a prouvé d'une manière évidente que l'addition de la chaux n'avait d'autre but que de faciliter la séparation

des matières féculentes, qui sont toute autre chose que l'albumine végétale. Je crois donc que ce même raisonnement peut s'appliquer au suc de betteraves, et que la chaux n'y fait pas d'autres fonctions que de faciliter la séparation des matières colorantes extractives et féculentes, ou au moins que c'est sa principale. Hermstaedt, chimiste très-distingué de Berlin, conseilla le premier l'emploi de la chaux pour le suc de betteraves; il n'a point exposé les motifs qui la lui avaient fait adopter, mais il dit expressément que, par son emploi, il est parvenu à extraire plus de deux milliers de sucre de betteraves. Les expériences que j'ai répétées en grand m'ont également convaincu de l'utilité de cette addition. Il doit donc paraître assez extraordinaire que M. Achard exclue formellement cette terre alcaline, et y substitue une substance diamétralement opposée, l'acide sulfurique. Cette grande discordance entre deux chimistes aussi distingués, m'a paru exiger quelques éclaircissemens.

M. Achard, dans son ouvrage, dit que l'emploi de l'acide sulfurique atténué est nécessaire pour faciliter la séparation de la matière albumineuse; il pense que la chaux remplirait le même but, mais il l'exclue, parce qu'il dit avoir remarqué que cette substance altérerait la composition naturelle du suc de betteraves, parag. 203 de l'original allemand.

Il ajoute, parag. 205, que les acides atténués n'ont point d'action sur le sucre, et ne changent point sa composition chimique naturelle. Cette dernière assertion, loin d'être prouvée, est au contraire formellement démentie par une foule d'expériences qui démontrent qu'une très-petite quantité d'acide suffit pour altérer à froid une très-grande quantité de sucre pur de cannes, et le convertir en une autre espèce de sucre analogue au sucre de raisin, si elle n'est pas parfaitement identique avec ce dernier. Il est vrai que pour que cette altération ait lieu, il faut que les sirops et

l'acide soient en contact pendant un certain laps de tems , et que les vingt-quatre heures prescrites par M. Achard ne paraissent pas suffisantes pour la produire ; mais cette altération n'en est pas moins complète , et des essais multipliés m'ont prouvé que tous les acides la produisent ; et à plus forte raison l'acide sulfurique , peut-être le plus énergique de tous. L'excès de cet acide qui se trouve dans l'alun ou sulfate d'alumine et de potasse suffit pour produire cette altération , quoiqu'ajouté en très-petite quantité. J'ai la preuve certaine au contraire qu'un petit excès de chaux à une température continuée de 30 à 40 degrés (Réaumur) n'altère pas la composition chimique du sucre de betteraves , et en facilite même la cristallisation.

La nature de l'ouvrage de M. Achard ne comportait point de longues discussions chimiques , et afin de ne pas retarder sa marche , il renvoie aux paragraphes qui contiennent le procès-verbal de M. de Neubeck , en ajoutant que ses raisons pour exclure la chaux sont fondées sur des faits , dont les preuves sont consignées dans ce procès-verbal.

J'ai promis à la page 127 de revenir sur cet article important du procès-verbal , et voici en abrégé ce qu'il contient.

C'est M. de Neubeck qui parle :

« Pour décider la question s'il ne vaudrait pas mieux se servir de la chaux pour la purification du suc de betteraves , comme on le fait dans les Indes pour le suc de cannes à sucre , il faudrait une suite d'essais afin de démontrer l'effet que la chaux produit sur le suc des plantes en général ; les résultats diraient alors clairement si l'on doit suivre la méthode simple employée si heureusement aux Indes , ou la méthode plus compliquée de M. Achard , par le moyen de l'acide sulfurique. Nous résolûmes donc de faire les essais suivans. »

D'après un pareil préambule, on devait s'attendre à voir M. de Neubeck citer des expériences sur le suc de divers végétaux, ou tout du moins sur le suc de betteraves : point du tout. Il cite simplement des expériences dans lesquelles on mêla de la cassonnade de l'Inde avec diverses proportions de chaux.

Dans la première, on mêla 20 parties de chaux caustique sur 100 de sucre; dans la seconde, 2 sur 100; dans la troisième, 1 sur 100. A chacun de ces mélanges on ajouta quatre fois son poids d'eau; on laissa en digestion pendant une nuit, et le lendemain chacun des mélanges fut fortement chauffé pendant une demi-heure, et clarifié avec du lait écrémé, puis filtré. Chacun de ces liquides parfaitement transparent différait en couleur, et en goût de chaux caustique plus ou moins fort.

L'acide sulfurique ajouté au n° 1 y précipitait du sulfate de chaux, il précipitait encore davantage avec le n° 2 (1), et ne formait de précipité avec le n° 3 qu'après l'évaporation.

Le n° 1 colorait en brun le papier de cucurma.

Les n°s 2 et 3 ne le changeaient point.

L'acide carbonique qu'on fit passer à travers ces trois liquides ne forma de précipité qu'avec le premier. On fit alors un quatrième mélange dans la proportion de vingt-cinq parties de chaux vive, et cent parties de sucre qu'on étendit d'eau, fit cuire, et filtra comme les trois précédens.

Toutes ces dissolutions furent exposées à une douce température pour faciliter l'évaporation de l'eau et la cristallisation. Au bout de sept à huit semaines on obtint les résultats suivans :

Le n° 1 donna une masse sèche cristallisée assez semblable au candi brun.

(1) Il y a ici probablement erreur ou confusion.

Le n° 2 ne cristallisa pas du tout (1), et se convertit en une masse gluante et tenace comme de la glue.

Le n° 3 donna des cristaux d'un jaune clair, presque semblable au candi blanc.

Le n° 4 présentait une masse transparente, semblable à de la gomme entremêlée de cristaux de forme rhomboïdale.

Une partie de chacun de ces produits fut dissoute de nouveau, et toutes les dissolutions laissèrent précipiter une portion de carbonate calcaire, et l'acide oxalique forma des précipités dans toutes.

Un loth de la masse sèche n° 1 exposé au feu ne se fondit pas, mais se réduisit en charbon, en pétillant comme le sel marin, et en répandant une odeur de sucre brûlé. Les cendres pesaient 68 grains.

Un loth du n° 2 se liquéfia au feu, bouillonna avec grande effervescence, et répandit une flamme vive; le charbon qui en résulta incinéré pesait 16 grains.

Un loth du n° 3, traité de même, se liquéfia, donna de grosses bulles, et finit par brûler d'une flamme vive. Le charbon incinéré donna un résidu de 5 grains.

Pareille quantité du n° 4, traitée de même, s'amollit sans se liquéfier, répandit une odeur de sucre brûlé, et brûla d'une flamme claire. La cendre pesait 43 grains.

Toutes les cendres de ces sucres brûlés contenaient du carbonate calcaire.

Ces quatre mélanges furent les seuls qui furent soumis aux diverses expériences qu'on vient de citer d'une manière abrégée, mais cependant exacte.

Je demande, d'après cette citation, s'il n'y a pas lieu d'être étonné que M. Achard, chimiste jouissant d'une

(1) Même erreur ou confusion.

grande réputation, se soit contenté d'expériences aussi peu concluantes, et les ait regardées comme des preuves que la chaux décomposait le sucre contenu dans le suc de betteraves. Qu'aurait à dire M. Achard si à ces expériences on en eût opposé d'autres, faites au moyen de l'acide sulfurique concentré, versé sur du sucre cristallisé, fondu dans de l'eau, et qu'on eût ensuite fait évaporer? bien certainement, en quelque petite proportion qu'il eût ajouté l'acide, il y aurait eu décomposition du sucre; et je demande alors, si les conclusions n'eussent pas dû être les mêmes.

Il est bon de faire voir ici les conclusions chimiques auxquelles ces expériences ont amené M. de Neubeck, et je n'ose pas dire M. Achard, qui paraît cependant les approuver, en renvoyant le lecteur aux paragraphes où elles sont décrites: « Le sucre étant composé de carbone, d'oxygène et d'hydrogène, la chaux caustique devient carbonate calcaire, en enlevant au sucre son carbone et son oxygène; une partie cependant se combine directement avec le sucre comme chaux: ainsi, suivant la quantité de chaux ajoutée, cette substance alcaline se combinera avec les élémens du sucre ou avec le sucre, et convertira ce dernier en sucre visqueux non cristallisable, si elle est en petite quantité, ou en une matière semblable à de la gomme, si on en ajoute davantage. »

M. de Neubeck ne fait point attention que cette décomposition n'a lieu que parce que la chaux ne trouve pas dans la dissolution du sucre à laquelle il l'a ajoutée d'autres matières avec lesquelles elle puisse se combiner et se précipiter, et que l'action désorganisatrice qu'il lui attribue et qui est réelle, aurait lieu avec toute matière végétale quelconque; que cette action désorganisatrice sur le sucre serait produite au moins aussi énergiquement par l'acide sulfurique, même dans la proportion d'une partie d'acide concentré pour 400 de sucre pur de betteraves, si on le laissait long-

tems en contact avec ce sucre, et si on ne le saturait pas quelques heures après.

En me résumant sur les expériences faites par M. de Neubeck, j'en conclurai qu'elles ne signifient absolument rien; que c'était les expériences qu'il disait devoir être faites, qu'il fallait faire, et ne point perdre son tems à prouver qu'une grande quantité de chaux décomposait le sucre cristallisé: il y a long-tems que ce fait est connu. C'est dans le suc de betteraves à dépuré que doit être ajoutée la chaux, et non pas dans le suc dépuré, encore moins dans le sucre cristallisé. Dans le premier cas, cette chaux doit se combiner avec les matières féculentes, colorantes, extractives, etc., avec lesquelles elle se précipite, et s'il en reste dans le suc, ce doit être dans une proportion peu considérable, et elle peut en être facilement séparée par divers agens. Il paraît d'ailleurs qu'en petite quantité, cette chaux, loin de nuire à la cristallisation, la facilite beaucoup en diminuant la viscosité du sirop. Le sucre obtenu en conserve un goût peu agréable; mais les expériences que j'ai faites m'ont prouvé qu'on pouvait le faire disparaître dans le travail du raffinage, et que cependant il valait encore mieux saturer la chaux en excès dans le suc par l'acide sulfurique dont il ne faut qu'une très-petite quantité.

Toute cette discussion ne m'empêche pas de rendre justice au procédé de M. Achard. Le succès dont il a été couronné dans sa fabrique de Cunern et dans celle du baron de Koppy, prouve que par l'acide sulfurique très-étendu, et dans une faible proportion d'environ un 400^{me} à l'état concentré de 70 degrés, on facilite beaucoup la clarification du suc de betteraves; mais l'addition de chaux caustique que M. Achard emploie d'abord pour saturer l'acide carbonique dégagé par la combinaison de l'acide sulfurique avec la chaux du carbonate calcaire, et ensuite en excès pour *décomposer les sels ammoniacaux,*

prouve qu'on ne peut se passer de cette terre alcaline; et il est plus que douteux pour moi que son action se borne à remplir ces fonctions.

Lorsque j'eus connaissance pour la première fois que M. Achard employait l'acide sulfurique pour la clarification du suc de betteraves, j'avouerai que je regardai cette addition comme très-préjudiciable à la quantité de sucre contenue dans le suc.

Diverses expériences qui m'étaient particulières m'avaient prouvé que tous les acides, même très-atténués par leur mélange avec des dissolutions de sucre quoique dans une proportion infiniment petite, finissaient à l'aide d'un contact prolongé par convertir cette matière en une autre espèce de sucre, de la nature de celui qu'on retire du moût de raisin; l'acide sulfurique m'avait particulièrement présenté ce phénomène. Je fus encore confirmé dans cette opinion par un essai que je fis l'année dernière sur 250 kilogr. de betteraves, sur le suc desquelles j'ajoutai un 120^{me} d'acide sulfurique concentré, suivant le procédé consigné dans le *Bulletin de Pharmacie* de février 1809, par M. Boudet (1). Quoique j'aie laissé exposé à l'étuve

(1) Il y a eu certainement erreur dans les proportions consignées dans ce bulletin; pour moi, j'ai compris qu'il fallait ajouter sur 30 livres de suc de betteraves 4 onces d'acide sulfurique concentré à 66 deg., mais étendu préalablement d'eau dans la proportion de 2 onces d'acide sur 30 onces d'eau; ce qui fait réellement $\frac{1}{150}$ d'acide. On pourrait à la rigueur aussi bien comprendre qu'il fallait ajouter 4 onces de ce mélange sur 30 livres de suc. Quatre onces de ce mélange dans ce cas ne contiendraient que 2 gros d'acide sulfurique concentré, et 30 livres formant 3,840 gros, l'acide ne serait plus alors que dans la proportion de $\frac{1}{1920}$. Ces deux proportions se trouvant l'une et l'autre très-éloignées de celles indiquées par M. Achard, j'ai employé celle que je regardais comme la plus probable. Au reste, l'erreur n'est pas que dans ces seules proportions, dont aucune ne ressemble à celles consignées dans l'ouvrage de M. Achard. Cependant M. le baron de Koppy, dans l'établissement duquel M. Boudet avait pris les proportions consignées

pendant plus de six mois la terrine qui contenait le sirop que j'avais retiré de ce suc, je ne pus obtenir aucune cristallisation. Un autre essai fait avec un 240^{me} d'acide sulfurique ne fut guère plus heureux; je n'obtins que quelques cristaux noyés dans le sirop qui, en général, refusa de cristalliser, tandis que le suc des mêmes betteraves traité par la chaux me donna une grande quantité de cristaux assez bien prononcés, pour permettre d'en déterminer la forme de cristallisation. J'avouerai donc que ces expériences me conduisirent originairement à blâmer le procédé de M. Achard; mais, depuis que j'ai connaissance de son ouvrage, on m'a fait voir des cristaux et des sirops obtenus par sa méthode, et je les ai trouvés d'une excellente qualité: les sirops sur-tout étaient bien supérieurs à tous

dans le *Bulletin de Pharmacie*, assure dans l'ouvrage qu'il a publié cette année qu'il suit le procédé de M. Achard à l'ouvrage duquel il renvoie toujours.

