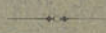


RÉSUMÉ DES RECHERCHES  
RELATIVES A LA  
CULTURE DE LA BETTERAVE

EFFECTUÉES

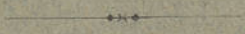
à la Station agronomique du Pas-de-Calais  
depuis 1869

PAR A. PAGNOUL



Extrait des *Mémoires de l'Académie d'Arras*

TOME XVIII, 1887



ARRAS

Imp. ROHARD-COURTIN, place du Wetz-d'Amain, n° 7.

1887

SI  
16  
55









RÉSUMÉ DES RECHERCHES  
relatives à la  
CULTURE DE LA BETTERAVE

EFFECTUÉES A LA

*Station agronomique du Pas-de-Calais depuis 1869*

Par A. PAGNOUL

— x —  
(Extrait des *Mémoires de l'Académie d'Arras* \*.)  
— x —

Une centaine de sucreries existaient dans le Pas-de-Calais il y a un certain nombre d'années. Ce nombre, qui n'était plus que de 74 en 1884, descendait à 62 en 1885.

Malgré cette décroissance rapide, notre département avait encore produit, en 1885, plus de 600 millions de kilog. de betteraves, répartis sur près de 22,000 hectares de terre et représentant une valeur de 12 à 13 millions.

On voit donc que l'industrie sucrière, malgré la crise qu'elle subit depuis plusieurs années, n'a pas cessé de remplir chez nous un rôle de premier ordre. C'est toujours un centre de mouvement considérable qui répand la vie sur nos campagnes et communique son activité à nos houillères et à une foule d'industries annexes.

On comprend donc que notre Académie continue à se

(\*) Lecture faite dans la séance du 13 mai 1887.



préoccuper de la marche de cette industrie et à suivre avec intérêt ses transformations et ses progrès. M. Parenty, dans une période déjà lointaine, vous a retracé son histoire. Aujourd'hui vous avez désiré vous entretenir de la partie agricole de cette industrie, c'est-à-dire de la culture de la betterave ; je viens donc, pour répondre à ce désir, vous présenter un résumé rapide des travaux et des recherches qui ont été effectués à la Station agronomique pour l'amélioration de cette plante.

Il y a un certain nombre d'années, 1,000 kilog. de betteraves, coûtant 20 fr., renfermaient 70 à 90 kilog. de sucre, dont on ne pouvait péniblement extraire qu'une cinquantaine de kilog., mais le sucre valait alors 70 fr. le quintal. Aujourd'hui l'industrie peut en extraire le double d'un même poids de betteraves, grâce aux progrès de la culture qui produit des racines contenant 130 à 150 kilog. de sucre par tonne et grâce aussi aux perfectionnements apportés aux méthodes d'extraction qui, par l'emploi de la diffusion, de l'osmose et d'autres procédés, permettent d'obtenir sous forme cristallisable près des neuf dixièmes de ce sucre.

Ce double progrès agricole et industriel permet à la sucrerie de livrer aujourd'hui à 35 fr. et au-dessous un produit qui en valait il y a quelques années plus de 70, tout en payant 25 fr., 30 fr. et au-delà la tonne de betterave, dont le prix autrefois ne dépassait pas 20 fr.

Les progrès accomplis dans la culture de cette plante ont exigé des travaux et des recherches de différente nature ; ils réclamaient le concours de la chimie et de la pratique agricole et surtout la reproduction d'expériences multipliées, attendu qu'il ne suffisait pas de démontrer, mais encore de faire accepter la démonstration faite. La

Station agronomique devait être naturellement appelée à participer à ce travail, c'est ce que nous avons fait depuis 1869 dans la mesure de nos forces et de nos ressources.

Nos expériences ont été faites, depuis l'origine, sur un champ de peu d'étendue annexé à la Station et aussi presque chaque année, avec l'obligeant concours de quelques cultivateurs, sur d'autres points du département et sur des terres de différentes natures.

### Influence de la distance.

Nous avons d'abord recherché dès la première année l'influence du rapprochement des plantes dont l'importance est reconnue partout aujourd'hui dans la pratique agricole. On n'admettait guère alors que quatre ou cinq betteraves au mètre carré parce qu'on obtenait ainsi de grosses racines de 1 à 2 kilog., n'exigeant pour l'entretien et pour l'arrachage que peu de dépenses de main-d'œuvre.

