

	Piastres.
500,000 livres de sucre brut à 3 cents la livre.....	15,125
27,500 gallons à 15 cents le gallon.....	4,125
Total.....	19,250
A déduire, frais comme ci-dessus.....	15,000
Reste.....	4,250

Ce qui, sur un capital de 167,000 piastres, représente l'intérêt de 2,47 p. 100.

Le prix du sucre étant 5 cents la livre; celui de la mélasse 20 cents le gallon, on a :

	Piastres.
500,000 livres de sucre brut à 5 cents la livre.....	25,000
27,000 gallons de mélasse à 20 cents le gallon... ..	5,500
Total.....	30,500
A déduire, frais comme ci-dessus....	15,000
Reste.....	15,500

L'intérêt du capital engagé devient alors 9,28 p. 100. Le prix de la livre de sucre brut variant, depuis quelques années, entre trois cents et cinq cents, il en résulte que l'intérêt est à peu près de 6 p. 100, parce que les dépenses générales, les pertes d'esclaves et d'animaux sont portées un peu trop haut dans le tableau ci-dessus.

Sucre de betterave.

La présence de sucre dans la betterave fut constatée par Margraff. Achard, de Berlin, essaya d'appliquer cette découverte; mais ce fut seulement à l'époque du système continental, que la fabrication du sucre de betterave reçut en France un grand degré de

perfection et une impulsion qui ne s'est point ralentie. La betterave, aujourd'hui si généralement cultivée, provient, selon Thaer, de la *beta vulgaris*. Les deux variétés principales de cette racine sont la betterave rouge, cultivée depuis fort longtemps dans les potagers, et la betterave blanche. Entre ces deux extrêmes viennent se ranger les racines ponceau, couleur de chair, annulaires, etc. Les graines d'un même plant produisent souvent des variétés de couleur assez dissemblables; cependant, les betteraves entièrement rouges ou entièrement blanches paraissent être les plus constantes, et Thaer a émis l'opinion que les variétés intermédiaires proviennent de leur croisement (1).

La betterave champêtre présente une racine très-volumineuse qui croît en grande partie au-dessus du sol; c'est une plante des plus robustes, que l'on cultive depuis très-longtemps en Alsace et en Suisse pour la nourriture du bétail. La racine à laquelle on donnait autrefois la préférence pour la fabrication du sucre est conique; sa peau est rose, et son intérieur présente des couches concentriques colorées; mais il paraît que la variété blanche de Silésie, propagée en France par Matthieu de Dombasle, est la plus productive.

La betterave vient bien dans presque tous les terrains, à la condition qu'ils soient suffisamment fumés; elle réussit dans des sols meubles, comme dans

(1) Thaer, *Principes raisonnés d'Agriculture*, t. IV, p. 218.

d'albumine végétale et de ligneux ; la matière se gonfle considérablement ; elle reprend l'aspect qu'avait la betterave avant qu'elle eût été desséchée ; un principe, que nous connaissons bientôt sous le nom de pectine, se dissout ; le résidu insoluble consiste surtout en ligneux mêlé à un peu d'albumine coagulée, qui, desséché et pesé, donne par différence le poids de la matière dissoute dans l'eau.

Pour démontrer que c'est du sucre cristallisable qui a été dissous dans l'alcool, il suffit de placer la dissolution alcoolique dans le vide, au-dessus d'un vase contenant de la chaux vive ; l'eau s'évapore rapidement, l'alcool se concentre, et le sucre se dépose en cristaux incolores et transparents, analogue au sucre candi. Lorsque la betterave contient, comme cela arrive assez fréquemment, quelques sels solubles dans l'alcool, notamment du nitrate de potasse, il devient nécessaire, pour en déterminer la proportion, d'incinérer une partie du sucre dosé. A l'aide de cette méthode analytique, M. Péligot a recherché quelle est la composition de la betterave à sucre, aux diverses époques de sa croissance. Les racines examinées avaient été cultivées au Muséum d'histoire naturelle, et dans les environs de Paris.