J'observerai ici que dans presque tous les ouvrages ou notes publiés sur le sucre de betteraves il s'est glissé des erreurs extrêmement graves sur les proportions des matières qu'on emploie dans les divers procédés. Je commencerai d'abord par citer celle-ci: dans l'ouvrage allemand de M. Achard il est répété deux ou trois fois que l'acide sulfurique concentré à 70 degrés est ajouté au suc de betteraves dans la proportion de 677 grains, au lieu de celle de 1977 que donne le calcul des proportions indiquées page 48.

Dans la traduction d'une dissertation d'Hermstaedt sur le sucre de betteraves, on a mis qu'il fallait ajouter au suc 200 grains de chaux sur une mesure de Berlin qui correspond à environ 3 livres de nos anciens poids, ce qui probablement est une erreur de 180 grains de trop.

Dans la Note insérée dans le *Moniteur* relativement au procédé remis par moi à la Société d'encouragement, il est porté 24 grammes de chaux éteinte, au lieu de 2 gr. 4 décigr. pour un litre de suc de betteraves.

Je pourrais encore multiplier ces citations; toutes ces erreurs embarrassent singulièrement les personnes qui répètent les expériences, et font très-souvent condamner fort innocemment tel procédé qui était bon originairement, et qui ne se trouve défectueux que par les erreurs qui se glissent dans la rédaction ou l'impression.

ceux que j'ai fabriqués par le moyen de la chaux ; ce qui m'a fait revenir de ma première opinion basée sur des expériences faites avec de fausses proportions.

Il est donc probable que l'action de l'acide sulfurique, ajouté dans la proportion d'un 400^{me} environ, et laissé en contact avec le suc pendant vingt-quatre heures seulement, porte son action principalement sur les autres principes que le sucre, et n'altère pas ou que faiblement ce dernier. Dans ce cas, il se comporterait comme la chaux, et ils formeraient l'un et l'autre une combinaison particulière avec les principes contenus dans le suc de betteraves, principes que je désigne par les noms trop généraux de matières féculentes, extractives et colorantes, faute de les connaître d'une manière assez précise pour leur en assigner d'autres. Après tout, que le précipité ait lieu par un acide ou par un alcali, peu importe, pourvu qu'il se forme.

Le procédé de M. Achard par l'acide sulfurique, d'après des témoignages irrécusables, paraît complètement réussir, et a le très-grand mérite de donner immédiatement un suc mieux clarifié que par aucun autre procédé ; comme à cet avantage M. Achard joint celui de prouver qu'il a obtenu plus de sucre cristallisable qu'aucun autre chimiste, certes, c'est beaucoup en sa faveur, et les riches capitalistes qui veulent se livrer à ce genre de spéculation ne doivent pas redouter, dans les circonstances actuelles, de faire les fortes avances que ce mode de fabrication exige. Le haut prix du sucre les dédommagera bien avantageusement de ces avances, qui après tout ne seront plus fortes relativement aux autres procédés, que pour le seul article de l'établissement des chaudières de clarification et d'évaporation. On peut, dans les établissemens où on aura moins de fonds disponibles, employer le procédé de M. Herms-tædt, chimiste très-distingué, en le modifiant toutefois comme je crois pouvoir l'indiquer. L'assurance positive

qu'Hermstaedt donne que ce procédé lui a réussi complètement, et qu'en l'employant il a obtenu plusieurs milliers de sucre brut, ne doit pas laisser de doutes sur ses avantages (1).

Cependant j'observerai que la clarification ne s'opère pas par ce procédé (tel que le donne M. Hermstaedt, et même tel que je l'ai modifié) à beaucoup près aussi régulièrement que par celui de M. Achard. Je n'ai pu encore varier comme je l'aurais désiré les proportions de chaux pour reconnaître quelle doit être généralement la quantité qu'il faut employer de cette matière pour opérer la défécation du suc de betteraves, et je crains bien que la grande différence qui se trouve entre tel ou tel autre suc de betteraves ne rende la détermination de cette quantité très-difficile à établir d'une manière positive. Il paraît que certaines qualités de betteraves contiennent en très-grande quantité des sels ammoniacaux, et principalement du malate d'ammoniac, et d'autres sels à base soluble et à base de potasse. Cette grande quantité de sels décomposables rend l'addition de la chaux beaucoup moins nuisible qu'on pourrait peut-être le croire : ce qui semble le prouver, c'est que la chaux ordinairement lorsqu'on l'ajoute en grande quantité à un suc végétal, semble le décomposer immédiatement, et le

(1) Dans le Mémoire de M. Hermstaedt, outre l'erreur relativement à la proportion de chaux dont j'ai parlé dans une note précédente, il s'en est glissé une autre très-grave que je ne puis croire être d'impression, parce qu'elle donne lieu à un raisonnement suivi. Le voici : 100 liv. de betteraves donnent 30 liv. de suc. Les 30 livres de suc donnent 6 à 7 livres de sirop, lesquelles donnent entre 2 livres $\frac{1}{2}$ à 4 livres de sucre brut grenu ; donc il y a 23 à 24 liv. d'eau évaporée, et on ne distraît de l'aliment des bestiaux que 6 à 7 livres de nourriture par quintal. J'avoue que je ne sais comment expliquer ce raisonnement qui est faux en tous les points, excepté en celui de la quantité de sucre brut obtenu d'un quintal de betteraves. (Voyez *Annales de Chimie*, novembre 1809, page 180.)

colorer en brun jaunâtre ; ajoutée , au contraire , au suc de betteraves , elle y produit même à froid un précipité considérable , et le décolore beaucoup : en saturant avec l'acide sulfurique le petit excès de chaux qui pourrait rester dans le suc clarifié , on se met à l'abri de toute crainte d'altérer le sucre contenu dans le jus de betteraves.

M. Achard prescrit l'addition de l'acide sulfurique comme devant servir , dit-il , à la coagulation de la matière albumineuse contenue dans le suc de betteraves. Mais alors pourquoi ajouter une nouvelle matière albumineuse , le lait , pour faciliter cette séparation ? Comment se fait-il encore que d'autres personnes , pour faciliter la séparation de cette matière albumineuse , prescrivent , les uns l'addition de la chaux , les autres celle de la craie , et d'autres enfin , la seule action de la chaleur ? Ne vaudrait-il pas mieux conclure que l'action de l'acide sulfurique , pas plus que celle de la chaux , n'est pas encore bien déterminée , qu'on ignore au juste les corps sur lesquels cette action se porte , mais qu'elle a réellement lieu et qu'elle est avantageuse ?

Je ne me permettrai pas de prononcer sur l'action des acides ou des terres alcalines sur le suc de betteraves , mais je suis très-tenté de croire qu'il se sépare par la défécation d'autres matières que de l'albumine ; je croirais que le suc de betteraves est plus complexe que ne l'indiquent les analyses déjà faites , et ce qui me porte à le croire , c'est l'action mordicante de ce suc sur les mains des personnes qui le travaillent journellement , la saveur âcre que laisse la betterave dans la bouche quelque tems après qu'on l'a mâchée ; c'est l'aspect glaireux que prend le suc lorsqu'il commence à se décomposer. Cette consistance n'a aucune analogie avec les faits connus , et doit dépendre de quelque principe immédiat qu'on n'est point encore parvenu à bien déterminer , et qu'une partie de ses propriétés aura fait confondre avec l'albumine.

Si le sucre cristallisable varie autant en quantité dans

le suc de betteraves de même espèce, mais provenant de sols différens, ou cultivées d'une autre manière, il est probable que les autres matières qui constituent ce suc, doivent varier de même, et alors on conçoit l'embaras dans lequel on doit se trouver pour prescrire des formules applicables à toutes les betteraves. Dans la fabrication qui s'opère cette année sur plusieurs points de la France, on doit s'attendre à bien des anomalies, et il est à désirer qu'elles puissent être reconnues par des personnes suffisamment instruites, afin qu'on puisse promptement remédier à leur cause.

Dans notre travail de cette année 1811, nous avons eu une foule de variétés de betteraves dont le suc variait encore davantage en richesse. Nous en avons marquant depuis 4 degrés jusqu'à 7 et demi à l'aréomètre de Baumé. J'ai donc dû varier la quantité de chaux que j'avais fixée, dans la première publication de mon procédé, à 240 gram. par hectolitre. Cette différence de richesse m'a fait varier ces quantités, pour un hectolitre, depuis 200 grammes jusqu'à 375 grammes de chaux vive éteinte, mais en poudre et contenant dans cet état environ deux tiers de son poids de chaux caustique pure et sèche.

Le sirop fait avec le sucre brut que j'avais obtenu en 1810 m'ayant prouvé qu'il n'avait refusé de se clarifier que parce qu'il retenait un excès de chaux pour la saturation duquel j'employai alors l'alun, qui par sa décomposition remplissait dans ce cas un double but, en se combinant avec la partie colorante restant dans le sirop et en saturant l'excès de chaux, j'ai dû naturellement songer à enlever cet excès de chaux, et j'ai employé à cet effet l'acide sulfurique qui m'a parfaitement réussi.

Le papier de tournesol rougi légèrement par un acide, me sert à reconnaître si la chaux est en trop grande quantité, et j'ajoute de l'acide sulfurique étendu d'eau jusqu'à ce que le papier rougi précédemment ne perde plus sa

couleur pour repasser au violet ; et en même tems jusqu'à ce qu'un autre morceau de papier violet de tournesol ne passe pas au rouge par l'excès d'acide qu'on doit également éviter. Il se forme un peu de sulfate de chaux qui se précipite par l'évaporation et qui pourrait nuire à la qualité du sirop , si on le laissait évaporer dans des chaudières profondes : mais la disposition de nos chaudières et fourneaux ne laisse aucune crainte à ce sujet (1).

En travaillant sur les meilleures espèces de betteraves blanches , même par le procédé de M. Achard , il paraîtrait qu'on n'est pas toujours certain d'obtenir du sucre cristallisable ; une personne digne de foi m'a assuré qu'une fabrique établie en Suisse avait été obligée, l'année dernière, de convertir en alcool ou eau-de-vie une grande quantité de sirops qui avaient refusé de cristalliser , quoiqu'ils fussent faits avec cette espèce de betteraves et par ce procédé ; mais il est probable que ces betteraves avaient été cultivées dans un sol qui ne convenait nullement pour développer le principe sucré cristallisable. Quel résultat pourrait-on donc attendre cette année des betteraves d'une foule de qualités et espèces différentes cultivées sur une variété peut-être plus grande encore de sols , et que les établissemens nouvellement formés auront été forcés d'acheter , vue l'impossibilité où ils se sont trouvés de cultiver par eux-mêmes les meilleures espèces ?

Je puis assurer que dans la dégustation que j'ai faite cet automne , et sur le sol même , de plusieurs qualités de betteraves toutes provenant de la plaine des Vertus près de Paris, j'ai eu lieu de me convaincre combien

(1) Depuis la rédaction de cet article j'ai répété en grand le procédé de M. Achard par l'acide sulfurique , etc. , et j'avouerai franchement que le suc dépuré m'a paru tellement supérieur par sa saveur à celui obtenu par la chaux que renonçant à mon premier procédé j'y ai substitué celui de M. Achard , avec la seule différence que j'emploie des chaudières à feu nud , au lieu de son appareil à la vapeur.

il y avait de nuances dans leur saveur , et généralement j'ai remarqué que plus les betteraves étaient grosses , et moins elles étaient sucrées. Quelques-unes l'étaient si peu que je doute que le manufacturier puisse en retirer un atôme de sucre , même en suivant le procédé de M. Achard. Faudra-il en conclure que cette extraction ne pourra se faire avantageusement avec les betteraves crûes dans le sol des Vertus ? Non , sans doute , mais qu'il faudra être très-circonspect dans le choix qu'on fera des betteraves lorsqu'on ne les aura pas cultivées par soi-même.

Cette digression m'a éloigné du procédé de M. Achard , auquel je reviens.

Par l'addition de l'acide sulfurique , il paraît que le but de M. Achard est de disposer convenablement le suc de betteraves pour la défécation , et que l'action de cet acide à froid est suffisante. On pourrait donc comparer en quelque sorte l'effet produit à celui qui a lieu dans la dépuraison des huiles pour laquelle on emploie également l'acide sulfurique.

L'addition de la craie n'a plus d'autre but selon M. Achard , que de neutraliser cet acide devenu inutile , et qui serait même nuisible , si son action était prolongée et aidée par la chaleur. D'après cela l'acide ne formerait point de combinaison avec la matière précipitée , mais la disposerait seulement à se concréter et à pouvoir être ensuite séparée par la chaleur , à l'aide de la matière caseuse du lait qu'on y ajoute.

