

40287-i



229

3029

PUBLICATIONS
de
L'INSTITUT BELGE POUR L'AMÉLIORATION
DE LA BETTERAVE

1934: 23

Tirlemont-Belgique

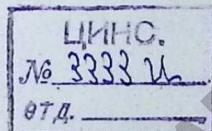
JANVIER 1933

CONSIDÉRATIONS
SUR
LES ENGRAIS ET LA BETTERAVE SUCRIÈRE
en 1932

par

L. DECOUX

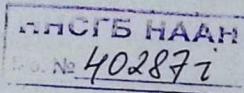
Ingénieur-Agronome principal de l'Institut



N° 1 — 1933



Ce travail a été publié en partie
dans la *Sucrerie Belge*
des 15 Novembre, 1^{er} et 15 Décembre 1932
et 1^{er} Janvier 1933.



BRUXELLES
IMPRIMERIE J. COLASSIN & C°

Rue du Borgval, 18

1933

CONSEIL D'ADMINISTRATION
de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave

MM. BEAUDUIN, Lucien, Président du Conseil d'Administration;

BERGE, Julien, Administrateur-délégué;

DESCAMPS, Paul, Administrateur;

DUBOIS, Jules, »

MULLIE, »

NAVEAU, Jules, »

OURY, Emile, »

PAREIN, »

ROBERTI, Augustin, »

WITTOUCK, Jean, »

CONSEIL SCIENTIFIQUE DE PATRONAGE
de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave

MM. l'Abbé BIOURGE, professeur à l'Institut Agronomique de Louvain;

l'Abbé COLIN, professeur à l'Université catholique de Paris;

BAERTS, F., Docteur en sciences chimiques, à Tirlemont.

DUMONT de CHASSART, Emmanuel, Ingénieur agronome, à Chassart;

HAUMAN, professeur à l'Université Libre de Bruxelles;

JOURNEE, C., professeur à l'Institut Agronomique de Gembloux;

MARCHAL, E., professeur à l'Institut Agronomique de Gembloux;

MAYNE, R., professeur à l'Institut Agronomique de Gembloux;

SEMAL, G., Ingénieur agronome, à Donstiennes;

SENY, A., Ingénieur des mines, à Bertrée;

VERPLANCKE, professeur à l'Institut Agronomique de Gand;

CONSIDÉRATIONS SUR LES ENGRAIS ET LA BETTERAVE SUCRIÈRE EN 1932

par L. DECOUX,

Ingénieur agronome principal de l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave
à Tirlemont.

La betterave étant, parmi nos plantes cultivées, la plus grosse mangeuse d'engrais, le planteur est placé, chaque année, devant un problème délicat à résoudre : celui d'harmoniser une fumure rationnelle et économique avec les besoins de la plante racine. Ce problème s'est singulièrement compliqué depuis quelques années, d'abord, à la suite de l'apparition d'une gamme de nouveaux engrais simples; ensuite, à cause d'une abondance extraordinaire d'engrais composés.

D'autre part, la crise générale demande de pousser au maximum le côté véritablement économique de la spéculation betteravière, nécessitant l'obligation de composer pour la betterave à sucre la fumure la mieux équilibrée et cela au meilleur prix.

En vue de réaliser pratiquement ces desiderata, nous nous proposons d'examiner ici comment s'est présentée la situation du planteur belge, au moment de l'achat de ses engrais, pour la sole betterave de cette année.

A. — LES ENGRAIS SIMPLES.

En premier lieu, il est réconfortant de constater que, depuis l'an dernier, grâce à la concurrence des fabricants d'engrais, grâce surtout à la grève des engrais pratiquée à tort ou à raison par les planteurs en 1931, grâce encore au krach du cartel de l'azote, le prix des engrais simples a sérieusement rétrogradé, la diminution pouvant être estimée, au début du printemps dernier, à 45 % pour les engrais ammoniacaux, 10 % pour les engrais nitriques (cette diminution a été portée à 30 % à la fin du mois d'avril), 20 % pour les engras phosphatés et 10 % pour les engrais potassiques.

Les conditions de livraison et de fourniture étant différentes suivant les types d'engrais, afin de pouvoir les comparer dans des conditions identiques, nous les considérerons tous comme fournis, d'abord brut pour net, franco (en ajoutant 5 francs de port moyen par 100 kilos pour les cotations départ); ensuite, en sacs perdus (en ajoutant 4 francs par 100 kilos pour les cotations en vrac). Ceci, pour des livraisons de gros, par 10.000 kilos (en soustrayant 2 francs des cotations de détail); analyse gratuite pour

commande de 10.000 kilos; payement comptant sans escompte et taxe de transmission non comprise.

Dès lors, voici les cotations, au 20 février 1932, des principaux engrais simples utilisés par le planteur et livrables en mars 1932 et le prix de revient du kilo d'unité fertilisante, exprimée en francs belges :

Tableau I. — ENGRAIS SIMPLES

Engrais simples	Prix aux 100 kgr. (franco, en sac, en gros par 10.000 kgr. en fr. belges)	Prix de revient du kgr. de matière fertilisante en fr belges
A. — ENGRAIS AZOTES		
a. — Engrais azotés nitriques.		
1) Nitrate de soude du Chili moulu, 15,5 % d'azote	136,00	8,77 le kg. d'azote nitrique (N).
2) Nitrate de soude de synthèse, granulé, 16 % d'azote	128,50	8,03 Idem.
3) Nitrate de chaux I. G. F. A., 15,5 % d'azote, dont 1 % azote ammoniacal	108,00	7,17 Idem.
b. — Engrais azotés ammoniaux.		
4) Sulfate d'ammoniaque belge, 20 % d'azote	81,60	4,08 le kg. d'azote ammoniacal.
5) Chlorure d'ammoniaque à 24-26 % d'azote	98,00	3,92 Idem.
c. — Engrais azotés mixtes.		
6) Nitrate d'ammoniaque agricole, 15,5 % azote	84,50	5,45 le kg. d'azote mixte, dont 7,75 % azote nitrique et 7,75 % azote ammoniacal.
7) Nitrophosphorite (nitrate d'ammoniaque phosphaté polon.), 15,5 % azote	84,50	5,45 Idem.
8) Nitrochaux U. C. B. (nitrate d'ammoniaque), 15,5 % azote	84,50	5,45 Idem.
9) Sulfonitrate d'ammoniaque (Leuna Salpeter), 26 % azote	131,00	5,04 le kg. d'azote mixte, dont 19,5 % azote ammoniacal et 6,5 % azote nitrique.
d. — Engrais azotés organiques.		
10) Cyanamide à 17 % d'azote amidique.	76,00	4,47 le kg. d'azote amidique.
B. — ENGRAIS PHOSPHATES		
a. — Acide phosphorique soluble dans l'eau.		
1) Superphosphate 14 à 18 % P_2O_5 , soit pour 16 % P_2O_5 ,	30,00	1,88 le kg. d'acide phosphorique (P_2O_5).

b. — Acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.				
2) Phosphate désagrégré Supra A, de 20 à 23 % P ₂ O ₅	54,50	2,53		Idem.
3) Phosphate précipité bicalcique ou Fertiphos de 38-42 % P ₂ O ₅	80,00	2,00		Idem.
c. — Acide phosphorique soluble dans l'acide citrique.				
4) Scories Thomas moulues de 14-18 % P ₂ O ₅ , 75 % finesse, soit pour 16 %	25,60	1,60		Idem.

C. — ENGRAIS POTASSIQUES

a. — Sels bruts de potasse.

1) Silvinité kaïnite à 14 % de potasse pure soluble dans l'eau	35,50	2,53	le kg. de potasse (K ₂ O).
2) Sel de potasse à 20 %, idem	48,00	2,40	Idem.

b. — Sels concentrés de potasse.

1) Chlorure de potasse à 40 %, idem .	95,25	2,38	Idem.
2) Chlorure de potasse à 50 %, idem .	126,25	2,52	Idem.
3) Sulfate de potasse à 48 %, idem .	158,50	3,30	Idem.
4) Sulfate double de potasse et de magnésie à 26 %, idem	101,00	3,88	Idem.

D. — ENGRAIS CALCAIRES

1) Chaux choisie pour l'agriculture à 60-70 % de chaux	8,20	0,126	le kg. de chaux (CaO).
2) Chaux en poudre à 40-60 %, idem .	14,00	0,280	Idem.
3) Cendrées de chaux à 10-30 % id. (teneur var. et touj. incertaine)	3,30	0,165	Idem.
4) Ecumes de sucrerie à 25-35 % id.	2,20	0,073	Idem.

L'examen de ce tableau I fait ressortir, pour chaque catégorie d'engrais, le type de fertilisant le plus économique. Il est néanmoins opportun de subordonner ce choix aux considérations suivantes :

a) La betterave sucrière, a-t-on dit et répété, est très exigeante en éléments fertilisants; il ne faut cependant pas exagérer la quantité d'engrais; au contraire, il y a lieu de viser à maintenir un juste équilibre entre la restitution d'azote, d'acide phosphorique, de potasse et de chaux;

b) Très sensible à la réaction du milieu (1), la betterave préfère les engrais alcalins (2) et demande, en terrain acide, l'application de chaux,

(1) L. Decoux : « L'Acidité du sol en rapport avec la betterave à sucre. » — « Annales de Gembloux », mai 1929, p. 129.

(2) L. Decoux : « Les causes de variation de la réaction du sol en relation avec la betterave à sucre. » — « Sucrerie Belge », 15 avril et 1^{er} mai 1929, pp. 309-332.

avant toute autre fertilisation minérale. La présence, sur le marché, de cendrées de chaux et de carbonates de chaux divers, offerts à très bas prix, permet de réaliser facilement ce desideratum.

Evidemment, là où la question d'un transport trop dispendieux ne constitue pas une cause d'élimination, l'utilisation des **écumes de sucrerie**, fort en honneur dans certaines régions, continue à représenter le moyen le plus économique de chauler les terres, outre l'avantage d'un apport important d'azote, d'acide phosphorique et de potasse.

L'action d'un engrais calcaire variera suivant sa teneur en CaO, soit libre, soit combinée et du degré de sa finesse. Or, le planteur ne s'occupe que très rarement de ces qualités, ne demande guère de garantie de composition. Dans le commerce cependant, des écarts importants existent. Les teneurs renseignées dans le tableau I ne constituent que des moyennes favorables. On peut argumenter que la composition des diverses chaux du commerce est très variable. Cela n'est pas cependant une raison plausible. On pourrait accorder une certaine latitude dans la garantie minimum en CaO % à exiger et, en même temps, demander une finesse minimum pour les chaux en poudre (par exemple 0,2 mm.).

Faisons remarquer à ce sujet que l'application de scories ou de cyanamide visant à un apport de chaux ne peut alcaliniser le sol que bien faiblement et ne peut remplacer le chaulage. Bien souvent, la levée difficile et la présence du pied noir (*Phoma Betae*) doivent être attribuées à l'acidité du sol;

c) Quoiqu'on dise, les engrais minéraux ne constituent qu'une fumure complémentaire. La base de la fumure de la betterave est constituée par une **fumure organique** composée, soit de fumier de ferme, soit d'engrais vert (vesce, minette, trèfle incarnat). Une culture bien réussie de vesce peut apporter au sol quasi gratuitement un contingent de 100 kilos d'azote à l'hectare, plus une quantité appréciable d'humus.

L'extension de ces cultures dérobées, soit après lin, soit après orge, soit même après froment hâtif, ne saurait être assez recommandée dans les conditions économiques actuelles.

Il y a toujours lieu d'enfouir le fumier ou l'engrais vert au début de l'hiver. Par l'expérience, on peut prouver qu'il vaut mieux exécuter des fumures organiques fréquentes et à petites doses, au cours de la rotation, plutôt que des fumures éloignées et en quantités massives.

Il va de soi que la composition de la fumure minérale destinée à la betterave variera selon qu'il y a ou non apport de fumure organique;

d) La fumure azotée combinée — ammoniacale et nitrique — est considérée généralement comme la plus efficace pour la betterave à sucre. Dès lors, il apparaît que les divers types de nitrate d'ammoniaque présentent une utilité indéniable. Des essais permettront à l'avenir de fixer exactement ce point. Il semble, à priori, à conseiller d'en enfouir une partie un mois avant le semis. Si la levée boude, une application de nitrate en couverture, à doser suivant les cas, en aura vite raison.

La germination de la graine de betterave, très pauvre en azote, est beaucoup plus aléatoire que celle des céréales; la petite plantule doit se suffire de bonne heure. On comprend facilement que, par le mauvais temps

(manque d'eau ou manque de chaleur), la radicule ait de la peine à prendre au sol les éléments dont elle a besoin. Rien ne le prouve mieux que des semis de mars ou de fin octobre, qui périclitent bien vite ! Puisque l'application de nitrate en couverture, lors de la germination, est d'une efficacité reconnue, pourquoi n'avoir pas plus souvent recours à ce procédé pour gagner quelques jours, même si les engrains nitriques restent chers. Rien n'est plus important que d'avoir une betterave capable de travailler avec 4 ou 6 feuilles, dès les premières journées de douceur printanière.

Le nitrate de soude est suffisamment connu pour qu'il soit superflu d'en parler. La forme granulée, sous laquelle il peut être acquis actuellement, présente l'avantage d'une distribution facile et d'une teneur plus élevée en azote (16 au lieu de 15,5 %).

Le nitrate de chaux présente sur le nitrate de soude l'avantage de ne pas former de durcissement superficiel en terre lourde, argileuse ; mais il a un inconvénient : la chaux qu'il renferme diminue la solubilité de l'acide phosphorique. D'autre part, le nitrate de soude a une réaction physiologique plus alcaline que le nitrate de chaux (Brioux).

Parmi les engrains ammoniacaux, les sulfates diminuent l'assimilabilité de l'acide phosphorique, les chlorures pas (1). Mais, pratiquement, le sulfate d'ammoniaque a la même valeur fertilisante que le chlorure (Vincent, Brioux). Toutefois, il est recommandable d'appliquer le chlorure de façon plus précoce.

Bien des actions secondaires variables avec la nature des sols et les conditions climatiques, sont possibles. Dans les terres argileuses décalciées, par exemple, on peut noter une supériorité appréciable du nitrate de chaux sur le nitrate de soude. Mais, dans d'autres cas, le nitrate de soude peut prendre un avantage significatif, qui disparaît lorsque la fumure comporte l'application de sylvinit, c'est-à-dire un apport de soude important (2).

Les expériences dans lesquelles les engrains azotés n'ont pas donné d'excédents significatifs de récoltes de betterave, constituent de très rares exceptions. Même lorsque l'analyse décèle des réserves azotées correspondant à des sols riches, il est établi que l'évolution biologique de ces réserves est toujours trop lente pour subvenir aux besoins d'une forte production. En réalité, l'azote apparaît comme le principal facteur de l'**augmentation quantitative** de la production. Si l'azote favorise le développement des organes végétatifs, il y a lieu de penser toujours à la répercussion de cette activité végétative accrue sur la qualité de la betterave, de manière à ne pas diminuer celle-ci.

D'autre part, la durée d'action des divers engrains azotés varie suivant l'état sous lequel s'y présente l'élément azoté. D'après le Dr Remy (3),

(1) A. Grégoire : « Contribution à l'étude de l'acide phosphorique du sol. » — « Annuaire de la Station Agronomique de Gembloux », 1928, vol. III, p. 54.

(2) « Les Bases expérimentales de la fumure azotée. » — « Annales Agronomiques », septembre-octobre 1932, p. 609.

(3) Remy et Deichmann : « Der Verlauf der Nahrungsaufnahme und das Düngerbedürfniss der Kulturgewächse. » — « Die Ernährung der Pflanze », 1932, 15 juillet, n° 14, p. 310.

elle est de trois mois pour l'azote nitrique, de quatre mois pour l'azote ammoniacal et de cinq mois pour l'azote amidique, suivant l'époque de leur application. De plus, le rendement utile dans les conditions normales est en moyenne de 80 % pour l'azote nitrique, de 70 % pour l'azote ammoniacal, de 60 % pour l'azote amidique et de 50 % pour l'azote organique, ce que traduit schématiquement le tableau qui suit (tableau II) :

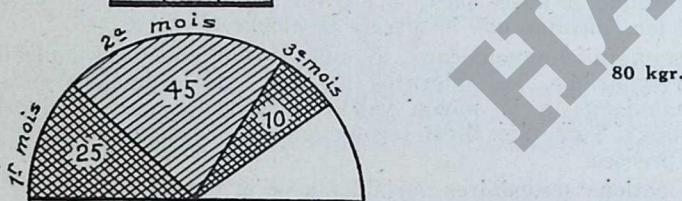
TABLEAU II.

Répartition de l'action de 100 kilogrammes d'azote dans la fumure de la betterave sucrière.

Azote Nitrique

Durée d'action: environ 3 mois.

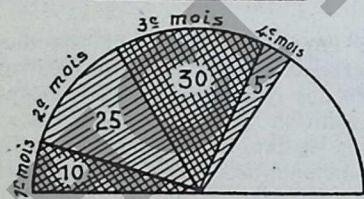
Effet utile de 100 kgr. d'azote



Azote Ammoniacal

Durée d'action: environ 4 mois.

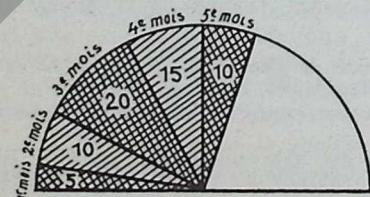
70 kgr.



Azote Amidique

Durée d'action: environ 5 mois.

60 kgr.



La grandeur des secteurs met en évidence la partie de 100 kilos d'azote qui agit au cours des mois qui suivent son application.

Si l'on examine ce tableau attentivement, il n'est pas interdit de penser que l'application de l'azote ammoniacal, un à deux mois, avant les semaines de betteraves ne puisse pas l'avantager dans la comparaison établie avec l'azote nitrique : des essais méritent d'être entrepris pour fixer ce point.

En tout cas, la supériorité de l'azote nitrique sur l'azote ammoniacal ne fait aucun doute ; elle s'affirme d'autant plus que les terres ont un pouvoir nitrifiant moins considérable. Or, si les végétaux inférieurs, tels que les moisissures banales, ont une préférence pour l'azote ammoniacal, il n'en va de même des plantes supérieures, bien au contraire. Cette donnée essentielle est acquise depuis longtemps en physiologie végétale. En culture artificielle, sur milieu synthétique, l'azote est donné sous forme ammoniacale ou organique aux mucépidées, toujours sous forme nitrique aux plantes vertes, à l'exclusion des sels ammoniacaux. Quand on cherche les raisons de la supériorité des engrains nitrifiques sur les engrains ammoniacaux et, à plus forte raison, sur les engrains organiques, on ne devrait pas perdre de vue celle qui est essentielle. Car, si élevé que soit le pouvoir de nitrification du sol, il n'est jamais tel que l'azote ammoniacal soit transformé intégralement en azote nitrique. La betterave, d'ailleurs, marque souvent une préférence pour l'azote nitrique ; on en rapprochera ce fait que les meilleures terres à betteraves ont un Ph qui correspond à l'optimum de nitrification. Dans la plupart des cas, l'association des deux formes d'azote, avec application simultanée ou séparée, réalise une sorte d'assurance contre les risques inhérents aux variations dans le caractère météorologique des années culturelles.

Au point de vue strictement financier, si nous appliquons les coefficients d'action des diverses formes d'azote aux prix de revient de celles-ci, nous constatons tout d'abord que le kilo d'azote ammoniacal est coté à un prix avantageux, représentant seulement 50 % du prix de l'azote nitrique (théoriquement, la valeur fertilisante de l'azote ammoniacal est égale à $\frac{70 \times 100}{80} = 87,5\%$ de celle de l'azote nitrique) ; ensuite, l'unité d'azote amidique vaut fr. 4,87, soit 10 % de plus que l'unité d'azote ammoniacal, alors que sa valeur fertilisante est inférieure. Dès lors, l'achat des engrains ammoniacaux est à conseiller et celui de la cyanamide à déconseiller.

A ne considérer que la teneur en azote des différents engrains azotés, ces conclusions sont rigoureuses. Mais ce point de vue n'est pas le seul. Les nitrates ne laissent pas d'acidité dans le sol, leurs molécules devant être complètement disloquées pour que la plante puisse assimiler l'azote qu'ils renferment. Au contraire, les sels ammoniacaux tels que $\text{SO}_4^{2-} (\text{NH}_4)^+$ acidifient nécessairement le sol, le radical acide n'étant utilisé par la plante qu'en faibles proportions. Quant à la cyanamide, qui se transforme en grande partie dans le sol en urée, puis en carbonate d'ammoniaque, par hydratation de l'urée, elle est une source d'alcalinité en même temps que d'azote, ce qui n'est pas négligeable et peut avoir parfois les meilleurs effets dans certains sols.

De tous côtés s'élèvent, depuis quelques années, des protestations contre l'abus des sels ammoniacaux, en raison de l'acidité qu'ils communiquent au sol et du retard apporté à la maturation de la betterave, en année humide. Ce cri d'alarme paraît justifié.

Les quantités considérables d'engrais ammoniacaux enfouis cette année (1932) n'ont pas empêché les betteraves belges d'être déficitaires du point de vue de la richesse. La raison en est bien simple : on a négligé les engrains nitriques, les engrains phosphatés et surtout potassiques. Or, l'excès de l'un des trois fertilisants, azote, acide phosphorique, potasse est nuisible plutôt qu'utile, surtout en année humide : les doses d'engrais doivent, avant tout, être bien équilibrées.

Faut-il rappeler aussi la grave menace qu'a présentée la Pégomye de la betterave au printemps dernier, contre laquelle bien des planteurs ont appliqué, sans discernement, des doses massives d'engrais azotés, trop souvent ammoniacal, dépassant ainsi la limite de tolérance de la betterave sucrière ; au delà de laquelle survient une diminution de teneur en sucre et de quotient de pureté.

On admet très généralement, que l'azote prédispose les plantes aux maladies parasitaires, tandis que l'acide phosphorique et la potasse contribuent à accroître leur résistance. Ne faut-il pas voir dans ce fait, la raison principale de l'abondance de la cercosporiose à l'automne dernier, les conditions climatiques de juillet ayant déclenché son éclosion au préalable.

e) Dans la fumure **phosphatée** de la betterave sucrière, le choix doit se porter vers des engrais éminemment actifs et solubles dans l'eau ou le citrate d'ammoniaque, la betterave ayant le maximum de besoin d'acide phosphorique au début de sa végétation.

Tous les autres engrais phosphatés à acide phosphorique insoluble dans l'eau, soluble seulement dans les acides minéraux ou l'acide citrique, n'ont aucune valeur alimentaire immédiate pour la betterave sucrière. Il est, dès lors, indiqué de faire appel aux engrains phosphatés désagrégés et bicalciques, tous deux alcalins et peu solubles dans l'eau, mais solubles dans les citrates alcalins.

Toutefois, il ne faut pas oublier que les phosphates solubles ont été rendus tels par l'action de l'acide sulfurique ; c'est bien pour cela que les fabricants de superphosphate sont précisément de gros producteurs d'acide sulfurique. Leur emploi constitue donc une nouvelle cause d'acidification du sol, si faible soit-elle. Aussi, en terrain acide, combien paraissent sages ceux qui n'utilisent qu'avec jugement les superphosphates, mais ne manquent pas une occasion d'enrichir leur terre en phosphates bruts. Si, dans les terrains riches, l'inertie des phosphates tricalciques et, d'une façon générale, des phosphates naturels est à regretter, au contraire, dans certains terrains plutôt maigres, assez rares dans les régions betteravières, les scories et les phosphates naturels font merveille et l'acide phosphorique qu'ils renferment, quoique insoluble dans l'eau, n'y est pas pour rien.

Depuis le début de 1932, un nouvel engrais phosphaté est vendu sur le marché belge : le phosphate précipité bicalcique, dont l'acide phosphorique est soluble dans le citrate d'ammoniaque.

Des essais effectués antérieurement en vase de végétation permettent de lui accorder une valeur fertilisante égale à celle du superphosphate, et

du phosphate Supra A. De plus, il présente l'avantage d'une teneur élevée en P₂O₅ (40 % en moyenne), d'une siccité parfaite et d'une réaction neutre.

f) Les travaux de Stoklasa, Roemer, André et Saillard ont tous prouvé l'influence prépondérante de la potasse dans la formation du sucre. Son emploi assure donc des betteraves riches, toutes choses égales. Généralement, la sylvinité-kaïnite donne les rendements les plus élevés, mais elle doit être utilisée au moins trois mois avant la plantation. Divers essais ont prouvé que l'application de sylvinité-kaïnite à l'automne, directement sur les chaumes de la céréale précédente, permet à la potasse de produire son maximum d'effet.

Au printemps, on portera son choix sur le chlorure de potassé à appliquer un mois avant le semis.

Il est curieux de constater que, quand la betterave vient après pommes de terre, elle donne souvent des rendements élevés, alors qu'il s'agit de deux plantes absorbant énormément de potasse. Cela ne prouve-t-il pas qu'on est bien peu renseigné sur les réserves potassiques du sol « utilisables » !

Voilà, en tout cas, matière à réflexion... On dirait que la pomme de terre prépare le terrain pour la betterave. Pourquoi ? Comment ? Deux plantes sarclées, c'est peut-être tout le secret. Trois de suite, feraient encore mieux, sans doute. Mais le blé ou l'avoine vient d'ordinaire recueillir le bénéfice du sarclage antérieur et tasser le sol, ce qui est un grand mal. Aussi, voyez le petit planteur flamand avisé retourner les éteules sitôt la moisson enlevée, labourer, herser, ameublir et semer des navets. La terre recouvre ainsi sa légèreté. Mais de telles pratiques ne sont pas possibles, malheureusement, sur de grandes étendues.

Pour assurer à la betterave une production élevée, il faut de la potasse, c'est entendu. La potasse est un des éléments indispensables à la végétation. Il est prouvé également que les sels potassiques et sodiques s'opposent, en toute circonstance, à la production désordonnée de feuillage. Quand un arbre fruitier « pousse en bois », suivant l'expression consacrée, aucun traitement ne vaut la suppression du fumier et l'application de cendres. Mais, attention ! Des meilleures choses l'excès est nuisible.

Du reste, les doses optima de potasse préconisées par Saillard autrefois, par les agronomes de Bernburg plus récemment, sont fort modestes (1).

Non pas qu'il faille généraliser celles-ci dans tous les cas (2). L'existence assez fréquente des betteraves parasitées par le nématode prouve bien l'insuffisance locale de fumier ou de potasse.

g) L'existence d'engrais à haut titrage, tels que le phosphate bicalcique, le chlorure de potasse, le nitrate d'ammoniaque pur, etc., permet de leur attribuer une valeur supérieure pour les expéditions d'outre-mer, grâce à l'avantage de la diminution de frais de port, fret et transport.

(1) H. Colin et P. Billon : « Potasse, Betterave et Fabrication. » — « Sucrerie Belge », 15 septembre et 1^{er} octobre 1981.

(2) L. Decoux : « La production de la betterave en Tchécoslovaquie. » — « Sucrerie Belge », 1^{er} et 15 mars 1982.

Pour le planteur européen, la différence de port n'est pas bien grande. Il est cependant bien plus rapide et moins dispendieux, d'épandre, par exemple, le mélange phospho-potassique très prisé de 500 kilogrammes de 20-20 à l'hectare, plutôt que de 1.000 kilogrammes de 10-10 ;

h) De toute manière, qu'il s'agisse d'azote, d'acide phosphorique ou de potasse, il faut mettre à la disposition de la betterave, dès le début de sa germination, la majeure partie des éléments nutritifs sous forme directement absorbable et assimilable et avoir donc recours aux engrains à action rapide, dits engrains actifs. Toutes les recherches à ce propos ont en effet prouvé, d'une part, que c'est au début de sa végétation que la betterave est le moins bien armée pour exploiter les réserves du sol et, d'autre part, qu'elle est sujette, au maximum, aux attaques de ses divers ennemis cryptogamiques et entomologiques. [Phoma Betae, Pythium baryanum (Pied noir) ; Elater (taupin) ; Pegomya Hyosciami Pz (mouche) ; Iulus (iule) ; Blaniulus (blaniule) ; Sminthurus luteus (Collembole) ; Sitona lineata ; Atomaria linearis (Atomaire linéaire).]

Aussi bien pour mesurer l'étendue des progrès accomplis dans l'industrie des engrains que pour apprécier l'échelle des augmentations de prix depuis la guerre, nous avons établi le tableau suivant des cotations comparatives % kg. des engrains livrés, franco, en sacs, en gros, par fourniture de 10.000 kg., d'abord pour la moyenne des années 1912 à 1914 (d'après « Les Mercuriales Agricoles », 29 février 1912, p. 8; 27 février 1913; 26 février 1914) ; ensuite, à la date du 20 février 1932 :

Tableau III. — COMPARAISON DE PRIX DES ENGRAIS
AVANT ET APRES-GUERRE

	Prix avant guerre 19'2 à 1914	Prix après guerre au 20-2-1932	Index d'augmentation, le prix moyen 1912 à 1914 étant rapporté à 100
A. — Engrais azotés.			
Nitrate de soude du Chili moulu à 15,5 % N ...	27,36	136,00	497
Nitrate de chaux à 15,5 % N	28,50	108,00	378
Sulfate d'ammoniaque à 20 % N	34,66	81,60	235
Cyanamide de chaux à 17 % N	24,86	76,00	305
B. — Engrais phosphatés.			
Superphosphate à 16 % P ₂ O ₅ soluble eau	5,23	30,00	573
Scories Thomas à 12 % P ₂ O ₅ soluble ac. citrique...	3,65	19,20	526
C. — Engrais potassiques.			
Kaïnite à 14 % K ₂ O soluble eau	5,20	35,50	682
Chlorure de potasse à 40 % soluble eau	15,25	95,25	624
Chlorure de potasse à 50 % soluble eau	19,73	126,25	639
Sulfate de potasse à 48 % soluble eau	23,50	158,50	674
Sulfate double de potasse et de magnésie à 26 % soluble eau	12,65	101,00	798
D. — Engrais calcaires.			
Chaux choisie pour l'agriculture	1,23	8,20	666

Il est facile de constater que la gamme des engrais s'est beaucoup agrandie et que, par ordre décroissant, les engrais dont les prix se sont maintenus les plus élevés sont successivement les engrais calcaires et potassiques, puis les engrais phosphatés, ensuite les engrais nitriques; les cotations des engrais ammoniacaux et amidiques ne représentent respectivement que 2,3 et 3 fois leur prix d'avant-guerre.