Cependant, ayant fait l'analyse de betteraves de même nature cultivées dans les mêmes conditions, mais à petite et à grande distance, je trouvai pour les premières 14,5 pour 100 de sucre et pour les autres 11,9. Les premières, il est vrai, étaient plus petites, mais le poids moyen ne pouvant être diminué de moitié lorsque le nombre devenait double pour un même espace, il devait résulter du rapprochement un rendement plus fort et par suite, pour une double raison, un accroissement fort important dans la production du sucre à l'hectare.

On a objecté d'abord que le rapprochement des racines devait donner lieu à un plus grand épuisement du sol. Or il faut remarquer ici que le sucre n'étant qu'une



combinaison de charbon et d'eau, ses éléments sont pris exclusivement à l'air et que, par suite, son élaboration ne se fait aucunement aux dépens du sol. La plante ne prend au sol que les matières salines et azotées qu'il faut lui restituer à l'état d'engrais et qui, au point de vue de la fabrication, constituent les impuretés de la racine. Or, ayant recherché la proportion des sels alcalins dans les racines à grande et à petite distance, j'ai obtenu pour 100 de sucre, dans les premières 7,0 de ces sels et 2,2 seulement dans les autres. Les betteraves à petites distances étaient donc tout à la fois plus riches, plus pures et moins épuisantes.

En représentant par un tracé graphique les variations progressives de la richesse en sucre et en sels alcalins, on obtient deux courbes qui sont presque symétriques, c'est-à-dire que l'une monte lorsque l'autre descend. Les proportions de sucre et de sels varient donc toujours à peu près en sens inverse. Il en est de même des matières azotées, comme l'a démontré M. Dehérain et comme je l'ai également constaté.

Chaque année, depuis 1870, ces faits ont reçu de nouvelles vérifications. La plus frappante est celle que m'a offerte un champ situé à Briennon, dans le département de l'Yonne. La levée s'étant faite très mal, les plantes se trouvaient très irrégulièrement disséminées au milieu de vides nombreux, ce qui avait occasionné une contestation entre le fabricant et le cultivateur. Je prélevai trois échantillons, l'un au milieu d'un groupe très serré, l'autre au milieu d'un groupe plus espacé et enfin une racine monstrueuse complètement isolée au milieu d'un espace vide. Les poids moyens étaient pour les deux premiers lots : 838 gr., 1,482 gr., et pour la racine



isolée, 6,300 gr. ; or, la détermination des richesses saccharines a donné 16,0, 9,3, 6,7 et celle des sels alcalins 0,634, 0,665, 0,894.

Les premières étaient donc des racines exceptionnellement riches, tandis que la dernière n'aurait pu être acceptée dans une sucrerie. Il faut ajouter cependant que ce champ avait dû recevoir des doses exagérées d'engrais, car les différences résultant de la distance sont rarement aussi considérables.

L'influence favorable du rapprochement est donc aujourd'hui complètement admise par la pratique agricole et on ne trouve plus guère de champs de betteraves sur lesquels le nombre des plantes soit inférieur à 10 au mètre carré.

#### Variations inverses du sucre et des sels.

La variation en sens inverse du sucre et des sels a particulièrement été confirmée d'une manière très nette par M. Leloup sur 43 lots de betteraves d'origines diverses. Les résultats, groupés en quatre séries, donnent en effet :

Richesse en sucre.	Sels alcalins p. 100 de sucre.
—	—
9.16	8.21
11.12	5.89
11.92	4.39
14.17	3.18

#### Influence d'un excès d'azote.

L'exagération des engrais azotés est aussi l'une des principales causes de l'affaiblissement de la richesse saccharine et de l'accroissement des sels alcalins dans la racine. Ainsi, dans le cours de l'année 1873, deux

parcelles qui n'avaient reçu aucun engrais depuis plusieurs années ont été semées en betteraves, la première sans aucun engrais, la seconde avec une forte dose de sulfate d'ammoniaque, c'est-à-dire avec de l'azote seul, sans aucune matière saline. Nous avons obtenu pour le poids moyen des racines :

Sur la première parcelle. . .	368 gr. ;	sur la seconde: 867
Pour la richesse en sucre. . .	13.3	10.5
Pour la proportion des cendres alcalines . .	0.339	0.677

Ainsi, l'azote introduit avec excès dans la seconde parcelle a complètement modifié la constitution de la plante en diminuant la proportion de sucre et en doublant celle des matières salines et, par conséquent, aussi celle des matières organiques diverses dont la formation doit être liée à l'assimilation des matières minérales.