M. Achard n'emploie , dit-il , la chaux caustique que pour saturer l'acide carbonique dégagé de la craie par l'acide sulfurique , et en outre pour décomposer les sels ammoniacaux contenus très-abondamment dans certaines variétés de betteraves. Je pense que l'emploi de cette terre alcaline , même dans le procédé de M. Achard , ne se borne point là. Elle paraît se porter sur la matière colorante,

et la précipiter. Elle agit aussi probablement sur d'autres principes peu connus.

Dans le cours de notre fabrication, nous avons remarqué que du suc de betteraves traité avec une forte dose de chaux, prenait une saveur particulière qui varie pour ainsi dire suivant l'espèce de betteraves employée. Sur certaines espèces très-peu riches en sucre, elle produisait un effet assez singulier. Lorsque le sirop froid était à 20 ou 24 degr. de concentration, il se formait pendant l'évaporation une écume épaisse d'une odeur très-désagréable, et qui, lorsqu'on l'avait enlevée, ne se réduisait point en sirop. Traitée avec la chaux, cette matière dégagait abondamment de l'ammoniaque; avec l'acide sulfurique peu concentré, il s'en dégagait une odeur particulière sensiblement acide. Mes occupations et le manque d'un laboratoire convenable ne m'ont point permis d'examiner aussi soigneusement que je l'aurais désiré, cette matière qui m'a paru être formée d'une substance animalisée combinée avec une portion de chaux. Plus cette écume a été gardée et plus l'odeur est devenue désagréable, sans que le suc qui se trouvait dessous se ressentît de cette décomposition. Les betteraves rouges ont spécialement offert ce phénomène, qui ne s'est point représenté dans la fabrication de toutes les nombreuses variétés que nous avons eu à traiter cette année (1).

Quelques-unes de ces variétés laissaient précipiter des quantités énormes de malate calcaire et dégageaient consi-

(1) Depuis que nous suivons le procédé de M. Achard, nous avons essayé de ne pas employer la chaux. Nous avons eu des sirops très-peu colorés, mais d'une saveur désagréable, et nullement comparables aux sirops préparés avec addition de chaux. Les betteraves rouges semblent exiger une plus grande quantité de chaux que les jaunes et les blanches.

dérablement d'ammoniaque, et cependant avaient crû dans un terrain qui n'avait pas été fumé depuis trois ans(1). Les défrichemens de sainfoin, entr'autres, nous ont donné des betteraves énormes (mais en petite quantité en raison de la mauvaise qualité de la graine), qui contenaient très-peu de sucre, et beaucoup de sels ammoniacaux. Ce fait ne semblerait pas confirmer l'assertion de M. Achard, qu'un fumier végétal, même en grande quantité, ne nuit point à la quantité de sucre à obtenir.

Quant à l'emploi du lait dont M. Achard ne prescrit qu'un litre ou 1 litre $\frac{1}{4}$ décil. par 100 kil., on doit sentir qu'il ne peut guère nuire à cette dose. Il est, au contraire, extrêmement commode pour opérer la clarification; il sert à donner à l'écume qui se forme une consistance telle que le suc puisse ensuite être soutiré parfaitement clair; l'affinité des matières animales pour les parties colorantes, peut d'ailleurs être encore utilisée ici, et c'est une des causes du peu de couleur que conserve le suc préparé par le moyen de M. Achard.

CINQUIÈME SECTION. — *De l'évaporation et concentration du suc pour le convertir en sirop.*

M. Achard redoute l'action trop vive et trop prolongée du calorique, et prescrit pour cette raison de clarifier et

(1) Dans le procédé de M. Achard, la chaux sert encore peut-être à saturer l'acide malique qui dans le suc était saturé par de l'ammoniaque et de la potasse. Ces malates doivent être décomposés par l'acide sulfurique ajouté, qui forme des sulfates d'ammoniaque et de potasse. Le premier de ces sels peut être décomposé par la chaux, et il se dégage alors de l'ammoniaque très-sensiblement. Quant au sulfate de potasse peu soluble, il se sépare lorsque le sirop avance dans sa concentration, et ce sel dont M. Achard ne parle pas doit être celui qui donne la saveur amère aux croûtes cristallines qu'il recommande d'enlever pendant l'évaporation, et qu'il confond avec le sulfate de chaux avec lequel il est mêlé; car tout le monde sait que le sulfate de chaux n'est point amer.

faire évaporer à la chaleur de l'eau bouillante. Il faut croire que ce savant a eu de fortes raisons pour donner ainsi la préférence à un appareil aussi compliqué que l'est celui qu'il propose. Il assure que l'action du calorique à feu nud altère le suc, et que ce dernier ne doit jamais bouillir. M. Achard dit aussi qu'il faut une chaleur assez forte, telle que 70 degrés, et qu'à 50 le suc risquerait de fermenter. Il est difficile de concevoir une fermentation qui aurait lieu à 50 degrés (1). Quant à l'altération par l'ébullition trop prolongée, c'est un fait déjà bien reconnu pour beaucoup de sucs végétaux, et que j'ai signalé spécialement pour le moût de raisin.

Les raffineurs de sucre ont reconnu également l'effet de cette altération dans la cuite du sucre brut des Colonies, que pour cette raison on laisse languir le moins possible sur le feu. On sait encore que d'un sirop fait avec du sucre le mieux cristallisé, qu'on a fait bouillir pendant long-tems, on ne peut, en faisant cristalliser de nouveau, retirer la totalité du sucre employé.

M. Achard est le seul chimiste qui ait prescrit cette précaution, de ne point faire bouillir le suc de betteraves, et sur ce point il est en opposition formelle avec

(1) Depuis la rédaction de cet article je me suis effectivement convaincu que le suc de betteraves dépuré par l'acide sulfurique et ensuite saturé et clarifié commençait à s'altérer au bout de 8 à 10 heures lorsqu'il était exposé à une chaleur faible, et le suc d'une espèce de betteraves blanches m'a spécialement présenté ce phénomène. C'est ce qui m'oblige à faire clarifier dès 2 heures du matin le suc qu'on doit faire évaporer à 7. J'ai essayé de me rendre compte d'une altération aussi prompt, sans en avoir encore trouvé la véritable cause.

Le suc prend alors un odeur singulière et nauséabonde; il moussé beaucoup, ce qui ne peut être attribué qu'à un dégagement d'acide carbonique, et lorsque sa concentration avancée il ne forme pour ainsi dire plus qu'une masse d'écumes, mais le suc, ni le sirop ne prennent pas cette consistance glaireuse qu'on remarque dans le suc de betteraves naturel abandonné pendant quelques jours.

M. Déyeux, qui exige, au contraire, que le liquide pendant son évaporation soit toujours bouillant. S'il m'était permis d'énoncer mon opinion, après avoir essayé l'un et l'autre mode d'évaporation, je dirais que le suc de betteraves ne me paraît pas redouter l'ébullition lorsqu'il n'est point concentré, mais qu'une fois qu'il a atteint une certaine densité, il ne peut plus supporter l'action vive du calorique, et qu'alors il exige une évaporation lente, que la chaleur trop prolongée de la vapeur d'eau bouillante est elle-même trop forte, et que celle de 50 à 60 degrés est très-suffisante.

J'ai fait évaporer plusieurs fois du suc de betteraves à la seule chaleur d'une étuve très-fortement chauffée, et jamais je n'ai eu de plus beaux ni de plus riches résultats. On conçoit que ce mode d'évaporation en grand présenterait bien des difficultés, et exigerait beaucoup de frais; mais je ne doute pas qu'on en obtienne des sirops infiniment supérieurs en qualité; et au moyen de l'appareil ventilateur de M. Curaudeau, convenablement disposé, peut-être l'opération ne serait elle point aussi coûteuse qu'on pourrait le croire.

Il faut rendre justice à M. Achard, l'appareil qu'il propose peut être coûteux, mais son usage est très-commode, et n'exige point cette surveillance continuelle qu'il faut donner lorsqu'on fait évaporer à feu nud. Cependant l'évaporation doit exiger beaucoup de tems, et lorsque le sirop approche de la consistance requise, cette évaporation doit être très-peu sensible et ralentir considérablement le travail. Je préférerais mettre les sirops à l'étuve lorsqu'ils marquent 35 à 36 degrés, plutôt que de les faire évaporer jusqu'à 38 à 39 au moyen de la vapeur d'eau bouillante. Dans ce cas les surfaces seraient plus multipliées, et l'action du calorique moins vive.

Avant de passer aux modes de cristallisation employés pour le sucre de betteraves, il pourra être de quelque uti-

lité au lecteur de trouver ici consigné et en abrégé la marche à suivre dans le procédé par la chaux ; procédé qui appartient réellement à M. Hermstaedt , et que je n'ai fait que réformer. Voici la marche que je suis. Je varie les quantités de chaux suivant la densité spécifique du suc de betteraves indiquée par l'aréomètre. Quoique cette marche ne soit peut-être pas parfaitement exacte , parce que , dans bien des cas , la pesanteur spécifique du suc peut être due plutôt au sucre qu'à tout autre matière étrangère , et dans bien d'autres plutôt aux matières étrangères qu'au sucre cristallisable , c'est pourtant jusqu'à présent celle qui m'a le mieux réussi.

Ainsi pour 1000 litres de suc de betteraves à 4 degrés , j'emploie 2,000 gram. de chaux vive éteinte à l'eau en poudre sèche , et remplaçant dans ce cas les deux tiers de son poids de chaux caustique parfaitement pure (1). J'augmente la proportion de cette chaux vive éteinte de 500 gr. par mille litres , et pour chaque degré que l'aréomètre donne en sus.

Ainsi pour 1000 litres	suc à 4 degrés	2,000 gr. chaux.
1000 litres. . .	à 5. . .	2,500.
1000 litres. . .	à 6. . .	3,000.
1000 litres. . .	à 7. . .	3,500.
1000 litres. . .	à $7\frac{1}{2}$. . .	3,750.

(1) Je prends la précaution de préparer ainsi la chaux , parce que c'est le seul moyen de s'assurer de sa qualité dans un travail un peu en grand. Lorsqu'on connaît celle que l'on emploie , cette précaution est inutile , et on peut se borner à faire fuser immédiatement la pierre de chaux ; mais quelque fois il se trouve du *biscuit* ou des matières graveleuses qui sont étrangères à la chaux , et qui laissent alors de l'incertitude sur la quantité réellement employée. Fabriquer soi-même la chaux qu'on emploierait , comme le prescrit M. Achard , serait le plus sûr , si on était assez habile pour ne pas manquer cette calcination coûteuse , embarrassante lorsqu'il faut opérer sur de petites quantités.

Jamais je n'ai eu cette année de suc qui m'ait donné au-delà de $7\frac{1}{2}$ degrés à l'aréomètre. Aussitôt le suc exprimé, on le fait chauffer; lorsqu'il est prêt à bouillir, il se forme à la surface une écume épaisse qu'on enlève, et on ajoute à ce liquide ainsi déféqué, un lait de chaux clair, fait avec la quantité de chaux désignée. On remue fortement, il se dégage beaucoup d'ammoniaque, et il se forme un précipité très-abondant. On laisse reposer le liquide, et au bout de quelques heures, on le soutire dans des tonneaux, et on sature l'excès de chaux qui peut y être contenu avec de l'acide sulfurique étendu d'eau, en prenant les précautions indiquées page 201. Il arrive quelquefois que l'addition d'acide forme un nouveau précipité. La liqueur s'éclaircit un peu, et on la passe sur une étoffe de laine destinée à retenir les matières féculentes qui pourraient être encore en suspension. Le suc est versé dans des chaudières de cuivre très-peu profondes, et disposées de manière qu'un seul fourneau en chauffe trois; celle du centre reçoit toute la force du foyer, et les deux latérales ne peuvent jamais bouillir. L'évaporation marche très-rapidement dans celle du centre, et lorsque le suc donne à l'aréomètre 18 à 20 deg. bouillant, on le fait passer dans les chaudières latérales, et on continue à le faire évaporer lentement jusqu'à ce qu'il donne 33 degrés à l'aréomètre, à une température d'environ 60 d.; on verse alors ce sirop dans de grands pots de raffinerie qu'on laisse dans un endroit un peu chaud. Au bout de quelques jours il se forme un précipité assez abondant. Le sirop surnageant est suffisamment clair pour être versé dans les vases cristallisoirs et mis à l'étuve. Nos chaudières n'ont pas plus de 3 pouces de profondeur. Celle du centre n'est jamais pleine au-delà de 2 pouces et demi, et celles latérales au-delà d'un pouce ou un pouce et demi; et afin de hâter l'évaporation dans les chaudières, on remue fréquemment le liquide avec un

instrument semblable à une écope. Ce sont les enfans employés à alimenter les foyers , qui font ce travail ; et par ce moyen on évite de laisser déposer sur le fond des chaudières du milieu le sulfate de chaux qui pourrait y former une croûte et faire ainsi brûler les sirops.