A côté des engrais simples, le marché présente une gamme d'engrais composés, dont l'usage s'est imposé à l'esprit de certains planteurs devenus complètement crédules en notre temps sans mesure, où la réclame est devenue reine.

B. — LES ENGRAIS COMPOSÉS.

Depuis quelques années, l'industrie des engrais chimiques a évolué d'une façon extraordinaire vers la création d'engrais composés. Certains portent des noms flatteurs et sont soutenus par une puissante réclame et de fructueuses commissions. En général, ces engrais présentent des qualités incontestables : siccité parfaite, conservation excellente, très grande facilité d'épandage, emballage impeccable, belles étiquettes, suppression de toute fatigue intellectuelle du planteur pour composer sa fumure. En période de crise, où tous les intermédiaires sont critiqués et parfois avec juste raison, il s'impose de rechercher quelle est la différence entre la valeur commerciale et la valeur intrinsèque de ces composés.

Nous déterminerons celle-ci, en prenant comme base la moyenne des valeurs du kilo de matière fertilisante des engrais simples cités dans le tableau I.

De cette manière, nous obtenons les chiffres suivants :

$$\text{Valeur du kilo d'azote combiné sous forme nitrique : } \frac{8,77 + 8,03 + 7,17}{3} = 8 \text{ francs;}$$

Valeur du kilo d'azote combiné sous forme ammoniacale :

$$\frac{4,08 + 3,92}{2} = 4 \text{ francs;}$$

Valeur du kilo d'acide phosphorique soluble dans l'eau ou le citrate d'ammoniaque :

$$\frac{1,88 + 2,53 + 2,00}{3} = \text{fr. } 2,15;$$

Valeur du kilo de potasse :

$$\frac{2,53 + 2,40 + 2,38 + 2,52}{4} = \text{fr. } 2,45.$$

Dans les prix courants du commerce des engrais, nous avons relevé les engrais composés recommandés soit « pour la betterave à sucre », soit

« pour toutes les cultures », ces derniers pouvant être aussi conseillés pour la betterave, quand les premiers viennent à manquer.

Pour chacun d'eux, nous alignerons la série des éléments fertilisants dans l'ordre : azote nitrique, azote ammoniacal, acide phosphorique, potasse.

Soit, par exemple, le composé 0-6-10-8 (n° 4 de la série du tableau IV), dont 75 % du P²O⁵ sont solubles dans l'eau et le citrate. Sa valeur intrinsèque s'établit comme suit : $6.4 + 10.2,15 \cdot 0.75 + 8.2,45 = 59,73$. Comme sa valeur commerciale est de 84 francs, l'écart de prix est de $84 - 59,73 =$ fr. 24,27 aux 100 kilos.

Nous n'accorderons aucune valeur à l'acide phosphorique uniquement soluble dans les acides minéraux, car son effet immédiat est quasi nul pour la betterave.

Cela nous a permis d'établir les tableaux IV et V, réunissant la plupart des caractéristiques des composés du marché belge ayant été susceptibles d'être offerts aux planteurs de betteraves, fin février 1932.

TABLEAU IV

Engrais composés du commerce, dits « pour la betterave sucrière ».

Types d'engrais composés considérés	COMPOSITION				Valeur commerciale %/kgr. (en sacs perdus franco, par 10.000 kgr.)	Valeur intrinsèque %/kgr. (en sacs perdus franco, par 10.000 kgr.)	Ecart %/kgr.	Nombre total unités fertilisantes	DOSES à l'hectare recommandées par le négocié
	Azote nitrique %/.	Azote ammoniacal %/.	Acide phosphorique soluble eau et citrate %/.	Potasse %/.					
1 A	—	10	10	10	95,00	86,00	9,00	30	1,000
2 B	4	—	7	6	77,25	61,75	15,50	17	900 à 200
3	2	3	8	7	79,40	62,35	17,05	20	900 à 1,400
4 C	—	6	10 (2)	8	84,00	59,73	24,27	24	1,200 à 1,800
5	—	5	10 (2)	15	102,00	72,87	29,13	30	1,000 à 1,500
6 D	—	5	4	12	86,00	58,00	28,00	21	1,000
7 E	4,5 à 5	—	7 à 7,5	3	102,00	60,95	41,05	15	1,200 à 2,000
8 F	4,5	4,5	6	5	117,00	79,15	37,85	20	600 à 1,400
9	2	7 (1)	5	6	111,00	69,45	41,55	20	»
10	4,5	4,5	6	9	130,00	88,95	41,05	24	»
11	5	5	10	12	169,50	110,90	58,60	32	»
12	2	4 (1)	6	6	101,50	59,60	41,90	18	»
13	1,5	3	8	9	107	63,25	43,75	21,5	»
14 S	3	3 (1)	7	6	80,75	65,75	20,00	19	800 à 1,200
15	4,5	4,5 (1)	6	5	96	79,15	16,85	20	1,200 à 1,500
16 H	—	5	8	10	75,50	61,70	13,80	23	500 à 700
17 I	—	5	7	7	57,50	52,20	5,30	19	1,200 à 1,500
18 J	2	1 (1)	6	7	64,00	50,05	13,95	16	1,000 à 1,200
19 K	5,5	11	16,5	21,5	230,00	176,15	53,85	54,5	500 à 800

(1) L'azote organique est ajouté à l'azote ammoniacal et coté comme tel.

(2) 75 % de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.

TABLEAU V

Engrais composés du commerce, dits « pour toutes cultures ».

Types d'engrais composés considérés	COMPOSITION				Valeur commerciale %, kgr. (en sacs. franco, par 10.000 kgr.) Fr.	Valeur intrinsèque %, kgr. (en sacs. franco, par 10.000 kgr.) Fr.	Ecart %, kgr. Fr.	Nombre total unités fertilisantes	DOSES à l'hectare recommandées par le négocie
	Azote nitrique %	Azote ammoniacal %	Acide phosphorique soluble eau et citrate %	Potasse %					
20 E	—	4	5	3	78	34,10	43,90	12	
21 F	—	2 (1)	8	4	65,75	35,00	30,75	14	600 à 1400
22	—	6	6	6	—	—	—	18	»
23	—	1,5	4	4	—	—	—	9,5	»
24	1,5	3	8	9	—	—	—	21,5	»
25 G	1	6 (1)	5	2	73	47,65	25,35	14	600 à 1200
26	1,5	5,5 (1)	7	7	81,75	66,20	15,55	21	800 à 1200
27	5,75	0,25 (1)	6	6	91,50	74,60	16,90	18	1000 à 1500
28	3	3 (1)	6	10	89,50	73,40	16,10	22	800 à 1500

(1) L'azote organique est ajouté à l'azote ammoniacal et coté comme tel.

Les lettres A, B, ... K représentent les différentes firmes commerciales. Ces tableaux nous amènent à exprimer les réflexions suivantes :

1^o Tout d'abord, le prix de vente des composés dépasse en général de beaucoup leur valeur intrinsèque.

D'après nos recherches, le prix d'un engrais composé ne devrait dépasser que de 5 à 10 francs aux 100 kilos, le montant du prix de revient des différents éléments assemblés.

Il n'y a que deux engrais sur vingt-neuf qui répondent à cette condition (n^os 1 et 17).

Nous reconnaîtrons volontiers que ces types de composés présentent au point de vue économique une utilité incontestable et la garantie d'une fumure complète de la betterave.

Pour l'ensemble des composés examinés, l'écart minimum est de fr. 5,30 et l'écart maximum de fr. 58,60. Chose curieuse, malgré la baisse générale des engrais simples, l'écart considéré n'a guère varié par rapport à ce qu'il était pendant les années antérieures. Quand un écart de 30 francs existe aux 100 kilos, une fumure de 1.000 kilos à l'hectare entraîne une dépense supplémentaire de $30 \times 10 = 300$ francs par hectare. Pour une production de 30.000 kilos de betteraves à l'hectare, le prix de revient de la tonne de betteraves augmente automatiquement de $300 : 30 = 10$ francs.

Cela nous porte involontairement à penser aux discussions qui ont lieu chaque année entre planteurs de betteraves et fabricants pour fixer le prix de la betterave, alors que la différence des prix contestée régulièrement entre les deux parties ne dépasse guère 10 francs la tonne. Or, il serait bien facile d'atténuer l'importance de ces discussions en achetant mieux les engrais.

Nous devons à la vérité de dire que la plupart des grands organismes

de fabrication ou de vente, d'un type donné d'engrais simple, ont fixé aux négociants un prix bien déterminé pour la vente au détail, jugé trop souvent par ces derniers comme ne leur laissant qu'une commission insuffisante. Aussi, le négociant en engrais a tourné la difficulté en dirigeant son activité vers la « fabrication » d'engrais composés, pour lesquels il est maître du prix.

Vu la continuation de la crise et le moindre engouement des planteurs manifesté au printemps dernier pour l'achat des engrais composés, il est vraisemblable que pour les futures plantations de betteraves les vendeurs d'engrais composés seront contraints, malgré eux, de diminuer leur prix ;

2^o A part les composés n°s 1, 5, 11 et 19, les titrages sont relativement bas, ce qui étonne avec les types d'engrais simples actuels à haut titrage.

Il est vrai que beaucoup d'engrais synthétiques, tel le nitrate d'ammoniaque, sont hygroscopiques et déliquescents à l'état pur. Ce dernier titre 35% N, mais il se prend rapidement en bloc; son titre est alors ramené à 15,5 % N, en lui ajoutant du carbonate de chaux ou du laitier de haut-fourneau, ce qui permet de le conserver sec très longtemps et même de lui donner la forme granulée.

Dès lors, les composés à bas titrages ne peuvent donc se prévaloir d'une diminution de matière à transporter, la composition de leur formule nécessitant d'ailleurs souvent l'utilisation d'une matière inerte, dont le sol n'a que faire;

3^o Trop souvent, l'acide phosphorique de ces engrais composés est garanti soluble seulement dans les acides minéraux. Or, seul l'acide phosphorique soluble dans l'eau et le citrate d'ammoniaque est réellement actif pour la betterave. L'acide phosphorique des scories ou des phosphates naturels est pratiquement sans action, dans nos sols normaux.

Heureusement, la nouvelle loi sur les engrais du 15 juillet 1932, non encore entrée en vigueur, remédie aux défauts de l'ancienne loi, en exigeant sur les factures et bordereaux, des étiquettes portant la dénomination des engrais simples entrant dans la confection des engrais composés.

Par exemple, à l'avenir, les garanties d'un composé $x-y-z$, devraient être stipulées : x % azote dont a ammoniacal du sulfate d'ammoniaque et $(x - a)$ nitrique du nitrate de soude; y % acide phosphorique soluble eau du superphosphate; z % potasse soluble eau du chlorure (1).

Il n'est pas interdit de penser que la répression des fraudes en matière d'engrais gagnerait beaucoup en efficacité si elle était assurée par des inspecteurs de l'Etat agissant progressivement sur n'importe quelle fourniture et cela, avec le doigté nécessaire;

4^o On avance aussi que certains engrais composés sont des combinaisons chimiques; très rares, cependant, sont les mélanges qui sont en réalité des combinaisons. Pour certains, on revendique la présence de combinaisons compliquées, telle, par exemple, « phosphato-chloro-sulfato-ammonico-potassique », molécules dites bien définies et nettement différenciées de celles du sulfate ammonique !

Sans grande réflexion, un esprit critique pourrait penser que de telles

(1) Lenglen : « Pourquoi, où, quand et comment employer les engrais ? » — Page 48.

Lenglen : « Annuaire des Engrais », 1932-33. — Page E. 33.

combinaisons sont éminemment favorables à une récolte déterminée, parce qu'un élément donné favorisera l'absorption d'un autre élément. Or, nous ne savons rien à ce sujet. C'est bien vite dit que le nitrate de potasse, par exemple, a une action supérieure à celle des éléments simples acide nitrique et potasse fournis séparément, mais la démonstration n'est pas aussi commode.

D'autre part, si les noms de baptême de certains composés : « complets, semi-dissous, dissous, intégral, mélangés », permettent de revendiquer la garantie d'une homogénéité parfaite, il n'en reste pas moins vrai que, pour tous, l'analyse de contrôle demeure le meilleur critérium de composition et de parfait mélange. En dehors de cette garantie, il ne peut être question d'attribuer aux engrains composés une valeur supérieure aux engrains simples, attendu qu'aucun essai ou étude scientifique n'a permis, jusqu'à présent, d'étyayer semblable affirmation.

Dans cet ordre d'idées, l'Imperial Chemical Industrial Ltd a effectué des expériences en 1930 sur différentes plantes, dont la betterave sucrière, suivant une méthode approuvée par la station expérimentale de Rothamsted, en vue de comparer l'efficacité d'un engrais composé avec des engrais mélangés présentant la même quantité d'éléments nutritifs.

Voici les résultats obtenus sur betteraves sucrières (1) :

	Rendement avec engrais composés concentrés Tonnes par acre	Rendement avec engrais mélangés équivalents Tonnes par acre	Rendement sans engrais	Erreur moyenne
Racines	12,4	12,08	8,54	± 0,24
Collets et feuilles	10,78	10,63	7,81	± 0,24

Les résultats de ces essais prouvent qu'il n'y a pas de différence appréciable de rendement entre les nouveaux composés et les fertilisants ordinaires mélangés.

M. Garner fait, à ce propos, la réserve (2) que la proportion d'azote, d'acide phosphorique et de potasse réunis dans les composés n'est pas toujours la plus appropriée à une récolte en vue, des expériences complexes non encore faites jusqu'à présent étant nécessaires pour fixer cette question.

Il est à regretter que des essais de ce genre n'aient pas encore été entrepris, soit pour l'une, soit pour l'autre culture, par le ministère belge de l'Agriculture. Celui-ci avertit cependant la culture des dangers présentés par de nouveaux produits, comme il l'a fait par l'avis paru le 17 juin dernier (3), mais cela ne suffit pas;

(1) Russel : « Artificial fertilizers in Modern Agriculture ». — « Rothamsted Experimental Station », 1931, p. 190.

(2) H. V. Garner : « Notes on manures. » — « The Journal of the Ministry of Agriculture », décembre 1931, p. 944.

(3) Avis aux cultivateurs. — Certaines firmes font une active propagande pour vendre aux cultivateurs des nouveaux produits (engrais, aliments), dont la valeur est douteuse ou dont le prix est surbaissé.

Le Ministère de l'Agriculture croit pouvoir mettre le cultivateur en garde contre l'achat de tels produits; il leur signale à nouveau l'intérêt qu'il y a à n'acheter qu'à des maisons bien connues et à se documenter éventuellement auprès de l'agronome de l'Etat de leur région. Ce fonctionnaire répond gratuitement, verbalement, par téléphone ou par écrit à toutes les demandes de renseignements agricoles.

5^e Nous devons ajouter que les engrains composés sont de nature à perpétuer l'ignorance chez le planteur; ils se prêtent même à la fraude, vu la variété extraordinaire de leurs composants et la difficulté de faire des comparaisons, chaque fabricant ayant une ou des formules diverses, soit pour toutes les plantes, soit au mieux pour quelques-unes d'entre elles. Même pour la betterave sucrière, les formules n'ont guère de lien de parenté, de fabricant à fabricant. Leur emploi risque donc d'obscureur l'esprit du planteur. A grand'peine, celui-ci a acquis quelques données scientifiques; à ce nouveau régime, il va se forger peu à peu des idées aberrantes sur la valeur des éléments principaux. C'est une véritable régression que de vouloir prétendre dispenser le planteur et, à fortiori, l'agronome de l'effort à faire pour s'enquérir des différents engrains simples appropriés à un sol donné, pour une récolte en vue;

6^e La proportion des divers éléments réunis pour la betterave ne correspond pas toujours aux besoins de cette dernière, aux circonstances locales, à la quantité de fumier appliqué, ainsi qu'aux différences de sol, à la diversité des précédents. Ce sont des recettes qui ne peuvent se prévaloir d'une application universelle. Cela est tellement vrai qu'avec beaucoup de ces mélanges, il est encore nécessaire de donner des compléments d'engrais simples, afin d'obtenir la fumure exacte que la betterave et le sol réclament. Notamment, la teneur en potasse est parfois notablement insuffisante et pour cause, les sels de potasse étant très hygroscopiques, à tel point qu'une dose élevée de phosphate, souvent sous forme tricalcique, doit assurer une pulvérulence suffisante à la présentation du produit, tout comme dans le sel Cérébos le chlorure de sodium est additionné de Ca²⁺PO₄ ou de poudre d'amidon.

Ailleurs, le manque d'azote nitrique nécessite une application en couverture, dont l'importance, il est vrai, sera réglée par l'allure de la végétation de la jeune betterave.

En sol bien régulier, dans un pays de monoculture étendue, un type de composé bien défini et expérimenté pourra donner d'excellents résultats. Dans nos pays de culture morcelée, les variétés de sol bien grandes imposent aussi bien l'emploi de variétés de plantes différentes que celui d'engrais différents;

7^e Dans la recherche de nouveaux engrains combinés à haute teneur en éléments nutritifs, l'élimination du chlore ne doit pas être considérée comme un avantage, pas plus que l'élimination de l'ion sulfurique. Si des engrains n'apportant plus que N, P²O₅, K²O uniquement, sont employés avec succès pendant quelques années, il est permis de prévoir la nécessité de revenir aux apports de chlorure, aussi bien que de sulfate, avant peu d'années (1);

8^e Quant à la diminution de travail à l'épandage, elle est largement compensée par une erreur inévitable de ce système, puisque les époques normales d'application des éléments sont différentes, l'azote et l'acide phosphorique devant être appliqués au moment des semis, et les autres éléments, K²O, CaO, trois à six mois auparavant.

Afin de pouvoir mieux comparer les formules des divers engrais com-

(1) Bruno : «Le chlore, aliment de la plante.» — Communication présentée au 10^e Congrès de Chimie Industrielle, Liège, 10 septembre 1930.

posés des tableaux IV et V, nous recourrons à l'établissement de graphiques triangulaires (fig. 1). Expliquons d'abord comment s'établit ce graphique, d'après Merz et Ross (1) et Baer (2).

Dans le diagramme bien connu à coordonnées orthogonales, chaque point est indiqué par deux variables, mesurables d'après les graduations marquées sur l'axe des abscisses et l'axe des ordonnées.

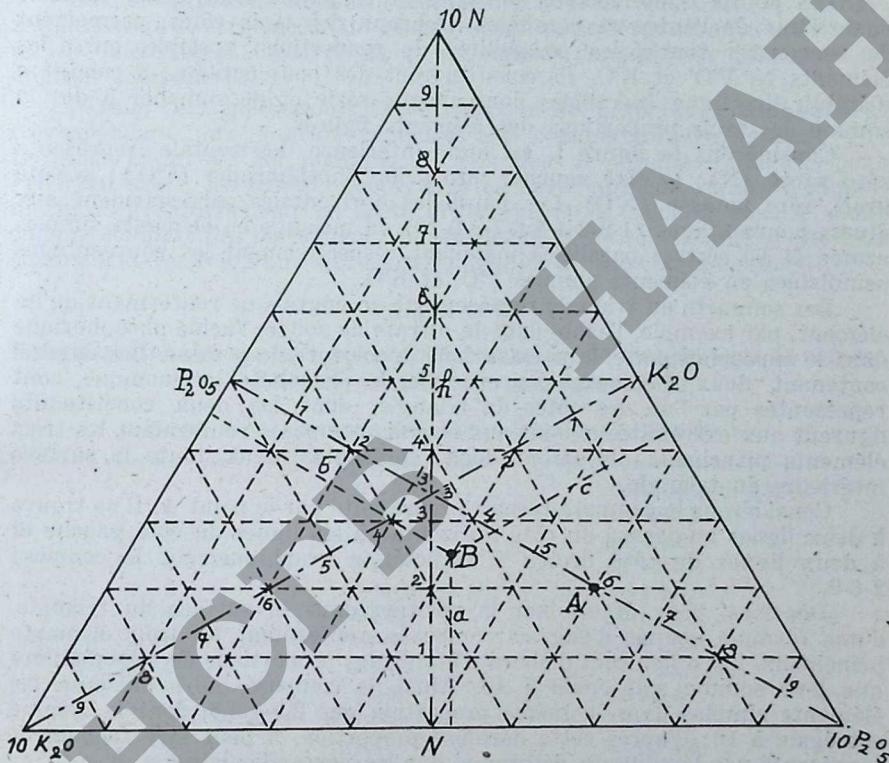


Figure 1. — Graphique triangulaire type des composés A et B.

Les trois graduations correspondent respectivement aux trois éléments fertilisants : azote, acide phosphorique et potasse.

D'autre part, quand un point est représenté par trois variables, il est possible de combiner sur un plan trois graduations en employant les trois côtés d'un triangle équilatéral, dont les graduations sont toutes trois identiques et se rapportent à trois variables, dont la somme est constante.

Pratiquement, on applique le théorème de géométrie bien connu disant

(1) Merz et Ross : « U. S. Dep. Agriculture Bull. », 1924, p. 1280.

(2) E. Bear : « The Fertilizer Triangle. » — « Ind. & Eng. Chemistry », avril 1929, p. 382.

que « dans un triangle équilatéral, la somme des perpendiculaires menées de n'importe quel point intérieur sur les côtés de ce triangle est une constante, représentée par la hauteur ». Par exemple, dans la figure 1, $a + b + c = h$.

Soit un graphique triangulaire devant représenter les proportions possibles entre les engrains simples N, P²O⁵ et K²O.

Les points d'intersection de séries de lignes se trouvant à distance égale l'une de l'autre et parallèles à chacun des trois côtés, permettent de rencontrer toutes les possibilités de proportions possibles entre les éléments N, P²O⁵ et K²O. Ils constitueront des pourcentages, à condition d'établir dix lignes parallèles dans chaque série et de ramener à dix la somme des trois proportions des éléments figurés.

Considérons la figure I. La ligne inférieure horizontale représente zéro azote (N); le côté gauche, zéro acide phosphorique (P²O⁵); le côté droit, zéro potasse (K²O). Les parallèles horizontales correspondent aux divers pourcentages (1-2-3-4-5-6-7-8-9-10) du mélange en éléments simples azotés et les autres parallèles indiquent respectivement les pourcentages semblables en éléments simples P²O⁵ et K²O.

Les sommets du triangle représentent un engrais ne renfermant qu'un élément, par exemple, l'azote dans le nitrate de soude, l'acide phosphorique dans le superphosphate, la potasse dans le chlorure de potasse. Les engrais contenant deux éléments, par exemple, le phosphate ammonique, sont représentés par l'un des côtés du triangle, dont les deux constituants figurent aux extrémités. Quant aux engrais composés renfermant les trois éléments principaux, ils seront donc représentés dans toute la surface intérieure du triangle.

Considérons le composé ternaire représenté par le point A. Il se trouve à deux lignes au-dessus du côté horizontal, à six lignes du côté gauche et à deux lignes du côté droit : il caractérise graphiquement le composé 2-6-2.

Dès lors, pour déterminer la position dans la surface du triangle, d'une formule donnée d'engrais composés, renfermant les trois éléments principaux, il y a lieu tout d'abord d'établir les proportions de telle manière que leur somme soit égale à 10. Ainsi, le composé 5-8-7 présente les éléments simples dans la même proportion que 2,5-4-3,5, dont la somme est égale à 10; d'après cette dernière proportion, il peut être facilement représenté par le point B, déterminé par les perpendiculaires a , b , c .

En ne tenant pas compte des fractions d'éléments nutritifs, le graphique triangulaire permet donc de représenter trente-six composés réunissant les trois éléments fertilisants dans les proportions suivantes :

1-1-8	2-2-6	3-4-3	5-2-3
1-2-7	2-3-5	3-5-2	5-3-2
1-3-6	2-4-4	3-6-1	5-4-1
1-4-5	2-5-3	4-1-5	6-1-3
1-5-4	2-6-2	4-2-4	6-2-2
1-6-3	2-7-1	4-3-3	6-3-1
1-7-2	3-1-6	4-4-2	7-1-2
1-8-1	3-2-5	4-5-1	7-2-1
2-1-7	3-3-4	5-1-4	8-1-1

La somme des trois éléments est toujours égale à 10.

Successivement, au cours de conférences qui eurent lieu à Chicago en 1922, puis en 1928, des représentants de l'industrie des fertilisants et des agronomes de l'Amérique Occidentale ont choisi des formules standardisées d'engrais composé, de manière à pouvoir éviter les confusions fréquentes de la part des consommateurs et de faciliter la fabrication (1).

Dans le problème de la confection des engrais composés, le triangle équilatéral peut être encore de grande utilité pour déterminer la possibilité et les quantités à combiner d'engrais simples donnés pour fabriquer tel engrais composé (2).

Il nous sera maintenant facile d'établir les graphiques triangulaires correspondant aux engrais composés du commerce belge figurant aux tableaux IV et V. Au préalable, il y a lieu de totaliser d'abord, pour l'élément azote, les teneurs respectives en azote nitrique, en azote ammoniacal et éventuellement en azote organique et de calculer ensuite, pour chaque composé, les proportions de ses éléments, de telle manière que leur somme soit égale à 10, ce qui constitue l'objet du tableau ci-dessous :

TABLEAU VI

Détermination des teneurs des engrais composés, de manière que la somme des éléments fertilisants soit égale à 10.

Figure 2. — Composés dits « pour la betterave sucrière ».

Types de composés	Teneurs données par le négocié	Teneurs correspondantes du graphique
1	10-10-10	3,33...-3,33...-3,33...
2	4-7-6	2,3-4,2-3,5
3	5-8-7	2,5-4-3,5
4	6-10-8	2,5-4,2-3,3
5	5-10-15	1,7-3,3-5,0
6	5-4-12	2,4-1,9-5,7
7	5-7-3	3,3-4,7-2,0
8	9-6-5	4,5-3-2,5
9	9-5-6	4,5-2,5-3
10	9-6-9	3,7-2,5-3,8
11	10-10-12	3,1-3,1-3,8
12	6-6-6	3,33...-3,33...-3,33...
13	4,5-8-9	2,1-3,7-4,2
14	6-7-6	3,2-3,6-3,2
15	9-6-5	4,5-3-2,5
16	5-8-10	2,1-3,5-4,4
17	5-7-7	2,6-3,7-3,7
18	3-6-7	1,8-3,8-4,4
19	16,5-16,5-21,5	3-3-4
Moyenne : 2,97 N — 3,32 P ₂ O ₅ — 3,71 K ₂ O.		

(1) Firmans E. Bear : « loco cit ».

(2) A. B. Beaumont et H. R. Knudsen : « Computation of No Filler Fertilizer Mixtures ». — « Ind. Eng. Chemistry », 1929, p. 385.

Figure 3. — Composés dits « pour toutes les cultures ».

Types de composés	Teneurs données par le négocié	Teneurs correspondantes du graphique
20	4-5-3	3,3-4,1-2,6
21	2-8-4	1,4-5,7-2,9
22	6-6-6	3,33...-3,33...-3,33...
23	1,5-4-4	1,6-4,2-4,2
24	4,5-8-9	2,1-3,7-4,2
25	7-5-2	5,0-3,6-1,4
26	7-7-7	3,33...-3,33...-3,33...
27	6-6-6	3,33...-3,33...-3,33...
28	6-6-10	2,7-2,7-4,6

Moyenne : 2,93 N — 3,67 P_2O_5 — 3,40 K_2O .

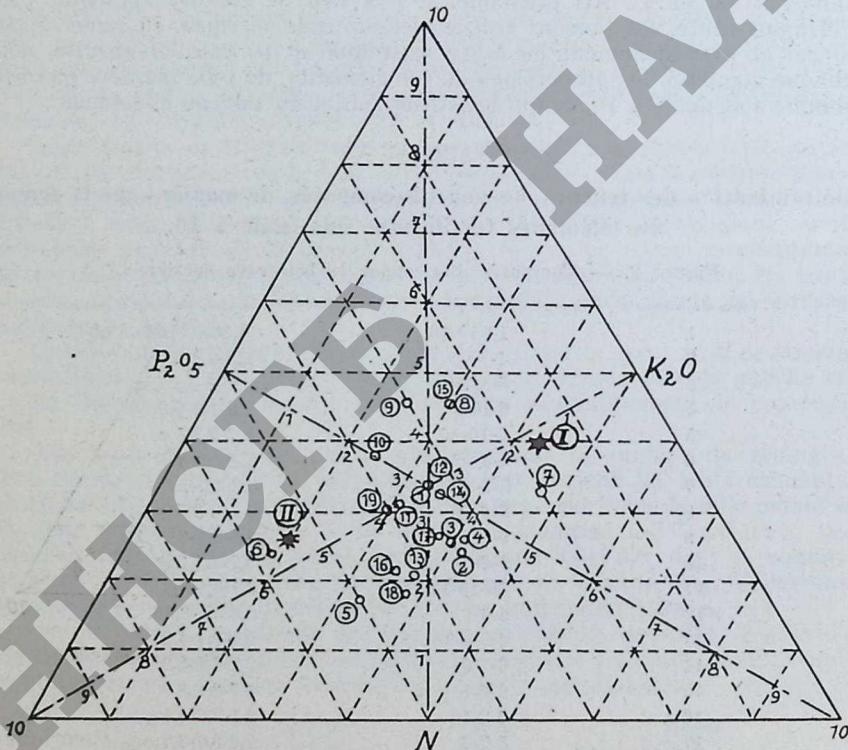


Figure 2. — Graphique triangulaire des engrains composés recommandés par le commerce « pour la betterave sucrière ».

Il est curieux de constater que les composés 1, 12, 22, 26 et 27 présentent les éléments fertilisants réunis dans la même proportion (3,33...-3,33...-3,33...). L'examen de la figure 2 permet de se rendre compte facilement que, à part quelques exceptions, la plupart des engrains composés

dits « pour la betterave sucrière » ont des teneurs en azote, acide phosphorique et potasse, assez voisines les unes des autres. Au contraire, les engrains composés dits « pour toutes les cultures » présentent des écarts de teneur assez grands.

