Fabrication du Sucre de Betteraves

Fabrication du Sucre de Betteraves à Franville (Somme) en a Arras (Pas de Calais)

La betterave est cultivée dans un terrain fort, un peu argileux et qui se laisse facilement pénétrer par l'eau, le terrain repose sur une couche d'argile en sorte que l'eau qui le pénètre peut y séjourner longtemps, condition qui paroît nécessaire pour obtenir une abondante récolte. Dans les années de sécheresse on n'obtient que de petites betteraves qui pour le même poids contiennent autant de sucre que celles que l'on récolte dans les années ordinaires où un peu pluvieuses, mais qui donnent pour la même quantité de terre un produit moindre. En effet un hectare produit dans une bonne année plus de 60,000 livres de Betteraves et a peine 35 a 40,000 dans une année de sécheresse. Je ne puis d'ailleurs donner aucun détail sur les grands soins qu'exige la culture de cette plante et de lequel dépend peut être pour la plus grande partie le succès d'une fabrique.

On récolte les Betteraves à la fin de Septembre et au commencement d'octobre, il importe de bien saisir le point de maturité, l'expérience a prouvé que si on le dépassoit la quantité de sucre étoit sensiblement diminuée.

On conserve les Betteraves dans de petites fosses coniques dont la profondeur et le plus grand diamètre sont 0m. 80. la terre sortie de ces fosses sert a recouvrir la betterave. La fabrication du sucre commence au mois d'octobre où de novembre et finit au mois de Mars. Elle s'exécute par deux procédés différents, tous deux consistent d'abord à laver et raper les Betteraves, a en exprimer le jus, a déféquer ce jus par l'aide sulfurique et la Chaux, à le rapprocher a 32° de l'aréomètre de Baumé, enfin a le clarifier, Les deux procédés ne diffèrent que par la manière de traiter le sirop clarifié. je décrirai successivement toutes les opérations

Fabrique de Mr. Ledru à Franville (Somme)

Lavage des Betteraves.

Les Betteraves sont lavées dans un cylindre en bois percé de trous et mobile sur son axe, il est porté par deux cottes au dessus d'une grande caisse en bois remplie d'eau et dans laquelle il plonge d'environ 0m. 12. on verse

les Betteraves dans le cylindre par une porte a charnière, tournant suivant une des arrêtes du cylindre. La longueur du cylindre est d'environ 1m.20 sur son diamètre de 0m.80: ils sont au 0,02. de diamètres en tout distants les uns des autres de 1. décimètre, deux hommes impriment à ce cylindre un mouvement de rotation en lavent facilement dans leur journée 28 a 30,000 livres de Betterave; c'est sur cette quantité que l'on travail chaque jour dans l'établissement de Mr. Ledru.

Réduction de la betterave en pulpe.

Les Betteraves lavées sont envoyées à la Rape, cet instrument consiste en un cylindre horizontal en fonte, suivant les arrêtes duquel on adapte des lames de scie, ces lames sont séparées les unes des autres par de petites barres de fer et sont fixées par des vis. La distance entre deux lames est de 0m.01. Le diamètre de la Rape est d'environ 0m.75. La rape est enveloppée par un cylindre en tôle ouvert par la partie inférieure sur un réservoir rectangulaire en cuivre Rotatif dans lequel tombe la pulpe. On pratique sur le milieu des côtés de cette enveloppe deux ouvertures carrées auxquelles on adapte des conduits en tôle ouverts par presque toute leur partie supérieure; C'est par ces conduits qu'un ouvrier jette une a une les Betteraves à Raper. un autre ouvrier fait continuellement mouvoir dans chacun de ces conduits un morceau de bois Rectangulaire qui pousse en presse la betterave contre la rape. On rape chaque jour 28. a 30000 livres de Betteraves.

Le cylindre fait 900 tours par minute il est mis en mouvement par un manège a six chevaux, chaque cheval travaille 6 heures par journée et relayé toutes les deux heures, le manège emploie donc réellement 12 chevaux par jour.

Extraction du jus.