Dans les chaudières latérales cet accident n'est point à craindre : le sulfate de chaux qui s'y précipite en petite quantité , n'adhère nullement au cuivre , et est sous forme pulvérulente ; il s'enlève facilement avec les sirops , et se dépose ensuite promptement dans les pots. Les chaudières ne plongent point du tout dans les fourneaux , elles sont seulement supportées par des briques qui y sont disposées de manière que la fumée soit obligée de passer par divers zigzag avant de se rendre dans les deux cheminées qui se trouvent aux extrémités du fourneau. Le foyer est en forme de voûte ouverte au milieu. Il n'entre point un morceau de fer dans la construction de ces fourneaux qui est très-économique et qui remplit très-bien sa destination. Chaque fourneau composé de 3 chaudières , est long de près de 4 mètres et large de 3. Les chaudières très-simples sont formées de planches de cuivre dont les bords de 3 pouces sont simplement relevés au marteau. Chaque fourneau ainsi monté de ses 3 chaudières ne revient pas à 300 francs.

AFIN d'éviter un calcul pénible aux personnes qui désireraient suivre le procédé de M. Achard , je consignerai ici les proportions données par ce savant , proportions que j'ai traduites en poids français , et pour une quantité de 1000 kilogr. de suc de betteraves.

Suc de betteraves.	1000 kilogr.	
Acide sulfurique concentré à 70 d (1).	2 kil.	573 gr.
ou le même à 66 deg. environ.	2 k. 650 gr.	à 2 700.
Craie en poudre.	5	360.
Chaux vive.	1	600.
Lait écrémé , de 10 à 14 litres.		

Il est bon d'observer que l'acide sulfurique doit être étendu d'eau dans la proportion d'une partie d'acide pour 3 d'eau. (2). Voyez pour le procédé l'ouvrage de M. Achard, pages 47 et suiv.

SIXIÈME SECTION. — *De la conversion du sirop en sucre brut.*

LORSQUE le sirop est réduit à la consistance requise, et qu'il est parfaitement limpide, M. Achard indique deux moyens d'en extraire le sucre, 1^o celui auquel il donne le nom de cristallisation régulière, par le moyen de l'étuve, et 2^o celui auquel il donne le nom de cristallisation irrégulière ou grainage, et qui se rapproche beaucoup du travail suivi dans les raffineries.

(1) Dans l'Allemagne et sur-tout en Silésie il n'existe pas de fabrique d'acide sulfurique fait au moyen de la combustion du soufre ; cet acide se retire par la distillation du sulfate de fer, et est ordinairement beaucoup plus concentré que celui de France qu'on ne rapproche qu'à 66 degrés, parce que c'est le point où cet acide dissout mieux l'indigo, objet principal de sa consommation. J'ai remplacé l'acide à 70 degrés par celui à 66 le seul qu'on trouve dans le commerce, et j'en ai augmenté les proportions en conséquence.

(2) Depuis que nous avons renoncé au procédé par la chaux et que nous y avons substitué celui de M. Achard, nous procédons à l'évaporation toujours au moyen des mêmes fourneaux, et nous n'avons fait aucun changement à la marche et au mode du travail que nous suivions auparavant pour le procédé par la chaux.

Jusqu'à ce moment on n'a obtenu en France du sucre de betteraves brut qu'en se servant du premier moyen, et lorsqu'on a essayé de faire évaporer le sirop à feu nud et jusqu'à la consistance requise pour obtenir immédiatement du sucre, on a tout brûlé, et le sirop alors ne présentait plus qu'une masse noire épaisse, d'une consistance de térébenthine, dans laquelle le sucre se trouvait altéré ou en trop petite quantité pour que sa cristallisation ne fût pas gênée par la viscosité de la matière sirupeuse.

C'est en opérant avec la plus grande précaution et en même tems en laissant les sirops le moins de tems possible à l'action du calorique, qu'on peut parvenir à obtenir des sirops de betteraves non altérés, de 36 à 37 degrés à l'aréomètre, lorsqu'ils sont froids, ce qui correspond à 32 degrés, si on suppose le sirop bouillant. Sur quel résultat pourrait-on donc compter, si on poussait à feu nud l'évaporation de ces sirops jusqu'au degré auquel on fait évaporer le sirop du vesou des colonies, c'est-à-dire jusqu'à un degré de chaleur qui excède souvent 95 de Réaumur, et à un degré de l'aréomètre impossible à constater, le sirop étant froid, mais qui, lorsqu'il est bouillant, dépasse 42 degrés !

Cependant M. Achard et M. Hermstaedt ont proposé l'un et l'autre ce second mode de cristallisation; le dernier même n'en mentionne point d'autre. M. Achard, il est vrai, au lieu de faire évaporer le sirop à feu nud, recommande toujours l'évaporation à la vapeur; M. Hermstaedt, au contraire, ne dit point que cette précaution soit nécessaire, et il n'en prend pas d'autre que de ménager le feu vers la fin de l'évaporation. J'avoue que je suis encore à concevoir comment ce dernier chimiste a pu réussir. Je pense donc qu'il n'a point porté la concentration au même point qu'on la porte dans les raffineries pour le sucre brut des colonies, car je suis persuadé que dans ce dernier cas il n'aurait

obtenu que la matière altérée dont je viens de parler, et qu'il n'aurait pu en extraire du sucre.

On voit, dans le procès-verbal de M. de Neubeck, que tous les essais qui furent faits pour raffiner le sucre brut de betteraves à feu nud (1), donnèrent un mauvais résultat, et que tous les sirops furent brûlés; on ne parvint au raffinage qu'en employant le procédé à la vapeur. Si la dissolution du sucre brut est sujette à brûler et à donner de mauvais produits, que doit-on donc attendre des premiers sirops retirés immédiatement de l'évaporation du sucre de betteraves, sirops qui, outre les impuretés contenues dans le sucre brut, contiennent encore une très-grande quantité de mélasse ou sucre incristallisable, de la matière extractive et muqueuse, substances très-altérables par un degré de chaleur bien inférieure à celui nécessaire pour mettre en ébullition le sirop très-concentré!

Il faudrait supposer une bien bonne qualité de sirops de betteraves pour que cette altération n'eût pas lieu, et je pense même qu'il ne s'en trouve pas une seule espèce capable de recevoir ce qu'en terme de raffinerie on nomme la *preuve*.

Il paraît constant que les sirops obtenus par M. Achard et M. le baron de Kopyy sont d'une qualité bien supérieure à ceux qu'on a jusqu'à présent obtenus *couramment* en France, et cependant je ne peux croire que même ces sirops soient capables de supporter cette *preuve* sans une grande altération.

(1) Dans un des paragraphes de ce procès-verbal, voyez page 132. M. de Neubeck dit que le sucre brut des colonies n'est pas ordinairement transporté en Europe tel qu'on l'obtient par une première cristallisation, etc. C'est une erreur, tout le sucre connu dans le commerce sous le nom de sucre brut est le premier produit de la cristallisation du vesou, et dès le moment qu'il a reçu la préparation du terrage il porte, dans le commerce, le nom de sucre terré.

Dans les raffineries de sucre des colonies, le thermomètre monte à 93, 94 et 95 degrés de Réaumur, lorsque le sirop est cuit à consistance nécessaire pour donner la *preuve*. Ainsi on concevra que l'opération indiquée par M. Achard, page 78, ne peut être comparée à cette partie du travail des raffineries du sucre de cannes, et que c'est même à tort que ce savant a établi cette comparaison. En effet, c'est le haut degré de température qu'a acquis le sirop de sucre de cannes, qui lui donne la fluidité nécessaire pour permettre de reconnaître cette *preuve*, et ce haut degré de température ne peut et ne doit pas être obtenu par le procédé de M. Achard. J'affirmerai même que le sirop préparé comme l'indique M. Achard n'excède pas une température de 75 degrés; hors, à ce degré de température, les sirops de sucre des colonies sont déjà en pleine cristallisation, et ne peuvent plus être essayés par l'opération de la *preuve*.

Ce n'est guère qu'une heure après que le sirop de sucre de cannes est sorti des chaudières, que les premières traces de cristallisation s'aperçoivent et se continuent ensuite avec une grande rapidité. La cuisson d'une grande masse de sirop se faisant à plusieurs reprises, il n'y a que la première portion cuite qui tarde ainsi à cristalliser; les cristaux formés dans cette première cuite, et le degré de refroidissement qu'elle éprouve dans le *rafraîchissoir*, déterminent presque aussitôt la cristallisation des nouvelles quantités de sirop rapproché à fur et mesure qu'on les réunit successivement dans le *rafraîchissoir*.

Dans le procédé de M. Achard le sucre a déjà commencé à cristalliser dans la chaudière (ce qui, toutefois, prouve son excellente qualité), et alors on doit concevoir avec quelle rapidité cette cristallisation doit marcher. Elle doit même aller si vite, que le sirop doit se prendre en une masse confuse, composée de cristaux extrêmement fins qui, par leur disposition, doivent s'opposer au prompt

écoulement des gros sirops ou mélasses, engraisser la matière, comme on le dit improprement en raffinerie, et rendre ce travail très-incertain.

Je me permets de critiquer, non-seulement le premier moyen indiqué par M. Achard, qui est la *preuve* par le filet, mais également le second qui a lieu au moyen d'un morceau de fer froid, moyen auquel on peut faire les mêmes reproches qu'au premier, c'est-à-dire d'être un indice très-incertain sur la véritable consistance du sirop, et de ne permettre d'obtenir souvent que des cristaux beaucoup trop divisés pour que l'écoulement des mélasses puisse se faire facilement.

Il est vrai que M. Achard n'emploie pas, comme dans les raffineries, le *rafraichissoir*, c'est-à-dire un vase intermédiaire entre la sortie du sirop des chaudières et la mise dans les formes, rafraichissoir qui sert à faciliter la première cristallisation du sirop de cannes, qui, sans cela, pourrait être retardée dans bien des cas, et être très-inégale si on versait directement le sirop évaporé dans les formes.

Par le procédé de M. Achard, le sirop sort à-peu-près de ses chaudières évaporatoires, à la même température et dans le même état qu'il sort des rafraichissoirs des raffineries, et la cristallisation peut encore, lorsqu'on opère sur de grandes masses, se faire assez régulièrement. Mais, comme il sera encore long-tems très-rare (1) d'avoir en

(1) Je dis très-rare, parce qu'il faudrait cultiver les betteraves soi-même pour être sûr de leur qualité, et que la plupart des fabriques qui se forment, comptent exploiter les betteraves cultivées par les propriétaires ou fermiers. Hors ces betteraves n'auront que difficilement la qualité de celles qu'on cultiverait soi-même, parce que dans ce cas l'intérêt du cultivateur sera en contradiction avec celui du *manufacturier*. L'intérêt du premier est que son champ lui donne le plus de betteraves possible; l'intérêt du second est que la terre en produise

France des betteraves aussi riches en sucre que celles de M. Achard, et sur-tout d'obtenir des sirops qui commencent à cristalliser pendant leur évaporation ; que d'ailleurs ce résultat ne peut avoir lieu qu'en opérant avec l'appareil à vapeurs de M. Achard, et que vouloir le faire à feu nud, exigerait une surveillance extrême, impossible dans un grand atelier, vu que la moindre négligence entraînerait la décomposition et l'altération du sucre, je pense qu'il faut s'en tenir au premier moyen indiqué par M. Achard, celui de la cristallisation par le moyen de l'étuve. Je n'y vois aucun inconvénient et de grands avantages.

La citation d'un fait semblerait d'ailleurs devoir confirmer cette préférence d'une manière péremptoire. En laissant à l'étuve, pendant plusieurs mois, des mélasses de sucre de cannes dont il n'y avait plus rien à espérer par les procédés usités en raffinerie, j'en ai retiré une très-grande quantité de sucre brut d'un grain très-fin, mêlé avec une mélasse visqueuse et très-tenace, qui en rendait la séparation très-difficile pour le moment ; mais en laissant ce mélange dans un endroit humide, la mélasse attira l'humidité de l'air, se liquéfia, et le grain du sucre gagna le fond des vases, et forma ainsi une espèce de moscouade très-commune, dont à la rigueur on pouvait déjà tirer parti par les procédés ordinaires, procédés toujours longs, et qui altèrent inévitablement une plus ou moins grande quantité du sucre existant et cristallisé. Pour isoler le *grain* ou les cristaux formés, je me suis servi du procédé par

moins, et qu'elles soient de meilleure qualité. Il n'y aurait qu'une manière de s'arranger qui pourrait concilier deux intérêts aussi opposés, ce serait d'acheter les betteraves d'après le degré que leur suc donnerait à l'aréomètre, ce qui serait encore peu certain : mais comment faire entendre raison au cultivateur sur cet article ? Il faut quelques années pour cela, et pendant long-tems le paysan ne voudra pas s'en rapporter à un instrument bien simple sans doute, mais au-dessus de la sphère de ses connaissances.

l'alcool dont je parlerai plus bas, et j'en obtins ainsi et sur-le-champ une très-bonne qualité de cassonade, qui autrement eût été perdue pour la consommation. On voit donc que par le moyen de l'étuve j'obtins une quantité de sucre à laquelle le raffineur avait totalement renoncé, parce que sa manière de travailler ne pouvait lui permettre de l'extraire. Il est évident qu'il en eût été de même pour toute espèce de sirop mère de betteraves.