La moyenne générale des teneurs doit être considérée : d'une part, pour la betterave sucrière : 2,97 N — 3,32 P²O₅ — 3,71 K²O ; d'autre part, pour toutes les cultures : 2,93 N — 3,67 P²O₅ — 3,40 K²O. Chose

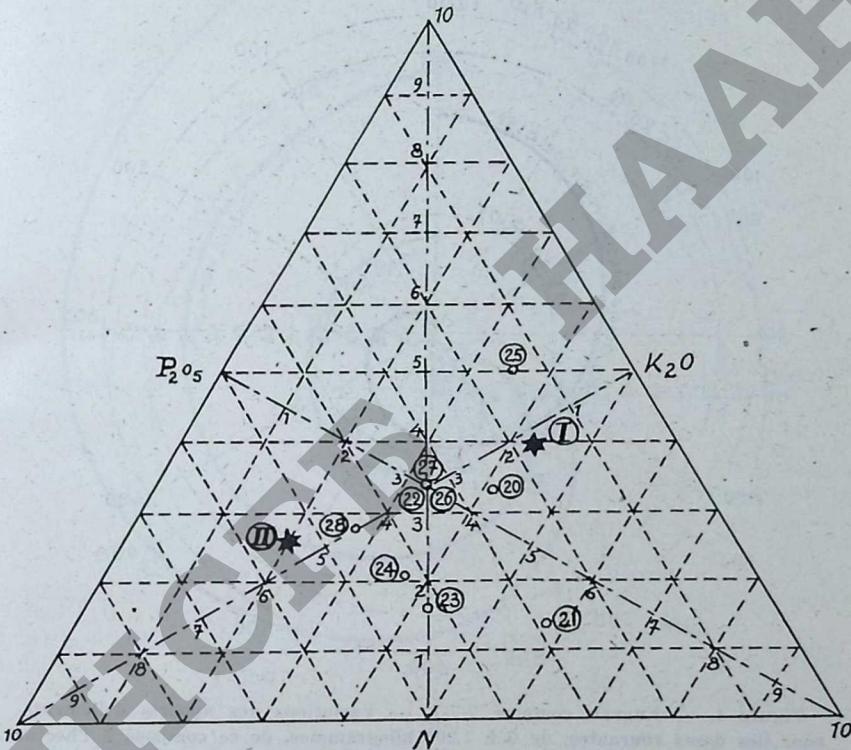


Figure 3. — Graphique triangulaire des engrains composés recommandés par le commerce « pour toutes les cultures ».

curieuse, ces deux formules sont bien voisines, quoique destinées théoriquement à des plantes différentes ; les trois éléments fertilisants figurent en proportions quasi égales. Chose plus étrange encore, la proportion de P²O₅ y est tellement élevée qu'en supposant l'acide phosphorique présent sous forme de superphosphate, on arriverait vite à une dose nocive, pour des doses croissantes de ce composé.

La grande dissemblance apparente des formules du commerce permet évidemment aux vendeurs d'égarer l'esprit du planteur désireux d'établir

des comparaisons de prix entre tel ou tel engrais composé, et, par le fait même, de supprimer la concurrence.

Toutefois, il est permis de se demander si ces divers engrais composés apportent à la betterave les éléments fertilisants en quantités rationnelles.

En terre betteravière normale, à réaction alcaline, après céréales, et en tenant compte de l'apport d'une dose normale de 15.000 à 25.000 kilo-

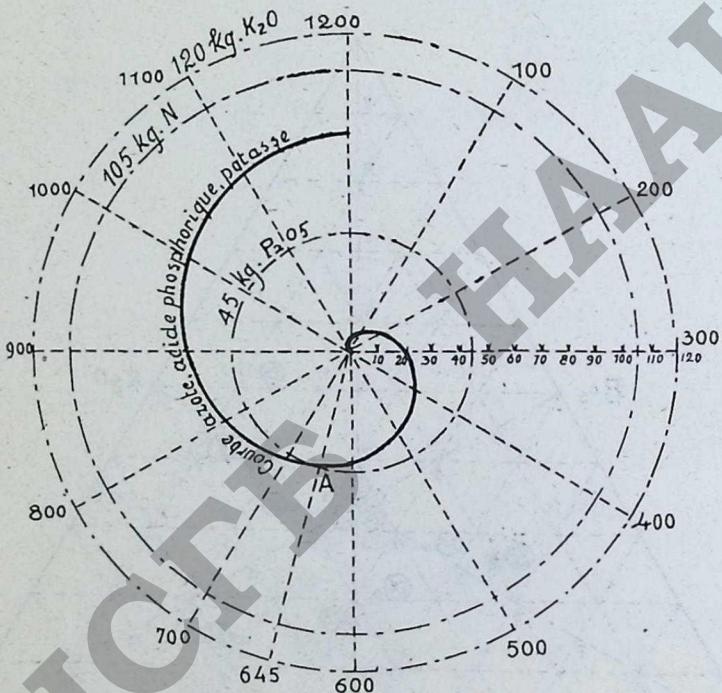


Figure 4. — Engrais composé 7-7-7. — Variations des apports d'éléments pour des doses courantes, de 0 à 1.200 kilogrammes, de ce composé à l'hectare.

Insuffisance d'azote, pour toutes les doses considérées.

Excès d'acide phosphorique, à partir de 645 kilogrammes à l'hectare (A).

Insuffisance de potasse, pour toutes les doses considérées.

grammes de fumier de ferme, voici la fumure minérale à l'hectare que nous avons conseillée avec le plus de succès pour l'obtention d'une récolte normale de 30.000 à 35.000 kilos de racines :

105 kilogrammes d'azote (300 kilogrammes de nitrate à 15 % N + 300 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque à 20 % N) ;

45 kilogrammes d'acide phosphorique (300 kilogrammes de superphosphate à 15 % P₂O₅) ;

120 kilogrammes de potasse (300 kilogrammes de chlorure de potasse à 40 % K²O),
ce qui correspond à la formule :

$$3,9 \text{ N} - 1,7 \text{ P}^{\circ}\text{O}^{\circ} - 4,4 \text{ K}^{\circ}\text{O} \text{ (I).}$$

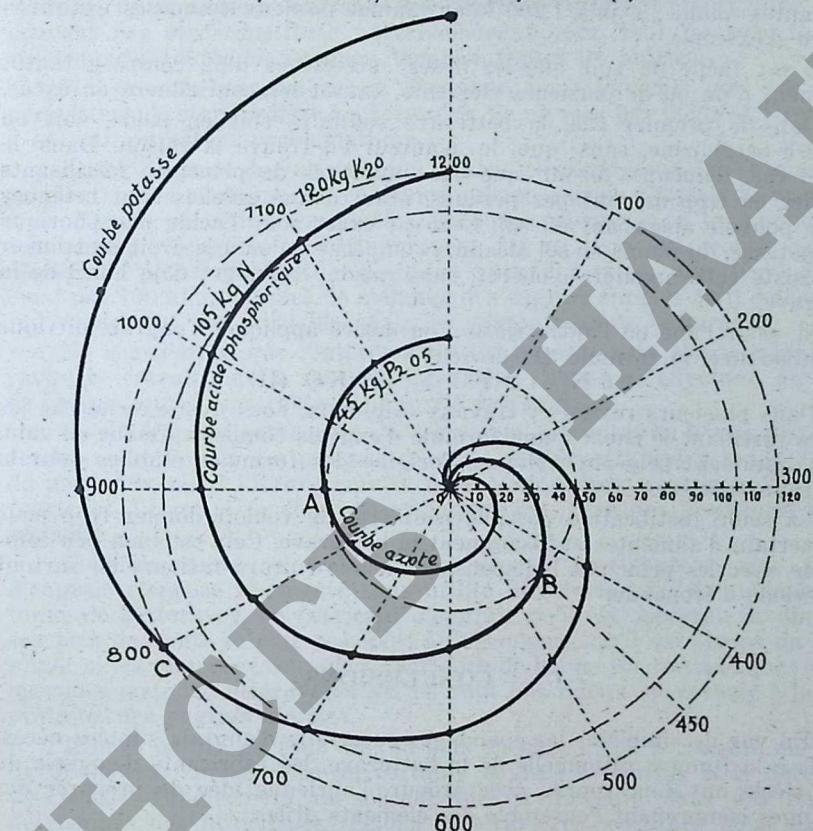


Figure 5. — Engrais composé 5-10-15. — Variations des apports d'éléments pour des doses croissantes, de 0 à 1.200 kilogrammes, de ce composé à l'hectare.

Insuffisance d'azote, pour toutes les doses considérées.

Excès d'acide phosphorique, à partir de 450 kilogrammes à l'hectare (B).

Excès de potasse, à partir de 800 kilogrammes à l'hectare (C).

La comparaison de cette formule avec la formule moyenne de la première partie du tableau VI permet immédiatement de constater, qu'en général, la plupart des composés du commerce présentent une proportion insuffisante d'azote, susceptible cependant d'être complétée par l'application d'engrais nitrique en couverture; une proportion exagérée d'acide phosphorique et, enfin, une proportion insuffisante de potasse.

La répercussion de compositions semblables sur les chiffres théoriques d'une fumure minérale rationnellement composée du type ci-dessus ressort de l'examen des figures 4 et 5 représentant, en coordonnées polaires, les variations successives des apports de N, P²O₅ et K²O pour des doses croissantes allant jusqu'à 1.200 kilogrammes de deux composés examinés à titre d'exemple.

Il est facile de voir que les doses successives d'un composé tantôt manquent d'un ou de plusieurs éléments, tantôt les contiennent en excès.

Dans le premier cas, la betterave souffrira soit en poids, soit en richesse saccharine, sans que le planteur en trouve la raison. Dans le second cas, d'aucuns diront que les quantités de principes fertilisants fournies en trop ne sont pas perdues, étant donné qu'elles sont retenues par le pouvoir absorbant du sol. Ceci est exact pour l'acide phosphorique et la potasse, du moins en sol alcalin. N'empêche qu'on a le droit de trouver fantaisiste cette manière d'obérer, sans raison, le budget déjà lourd de la betterave.

Si, pour l'une ou l'autre raison, on désire appliquer l'engrais nitrique en couverture, la formule (I) devient :

$$2,6 \text{ N} - 2 \text{ P}^2\text{O}_5 - 5,4 \text{ K}^2\text{O} \text{ (II).}$$

Dans plusieurs revues et travaux originaux, nous avons recherché les études justifiant le choix d'une formule d'engrais composé. Ce fut en vain. Alors, comment peut-on expliquer l'origine des formules établies pour la betterave sucrière.

La seule justification possible peut être de vouloir donner trop pour être certain d'alimenter suffisamment la betterave. Cela est bien peu compatible avec les principes indispensables à une culture rationnelle, surtout en période d'économie.

C. — CONCLUSIONS.

En vue de simplifier les épandages successifs d'engrais simples nécessaires à la fumure rationnelle de la betterave, les fabricants d'engrais du XX^e siècle ont donc repris, avec ardeur, l'ancienne idée de préparer des mélanges comprenant l'ensemble des éléments utiles.

Cette préparation peut donner soit, par combinaison, des engrais composés; soit, par mélange, des engrais mélangés.

Au point de vue chimique, les engrais composés, tels le nitrate de potasse, le phosphate biammonique, offrent l'association des éléments la plus intime et la plus homogène.

Cependant, les engrais, dits composés du commerce, sont généralement des engrais mélangés.

Nous devons à la vérité de reconnaître qu'ils présentent parfois certains avantages : ils habituent les planteurs aux fumures complètes; ils évitent les fumures limitées à un ou deux éléments; ils procurent des économies, de sacherie et de transport; ils diminuent le nombre des épandages, des achats et des paiements.

Par contre, leurs inconvénients sont nombreux : les prix sont supérieurs à ceux de la totalité des engrais simples qu'ils contiennent; les analyses de contrôle sont plus nécessaires, plus coûteuses, plus difficiles à obtenir gratuitement; la multiplicité des formules rend l'appréciation difficile; ils apportent souvent des matières inertes sans utilité; ils ne peuvent pas être constitués universellement pour tous les sols, tous les assolements, toutes les époques d'emploi, toutes les années.

Un premier progrès serait d'espérer, pour l'avenir, que des essais permettent de standardiser les formules. Ce ne sera pas facile et l'avantage à en retirer restera problématique.

Aussi, du point de vue pratique, il nous paraît logique de recommander au planteur de ne donner sa confiance qu'aux engrais simples. Si vraiment, il ne dispose pas d'ouvriers dociles et consciencieux, ou si les applications échelonnées d'engrais constituent pour lui un trop gros souci, certains négociants pourront effectuer pour son compte, à raison d'un léger supplément par 100 kilogrammes, le mélange des engrais simples qu'il doit choisir judicieusement, au préalable, pour ses plantations de betteraves.

Ne considérant que l'intérêt financier immédiat du planteur de betteraves, ce travail nous a suscité l'idée, pour l'avenir, d'effectuer, au début de chaque année, une revue du marché des engrais.

Considérant, d'autre part, la technique des engrais, il y a lieu de se rendre compte qu'il y a pas mal de raisons d'opportunité à reprendre sur de nouveaux plans l'interrogatoire du sol, en liaison avec la betterave, le fabricant d'engrais, le chimiste et l'agronome. Bien des problèmes sont à résoudre.

Tout au moins, ce travail aura prouvé au planteur, que l'achat d'engrais composé augmente sans utilité directe le prix de revient de la tonne de betteraves, au fabricant d'engrais qu'il est opportun de diminuer ses prix de vente le plus possible; à l'agronome, qu'il est temps de déterminer si les composés conseillés, peut-être de bonne foi, ont quelques vertus spéciales pour la betterave ou s'il ne vaut pas mieux en revenir à la saine pratique des engrais simples.

Il nous paraît, en tout cas, de plus en plus, qu'on a exagéré en temps de prospérité l'importance de certains engrais à fournir à la betterave. Des essais d'épuisement du sol, effectués à demeure dans des endroits déterminés des principales régions betteravières, pourront nous fixer au bout de quelques années sur les réserves utilisables du sol de ces régions, en acide phosphorique et en potasse. A l'étranger, notamment en Hollande et en Allemagne, plusieurs centaines de champs d'essais de ce genre ont été entrepris pour diverses cultures.

Pour terminer, nous osons espérer que l'Institut de Recherches Betteravières pourra organiser, l'an prochain, un essai comparatif sur betteraves sucrières, d'un engrais composé choisi au hasard parmi les types conseillés du commerce, à mettre en parallèle avec des engrais simples apportant la même quantité d'éléments nutritifs.

Il nous sera ainsi permis de voir un peu plus clair dans cette confusion de formules peu propices à faire progresser la qualité de la betterave et à diminuer son prix de revient.

RÉSUMÉ

Il est nécessaire de composer pour la betterave sucrière la fumure la mieux équilibrée et cela au meilleur prix, autant à cause des grandes quantités d'engrais qu'elle demande que de la gravité de la crise actuelle.

Le grand nombre d'engrais simples et d'engrais composés se trouvant sur le marché, justifie une étude systématique des prix de revient et de l'efficacité de chacun d'eux.

Le choix et l'application des engrais pour la betterave sont d'autant plus importants qu'ils influencent sa production en **quantité** et **qualité**.

En vue de conseiller le planteur avec succès, il est désirable d'effectuer chaque année une revue du marché des engrais avant l'époque de leur application, afin de déterminer ceux qui se recommandent par leur bas prix et d'apprécier les nouveautés.

L'examen des **engrais simples** est facile à effectuer; une diminution de prix des engrais calcaires et potassiques est à souhaiter.

Quant à l'examen des **engrais composés**, il fait apparaître des prix élevés et des combinaisons d'éléments simples souvent incompatibles avec une culture rationnelle. Leur représentation en graphique triangulaire permet de constater des proportions d'éléments bien curieuses, sans qu'aucun essai, véritablement scientifique, puisse les justifier. Quoiqu'on pense, leur emploi présente de nombreux inconvénients, dont le moindre n'est pas une restitution tantôt exagérée, tantôt insuffisante d'un ou plusieurs éléments.

Bien des problèmes sont encore à résoudre dans le choix et l'application des engrais pour la betterave. Voici les essais qui nous paraissent les plus opportuns: déterminer la meilleure formule d'emploi des engrais azotés; effectuer des essais d'épuisement du sol; mettre en comparaison un engrais composé donné avec les différents engrais simples apportant la même quantité d'éléments nutritifs.

Ce sera, toutefois, la moyenne d'une série d'années, de caractère météorologique différent, qui conférera à ces essais une valeur de sécurité.

SAMENVATTING

Het is noodig voor de cultuur van de suikerbiet, de bemesting die het best geëigend is voor een bepaalde grond en tevens het goedkoopst is te vinden, té meer daar men door de ernst van den tegenwoordigen crisis genoodzaakt is bij het gebruik van grote hoeveelheden kunstmest dit nauwkeurig te berekenen.

Het groote aantal van eenvoudige en van samengestelde kunstmeststoffen, dat zich op de markt bevindt, rechtvaardigt een systematische studie van de prijzen in verband met hun uitwerking.

De keuze en de toepassing van de kunstmest voor de bieten is des te meer van belang omdat deze de opbrengst in kwantiteit en in kwaliteit beïnvloedt.

Om de bietenverbouwer met succes te raden, is het wenschelijk een lijst samen te stellen van de prijzen van de kunstmeststoffen vóór dat deze worden toegepast, ten einde uit te kunnen maken welke kunstmeststoffen aan te bevelen zijn door hun lage prijzen en de nieuwe kunstmeststoffen die op de markt zijn verschenen te kunnen waardeeren.

Het onderzoek van de eenvoudige meststoffen is gemakkelijk uit te voeren; een vermindering van de kalkhoudende en kalihoudende meststoffen is gewenscht.

Wat betreft het onderzoek van de samengestelde meststoffen komt het ons voor dat er geen verband bestaat tusschen de hooge prijs en de samenstelling uit eenvoudige kunstmeststoffen en een rationneele cultuur van de suikerbiet.

Hun grafische voorstelling met eenen driehoek laat de verhoudingen tusschen de eenvoudige meststoffen zien, waarbij groote eigenaardigheden te voorschijn komen, echter missen deze verhoudingen een wetenschappelijke basis.

Wat men daarover moge denken, hun gebruik heeft verschillende nadeelen, waarvan de voornaamste is dat men zeldzaam de juiste verhouding van de kunstmeststoffen voor een bepaald land krijgt, of men heeft te veel van de eene of te weinig van de andere.

Om de keuze en de toepassing van de kunstmeststoffen voor de suikerbietencultuur te bepalen, stellen wij ons voor de noodige proeven te verrichten. De voornaamste problemen welke voor deze oplossing in aanmerking komen zijn: het vinden van de beste formule voor het gebruik van de stikstofhoudende kunstmeststoffen; de bepaling van de uitputting van den grond; samengestelde kunstmeststoffen vergeleken met de eenvoudige kunstmeststoffen waaruit deze bestaat.

In ieder geval moeten wij over verscheidene jaren met hunne verschillende weersomstandigheden werken om de waarde van onze proeven te verhogen.

L. DECOUX,

*Ingénieur agronome principal
de l'Institut de Recherches Betteravières.*

PUBLICATIONS
de
L'INSTITUT BELGE POUR L'AMÉLIORATION
DE LA BETTERAVE
Tirlemont-Belgique
—
MARS 1933

In Memoriam Julien BERGÉ (1876 - 1933)

**Conclusions de la III^{me} Assemblée
de l'Institut International
de Recherches Betteravières**

**LE MARCHÉ DES ENGRAIS
AU PRINTEMPS 1933**

par
L. DECOUX
Ingénieur principal de l'Institut

L'UTILISATION DU SUCRE BRUT DÉNATURÉ

par
L. DECOUX
Ingénieur principal de l'Institut

No 2 — 1933



BRUXELLES
Imprimerie J. COLASSIN & Co
Rue du Borgval, 18

1933

CONSEIL D'ADMINISTRATION
de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave

MM. Lucien BEAUDUIN, Président du Conseil d'Administration;

Julien BERGE, Administrateur-délégué;

Paul DESCAMPS, Administrateur;

Jules DUBOIS, »

Georges MULLIE, »

Jules NAVÉAU, »

Ernest OURY, »

Victor PAREIN, »

Augustin ROBERTI, »

Jean WITTOUCK, »

CONSEIL SCIENTIFIQUE DE PATRONAGE

de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave

MM. le Chanoine Philibert BIOURGE, Professeur de phytopathologie et de microbiologie à l'Institut Agronomique de Louvain.

l'Abbé Henri COLIN, Professeur de chimie végétale à l'Université catholique de Paris.

Franz BAERTS, Docteur en sciences chimiques, à Tirlemont.

Emmanuel DUMOIT de CHASSART, Ingénieur agronome, à Chassart.

Lucien HAUMAN, Professeur de botanique à l'Université Libre de Bruxelles.

Constant JOURNEE, Directeur de la Station de sélection à l'Institut Agronomique de Gembloux.

Emile MARCHAL, Directeur de la Station de phytopathologie à l'Institut Agronomique de Gembloux.

Raoul MAYNE, Directeur de la Station d'entomologie à l'Institut Agronomique de Gembloux.

Georges SEMAL, Ingénieur agronome, à Donstiennes.

Albert SENY, Ingénieur des mines, à Bertrée.

Germain VERPLANCKE, Professeur de botanique à l'Institut Agronomique de Gand.



JULIEN BERGÉ

1876 - 1933

*Administrateur-Délégué
de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave*

*Fondateur
de l'Institut International de Recherches Betteravières*

la classe ouvrière de la ville. C'est pourquoi, il accepta de devenir Président de la Commission d'Assistance Publique, Président de la société ouvrière « Help-U-Zelve », Administrateur de la Société de Prêts pour Habitations à Bon-Marché. Dans toutes ces fonctions, il apporta les qualités admirables de son grand cœur.

» Le jeune Julien Bergé, à 4 ans, prenait le chemin de l'école primaire. Dès le premier jour, il donne la certitude que ses études seront brillantes; au Collège communal de Tirlemont, où il fait toutes ses études moyennes, il remporte les premières places et brille dans les concours généraux. Il entre à l'Université de Bruxelles et s'inscrit à la Faculté des Sciences Physiques et Mathématiques.

» Ses études étaient particulièrement remarquables et, à chaque examen, il emportait la plus grande distinction, cependant que, soucieux d'éviter à ses parents des sacrifices trop grands, le jeune Bergé rentrait tous les soirs à Tirlemont pour reprendre presque tous les jours le train à 5 heures du matin. Sa première pensée avait été de devenir professeur. Nommé docteur, on lui propose d'ailleurs de rester à l'Université et d'y faire sa carrière. Je connaissais le jeune homme, je lui demande s'il ne serait pas préférable qu'il entrât dans l'industrie; il hésitait; je le présente alors à Victor Beauduin qui, l'ayant écouté, me dit aussitôt : « Il y a une telle clarté dans l'exposé » de ses idées, que nous devons absolument l'attacher à la » Raffinerie. » Il fut décidé alors, avec M. Raeymackers, de lui faire compléter ses études de chimie à l'Université de Liège. Là, il reste 2 ans et, en 1898, il entre définitivement à la Raffinerie; il avait alors 22 ans. Au laboratoire, sous les ordres de M. Bertrand, il reçoit la mission d'étudier spécialement le procédé d'électrolyse des jus que la Raffinerie se propose d'acquérir aux usines Say de Paris. Il se révèle là chercheur méthodique, précis et patient. Ses conclusions sont défavorables à l'application industrielle du procédé. Il étudie alors le procédé de diffusion Steffen; cette étude l'attache à la diffusion et il reste persuadé que le dernier mot n'est pas dit en cette matière. Il devient le collaborateur de MM. Steffen et Raeymaeckers et met au point le procédé de séparation du sucre des mélasses installé aux usines de Roumanie.

» Ses études le mettent en rapport avec des hommes de premier ordre du monde scientifique et créent sa réputation d'homme de science et de travailleur remarquable. Il étudie avec M. Kestner l'évaporation sous pression; sous son inspiration, la première évaporation complète sous pression est installée à Tirlemont.

» En 1903, il devient chef de fabrication à la Raffinerie. Il voyage dans tous les pays, visite toutes les raffineries importantes de l'Europe et d'Amérique, tous les instituts scientifiques.

» En 1914, il est nommé directeur de la Raffinerie Tirlemontoise, poste qu'il partagera avec M. Bertrand. Mais la guerre vient rompre l'activité industrielle et nous force au repos. Profondément attaché à son pays, à sa ville, pouvait-il rester inactif ? Non, n'est-ce pas !

» Parmi ses hauts faits d'alors, je ne veux en rappeler qu'un seul où il fit preuve d'une hardiesse, d'un sang froid, d'une volonté remarquable. C'est l'évasion de Dom Lambert Beauduin, poursuivi par la police allemande, comme chef d'une organisation d'espionnage et de « passage de soldats ».

» La guerre finie, il reprend son activité industrielle avec le même enthousiasme. L'industrie doit être modernisée, la concurrence a fait des progrès là où elle a pu se développer. Un vaste champ d'activité s'offre à lui. Il faut travailler économiquement et profiter des années de prospérité qui suivent la guerre, pour outiller les établissements qui sont devenus dépendants de la Raffinerie Tirlemontoise. Pour suffire à la besogne, il crée autour de lui un noyau de jeunes ingénieurs et docteurs en sciences et, répondant à une pensée qui a toujours guidé les chefs de la Tirlemontoise, il prépare l'avenir en choisissant parmi eux ceux qui devront un jour assurer la continuation de l'œuvre et l'avenir de nos établissements.

» Laissez-moi rappeler ici les transformations de nos usines de Wanze ; ses études sur la vapeur et le charbon qui ont abouti à l'établissement d'une chaufferie modèle à Tirlemont ; sa collaboration avec M. Raeymaeckers en Roumanie et Bulgarie, en Italie, en France ; ses travaux sur la carbonatation des jus ; sa participation si remarquable au Congrès de Chimie de Liège ; sa hardie entreprise de la « Critique Belge ».

» En 1924, il est nommé directeur général de la Raffinerie Tirlemontoise. Son activité s'élargit, il entre dans le domaine de l'Administration, il va s'intéresser aux questions administratives et commerciales. N'est-il pas destiné à reprendre un jour toute l'administration de la Raffinerie ? Il devient ainsi un membre actif de tous les groupements de l'industrie sucrière belge qui s'occupent des intérêts corporatifs des fabricants de sucre. A la Société Générale des Fabricants de Sucre, à la Société Technique de Sucrerie, à la Coopérative des Fabricants de Sucre, aux Groupements Professionnels, partout, il est écouté avec attention et ses avis sont suivis. Voyant les progrès que réalise la canne à sucre, dont la richesse ne fait que croître et qui semble devenir menaçante pour la betterave, il veut étudier scientifiquement l'amélioration de celle-ci et il crée un Institut de la Betterave ; il va plus loin, il veut profiter de l'expérience déjà acquise en cette matière, il réunit en un groupement international tous les Instituts européens et américains qui étudient cette question et, aidé de tous les savants du monde sucrier, il veut arriver au but qu'il poursuit. Comme il connaît admirable-

ment toutes les langues, il devient mon collaborateur au Conseil International des Sucres.

» Les dernières années de sa vie précipitent son activité, devenue presque fébrile, comme s'il se doutait que ses jours sont comptés. Débarrassé de la direction effective de l'usine, qu'il laisse aux mains plus jeunes qui doivent acquérir l'expérience, il s'occupe plus spécialement de deux questions qui le classent définitivement parmi les hommes les plus remarquables de l'industrie sucrière : le turbinage des sucre à grande vitesse et la diffusion continue.

» M. Bergé consacre à ces deux problèmes les admirables qualités de sa grande intelligence, activité, méthode, observation, précision. Sans jamais se lasser, avec une volonté de tout instant, il veut arriver au but que ses études lui ont indiqué et ce but, il l'a atteint. Quelles admirables leçons d'énergie, de volonté, d'enthousiasme il a données à tout le personnel technique de la Raffinerie Tirlemontoise. Toute l'industrie sucrière dans le monde entier, les universités, les laboratoires, tous les savants suivent les travaux de M. Bergé. Il met la Raffinerie Tirlemontoise à la tête de tous les progrès qui se sont réalisés ces derniers temps dans l'industrie sucrière.

» C'est à ce moment que M. Bergé est frappé d'un mal qui doit l'emporter. Il luttera, il lutte jusqu'au dernier moment, mais il sait qu'il y a du danger et il veut envisager la situation avec calme.

» Dans de longs entretiens que j'ai eus avec lui à Tirlemont, avant son départ pour Bruges, il me dit : « J'ai pleine confiance dans les docteurs qui me soignent, mais je veux avec vous examiner la situation de la Raffinerie Tirlemontoise et de nos affaires, comme si je ne devais pas revenir. »

» Une à une, toutes les questions qui restent en suspens, sont passées en revue, y compris sa succession dans les affaires comme s'il ne s'agissait pas de lui.

» Je suis allé le revoir à Bruges, la veille de son opération. Il me dit sa confiance, l'admiration qu'il a pour ses docteurs, pour ses infirmières. « Je vais à l'opération », me dit-il, « dans les meilleures conditions physiques et morales. »

» Hélas ! ni cette volonté admirable, ni la science des hommes qui le soignaient avec tant de dévouement et de cœur, ni l'affection si tendre de celle qui partageait sa vie, ni les caresses si douces de ses enfants, ni notre admiration et notre grande sympathie, n'ont pu détourner de lui le coup fatal qui le menaçait. Epuisé, il s'est doucement éteint à l'âge de 57 ans.

» C'est un grand homme de cœur qui meurt. C'est une grande intelligence qui s'éteint. C'est un grand savant que le pays perd. C'est un chef éminent que perd la Raffinerie Tirlemontoise. C'est, pour moi, la perte douloureuse d'un ami et d'un collaborateur de tous les jours pendant près de 35 ans passés

dans l'entente la plus cordiale, sans que jamais nous ne nous soyons quittés avec un sentiment de désaccord.

» Au nom de la Raffinerie Tirlemontoise, de son Conseil d'Administration, de ses dirigeants, de ses employés, de ses ouvriers, au nom de l'Industrie Sucrière belge, du Conseil International des Sucres et de la Fédération des Instituts de la Betterave, au nom de tous ceux qui l'ont connu et qui l'ont aimé — car on ne pouvait le connaître sans l'aimer — je lui dis avec une profonde émotion : « ADIEU ».

» Je prie Madame Bergé et sa famille d'agrérer l'expression de nos sentiments émus, et j'émets l'espoir que mes paroles et la peine de ses amis leur apporteront un peu de consolation dans leur douleur. »

* * *

Feu Julien Bergé était :

Président du Conseil d'Administration de la S. A. de la Sucrerie de Warneton, à Furnes, et de la S. A. des Sucreries du Hainaut, à Grandglise;

Administrateur-délégué de la S. A. la Citrique Belge, à Tirlemont;

Administrateur-délégué de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave;

Administrateur de la Société Générale des Sucreries et Raffineries en Roumanie; de la S. A. de la Sucrerie et Raffinerie de Pontelongo; des Sucreries et Raffineries de et à Roustchouk; des Sucreries et Raffineries d'Erstein (Alsace); de la Sucrerie de Barry-Maulde, à Barry; de la S. A. les Produits Organiques, de la S. A. des Ateliers Gilain et de la S. A. Habitations à Bon-Marché « La Fraternité », à Tirlemont;

Commissaire de la Société d'Etudes et de Construction Sucrières, à Liège.