Aussitôt qu'une certaine quantité de Betteraves est réduite en pulpe un ouvrier la retire du réservoir de la rape avec une pèle de bois et la verse immédiatement dans des sacs de grosse toile, les sacs sont tenus ouverts par un second ouvrier qui les passe pleins a un troisième, celui ci étale le sac sur une claye d'osier, le ferme en repliant la partie supérieure et le couvre d'une seconde Claye destinée à recevoir un nouveau sac; En étalant le sac sur la claye, on exprime une certaine quantité de jus, c'est pourquoi on se sert dans cette opération d'un chassis en bois garni intérieurement en cuivre. Quatre traverses en bois posées sur ce chassis servent a soutenir les claies et les sacs et sous le jus qui s'écoule tombe dans le chaudron.

Lorsque l'ouvrier a préparé une pile de 40 sacs (chaque sac contient 5 a 6 litres de pulpe) il prend toutes les claies une à une et il dépose toute la pile sur le plateau d'une presse hydraulique. On recouvre le dernier sac d'une 41me claie et on fait jouer la presse. elle est mise en mouvement par le manège qui conduit la rape on arrête ou on fait marcher la presse a volonté au moyen d'un engrenage.

La pression sur le plateau de la presse est de trois a 400 millions. le plateau a environ 1m. sur 0.60. le jus est retenu par les bords du plateau et s'écoule par un tuyau dans un réservoir en plomb. On obtient en jus environ 75 % du poids de la betterave.

Deux presses sont destinées a cette opération

Le jus marque 6, 7.° en ou plus 8.° a l'aréomètre de Baumé.

Acidification et Défécation.

Une pompe transporte le jus du réservoir dans deux autres réservoirs en bois doublé en plomb placés au dessus des chaudières a défequer. C'est dans ces nouveaux réservoirs que l'on acidifie le jus. Opération qui consiste a ajouter 200. grammes d'acide sulfurique à 66 par hectolitre de jus. L'expérience a prouvé que cette addition d'acide devoit se faire promptement; il est ensuite indifférent d'abandonner le jus à lui même pendant douze heures avant de le défequer de suite. on ne remarque pas d'action sensible au moment où l'on verse l'acide.

Le jus acidifié est versé par un robinet dans les chaudières a défequer. ces chaudières sont en cuivre et de la capacité de douze hectolitres. on chauffe un peu rapidement en sorte que le jus commence a être chaud à la main on ajoute du lait de chaux ~~la~~ quantité de chaux vive ajoutée est de 250 grammes par hectolitre de jus. cette quantité de chaux est beaucoup trop forte pour saturer l'acide sulfurique une partie de cet excès est probablement enlevée par les écumes et l'autre partie est précipitée par le charbon animal dans l'opération suivante. On ajoute encore au jus a défequer le charbon employé dans l'évaporation. ce charbon retient une partie de sucre que le jus lui enlève.

Cette opération exige peu de soins de la part de l'ouvrier, dans le commencement la chaudière est couverte d'une grande quantité de mousse, mais a mesure que la

chaux est ajouté, l'ouvrier remue le liquide avec une torte de table en bois, en faisant sauter un peu de jus au dessus de la chaudière de manière à détacher toute la mousse cela fait il abandonne la chaudière à elle même; bientôt il se forme une épaisse couche d'écume et lorsque cette couche commence à se détacher vers les bords de la chaudière l'ouvrier retire peu à peu le feu. aussitôt que l'ébullition commence il fait basculer la grille le charbon tombe dans un cendrier assez profond et en projetant un peu d'eau dans le foyer il achève de refroidir complètement, on remet entier pour la de biter les écumes de de les mélanger au jus. Les écumes sont enlevées avec une grande cuillère ronde et très plate, elle n'est percée d'aucun trou. Elles sont filtrées dans des sacs de toile et le jus qui en est retiré est versé dans les chaudières d'évaporation. lorsque les écumes sont enlevées on laisse reposer le jus défiqué pendant environ une heure au bout de ce temps le charbon tenu en suspension est déposé, le jus clair est versé par un robinet latéral dans les chaudières d'évaporation l'ouverture du robinet est à 0m 06. au dessus du fond de la chaudière le dépôt est filtré et versé.