Ces résultats se confirment encore en 1874 sur deux parcelles, dont l'une reçoit de l'azote et l'autre de fortes doses d'engrais salins sans azote. Cette dernière donne des racines qui contiennent deux fois moins de sels alcalins que la première. Ainsi, la formation des combinaisons salines s'accroît dans la racine, non en proportion des sels, mais en proportion de l'azote introduit dans le sol.

On prétendait alors que la betterave, dans certaines contrées où elle était cultivée depuis longtemps, ne pouvait plus donner que des résultats fort inférieurs à ceux qu'on en obtenait à l'origine de la sucrerie, que le sol était épuisé par l'abus de cette culture et que l'industrie sucrière serait un jour obligée d'abandonner ces contrées qu'elle avait rendues si prospères. Nous avons toujours combattu cette idée en disant qu'on se méprenait



sur la cause du mal, que si le sol se trouvait épuisé, les rendements seraient moindres mais que la betterave n'en serait que plus riche, que l'appauvrissement de la plante résultait au contraire de l'abus des engrais et surtout des engrais azotés, c'est-à-dire de la trop grande fertilité communiquée au sol en vue d'obtenir des rendements exagérés et que de bonnes graines et une culture rationnelle nous permettraient d'obtenir des betteraves aussi riches que celles des Allemands. C'est ce qu'ont complètement confirmé les résultats obtenus dans ces deux dernières années.

Plusieurs expériences faites en 1877, me conduisaient à ce résultat que la même betterave, cultivée d'une part à petite distance et avec des engrais convenablement appropriés, et d'autre part à grandes distances et avec des doses exagérées d'engrais, donnaient :

	Rendement.	Sucre pour 100.	Bénéfice.
Dans le premier cas . . .	53,320 <sup>k</sup>	12,82	883 <sup>fr</sup>
Dans le deuxième cas . . .	40,740	11,11	282

#### Fumier, engrais chimiques et nitrates.

Mais quels sont les engrais les mieux appropriés à la betterave ? L'emploi du fumier a longtemps prévalu et les engrais chimiques jusqu'à ces dernières années n'ont été accueillis qu'avec beaucoup de méfiance, non-seulement par les cultivateurs, mais aussi par certains fabricants. C'est qu'en effet les matières étrangères qui constituent, au point de vue de la fabrication, les impuretés de la racine, se transforment pour la plupart en cendres alcalines pendant la calcination, de sorte que ces impuretés peuvent être approximativement évaluées par la proportion

des sels alcalins obtenus en calcinant la plante. De là un préjugé qui a longtemps persisté contre les engrais chimiques qui, étant aussi désignés sous le nom d'engrais salins, étaient supposés devoir introduire ces sels dans la plante.

Nous avons, en conséquence, cultivé des betteraves sur deux parcelles voisines, l'une avec du fumier, l'autre avec engrais chimiques, afin d'en déterminer les cendres, et c'est précisément la première qui nous a toujours donné, avec la richesse la plus faible en sucre, la proportion la plus forte de cendres. C'est qu'en effet le fumier n'est qu'un engrais salin associé à quelques matières organiques azotées et non azotées et que si on lui retire ses 80 pour 100 d'eau, il rentrera dans la catégorie de la plupart des engrais industriels dits complets.

La guerre faite aux engrais chimiques s'adressait surtout au nitrate de soude, dont les cultivateurs faisaient, il est vrai, un usage exagéré, et on peut le dire, presque frauduleux en l'introduisant dans le sol pendant la dernière période de la végétation. Or, il est bien constaté aujourd'hui que le fumier peut introduire dans la betterave, au moment de la récolte, beaucoup plus de nitrates que ne le fera l'emploi judicieux de ces sels eux-mêmes.

Les engrais chimiques, et particulièrement les nitrates comme source d'azote, l'emportent sur le fumier parce qu'ils sont plus rapidement assimilables. C'est dans les feuilles, en effet, que se trouvent les organes générateurs du sucre ; il importe donc que leur développement soit rapide et qu'elles présentent dès le mois de juin une large surface à l'action de la lumière solaire. Or, l'assimilation