Il était :

Président de la Commission de Chimie appliquée au Fonds National de la Recherche Scientifique;

Président de l'Institut International de Recherches Betteravières;

Vice-président de la Société de Chimie de Belgique.

Il était :

Chevalier de l'Ordre de Léopold;

Chevalier de l'Ordre de la Couronne;

Chevalier de l'Ordre de Léopold II avec Rayure d'or.

* * *

L'« Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave » présente à Madame Veuve Bergé et à ses enfants ses condoléances très émues.

CONCLUSIONS DE LA III^e ASSEMBLÉE DE L'INSTITUT INTERNATIONAL DE RECHERCHES BETTERAVIÈRES (I. I. R. B.).

réunie à Bruxelles les 16, 17 et 18 janvier 1933 (1).

La III^e Assemblée de l'Institut International de Recherches betteravières, composée des délégués des Instituts Sucriers des divers pays européens, d'un certain nombre d'importantes maisons de sélection de graines de betteraves, ainsi que de quelques savants spécialisés dans l'étude de la betterave sucrière, s'est réunie à Bruxelles, du 16 au 18 janvier 1933, sur l'initiative de M. Bergé, Président des I^e et II^e Assemblées de l'I. I. R. B. et Administrateur-Délégué de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave, sous la présidence d'honneur de M. Lucien Beauduin, Président de la Société Générale des Fabricants de Sucre de Belgique, et la présidence effective de M. Van Ginneken, Directeur de l'Institut Sucrier de Hollande, remplaçant M. Bergé, souffrant.

* * *

Répondant aux vœux et aux conclusions de l'assemblée de l'année précédente, une vingtaine de communications ont été présentées, se rapportant aux questions suivantes :

Les maladies et ennemis de la betterave (MM. Marchal, Mayné, Munerati et Miss Esau) ;

Les betteraves sauvages et les betteraves hybrides (MM. Colin et Tjebbes) ;

La montée en graines de la betterave (M. Munerati et Miss Esau) ;

La loi de Mitscherlich (M. Willcox) ;

Le nombre optimum de plants par hectare (M. Cederborg) ;

L'étude de la graine de la betterave (MM. Saillard, Stehlik et Desprez) ;

L'étude des moyens d'appréciation spéciaux des variétés de betteraves (MM. Tjebbes, Dedek, Van Heel, Schneider, Wimmer et Munerati) ;

(1) Crée en 1931, sur l'initiative de feu M. Bergé, Administrateur-délégué de l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave, l'Institut International de Recherches Betteravières a tenu deux assemblées successives à Bruxelles, d'abord le 5 octobre 1931, puis les 4 et 5 janvier 1932, sous la présidence de M. Bergé. — « Sucrerie Belge », 1931-32, pp. 64 et 184.

- L'étude de l'unification des méthodes d'organisation et de contrôle des champs d'essais (M. Decoux) ;

L'organisation d'essais internationaux (M. Decoux) ;

L'étude de la betterave d'hiver (M. Bauer).

* * *

Des discussions du plus haut intérêt ont suivi ces communications et ont abouti à l'adoption des conclusions suivantes :

La III^e Assemblée de l'I. I. R. B. DECIDE :

1^o De continuer la collaboration confiante inaugurée à l'assemblée de 1931, consacrée en 1932 et 1933 ;

2^o D'organiser, au cours de l'année 1933 et des années suivantes, un essai international dans les divers pays représentés, en vue de l'étude de l'influence des conditions climatiques sur la betterave, cela suivant une méthode uniforme d'organisation et de contrôle des champs d'essais, mise au point au cours de leur assemblée ;

3^o De prier l'Association Internationale des Stations de Contrôle de Semences, dirigée par M. Dorph Petersen, à Copenhague, étant donné la diversité des résultats auxquels conduisent les méthodes actuelles d'analyse des glomérules de betteraves, de faire adopter une méthode conventionnelle précise, par les différentes stations de contrôle intéressée, et de mettre en accord les coefficients utilisés pour déterminer l'humidité, la pureté et le pouvoir germinatif des graines de betteraves ;

4^o De charger l'Institut betteravier belge de l'organisation d'une enquête internationale sur l'apparition et les moyens de lutte utilisés contre la mouche de la betterave (Pegomya Hyosciami Pz) ;

5^o De tenir la prochaine réunion à Bruxelles, les 8, 9, 10 janvier 1934 ;

6^o De prier la délégation belge de continuer à communiquer aux différents membres tous les renseignements et travaux reçus soit de la part des membres, soit de la part des chercheurs indépendants, dont l'initiative en la matière est souhaitée.

* * *

EMET LES VŒUX SUIVANTS :

1^o De voir continuer les études engagées sur les différents types de betteraves sauvages, avec tous leurs caractères, existant dans les différentes régions du monde et fait appel, à ce sujet, au concours scientifique des différentes institutions officielles et des observateurs bénévoles des habitats naturels de la Betterave Sauvage ;

2^o Que la recherche des lois de l'hérédité de la betterave sucrière soit continuée, en observant la descendance d'hybridations rigoureusement effectuées, quant à tous ses caractères morphologiques et chimiques ;

3^o Que des essais soient effectués pour déterminer l'influence sur le rendement en poids et en sucre des différents facteurs de végétation précisés par la loi de Mitscherlich et notamment de l'eau, soit par l'irrigation, soit par l'arrosage ;

4^o Que des essais fixent l'importance à attribuer à la grosseur des glomérule des betteraves;

5^o Qu'une étude spéciale soit faite de l'influence de la réaction du sol (Ph) et du nombre de plants par hectare sur la production betteravière;

6^o Que la maladie de la cercosporiose (cercospora beticola) soit l'objet d'observations nouvelles dans les pays attaqués par ce parasite, quant aux conditions nécessaires à son éclosion et aux moyens de prévenir son apparition;

7^o Que les recherches concernant l'étude de la betterave d'hiver soient poursuivies.

CONVIENT :

En vue de préparer la prochaine conférence, d'adresser à la délégation belge, avant le 1^{er} mai 1933, les propositions de sujets généraux à traiter.

Le président de l'I. I. R. B. décidera alors les points spéciaux à traiter à la prochaine conférence et en fera la communication aux membres aussitôt que possible.

Participaient à la réunion les membres suivants, présentés par pays classés par ordre alphabétique :

POUR L'ALLEMAGNE :

MM. SCHNEIDER, Génétiste de la Maison de sélection de et à Klein-Wanzleben;

NOELDECHEN, Génétiste de la Maison de sélection de et à Delitzsch;

KAPPERT, Directeur de l'Institut de Génétique de l'Ecole Supérieure d'Agriculture, à Bertin-Dalhem;

CLAUS, Génétiste de la Maison de sélection Dippe frères, à Quedlinburg.

POUR LE DANEMARK :

MM. Viggo LUND, Sélectionneur de l'industrie sucrière danoise (Danish Sugar Factories Ltd), Pr. O. Ulslev Ulriksdal, Copenhague;

BONDORFF, Directeur du laboratoire agronomique de l'Etat danois à Lyngby.

POUR L'ESPAGNE :

M. BERG, Délégué de l'« Ebro Compania de Azucares y Alcoholes », à Saragosse.

POUR LA FRANCE :

MM. COLIN, Professeur de Chimie végétale à l'Institut Catholique, 21, rue d'Assas, Paris (6^e);

SAILLARD, Directeur du Laboratoire du Comité Central des Fabricants de Sucre de France, 34, rue du Louvre, à Paris;

SCHRIBAUX, Directeur du Laboratoire des Essais de Semences du Ministère de l'Agriculture, 140bis, rue de Rennes, Paris;

DESPREZ, Sélectionneur des graines de betteraves, à Capelle (Nord).

POUR LA HOLLANDE :

- MM. VAN GINNEKEN, Directeur de l'Institut Betteravier Néerlandais de Bergen-op-Zoom et Président effectif de l'I. I. R. B. ;
DE HAAN, Agronome principal de l'Institut Betteravier Néerlandais de Bergen-op-Zoom ;
VAN HEEL, Directeur de la Maison de sélection de graines de betteraves Kühn, à Naarden ;
ODMANN, Directeur de la N. V. Hollandsche en Zweedsche Mij, Sarphatistraat, 9, Amsterdam.

POUR LA HONGRIE :

- M. BAUER, Directeur honoraire de sucrerie, Hold utca, 21, à Budapest V.

POUR LA POLOGNE :

- MM. KOSTECKI, Directeur de la Station Centrale semencière de l'Union des Associations agricoles polonaises, Vice-président de l'Association polonaise des sélectionneurs, Délégué de l'Institut de l'industrie sucrière polonaise, Hoza 25. M 7, à Varsovie ;
JANASZ, Directeur de la Station de sélection Janasz, Kopernicka, 23, à Varsovie ;
BUSZCZYNSKI, Directeur de la Station de sélection Buszczynski, Marowicka, 1, à Varsovie.

POUR LA SUEDE :

- MM. TJEBBES, Génétiste de la Svenska Sockerfabriks, à Landskrona ;
CEDERBORG, Directeur du Laboratoire d'analyse des terres de et à Staffanstorp.

POUR LA BELGIQUE :

- MM. BEAUDUIN, Lucien, Président de la Société Générale des Fabricants de Sucre de Belgique et Président honoraire de l'I. I. R. B., 38, rue Saint-Bernard, à Bruxelles ;
MARCHAL, Directeur de la Station de Phytopathologie de Gembloux ;
JOURNEE, Directeur de la Station de Sélection de et à Gembloux ;
VERPLANCKE, Professeur de botanique à l'Université de Gand ;
MAYNE, Directeur de la Station d'Entomologie de Gembloux ;
ICKX, Secrétaire de la Société Générale des Fabricants de Sucre de Belgique, 133, chaussée de Charleroi, à Bruxelles ;
DECOUX, Ingénieur principal de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave et Secrétaire général de l'I. I. R. B., 53, rue du Moulin, à Tirlemont ;
CARTEL, Secrétaire de l'I. I. R. B., idem ;
VANDERWAEREN, Ingénieur agronome adjoint de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave, idem ;
ROLAND, Ingénieur agronome, idem.

LE MARCHÉ DES ENGRAIS AU PRINTEMPS 1933

par L. DECOUX, Ingénieur principal de l'Institut.

Nous nous proposons d'examiner comment s'est présenté le marché des engrais vis-à-vis du planter de betterave, pour les livraisons du printemps 1933, dans le seul but de permettre à ce dernier de régler ses achats le plus économiquement possible.

Successivement, nous passerons en revue : les engrais simples et les engrais composés.

§ 1. — LES ENGRAIS SIMPLES.

Afin de pouvoir comparer les différents types d'engrais simples, livrables au début de mars, nous les considérerons tous, sauf indication contraire, comme fournis, brut pour net, franco toute gare belge de grand réseau (en ajoutant 5 francs de port moyen par 100 kilogrammes pour les cotations départ), sacs perdus (en ajoutant 3 francs par 100 kilogrammes pour les cotations en vrac et fr. 5,25 pour les sels de potasse), cela pour des livraisons de gros, par 10.000 kilogrammes (en soustrayant 2 francs des cotations de détail), sous la garantie du dosage indiqué, contrôlable par l'analyse gratuite des laboratoires de l'Etat, paiement comptant, les diverses taxes forfaitaire, de transmission et de facture non comprises.

Sur ces bases, les principaux engrais simples se présentent comme suit, tant en valeur absolue qu'en valeur relative de l'élément principal qu'ils renferment, soit l'azote (N), soit l'acide phosphorique (P₂O₅), soit la potasse (K₂O), soit la chaux (Ca O), comparés à leurs cotations de l'année précédente :

Tableau I. — LES ENGRAIS SIMPLES.

A. — ENGRAIS AZOTES.

a) Engrais azotés nitriques.

1. Nitrate de soude du Chili moulu, 15,5 % d'azote nitrique
2. Nitrate de soude de synthèse, granulé, 16 % d'azote nitrique.
3. Nitrate de chaux I. G., 15,5 % d'azote, dont 1 % azote ammoniacal et 14,5 % azote nitrique
4. Nitrate sodico-potassique, titrant 15 % d'azote nitrique et 18 % de potasse

b) Engrais azotés ammoniacaux.

5. Sulfate d'ammoniaque ordinaire en poudre, de cokerie, dit comptoir, 20 % d'azote ammoniacal
6. Sulfate d'ammoniaque synthétique neutre, granulé ou cristallisé, 20-21 % d'azote ammoniacal
7. Chlorure d'ammoniaque, dit Chlorammon, à 24 % d'azote ammoniacal
8. Chlorure d'ammoniaque, dit calci ammon, à 20 % d'azote ammoniacal
9. Carbonatation, sulfate d'ammoniaque à 15,5-16,5 % d'azote ammoniacal

	Prix aux 100 kg. (franco, en sacs, par 10.000 kg. en francs belges)		Prix de revient du kilogramme de matière fertilisante en francs belges		le kg. d'azote (N) nitrique.
	1933	1932	1933	1932	
115,—	136,—	7,41	8,77		
109,—	128,50	6,80	8,03		
98,—	108,—	6,47	7,17		
137,50	—	6,37	—		
82,—	81,60	4,10	4,08		
83,50	84,—	4,07	—		
99,—	98,—	4,12	3,92		le kg. d'azote (N) ammoniacal.
83,50	—	4,17	—		
77,50	—	4,84	—		

	Prix aux 100 kg. (franco, en sacs, par 10,000 kg. en francs belges)		Prix de revient du kilogramme de matière fertilisante en francs belges	
	1933	1932	1933	1932
c) Engrais azotés mixtes.				
10. Nitrate d'ammoniaque agricole S. B. A., 15,5 % azote mixte, dont 7,75 % azote nitrique et 7,75 % azote ammoniacal . . .	83,—	84,50	5,35	5,45
11. Nitrochaux U. C. B. pulvérulent, à 15,5 % azote idem	81,50	—	5,25	5,45
12. Nitrochaux U. C. B. granulé, id.	86,—	—	5,54	—
13. Nitrophosphorite (nitrate d'ammoniaque phosphaté polonais), à 15,5 % azote idem	80,—	84,50	5,16	5,45
14. Sulfonitrate d'ammoniaque (Leuna Salpeter), 26 % d'azote mixte, dont 6,5 % azote nitrique et 19,5 % azote ammoniacal	113,—	131,—	4,34	5,04
d) Engrais azotés amidiques.				
15. Cyanamide à 17 % d'azote amidique	75,50	76,—	4,44	4,47
e) Engrais azotés organiques.				
16. Déchets de laine, 3 à 12 % d'azote organique, soit pour 10 % N . .	32,50	32,50	3,25	3,25
17. Poudro, en vrac, rendu (1)	3,02	3,02	5,31	5,31
B. — ENGRAIS PHOSPHATES.				
a) Acide phosphorique soluble dans l'eau.				
1. Superphosphate belge, 14 à 18 % de P ₂ O ₅ , soit pour 16 % P ₂ O ₅ . .	31,12	30,—	1,95	1,88
2. Superphosphate concentré, 45-50 % de P ₂ O ₅	118,75	—	2,50	—
b) Acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque alcalin.				
3. Phosphate désagrégié Supra A, de 20 à 23 % P ₂ O ₅	46,23	54,50	2,15	2,53
4. Phosphate désagrégié Supra A, de 28 à 32 % P ₂ O ₅	65,—	—	2,16	—
5. Phosphate précipité bicalcique, dit Fertiphos, de 38 à 42 % P ₂ O ₅ . .	90,—	80,—	2,25	2,—
6. Phosphate ammoniaco-magnésien, titrant 18 % P ₂ O ₅ , 3 à 4 % d'N ammoniacal et 10 % de magnésie	77,50	—	3,32	—
c) Acide phosphorique soluble dans l'acide citrique.				
7. Scories de déphosphoration Thomas mouillées, de 14 à 18 % P ₂ O ₅ , 75 % finesse, soit pour 16 % . .	32,—	25,60	2,—	1,60

(1) Le poudro contient, en moyenne, 0,5 % N total, dont 0,15 % N ammoniacal, 0,45 % N organique; 0,6 % P₂O₅, dont 0,2 soluble dans le citrate d'ammoniaque; 0,3 % de K₂O.

	Prix aux 100 kg. franco, en sacs, par 10 000 kg. en francs belges)		Prix de revient du kilogramme de matière fertilisante en francs belges	
	1933	1932	1933	1932
C. — ENGRAIS POTASSIQUES.				
a) Sels bruts de potasse.				
1) Sylvinité-kaïnite à 14 % de potasse pure soluble dans l'eau . . .	34,75	35,50	2,48	2,53
2. Sel de potasse à 20 %, idem . . .	46,25	48,—	2,31	2,40
b) Sels concentrés de potasse.				
3. Chlorure de potasse à 40 %, idem.	87,50	95,25	2,18	2,38
4. Chlorure de potasse à 50 %, idem.	118,—	126,25	2,36	2,52
5. Sulfate de potasse à 48 %, idem.	143,50	158,50	2,98	3,30
6. Sulfate double de potasse et de magnésie à 26 %, idem. . . .	93,—	101,—	3,57	3,88
D. — ENGRAIS CALCAIRES (1).				
a) A base de chaux (Ca O).				
1. Chaux choisie pour l'agriculture à 60-70 % de chaux	8,16	8,20	0,125	0,126
2. Chaux éteinte et en poudre à 40-60 %, idem	8,86	14,—	0,177	0,280
b) A base de carbonate de chaux (Ca CO ₃).				
3. Cendrées de chaux à 10-30 % de Ca O (teneur variable et incertaine)	3,31	3,30	0,165	0,165
4. Carbonate de chaux, dit Tuffeau calcaire, à 94 % de Ca CO ₃ , en sacs, soit 47 %, idem.	6,06	—	0,128	—
5. Ecumes de sucrerie à 25-35 % de Ca O	2,20	2,20	0,073	0,073
6. Fertilisant G. P. à 50-55 % de Ca O, en sacs	8,56	—	0,163	—
7. Amendement phospho-calcaire, à 70 % de Ca CO ₃ , 85 % de mouture (2)	11,56	11,56	0,330	0,330

L'examen de ce tableau permet de dégager bien facilement, pour cette année, quels sont les engrais les plus avantageux du point de vue économique, étant bien entendu, au préalable, que ce choix doit être guidé par des considérations agronomiques avant tout.

Par rapport aux cours du printemps 1932, les engrais azotés ammoniacaux se présentent, cette année, en général, aux mêmes prix, malgré l'accord réalisé pour deux ans, à Paris, en juillet dernier, entre les principaux producteurs d'azote ammoniacal belges, allemands, et norvégiens; par contre, les engrais azotés nitriques ont subi une forte diminution. D'autre part, les engrais phosphatés ont bénéficié d'une hausse appréciable, sauf le phosphate désagrégé Supra A, en diminution

(1) Ces cotations sont établies en vrac, sauf pour le tuffeau calcaire et le fertilisant G. P., livrés en sacs.

(2) L'amendement phospho-calcaire Bernard, contient outre 70 % de Ca CO₃, 6 % de P₂O₅, soluble seulement dans les acides minéraux; il est vendu à différents degrés de mouture variant de 75 à 85 %; l'amendement brut à 15-20 % l'humidité est coté seulement à fr. 26,56 la tonne rendue.

sensible. Quant aux engrais potassiques et calcaires, leurs prix sont en légère régression, par rapport à 1932.

Pour la compréhension facile de ce tableau, nous devons ajouter que dans le cas d'un engrais mixte concentré, nous avons d'abord déduit de sa cotation, la valeur des éléments accessoires, pour déterminer ensuite le prix de revient de l'élément principal. Ainsi, par exemple, pour le phosphate ammoniaco-magnésien, la valeur des éléments acide phosphorique = 77,50 — 4×4 fr. 10 (valeur N ammoniacal) — 10×0 fr. 126 (valeur magnésie = valeur chaux) = 59,84; ce qui permet de trouver le prix de revient du kilogramme de P_2O_5 : 59,84 : 18 = 3 fr. 32.

Les engrais calcaires sont généralement cotés sur wagon départ; nous avons ajouté à ce prix le coût du port, déterminé par le tarif spécial des amendements calcaires, pour une livraison de 10 tonnes à une distance de 50 kilomètres, soit fr. 1,56 % kilogrammes.

Il est à remarquer que, dans l'ensemble, les livraisons d'engrais effectuées en février ont été inférieures de fr. 1,50 à 2 francs % kilogrammes, aux prix mentionnés ci-dessus. En ce qui concerne les engrais azotés, leur prix, en septembre dernier, était inférieur d'environ 10 francs % kilogrammes aux prix actuels. Le planteur a donc intérêt, en général, à prendre livraison, le plus tôt possible, des engrais qui lui sont nécessaires pour le printemps.

Si la concurrence entre les divers types d'engrais se manifeste par des prix avantageux pour le planteur, il existe un autre facteur favorable résidant dans l'apparition d'un certain nombre d'engrais nouveaux depuis l'an dernier, parmi lesquels nous citerons :

1^o **Le Fertilisant G. P.**, fabriqué par les Raffinerie et Sucreries du Grand-Pont, à Hougaerde, présente la composition centésimale suivante : chaux (CaO), 50-55 %; potasse et soude ($K_2O + Na_2O$), 1,5-2 %; acide phosphorique (P_2O_5), 0,75-1,25 %; azote, 0,25-0,35 %; matières organiques, 6-8 %. Il représente l'un des meilleurs amendements calcaires. Si l'on déduit de son prix de vente, la valeur des différents éléments azotés, phosphatés et potassiques contenus, le kilogramme de chaux revient au prix extrêmement bas de (8,56 — 8,43) : 52,5 = fr. 0,071.

2^o **Le phosphate ammoniaco-magnésien**, fabriqué par la Nouvelle-Montagne, à Engis, titre 18 % d'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque alcalin, 3 à 4 % d'azote ammoniacal et 10 % de magnésie. Le prix de revient de l'acide phosphorique qu'il contient est de fr. 3,32, chiffre très élevé. La valeur de ce nouveau phosphate est à l'étude à la Station agronomique de l'Etat à Gembloux.

3^o **Le tuffeau calcaire**, vendu par l'Unac, Société Anonyme, à Jodoigne, provient des travaux de terrassement du canal Albert, en Campine. Il contient, en moyenne, 94 % de $CaCO_3$, est extrêmement sec et se présente en gros grains. Des essais sont nécessaires pour apprécier sa valeur comme amendement.

4^o Depuis cette année, la fabrication de phosphate désagrégé s'est dirigée, à la Société des Produits Chimiques et Engrais L. Bernard, vers l'obtention de **phosphate Supra riche**, dosant 28 à 32 % d'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque alcalin.

5^o **Le Carbonitrum**, fabriqué par la Société Anonyme Ammoniaque Synthétique et Dérivés, représente du sulfate d'ammoniaque dosant 15,5 à 16,5 % d'azote ammoniacal et renfermant, de plus, certaines substances,

à base de carbone de cracking et d'hydrocarbures appropriés, lesquels agiraient comme catalyseurs ou activants dans les différentes phases de la transformation de l'azote ammoniacal en azote nitrique, fait d'importance, mais qui doit être démontré par des essais préalables.

6^e Le nitrate de soude et de potasse est produit en quantités limitées dans les mines d'extraction naturelle du nitrate de soude du Chili; il se vend 22 francs plus cher que le nitrate de soude ordinaire. Comme il renferme 18 % de potasse, soluble dans l'eau, celle-ci représente une valeur de $18 \times \text{fr. } 2,33 = \text{fr. } 41,94$, ce qui ramène la valeur de 15 kilogrammes d'azote nitrique à $137,50 - 41,94 = \text{fr. } 95,56$, soit fr. 6,37 l'unité. Il serait bien curieux de connaître, par cet engrais économique, l'action du nitrate de potasse tant prôné par ailleurs.

7^e Les engrais humiques ou catalytiques sont extraits des tourbières de Sourbrodt, en pays rédimé. Voici leur composition % : 1,221 d'N organique; 0,815 de K₂O; 0,4 de P₂O₅; 6,2 de CaCO₃; 0,155 de MgCO₃; 0,3 de Fe₂O₃ et Al₂O₃; la valeur en est de 15 francs % kilogrammes en vrac.

Seuls des essais sérieux permettront de déterminer la valeur possible de cet amendement.

A ce propos, il y a lieu de ne pas exagérer la valeur de certains engrais dits « humiques », l'humus y coûte généralement bien plus cher que dans une bonne production d'engrais vert (*vicia sativa, medicago lupulina*).

La valeur moyenne du kilogramme de matière fertilisante des engrais simples se déduit facilement des données du tableau I, dont nous avons extrait les prix de revient des éléments des engrais simples les plus communément utilisés et les plus appropriés à la betterave sucrière. Nous obtenons, dès lors, les chiffres suivants :

Valeur du kilogramme d'azote combiné sous forme nitrique :
(7,41 + 6,80 + 6,47) : 3 = fr. 6,89 (fr. 8,00 en 1932).

Valeur du kilogramme d'azote combiné sous forme ammoniacale :
(4,10 + 4,07 + 4,12) : 3 = fr. 4,10 (fr. 4,00 en 1932).

Valeur du kilogramme d'acide phosphorique soluble dans l'eau et le citrate d'ammoniaque alcalin :

(1,95 + 2,15 + 2,25) : 3 = fr. 2,12 (fr. 2,15 en 1932).

Valeur du kilogramme de potasse :

(2,48 + 2,31 + 2,18 + 2,36) : 4 = fr. 2,33 (fr. 2,45 en 1932).

La connaissance de ces derniers éléments va nous permettre d'aborder l'examen des engrais composés.

§ 2. — LES ENGRAIS COMPOSÉS.

Dans les prix courants du commerce des engrais, nous avons relevé les divers engrais composés recommandés « pour la betterave à sucre ».

Pour chaque engrais composé, nous alignerons la série des éléments fertilisants dans l'ordre : azote nitrique, azote ammoniacal, acide phosphorique et potasse.

A côté de la valeur commerciale de chaque composé, nous considérerons sa valeur intrinsèque, établie d'après les valeurs moyennes des différents éléments contenus estimés sur les bases ci-dessus. Soit, par exemple, le composé n° 7 du tableau II : 4-4-10-10, dont 75 % du P₂O₅ sont solubles dans l'eau et le citrate. Sa valeur intrinsèque s'obtient comme suit : $4 \times 6,89 + 4 \times 4,10 + 10 \times 2,12 \times 0,75 + 10 \times 2,33 = \text{fr. } 83,16$.

Comme sa valeur commerciale est de 92 francs, l'écart de prix est de $92,00 - 83,16 =$ fr. 8,84, représentant les frais de mélange, éventuellement de broyage, tamisage, stockage, séchage, etc., et le bénéfice du vendeur.

Une méthode de calcul plus exacte consisterait à additionner, pour un composé donné, la valeur de ses divers composants, d'après le prix de revient propre des éléments correspondants des engrais simples proprement dits; mais comme ceux-ci ne sont que rarement cités d'une manière explicite, ce procédé n'a pu être appliqué ici.

En conformité avec la prochaine réglementation du commerce des engrais, nous n'accorderons aucune valeur à l'acide phosphorique uniquement soluble dans les acides minéraux, son effet immédiat étant d'ailleurs quasi nul pour la betterave.

Sur ces bases, nous avons dressé le tableau II, réunissant la plupart des caractéristiques des composés du marché belge, susceptibles d'être offerts aux planteurs de betteraves en ce printemps 1933, dans les mêmes conditions que les engrais simples, soit par 10.000 kilogrammes, en sacs perdus, franco, etc.

Les lettres A, B, ... N, représentent les différentes firmes commerciales.

En dehors des critiques que nous avons faites antérieurement à l'égard des composés au point de vue agronomique (1), l'examen de ce tableau nous mène à exprimer les réflexions suivantes :

Tout d'abord, le prix de vente de la plupart des composés dépasse, comme l'an dernier, de beaucoup leur valeur intrinsèque.

D'après nos recherches, le prix d'un engrais composé ne devrait actuellement dépasser que de 4 à 8 francs aux 100 kilogrammes le montant du prix de revient des différents éléments assemblés. Il n'y a que huit engrais sur trente-trois qui répondent à cette condition (n°s 1, 2, 20, 28, 29, 30, 31, 32); l'an dernier, cette exception se chiffrait par deux engrais sur vingt-neuf; il y a donc amélioration.

C'est encore bien plus que le prix de 1 franc estimé suffisant pour mélanger les différents produits sucre brut, son et sel nécessaires à l'obtention de sucre dénaturé (2).

Pratiquement, il paraît indispensable de comprendre les frais de main-d'œuvre, de broyage et d'ensachage dans la valeur intrinsèque des engrais simples entrant dans la constitution d'un engrais composé pour réaliser une comparaison rationnelle; mais il serait bien difficile de les chiffrer d'une manière exacte correspondant à tous les cas de mélange et aux diverses installations de mélange.

Pour l'ensemble des composés examinés, il y a lieu de considérer les écarts suivants :

		Année 1933	Année 1932 (3)
Ecart minimum fr.		2,30	5,30
Ecart maximum		51,93	58,60
Ecart moyen		17,47	29,08

(1) L. Decoux. — « Considérations sur les Engrais et la Betterave sucrière en 1932. » — Institut belge pour l'amélioration de la betterave. — Publication 1.

(2) E. Warnant, — « Valorisation des produits agricoles. » — « Betteraves », p. 24. — XV^e Congrès annuel de la F. N. des U. P. A. de Belgique des 25 et 26 février 1933. — Rapports.

(3) L. Decoux. — Loco cit.

Tableau II. — LES ENGRAIS COMPOSÉS DU COMMERCE
DITS « POUR LA BETTERAVE SUCRIÈRE ».