Il faut une heure pour amener une chaudière contenant 12 hectolitres au point de l'ébullition.

L'établissement possède quatre chaudières de défiquation.

Evaporation

Les chaudières d'évaporation sont au nombre de 16. elles ne contiennent que deux hectolitres de jus. Ces chaudières sont à bascule et à bec, et toute qu'elles sont d'un ustensile pour les vider, les remplir de nouveau jus et commencer une nouvelle opération, on se propose de transformer le jus en un sirop marquant 32° à l'aréomètre il s'agit donc d'évaporer environ les 5/8 du liquide, en commençant cette opération on mêle au jus une petite quantité de noir animal; il a pour but de décolorer le jus, d'enlever une portion de l'excès de chaux et de faciliter l'ébullition la quantité de noir ajouté est de 1 1/4 livre par hectolitre de jus. 9. 9 fois on ne l'ajoute que lorsque l'ébullition commence.

Cette opération dure deux heures aussitôt que le sirop marque 32° on le verse dans un vase en cuivre que l'on nomme un bec ou écrémoir dans une seule chaudière les produits de 12 en 12 on procède à la clarification.

Nota. On suppose que le noir animal entraîne l'excès de chaux, je remarquerai que cet excès se précipitera pour la plus grande partie quand même on ajouterait plus de noir. En effet l'excès de chaux est d'environ 125 grammes par hectolitre ou par 100,000 grammes de jus. on réduit le jus à 1/5 de

Son poids où à 16,000 grammes qui dissolvent à chaud à peine 25 grammes de chaux; 100 grammes doivent donc se précipiter naturellement, ainsi qu'environ 200 grammes de sulfate de chaux.

Clarification.

La chaudière destinée à la clarification est entièrement semblable aux chaudières d'évaporation.

Lorsque l'on a réuni les produits de douze chaudières d'évaporation, le sirop étant encore chaud on y verse le lait de chaux. Cette quantité de lait a paru être au plus de 4 ou 5 litres par opération; on le mêle bien avec a peu près la même quantité de sirop avant de le verser dans la chaudière. On agite le liquide pendant toute la durée de l'opération; sur la fin les écumes prennent un peu de solidité, on cesse d'agiter et on suspend l'opération au moment où l'ébullition commence, on retire le feu et on refroidit le foyer avec de l'eau, on laisse reposer la chaudière, on enlève les écumes et lorsque le sirop paraît clair on le décante et on le porte aux rafraîchissoirs, le dépôt est réuni au jus à défiquer.

Les rafraîchissoirs sont des caisses carrées en bois doublées en cuivre, elles ont environ 1m de côté et 1m 50 de hauteur, les caisses sont munies d'un robinet placé latéralement et un peu au dessus du fond, le sirop passe 24 heures dans les rafraîchissoirs, laisse déposer des sels de chaux et d'après ce qu'on m'a dit des sels d'ammoniaque.

Le sirop passe des rafraîchissoirs dans des vases rectangulaires très plats, en tôle étamée. Ces vases se nomment battoirs ils ont à peine 0m 15 de profondeur et contiennent 40 litres. On y verse environ 30 à 32 litres de sirop et on les porte à l'étuve chauffée à 35 ou trente six° centigrades, on laisse séjourner le sirop dans les battoirs jusqu'à ce qu'ils soient pris en masse, ce qui arrive au bout de 6 ou 7 semaines d'exposition à l'étuve. Le sirop pris en masse est mis en morceaux et écrasé entre deux cylindres de même diamètre et avec lesquels on donne une égale vitesse. Le diamètre de ces cylindres est d'environ 0m 25. l'un est en bois et l'autre en fonte, ils sont placés au dessus d'une caisse en bois à deux compartiments. Le sucre à écraser est placé dans un des compartiments et le sucre écrasé tombe dans l'autre; il faut faire passer le sucre un grand nombre de fois sous les cylindres en sorte en sorte qu'il tombe alternativement dans chacun des compartiments. Une planche placée au dessus du cylindre inférieur forme avec le cylindre supérieur une sorte de trémie dans laquelle on remet à chaque fois le sucre pour le faire passer sous le cylindre.