du fumier exige des transformations préalables qui la rendent plus difficile et plus lente ; il doit subir, comme l'ont démontré MM. Schløesing et Muntz, une fermentation particulière désignée sous le nom de fermentation nitrique destinée à transformer son azote organique en azote nitrique, seule forme sous laquelle l'azote puisse probablement être absorbé par les plantes. L'abus du fumier, surtout s'il est mis après l'hiver, équivaut donc à une addition de nitrate introduit à la fin de la saison. Il provoque, dans la dernière période de la végétation, un développement tardif toujours funeste à la richesse, attendu que les feuilles nouvelles ne trouvant plus alors dans une lumière affaiblie et de courte durée la force qui leur est nécessaire pour produire le sucre, cette production va moins vite que le grossissement de la racine, d'où résulte son appauvrissement. En outre, les nitrates récemment absorbés n'ont pas eu le temps de se décomposer entièrement et une partie se retrouve inaltérée dans la racine, et par suite dans les produits qui en sont extraits. C'est ce qui a lieu, surtout lorsque le mois de septembre est chaud, humide et couvert, comme nous l'avons particulièrement démontré en 1874. Les résultats obtenus ont encore été représentés par un tracé graphique ; or, pour le rendement en poids, la courbe de la parcelle au fumier qui reste d'abord inférieure à celle des engrais chimiques, la croise le 10 août et s'élève rapidement au-dessus jusqu'à la fin de septembre, tandis que pour la richesse saccharine, la courbe des engrais chimiques se maintient au-dessus de celle du fumier pendant toute la durée de la végétation.

Comme exemple de cette influence funeste du fumier employé à forte dose, nous pouvons citer encore certaines

betteraves cultivées par les laitiers d'Arras qui, disposant d'une grande quantité de fumier, sont souvent portés à en abuser sans avoir besoin de recourir aux engrais artificiels. M. Leloup m'avait signalé ces betteraves comme étant, en général, de qualité très inférieure. Voici ce que m'a donné l'une d'elles, choisie, il est vrai, parmi les plus mauvaises. Je mets en regard, comme terme de comparaison, la composition d'une racine de bonne qualité cultivée avec engrais chimique au nitrate, en proportion convenable :

	Avec fumier.	Avec engrais chimique.
Poids . . . . .	4,920 <sup>gr.</sup>	820 <sup>gr.</sup>
Sucre pour 100 de betteraves.	4,42	13,51
Sels alcalins . . . . . id.	1,026	0,402
Nitrates . . . . . id.	0,728	0,042

La racine qui n'avait pas reçu de nitrate en contenait donc dix-sept fois plus que celles qui en avaient reçu.

### Chlorures.

Les chlorures absorbés par la plante ne paraissent remplir aucun rôle dans la formation de ses tissus, ils se retrouvent sans altération dans les cendres, et la plante paraît en absorber d'autant plus que le sol en contient davantage. C'est ce que j'ai pu constater souvent en introduisant dans les engrais des quantités variables de ces sels. Je citerai particulièrement l'observation faite à ce sujet sur des racines provenant de la Linagne d'Auvergne et qui m'avaient été adressées à l'occasion d'un concours. Je trouvai dans ces betteraves des proportions exceptionnellement élevées de chlorures, et j'en conclus que ces sels devaient exister en très grande



abondance dans les terres de la Limagne. Or, la vérification de ce fait fut signalée quelque temps après par M. Truchot, professeur à la Faculté des sciences de Clermont, dans un travail qu'il publia sur la composition des terres de l'Auvergne.

#### Potasse et soude.

Mais les chlorures peuvent être à base de potasse ou de soude, et il importe de distinguer ces deux substances, au point de vue des phénomènes de la végétation.

La potasse et la soude sont des bases alcalines qui présentent de très grandes analogies chimiques et qui, dans beaucoup d'opérations industrielles, peuvent se substituer l'une à l'autre. En est-il de même dans les végétaux dont les cendres contiennent toujours en abondance au moins l'une ou l'autre ? D'importantes expériences faites par M. Péligot avaient démontré que certaines plantes ne s'assimilent que la potasse et excluent complètement la soude et j'ai constaté ce même fait pour la pomme de terre. On retrouve dans ces plantes d'autant plus de chlore que l'on a introduit plus de chlorure de sodium dans le sol, mais ce chlore s'y trouve à l'état de chlorure de potassium.

Remarquons en passant que l'on pourrait expliquer ainsi l'action stérilisante du sel marin sur les terres. La potasse disponible se trouvant alors absorbée par la plante à l'état de chlorure, les nitrates ne peuvent plus se former qu'à l'aide de la soude, et comme sous cette forme ils ne sont plus absorbables, la plante se trouve dans l'impossibilité de s'assimiler l'azote qui est l'élément le plus indispensable à son développement.