LOCALITÉS.	ÉPOQUES DE L'ARRACHEMENT.	MATIÈRE sèche pour 100.	EAU.	SUCRE.	LIGNEUX et albumine.	PECTINE.
École de botanique.....	2 août, racine très-petite.....	9,5	90,5	5,0	4,5	avec le ligneux.
	1 ^{er} septembre, racine de 1,100 gr.....	7,4	92,6	4,2	2,5	1,0
	4 ^{er} septembre, racine de 460 gr.....	9,4	90,6	5,0	2,8	1,6
	7 septembre, racine de 7 à 800 gr.....	10,0	90,0	7,3	4,9	0,8
	Racine très-jeune, pesant environ 0,3 gr.....	13,7	86,3	5,9	4,4	3,4
	26 septembre, racine de 80 à 100 gr.....	16,1	84,9	10,0	3,3	1,8
	9 octobre, racine de 150 gr.....	14,4	85,9	»	»	»
	13 novembre, racine de 150 gr.....	13,9	86,1	»	»	»
Vigneux.....	23 septembre, racine de 500 gr.....	16,9	83,1	11,9	3,2	1,8
	23 septembre, racine de 700 gr.....	13,0	87,0	8,6	2,7	1,7
Grenelle.....	7 août, racine de 300 gr.....	15,5	84,5	8,9	6,6	avec le ligneux.
	11 août, racine de 600 gr.....	12,6	87,4	8,2	4,6	1,6
	30 août, racine de 1 kilogr.....	13,1	86,9	8,6	5,1	1,4
	Betterave venue en fleur, pesant 200 gr.....	16,5	83,5	9,8	3,3	3,4
	Betterave porte-graine, de 2 ans.....	5,5	94,5	0,0	2,5	1,1 (1)
Roville (Meurthe).....	Betterave blanche de Silésie (2).....	15,8	84,2	10,6	3,1	2,1
	Feuilles de betterave.....	6,4	93,6	1,3	3,6	(3)

(1) Contenait en outre 0,9 de nitre qui a été dosé.

(2) Analyisée par M. Braconnot.

(3) Nitre 4,5. L'albumine est comprise dans 4,5 de sucre.

Dans un examen approfondi du jus de la betterave, M. Braconnot a reconnu que le principe azoté, l'albumine, ne se coagule pas par l'action de la chaleur, même en prolongeant l'ébullition du liquide, ou en le concentrant par l'évaporation; il attribue la non-coagulation de l'albumine, à l'absence de sels de chaux dans le suc de betterave, parce que si l'on ajoute à ce suc une petite quantité d'un sel calcaire, tel que du chlorure de calcium, de l'acétate de chaux, ou même du sulfate de chaux réduit en poudre, et que l'on chauffe le mélange, la totalité de l'albumine se précipite instantanément en flocons volumineux. On obtient, par cette simple addition d'un sel de chaux, une liqueur aussi limpide et moins colorée que le jus déféqué par la chaux caustique; cette liqueur évaporée convenablement, placée dans une étuve, se prend en une masse de sucre cristallin, presque complètement privé de mélasse. De ses observations, M. Braconnot conclut qu'il y a lieu d'espérer que le sulfate de chaux en poudre pourra remplacer avantageusement la chaux vive dans la défécation du jus, sans en présenter les inconvénients (1).

L'albumine du jus de betterave est mise en évidence, par l'addition de quelques gouttes d'acide acétique; en faisant bouillir, on la rassemble en flocons. En traitant cette albumine par l'éther, on en retire une graisse jaunâtre contenant deux matières :

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXXII, p. 440, 2^e série.

l'une analogue à la cire, l'autre ayant la constitution du suif. La betterave de Silésie renferme (1) :

Sucre cristallisable.
Albumine.
Pectine.
Matière mucilagineuse.
Ligneux.
Phosphate de magnésie.
Oxalate de potasse.
Malate de potasse.
Phosphate de chaux.
Oxalate de chaux.
Acide gras (suif).
Cire.
Chlorure de potassium.
Sulfate de potasse.
Nitrate de potasse.
Oxyde de fer.
Matière azotée, soluble dans l'eau.
Matière odorante.
Sel ammoniacal, en petite quantité.
Acide pectique.

De l'ensemble des analyses de M. Péligot, il résulte évidemment que l'on peut admettre pour la composition moyenne de la betterave :

Eau.....	87
Matière soluble dans l'eau (sucre).....	8
Substances insolubles (ligneux).....	5
	100

Et comme on n'en retire que 4,6 de sucre pour 100, on voit que, dans le traitement de la betterave, on n'extrait guère que les $\frac{3}{5}$ du sucre. Mais il arrive, comme dans le traitement de la canne, qu'une par-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXXII, p. 444, 2^e série.

les terres fortement argileuses. Une autre qualité précieuse que présente cette racine, c'est de croître dans des climats très-différents. On la cultive avec succès dans le nord et dans le midi de la France.