La matte cristalline dans laquelle s'étoit transformé le sirop se trouve par l'action des cylindres, réduite en une bouillie fort épaisse, d'un blanc faiblement jaunâtre. Cette bouillie est mise dans des sacs de grosse toile et pressée comme la pulpe de la betterave. au moyen d'une presse à vis on obtient dans les sacs une cassonade presque blanche, un peu jaunâtre et on recueille une très petite quantité de sirop, marquant 35 à 36° et qu'on reportera à l'étuve. le sirop se comporte com le premier et donne un sucre d'une qualité moindre. La quantité de sucre de deuxi qualité n'est que la cinquième de celle du sucre de première, et la quantité de mélasse est à peine la 100.eme partie du sucre fabriqué.

Dépences.

Pour le mobilier de l'établissement consistant en chaudières, pompes, presses & toute d'après la note que je donne plus bas — — — — 67,000 f.

il est suffisant pour la fabrication de deux cent mille livres de sucre, En supposant qu'il faille prendre l'intérêt de ce capital à raison de 20% on trouve que le prix des outils nécessaires à la fabrication d'une livre de sucre est de 0.67

Soit 10,000f. l'intérêt du capital représentant les bâtiments on aura à ajouter au prix d'une livre — — — — — — — — 0. 050.

On travaille journellement sur 30000 livres de Betteraves
qui valent en déduisant le prix du marc — — — — — 180. " "
dépense de douze chevaux — — — — — — — — 24. " "
chaux acide sang — — — — — — — — 5. " "
Noir animal — — — — — — — — — 13. " "
24 hectolitre de houille — — — — — — — 72. " "
45 ouvriers — — — — — — — — — 40. " "
dont 4 au lavoir
3 à la rape
6 aux presses
4 à la défequation
16 à l'évaporation
10 palefreniers &c.
45.

La dépense journalière étant de 334f.
et le produit de 1500 livres de sucre chaque livre coûte — — 0,222.
une livre de sucre coûte donc au fabricant — — — 0,339.

Produits.

1500 Livres de sucre se partagent en
1250. livres de première qualité valant — 1187. " "
250 livres de deuxième qualité — — — 186. " "
total 1373.

La livre de sucre est donc vendue par le fabricant à raison de 0,915.
Elle lui coûte — — — 0,339.
Bénéfice sur une livre — — 0,576.

Nota je crois que le chiffre qui représente le bénéfice est beaucoup trop fort. En effet de nouvelles informations m'ont appris que l'établissement de Mr. Ledru consommoit par jour 30 à 32 hectolitres de charbon et que l'hectolitre rendu à la fabrique 3f. 25. cela seul augmente moyennement la dépense de 28, 75. ou de 0,019 le prix de chaque livres de Sucre.

f. 1373 représentent la valeur commerciale du sucre rendu à paris, il faut diminuer cette valeur d'environ 6% pour le prix du transport de franville à paris, en outre on escompte à 6% et comme il est probable que les ventes se font à 6 mois de terme, cela revient à escompte à 12%. La valeur des 1500 livres de sucre se réduit donc de 247f ou à f 1126. d'où il suit

Que la livre de sucre est vendue par le fabricant
à raison de — — — — 0,75.
elle lui coûte — — — — 0,36.
bénéfice net sur une livre — — 0,39.

Fabrique de Mr. Crespel à Arras (près de Calais)

La suite des opérations est absolument la même qu'à franville. Les deux établissements ne diffèrent que par la manière dont les vases de Défequation, d'évaporation, et de clarification sont échauffés, chez Mr. Ledru on chauffe à feu nud, Mr. Crespel fait usage de la vapeur.

Le moteur des rapes et des presses hydrauliques est une machine à vapeur anglaise, de la force de 8 chevaux. L'établissement possède deux rapes chacune fait 1000 tours à la minute.