La cristallisation par le moyen de l'étuve peut être employée pour toutes les espèces de sirops, même les plus pauvres en sucre cristallisable, et par ce moyen on obtiendra de ce dernier tout ce qu'il est possible d'en espérer; par la cristallisation irrégulière, ou autrement *la cuite*, qui est le mode employé dans les raffineries et dans les sucreries des colonies, si on opère à feu nu, il faudra supposer les sirops de betteraves très-riches en sucre pour pouvoir espérer obtenir facilement ce dernier dégagé de sa mélasse, ce que je regarde comme très-chanceux, et sujet à une foule d'inconvéniens, si on ne suit que la marche ordinaire usitée dans le travail des raffineries.

En employant le procédé à la vapeur, on peut bien faire disparaître une partie de ces inconvéniens; mais il en reste toujours assez pour embarrasser le raffineur le plus habile; car ce n'est pas le tout que d'avoir du grain de sucre, il faut encore qu'on puisse l'isoler facilement de la mélasse avec laquelle il est confondu, et je ne pense pas que cet objet, beaucoup plus important qu'on pourrait le croire, se trouve complètement atteint par aucune des méthodes proposées par M. Achard, et qu'il puisse même jamais l'être tant qu'on ne sortira pas des routes ordinaires.

Je suis cependant persuadé que lorsqu'on travaillera sur de bonnes espèces de betteraves, on pourra en obtenir, et dans l'espace de quelques jours, la plus grande partie du sucre qui y est contenu; mais alors il faudra

employer des moyens nouveaux, et j'ai la certitude que le procédé suivant donnera un résultat avantageux.

Lorsque le sirop sera bien dépuré, au lieu de le mettre à l'étuve, on le mettra évaporer, soit au bain de vapeurs, soit à feu nud, mais à une chaleur très-ménagée; on aura soin de l'étendre par couches peu épaisses, qui présentent beaucoup de surface. On aidera la concentration du sirop en le remuant de tems en tems et en l'exposant à un courant d'air rapide. Bientôt le sirop cristallisera, mais d'une manière très-confuse, et il présentera l'aspect d'une pâte grenue. Si le sirop était d'une qualité inférieure, il faudrait, lorsque sa consistance devient épaisse, y ajouter une petite quantité de sucre brut ou moscouade de betteraves, la bien mêler avec le sirop, et laisser ensuite ce mélange pendant quelques heures à une chaleur d'environ 60 degrés de Réaumur sans l'agiter.

Cette addition de moscouade, qui ne doit plus trouver assez de liquide pour être fondue, déterminera la cristallisation du sucre contenu dans le sirop. Alors on continuera d'évaporer pour obtenir la matière pâteuse et grenue dont on vient de parler. Lorsque cette matière sera parvenue à la consistance convenable, ce qu'il est très-difficile de bien déterminer, et encore plus de bien décrire, on mettra cette pâte cristallisée dans un bain-marie, et on le fera chauffer à la vapeur jusqu'à ce que le thermomètre, plongé dans cette matière liquifiée, indique environ 80 degrés de Réaumur; le sirop alors prendra plus de fluidité, mais contiendra encore du sucre non fondu. On le maintiendra pendant quelques heures à cette température qu'on laissera tomber jusqu'à environ 72 à 75 degrés. Les cristaux qui seront restés, détermineront promptement la cristallisation d'une nouvelle quantité de sucre. Lorsqu'on se sera assuré que cette cristallisation s'opère bien, la matière étant bien chaude sera versée dans de grandes formes ou caisses de bois qu'on tiendra à une température

telle, que le refroidissement ne puisse avoir lieu qu'insensiblement. Le degré de chaleur qui sera ainsi maintenu, en diminuant la viscosité de la partie non cristallisable, accélérera la formation du sucre en cristaux assez gros pour permettre l'écoulement de la mélasse.

Pour décolorer promptement cette moscouade, sans en fondre une partie, comme cela a lieu dans l'opération du terrage, on pourra employer un moyen très-simple et analogue à celui dont on se sert dans les raffineries de salpêtre pour purifier le nitre. Ce sera de verser sur le sucre brut une certaine quantité de sirop de betteraves aussi peu coloré que possible, et évaporé seulement au degré auquel il commence à cristalliser, c'est-à-dire à 36 d. de l'aréomètre de Baumé, le sirop étant froid. L'emploi du charbon pourra être très-utile pour préparer des sirops de betteraves peu colorés. Ce sirop déjà saturé n'attaquera pas le sucre cristallisé, et en se mêlant avec la mélasse, la liquéfiera et décolorera le sucre que cette mélasse salissait. Plus le sirop qu'on emploiera sera décoloré, plus le sucre brut sera beau; et pour lui donner un degré de sécheresse convenable, il suffira de le laver avec une très-petite quantité d'alcool. Lorsque le sucre brut sera de très-bonne qualité, ce procédé remplacera avantageusement le terrage dont il sera question plus bas.

Lorsqu'au contraire le sirop sera pauvre en sucre cristallisable, ce qui sera le cas le plus général, et qu'après la cuisson et la cristallisation il formera une masse de laquelle la mélasse ne pourrait que très-difficilement, ou même pas du tout, se séparer, on pourra tout simplement mêler la moscouade avec le sirop décoloré, laisser ce mélange en digestion pendant quelques heures, le mettre ensuite dans une toile, et l'exprimer au moyen de la presse. La séparation de la mélasse se fera en raison de la fluidité produite par le sirop incolore employé; et ce qu'on retirera de la presse pourra ensuite être complètement dé-

pouillé de sirop au moyen d'une petite quantité d'alcool. On voit donc que pour bien réussir, l'objet important est d'employer des sirops peu colorés, ce qu'on ne pourra obtenir que par une évaporation très-ménagée et opérée sur des petites masses de sirop présentant beaucoup de surface, et clarifiées au moyen du charbon. C'est dans ce cas que l'évaporation préliminaire du suc de betteraves, au moyen de l'étuve, très-fortement chauffée par un courant d'air rapide, pourrait être très-utile pour se procurer des sirops peu colorés. Les sirops mêlés de mélasse qu'on obtient par ce moyen, peuvent être mis de nouveau à l'étuve pour cristalliser : car il ne serait pas prudent de vouloir les faire cristalliser immédiatement ; la nouvelle quantité de mélasse qu'ils contiennent rendrait cette opération très-difficile, et d'une réussite incertaine.

Comparons maintenant à ce procédé expéditif les procédés de M. Achard.

Par la première méthode de M. Achard, par la cristallisation régulière, on voit que la cristallisation exige sept à huit semaines pour être complète. Je doute que ce terme soit suffisant, car des sirops, après plus de six mois d'exposition à l'étuve, me donnaient encore des cristaux en quantité assez notable ; je suis d'ailleurs loin de penser que la séparation de la mélasse puisse se faire facilement au moyen des formes, dans lesquelles on verse la matière composée de cristaux et de mélasse. Il faut supposer le grain d'une bien bonne qualité, pour que cet écoulement ait lieu ; et d'après ce que j'ai vu, je ne conseillerais point d'attendre cette séparation par ce moyen. M. Achard fixe encore de six, huit à dix semaines pour la durée de cet écoulement. Je pense que huit semaines sont le *minimum* du tems nécessaire, et qu'au bout de ce tems la séparation de la mélasse sera très-incomplète. J'ai même souvent vu que la mélasse, au lieu de prendre son écoulement par la pointe des formes ou cônes, laissait précipiter le sucre qui

formait alors une masse pâteuse, à travers laquelle l'écoulement était devenu impossible. Une partie de la mélasse se réunissait à la surface, et pouvait ainsi être séparée par décantation. Quant à la partie mêlée avec les cristaux, on n'aurait pu la séparer que par une nouvelle fonte et cristallisation, ou en y ajoutant de l'eau, et en soumettant le tout à l'action de la presse. L'une et l'autre de ces méthodes a l'inconvénient de diminuer la quantité de sucre déjà obtenu, soit en l'altérant réellement par le calorique nécessaire pour la fonte, soit en en dissolvant une partie dans une quantité d'eau, dont ensuite on ne peut plus le retirer par la cristallisation, en raison de la trop grande proportion des mélasses comparativement à celle du sucre. Je dois avouer cependant que j'ai vu des cristallisations obtenues par le procédé de M. Achard assez bien formées pour permettre l'écoulement des mélasses, mais je crois ce cas rare.

Après huit à dix semaines d'écoulement des mélasses, on obtient, par le procédé de M. Achard, deux espèces de sucre brut, l'un d'une assez bonne qualité, et l'autre très-commun, et souillé encore par une grande quantité de mélasse. M. Achard recommande d'étendre ces deux espèces de sucre brut dans des greniers très-aérés, pour qu'on puisse les remuer facilement, et les exposer ainsi aux influences de l'air qui dessèche ces sucres bruts, et les rend d'un goût plus délicat. Je ne nierai point l'influence de l'air sur la saveur des sucres bruts, j'en ai des preuves certaines; mais j'avouerai que je ne vois pas ce que devient la mélasse par cette dessiccation. Si elle ne fait que se dessécher et perdre son mauvais goût (ce que je suis très-porté à croire), il en résulte qu'elle existe toujours dans le sucre brut, et que par son mélange avec cette matière elle diminue réellement sa qualité, qu'en exposant ce sucre brut ainsi desséché à un air humide, il finissait par reprendre à l'atmosphère la quantité d'eau qui

constituait la mélasse à l'état sirupeux, vu la grande propriété hygrométrique de cette dernière substance; que la dessiccation ne fait donc que masquer la mauvaise qualité de ce sucre brut, qui, dans le raffinage, se comporterait toujours en raison de la mélasse qui l'accompagne, et donnerait alors des résultats très-défectueux; et si M. Achard a éprouvé des difficultés dans le raffinage de son sucre brut, je n'ai pas le moindre doute que ces difficultés ne provinssent de la trop grande quantité de mélasse que ce sucre brut contenait encore.

M. Achard assigne environ trois semaines pour la durée de cette dessiccation du sucre brut, qu'il recommande de faire pendant l'été; ce qui retarde de plus de six mois la vente du sucre brut, en comptant depuis le moment où on commence à râper les betteraves jusqu'à celui où on peut mettre le sucre brut en tonneaux.

M. Achard, à la suite de ce moyen, indique un autre procédé connu dans les sucreries des colonies et les raffineries d'Europe sous le nom de terrage. Je ne crois pas davantage que ce premier mode de raffinage soit avantageux pour le sucre brut des betteraves. Il est déjà très-incomplet pour bien des espèces de sirops de vesou des colonies, et à plus forte raison pour les sirops des betteraves qui sont généralement inférieurs à ceux du vesou, et doivent donner une bien plus grande quantité de mélasse, qui nuit toujours beaucoup à la cristallisation et empêche que les cristaux de sucre ne conservent entr'eux la distance nécessaire pour que l'opération du terrage se fasse uniformément.

En effet, quand on considère l'effet du terrage, on voit qu'il n'est basé que sur l'affinité pour l'eau plus grande dans la mélasse que dans le sucre cristallisé; mais, quoiqu'il y ait une très-grande différence entre l'affinité respective de ces deux substances pour l'eau, il n'en est pas moins vrai que le terrage (quelqu'ingénieux que ce moyen soit),

n'est toujours qu'une opération très-impairfaite; et que si on parvient à dépouiller le sucre cristallisé de toute la mélasse qui lui était adhérente, ce n'est toujours qu'aux dépens de ce même sucre cristallisé, dont ordinairement un tiers se trouve dissous par l'eau de l'argile humectée, et cela dans les circonstances les plus favorables.

Le sucre des betteraves, quelle que soit sa qualité, est loin de réunir ces circonstances favorables; et il doit se comporter au terrage comme le font les qualités inférieures de sucre brut, dont la distance entre les petits cristaux étant inégale, ne permet point un écoulement régulier des mélasses. Alors il en résulte que l'eau de l'argile, au lieu de remplir ses fonctions aussi bien que possible, dissout beaucoup plus de sucre cristallisé qu'elle ne le devrait faire, et n'agit que très-impairfaitemment sur la mélasse contenue dans la totalité du sucre des cônes ou formes à sucre. La partie supérieure de ces cônes est très-blanche, tandis que la partie inférieure est aussi colorée qu'auparavant: en voici la raison: l'eau du terrage ayant éprouvé des difficultés pour se faire jour à travers les cristaux, se porte alors sur le sucre cristallisé, le dissout, s'en sature; et lorsque ce sirop saturé est parvenu au milieu, ou vers la pointe des cônes, ne pouvant plus se saturer davantage, il laisse intacte la mélasse qui s'y trouve mêlée au sucre brut.

Je ne m'étendrai pas davantage sur les vices de cette opération très-simple; et je crains bien que ce que j'en ai dit ne soit peut-être bien clair que pour les personnes qui connaissent à fond le travail des raffineries.

Je terminerai cet examen en disant qu'il serait peut-être possible de réussir quelquefois à terrer une certaine quantité de sucre brut de betteraves; mais que généralement ce procédé sera sujet à tant de chances, qu'il vaudra mieux s'attacher à avoir du sucre brut de bonne qualité qui puisse supporter directement le raffinage, que de risquer, par un

terrage vicieux, de perdre une grande quantité de sucre; car, lorsque M. Achard dit qu'on ne dissout que des particules de sucre, c'est une expression très-impropre, et lorsque M. Achard dit encore que les sirops obtenus par le terrage ne valent pas la peine d'en extraire le sucre, j'observerai que cela pouvait être bon dans un moment où la valeur des sirops n'était pas très-inférieure à celle du sucre cristallisé; mais comme dans ce moment et pendant long-tems encore la valeur des mélasses de betteraves sera à celle du sucre cristallisé de bonne qualité, au moins comme 1 est à 15 ou 20, je conseillerai fortement aux personnes qui voudraient se servir du terrage, de faire cristalliser de nouveau à l'étuve les sirops qu'ils obtiendraient, et je leur garantis qu'elles seront bien avantageusement indemnisées de leurs frais.