La betterave est moins exclusive; elle accepte la soude, mais elle admet cependant de préférence la potasse. En analysant les cendres provenant de betteraves cultivées, les unes avec des sels de soude, les autres avec des sels de potasse, je constatai que dans les premières la potasse était encore en proportion deux fois plus forte que la soude et que cette proportion devenait huit fois plus forte dans les autres.

Une expérience faite sur deux parcelles ayant reçu, l'une du chlorure de sodium, l'autre du chlorure de potassium, me donna sur la seconde une richesse saccharine beaucoup plus élevée.

Dans une autre expérience, la richesse saccharine n'a pas été très différente, mais la production totale du sucre à l'hectare, qui a été de 5,081 kilog. avec la potasse, n'a été que de 4,690 kilog. avec la soude.

La potasse paraît donc préférable à la soude dans la culture de la betterave et nous allons voir ce fait confirmé par des expériences plus récentes.

#### Acide phosphorique.

L'acide phosphorique forme, avec l'azote et la potasse, l'ensemble des principes les plus indispensables à la nourriture des plantes, mais la plupart de nos terres du Pas-de-Calais n'en manquent pas, car il s'y trouve généralement dans une proportion supérieure à 0,1 pour 100, proportion qui nous a paru suffisante dans beaucoup de cas, comme l'a également constaté M. Dehérain sur les terres de Grignon; aussi les expériences relatives à l'emploi des phosphates nous ont rarement donné des résultats bien concluants. En 1877 cependant, j'ai pu,



grâce à l'obligeant concours de M. Delattre, cultivateur à Aix, faire quelques essais sur une terre dont la richesse en acide phosphorique était inférieure à 0,1, et nous avons pu constater nettement sur ces terres l'influence salutaire d'une addition de superphosphates. En ajoutant ces sels aux nitrates nous avons obtenu une richesse saccharine plus élevée et, ce qui est particulièrement à noter, une proportion moindre de nitrates dans la plante et de carbonates alcalins dans ses cendres. Ces derniers faits m'avaient conduit à admettre que le rôle de l'acide phosphorique consiste à dégager l'acide nitrique de ses combinaisons alcalines, en rendant ainsi plus facile sa décomposition, et par suite, la formation des principes azotés auxquels il doit donner naissance, principes qui sont destinés à accomplir dans la feuille le travail nécessaire au développement de la plante et surtout à la formation du sucre. La présence des phosphates alcalins constatée par M. Péligré venait à l'appui de cette hypothèse que confirme encore une explication analogue donnée par M. Joulie. Quel que soit, d'ailleurs, leur mode d'action, ils remplissent un rôle absolument nécessaire dans les phénomènes de la végétation et en supposant, même que la terre en fût convenablement pourvue, il serait toujours mieux de les faire entrer dans la composition des engrais employés, afin de restituer au sol l'acide phosphorique qui lui est enlevé par les plantes. Leur prix est d'ailleurs peu élevé, leur excès ne peut nuire, comme pourrait le faire un excès d'azote, et ils restent en général fixés au sol en constituant une réserve pour l'avenir. Seulement, il serait peut-être préférable, dans ce cas, de substituer aux superphosphates rapidement assimilables des superphosphates naturels dont l'action est plus lente, mais qui coûtent moins cher.

### Essais dans le cours de la végétation.

Des essais ont été faits pendant le cours de plusieurs années pour suivre les transformations de la plante et les rapprocher des conditions météorologiques de chaque période. La plus complète de ces expériences a été effectuée en 1883, sur un hectare de terre, avec le concours de M. Blondel, fabricant de sucre à Neuville-Vitasse. Les analyses ont été faites tous les dix jours et ont porté sur le sucre, l'azote, les cendres alcalines et l'acide phosphorique, non-seulement de la racine, mais aussi des feuilles. On notait en même temps, pour les dix jours écoulés, les températures de l'air et du sol, la pluie et les heures de soleil.

Ces expériences nous ont démontré que les circonstances favorables à l'accroissement de la richesse saccharine sont défavorables à l'absorption des matières salines et réciproquement, que dans les périodes de pluies abondantes et de basses températures les courbes qui représentent l'accroissement en poids de la racine s'élèvent rapidement, tandis que celles qui représentent la richesse saccharine s'abaissent, que le contraire a lieu dans les périodes de chaleur et de sécheresse; enfin que la lumière solaire a une influence marquée sur la production du sucre. En 1883, par exemple, cette production se trouve sensiblement ralentie du 11 au 31 juillet; or, dans cette période de vingt jours, il n'y a eu que 77 heures de soleil, tandis que ce nombre a été de 145 dans la période précédente et de 113 dans la suivante.