Types d'engrais composés considérés	Composition centésimale					Nombre total unités fertilisantes	Valeur commerciale par 100 kg. Fr.	Valeur intrinsèque par 100 kg. Fr.	Ecart par 100 kg. Fr.	Doses à l'hectare recommandées par le négocié kgr.
	Azote nitrique %	Azote ammoniacal %	Acide phosphorique soluble eau et citrate %	Potasse %						
1 A	—	10	10	10	30	93,50	85,50	8,—	1.000 k.	
2	—	4	14	14	32	83,50	78,70	4,80	»	
3 B	2	3	8	7	20	74,—	59,35	14,65	1.000 à 1.500 k.	
4	—	4	8	10	22	70,—	56,66	13,34	»	
5 C	—	6	10 (1)	8	24	80,—	59,14	20,86	1.200 à 1.800 k.	
6	—	4	10 (1)	8	22	70,—	50,94	19,06	»	
7	4	4	10 (1)	10	28	92,—	83,16	8,84	»	
8 D	—	5	4	12	21	80,—	56,94	23,06	»	
9 E	4,5 à 5	—	7 à 7,5	3	15	90,—	55,08	34,92	1.200 à 2.000 k.	
10 F	4,5	4,5	6	5	20	97,—	73,82	23,18	600 à 1.400 k.	
11	2	5,5 (5b)	5	6	18,5	92,75	60,91	31,84	600 à 1.400 k.	
12	4,5	4,5	6	9	24	105,—	83,14	21,86	»	
13	5	5	10	12	32	126,—	104,11	21,89	»	
14	2	2,5 (5b)	6	6	16,5	85,25	50,73	34,52	»	
15	2,5	2,5	8	9	22	85,25	65,40	19,85	»	
16 G	3	2,75 (5a)	7	6	18,75	75,—	60,76	14,24	800 à 1.200 k.	
17	4,5	4,25 (5a)	6	5	19,75	87,—	72,80	14,20	1.200 à 1.500 k.	
18 H	—	5	8	10	23	75,—	60,76	14,24	500 à 700 k.	
19	2,5	2,5	8	10	23	82,—	67,73	14,27	»	
20 I	—	6	8	8	22	67,50	60,20	7,30	»	
21 J	5	—	10	18	33	114,50	97,59	16,91	800 à 1.200 k.	
22	8	—	8	12	28	118,75	100,04	18,71	»	
23	8	—	10	13,5	31,5	125,65	107,78	17,87	»	
24	5	—	15	10	30	106,60	89,55	17,05	»	
25	3	—	6 (2)	7	16	63,25	36,98	26,27	800 à 1.220 k.	
26	2	3 (4)	8 (2)	8	21	74,—	45,74	28,26	»	
27 K	5,5	11	16,5	21,5	54,5	220,—	168,07	51,93	»	
28 L	—	2	10	10	22	55,—	52,70	2,30	»	
29	—	3	10	8	21	55,—	52,14	2,86	»	
30	—	4	8	8	20	55,—	52,—	3,—	»	
31 M	10	—	10	10	30	119,50	113,40	6,10	»	
32	8	—	8	12	28	106,50	100,04	6,46	»	
33	3,87	3,87	{ 3	12 (3)	25,74	91,00	76,86	14,14	»	
			{ 3 (2)							

(1) Il y a seulement 75 % de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque.

(2) Acide phosphorique soluble dans acides minéraux, donc sans valeur.

(3) Du sulfate de potasse, estimé comme tel.

(4) Azote amidique.

(5) Ces composés contiennent (5a) 0,25, (5b) 1,50 d'N organique, dont nous n'avons pas tenu compte.

Les écarts sont donc en diminution, tout en restant importants cependant. Cela est tellement vrai, qu'il est permis de se demander comment la « lésion de plus d'un quart », prévue par les lois régissant le commerce des engrais, n'est pas appliquée plus souvent.

La dernière loi relative à la réglementation du commerce des semences, des plants de toutes espèces, des engrais et des substances destinées à l'alimentation des animaux, du 15 juillet 1931, dit ceci, à l'article 4 : « La lésion de plus d'un quart sur la valeur commerciale donne à l'acheteur l'action en réduction du prix », expliquant cela au chapitre IV, dans l'arrêté royal du 17 février 1932, aux Dispositions générales, article 17, par ceci : « Par « lésion de plus d'un quart », il faut entendre le préjudice causé à l'acheteur dans le cas où le prix des semences, des plants, des engrais et des substances destinées à l'alimentation des animaux dépasse de plus d'un quart la valeur commerciale établie, en tenant compte de la mercuriale à la date de la convention, des frais de broyage et de mélange, s'il y a lieu, des frais d'emballage et des frais généraux. »

Par exemple, pour les engrais 9, 6, 27, l'écart représente respectivement 63,3, 37,4, 30,9 % de la valeur intrinsèque de l'engrais composé. Nous devons à la vérité de dire que cette loi, publiée depuis plus d'un an, n'est pas encore entrée en vigueur ! Il paraîtrait que cela ne tardera plus.

Il est vrai que le Ministère de l'Agriculture a prudemment fait paraître un avis aux agriculteurs, au début de l'année (1).

Il y a lieu de reconnaître que les types de composés d'un prix normal, présentent, du point de vue économique, une utilité incontestable et la garantie d'une fumure complète de la betterave. Le fait de les employer ne peut guère augmenter le prix de revient de la betterave; quant aux autres composés, le planleur intelligent aura intérêt à s'en abstenir.

D'autre part, en France, des essais effectués par C. Lefort, Directeur de la Station Agronomique du Pas-de-Calais et L. Schmit, Ingénieur agricole attaché aux Mines de Lens (2), ont permis de conclure que : « Dans la fabrication des mélanges de ferme, on devait utiliser des composants de siccité et de pulvérulence parfaites et que, devant la complexité du

(1) Avis aux cultivateurs. — Janvier 1932.

Par ces temps de crise, beaucoup de cultivateurs donnent facilement la préférence aux produits vendus à moindre prix et espèrent faire un achat avantageux. Le résultat, bien souvent, est tout autre, parce que les produits offerts ont une trop faible valeur, soit comme engrais, aliment, insecticide ou fongicide.

Le Ministère de l'Agriculture rappelle aux cultivateurs qu'ils ont tout intérêt à se renseigner et à se documenter auprès des agronomes et des conseillers d'horticulture de l'Etat de leur ressort, avant de conclure des achats.

Ces consultations sont gratuites.

Pour le surplus, le Ministère de l'Agriculture signale aux intéressés que l'article 4 de la loi du 15 juillet 1931, relative à la réglementation du commerce des semences, des plants, des engrais, des substances destinées à l'alimentation des animaux, stipule que « toute convention consentie par erreur sur des qualités, donne lieu, soit à l'action en nullité, soit à l'action en réduction de prix, au choix du demandeur, sans préjudice de l'action en dommages-intérêts, s'il y a lieu » et que toute « lésion de plus d'un quart sur la valeur commerciale, donne à l'acheteur l'action en réduction de prix ».

(2) C. Lefort et L. Schmit. — « C. R. Académie Agriculture », 1930, n° 16, pp. 107-112.

Idem. — « Essais sur les mélanges d'engrais et leur épandage. » — « Annales Sciences Agronomiques », 1930, vol. 47, n° 2, pp. 159-191; « Annales Agronomiques », nouvelle série, 1933, vol. 3, n° 2, p. 211.

problème, bien des exploitants, auraient certainement avantage à employer des engrais composés du commerce dès que ceux-ci, établis sur des formules rationnelles contrôlées expérimentalement, seraient livrés à la culture à des prix raisonnables. »

Pratiquement, l'obtention d'un bon engrais composé, résulte d'un bon tour de main professionnel. On y évitera, par exemple, l'introduction d'engrais hygroscopiques ou déliquescents, tels que les divers nitrates simples, les nitrates d'ammoniaque et certains engrais potassiques.

Sans vouloir proposer pour la composition de la fumure de la betterave sucrière des lois rigoureuses, nous avons réuni, ci-dessous, les principes généraux qui doivent guider le planteur dans le choix des engrais :

§ 3. — PRINCIPES GENERAUX DE LA FUMURE DE LA BETTERAVE SUCRIERE.

1^o Dans un sol normal, toute végétation convenable devient impossible quand l'un des éléments fertilisants fait complètement défaut, quel qu'il soit.

2^o Toutes les autres conditions de végétation étant assurées, la récolte qu'une terre est en état de donner, est, jusqu'à un certain point, en rapport avec celui des éléments fertilisants, absorbables et assimilables qui se trouverait en moindre quantité dans le sol, relativement aux besoins de la plante. (**Loi du minimum.**) Une juste proportion qualitative et quantitative doit exister entre les divers éléments fertilisants restitués.

3^o Pour la betterave, il est indispensable que le sol ait une réaction neutre ou alcaline, pour que sa végétation soit normale et que l'effet des engrais soit complet : d'où la nécessité d'appliquer de la chaux ou du carbonate de chaux en terrain acide, cela en temps opportun, au moins deux mois avant la plantation.

4^o Toutes choses égales, il existe un maximum d'engrais utilisable dans tout cas considéré, au delà duquel toute augmentation d'engrais est sans effet. (**Loi du maximum.**)

5^o Considérant des doses successivement croissantes d'engrais appliquées à une culture betteravière déterminée, ce sont les doses d'engrais les plus petites qui produisent les augmentations de rendement proportionnellement les plus élevées et, d'autre part, ce sont les doses les plus grandes qui produisent les augmentations de rendement proportionnellement les plus petites. (**Loi du rapport non proportionnel des rendements obtenus suivant les quantités croissantes d'engrais appliqués.**)

On peut dire aussi que les petites doses d'engrais rapportent un pourcentage de bénéfice plus élevé que les fortes doses, par rapport au capital engagé. Cela n'empêche pas que les fortes doses peuvent être parfois plus avantageuses, étant donné qu'il faut plutôt considérer le bénéfice total que le pourcentage. Bien entendu, celui-ci doit rester suffisant.

6^o En vue d'assurer une bonne rentabilité des engrais, un juste équilibre doit exister entre le prix des engrais et la valeur des suppléments de rendements obtenus. Actuellement, cet équilibre est rompu pour beaucoup de cultures; cependant, dans la production de la betterave, les prix respectifs des engrais et des produits sont plus conciliables.

7^o Certains éléments fertilisants exercent une action spécifique sur la récolte. Pour la betterave, la potasse favorise spécialement la formation du sucre.

8^o Le bon effet des engrais est conditionné par l'existence optimum des divers autres éléments de production : terrain propice, bon état physique du sol, climatologie favorable : eau, température, éclairement, etc. (Loi de Mitscherlich.)

9^o Les quantités d'engrais à employer varient d'après l'aptitude spécifique d'absorption de la betterave vis-à-vis des réserves du sol et l'arrière-engrais de la culture précédente. Cela est surtout à prendre en considération après une fumure d'engrais vert : vesce, minette, etc. Ces derniers apportent au sol une dose élevée d'azote (jusque 100 kilos d'N à l'hectare), ce qui permet de diminuer la fumure minérale azotée habituelle.

10^o La betterave exige, lors de son premier développement, des éléments fertilisants solubles, immédiatement assimilables, à base nitrique, pour la restitution azotée, à base acide phosphorique soluble dans l'eau ou le citrate d'ammoniaque pour la restitution phosphatée. D'où la nécessité de bien choisir les différents types d'engrais.

11^o Plus les betteraves sont riches, moins elles contiennent de matières minérales % de sucre, moins elles épuisent le sol.

12^o Un excès de fumure augmente le poids de betteraves à l'hectare, mais donne des betteraves moins pures, souvent moins riches ; cela est surtout vrai pour la fumure azotée exagérée.

13^o La production des betteraves est affectée de frais fixes : location, main-d'œuvre, travail du sol, frais généraux. Parmi les frais variables, figure la dépense des engrais. Quand toute augmentation de celle-ci, accroît rationnellement la récolte, la quote-part des frais fixes diminue dans le prix de revient de la tonne de betteraves.

14^o Quand le prix des fourrages est bas, le planteur a au maximum intérêt de planter des variétés riches.

15^o Tout manque d'équilibre de nutrition, soit en qualité, soit en quantité, de même qu'une réaction acide du sol diminuent la résistance naturelle de la betterave aux maladies (pied noir, mouche).

16^o Le planteur a intérêt à acheter l'unité d'N nitrique, d'N ammoniacal, d'P₂O₅ soluble dans l'eau et le citrate, de K₂O au meilleur marché possible. D'où la nécessité de contrôler spécialement le prix des engrais composés.

17^o Pour tout achat d'engrais simple et surtout composé, les spécifications de composition et d'appellation garanties par la loi doivent être exigées d'une manière explicite, telles, par exemple, pour l'azote : azote nitrique ou ammoniacal ou amidique ou organique.

RÉSUMÉ

Aussi bien en 1933 qu'en 1932, la détermination du coût du kilogramme de matière fertilisante dans les engrais simples, soit azotés, soit phosphatés, soit potassiques, soit calcaires, fait apparaître des différences notables de prix et permet de guider le planteur vers des achats économiques, à concilier avec la valeur fertilisante proprement dite d'un engrais simple déterminé.

L'examen subséquent des engrais composés permet d'établir les écarts existant entre leur valeur intrinsèque réelle et leur valeur commerciale : ces écarts varient actuellement de fr. 2,30 à fr. 51,93 % kilogrammes.

A côté d'engrais composés de réelle valeur fertilisante et de prix rationnel, il existe d'autres engrais dits composés, en réalité mélangés, dans le prix est exagéré bien souvent.

Quel que soit le choix fait par le planter dans ces deux grandes catégories d'engrais, soit simples, soit composés, il ne pourra fertiliser ses soles de betteraves avec toute la logique nécessaire que s'il veille à respecter quelques lois agronomiques bien connues, mais souvent peu observées, telles que la loi du minimum, la loi des rendements non proportionnels, la loi de Mitscherlich, etc.

SAMENVATTING

Zoowel in 1933 als in 1932, doet de vaststelling van den kostprijs van den kilogram vruchtbarmakende stof in de enkelvoudige meststoffen : hetzij stikstof-, phosphoazuur-, potasch- of kalkhoudende meststoffen, aanzienlijke prijsverschillen uitschijnen, en laat toe den planter naar economische aankopen te richten. Dit alles in overeenstemming met de eigenlijke bemestingswaarde van eene gegeven enkelvoudige meststof.

Het onderzoek der samengestelde meststoffen laat toe de afwijkingen tusschen de werkelijke innerlijkewaarde en de handelswaarde vast te stellen : deze afwijkingen schommelen tusschen fr. 2,30 en fr. 51,93 % kg.

Nevens de samengestelde meststoffen met eene werkelijke bemestingswaarde en een rationeel prijs bestaan er andere zoogezegde « Samengestelde », maar in werkelijkheid « gemengde » meststoffen waarvan de prijs overdreven is.

Om 't even welke keus de planter in deze twee categoriën : hetzij enkelvoudige, hetzij samengestelde meststoffen doet, zal hij enkel zijne bietenvelden met de noodige logica bemesten, indien hij enkele welbekende maar weinig toegepaste landbouwkundige wetten eerbiedigt zooals de minimumwet, de wet der niet evenredige opbrengsten, de wet van Mitscherlich, enz.

L'UTILISATION DU SUCRE BRUT DÉNATURÉ

par L. DECOUX, Ingénieur agronome principal de l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave.

Afin de répondre à certaines critiques mal fondées et à des demandes fréquentes de renseignements sur le sucre dénaturé, nous avons soumis à un examen approfondi la question de l'utilisation du sucre dénaturé.

§ 1. — CONSTITUTION

En Belgique, le département des Finances a déterminé des conditions fixes pour la fabrication du sucre dénaturé. Celui-ci doit s'obtenir par le mélange des produits suivants :

87 kgs de sucre brut;
10 kgs de son moulu fin (rebulet);
3 kgs de sel de cuisine raffiné;

100 kgs de sucre dénaturé.

Le sucre brut tel quel contient en moyenne 93 % de sucre (saccharose et glucose).

§ 2. — COMPOSITION ALIMENTAIRE

Au point de-vue alimentaire, le sucre dénaturé présente la composition centésimale suivante :

Matières sèches	96,5 %
Sucre total ou hydrates de carbone	80,0 %
Matières albuminoïdes	2,5 %

La valeur amidon du sucre dénaturé varie suivant les animaux qui le consomment. Nous l'avons fixée comme suit :

Valeur amidon pour le cheval	85
Valeur amidon pour le porc	85 à 90
Valeur amidon pour les ruminants	70 à 75

Nous allons justifier la valeur amidon du sucre dénaturé utilisé par le cheval, que nous avons déjà établie être égale à 85 en 1929.

D'après Kellner, une partie de substances extractives non azotées ou de cellulose digestible vaut théoriquement 1,00 partie de valeur amidon. Comme le sucre dénaturé contient 87 kilogrammes de sucre brut à 93 % sucre, ce composant principal représente donc $87 \times 93/100 = 80,91$ kilogrammes, valeur amidon.

Dès lors, l'estimation de la valeur amidon du sucre dénaturé pour le cheval s'effectue facilement :

Valeur amidon du sucre brut : 87 kilogrammes à 93 % sucre	80,91
Valeur amidon du son : 10 kilogrammes à 48 % de valeur amidon	4,80
Valeur amidon du sel	—

Valeur amidon théorique du sucre dénaturé 85,71

Comme l'élément nutritif sucre contenu dans cet aliment est de pleine productivité, sa valeur réelle s'établit donc à $85,71 \times 100/100 = 85$ kilogrammes valeur amidon pratiquement.

Ajoutons que ce chiffre est égal et même inférieur aux taux de valeur amidon attribués au sucre dénaturé par plusieurs spécialistes de la bromatologie, notamment ceux des Ecoles vétérinaires d'Alfort, de Cureghem, de Berlin, des Instituts agronomiques de Gembloux, Paris, etc.

« La Nouvelle Réglementation annoncée du commerce des semences, des engrains et des substances destinées à l'alimentation des animaux », non encore entrée en vigueur, prévoit l'obligation de la spécification d'une teneur minimum en sucre pour la vente des aliments mélassés, du sucre dénaturé et des cossettes de pulpes séchées. En vue de pouvoir répondre à ces nouvelles obligations, nous avons analysé une série de sucre dénaturé de diverses sucreries; la teneur en sucre a varié de 76,1 % à 86,2 %, soit pratiquement une moyenne de 80 % de sucre.

§ 3. — VALEUR PHYSIOLOGIQUE DU SUCRE

Quel est le rôle physiologique des hydrates de carbone, dont le sucre fait partie ?

Les matières hydrocarbonées constituent la source principale de l'énergie animale : elles servent au maintien de la chaleur du corps, assurent le travail mécanique nécessaire au fonctionnement normal de l'organisme et permettent de développer le travail extérieur.

Si l'alimentation est assez riche en substances hydrocarbonées, celles-ci sont directement utilisées; dans le cas contraire, ou bien l'animal transforme en hydrates de carbone les graisses de sa ration, ou bien il consomme ses réserves. Mais comme le prix des substances grasses est beaucoup plus élevé que celui des hydrates de carbone, c'est une erreur économique très grave que de recourir à ces substances pour produire indirectement l'énergie et la chaleur.

De tous les hydrates de carbone alimentaires, le sucre est le plus intéressant.

Le sucre est un aliment de pleine productivité. Il n'oblige pas les organes de l'appareil digestif à fournir le moindre travail pour en réaliser la digestion. Il est directement assimilable après sa transformation en glucose dans l'organisme. Le sucre est presque totalement digéré par l'organisme (5 % de pertes seulement dans le tube digestif), sans qu'aucun trouble digestif ou autre soit la conséquence de son ingestion. Vu son utilisation complète, le sucre est l'aliment du muscle par excellence; c'est l'agent indispensable de l'énergie et de la chaleur.

Il convient donc particulièrement pour l'alimentation des animaux auxquels on demande soit un travail pénible, soit un travail continu.

Il est permis de se demander si de la graisse peut se former aux dépens du sucre (1). La démonstration de ce mode d'utilisation du sucre a été faite par Hanriot, Chauveau et Kellner. Mieux que les autres matières sucrées ou hydrocarbonées, le sucre peut pénétrer dans l'économie animale par doses assez massives et possède de ce fait une puissance adipogène égale à celle des aliments amylacés ou des divers hydrocarbones alimentaires, sauf cependant pour les ruminants.

Il n'est pas seulement de la destinée physiologique du sucre d'engendrer par sa combustion immédiate de la chaleur ou du travail musculaire et de satisfaire ainsi à ce que l'on peut appeler les dépenses d'entretien.

(1) Alquier et Drouineau, — « Glycogénie et alimentation rationnelle au sucre. »

En se transformant en glycogène dans le foie et surtout en graisse, le sucre est, de plus, la cause directe d'une **augmentation de poids** de l'animal adulte. On doit donc logiquement le classer parmi les matières alimentaires capables de faire du tissu vivant. Chez le jeune animal, le sucre augmente les mouvements, la gymnastique normale à cet âge; mais quand il ne produit ni chaleur, ni force, il peut servir à assurer, en partie, le dépenses de construction pour la formation de chair.

Le sucre peut jouer encore un rôle d'**épargne**. Loin d'être excréte en partie, par les urines comme un déchet inutilisable, l'organisme animal le met, au contraire, à profit, dans une certaine mesure, à moins naturellement, que l'on ne vienne à en abuser. Une autre action bienfaisante du sucre est à signaler: quand bien même le reste de la ration ne contiendrait que le minimum indispensable d'albumine, par suite de l'excédent alimentaire apporté par cet aliment, il y aura économie d'une certaine quantité de la matière azotée que charrie le sang ou qui compose, presque en totalité, la substance vivante. Le sucre épargne donc les muscles et la chair, diminuant ainsi l'usure inévitable de la machine animale.

Une ration azotée insuffisante pour couvrir les besoins de l'organisme deviendra suffisante, si on lui ajoute une certaine quantité de sucre; au contraire, lorsque la ration donnée d'albumine sera déjà suffisante par elle-même, le sucre contribuera à activer la formation de la substance vivante, c'est-à-dire de la chair.

Outre sa valeur **directe** indéniable, le sucre exerce donc une influence **indirecte** appréciable consistant à augmenter l'assimilation des autres principes alimentaires pris concurremment.

Quel est le rôle du sucre dans la production du lait?

La sécrétion abondante du lait enlève à l'organisme, sous forme de lactose ou sucre de lait ($C_{12}H_{22}O_{11}$), une grande quantité de glucose du sang.

Le lait de vache renferme 4 % de sucre lactose, celui des autres mammifères de 3 à 6 %. A côté d'une quantité considérable de substances non azotées et de graisse nécessaires dans la ration de la vache laitière, il faut aussi fournir à celle-ci beaucoup de sucre, sous quelque forme que ce soit.

Une ration riche en hydrates de carbone facilement digestibles a aussi pour conséquence de favoriser la production de matières grasses riches en glycérides inférieurs, donnant un beurre mou, particularité spécialement intéressante pour l'alimentation d'hiver de la vache laitière.

Chez les ruminants, le sucre peut donc jouer le rôle d'aliment d'**épargne** des matières albuminoïdes et des graisses si nécessaires à la formation de la caséine et de la graisse du lait.

En conclusion, vu sa valeur calorifique et énergétique absolue, sa possibilité de produire de la graisse, son rôle d'**épargne** vis-à-vis des matières albuminoïdes, ne nécessitant pratiquement pour son assimilation et son utilisation par l'organisme aucune dépense d'énergie, le sucre peut être considéré comme possédant une valeur alimentaire supérieure.

Il n'est pas sans intérêt de connaître l'avis de plusieurs bromatologues concernant le sucre dénaturé.

Tout d'abord, d'après **Gouin** (1), « Les sucres plus ou moins purs,

(1) Gouin, R. — « Alimentation rationnelle des animaux domestiques », 1905, p. 257.

peuvent, comme les mélasses, être introduits dans l'alimentation du bétail, toutes les fois que les conditions économiques le permettront. Avec ces produits, on n'aura pas à craindre les excès de sels potassiques.

» Le sucre, sous quelque forme qu'il se présente, est une excellente nourriture, entièrement digestible; mais ce qu'il ne faut pas perdre de vue, et ce que l'on a trop souvent oublié dans les essais que l'on a tentés, c'est qu'il est nécessaire de l'allier à une quantité suffisante de substances riches en protéine, de manière à satisfaire à l'entretien des organes. Nous insistons tout particulièrement sur ce point, car les mauvais effets d'un régime mal calculé ne se manifestent qu'à la longue, et l'on s'aperçoit généralement de l'erreur commise, quand il est trop tard pour y porter remède. »

D'après Kellner (1), « Les arrière-produits de la sucrerie, consistant en sucres impurs, ont été essayés souvent dans l'alimentation du bétail. Les meilleurs résultats ont été obtenus, chez le cheval, avec des sucres dénaturés au moyen de poussière de charbon, de son, de farines oléagineuses et d'autres produits semblables. On a fait consommer à cet animal jusqu'à 2 kg. 500 de sucre par jour et pour 400 kilogrammes de poids vif sans inconvénients. »

« Chez les ruminants, l'action moindre du sucre doit être attribuée à une attaque plus considérable, due à sa solubilisation par les bactéries de la bouillie alimentaire. On sait que les solutions sucrées, mises en contact avec les matières en fermentation, s'acidifient très rapidement, et l'on a constaté qu'après la consommation de sucre, la bouillie alimentaire ne renferme guère, chez les ruminants, de cette substance, mais qu'elle est très riche en acide lactique. Le sucre trouve peut-être une meilleure utilisation chez le porc et le cheval que chez les ruminants, par suite de la moindre activité des bactéries dans leur appareil digestif. L'acide lactique n'est pas susceptible d'être transformé en graisse, comme l'ont montré des recherches spéciales; il ne fournit rien d'autre à l'animal que de la chaleur. »

D'après Zwaenepoel (2), « Les sucres roux non dénaturés dosent 88 à 94 % de sucre cristallisable; ils renferment très peu de sels minéraux. On peut, sans le moindre inconvénient, en administrer le double des doses de mélasse.

Beaucoup de sportsmen pensent, à tort ou à raison, que les prouesses accomplies dans les derniers temps, à l'occasion des courses de distances, raids militaires, etc., sont partiellement dues à l'alimentation au sucre; la plupart des vainqueurs recevaient, d'après les déclarations de leurs propriétaires, de 500 grammes à 1 kilogramme de sucre par jour. »

Nous ne pourrions pas passer ainsi en revue, toutes les appréciations des divers spécialistes de l'alimentation animale. Aussi bien en Belgique, d'après Deltour, Demade, Zwaenepoel; qu'à l'étranger, d'après Kellner, Scheidewind, Alquier, Dechambre, Curot, Gouin, le sucre dénaturé constitue un aliment de valeur supérieure.

(1) Kellner, O., Dr. — « Alimentation du bétail », 1911, traduit par A. Grégoire, pp. 57 et 159.

(2) Zwaenepoel. — « Cours de l'alimentation rationnelle des animaux domestiques », 1923, tome I, p. 474.

§ 4. — VALEUR ECONOMIQUE DU SUCRE DENATURE

Quelle que soit la valeur intrinsèque du sucre dénaturé, il y a lieu d'examiner si son introduction dans l'alimentation du bétail est économique, dans les conditions actuelles du marché.

A cette fin, comparons, d'après leur teneur en valeur amidon, quelques aliments riches en hydrates de carbone et pauvres en albumine.

Sensiblement, d'après les mercuriales agricoles actuelles, le prix de l'unité amidon de ces aliments ressort aux chiffres suivants :

Aliments	Prix d'achat % kg.	Prix de revient	
		Valeur amidon	de valeur amidon
Son de froment, gros.	61 fr.	42,6	fr. 1,43
Avoine, moyenne . . .	80	59,7	1,34
Maïs, moyen	61	81,5	0,75
Féverole, moyenne . .	108	66,6	1,62
Orge, moyen	69	72,0	0,95
Froment, moyen . . .	78	71,3	1,09
Seigle, moyen	57	71,3	0,79
Sucre dénaturé	75	85	0,88

Vendu sur la base de 130 francs en 1929, le sucre dénaturé à été offert, au cours de l'hiver dernier, de 70 à 80 francs % kilogrammes.

Exception étant faite pour le maïs, le sucre dénaturé peut donc facilement supporter toute comparaison avec les produits analogues concentrés du commerce, riches en hydrates de carbone.

Cette comparaison est surtout opportune quand on met en parallèle des aliments devant composer la partie productive de la ration d'un animal adulte, attendu que la partie d'entretien doit être combinée de telle sorte que, pour celle-ci, le rapport : albumine digestible/valeur amidon est à régler de telle manière qu'ils soit compris entre des limites bien déterminées pour chaque espèce animale.

A titre d'indication, le prix de revient de l'unité amidon des aliments concentrés riches en matières albuminoïdes est aussi supérieur à la valeur de l'unité amidon du sucre dénaturé :

Tourteau d'arachide : 94 francs : 75,7 (valeur amidon) = fr. 1,24;

Tourteau de lin : 87 francs : 71,8 (valeur amidon) = fr. 1,20;

Tourteau de cocotier : 90 francs : 76,5 (valeur amidon) = fr. 1,17.

D'autre part, si l'on compare le prix de revient de l'unité amidon dans le sucre dénaturé et la mélasse, représentant deux types d'aliments riches en sucre, on obtient ceci :

Prix de revient du kilogramme de valeur amidon de la mélasse : 30 : 48,0 = fr. 0,62;

Prix de revient du kilogramme de valeur amidon du sucre dénaturé : 75 : 85 = fr. 0,88.

Il apparaît de ces derniers chiffres que le sucre dénaturé est d'un emploi quasi aussi avantageux que celui de la mélasse, avec cette particularité favorable qu'il ne contient pas ou très peu de sels de potasse, à l'opposé de la mélasse, et qu'il est d'une manutention bien plus facile.

Faisant entrer en ligne de compte les considérations économiques au même titre que les considérations physiologiques qui doivent toujours guider l'agriculteur dans le choix des aliments pour son bétail, nous

sommes amenés à conclure que le sucre dénaturé se présente comme l'un des aliments concentrés les plus avantageux.

Nous comptons effectuer, au cours de l'année, quelques études expérimentales de l'action du sucre dénaturé chez ses principaux usagers.

§ 5. — RATIONS DE SUCRE DENATURE A CONSEILLER

Nous allons indiquer les doses maximales à utiliser, d'après les expériences bien connues de Kellner et de Malpeaux :

1^o **Cheval.** — Le cheval est l'animal qui utilise le mieux le sucre dénaturé.

D'après Kellner, on a fait consommer au cheval jusqu'à 2 kg. 5 de sucre par jour et pour 400 kilogrammes de poids vif, sans inconvénient.

Latschenberger et Polansky (1) ont donné jusque 4 kilogrammes de sucre par jour et par cheval; avec ce régime, les animaux jouissaient d'une santé parfaite, la soif n'était pas augmentée; au contraire, les animaux ingéraient moins de boissons.