On travaille journellement sur 30,000 de Betteraves mais l'établissement est construit de manière à pouvoir travailler sur 60,000 de Betteraves

On emploie quatre chaudières à vapeur ayant chacune deux bouilleurs

Les quatre foyers ont une cheminée commune, une de ces chaudières fournit de la vapeur à la machine, les trois autres donnent la vapeur nécessaire à toutes les manipulations en échauffant les étuves. La consommation du charbon est de 40 à 45 hectolitres vrac, ou de 80 kilog. L'hectolitre coute 2 francs, la machine à vapeur consomme 7 à 8 hectolitres par jour, elle est à basse pression, la pression dans les autres chaudières est rarement de deux atmosphères, elle est le plus souvent de 24 à 25 pouces de mercure au lieu de la pression atmosphérique.

Les vases à déféquer sont de la capacité de huit hectolitres ils sont hémisphériques leur rayon est d'environ 0m80, ils sont munis d'un simple double fond dans lequel on fait arriver la vapeur par un tuyau de 0m025 de diamètre, le double fond commence à peu près à la moitié de la hauteur du vase, la plus petite épaisseur est de 0m028 et la plus grande de 0m050. Le vase est muni d'une colonne vertical percé de trois trous à divers hauteurs, ils servent à séparer le jus clair du dépot ou défèque 8 hectolitres en 30 ou 33'.

Les vases à évaporer sont rectangulaire, ils ont 3m de longueur, 0m72 de large et 0m38 de profondeur. Le fond de ces vases est formé par 14 demi cylindres de 0,035 de diamètre et de toute la longueur du vase. Ils sont placés les uns à coté des autres, c'est dans ces cylindres qu'on fait circuler la vapeur, ces vases sont posés sur des caisses en bois d'environ 0m25 de profondeur et dans lesquels on met une couche de charbon pilé épaisse de 0,10. A l'extrémité de la caisse et du vase on pratique un trou rond pour l'écoulement du sirop ce trou est fermé par une soupape cylindrique semblable à celle des Baignoires. Enfin la caisse est supportée à une extrémité par un axe autour duquel elle peut tourner dans un plan vertical et de l'autre sur deux courbes en cœur mobile au moyen d'une manivelle, Lorsque le sirop marque 32° on ferme le robinet de la vapeur on abaisse un peu la chaudière, on ouvre la soupape et on fait couler le sirop avec un battet.

Il y aurait une avantage évident a placer au fond des chaudières des tuyaux complètement cylindriques, ils seraient plus solides et chaufferaient plus rapidement que les tuyaux demi cylindriques, le seul inconvénient qu'ils présentent c'est que la chaudière est plus difficile à nettoyer, on pourrait rendre ces tuyaux mobiles comme dans l'appareil de cuite, inventé par Mr. Taylor et Martineau, l'inconvénient disparaitrait.

On concentre dans les chaudières de Mr. Crespel quatre hectolitres de jus à la fois, le liquide s'élève donc a peu près a 0m16 dans la chaudière l'opération dure deux heures.

La clarification se fait dans une chaudière absolument semblable a celle qui sert à la défécation

Les cristallisoirs sont en tôle étamée leur capacité n'est que de 25 litres

L'avantage de la vapeur est évident il y a à la fois économie de combustible et de temps, il faut en outre moins d'ouvriers en sucrerie est pour ainsi dire réduite à rien. Enfin les ateliers sont toujours de la plus grande propreté. L'économie du combustible provient de ce que par le procédé de la vapeur on n'emploie pas autant de foyers que de chaudières. L'économie du temps est un fait semblable a celui qui a été observé par Mr. Clément, savoir: qu'une évaporation se fait plus rapidement dans une chaudière chauffée par la vapeur que dans la chaudière dont la même surface extérieure est exposée au feu le plus ardent, quoique la température de la vapeur soit très inférieure.

La vapeur doit encore présenter un avantage, c'est une production beaucoup moindre de la mélasse de sucre ~~cristallisable~~ cristallisable.