En examinant les chiffres qui donnent la production du sucre à l'hectare, en 1883, sur le champ mis en



expériences, dont la richesse et le rendement ont été exceptionnellement élevés, on peut établir trois périodes : du 21 juin au 21 juillet et du 19 septembre au 29 octobre, la production moyenne du sucre à l'hectare a été environ de 400 kilog. par dizaine de jours, tandis qu'elle s'élève à près de 1,400 kilog. du 31 juillet au 9 septembre.

Quant aux nitrates, leur poids total, pour les racines et les feuilles, s'élève, du 21 juin au 21 juillet, de 28 à 115 kil. à l'hectare, et il n'est plus, malgré le grossissement continu de la racine, que de 41 kilog. le 20 août et de 30 kilog. le 29 octobre. Les nitrates disparaissent donc bien en se transformant dans les tissus de la plante.

En résumé, nous avons pu conclure de ces expériences que les conditions météorologiques les plus favorables à la betterave seraient, dans la première période de la végétation, un temps chaud et clair avec un sol suffisamment humide ; de la fin de juillet au commencement de septembre, un ciel pur donnant une abondante lumière ; dans la dernière période, un temps froid, sec et clair.

#### **Influence des températures.**

Nous avons aussi cherché à rapprocher des conditions météorologiques, les résultats obtenus chaque année, depuis dix-sept ans, au double point de vue du rendement et de la richesse, mais cette comparaison est fort difficile. Les résultats dépendent, en effet, tout à la fois de l'abondance des pluies, de leur distribution aux différentes époques, des températures moyennes et extrêmes, de la nébulosité, de l'intensité de la lumière, etc. Or, toutes ces circonstances agissent simultanément pour favoriser ou pour entraver, soit le développement de la plante,

soit l'élaboration du sucre, de sorte qu'il est fort difficile de distinguer et de préciser le rôle spécial de chacune. Cependant, en comparant les observations météorologiques de chaque campagne avec l'évaluation des récoltes depuis 1870, il nous a paru que la somme des températures de mai, juin, juillet avait une influence prédominante sur le rendement et que la température de septembre avait une influence très accentuée sur la richesse. En représentant, en effet, par des tracés graphiques les variations du rendement et des températures de mai, juin, juillet, on obtient deux courbes presque parallèles, tandis que les variations de la richesse et de la température de septembre donnent deux courbes à peu près symétriques.

#### Culture continue.

Nous avons recherché aussi depuis dix-sept ans ce que peut donner sur un même sol une culture continue de betteraves. Deux parcelles du champ d'expériences ont reçu la betterave sans interruption depuis 1870, l'une avec engrais chimique complet, l'autre sans aucune espèce d'engrais et on a déterminé chaque année, sur les racines récoltées, le rendement et la richesse, ainsi que les carbonates et les chlorures alcalins. Le rendement sur la parcelle à engrais chimiques se maintient jusqu'à la fin en ne subissant que les oscillations résultant des conditions météorologiques de l'année. Sur la parcelle sans engrais le rendement diminue dès la seconde année, et en 1886 il n'était plus sur cette seconde parcelle que le quart de ce qu'il était sur la première. La richesse saccharine, au contraire, reste presque toujours supérieure sur la parcelle sans engrais, tandis que la proportion des



sels alcalins y est toujours inférieure. Cette expérience prouve donc bien encore que la mauvaise qualité de nos betteraves ne tenait pas à un épuisement de nos terres.

#### Influence de la lumière.

C'est dans la feuille que s'élabore le sucre. MM. Corenwinder et Viollette ont, en effet, démontré l'influence funeste de l'effeuillage au point de vue de la richesse saccharine. M. Dehérain, comparant une betterave riche avec une betterave pauvre, trouve que le poids des feuilles pour 100 de racines est de 61 dans la première et de 20 dans la seconde. J'ai toujours trouvé moi-même, en opérant dans des circonstances très variées, que les organes foliacés sont beaucoup plus développés dans les plantes riches que dans les plantes pauvres.