Le sucre dénaturé remplace avantageusement l'avoine par des quantités inférieures : 2 kilogrammes de sucre dénaturé peuvent être substitués à 3 kilogrammes d'avoine (Malpeaux). De plus, sa valeur alimentaire se complète par une action stimulante, exerçant le meilleur effet sur la santé de l'organisme du cheval, chose vérifiée bien souvent par les observateurs. Plusieurs vétérinaires nous ont rapporté l'effet heureux produit par le sucre dénaturé sur l'état de santé général des chevaux.

Ration. — 1,5 à 2 kilogrammes par tête, pour le cas de travail moyen (poids vif = 500 kilogrammes); 3 kilogrammes par tête, pour le cas de travail fort (poids vif = 500 kilogrammes);

2^o **Vaches laitières.** — Ration : en vue de la production du lait (20 litres de lait par jour) ou de travail : 1 kilogramme par tête de 500 kilogrammes.

Les doses supérieures peuvent provoquer chez la vache, de même que chez certains bovidés susceptibles, des entérites hémorragiques violentes.

Pour les ruminants, le sucre aura moins d'effet que pour le cheval, à cause de sa moindre utilisation;

3^o **Bovidés à l'engraissement ou au travail.** — Ration : 1 à 4 kilogrammes par tête (500 kilogrammes);

4^o **Porcs à l'engraissement.** — Ration : 1 kilogramme par 100 kilogrammes de poids vif.

Le porc utilise tout particulièrement bien le sucre dénaturé;

5^o **Moutons à l'engraissement.** — Ration : 250 grammes par 100 kilogrammes de poids vif;

6^o **Veaux.** — Ration : 30 à 40 grammes par litre de lait écrémé.

Dans les premiers jours de l'existence du veau, il ne faut pas dépasser 100 grammes de sucre par ration;

7^o **Lapins.** — Ration : 20 grammes par kilogramme de poids vivant (Dr Demade) ;

8^o **Petits élevages et aviculture.** — D'après Rasquin, il mérite d'être essayé, car il paraît intéressant (2).

(1) Zwaenepoel. — Loc. cit.

(2) Rasquin. — « L'alimentation sucrée des animaux. » — « Sucrerie Belge », 1^{er} octobre 1932, p. 57.

Toutes choses égales, l'alimentation au sucre dénaturé est plus avantageuse pour les chevaux, les porcs et les veaux que pour les bovidés. Cela s'explique par le fait que les animaux de la première catégorie sont monogastriques (sauf le veau) à petit estomac relatif, tandis que les animaux de la seconde catégorie sont polygastriques et le sucre peut être, chez eux, l'objet de fermentations dans la panse.

§ 6. — REMARQUES SUR L'USAGE DU SUCRE DENATURE

Aussi bien pour répondre à quelques objections simplistes que pour assurer au sucre dénaturé un emploi rationnel, il nous paraît opportun de faire quelques remarques pour guider le praticien, bien peu expert, en général, dans l'utilisation de tous les aliments concentrés qu'ils soient.

1^o Habituer graduellement l'animal à l'alimentation au sucre, d'ailleurs comme dans tout changement de rationnement. Il y a lieu de ménager à l'animal une transition alimentaire, par exemple, en lui donnant successivement par périodes de 3 jours, d'abord un quart de la ration, puis deux quarts de la ration, puis trois quarts de la ration, pour arriver, après neuf jours, à la ration complète.

A titre d'indication, nous croyons bien faire de présenter un barème type pour l'introduction progressive de sucre dénaturé dans la ration des animaux :

Sucre dénaturé à utiliser par jour et par 1.000 kilogrammes de poids vif.

	1 ^{re} période de 3 jours	2 ^e période de 3 jours	3 ^e période de 3 jours	Période normale
Chevaux : travail normal kg.	1	2	3	4
travail fort	1,5	3	4,5	6
Vaches laitières	0,5	1	1,5	2
Bœuf ou vache de trait au travail	1,25	2,50	3,75	5
Bœuf à l'engraissement	0,5 à 2	1 à 4	1,5 à 6	2 à 8
Porcs à l'engraissement	2,5	5	7,5	10
Moutons à l'engraissement	0,6	1,2	1,8	2,5

2^o Bien mélanger le sucre à l'aliment de base : avoine, lait, etc. Sous forme de buvée chaude, il est bien apprécié.

3^o Eviter le sucre en trop grande quantité, pour les jeunes animaux : poulains, veaux, etc., pouvant provoquer la diarrhée.

4^o Le sucre dénaturé interviendra le mieux pour remplacer partiellement, dans les rations de production, l'avoine, le son, les diverses farines d'orge, de maïs, etc.; en général, les aliments riches en hydrates de carbone.

Le sucre dénaturé, mélangé à une certaine quantité d'aliments riches en albumine, sera le meilleur mélange alimentaire à conseiller pour les animaux en croissance et les vaches laitières.

Il faut noter, en effet, que les animaux à l'engrais et au travail, les animaux adultes, en général, demandent des aliments à teneur hydrocarbonée élevée. D'autre part, les animaux en croissance et les vaches laitières, demandent des aliments à teneur élevée à la fois en hydrates de carbone et en matières albuminoïdes.

Faisons remarquer que les animaux monogastriques, tels le cheval

et le porc, utilisent le sucre dénaturé avec un rendement voisinant 100 %. D'autre part, les ruminants, animaux polygastriques, utilisent moins bien le dénaturé (plus ou moins 90 %), à cause des fermentations stomachales qui leur sont particulières.

5° Contrairement à un préjugé répandu anciennement, le sucre n'échauffe pas.

6° Dans une ration déterminée, le sucre interviendra heureusement pour pratiquer des substitutions alimentaires ; il faut éviter de le distribuer en supplément à une ration déjà riche.

7° Anciennement, on a constaté que des accidents pléthoriques sont à craindre en cas de consommation exagérée de sucre dénaturé. Cela peut se produire, par exemple, si les réserves de sucre ne sont pas mises à l'abri de la dent des animaux, toujours libres de rompre leurs attaches.

Evidemment, certaines espèces, certains individus même, se montrent plus sensibles ; il y a ce qu'on peut appeler une influence de tempérament.

Ce n'est pas tout. Il est bien connu que les betteraves sucrières provoquent des accidents graves chez le bétail, quand celui-ci en compose uniquement sa ration.

Si nous considérons que 40 kilogrammes de betteraves sucrières à 16,5 % sucre apportent à l'organisme 6 kg. 60 de sucre, plus une forte quantité de sels de potasse et d'oxalates, un accident de digestion est facilement compréhensible. Par contre, le sucre dénaturé ne renferme pas d'oxalates, ces derniers ayant été éliminés complètement lors du traitement du jus de betteraves à la sucrerie, aux stations de chaulage et de carbonatation ; quant aux sels de potasse, le sucre dénaturé renferme une dose infime de potasse (0,30 %), alors que la mélapaille en présente une teneur dix fois supérieure (2,60 %), sans qu'on ait jamais trouvé là quelque raison de critique justifiable.

Bien des bromatologues conscients ont déterminé l'action favorable ou nuisible des aliments sur la vache à des points de vue multiples se rapportant à la santé générale, la composition, le goût et la quantité de beurre ou de lait : aucun d'eux n'émet de critique à l'égard du sucre dénaturé, ce qui élimine d'emblée toute appréciation subversive à l'égard de ce dernier.

Dans la pratique, il y a une autre cause d'erreur, c'est que l'éleveur mesure peu et ne pèse que rarement les rations.

Pour ce motif, des erreurs de rationnement ont parfois déterminé des accidents. A la condition d'éviter toute exagération, le sucre dénaturé est un excellent aliment, convenant à toutes nos espèces domestiques. Il est rationnel de ne pas opérer par son introduction, des substitutions totales, la variété dans la composition de la ration représente le moyen le plus sûr que nous possédons pour satisfaire aux besoins normaux de l'organisme vivant.

Ajoutons que des essais d'alimentation au sucre dénaturé seront souvent la meilleure preuve de sa valeur.

8° Le sucre en dissolution peut être mis à profit pour favoriser la consommation de denrées de qualité inférieure, telles que les fourrages poussiéreux, grossiers, peu alibiles, d'odeur désagréable, que les animaux n'accepteraient pas sans cette préparation.

9° Le sucre dénaturé trouvera son meilleur emploi dans les entreprises de transport, dans les ports, à l'armée, dans les charbonnages, dans les grandes laiteries, chez les grands éleveurs ; en culture, aux périodes

de forts travaux, aussi bien pour les chevaux que pour les ruminants utilisés à la traction.

10^o Le sucre dénaturé se présente, à l'état sec, parfaitement friable et de bonne conservation; il est d'un emploi commode et facile. De plus, il jouit de l'avantage appréciable d'être un produit de composition stable, ce qui n'existe pas toujours pour les autres aliments concentrés.

11^o La saveur du sucre dénaturé augmente l'appétence des jeunes animaux; il constitue un moyen facile de leur faire absorber du phosphate alimentaire (1), type bicalcique précipité, à la dose de 4 à 5 % de la ration, dont le rôle est déterminant dans la formation de la charpente osseuse.

12^o De par ses composants accessoires : son et sel, le sucre dénaturé voit sa valeur augmenter par un rôle diurétique appréciable.

13^o L'absorption de sucre, non seulement n'augmente pas la consommation de l'eau, mais la rend plus réduite que celle nécessaire dans le cas de consommation d'une ration composée de foin et d'avoine : au cours d'essais effectués sur le cheval, on a constaté, dans ce dernier cas, que si l'animal consomme 3 kg. 4 d'eau par kilogramme de matières sèches, il n'en consomme que 2 kg. 1 quand il est alimenté en sucre (2).

RÉSUMÉ

Le sucre dénaturé est composé, pour 100 kilogrammes, de : 87 kilogrammes de sucre brut, de 10 kilogrammes de son et de 3 kilogrammes de sel; il possède une valeur amidon de 85, pour le cheval.

Tous les bromatologues sont unanimes à reconnaître sa grande valeur nutritive et le rôle important qu'il peut jouer, surtout comme aliment énergétique et calorifique. Son emploi est d'autant plus logique que son bas prix et sa valeur amidon élevée lui permettent de concurrencer la plupart des aliments concentrés du commerce. Le cheval et le porc en tirent le meilleur profit. Quelques précautions élémentaires sont à prendre pour son utilisation, attribuables surtout en l'absence de substances pondérantes improductives dans sa composition. Il mérite d'être mieux connu et plus utilisé.

SAMENVATTING

De ontaarde suiker bevat per 100 kilogram : 87 kilogram ruwe suiker, 10 kilogram zemelen, 3 kilogram keukenzout, en heeft een voedingswaarde van 85 voor het paard.

Al de specialisten in voedingskunde zijn eensgezind om zijne groote voedingswaarde, en tevens zijne groote waarde als kracht- en warmtevoortbrengend voedsel te herkennen.

Zijn gebruik is des te logischer, aangezien zijn lage prijs en zijn hoge zetmeelwaarde hem toelaten met de meeste geconcentreerde voedsels uit den handel te concurreeren.

Het paard en het varken benutten hem het best. Voor zijn gebruik zijn er enkele voorzorgsmaatregelen te nemen, voortvloeiend uit de afwezigheid in zijne samenstelling van omvangrijke onbenuttebare stoffen.

De ontaarde suiker dient beter gekend en meer gebruik te worden.

(1) H. Zwaenepoel. — Loc. cit., p. 547.

(2) O. Kellner. — « Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere », p. 377.

NOTICE PUBLIÉE
par
L'INSTITUT BELGE POUR L'AMÉLIORATION
DE LA BETTERAVE
Tirlemont-Belgique

15 AVRIL 1933

COMPTE RENDU DES RECHERCHES
EFFECTUÉES
SUR LA PÉGOMYE DE LA BETTERAVE
EN BELGIQUE EN 1932

à l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave

par

L. DECOUX

Ingénieur-Agronome Principal

et

G. ROLAND

Ingénieur-Agronome-Adjoint de l'Institut

*Recherches subventionnées par le
Fonds National Belge de la Recherche Scientifique*

BRUXELLES
Imprimerie J. COLASSIN & Co
Rue du Borgval, 18

1933

CONSEIL D'ADMINISTRATION

de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave

MM. Lucien BEAUDUIN, Président du Conseil d'Administration;

Paul DESCAMPS, Administrateur;

Jules DUBOIS, »

Georges MULLIE, »

Jules NAVÉAU, »

Ernest OURY, »

Victor PAREIN, »

Augustin ROBERTI, »

Jean WITTOUCK, »

CONSEIL SCIENTIFIQUE DE PATRONAGE

de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave

MM. le Chanoine Philibert BIORGE, professeur de phytopathologie et de microbiologie à l'Institut Agronomique de Louvain;

l'Abbé Henri COLIN, professeur de chimie végétale à l'Université catholique de Paris;

Franz BAERTS, Docteur en sciences chimiques, à Tirlemont;

Emmanuel DUMONT de CHASSART, Ingénieur agronome, à Chassart;

Lucien HAUMAN, professeur de botanique à l'Université Libre de Bruxelles;

Constant JOURNEE, directeur de la Station de sélection à l'Institut Agronomique de Gembloux;

Emile MARCHAL, directeur de la Station de phytopathologie à l'Institut Agronomique de Gembloux;

Raoul MAYNE, directeur de la Station d'entomologie à l'Institut Agronomique de Gembloux;

Georges SEMAL, Ingénieur agronome, à Donstiennes;

Albert SENY, Ingénieur des mines, à Bertrée;

Germain VERPLANCHE, professeur de botanique à l'Institut Agronomique de Gand.

NOTICE A CONSERVER

COMpte RENDU DES RECHERCHES EFFECTUÉES

sur

LA PÉGOMYE DE LA BETTERAVE EN BELGIQUE EN 1932,

à l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave⁽¹⁾,

par L. DECOUX, Ingénieur-Agronome Principal

et G. ROLAND, Ingénieur-Agronome-Adjoint de l'Institut.

Recherches subventionnées par le
Fonds National Belge de la Recherche Scientifique.

L'Institut belge pour l'amélioration de la betterave a consacré son activité au maximum, pendant l'année 1932, à l'étude des moyens de lutte les plus efficaces contre la pégomye ou mouche de la betterave (*Pegomyia hyoscyami* Panzer, var. *Betae Cur.*), laquelle, au cours de ces dernières années, a commis des dégâts sans cesse croissants, dans les cultures de betteraves.

Dans cette tâche ingrate, nous avons été utilement conseillés par M. R. Mayné, Directeur de la Station entomologique de l'Etat à Gembloux, membre du Conseil Scientifique de patronage de l'Institut belge, membre de l'Institut International de Recherches Betteravières, et désirons, avant tout, lui exprimer toute notre gratitude pour sa précieuse collaboration.

En novembre 1932, le Fonds National belge de la Recherche scientifique, sollicité par feu M. Bergé, administrateur-délégué de l'Institut, a bien voulu nous octroyer un subside; celui-ci constitue pour nous un encouragement précieux, dont nous remercions les dirigeants du F. N. R. Sc.

Les diverses sucreries du pays, affiliées à l'Institut, ont bien voulu prendre à leur charge, l'an dernier, le travail de propagande auprès des planteurs, en distribuant nos tracts; aussi bien pour cela que pour la diffusion de cette notice, nous tenons à les en remercier.

(1) L'Institut belge pour l'Amélioration de la Betterave a été créé le 18 mai 1932, sous la forme d'Association sans but lucratif, par la collaboration de trente-deux Sociétés sucrières du pays.

Planteurs de betteraves, lisez attentivement : Les moyens de lutte préconisés pour l'année 1933 contre la pégomye de la betterave,
pages 13 et suivantes.

Nous passerons successivement en revue les résultats de nos recherches et observations, présentés suivant le programme ci-dessous :

- 1° L'étude générale de la mouche;
- 2° L'étude des dégâts;
- 3° Les ennemis naturels de la mouche;
- 4° L'examen critique des divers moyens de lutte;
- 5° Les moyens de lutte préconisés pour l'année 1933;
- 6° L'exécution des pulvérisations d'insecticides.

§ 1. — GENERALITES SUR LA MOUCHE.

1. — Systématique de la mouche.

Insecte de l'ordre des Diptères, la pégomye (fig. 1) se classe dans la sous-famille des Anthomyiines, laquelle appartient à la famille des Anthomyiides.

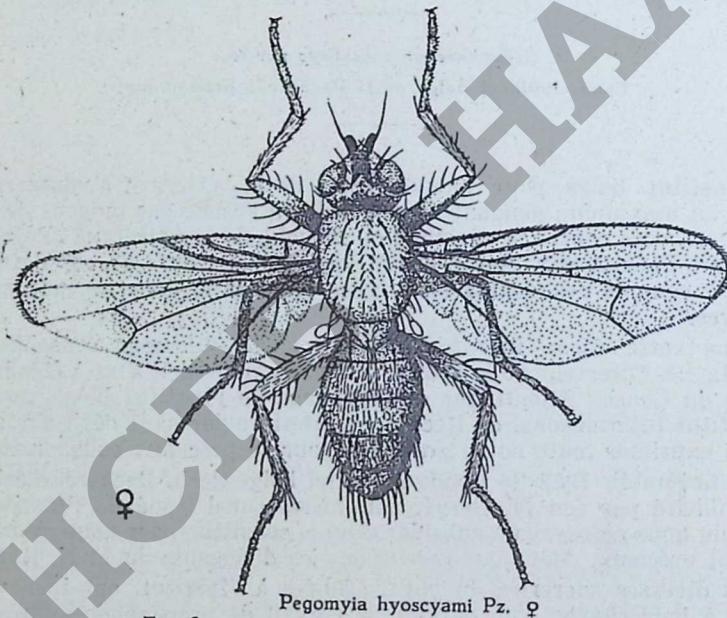


Figure 1. — Pégomye de la betterave (fortement grossie) (1). — 1^{mm}

La différenciation des genres de diptères, se rencontrant le plus fréquemment dans les champs et ne présentant pas, à première vue, des particularités propres, se fait par l'observation de la nervation des ailes. Lorsqu'on suit le pourtour d'une aile de pégomye, on constate que les

(1) Les clichés des figures 1, 2, 3, 5, extraits des travaux de Bremer et Kaufmann, nous ont été obligeamment prêtés par M. Van Ginneken, Directeur de l'Institut Sucrerie Néerlandais de Bergen-op-Zoom et Président de l'Institut International de Recherches Betteravières.

sept nervures partant du corps de l'insecte, aboutissent directement au bord des ailes. Chez les *Musca* et *Muscina*, au contraire, la cinquième nervure (en comptant d'avant en arrière) se redresse et son extrémité aboutit très près de la quatrième nervure. Chez les *Aricia*, la dernière nervure (anale) est très réduite et n'atteint pas le bord de l'aile.

2. — Morphologie de la mouche.

Plus petite que la mouche des maisons (*Musca domestica*), la mouche de la betterave a une longueur variant entre 6 à 8 millimètres; l'envergure des ailes est comprise entre 10 et 15 millimètres.

La coloration générale varie du gris clair au gris foncé; les extrémités des pattes (tarses), ainsi que les lignes dorsales parcourant le thorax et l'abdomen sont noires. Les yeux rouges tranchent sur la couleur grise du corps.

Le mâle, plus foncé et plus svelte que la femelle, a également les yeux plus gros. L'écart entre ces derniers, chez le mâle, au sommet de la tête, est beaucoup plus faible que chez la femelle. La femelle, de couleur plus claire, a l'abdomen plus globuleux.

3. — Biologie générale de la mouche.

En Belgique, les premières mouches apparaissent vers la fin avril, début de mai, alors que les cotylédons de la jeune betterave viennent à peine de percer la surface du sol. Quatre à huit jours après son éclosion, la mouche de la betterave pond, à la face inférieure des feuilles, une centaine d'œufs disposés soit isolément, soit par petits paquets de deux, trois, quatre œufs, parfois davantage. Ces œufs ont environ un millimètre de longueur; ils sont blancs, de forme allongée, à surface gaufrée (fig. 2).



Figure 2.

Œufs de pégomye
(fortement grossis).

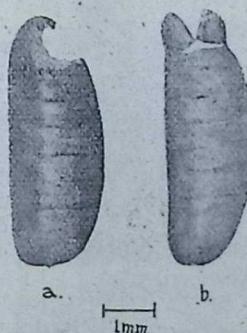


Figure 3.

Pupes écloses de pégomye :
a) parasitées; b) saines.

Après trois à six jours, ces œufs donnent naissance à une larve blanchâtre, molle, apode, sans tête apparente, d'un millimètre de longueur, qui, de l'œuf, pénètre dans la feuille, sans se montrer à l'extérieur. La

larve ronge rapidement les tissus foliaires situés entre les deux épidermes et occasionne des dégâts visibles à partir du cinquième jour de son éclosion. A la première génération, les feuilles des betteraves étant encore trop petites pour permettre l'alimentation totale de l'insecte pendant sa phase larvaire, celui-ci passe de feuille en feuille jusqu'à son développement complet. Pour atteindre celui-ci, il faut à la larve environ quinze jours, pendant lesquels elle mue à trois reprises, passant successivement du blanc sale au blanc verdâtre, puis du blanc verdâtre au blanc jaunâtre. A ce dernier stade, la larve mesure environ 9 millimètres de longueur et 2 millimètres de largeur; elle quitte alors la feuille de betterave pour se transformer en pupe (petit tonneau brun-rougeâtre) dans le sol (fig. 3). La durée du stade pupal est très variable et oscille entre 15 à 25 jours. Après cette période, l'insecte parfait sort et la ponte recommence. Il se succède ainsi en Belgique, par an, trois générations dommageables pour la betterave.

A la dernière génération, soit en août-septembre, les larves s'emparent dans la terre, où elles hivernent jusqu'au printemps suivant, époque où le cycle se renouvelle.

§ 2. — LES DEGATS OCCASIONNES PAR LA MOUCHE AU COURS DES DIFFERENTES GENERATIONS

1. — Méthode de contrôle des générations de mouches par les postes d'observation.

Au début de l'année 1932, quinze postes d'observations, ayant pour but de suivre le développement des diverses générations de pégomye parallèlement à la climatologie, ont été établis dans les régions betteravières les plus parasitées en 1931, soit à Overhespen, Houppertingen, Jesseren, Oreye, Liers, Eghezée, Burdinne, Moha, Wanze, Ramillies, Gembloux, Donstienne, Bellefontaine et, par après, à Furnes et à Walsbetz.

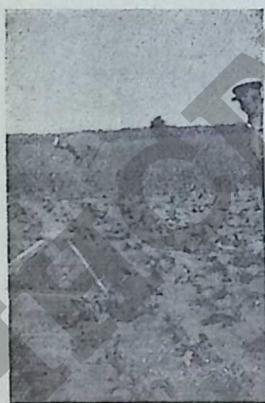


Figure 4. — Cage-piège
pour le contrôle
de la deuxième génération.

Chaque poste, outre un thermomètre à maxima et minima et un pluviomètre, a été muni de deux à quatre cages-piège. Ces cages (fig. 4) consistent en un encadrement pyramidal en bois recouvert d'un treillis. La base de cet encadrement, d'une surface d'un mètre carré, n'est pas couverte de treillis, de sorte que l'intérieur de la cage est exactement dans les mêmes conditions biologiques que le milieu ambiant. Le sommet de l'encadrement est percé d'une ouverture, que l'on obture par un bocal renversé. Les cages-piège sont posées sur un sol qui contient des pupes de mouches; celles-ci, lors de leur éclosion, sont prisonnières à l'intérieur de la cage et se dirigent, naturellement, vers le bocal en verre. L'observateur local passe journallement pour faire les constatations météorologiques et recueillir les pégomyes dans les cages sous son contrôle.

Les observations journalières et les mouches capturées nous sont envoyées tous les quatre jours, aux fins d'identification.

Les éclosions de la première génération sont suivies en plaçant les

La Betterave est
une grande mangeuse de POTASSE

Donnez-lui AU MOINS 500 KILOS de

CHLORURE DE POTASSIUM

par Hectare

Exigez des engrais potassiques fournis par l'intermédiaire
du COMPTOIR DES SELS DE POTASSE

53, Boulevard du Midi, BRUXELLES

Graine de Betteraves à Sucre

"Kuhn originale"

La graine idéale du
planteur de betteraves
sucrères

Variété créée en 1887 et
constamment sélectionnée
depuis par la "Culture
Royale des Graines
de Betteraves à sucre"

Kuhn & Co, S. A.

Naarden (Hollande)

AGENCE GÉNÉRALE :
Emile Algoet, ingén., Mons
Téléphone 1382 (HAINAUT)



cages, dès le début du mois de mai, sur les champs ayant porté une culture de betteraves l'année précédente. Lorsque les éclosions sont terminées, on déplace les cages sur les champs de betteraves de l'année, pour suivre l'évolution de la deuxième génération. Les éclosions de celle-ci une fois terminées, les cages sont placées à un autre endroit du même champ, afin d'observer la troisième génération.

2. — L'étude régionale de l'attaque de la mouche.

L'exposé détaillé de l'évolution de la pégomye dans les différentes régions betteravières serait par trop long à développer dans cet aperçu succinct. Nous croyons préférable d'envisager une région en particulier, où l'attaque de la mouche a été telle qu'elle représente la moyenne des différentes attaques régionales observées au cours de cette année.

Nous envisagerons donc la **région de Wanze**, où les précieuses observations, faites et communiquées par M. Heptia, Inspecteur des sucreries de Wanze, avec le concours de M. Maquet, chimiste à la sucrerie de Wanze, nous ont permis de suivre dans cette région et dans ses moindres détails l'évolution des générations de pégomyes et leurs dégâts.

Première génération. — Les semis de betteraves effectués vers le 25 avril, en 1932, ont présenté, tout d'abord, un retard de quinze jours par rapport à 1931, où ils ont eu lieu vers le 10 avril. La première ponte de la mouche a été constatée le 17 mai, ce qui permet de supposer que l'apparition des premières pégomyes a eu lieu vers le 10 mai. Les dernières éclosions de mouche ont été recueillies le 31 mai, la période d'éclosion observée a donc été de 14 jours et le nombre total de mouches capturées par mètre carré de terrain, pour toute cette période, s'est élevé à 6,5. (Dans les autres postes de contrôle, la durée d'éclosion a varié de 9 à 34 jours.) La ponte, très faible pendant les journées à basse température du 6 au 9 juin, a été, par contre, extraordinairement élevée pendant les journées chaudes du 11 au 14 juin, avec un maximum de 18 œufs déposés par betterave le 13 juin. On a constaté la première larve le 23 mai, alors qu'elle était vraisemblablement âgée déjà de trois jours environ; le développement pris par les larves a causé beaucoup de dégâts à partir du 13 juin, soit 20 jours après la première éclosion de larves, le temps, généralement sec pendant toute la période larvaire, ayant diminué la vigueur de la végétation de la betterave.

De fortes pluies, tombées du 22 au 25 juin, ont donné un élan sérieux à la végétation de la betterave, lui permettant de passer sans trop de perte de plants, cette période extrêmement critique de l'attaque de la mouche.

Deuxième génération. — Les éclosions ont été marquées par une première naissance de pégomye le 18 juin, pour s'arrêter ensuite; elles ont repris par après, le 27, à un rythme de plus en plus grand, qui a atteint son maximum au cours de la période du 7 au 11 juillet, pendant laquelle les moyennes journalières de température ont été de 15,5 à 22°. Ce retard des éclosions est vraisemblablement dû à la sécheresse du sol, qui a marqué la période d'empupage (du 1^{er} au 22 juin, il est tombé 10 mm. d'eau seulement). Dès ce moment, les conditions favorables à la mouche l'ont été également pour la betterave. Celle-ci a bénéficié largement des pluies tombées (32,5 mm) du 26 juin au 7 juillet. Beaucoup d'œufs ont été enlevés par les pluies orageuses fréquentes au cours du mois de juillet. Les dernières

éclosions de la deuxième génération ont eu lieu le 1^{er} août. Apparues le 14 juillet, les larves de cette génération sont restées en nombre très faible et n'ont causé que des dégâts peu importants.

Troisième génération. — L'apparition des mouches de la troisième génération a été massive dès le 16 août, accélérée par la climatologie du moment (très chaude et un peu humide), pour se terminer au 8 septembre.

Les larves ont causé des dégâts appréciables, atténués cependant par l'importance invraisemblable du bouquet foliaire.

3. — Estimation des dégâts.

Le développement foliaire en 1932 a été, en tout temps, de beaucoup supérieur à celui de 1931. Ce fait est attribuable au climat humide et chaud et à une fertilisation azotée importante, voire exagérée.

Dans ces conditions, il a paru, à beaucoup d'observateurs superficiels que la mouche avait commis peu ou pas de dégâts en 1932. Evidemment, la culture betteravière s'en est beaucoup moins ressentie qu'en 1931. Il n'en est pas moins vrai, qu'un examen approfondi effectué par la sucrerie de Wanze, dans l'ensemble de ses râperies, a permis d'estimer la perte par hectare, pour les planteurs infestés par la mouche, à 750 francs environ, comprenant les dégâts causés au rendement en racines, à la richesse en sucre et à la production des feuilles. Cette perte ne peut être considérée comme absolue pour l'ensemble des régions parasitées, une foule de facteurs intervenant pour la faire varier. Rappelons, à ce propos, que la perte subie par le planteur en 1931 avait été signalée être égale à 1.500 francs l'hectare par M. Heptia.

Tous les observateurs conviendront que la mouche a pris, en 1932, une extension considérable, quoique ses dégâts aient été apparemment inférieurs à ceux de 1931.

§ 3. — LES ENNEMIS NATURELS DE LA MOUCHE.

Comme tout être vivant, la mouche a des ennemis qui s'attaquent à ses différents états, soit à la larve, soit à la pupe, soit à la mouche adulte, soit à l'œuf.

1. — Le parasitisme de la larve et de la pupe.

Nous avons étudié principalement le parasitisme de la deuxième génération de larves. Dans ce but, du 15 juillet au 15 août, nous avons recueilli des feuilles de betteraves larvées dans les différents centres de culture betteravière. Ces feuilles ont été mises dans des caisses sur un lit de sable, dans lequel les larves se sont empupées; trois semaines plus tard environ, nous avons dénombré journalement les pégomyes et les parasites à leur éclosion. Ces derniers appartenaient tous à l'ordre des hyménoptères. Nous avons pu déterminer les trois braconides : *Opius nitidulator*, *Opius spinaciae* (fig. 5) et *Opius fulvicollis* et l'Ichneumonide *Phygadeuon pegomyiae*.

A l'état adulte, tous ces parasites sont plus petits que la mouche de la betterave. Ces insectes sont remarquables par leurs deux longues antennes qu'ils portent redressées vers l'arrière et par les teintes vives de certaines parties de leur corps. Ils mesurent environ 5 à 7 millimètres de long, 1,5 millimètre de large et leur envergure est de 1 centimètre.