Le plus souvent la betterave est semée en pépinière, pour être repiquée; cette méthode semble décidément prévaloir, parce qu'elle laisse du temps pour préparer le sol, et surtout pour accumuler et transporter les engrais.

La graine est mise dans un sol bien préparé et fortement fumé. La pépinière n'occupe guère que le dixième de la surface que doit avoir la sole de betteraves. On sème lorsque les gelées du printemps ne sont plus à redouter; et le repiquage des plants, dans l'est de la France, s'exécute vers la mi-mai et même dans le courant de juin, sur les soles qui ouvrent la rotation. Les betteraves sont ordinairement espacées de 4 à 6 décimètres; on donne un premier sarclage lorsque les feuilles commencent à se développer. Dans le nord, la récolte ne commence guère qu'à la fin de septembre; généralement, elle est terminée dans le cours du mois d'octobre. On est toujours disposé à retarder l'arrachement, par la raison que les betteraves croissent visiblement durant l'arrière-saison. Ces récoltes tardives ont plus d'un inconvénient dans les contrées où le froment d'automne doit succéder à la plante sarclée. Sans parler des embarras qui surgissent par le fait d'une saison souvent pluvieuse et de la difficulté des labours, il en résulte le plus ordinairement de mauvaises semilles de céréales. Pour obvier à ces in-

convénients, qui exercent l'action la plus fâcheuse sur nos récoltes de froment, nous avons enlevé des betteraves à l'époque où il était convenable de donner le labour pour les semilles d'automne, c'est-à-dire plus d'un mois avant la récolte générale des racines. Pour agir ainsi, nous nous sommes fondé sur ce fait intéressant constaté par les recherches chimiques de M. Péligot, que les betteraves ont, à tous les âges de leur existence, la même constitution, avec cette seule différence que les jeunes plants renferment un peu plus d'eau. Dans la récolte prématurée que nous avons essayée, nous avons naturellement recueilli un poids de racines moindre que si nous eussions attendu; mais la faculté nutritive de ces betteraves devait être ce qu'elle aurait été plus tard; restait à déterminer si ces racines étaient de nature à se conserver, si le bétail les consommait sans répugnance. C'est ce dont nous avons pu nous convaincre durant l'hiver. De sorte que la marche à suivre pour obtenir en poids un rendement moyen, en récoltant néanmoins avant l'époque ordinaire, serait de semer plus dru ou de repiquer plus serré, de moins espacer les plants. Si l'expérience prononce en faveur de cette méthode, le seul inconvénient que présente la culture de la betterave en première sole fumée, celui d'occasionner souvent de mauvaises semilles de céréales d'automne, disparaîtra complètement.

L'arrachement des betteraves se fait facilement à la main, pour les espèces qui croissent hors de terre. On emploie la bêche, le trident, certaines charrues pour

retirer celles qui se développent sous le sol. On effeuille et on nettoie sur le terrain; les parties vertes de la plante laissent une masse considérable d'engrais quand on ne les fait pas consommer par le bétail.

Pour extraire le sucre des betteraves, on les lave, on les râpe, et on soumet la pulpe à l'action d'une forte presse. Comme le jus de canne, le jus de betterave s'altère promptement au contact de l'atmosphère. On le chauffe; quand la température est parvenue à 70° centigrades, on y ajoute de la chaux délayée en bouillie claire, pour neutraliser l'acidité, et favoriser la défécation en s'unissant à l'albumine. Lorsque le jus a jeté quelques bouillons, on abaisse sa température, on enlève les écumes, le suc est clarifié; au bout d'une heure, il devient tout à fait limpide, et d'une couleur légèrement jaune. Ce jus est porté sur un filtre contenant du charbon animal, qui a déjà servi à décolorer du sirop concentré; de ce filtre, il se rend dans une chaudière située au-dessous de celle dans laquelle s'est opérée la clarification; on l'évapore rapidement jusqu'à ce qu'il marque 15 à 17° de l'aréomètre. Le sirop arrivé à cet état de concentration coule dans des réservoirs où il reste pendant quelques heures; il se forme un dépôt abondant. On décante le liquide, on le concentre; et quand il marque 27° à l'aréomètre, mesuré chaud, on le passe sur une couche épaisse de charbon animal en grains et préalablement mouillé. La cuite du sirop clarifié et décoloré s'achève par les procédés suivis dans la fabrication du sucre de canne.