Mais si les feuilles sont les organes producteurs du sucre, il leur faut, pour accomplir leur travail, une force qu'elles puissent mettre en œuvre et cette force est celle qui réside dans la lumière solaire. J'ai cherché à vérifier cette influence de la lumière par des expériences poursuivies pendant plusieurs années. Je n'en citerai qu'une seule dont la première partie a été faite du 26 juin au 2 août, et la seconde du 2 août au 13 septembre. Les betteraves soumises à ces expériences avaient été, les unes laissées en pleine lumière et les autres maintenues dans une demi-obscurité au moyen de cloches disposées de manière à laisser librement circuler l'air. Voici les résultats obtenus le 2 août :

	A la lumière.	Dans un demi-jour.
Poids moyen des racines.	460 <sup>gr.</sup>	24 <sup>gr.</sup>
Sucre pour 100. . . .	9,45	1,66
Sels alcalins, id. . . .	0,764	1,451
Nitrates, id. . . .	0,113	1,197

Le 2 août, les betteraves ayant la composition donnée par la première colonne de ce tableau ont été soumises à la seconde partie de l'expérience et ont donné le 13 septembre :

	A la lumière.	Dans un demi-jour.
Poids moyen des racines.	1,017 <sup>gr.</sup>	667 <sup>gr.</sup>
Sucre pour 100. . . .	10,42	4,69
Sels alcalins, id. . . .	0,560	1,420
Nitrates, id. . . .	0,050	0,551

Ainsi la lumière semble non-seulement nécessaire à la production du sucre, mais encore à certaines transformations telles que la décomposition des nitrates, de sorte que si ces sels sont absorbés lorsque son action commence à se ralentir ils se retrouvent intacts dans la racine.

J'ai vérifié les mêmes faits pour la pomme de terre. Dans les plantes soumises à une demi-obscurité, la végétation s'est trouvée presque arrêtée: le poids des tubercules y était dix fois plus faible que dans les plantes exposées à la lumière et la proportion des nitrates s'y trouvait onze fois plus forte. Le sol n'avait d'ailleurs reçu que des tourteaux qui ne contiennent pas de nitrates.

L'élaboration du sucre par les feuilles avait été contestée par Claude Bernard qui attribuait ce rôle aux racines, mais la question paraît aujourd'hui définitivement résolue en faveur des feuilles par les remarquables expériences qui viennent d'être poursuivies pendant plusieurs années à la ferme de Joinville par M. Aimé Gérard.



### Expériences de grande culture.

Dans le cours des trois années 1884, 1885 et 1886, nous avons pu, grâce au concours de M. Dellisse, faire, dans le canton de Béthune, des expériences très nombreuses et sur une échelle plus étendue. Elles ont porté, en effet, en 1884, sur 48 parcelles de plusieurs ares chacune; en 1885, sur 330 parcelles formant une étendue de 17 hectares; en 1886, sur 134 parcelles prises sur une étendue de 24 hectares. En 1886, deux autres champs d'expériences ont été établis, l'un à Vaulx-Vraucourt, dans la partie sud-est du département, avec le concours de M. Lefebvre; l'autre à Offekerque, dans la partie nord-est, avec l'aide de M. Gorain. Toutes ces expériences ont eu principalement pour objet la comparaison de différentes variétés de betteraves, de différents modes de labours et de diverses formules d'engrais. Ce nombre considérable de résultats nous a surtout montré combien il faut se garder de tirer des faits observés des conclusions trop précipitées et combien il est utile de multiplier les expériences afin de parvenir à dégager les influences dominantes des causes accidentelles avec lesquelles elles se trouvent plus ou moins confondues. Sans entrer dans le détail des chiffres, nous nous bornerons à dire que les principales conclusions déduites de l'ensemble de ces recherches tendent à confirmer les différents principes que nous venons d'énumérer. L'influence dominante est celle de la race, comme l'a toujours prétendu M. Péligot, et après lui M. Dehérain. Le rapprochement des plantes augmente la richesse et même le rendement; l'abus de l'azote augmente le rendement et diminue la richesse et la qualité; la potasse paraît plus favorable que la soude

à la production du sucre. L'emploi des phosphates n'a plus qu'une action douteuse sur les terres qui en sont convenablement pourvues ; l'enfouissement des engrais est préférable à leur épandage superficiel comme l'avaient déjà très bien établi MM. Derome et Pétermann.

Autrefois, le seul engrais employé était le fumier qui, étant un engrais complet fournissait tout à la fois au sol le nécessaire et le superflu. Aujourd'hui, par suite des nécessités nouvelles et des transformations opérées dans la culture, il faut des engrais supplémentaires qui font sortir l'argent de la caisse du cultivateur et qui constituent même une de ses plus lourdes charges ; il devient donc nécessaire qu'il sache si cet argent déboursé en engrais lui sera remboursé avec bénéfices en produits récoltés. Or, l'expérience faite avec soin sur quelques parcelles pourra seule le lui apprendre ; il ne mettra plus au hasard l'azote, l'acide phosphorique ou la potasse sans savoir si le sol les réclame et il constatera que sur une terre suffisamment riche l'emploi de quelques-uns de ces corps dans la culture de la betterave peut cesser d'être rémunérateur.