M. le baron de Kopyy a parfaitement senti les inconvéniens de la méthode proposée par M. Achard, et il a publié dans son ouvrage les modifications qu'il a jugé à propos d'y faire. Il ne met le sirop dans les vases évaporatoires qu'à la hauteur d'un pouce et demi, au lieu de trois pouces. Le sirop, au bout de trois à quatre semaines, se trouve couvert d'une couche épaisse de sucre cristallisé, dans laquelle on fait deux fois par semaine de petites ouvertures pour donner passage à l'air chaud. On enlève successivement ces couches cristallisées, et on les met égoutter sur des vases, dont le fond est percé comme une écumoire; on enlève aussi le sucre qui s'est précipité, et on le met dans un autre vase percé comme le premier. Ces deux espèces de cristallisations sont déposées dans un endroit où la température est moindre que celle de l'étuve, afin que le sirop puisse prendre son écoulement sans trop se dessécher; et le sirop qui se trouvait entre les deux couches de sucre est remis à cristalliser. Tous les mois on répète cette opération qu'on continue jusqu'à ce que le sirop refuse de donner des cristaux. On trouve alors au

fond des vases un magma composé de sucre et de mélasse qu'on soumet à l'action de la presse, et le sirop ou mélasse qui s'écoule est mis dans des baquets où on l'abandonne pendant plusieurs mois; il laisse pendant ce tems déposer une très-grande quantité de sucre qu'on sépare encore au moyen de la presse.

M. le baron de Kopyy pense avec raison que cette méthode est préférable à celle de M. Achard, qu'il regarde comme beaucoup trop longue et embarrassante, et qu'il sait par expérience exiger quatre à cinq mois pour la seule cristallisation.

Il paraît cependant que M. le baron de Kopyy a éprouvé quelques difficultés pour obtenir la séparation de la mélasse du sucre en grain qui s'y trouve mêlé.

Dans les premières années il soumettait simplement à l'action d'une presse à vis ce magma, qu'il renfermait dans des toiles; mais depuis il a renoncé à cette méthode, au moyen de laquelle il n'obtenait que très-lentement une qualité de sucre peu pur, et il y a substitué le procédé suivant.

Il fait chauffer auprès d'un fourneau, et dans de grands vases plats, le magma composé de sucre et de mélasse. Il le pétrit comme une pâte, en y ajoutant de l'eau tiède, et il l'enferme ensuite dans des toiles qu'il soumet à l'action graduée d'une presse à levier. Il faut prendre ses précautions pour que la matière soumise à l'expression soit suffisamment chaude tout le tems que dure l'opération.

Cette méthode est, je pense, préférable à celle employée par M. Achard; elle dispense de se servir des formes à sucre dont l'usage ne doit pas être avantageux, et ne me paroît pas remplir le but qu'on en attend, celui de faciliter l'écoulement des mélasses. M. le baron de Kopyy, en enlevant successivement les couches cristallisées, soit supérieures, soit inférieures, les débarrasse immédiatement de la mélasse qui, lorsqu'on procède comme M. Achard,

s'épaissit tous les jours, et se trouve trop peu fluide à la fin du travail, pour qu'elle puisse prendre son écoulement à travers les cristaux avec lesquels elle est mêlée.

Cependant je trouve encore incomplet le dernier travail auquel M. le baron de Kopy soumet la masse composée de mélasse et de sucre en très-petits grains. Pour diminuer la viscosité de sa mélasse, et faciliter sa sortie à travers la toile, il a recours à la chaleur et à l'eau tiède, et nul doute que par ce moyen il ne rétablisse à l'état de sirop une partie du sucre qui était en cristaux; lorsqu'on considère la grande solubilité du sucre dans l'eau, et sur-tout dans l'eau chaude, on ne peut que porter très-haut la quantité qui se trouve ainsi fondue de nouveau, et qui est irrévocablement perdue.

Tous les sirops de betteraves que j'ai traités les deux années passées, à l'exception d'une seule qualité faite avec les betteraves blanches provenant de graines de Prusse ou de Suède, étant infiniment moins riches en sucre que ceux obtenus par M. Achard et le baron de Kopy, ne m'ont donné que beaucoup de cristaux mêlés dans une grande proportion de mélasse, et peu de ces belles couches cristallines supérieures (1). Après bien des essais pénibles, j'ai encore trouvé plus économique et plus expéditif, de me servir de l'alcool ou esprit de vin pour

(1) Dans notre travail de cette année 1811, ayant cultivé nous-mêmes les betteraves, nous en avons eu des blanches et des jaunes d'excellente qualité et qui nous donneront très-abondamment du sucre. Nous avons déjà des croûtes cristallines très-épaisses; généralement ce sont les plus petites et celles crues dans les terrains les plus pauvres qui sont les plus sucrées. Leur suc marquait $7 \frac{1}{2}$ à l'aréomètre.

J'en ai eu des environs de Paris dont le suc donnait 7 et même très-près de 8 degrés à l'aréomètre: mais ce degré n'était que factice et était dû en grande partie aux matières salines tenues en dissolution dans le suc, et qui proviennent des fumiers abondans dont les terres des environs de Paris sont chargées.

obtenir la séparation des mélasses du sucre cristallisé qui s'y trouve mêlé. Ce procédé, au premier coup-d'œil, paraît devoir être trop coûteux, et ne pouvoir être indiqué que comme une expérience de cabinet; mais pour peu qu'on veuille réfléchir sur le bas prix de l'alcool, privé de ses droits de consommation et d'octroi, sur-tout dans le midi, sur la petite quantité qu'il en faut pour obtenir un résultat très-avantageux, et impossible par tout autre moyen; sur l'avantage très-grand de retirer une plus grande quantité de sucre dont la valeur actuelle ne peut être mise en comparaison avec celle de l'alcool nécessaire pour l'opération, je ne doute pas que les personnes qui se livrent à l'extraction du sucre de betteraves, ne finissent par adopter ce moyen contre lequel originairement elles auraient pu apporter de la prévention. Comme d'ailleurs la bonté de ce procédé n'est qu'en raison de la manière dont on l'exécute, je vais le décrire aussi clairement que possible.

Procédé de purification par l'alcool.

Ce procédé est basé sur la propriété qu'a l'alcool, lorsqu'il est convenablement déphlegmé, de ne pas dissoudre sensiblement le sucre cristallisé, de se mêler avec la partie sirupeuse ou mélasse, de la rendre plus fluide, et par conséquent de faciliter sa séparation d'avec le sucre cristallisé. L'alcool ou l'esprit de vin, s'il était à l'état d'eau-de-vie, et ne marquait que 18 à 24 degrés à l'aréomètre, dissoudrait une trop grande quantité de sucre en raison de l'eau qu'il retient à cet état, et alors ne remplirait point le but proposé; s'il était à son dernier degré de pureté, à 42 ou 43 d., il ne dissoudrait point du tout le sucre, mais alors il ne se mêlerait avec les sirops, qu'en raison de la petite quantité d'eau qu'ils contiendraient, et souvent la concentration de ces derniers s'opposerait à toute dissolution, et rendrait l'emploi de l'alcool plutôt préjudiciable

qu'avantageux. D'ailleurs, l'alcool parfaitement déphlegmé ne se trouve pas dans le commerce, et reviendrait à un prix beaucoup trop élevé pour l'employer en fabrique. Il faut choisir entre ces deux extrêmes, d'un alcool trop déphlegmé, et d'un autre qui ne le serait pas suffisamment.

C'est donc à celui qu'on trouve dans le commerce qu'il faut donner la préférence, et ordinairement cet alcool marque 34 degrés à l'aréomètre, et porte le nom d'esprit $\frac{3}{6}$.

Pour le faire servir à la purification des sucres bruts de betteraves, même les plus communs et les plus chargés de mélasse, voici comment il faudra procéder.

On séparera, soit par décantation, soit par expression, la plus grande partie du sirop qui se trouve mêlé avec le sucre brut au sortir de l'étuve; et lorsque par ce moyen on ne pourra plus rien obtenir, on pesera une quantité donnée de cette mauvaise moscouade, on la mettra dans un baquet, et on y incorporera environ le douzième, au plus le dixième de son poids d'alcool à 34 degrés. Il faudra prendre quelques précautions en faisant ce mélange; on ne versera l'alcool que par petites portions, et successivement on le mêlera avec le sucre chargé de sirop. Si on versait trop d'alcool à la fois, le mélange se ferait trop difficilement, parce qu'alors il agirait sur les matières extracto-muqueuses contenues dans le sirop, les *crisperait* et rendrait leur dissolution beaucoup plus difficile.

Il faut aussi faire ce mélange très-rapidement, afin de laisser évaporer le moins possible d'alcool. Si on pouvait opérer dans un endroit peu aéré, et même fermé, ce serait encore plus avantageux; lorsque le mélange de l'alcool et de la moscouade sirupeuse sera fait bien exactement, on le couvrira, et on le laissera ainsi pendant quelques heures. Au bout de ce tems, on voit le sirop coloré qui gagne la surface du vase employé, et le sucre

crystallisé qui tend à gagner le fond. On brassera encore une fois ce mélange, et on le versera dans des sacs de toile ou de crin qu'on soumettra à l'action bien graduée d'une presse fermée. Il faut avoir soin de ne former que des gâteaux très-peu épais, et faire en sorte que les sacs dans lesquels on met la matière à presser, ne forment point de bourrelets ou vides dans lesquels les sirops pourraient s'insinuer, et se mêler de nouveau avec le sucre cristallisé lorsqu'on desserre la presse.

Par ce moyen on obtiendra des sirops très-colorés, et le sucre restant dans les sacs, sera amené à un état de sucre brut très-satisfaisant, et dans lequel la mélasse sera dans une proportion trop faible pour préjudicier au raffinage.

Ce sucre, lorsqu'il est séché, n'est plus visqueux, et ne forme point, lorsqu'on le remue, cette espèce de mouvement vermiculaire, indice certain d'une mauvaise qualité de sucre brut, qualité due à la mélasse desséchée.

Si de suite on voulait obtenir une qualité de sucre comparable au sucre Martinique sec, il suffirait de verser sur la matière pressée et encore humide une nouvelle quantité d'alcool, mais la moitié moins que la première fois. Si on voulait avoir encore plus de blancheur, au lieu d'employer pour ce dernier mélange de l'alcool à 34 degrés, il serait préférable de n'en employer qu'à 29 ou 30. On dissout, il est vrai, un peu de sucre (qu'on peut cependant facilement retrouver); mais on ne court point le risque de crisper et faire adhérer aux cristaux du sucre une petite quantité de matière extracto-gommeuse contenue dans le reste de la mélasse, et qui ne trouve plus alors une quantité suffisante de cette dernière pour la dissoudre et la mettre en état de résister à l'action de l'alcool, qui tend toujours à isoler cette matière extracto-gommeuse.

C'est en raison de cet effet de l'alcool déphlegmé sur les matières extracto-gommeuses, qu'on ne peut l'employer en très-grande quantité pour le lavage immédiat du sucre.

brut des betteraves , comme je l'ai fait avantageusement pour les bonnes qualités de sucre brut des colonies qui , par ce moyen , m'ont donné jusqu'à 77 et 78 pour 100 d'un sucre parfaitement sec, blanc, et ne différant nullement des meilleures qualités de sucre blanc Martinique et Havanne.

En quelque petite quantité que soit le sucre cristallisé dans son mélange avec la mélasse, on peut facilement l'isoler par le procédé à l'alcool; qu'on se rappelle bien seulement que le point capital à observer est, que le degré de l'alcool à employer soit réglé sur le degré d'épaississement de la mélasse, et en raison de la quantité plus ou moins prépondérante de cette matière.

Si on avait un mélange très-épais de beaucoup de mélasse et de peu de sucre brut, il suffirait de délayer cette matière avec une certaine quantité de mélasse plus fluide, contenant de l'alcool, et qui serait sortie précédemment de la presse. Cette mélasse liquéfiée serait suffisante pour donner assez de fluidité à une mélasse beaucoup plus consistante, et ne laisserait point craindre la crispation de la matière extracto-gommeuse.

Cet exemple que je vais chercher dans les extrêmes, suffira pour guider dans le traitement de toute espèce de sucre mêlé de mélasse, et fait ressortir les grands avantages de ce procédé, qui utilise ainsi une grande quantité de sucre cristallisé qui, autrement, eût été perdue.

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

Il serait encore plus avantageux de mettre ces croûtes cristallines macérer avec du sirop de betteraves incolore, comme il a été indiqué dans le procédé décrit page 53

de ces Observations; le sirop liquifierait la mélasse, les cristaux se détacheraient sans se fondre, on séparerait le sirop au moyen de la presse, et on finirait d'enlever celui qui entourerait les cristaux de sucre à l'aide d'une petite quantité d'alcool.