Leurs ailes, au nombre de quatre, sont parcourues par un réseau de très fines nervures; les ailes antérieures dépassent de beaucoup les postérieures. La femelle porte un aiguillon appelé tarière, à l'extrémité postérieure du corps. Cet organe lui permet de déposer ses œufs dans le corps des larves de la pégomye. Là, les œufs éclosent, de telle manière que les jeunes larves, qui en sortent, vivent aux dépens de la larve de la pégomye qui les hospitalise. D'après nos déterminations, il résulte que le parasitisme de la mouche, en Belgique, est à peu près nul. Il s'est élevé à 3,21 % en

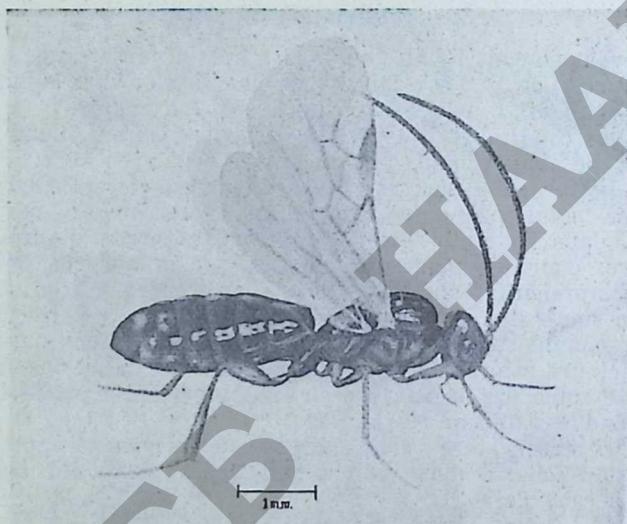


Figure 5. — *Opius spinaciae* (fortement grossi).

moyenne pour la deuxième génération, alors qu'en Hollande, pour l'année 1931, le parasitisme a été, en moyenne de 50 %. Chez nous, sur vingt-quatre régions examinées, trois seulement, Grez-Doiceau, Nodebais, Tirlemont, avaient un parasitisme égal ou supérieur à 50 %. Dans les autres régions étudiées, le parasitisme a varié de 0 à 21 %.

D'autre part, l'aire de dispersion des divers parasites n'est pas la même pour chacun d'eux. Nous avons ainsi observé l'*Opius nitidulator* dans treize régions, l'*Opius spinaciae* dans douze régions, l'*Opius fulvicollis* dans dix régions et le *Phygadeuon* dans deux régions. Ce dernier est spécialement localisé dans la région de Waremme à Tirlemont.

Parmi les destructeurs de pupes, nous devons signaler la taupe.

De tout ceci, il y a donc lieu de conclure que le parasitisme peut être considéré actuellement comme pratiquement nul. Si la climatologie future ne favorise pas son extension, le planteur a donc encore tout à redouter de la mouche de la betterave pour l'année 1933.

2. — Le parasitisme de l'œuf.

Nous n'avons pu observer aucun parasite des œufs de pégomye. Cependant, nous croyons devoir mentionner un petit collembole, le

Sminthurus luteus, lequel, dans la région de Waremme, a mangé les œufs de pégomye, mais a aussi commis des dégâts assez importants aux betteraves en rongeant les limbes.

3. — Les ennemis de la mouche adulte.

Nous n'avons pas observé le champignon **Empusa Muscae**, qui, au cours des années humides, détruit un grand nombre de mouches dans les pays voisins.

4. — Les oiseaux.

Parmi les oiseaux qui recherchent la mouche à ses différents stades, nous devons citer : le moineau, l'hirondelle, la bergeronnette et le pigeon.

§ 4. — L'EXAMEN DES DIVERS MOYENS DE LUTTE.

1. — Lutte contre la mouche adulte.

a) En laboratoire.

Des essais nombreux, effectués en laboratoire, avec des mouches vivantes placées en cage d'observation, ont montré que :

1^o La solution insecticide conseillée par nos notices distribuées l'an dernier, à base de fluorure de soude et de sucre est aussi毒ique à la concentration de 1% que de 4%. Mais la nécessité d'avoir une homogénéité parfaite du mélange, demande l'utilisation pratique d'une concentration de 4%;

2^o L'efficacité du fluorure et celle du fluosilicate de soude sont égales;

3^o Les insecticides sont aussi actifs avec une solution de sucre brut que de sucre blanc;

4^o Le lait écrémé, conseillé comme adhésif au cours des pulvérisations contre la première génération, n'enlève rien à la toxicité du fluorure;

5^o Déjà deux heures après l'absorption de l'insecticide, on peut trouver des mouches tuées;

6^o Les mouches de la première génération se nourrissent avant la ponte.

b) Petits essais en plein champ.

Au cours de ces essais, nous avons obtenu successivement :

1^o Un résultat nul avec des composés sulfo-arsénicaux, appliqués en pulvérisation à 2 et 4%;

2^o Un résultat insuffisant en promenant un filet en papier enduit de glu au niveau des feuilles de betteraves;

3^o Des résultats presque nuls au moyen de tas de fumier, son, mélapaille arrosés de solutions fluorées;

4^o Un résultat satisfaisant par arrosage de la solution insecticide de fluorure de soude avec néanmoins quelques brûlures, par suite du diamètre trop grand des trous de la pomme d'arrosoir;

5^o Un résultat moins bon en remplaçant le fluorure par du fluosilicate de soude comme insecticide;

6^o Début de juin, on a placé des pièges en verre, correspondant au type de gobe-mouches ordinaire de maison, couramment employé pour la destruction des mouches domestiques, ils ont été appâtés avec la solution sucrée (2%) fluorée (4%). Des pégomyes ont été attirées en quantités et empoisonnées.

c) **Essais en grand en plein champ.**

Des pulvérisations au fluorure de soude à 4 % et 2 % de sucre blanc faites par bandes de 5 mètres, tous les 15 à 20 mètres, nous ont donné de très bons résultats, cela notamment à Mehagne, où la mortalité dans les bandes pulvérisées était, en moyenne, de 60 pégomyes par mètre carré. Grâce à l'obligeance de M. Debouche, agriculteur à Mehagne, nous avons, à deux reprises, mis en parallèle les pulvérisations au fluorure et au fluosilicate. Dans un cas, l'avantage est allé au fluorure et, dans l'autre, nous n'avons constaté aucune différence.

M. Grégoire, à Walsbetz (Landen), a pris l'initiative, en mai 1932, d'effectuer des pulvérisations de fluorure de soude sur avoine, succédant à betteraves; le nombre constaté de mouches tuées a été extrêmement élevé.

2. — **Lutte contre les œufs.**

a) **Moyens cultureaux.**

1^o **Influence du démariage retardé.**

A plusieurs reprises, nous avons pu vérifier que ce système permet de répartir la ponte sur un plus grand nombre de plants, dont la majeure partie est détruite lors du démariage effectué après la période de ponte maximum.

2^o **Roulage.**

Ce procédé ne donne qu'un résultat insignifiant.

3^o **Les plantes-hôtes de la pégomye.**

Differentes plantes-hôtes ont été semées dans un champ de betteraves. La pégomye a pondu sur les plantes d'épinard; les autres plantes (Arroche, Ansérine amarante) n'ont pas porté d'œufs de pégomye. Nous avons trouvé par contre des œufs de pégomye sur l'Ansérine blanche et sur la petite-oseille.

4^o **Influence de la variété de betterave.**

Des observations multiples, faites tant dans les champs d'essais de variétés de l'Institut qu'en grande culture, ont prouvé que la mouche s'attaque indifféremment à toutes les variétés.

b) **Moyens mécaniques.**

Brossage. — Les œufs frais de mouche adhèrent très peu aux feuilles qui les portent. Des essais, effectués d'abord avec une brosse à main, ensuite avec une herse-brossante triangulaire et enfin avec une herse-brossante quadrangulaire (fig. 6), ont permis d'enlever 60 à 70 % des œufs se trouvant à la face inférieure des jeunes betteraves, cela en faisant passer la brosse suivant deux sens inverses l'un de l'autre, parallèlement aux lignes de betteraves. Ce brossage enlève la plupart des œufs frais; seuls restent sur les feuilles les œufs desséchés. A ce propos, une brosse rotative à commande mécanique a été construite et sera expérimentée au printemps prochain sur les jeunes betteraves couvertes d'œufs. Ces brosses sont constituées de fibres de coco.

c) **Moyens chimiques.**

Des essais avec des produits ayant pour but, les uns, de repousser les mouches et ainsi d'éviter les pontes sur le champ traité, les autres, de détruire les œufs, n'ont donné aucun résultat.



Sélection Originale Danoise

Graines de Betteraves Sucrères

"GLOSTRUP"

RACE CRÉÉE EN 1897

RICHESSE

RENDEMENT

PURETÉ

MINIMUM DE MONTÉES --- RÉGULARITÉ PARFAITE

Marque déposée



Sélectionnée et Contrôlée par la MAISON

Hjalmar Hartmann & Co

Copenhague, Danemark

EN VENTE à la

Sté Anonyme Belge des Sélections Agricoles
(S. A. B. S. A.) à GEMBLOUX — Tél. N° 3

Le GUANO DU PÉROU
MOREELS

"LA CHARRUE"

le seul engrais naturel complet
augmente en de fortes propor-
tions, la teneur en SUCRE de
vos BETTERAVES et vous
laisse un ARRIÈRE ENGRAIS
très appréciable.

FUMURE des BETTERAVES

Un sol bien aéré sans encroûtement!
Une végétation luxuriante!
Une remarquable économie
dans les frais de fumure!
par l'emploi du

NITRATE de CHAUX 1G

15.5 % d'azote et environ 28 % de chaux
l'Engrais azoté nitrique LE MOINS CHER !

Publicité des Notices de l'Institut

Les conditions d'acceptation des annonces pour les
NOTICES prochaines de l'Institut seront fournies sur
demande, adressée directement à ce dernier :

Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave, à Tirlemont

3. — Lutte contre la larve.

Les nombreux essais effectués tant en laboratoire qu'en plein champ ont montré que les seuls produits donnant des résultats satisfaisants sont la nicotine et le sulfate de nicotine à 2 %, additionnés de 1 % de savon. Pour être efficaces, ces solutions devaient être épandues sur tout le champ à la dose de 1.000 litres par hectare. Le prix de la nicotine (175 francs le



Figure 6. — Brosse quadrangulaire.

kilo), celui du sulfate de nicotine (80 francs le kilo), ne permettent pas d'envisager, dans les conditions économiques actuelles, la réalisation pratique de cette méthode de lutte.

4. — Lutte contre la pupe.

Moyens chimiques. — L'Institut betteravier de Bergen-op-Zoom a obtenu une mortalité de 100 % des pupes se trouvant dans une terre à laquelle avait été mélangé 1 % de cyanure de calcium. D'autres essais, effectués par le même Institut et par la ferme du Boerenbond, à Bochrijck, au moyen de carbure de calcium, n'ont donné aucun résultat. Ces données seront vérifiées par des essais ultérieurs.

5. — Lutte au moyen d'engrais azotés.

Au cours des deux premières générations de mouches, nombreux ont été les planteurs qui ont épandu de grandes quantités d'engrais azotés en couverture. Ces applications avaient pour but d'augmenter la vigueur de la végétation de la betterave, afin qu'elle puisse plus facilement résister à la mouche. Cette méthode présente de nombreux et sérieux inconvénients :

- a) Elle ne nuit en rien à la mouche, qu'elle favorise au contraire par l'abondance de nourriture foliaire mise à sa disposition par la betterave;
- b) Elle prolonge outre mesure la période de végétation de la betterave, laquelle ne disposant pas d'une période de maturation suffisante,

donne des racines pauvres en sucre, dans le cas d'une année humide;

c) Elle est beaucoup plus coûteuse que la méthode des pulvérisations;
d) Plusieurs planteurs produisant des betteraves dans les régions fortement parasitées, ont obtenu des rendements de 40.000 à 45.000 kilogrammes à l'hectare, avec une richesse de 15,50 à 16,00 % de sucre, cela avec une dose d'engrais azoté relativement faible, soit de 300 à 400 kilogrammes d'engrais azoté au total. Ceci prouve bien que le climat représenté par les pluies et les chaleurs favorables des mois de juillet et septembre ont plus fait pour sauver la betterave de la mouche que les applications d'engrais azotés exagérées.

De toute manière, il y a intérêt à utiliser ceux-ci, à dose modérée en terre riche, ce qui est la norme des régions betteravières, cela avant le semis. L'application tardive d'engrais azotés, surtout d'engrais azotés à action lente, est préjudiciable à la richesse des betteraves, ainsi qu'à l'utilisation totale de leurs éléments nutritifs par les betteraves.

A titre d'indication, en terre normale, à réaction alcaline, après céréales par exemple, en tenant compte de l'apport d'une dose normale de 15.000 à 25.000 kilogrammes de fumier de ferme, voici la fumure minérale à l'hectare, que nous avons conseillée avec le plus de succès, pour l'obtention d'une récolte moyenne de 30.000 à 35.000 kilogrammes de racines :

a) 105 kilogrammes d'azote (soit 300 kilogrammes de nitrate à 15,5 % d'azote + 300 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque à 20 % d'azote, soit 600 kilogrammes de l'un ou l'autre nitrate d'ammoniaque agricole, etc.);

b) 45 kilogrammes d'acide phosphorique (soit 300 kilogrammes de superphosphate à 15 %, soit 225 kilogrammes de Supra A, soit 112 kilogrammes de fertiphos, etc.);

c) 120 kilogrammes de potasse (soit 300 kilogrammes de chlorure de potasse à 40 %, soit 600 kilogrammes de sylvinité-kaïnite à 20 %, etc.).

Tout bien considéré, nous dirons que si les engrains azotés nitriques présentent le grand avantage d'augmenter la vigueur de la végétation de la betterave, il ne faut pas perdre de vue, que seules les pulvérisations au fluorure de soude, judicieusement conduites, permettent de détruire de grandes quantités de mouches et garantissent l'avenir.

§ 5. — Les Moyens de lutte préconisés pour l'année 1933.

L'expérience acquise au cours de l'année 1932 nous permet d'établir comme suit la technique à suivre logiquement dans la lutte contre la mouche de la betterave :

1^o D'abord, effectuer des pulvérisations avec l'insecticide à base de sucre et de fluorure de soude décrit au paragraphe 6, dans les champs plantés en betteraves attaquées en 1932, et portant donc actuellement l'une ou l'autre céréale, au moment des éclosions de la première génération. Cette époque sera signalée par un avertissement que l'Institut enverra, en temps opportun aux sucreries, ainsi qu'à tous les groupements de planteurs de betteraves. Eventuellement, cette époque sera annoncée par T. S. F., lors des communiqués agricoles des postes d'émission.

De toute manière, les pulvérisations doivent être effectuées dès l'apparition des premiers œufs de pégomye sur les jeunes betteraves et répétées tous les quatre à cinq jours, de manière à tuer les différentes mouches apparaissant au cours de la période d'éclosion;

2° Lors de l'apparition de la deuxième génération, soit fin juin, début de juillet, pulvériser les champs de betteraves de l'année. L'efficacité de ces pulvérisations a été démontrée par une série d'entomologues : MM. Bremer, Kaufmann, Mayné, Jablonowski, Appel, etc.;

3° Quoique d'effet limité, les diverses mesures suivantes d'ordre cultural et d'action indirecte, sont à appliquer pour atténuer les dégâts :

a) Exécuter les semaines de betteraves le plus tôt possible, afin que les betteraves soient développées au maximum lors de l'apparition de la mouche;

b) Effectuer des semis très denses en utilisant à l'hectare de 25 à 30 kilogrammes de graine de bonne germination;

c) Retarder éventuellement la mise en place et le démarriage. En tout cas, il est recommandable d'espacer de quelques jours ces deux opérations;

d) Au démarriage, il est à conseiller de maintenir le maximum de plants, soit 9 à 10 betteraves au mètre carré, ce qui, d'ailleurs, est avantageux en tout temps à la production betteravière;

e) Appliquer judicieusement un léger supplément de fumure azotée nitrique (100 à 200 kg. de nitrate à l'hectare), cela uniquement sur les champs fortement parasités, dont la fertilisation aurait été par trop parcimonieuse;

f) Multiplier les binages;

g) Arracher et détruire les plantes-hôtes : petite oscille, chénopode, etc.;

h) En petite culture, il y aura intérêt d'enlever et de détruire les feuilles infestées par les larves, afin de prévenir leur multiplication ultérieure;

i) Eviter toutes les causes pouvant diminuer la vigueur de la végétation de la betterave, telles que : l'acidité du sol, la fumure incomplète, l'ameublissement insuffisant, etc.

Seule l'application simultanée de ces moyens directs et indirects de lutte pourra atténuer les attaques éventuelles des générations futures de la mouche de la betterave. Il est à souhaiter que leur mise en pratique se généralise en 1933, ce qui permettrait de déterminer l'arrêt progressif de la multiplication de cet ennemi, dont le danger persiste à être bien grand vis-à-vis de la culture betteravière.

§ 6 — L'Exécution des pulvérisations d'insecticides.

De tous les essais effectués, se dégagent les méthodes pratiques à suivre pour effectuer, au mieux, les pulvérisations au fluorure de soude et, éventuellement, au fluosilicate de soude.

1.— Méthode pratique d'emploi du fluorure de soude.

Le traitement consiste à asperger de préférence par temps clair, chaud et sec, dès le début de la journée, soit en première génération, vers la mi-mai, les champs plantés en betteraves en 1932, soit en seconde génération, au début de juillet, les champs de betteraves de l'année, avec l'insecticide constitué par le mélange suivant :

Eau : 100 litres (de préférence eau de pluie) ;

Sucre blanc cristallisé : 2 kilogrammes ;

Fluorure de soude : 400 grammes.

Il n'est pas nécessaire que tout le champ soit traité; l'aspersion ne doit se faire que sur un cinquième à un huitième de la superficie, suivant l'importance des pontes constatées.

Ce traitement sera effectué le mieux avec un pulvérisateur (type épandeur à acide sulfurique pour senés) passant par bandes parallèles tous les 15 à 25 mètres dans le champ de betteraves.

Avec un pulvérisateur d'une largeur de jet de 3 à 5 mètres, le traitement d'un hectare a demandé, en 1932, en moyenne, 20 à 30 minutes, 100 à 200 litres d'insecticide, soit une dépense de 15 à 25 francs à l'hectare, y compris le coût de la main-d'œuvre, des chevaux, la location du pulvérisateur et l'achat des produits. De la sorte, en une journée de huit heures, on pulvérise de 20 à 25 hectares.

Le fluorure de soude est vendu au prix de gros par les sucreries.

En vue de diminuer le coût de ces pulvérisations, l'Institut a demandé et obtenu de l'Administration des Douanes et Accises l'accord de principe de pouvoir dénaturer du sucre avec du fluorure de soude, ce qui permettra de payer ce sucre, dans ce mélange, sur la base du prix mondial.

En petite culture, cette pulvérisation peut être effectuée avec un pulvérisateur à dos ou un arrosoir à petites ouvertures.

En 1932, dans diverses régions du pays, des entrepreneurs outillés ont effectué un travail à forfait de ce genre; plusieurs sucreries ont mis aussi un pulvérisateur à la disposition de leurs planteurs.

En ce qui concerne l'exécution pratique du traitement, voici le procédé à suivre : à la ferme, dans un tonneau ou un baquet, on dissout dans de l'eau chaude (pour activer la dissolution) la quantité de sucre et de fluorure nécessaire pour traiter un champ ou remplir le tonneau du pulvérisateur. Celui-ci est rempli d'eau, on y ajoute la dissolution concentrée de sucre et de fluorure, en remuant constamment l'eau. La pulvérisation peut alors commencer.

Il est très commode aussi, la veille de l'opération, de préparer la solution et de la garder en bidons fermés, type bidons à essence, jusqu'au lendemain.

De toute manière, la solution insecticide doit, par un mélange sérieux, être parfaitement homogénéisée.

Lors de l'aspersion, les mouches sont activement attirées par le liquide sucré, se gorgent de celui-ci et s'empoisonnent. L'action est d'autant plus énergique que le temps est plus sec et chaud. Il y a lieu de renouveler la pulvérisation, si des pluies délaissent l'insecticide immédiatement après son épandage. Si la pluie suit de deux heures la pulvérisation, l'insecticide aura cependant exercé 50 % de son action. Il s'ensuit qu'il n'est pas indiqué d'entamer la lutte par temps couvert; en opérant de la sorte, d'ailleurs, les risques sont minimes, attendu que la ponte se ralentit très fortement par temps de pluie. Ajoutons que l'évaporation du liquide insecticide sur les plantes n'a pas pour effet de le rendre inefficace, vu que les mouches recherchent aussi les restes durcis de la solution, les assimilent et en meurent.

Les éclosions de mouches adultes étant continues, il importe de répéter ce traitement, afin de rompre le cycle évolutif et briser l'attaque.

En principe, ces pulvérisations seront reprises méthodiquement jusqu'à destruction complète de la génération intéressée. Nous conseillons 3 à 4

pulvérisations répétées, suivant les conditions locales et les nécessités, tous les quatre à huit jours, cela surtout pendant les journées chaudes.

Lors de la deuxième génération, le passage du pulvérisateur dans le champ de betteraves ne peut guère nuire aux plants, si le cheval de traction, de même que les roues du support, se déplacent dans l'axe des interlignes de betteraves, ce qui est facile à réaliser.

Remarque sur la toxicité du fluorure de soude. — Au cours de l'année les échos de certaines réclamations de la part d'apiculteurs, de colombo-philes et de chasseurs nous sont parvenues, déclarant que les pulvérisations au fluorure causaient la mort d'un grand nombre d'abeilles, de pigeons et de lapins. Remarquons, tout d'abord, qu'il est excessivement rare d'observer des abeilles sur les feuilles de betteraves, car elles puisent leurs aliments dans les fleurs. D'autre part, le fluorure, à la dose utilisée, est pratiquement inoffensif pour les vertébrés. Il a été reconnu, d'ailleurs, par après, que la cause de ces mortalités était étrangère aux pulvérisations.

2. — Méthode pratique d'emploi du fluosilicate de soude.

Le fluosilicate de soude est utilisé à la même concentration que le fluorure, soit 400 grammes pour 100 litres d'eau, avec addition de 2 kilogrammes de sucre.

Une fois que le fluosilicate est introduit dans l'eau, il convient de bien mélanger la solution. On peut faire usage d'un pulvérisateur ordinaire pour répandre la solution.

L'épandage sur le champ se fait de la même façon que celle décrite plus haut pour le fluorure.

Certains auteurs préconisent l'addition d'un peu de carbonate de soude à la solution pour en diminuer l'acidité, acidité qui aurait pour conséquence de brûler le feuillage. Il ne nous semble pas que cette précaution soit indispensable, car nous n'avons jamais remarqué qu'une pulvérisation au fluosilicate causât plus de tort à la végétation que celle au fluorure.

Quel que soit le produit utilisé, fluorure de soude ou fluosilicate de soude, des précautions sont à prendre, ces deux produits étant de violents poisons.

Nous saurions gré aux planteurs de nous signaler tout insuccès éventuel. (Téléphone Institut : n° 245, à Tirlemont, de 8 à 9 heures.)

* * *

En 1932, les plus sceptiques des planteurs se sont refusés à pulvériser leurs betteraves, prétextant que tous les producteurs de betteraves devraient effectuer ce traitement pour qu'il soit efficace. Ils ont perdu de vue cet élément capital de la biologie de la mouche, à savoir qu'à partir de la deuxième génération, soit fin juin, début de juillet, la mouche adulte se maintient avec fixité sur le champ qui l'a vu naître et ne voyage pas d'un champ à l'autre. Que cette obstination se reproduise au cours d'un été sec, avare en précipitations atmosphériques, ce qui peut être logiquement vraisemblable cette année, et ce sera le désastre.

Tirlemont, le 15 avril 1933.

PUBLICATIONS
de
L'INSTITUT BELGE POUR L'AMÉLIORATION
DE LA BETTERAVE
Tirlemont-Belgique

JUILLET 1933

ÉTUDE
DE LA
PÉGOMYE DE LA BETTERAVE
en Belgique en 1932

par

L. DECOUX

Ingénieur-Agronome principal de l'Institut

et

G. ROLAND

Ingénieur-Agronome-Adjoint de l'Institut

Recherches subsidiées

par le Fonds National Belge de la Recherche Scientifique

No 4 — 1933



BRUXELLES
IMPRIMERIE J. COLASSIN & C°
Rue du Borgval, 18

1933

CONSEIL D'ADMINISTRATION
de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave

MM. Lucien BEAUDUIN, Président du Conseil d'Administration;

Julien BERGE, (†) Administrateur délégué;

Paul DESCAMPS, Administrateur;

Jules DUBOIS, »

Georges MULLIE, »

Jules NAVÉAU, »

Ernest OURY, »

Victor PAREIN, »

Augustin ROBERTI, »

Jean WITTOUCK, »

CONSEIL SCIENTIFIQUE DE PATRONAGE

de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave

MM. le Chanoine Philibert BIORGE, Professeur de phytopathologie et de microbiologie à l'Institut Agronomique de Louvain.

l'Abbé Henri COLIN, Professeur de chimie végétale à l'Université catholique de Paris.

Franz BAERTS, Docteur en sciences chimiques, à Tirlemont.

Emmanuel DUMOIT de CHASSART, Ingénieur agronome, à Chassart.

Lucien HAUMAN, Professeur de botanique à l'Université Libre de Bruxelles.

Constant JOURNEE, Directeur de la Station de sélection à l'Institut Agronomique de Gembloux.

Emile MARCHAL, Directeur de la Station de phytopathologie à l'Institut Agronomique de Gembloux.

Raoul MAYNE, Directeur de la Station d'entomologie à l'Institut Agronomique de Gembloux.

Georges SEMAL, Ingénieur agronome, à Donstiennes.

Albert SENY, Ingénieur des mines, à Bertrée.

Germain VERPLANCKE, Professeur de botanique à l'Institut Agronomique de Gand.

ÉTUDE DE LA PÉGOMYE DE LA BETTERAVE EN BELGIQUE EN 1932

Par L. DECOUX, Ingénieur agronome principal de l'Institut
et G. ROLAND, Ingénieur agronome adjoint de l'Institut.

Recherches subsidiées
par le Fonds National Belge de la Recherche Scientifique

INTRODUCTION

La mouche ou pégomye de la betterave (*Pegomyia hyoscyami* Panzer var. *Betae* Cur.) a été signalée en Belgique, ces dernières années, en 1929 (1), principalement dans les régions de Donstiennes et de Wanze, où elle a occasionné des dégâts locaux assez importants. Après avoir subi une forte régression au cours de l'année 1930, elle a pris, en 1931, (2), (3), (4) une extension nouvelle et a commis des dégâts importants : 20 % des emblavures betteravières ont été atteintes; le dégât subi en moyenne à l'hectare a été de 1.290 francs, représentant, au total, une perte de 10.000.000 de francs, d'après l'enquête effectuée par l'Institut.

Aussi, devant le danger très grand qui menaçait l'existence même de la culture de la betterave au début de l'année 1932, l'Institut belge pour l'Amélioration de la betterave a concentré son activité, au maximum, à l'étude des moyens de lutte les plus efficaces contre la Pégomye.

Dans cette tâche, nous avons été très utilement conseillés par M. R. Mayné, Directeur de la Station Entomologique de l'Etat à Gembloux, membre du Conseil Scientifique de patronage de l'Institut belge pour l'Amélioration de la betterave et membre de l'Institut International de Recherches Betteravières. Nous tenons, avant tout, à lui exprimer toute notre gratitude pour sa précieuse collaboration.

(1) L. Decoux. — « En marge de la crise betteravière belge. » — « Sucrerie Belge », 1929-30, 15-VII-30, pp. 445 à 447.

(2) R. Mayné et W. Van den Bruel. — « La question de la mouche de la betterave en Belgique. » — « Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux », 1932, m^o 1.

(3) R. Mayné. — « Rapport sur des essais de destruction de la mouche de la betterave. » — « Annales de Gembloux », avril 1932.

(4) R. Mayné. — « La lutte contre la Pégomye. » — « Sucrerie Belge », 1931-32, p. 346.

Des indications très intéressantes nous ont été fournies par les études importantes publiées à l'étranger sur la mouche de la betterave, notamment par l'Institut sucrier de Bergen-op-Zoom (1) et (2); par l'Institut biologique de Dahlem-Berlin (3) et (4), ainsi que par l'Institut scientifique de l'industrie sucrière tchèque (5) et (6) et enfin par les publications de Jablonowski (7) et Menozzi (8).

D'autre part, la question de la mouche de la betterave a été mise à l'ordre du jour des assemblées de l'Institut International de Recherches betteravières à Bruxelles aussi bien en 1932 qu'en 1933; les échanges de vues suscités à ces réunions ont été d'un grand intérêt pour l'orientation de nos recherches.

En Novembre 1932, le Fonds National Belge de la Recherche Scientifique, sollicité par feu M. Bergé, administrateur-délégué de l'Institut, a bien voulu octroyer à ce dernier un subside pour l'étude spéciale de la pégomye; ce subside constitue pour nous un encouragement précieux, dont nous remercions les dirigeants du F. N. R. Sc.

Au cours de l'année écoulée, grâce à l'aimable obligeance des sucreries et afin de parer au plus pressé, nous avons distribué aux planteurs, à plusieurs reprises, des notices, rédigées en français et en flamand, de manière à les conseiller le mieux possible, notamment les notices suivantes : Instructions pour le contrôle des cages de capture des mouches; Avertissement aux planteurs de betteraves contre la mouche de la betterave; Note sur la mouche de la betterave; Mesures de défense contre la mouche de la betterave; Moyens de destruction des œufs de la mouche de la betterave; Mesures de lutte contre la deuxième génération de la mouche de la betterave; Avertissement aux planteurs en vue de la lutte contre la deuxième génération de la mouche de la betterave.

Nous remercions particulièrement MM. Maisin, Heptia et Maquet, de la sucrerie de Wanze; MM. Roberti et Lhotte, de la sucrerie d'Oreye; MM. Jules Beauduin et Bayard, de la sucrerie de Liers; MM. Teatini, Lesquoy et L. Malevé, de la sucrerie d'Hougaerde; MM. Ickx, Floris, et V. Leemans, de la sucrerie de Houppertingen; M. Tassoul, de la sucrerie de Gembloux; MM. Georges Semal et Lecocq, de la sucrerie de Donstiennes; MM. Crahay et N. Doudnikoff, de la sucrerie de Furnes; M. Grégoire, de la sucrerie de Landen; M. Auguste Jonchmans, d'Overhespen; MM. Crombez et Durieux, de la râperie de Moha; MM. Licourt et Renier, de la râperie de Burdinne; MM. Renard et Jonette, de la râperie d'Eghezée, pour les observations continues qu'ils ont bien voulu faire sur l'évolution de la mouche dans leurs régions respectives.