#### Expériences faites dans le sable.

Mais une autre question plus générale consiste à rechercher ce que réclame la plante elle-même, indépendamment des conditions dans lesquelles elle se trouve. Or, il faut pour ce genre d'expériences un sol absolument stérile. En effet, l'addition d'une matière fertilisante sur un sol riche pourra ne produire aucun effet, non pas parce que cette matière sera inutile à la plante, mais parce que celle-ci en trouvera une quantité suffisante dans la terre où elle est fixée. Les expériences



dans cette voie ne peuvent donc être faites que dans des proportions fort restreintes, c'est-à-dire dans des pots à fleurs. Or, il nous a été possible, toujours avec le concours de M. Dellisse, de les faire dans des proportions beaucoup plus larges pendant le cours des deux années 1885 et 1886. M. Dellisse a consacré à cet usage 15 bacs appartenant au matériel de son usine et ayant chacun une capacité de 1200 litres. Ces bacs ont été remplis d'un sable pur, plantés de 15 betteraves et arrosés avec des engrais de différentes natures. Les résultats sont ici parfaitement tranchés et les conclusions sont nettes et précises. Nous n'en citerons que quelques-unes.

Le rendement a été nul sur le bac sans engrais ; il a été maximum avec l'engrais complet au nitrate de soude ; la suppression de la potasse l'a diminué de 7 pour 100.

Avec l'engrais complet au sulfate d'ammoniaque le rendement est moindre et la suppression de la potasse donne une diminution de 50 pour 100, d'où l'on peut conclure que l'une des deux bases est nécessaire, c'est-à-dire que l'azote n'est utilement assimilable qu'à l'état de nitrate.

La suppression de l'acide phosphorique abaisse le rendement dans le rapport de 147 à 8 ; les phosphates naturels le relèvent un peu, les scories phosphatées le relèvent davantage. Ces phosphates sont donc sensiblement assimilables.

Avec l'azote seul le rendement est presque nul.

En recherchant la production du sucre dans chaque bac, on trouve qu'avec l'engrais complet au nitrate de soude, la suppression de la potasse a abaissé cette production de 50 pour 100, qu'avec les engrais au sulfate

d'ammoniaque cette production a été abaissée de 60 pour 100 par la même cause.

La substitution de la soude à la potasse, non-seulement diminue la richesse saccharine, mais elle augmente en même temps les impuretés de la racine.

Les nitrates se trouvent, non-seulement dans les racines cultivées au nitrate de soude, mais aussi dans celles qui n'ont reçu que du sulfate d'ammoniaque, ce qui confirme l'absorption de l'azote sous la forme nitrique.

### Concours de betteraves.

Enfin, je terminerai en citant les conclusions qui peuvent se déduire, au point de vue des progrès accomplis, des 2,362 analyses de betteraves effectuées à la Station agronomique pendant les deux dernières années 1885 et 1886, tant pour les deux concours betteraviers que pour des recherches diverses. En recherchant les résultats obtenus dans le cours des années antérieures, j'ai trouvé que la moyenne du degré densimétrique devait être à peu près 4,8. Or, cette moyenne s'est élevée à 5,5 en 1885 et à 6,3 en 1886.

Ce progrès considérable accompli depuis deux ans a été rendu possible par les perfectionnements apportés à la culture de la betterave, par une connaissance plus complète des lois qui président à son développement et surtout par les efforts de nos grands producteurs de graines, tels que les Vilmorin, Desprez, Simon-Legrand, Dervaux, Carlier, Laurent-Mouchon, etc., qui jusque-là, s'étaient efforcés en vain de faire pour la France ce que les Allemands faisaient chez eux avec tant de succès. C'est, qu'en effet, une condition manquait pour que ces



efforts ne restassent pas stériles. L'agriculture avait bien entre les mains toutes les armes nécessaires, mais il fallait créer une situation qui lui permit de s'en servir. C'est ce qu'a fait la loi de 1884 ; c'est elle qui a été la cause déterminante du progrès accompli, mais on peut dire que la situation nouvelle qui en est résulté pour l'agriculture et l'industrie sucrière s'écroulerait le jour où cette loi qui l'a créée serait elle-même atteinte.