Ce procédé, au moyen d'un sirop peu coloré, peut même être très-avantageusement employé et de préférence pour toutes les espèces de sucre, et précéder le lavage à l'alcool: par là on évitera cette crispation des matières extracto-gommeuses, toujours beaucoup plus à craindre avec des mélasses très-épaisses qu'avec des sirops cuits à 34 ou 35 degrés de l'aréomètre.

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

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

Pour ne point perdre l'alcool contenu dans les mélasses retirées par ce procédé, il suffit de les distiller. Cette distillation peut se faire dans les alambics ordinaires, en prenant la précaution d'ajouter un peu d'eau dans les sirops qui seraient épais, et qui pourraient laisser craindre que la matière ne brûlât. Mais le meilleur moyen est de se servir d'un appareil analogue à celui d'Edouard Adam, et de faire passer à travers ces mélasses alcooliques, au moyen d'un tube de métal, un torrent de vapeurs d'eau bouillante.

Ces vapeurs se condensent en eau en passant à travers le sirop, et facilitent ainsi la distillation de l'alcool qui, à ce degré de température, est forcé de se volatiliser; par ce moyen, on ne craint jamais de brûler les mélasses, et l'alcool qu'on obtient est d'une bien meilleure qualité. On peut ainsi soumettre à la distillation toutes les toiles imprégnées de mélasse alcoolique.

On voit donc que par ce procédé on ne perdra d'alcool que la petite quantité qui se trouvera volatilisée pendant l'opération, et celle qui restera adhérente au sucre cristallisé, quantités l'une et l'autre très-peu considérables, et qu'on peut beaucoup diminuer en prenant certaines précautions.

J'ai déjà dit que pour celle qui peut se volatiliser pendant l'opération du remuement, on ferait bien de prendre la précaution de ne faire ces mélanges que dans un endroit peu aéré, et même dans des vases fermés. Quant à celle retenue par le sucre brut, on peut l'obtenir toute entière, si on veut raffiner soi-même le sucre obtenu. Dans ce cas, on mêlera le sucre avec une quantité d'eau un peu plus grande que celle nécessaire pour le fondre, et on chauffera dans un alambic ordinaire, l'alcool se volatiliserà, et il restera un sirop qu'on traitera par les procédés usités dans les raffineries, ou, ce qui vaudra encore mieux, on opérera comme il a été dit plus haut pour les mélasses alcooliques au moyen de l'appareil à vapeurs d'Edouard Adam.

Si on ne raffine pas le sucre brut, il faudra se résigner à la perte de cet alcool, perte infiniment petite, sur-tout lorsqu'on la compare à l'avantage d'obtenir rigoureusement toute la quantité possible de sucre cristallisé, et dans un état aussi beau et aussi favorable à la vente.

L'emploi de l'alcool est si commode et si avantageux pour dépouiller le sucre cristallisé de son sirop ou de sa mélasse, que j'ai cru pouvoir le substituer dans le raffinage au procédé connu sous le nom de terrage.

Dans ce cas on travaille le sucre brut par les procédés ordinaires, c'est-à-dire on le fond, clarifie et cuit à la consistance convenable, et on le verse dans des cônes de terre comme à l'ordinaire; le lendemain de sa cuisson, et aussitôt que le sirop commence à prendre son écoulement, on verse sur la base des cônes ou formes une petite quantité d'alcool à 34 degrés, et on couvre exactement la sur-

face des cônes (1). Le sirop mère s'écoule d'abord sans se mêler avec l'alcool, celui-ci le suit et dépouille le sucre du reste du sirop qu'il retient à la surface de ses cristaux, à fur et mesure qu'il prend son écoulement, et finit par laisser les cristaux parfaitement blancs. Il faut de tems en tems verser sur la base des cônes une quantité nouvelle d'alcool, jusqu'à ce qu'on voie que celui qui sort par la pointe n'est plus que très-peu coloré. Les premiers sirops qui passent, ne sont pas alcooliques; ceux qui viennent ensuite le sont un peu plus, et successivement jusqu'à ce qu'à la fin l'alcool passe presque pur. L'aréomètre sert à connaître la quantité d'alcool contenue dans chacune de ces fractions de sirop. On peut distiller, comme il a été dit ci-dessus, tous ceux qui marquent plus de 15 degrés à l'aréomètre pour les sels et sirops; les autres peuvent être employés pour être versés de nouveau sur la base des cônes. Comme ils ne sont pas saturés de sirop, ils enlèvent celui qu'ils rencontrent dans leur passage à travers les cônes, et avancent ainsi beaucoup l'opération. Il ne faut ensuite qu'une quantité infiniment petite d'alcool nouveau pour obtenir le sucre parfaitement blanc.

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

Cette assertion est basée sur plusieurs essais comparatifs,

(1) Comme je n'ai opéré que sur quelques pains de sucre, ce qui me suffisait pour constater la bonté du procédé, je me suis contenté de couvrir la base des cônes de sucre avec un carton assujéti avec une feuille de parchemin mouillé et une ficelle. On pourrait en pratiquant ce procédé en grand couvrir les cônes avec des planches assujéties avec de l'argile molle. Ces planches seraient percées d'un trou pour verser facilement l'alcool.

qui ne peuvent laisser le moindre doute. Je me contenterai d'en citer un seul fait avec toute l'exactitude possible.

On versa dans deux formes, connues dans les raffineries sous le nom de *trois*, une quantité égale de sirop cuit à la consistance convenable pour en faire deux pains de sucre. On procéda pour l'un par le terrage ordinaire, on donna deux terres et une troisième très-légère, et le pain de sucre qui en résulta pesait 3 kilogrammes 212 gram. étant bien sec. Celui traité par l'alcool, lorsqu'on le sortit de la forme, pesait 4 kilogrammes 772 grammes, et retenait, à cet état, une certaine quantité d'alcool que l'étuvage fit volatiliser, et lorsque le pain fut parfaitement sec, il n'avait pas conservé la moindre trace d'odeur d'alcool, et pesait encore 4 kilogrammes 558 grammes, ce qui fait entre les deux pains une différence de 1 kilogramme 346 grammes, différence énorme ! Le sucre fondu par l'eau du terrage n'est pas perdu sans doute, mais lorsqu'on recuit ce sirop, il y en a toujours une portion altérée par l'effet de la chaleur nécessaire pour le cuire à la consistance nécessaire, et cette portion de sucre altérée passe alors comme mélasse, et perd au moins les trois quarts de sa valeur.

Il y avait eu, par l'opération de l'étuvage, une quantité de 214 grammes ou environ 7 onces d'alcool perdu. Cet alcool n'avait pu prendre son écoulement, et mouillait la surface de chaque petit cristal de sucre. On eût pu en enlever la plus grande partie, soit en donnant un très-léger terrage, soit en versant sur la base des cônes un sirop de sucre incolore et saturé; mais on préféra le perdre afin de pouvoir calculer ce qu'on gagnerait de tems par ce procédé, comparé à celui du terrage. Le résultat fut que le pain de sucre traité par l'alcool fut prêt à être vendu six jours après la cuite du sirop qui avait servi à le former, et que celui qui fut terré ne fut prêt que le quarante-huitième jour, en suivant tous les procédés d'usage en raffinerie; et ce terme est encore très-court, comparé à la moyenne

du tems exigé pour le raffinage du sucre ordinaire ; raffinage qui exige l'un dans l'autre entre deux et trois mois , parce que toutes les préparations ne se donnent pas comme je l'ai fait au terme rigoureusement nécessaire.

Ce bénéfice , sur le tems , est infiniment précieux pour le manufacturier , qui ne court plus le danger des chances politiques , cause de la ruine de la plupart des raffineurs de sucre , lors de la paix de 1763 , 1783 et autres.

Il me reste maintenant à démontrer que ce procédé par l'alcool n'est pas plus coûteux que tout autre , et qu'il est même plus avantageux. Nous voyons que pour purifier un quintal décimal de moscouade de betteraves , il faut employer le douzième ou tout au plus le dixième de son poids d'alcool ou esprit $\frac{2}{6}$, marquant 34 degrés à l'aréomètre. En prenant la moyenne , le onzième , nous aurons 9 kil. d'alcool par quintal métrique.

Le meilleur alcool du commerce , privé de ses droits de consommation , octroi , varie ; dans le midi de la France , depuis 25 jusqu'à 40 fr. , l'ancien quintal , ou le double environ pour le quintal décimal. Il y a deux ans ce prix était encore plus bas , puisque l'ancien quintal net de tare ne valait que 18 à 19 fr.

Sur les 9 kil. d'alcool employés pour la purification d'un quintal métrique de moscouade , j'admettrai qu'il y en aura la moitié perdue (et cette supposition est très-forcée) , ce sera donc 4 kil. 5 hect. d'alcool pour un quintal métrique de moscouade , dont on doit au moins attendre 70 pour 100 de sucre bien sec. Ce sera donc la valeur de 4 kil. 5 hect. à répartir sur 70 kil. de sucre brut d'excellente qualité. 4 kil. 5 hect. d'alcool , au prix moyen de 65 fr. le quintal métrique , coûteraient donc 2 fr. 92 cent. qui , répartis sur 70 kil. de sucre brut d'excellente qualité , font 4 cent. et quelque chose par kilogr. , somme infiniment petite en comparaison de l'avantage de retirer im-

médiatement une plus grande quantité de sucre qu'on ne peut le faire autrement , et de l'avoir à un tel degré de pureté et sécheresse , qu'il n'y a plus à craindre pour lui les dangers du raffinage ; dangers qui ne sont qu'en raison de la quantité de mélasse que les sucres bruts ou moscouades retiennent , car c'est toujours l'altération de ces mélasses qui rend le raffinage si difficile , cette matière ne pouvant supporter qu'un degré de chaleur très inférieur à celui nécessaire pour la cuite du sirop.

J'estime que l'avantage sera encore plus grand en employant l'alcool pour suppléer le terrage , car je ne pense pas que la perte totale en prenant les précautions , ou de donner un léger terrage , ou de verser sur la base des cônes un sirop incolore saturé de sucre , qui par son écoulement entraînerait le reste de l'alcool adhérent au sucre , je ne pense pas , dis-je , que la perte serait de 4 pour 100 d'alcool par quintal de sucre raffiné. Je laisse à calculer ce que peut être cette valeur comparée à l'avantage d'avoir en huit jours de tems un résultat que , terme moyen , on n'obtient en raffinerie qu'en soixante-dix jours , et sur-tout à celui de retirer en aussi peu de tems du tiers au quart de sucre en sus de celui que le raffineur obtient par un premier procédé ; car je n'hésite point à diminuer au moins d'un quart de sa valeur tout sucre fondu par le terrage , et qui doit alors nécessairement retourner aux chaudières pour recevoir une altération considérable ; non que d'un quintal de sucre ainsi fondu , on perde réellement 25 pour 100 , mais parce que la perte réelle qui peut être portée à 18 et 20 pour 100 , jointe aux frais de raffinage , excède souvent ces 25 pour 100.

J'ai supposé dans tous ces calculs que le manufacturier achèterait l'alcool qui lui serait nécessaire ; mais comme il aura un très-grand avantage à le fabriquer lui-même , soit avec le marc des betteraves , soit avec les mélasses qui

n'auront jamais une très-grande valeur commerciale, il en résultera que la perte que j'ai évaluée plus haut sera encore susceptible d'une diminution considérable.

Les personnes qui savent que mon frère et moi avons pris un brevet d'invention de 15 années, en avril 1808, pour ce procédé de raffinage par l'alcool, brevet qui nous a coûté près de 1600 fr., pourront être étonnées de voir que je le publie moi-même d'une manière aussi détaillée, et que je semble ainsi renoncer aux avantages exclusifs que nous nous étions réservés par le brevet. Voici les raisons qui nous ont déterminés à publier nous-mêmes tous les détails de ce procédé :

1°. Il nous serait impossible de le cacher à tout fabricant qui eût voulu connaître nos moyens de procéder ; il n'en est point de ce procédé comme de tout autre pour lequel on peut opérer en secret, et sur de petites quantités. Ici, il faut procéder sur de grandes masses, et il serait facile à tout étranger qui pénétrerait dans nos ateliers de reconnaître l'alcool à l'odeur qu'il dégage, ce qu'on ne peut empêcher totalement. L'agent connu, il ne serait plus difficile de connaître par les ouvriers la manière de l'employer, et alors c'eût été une source de procès interminables avec tous les contrefacteurs, que le plus difficile eût été de connaître.

2°. A l'époque où j'ai imaginé ce procédé, en 1808, il a été annoncé et répété en petit, dans tous les cours de chimie qui se font dans Paris, et alors il n'était pas difficile, après avoir vu opérer sur de petites quantités, d'opérer sur de grandes.

3°. La plus forte raison qui nous a déterminés à cette publication, est l'importance même du procédé. Dans un moment où il est si intéressant pour la France de s'affranchir du tribut annuel que nous payons, soit directement ou indirectement, aux Anglais, pour la consommation du sucre des Indes, nous avons cru faire une chose

agréable aux yeux du Souverain , en nous rendant , nous-mêmes , les organes de la publication d'un procédé qui s'applique au sucre brut de betteraves , beaucoup plus avantageusement encore qu'à toute autre espèce de sucre. Diminuer la perte de ce sucre , hâter considérablement la fabrication , tels sont les avantages qu'on retrouve dans ce procédé , avantages déjà sentis par plusieurs fabricans de sucre de betteraves , qui m'ont assuré qu'ils se proposaient de l'employer cette année.