J'ai encore visité la fabrique de Mrs Blanier Crespel à Arras et celle qui élève aujourd'hui Mr. Barlen de Lille a Bertincourt à une lieue d'Arras. Dans la première on cuit à feu nud la fabrication ne présente rien de particulier, les cylindres à écraser ont des vitesses differentes, leur avantage sur les cylindres ayant même vitesse une simple évidence, on n'a pas pu me dire en quoi consistait l'avantage qu'il en était.

A Rochincourt on chauffe à la vapeur et on fera du sucre de cuite, c'est à dire, que le sirop clarifié au lieu d'être abandonné à une évaporation spontanée, sera concentré jusqu'à 87° de l'aéromètre de Baumé, de là le sirop est mis dans des formes et cristallisé. Le sirop tombé au dessous des formes sera mis de nouveau où peut être abandonné à une évaporation spontanée.

On ne sait pas encore à quel procédé de la cuisson ou de la cristallisation on doit donner la préférence, par la cristallisation on ne tirait pas de brûler les sirops comme par l'autre procédé, mais l'opération complète est beaucoup plus longue. Je crois que si l'on apporte encore quelques perfectionnement à l'art de la fabrication du sucre de Betterave ce sera au procédé de la cuisson; le sucre que donne ce procédé semble généralement plus franc de goût que le sucre des cristallisations.

On peut prouver qu'un hectare de terre cultivé en betterave donne moins de sucre qu'un hectare planté en cannes à sucre. En effet cela est attesté par le recensement des produits des colonies fait en 1822.

Noms de la Colonie	hectares plantés en cannes à sucre	Sucre produit
Guadeloupe	12,984	36,000,000. Kilog.
Guyanne	x	2,300,000.
Martinique	x	23,000,000.
Bourbon	4535.	3,608,000
total	— — — — — — —	65,908,000.

D'après ce tableau 17,519 hectares donnent 41,608,000 Kilog. de sucre, un hectare donne 2375. Kilog de sucre, d'après les nombres que j'ai donné en commencant un hectare cultivé en Betterave donne 1500 kilog de sucre.

Il me resteroit à examiner la fabrication du sucre de Betterave sous le rapport de l'économie politique, x chercher quelle quantité de terre doit être enlevée à la culture des céréales pour que la France produise tout le sucre necessaire à la consommation qu'il a ocasionnée pour trouver un débouché pour les agriculteurs, toutes ces questions sont longues à traiter tout hors de mon sujet.

Détail du mobilier de la fabrique de Mr. Ledru

Un Manège, la rape, 2 presses hydrauliques en 2 presses à vis	18,000	
2 Réservoirs en bois doublés de plomb — — — — — — — —	700	
4 chaudieres à Déféquer en cuivre du poid de 737,Kil.5 de la valeur de	3,245.	
1,8 chaudieres à Bascule en cuivre 2068.Kil.75. (4f 40 le Kilog) —	9,093.	70
fourneaux des fourneaux Cercles grilles &. — — — — — — —	4,000.	
6 presses à Levier avec leur tables doublées en cuivre. — — — —	1,600.	
3 bacs à Krop doublés en cuivre — — — — — — —	1,250.	
Rayons de l'étuve — — — — — — — —	2,600	
2000 Chittatteloires — — — — — — — —	19,000	
Presse à Cylindres — — — — — — — —	800	
Engrenage de la rape en des presses, arbre de couche — — —	2,500	
Pompe à Monter le jus — — — — — — — — —	400	
Balance à bascule — — — — — — — —	400	
tuyaux en robinetts — — — — — — — —	500	
2 Chariots — — — — — — — —	200	
18 seaux en 4 seaux — — — — — — — —	100	
2 bacs en 4 bidons — — — — — — — —	140	
18 Cuvettes — — — — — — — — — —	120	
Lavoir — — — — — — — — — —	360	
2 poêles d'étuves — — — — — — — — —	600	
Cloche — — — — — — — — — —	200	
Paillassons en sacs à presses — — — — — —	1200	
total — —	66,008	70