En France, on évalue le rendement moyen de 100 kilog. de betteraves à 4 k., 6 de sucre blanc (1). On peut juger de la perte éprouvée durant le traitement, par la composition de la betterave.

Cette perte considérable est principalement attribuée à l'action des sels de potasse contenus dans le jus de la betterave comme dans le jus de la canne, sels qu'on retrouve en forte proportion dans les mélasses. A cette cause incontestable de l'altération du sucre pendant la cuite, il faut en ajouter une autre, plus puissante peut-être, dont les effets se manifestent dans le jus immédiatement après son extraction par la presse. Cette action destructive provient de ce que la substance albumineuse, au contact de l'air, se modifie en un véritable ferment qui rend le sucre incristallisable: dans l'opinion de M. Melsens, qui a étudié avec une rare intelligence les causes de l'altération de la matière sucrée, il suffit, pour s'opposer à la naissance des ferments destructifs, d'écartier toute intervention de l'air. En partant de ce principe, M. Melsens s'est appliqué à rechercher un corps très-avide d'oxygène, sans action sur le sucre, sans danger pour la santé, facile à préparer. Le bisulfite de chaux lui a semblé satisfaire à ces diverses conditions. Ce sel opère la coagulation de l'albumine, de la caséine, du blanc d'œuf, à la température de l'eau bouillante. Le bisulfite de chaux

(1) Documents relatifs au projet de loi sur le sucre indigène, recueillis par la Commission de la chambre des députés.

possède donc toutes les propriétés d'un défécant, puisqu'il enlève les matières azotées de la canne et de la betterave; il agit en outre comme décoleurant; il substitue aux acides fixes du jus un acide gazeux, inerte, l'acide sulfureux.

M. Melsens, en se fondant sur de nombreuses expériences, est tellement persuadé des propriétés conservatrices du bisulfite de chaux, qu'il croit que dans les régions tropicales, où le jus de canne s'aigrit avec une si grande rapidité, il deviendrait possible d'extraire le sucre par le seul emploi de la chaleur solaire, en évaporant le jus à l'air libre, comme on évapore l'eau salée dans les marais salins. Sans partager, à ce sujet, toutes les espérances de M. Melsens, j'incline à penser que le bisulfite de chaux trouvera une utile application dans le traitement des bagasses, dont le sucre est détruit avec une étonnante rapidité. L'emploi du bisulfite permettrait de râper à l'avance la betterave, et d'en conserver les pulpes pour les presser ensuite plus lentement, à plusieurs reprises, en les épuisant par des lavages. Les jus fourniraient des défécations limpides et incolores n'exigeant plus l'emploi du noir animal; concentrés dans les chaudières, jusqu'à la densité de 1,30, ils seraient portés à l'étuve pour cristalliser. Cette méthode simplifierait beaucoup l'extraction du sucre; et, en supposant même qu'elle ne fût pas adoptée dans la grande fabrication, elle porterait l'industrie sucrière à se développer dans les fermes. En effet, comme le remarque M. Melsens, il suffit d'un coupe-racines,

de quelques tonneaux, d'une chaudière à lessive et de quelques terrines pour extraire d'un millier de kilogrammes de betteraves, du premier coup, un sucre plus blanc que les plus beaux sucres du commerce.

Le procédé analytique suivi par M. Pélégot, pour analyser la betterave, est très-facile à exécuter et suffit aux besoins de l'industrie (1). Il consiste à prendre 25 à 30 grammes de racine coupée en tranches très-minces; on place ces tranches dans une soucoupe de porcelaine tarée, et on les dessèche au bain de sable ou à l'étuve, à l'aide d'une température un peu supérieure à 100 degrés centigrades. La racine est sèche quand son poids ne diminue plus sensiblement, malgré son séjour dans l'étuve. On a ainsi la proportion d'eau, et celle des matières solides. Ces matières sont pulvérisées, et traitées à plusieurs reprises par l'alcool bouillant, à la densité de 0,83 de l'alcoograde de Gay-Lussac. M. Pélégot recommande de sécher et de pulvériser plusieurs fois le résidu du traitement par l'alcool, pour le reprendre de nouveau par l'alcool bouillant, afin d'enlever tout le sucre renfermé dans les cellules.

Le produit insoluble dans l'alcool est desséché et pesé; il consiste principalement en ligneux et en albumine coagulée. Par différence de poids, on peut en conclure la quantité de sucre qui a été dissoute dans l'alcool. On traite par l'eau bouillante le mélange

(1) Pélégot, *Recherches sur l'analyse de la betterave à sucre.*