Des différentes manières d'utiliser le résidu de betteraves.

LA manière la plus directe d'utiliser généralement le marc de la betterave , sera de le faire consommer aux bestiaux. Sur ce point tout le monde est d'accord. Vouloir dans les pays méridionaux l'employer à fabriquer de l'alcool , serait , au moins dans les circonstances présentes , une entreprise très-hasardée. L'alcool ou eau-de-vie de vin a une telle supériorité de saveur , et peut se donner dans le midi à un prix tellement bas , qu'il n'est point présumable que l'alcool de betteraves puisse soutenir la concurrence ; mais , dans le nord , la spéculation sera autrement avantageuse : les frais et la longueur du transport , la perte énorme qui résulte de l'évaporation prolongée , font souvent plus que doubler , dans ces contrées , la valeur de l'alcool de vin ; alors nul doute que l'établissement de distilleries d'alcool de betteraves n'y fût assuré du succès. Car généralement dans les départemens du nord de la France , la main-d'œuvre est moins chère que dans ceux du midi ; le combustible , les frais de transport sont à un prix si modique , qu'une opération qui serait ruineuse dans le midi , peut y être très-avantageuse.

L'alcool de betteraves est comparable , si même il n'est pas préférable à celui de grains. On épargnerait donc , dans les années où la récolte est peu abondante , une con-

sommation de grains qui ne laisse pas que d'être très-considérable.

Les procédés donnés par M. Achard, pour la fabrication de l'alcool, sont fondés sur une très-bonne théorie, et sont d'une exécution facile. Ils ont le mérite de conserver pour la nourriture des bestiaux une matière qui serait perdue pour eux, si au lieu de faire cuire le marc et d'en exprimer la décoction comme l'indique M. Achard, on le faisait fermenter directement. Quelque simples cependant que soient ces procédés, je les crois encore susceptibles de perfectionnemens, et je pense qu'on pourrait pour la coction du marc employer avantageusement le procédé à la vapeur, et pour la distillation, ceux d'Edouard Adam et Isaac Bérard.

Les dénominations de Cognac, Rhum, Rack données aux diverses espèces d'eau-de-vie obtenues de la distillation des marcs de betteraves, pourront paraître un peu ambitieuses; je ne me permettrai pas de prononcer à cet égard. Je n'ai pas encore vu de ces divers produits obtenus par des procédés que je crois inconnus jusqu'ici en France; j'ai seulement vu des eaux-de-vie simples retirées de la décoction des marcs de betteraves, et je puis assurer que leur saveur était préférable à celle des eaux-de-vie de grains.

Quant à la fabrication des vinaigres, j'ai déjà eu occasion de dire que je ne présumais pas que cette branche d'industrie fût susceptible de prospérer en France. Cependant il serait possible que dans le nord la fabrication du vinaigre des petites eaux obtenues par la distillation, fût encore avantageuse. Comme ce vinaigre est un produit qui n'exige d'autres frais que de prolonger la distillation, et que cette matière formée par la conversion de l'alcool en acide acétique, ne peut point avoir de mauvais goût, étant privée des diverses matières susceptibles de le communiquer, à l'inconvénient près de sa faiblesse, il peut

devenir un objet de consommation pour le nord , où les vinaigres de vin ne peuvent parvenir qu'à grands frais.

Quant aux vinaigres à obtenir par la fermentation des résidus de la distillation , je pense que vouloir les fabriquer en France pour la consommation de la table , serait une opération mal conçue. Il n'est pas possible que ces vinaigres aient une saveur agréable. Les essais faits par M. de Neubeck prouvent même que leur fabrication est sujète à beaucoup d'accidens. Si on joint à cet inconvénient déjà très-grave l'embarras que doit donner le travail d'une matière aussi encombrante , je pense qu'on partagera mon avis ; il ne pourrait y avoir quelque avantage à fabriquer de ces sortes de vinaigres , qu'autant qu'on les ferait servir directement à un autre genre de fabrication , tel qu'à une manufacture de céruse , de verdet , etc. , etc. , et encore cet emploi me paraît-il très-douteux , car il aurait à lutter contre celui des vinaigres de bois , qui peuvent se donner à un prix excessivement modique.

Quel que soit le mérite de ces divers produits , soit comme alcool , soit comme vinaigre , on ne peut se refuser à louer M. Achard de sa noble persévérance , et je dirai de la ténacité qu'il a mise à faire ressortir ainsi de la betterave une foule d'avantages peut-être nuls pour la France , mais certainement précieux pour un pays comme la Silésie , pays dans lequel les procédés employés par M. Achard ont eu le mérite de la nouveauté. M. Achard peut donc être considéré comme un des chimistes qui s'est le plus occupé à populariser la chimie , en appliquant cette science aux grands objets de consommation générale ; application peut-être encore trop rare , et point suffisamment appréciée par les savans du premier ordre.

Je ne ferai aucune réflexion sur l'emploi du marc des betteraves , comme devant servir à la fabrication d'un café indigène et à celle de la bière. M. Achard lui-même

ne paraît pas y attacher une très-grande importance. Cependant, si le café de chicorée est devenu en Allemagne et même en France l'objet d'un commerce assez étendu, il n'y a pas de raison pour qu'on ne s'accoutume aussi bien au café de betteraves. Au reste, qu'on parvienne à lui communiquer la vertu stimulante et le parfum du café d'Arabie, et alors je ne m'étonnerai plus qu'on le vende 2 francs le kilogramme, comme on me l'a assuré.

J'en dirai autant de la bière de betteraves, à laquelle je souhaite mais ne crois pas qu'on puisse jamais donner le goût de nos bonnes bières flamandes.

Description des bâtimens, ustensiles et matières nécessaires pour la fabrication du sucre de betteraves.

Ce chapitre est un de ceux qui doivent présenter le plus d'intérêt pour la plupart des spéculateurs qui se proposent d'entreprendre la fabrication du sucre de betteraves. Dans le système de fabrication adopté par M. Achard, système de fabrication par lequel on tire parti de tout, on voit que les frais de construction et d'établissement des divers appareils doivent s'élever à une somme assez considérable; et effectivement, M. le baron de Kopy, dans une de ses lettres dont l'extrait se trouve dans l'ouvrage de M. Achard; les fait monter à 30,000 rixhalers, c'est-à-dire à environ 120,000 francs. L'établissement proposé par M. Achard, et exécuté à la lettre par M. le baron de Kopy, ne peut guère l'être en France, où on serait très-loin de tirer des résidus les grands avantages qu'on en obtient en Silésie, pays dans lequel les eaux-de-vie et vinaigres sont fort rares, ou d'une qualité très-inférieure. Les spéculateurs feront donc peut-être très-prudemment en France, de réserver leurs capitaux pour la seule fabrication du sucre de betteraves, et de n'employer d'abord les résidus qu'à la nourriture des bestiaux; les seuls pays

du nord pourront avoir de l'avantage à fabriquer des eaux-de-vie de betteraves ; mais comme cet objet peut être indépendant de la fabrication du sucre de betteraves , et être calculé séparément , je crois ne devoir parler ici que des frais nécessités pour la fabrication du sucre.

Cette fabrication elle-même peut être isolée de tous les frais qui ne sont pas rigoureusement nécessaires , et être réduite à ses élémens les plus simples et indispensables. Chaque entrepreneur pourra ensuite facilement faire le calcul des frais que l'administration d'un grand établissement doit nécessairement entraîner , tels que ceux de commis , surveillans , bureaux de comptabilité , et de construction de bâtimens nécessaires , soit pour loger les commis , ouvriers , etc. , etc. , soit pour établir les bureaux. On pourra , pour tous les frais , ajouter une somme ronde à celle que j'indiquerai plus bas.

Les bâtimens rigoureusement indispensables pour une fabrique de sucre de betteraves sont , 1^o ceux indiqués dans la planche IV de l'ouvrage de M. Achard , et marqués par les lettres A a a a , B , C , D , E , F , M , N.

Chacun pourra faire à cette disposition tels changemens que les localités pourront lui rendre plus avantageux.

En suivant le procédé de défécation par la chaux , on pourra même supprimer le lavoir , comme je l'ai dit à l'article du lavage des betteraves ; mais , si on suit le procédé de M. Achard par l'acide sulfurique , il ne faudrait supprimer ce lavage qu'autant qu'on serait assuré que les terrains qui ont rapporté les betteraves ne sont point de nature calcaire ; car il serait à craindre que la craie qui pourrait encore être adhérente à ces racines , se trouvant délayée dans le suc , ne neutralisât une partie de l'acide sulfurique , et ne diminuât d'autant son action chimique sur le suc de betteraves.

La fabrication ayant lieu pendant tout l'hiver, il est indispensable de se mettre à l'abri de la gelée, et il faut que les lavoirs, machines à triturer et pressoirs, soient dans des emplacements qu'on puisse fermer et même chauffer dans les grands froids, afin que le suc de betteraves conserve toujours sa fluidité.

Quant au local destiné pour le manège et pour les appareils d'évaporation, quels qu'ils soient, on peut, et il est même plus avantageux de les établir sous un hangar aéré, et cependant abrité des vents froids.

On fera bien aussi de profiter de l'excédent de la chaleur des appareils d'évaporation, en les faisant passer dans l'étuve destinée à la cristallisation. On y parviendra très-bien en établissant dans les cheminées des tuyaux de tôle où bouches de chaleur qui prendront à la naissance de la cheminée, et aboutiront au premier étage, où il sera toujours plus avantageux d'établir l'étuve. Par ce moyen très-simple, et qui a été indiqué par Conté, on s'emparera de presque toute la chaleur qui se perd ordinairement par les cheminées, et on l'utilisera de la manière la plus convenable; mais il sera important d'éviter que le courant d'air qui doit être établi dans cette étuve, ait une de ses ouvertures dans le local destiné à l'évaporation: il porterait continuellement dans cette étuve une humidité très-préjudiciable.

Dans la pièce marquée N, planche IV, on pourrait établir une presse, et donner au sucre sortant des plats de cristallisation les préparations que j'ai indiquées, et que je crois nécessaires avant de le livrer au commerce.

En réduisant la fabrication du sucre de betteraves à des élémens aussi simples, il est facile de se convaincre que les frais se trouveront diminués en proportion.

D'après ce qui a été dit ci-dessus, on voit que pour établir une fabrique dans laquelle on se proposerait de tra-

vailler environ un million de betteraves par an, il ne serait point nécessaire d'avoir des bâtimens d'une grandeur démesurée, et que ceux indiqués dans la IV^e planche de l'ouvrage de M. Achard, doivent être suffisans, et peuvent même être encore réduits.

Il serait difficile d'assigner positivement le prix que coûteraient ces diverses constructions, s'il fallait les faire faire exprès. Ce prix pourrait trop varier à raison des localités, soit sous le rapport de la valeur des matériaux, soit sous celui de la cherté de la main-d'œuvre; mais il est certain qu'il ne monterait pas à la moitié du prix indiqué par M. le baron de Koppy, qui réunissait dans son établissement, outre la fabrication du sucre, celle de diverses espèces d'eaux-de-vie, de vinaigres, bières, etc., etc.

Quant aux machines et ustensiles nécessaires pour l'exploitation d'un million de betteraves, il est certain que s'il fallait monter l'établissement sur le pied de celui décrit par M. Achard, il faudrait y dépenser une somme de plus de 25,000 francs; mais je pense que ces frais peuvent encore être considérablement diminués, sur-tout si on ne construit pas l'appareil de chauffage comme le conseille M. Achard.

Des frais et du produit d'une fabrique de sucre de betteraves.

AVANT de me livrer à ce genre de fabrication, j'avais voulu me rendre compte des frais qu'elle exigerait, et j'en avais fait une espèce de devis. Je donnerai ici cette estimation faite par aperçu, et que, d'après sa demande, je communiquai à son excellence le ministre de l'intérieur, dans le mois d'avril 1811. Il est bon de se rappeler que cette estimation n'était faite que pour une fabrique où on travaillerait d'après le procédé par la chaux, et dans laquelle

on exploiterait journellement 6,000 kilogrammes de bet-
teraves.

Lorsque nous avons fabriqué , je me suis convaincu que
mon estimation était vicieuse sous plus d'un rapport , et
néanmoins j'ai trouvé que de toutes celles publiées à la
même époque , c'était encore celle qui s'éloignait le moins
de la réalité , comme le lecteur pourra s'en convaincre.

Capital nécessaire pour une exploitation journalière de 6,000
kilogrammes de betteraves pendant 120 jours de travail
dans un pays où on peut porter tranquillement à 180 jours.

5,000 fr.	Contrat d'un bœuf
2,400	Moines
1,500	Pressoirs
	Une grande chaudière de décoloration ou clarification sans laquelle on ferait deux opérations par jour.
1,000	Construction du fourneau en briques
200	Trente chaudières plates pour l'évapora- tion et du poids de 2 kilogrammes chaque à 6 fr. le kilogramme.
	Six fourneaux pour les chaudières (cha- cun devant contenir cinq chan- dières.)
800	Five garnis de ses supports, poêles etc.
1,000	Vases évaporatoires pour l'eau.
1,200	Pompes et conduits pour faciliter le transport en eau de betteraves.
400	Élévateurs en bois tels que pompes, aaxes, etc. etc.
200	Voiture pour le transport de terre, etc.
1,000	Achat de trois chevaux.
1,200	Dépenses imprévues.
18,000	