Le parasitisme de la betterave fourragère par la mouche a été

(1) Hille Ris Lambers. — « Levenswijze en bestrijding der bietenvlieg. » — *Mededeelingen van het Instituut voor Suikerbietenteelt*, 1-4-31.

(2) Hille Ris Lambers. — « Gegevens over biologie en bestrijding der bietenvlieg. » — *M. v. h. I. v. S.*, 2-4-32.

(3) Dr Bremer et Kaufmann. — « Die Rübenfliege », 1931.

(4) Dr Bremer et Kaufmann. — « Untersuchungen zur Lebensgeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege », 1928.

(5) « Bericht der Forschungsinstitutes der Cechoslovakischen Zuckerindustrie in Prag für das Jahr 1930-31. »

(6) « Bericht der Forschungsinstitutes der Cechoslovakischen Zuckerindustrie in Prag für das Jahr 1931-32. »

(7) Jablonowski. — « Die Tierischen Feinde der Zuckerrübe. »

(8) Carlo Menozzi. — « Insetti dannosi alla barbabietola », 1930, p. 93.

spécialement suivi par M. Grandjean, instituteur à Bellefontaine (Luxembourg), dont le concours nous a été très utile.

Successivement, nous passerons en revue les résultats obtenus au cours de nos recherches et observations, suivant le programme ci-après :

- I. — Généralités sur la pégomye;
- II. — L'étude des dégâts;
- III. — Les ennemis de la pégomye;
- IV. — L'étude des moyens de lutte;
- V. — Les conclusions.

I. — GENERALITES SUR LA PEGOMYE

1. — Systématique de la pégomye.

La pégomye de la betterave (*Pegomyia hyosciami* Panzer var. *betae* Cur.) fait partie de la classe des Insectes, lesquels appartiennent à l'embranchement des Arthropodes. Les insectes, caractérisés par trois paires de pattes, une paire d'antennes et, le plus souvent, une ou deux paires d'ailes, se subdivisent en ordres, parmi lesquels figure l'ordre des Diptères ou mouches. Les insectes qui font partie de ce groupe se différencient par le fait qu'ils ne possèdent pour voler qu'une seule paire d'ailes, la seconde étant transformée en petits balanciers; ils se nourrissent par succion et recherchent pour s'alimenter les milieux liquides. Comme nous le verrons plus loin, les métamorphoses sont très différencierées, en ce sens qu'il y a de grandes différences entre les divers états par lesquels passe l'insecte avant d'atteindre la forme parfaite, dite imago.

L'ordre des Diptères se subdivise lui-même en sous-ordres, composés de familles, parmi lesquelles figurent les Anthomya ou Anthomyides, à laquelle appartient la mouche de la betterave.

Avant tout, il convient de bien préciser les caractères extérieurs permettant de différencier la pégomye des autres mouches que l'on rencontre le plus fréquemment dans les champs. C'est pourquoi nous reproduisons les croquis des ailes fortement agrandies de ces différents groupes; des flèches permettent de se rendre compte de la différence qui existe entre une aile de *Pegomyia* et celles des autres genres.

En examinant une aile de mouche en général, on remarque très aisément deux nervures longitudinales (a et b), dites médianes antérieure et postérieure, allant de l'origine à l'extrémité de l'aile, réunies vers les deux tiers de leur longueur par une grande nervure transversale. Chez la mouche de la betterave (*Pegomyia hyoscyami*), ces deux nervures sont sensiblement droites (fig. 1).

Si la nervure longitudinale antérieure a est coudée presque à angle droit vers son extrémité (fig. 2), nous avons une aile de Muscide du type *Musca* et du groupe des Tachinines.

Si cette même nervure est simplement relevée à son extrémité vers celle qui la précède (fig. 3), nous avons une aile d'une autre espèce de Muscide du type *Muscina*.

Si ces deux nervures longitudinales sont droites, pour distinguer la Pégomye d'autres mouches qui vivent sur divers végétaux, on observera que la dernière nervure longitudinale (dite nervure anale c) atteint le bord postérieur de l'aile chez les *Pegomyia*, tandis qu'elle ne l'atteint pas chez les *Aricia* (fig. 4).

Différenciation des ailes de Muscides (fortement agrandies).

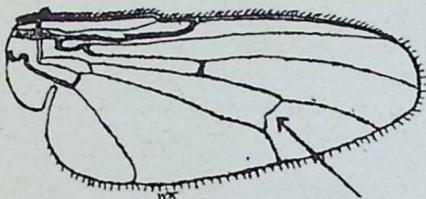


Figure 1.

Aile de la mouche de la betterave.
Pegomyia hyoscyami.

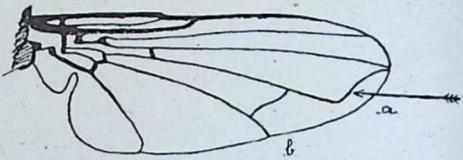


Figure 2.

Aile de *Musca*.

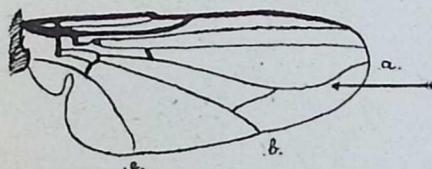


Figure 3.

Aile de *Muscina*.

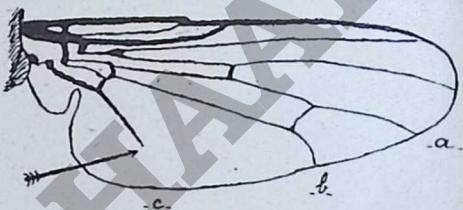


Figure 4.

Aile de *Aricia*.

— 1 m/m.

(D'après Van den Bruel.)

2. — Morphologie de la pégomye.

Plus petite et plus svelte que la mouche des maisons (*Musca domestica*) la mouche de la betterave a une longueur variant entre 6 et 8 millimètres, l'envergure des ailes est comprise entre 10 et 15 millimètres (fig. 5).

Destinée à vivre à proximité du sol, elle a adopté une gamme de couleurs la confondant le mieux possible avec celui-ci. Sa coloration générale varie du gris très clair au gris foncé; des traînées dorsales parcourant longitudinalement le thorax et l'abdomen, ainsi que les poils couvrant le corps et les ailes, sont noirs. Les yeux rouges tranchent sur la couleur grise du corps.

Les différentes parties des pattes : le tarse, le tibia et le fémur sont différemment colorées. Les tarses sont noirs, à part le dernier article des deux premières paires de tarses, qui sont parfois bruns chez la femelle. Les tibias sont bruns; les fémurs sont colorés en gris bleu chez le mâle; tandis que chez la femelle c'est la première paire qui seule est le plus souvent teintée de gris-bleu; dans ce cas, les autres paires sont brunes.

Le mâle, plus foncé et plus svelte que la femelle, a également les yeux plus gros. L'écart entre ces derniers chez le mâle (fig. 6 et 7), au sommet de la tête, est beaucoup plus faible que chez la femelle. La femelle, de couleur plus claire, a l'abdomen plus globuleux. Son vol, surtout pendant la gestation, est plus lent que celui du mâle.

La mouche de la canne (Cane fly ou *Delphax saccharivorus*), n'a rien de commun avec la mouche de la betterave. C'est un insecte de l'ordre

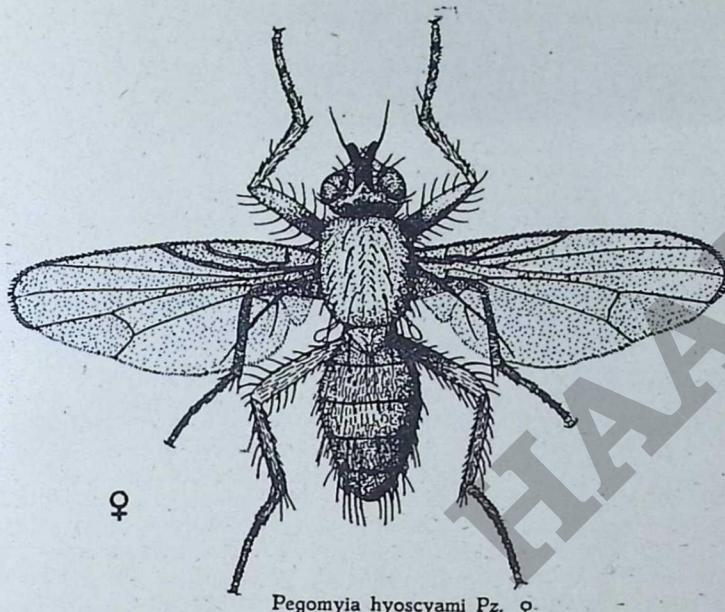


Fig. 2.

Pegomyia hyoscyami Pz. ♀

(n. Kemner)

Figure 5.
Pégomye (imago), face dorsale (1). — 1 mm.

des Hémiptères, sauteur, de la famille des Cicadellidae, dont les méthodes de lutte préconisées ne peuvent pas présenter d'intérêt pratique pour la mouche (2).

3. — Biologie générale de la pégomye.

Les premières pégomyes apparaissent vers la fin du mois d'avril, début de mai, suivant de près la sortie des cotylédons des jeunes betteraves.

Un phénomène, d'ordre phénologique, signalé par différents auteurs et notamment par Blunck et Kaufmann (3) est la coïncidence presque régulière, chaque année, de l'éclosion des premières pégomyes avec la floraison des Guignes (*Cerasus avium*), ainsi que le début de la ponte de la première génération avec la floraison des premiers marronniers d'Inde (*Aesculus hippocastanum*).

Quatre ou huit jours après son éclosion, la pégomye de la betterave pond des œufs, disposés soit isolément, soit par petits paquets de deux, trois, quatre œufs, parfois davantage (fig. 8).

(1) Les clichés des figures 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20, 21, 22, 24, extraits des travaux de Bremer et Kaufmann, nous ont été obligeamment prêtés par M. Van Ginneken, Directeur de l'Institut Sucrier Néerlandais de Bergen-op-Zoom et Président de l'Institut International de Recherches Betteravières.

(2) Guillaume Jean. — « La canne à sucre aux Antilles françaises », 1933 p. 57.

(3) Blunck et Kaufmann. — « Die Rübenfliege und ihre Bekämpfung », Juni 1931. Flugblatt n° 117.

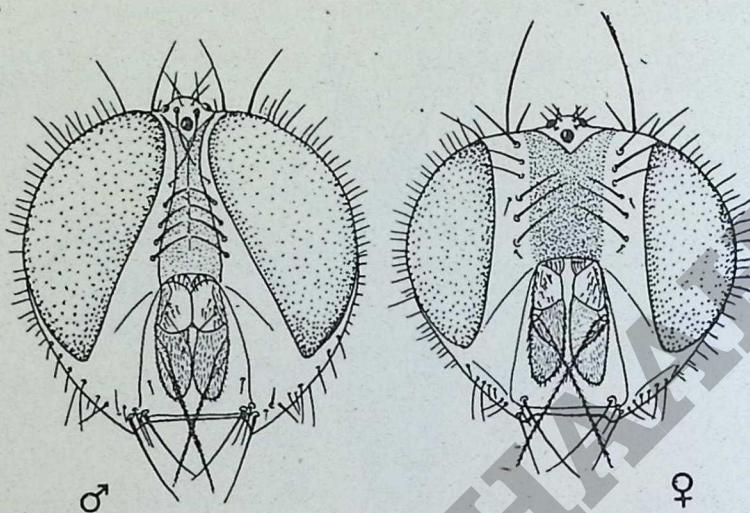


Fig. 3.

Kop van bietenvlieg, links ♂, rechts ♀.

Figure 6.

Tête de mouche mâle.

Figure 7.

Tête de mouche femelle.
(D'après Bremer et Kaufmann.)

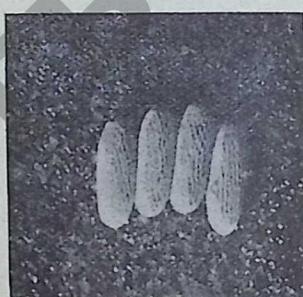


Figure 8.
Œufs de Pégomya. (D'après Bremer et Kaufmann.)

a) L'œuf. — Ces œufs, très visibles, se trouvent à la face inférieure des feuilles; ils ont environ un millimètre de long sur 0,3 millimètre de large. Ils sont le plus souvent blancs, et rarement jaune-citron, leur surface est gaufrée et les mailles ont environ 0,03 sur 0,06 millimètre (1).

En Hollande, on a trouvé, principalement lors d'une attaque importante de la mouche par *Empusa muscae* Cohn., parasite crytogame, un certain nombre d'œufs anormaux (windeieren) plus grands que les

(1) Hille Ris Lambers. — « Gegevens over biologie en bestrijding der bietenvlieg. » — « M. v. h. I. v. S. », 1-4-32, p. 168.

œufs ordinaires et de couleur bleuâtre. La coque de ces œufs était nulle ou très mince et ils se sont révélés fertiles au cours d'une expérience (1). La question de savoir, si le parasitisme du champignon est la cause de cette anomalie, n'a pas été élucidée. En Belgique, nous n'avons pas, jusqu'à présent, constaté d'œufs répondant au type anormal décrit ci-dessus; nous devons aussi faire remarquer que l'*Empusa muscae* n'a pas encore été identifié chez nous sur des pégomyes mortes en plein champ.

Le développement embryonnaire a été très peu étudié jusqu'à présent chez la mouche de la betterave, mais on peut supposer qu'il se rapproche beaucoup du développement embryonnaire des muscides voisins observés.

Voici ce que dit Bremer à ce sujet (2) :

« Parmi les facteurs extérieurs, l'humidité du milieu ambiant n'a qu'une influence relative sur le développement embryonnaire. La coque de l'œuf est pratiquement imperméable, de sorte que l'embryon se développe aussi bien en milieu extrêmement sec qu'en milieu extrêmement humide, même dans l'eau, sans être incommodé d'aucune façon. »

« Dans les limites où l'œuf est parfaitement viable, la température règle l'allure de son développement. »

D'après un graphique tracé par l'auteur, on peut constater que la durée du développement de l'œuf suit une courbe parabolique décroissante, suivant des températures croissantes, telle que la durée passe de 14 jours pour une température de 7°5 C. à 2,5 jours pour une température de 28°5.

L'éclosion des œufs serait liée, d'après Bremer (3), à un minimum de dégagement de vapeur d'eau dans l'air environnant. Pour une humidité relative de 89 %, l'éclosion des œufs ne serait déjà que partielle et pour 83 % l'éclosion serait impossible. Sous notre climat relativement humide, l'éclosion des œufs est à peu près assurée grâce à la transpiration des feuilles, qui entoure l'œuf d'une atmosphère riche en vapeur d'eau.

b) La larve. — La larve, mesurant environ 0,8 à 0,9 millimètre, sort de l'œuf par la face qui se trouve directement en contact avec l'épiderme de la feuille. Elle se fore un passage dans celle-ci, évitant ainsi tout contact avec le monde extérieur.

Si elle se trouve en présence d'une partie desséchée de la feuille lors de son éclosion, elle est obligée de se mettre à la recherche d'une partie saine en voyageant à la surface de la feuille. Cette migration n'est jamais bien longue, car les larves fraîchement écloses sont très débiles et elles ne peuvent l'effectuer que pendant quelques heures. Ce temps écoulé, la larve meurt si elle n'a pas trouvé de milieu propice.

La coque abandonnée de l'œuf s'affaisse après peu de temps.

Grâce à ses crochets buccaux, la larve pénètre dans la feuille. En leur faisant décrire des mouvements circulaires réguliers, elle pratique une fente dans l'épiderme de la feuille, fente par laquelle elle s'introduit dans le parenchyme, où elle creuse une galerie. Au début, la largeur de cette galerie est égale à la largeur du corps de la larve qui l'habite, sa forme est plus ou moins serpentante. Ce premier aspect de la galerie pourrait très bien s'appeler « mine en couloir ».

Après un certain temps, 2 à 3 jours après l'éclosion, la larve ronge

(1) Hille Ris Lambers. — « Gegevens over biologie en bestrijding der bietenvlieg. » — « M. v. h. I. v. S. », 1-4-32, p. 201.

(2) Dr. Bremer et Kaufmann. — « Die Rübenfliege », 1931, p. 31.

(3) Dr. Bremer et Kaufmann. — « Die Rübenfliege », 1931, pp. 31-32.

aussi bien en largeur qu'en longueur; l'étendue de son ravage atteint rapidement, à la première génération, toute la surface des cotylédons, ainsi que celle des jeunes feuilles. La partie rongée est reconnaissable à la teinte beaucoup plus pâle que les parties saines de la feuille (fig. 9). La feuille, vidée en grande partie de son parenchyme, devient translucide, jaunit, se fane et meurt. Il est facile aussi de constater la présence de larves dans les feuilles en les examinant dans la direction du soleil ou bien en les passant entre le pouce et l'index.



Figure 9.
Dégâts de pégomye sur jeune plante de betterave.

(D'après D. Hille Ris Lambers.)

Lorsque la larve ne dispose plus suffisamment de nourriture, elle quitte la galerie qu'elle a creusée (mine primaire) et émigre sur une autre feuille saine, pour y créer une nouvelle galerie (mine secondaire).

Cette migration temporaire dans le monde extérieur est rendue possible grâce au développement acquis par la larve. Plus l'âge de celle-ci est avancé et plus ses possibilités de vivre à l'air libre sont grandes. Alors qu'à la naissance, ces possibilités ne dépassent pas quelques heures, elles

peuvent, d'autre part, dépasser un jour à un âge plus avancé. Il devient même possible aux larves d'émigrer alors d'une plante à l'autre en rampant sur le sol, pour autant que sa surface n'en soit pas trop sèche, ni trop irrégulière (1).

Les nervures des feuilles ne constituent pas des obstacles importants aux ravages des larves. Seules les très grosses nervures obligent la larve à modifier quelque peu son itinéraire, afin de pouvoir les contourner.

La teinte verte des aliments se marque encore, grâce à la transparence des tissus de la larve, dans l'intestin de celle-ci, où les aliments sont digérés, après y avoir été soumis à des mouvements péristaltiques constamment dirigés d'avant en arrière. Ces mouvements sont très visibles à l'œil nu et sont interrompus lors de la défécation; les excréments sont épargnés irrégulièrement à l'intérieur des galeries et sont faciles à observer en arrachant l'un des deux épidermes d'une galerie.

Un fait intéressant, signalé par Bremer (2), consiste dans le fait que les larves meurent très vite dans les feuilles légèrement étiolées. Il semblerait donc que l'absence de chlorophylle ou de substance assimilée par la feuille leur serait fatal. Il faudrait aussi voir, dans cette constatation, la raison pour laquelle, aux deux dernières générations, les larves attaquaient de préférence les feuilles complètement développées, délaisant les feuilles en voie de formation.

Le développement et la vie des larves sont fortement influencés par les conditions extérieures. En inondant les galeries, la pluie peut amener l'asphyxie des larves. D'autre part, par temps de forte sécheresse, on peut observer un pourcentage élevé de mortalité.

La température règle aussi la durée de ce développement. Le tableau suivant, extrait du travail de Bremer (3), précise dans quelles limites ces variations se produisent :

Température moyenne	Durée du stade larvaire
23°5 C.	9-11 jours
20° C.	10-12 »
19°5 C.	10-14 »
17° C.	12-15 »
14°5 C.	17-22 »

En neuf jours, trois semaines, temps pendant lequel la larve mue à trois reprises, passant successivement du blanc sale au blanc verdâtre, puis du blanc verdâtre au blanc jaunâtre, elle acquiert tout son développement. Elle mesure alors environ 9 millimètres de longueur et 2 millimètres de largeur. Les trois stades de la larve sont différenciés par la forme spéciale des crochets buccaux (voir fig. 10). Son développement terminé, la larve quitte la feuille évidée pour s'enfoncer dans le sol. La peau de la larve se durcit et l'insecte se transforme en pupe (voir fig. 11). La profondeur de l'empupage (4) varie suivant le degré d'humidité du sol; en terre gorgée d'eau, les larves s'empupent en surface, à une profondeur ne dépassant pas 4 centimètres; en sol sec, on trouve encore des pupes à 12 centimètres de profondeur. L'observation de la pro-

(1) Dr Bremer et Kaufmann. — « Die Rübenfliege », 1931, p. 35.

(2) Dr Bremer et Kaufmann. — « Die Rübenfliege », 1931, p. 34.

(3) Dr Bremer et Kaufmann. — « Die Rübenfliege », 1931, p. 35.

(4) Hille Ris Lambers. — « Gegevens over biologie en bestrijding der bieten-vlieg. » — « M. v. h. I. v. S. », 2-4-32 p. 175.

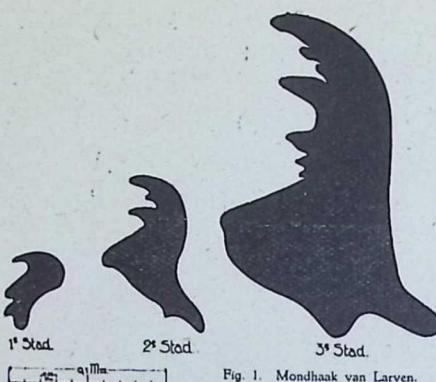


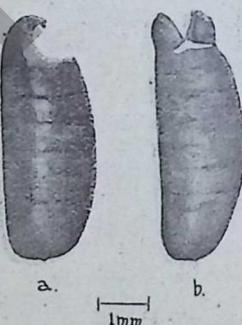
Fig. 1. Mondhaak van Larven.

Figure 10.

Organes buccaux des trois stades larvaires.

(D'après Bremer et Kaufmann.)

fondeur d'empupage a été faite à Bergen-op-Zoom, au moyen d'une cage vitrée (voir fig. 12), renfermant de la terre finement tamisée, dans laquelle on a déposé des larves. Il y a donc avantage, après une arrière-saison humide, à travailler le sol en surface, afin d'y ramener les pupes qui se trouvent à une faible profondeur, afin qu'elles soient la proie des oiseaux et des insectes.



a = pupa parasitée

b = pupa saine

Figure 11.

Pupes écloses de pégomye.

(D'après Bremer et Kaufmann.)

Bremer (1) attribue la différence de profondeur de l'empupage, suivant le degré d'humidité du sol, à la différence du poids spécifique du

(1) Dr Bremer et Kaufmann. — « Die Rübenfliege », 1931, p. 36.

milieu d'empupage. D'après cet entomologiste, la larve recherche de préférence, pour s'empupier, un milieu où elle supportera une certaine pression sur toutes ses faces. Cette condition ne doit cependant pas être indispensable, car nous avons pu observer des cas d'empupage de larves de pégomye, à l'air libre, sur des surfaces tout à fait planes.

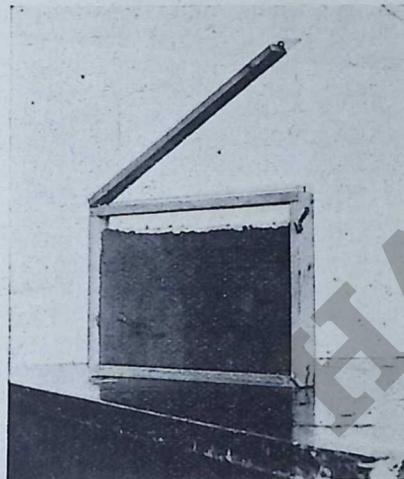


Figure 12.

Cage vitrée pour étudier la profondeur de l'empupage.

(D'après D. Hille Ris Lambers.)

c) La pupe. — Au début du stade pupal, les pupes sont jaune-pâle, mais elles deviennent rapidement rouge-brun clair. Parfois (1), la couleur est brun foncé; c'est généralement le cas des pupes parasitées (fig. 11).

Les pupes se présentent sous l'aspect d'un petit tonneau d'environ 5 millimètres de long sur 1,5 millimètre de large.

La durée du stade pupal est très variable et oscille entre 15 et 25 jours, suivant que la température est plus ou moins élevée.

Le développement de l'imago à l'intérieur de la pupe est fortement influencé par les facteurs extérieurs. D'après Bremer, l'humidité du milieu serait l'agent qui influencerait le moins le temps de développement. Au cours d'expériences, nous avons pu remarquer, à ce sujet, les faits suivants :

Des pupes hivernantes en sable sec, à température normale, ont été soumises à la température moyenne de 20°, pendant 12 jours. Le treizième jour, la moitié des pupes ont été disposées entre deux buvards humidifiés, l'autre moitié restant dans le milieu où elles se trouvaient initialement. Le premier lot nous a donné des éclosions de mouches dès le quatorzième jour, tandis que le deuxième lot n'en a fourni qu'à partir du dix-huitième jour, à un rythme beaucoup plus lent.

D'autre part, pour deux lots de pupes, l'un placé en milieu sec, l'autre

(1) Hille Ris Lambers. — « Gegevens over biologie en bestrijding der bieten-vlieg. » — « M. v. h. I. v. S. », 2-4-32, p. 170.

placé entre deux buvards humides pendant toute la période d'éclosion, à température normale, les premières éclosions ont eu lieu d'abord dans le premier lot, puis ont été suivies quelques jours après par les éclosions du second lot.

Il semble, d'après cet essai, qu'une terre relativement sèche recevant de la pluie vers la fin du développement des mouches, est un milieu plus favorable pour la pégomye qu'un milieu constamment humide. Probablement, cette différence est à attribuer en grande partie au fait qu'un sol humide est toujours plus froid qu'un sol sec; toutefois, il faut remarquer que l'humidité doit jouer un rôle accélérant, quand elle survient vers la fin du développement de la pupe. Cette influence s'est vérifiée en pratique au cours du mois de juin 1932. Ce mois a été particulièrement sec et les éclosions, qui auraient dû normalement commencer vers le 20 juin, n'ont pratiquement débuté que le 4 juillet, et ce, après plusieurs chutes de pluie (fig. 17).

D'après Bremer, le développement pupal commence à 2° environ et est achevé lorsqu'il totalise l'influence d'une somme de température égale à 320° environ. Notons que les pupes résistent à un séjour prolongé dans l'eau, ainsi qu'à de fortes gelées.

Son développement pupal terminé, la pégomye sort de la pupe en percant l'enveloppe (fig. 2, b), grâce à une vessie dont elle est munie à ce moment, située entre les deux yeux. Cette vessie se résorbe peu de temps après l'éclosion.

A sa sortie de la pupe, la mouche est dans l'impossibilité de voler, ses ailes étant humides et repliées sur la face dorsale du corps. Après un certain temps, variable avec la température, les ailes se déploient et la mouche prend son envol.

d) La pégomye adulte (imago). — Dès le premier jour de son éclosion, la mouche recherche la nourriture dont elle a besoin pour sa subsistance. Comme pour la généralité des Anthomyides, la nourriture de la pégomye consiste surtout en hydrates de carbone. Ceux-ci sont puisés, principalement sous forme de sucre, dans les fleurs et aussi dans le suc suintant des plaies que présentent les plantes, à la suite du passage d'hommes, d'animaux ou d'instruments aratoires dans les cultures. Mais ces sources d'aliments sont très pauvres en principes utiles pour la pégomye, la vie de celle-ci est plus facile à prolonger quand elle peut utiliser des solutions de sucre.

• D'après Bremer (1), la pégomye aurait été aperçue en liberté alors qu'elle se nourrissait aux dépens d'excréments d'oiseaux, de viande et de jus de viande, mais jamais aux dépens de fumier ou d'excréments de mammifères.

La durée de vie de la mouche adulte est fortement sous la dépendance de la nourriture dont elle peut disposer. Cela a été mis en lumière par les essais effectués en laboratoire, sur des mouches de deuxième génération, par l'Institut de la betterave de Bergen-op-Zoom (2). Les pégomyes ont été divisées en deux groupes : le premier groupe a reçu comme boisson quelques gouttes d'eau sur du papier-filtre, le second groupe n'a pas reçu d'eau. Chacun de ces groupes a été départagé en deux : l'un

(1) Dr Bremer et Kaufmann. — « Die Rübenfliege », 1931, p. 40.

(2) Hille Ris Lambers. — « Gegevens over biologie en bestrijding der bieten-vlieg. » — « M. v. h. I. v. S. », 2-4-32, p. 180.

recevant du sucre comme aliment, l'autre pas. Pour le premier groupe, abreuvé, le sucre a été solubilisé dans l'eau qu'il recevait; tandis que pour le second groupe, le sucre lui a été donné tel quel.

Voici les résultats obtenus :

N ^o des Essais	1			2			3			4			Totaux			
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Sans aliment	Sec	12	40	3,33	11	38	3,45	9	31	3,67	6	18	3	38	129	3,40
	Humide	10	33	3,33	10	32	3,20	10	35	3,50	6	17	2,83	36	117	3,25
Avec aliment	Sec	11	94	8,55	12	102	8,50	10	63	6,30	5	39	7,80	38	298	7,84
	Humide	12	85	7,08	10	99	9,90	8	100	12,50	8	105	13,13	38	389	10,24

LÉGENDE : I = Nombre de mouches par essai.
II = Totaux des longévités de I en jours.
III = Quotient de II par I.

Il est permis de tirer de ce tableau les conclusions suivantes :

1^o Dans le cas de non-nutrition, puisque la vie des mouches semble plus courte en milieu humide (3,25 jours) qu'en milieu sec (3,40 jours), les pluies, eau non-nutritive, leur seraient donc néfastes;

2^o Au contraire, dans le cas de nutrition, la vie des mouches est plus courte en milieu sec (7,84 jours) qu'en milieu humide (10,24 jours).

Dès lors, quand on emploie une solution sucrée en mélange avec un poison comme insecticide, il y a lieu de veiller à ce que ce mélange soit très intime, car toute goutte sucrée ne renfermant pas d'insecticide est un aliment plutôt qu'un poison.

Le nombre de mâles et de femelles qui éclosent est à peu près égal pour les deux sexes. Les femelles non fécondées pondent des œufs au même titre que les femelles fécondées, mais les œufs des premières restent stériles. Le rapprochement des deux sexes requiert des conditions climatologiques définies : la copulation ne se fait, en général, que par temps chaud et ensoleillé. Lorsque la période, qui suit les éclosions, est froide, pluvieuse ou sombre, la fécondation des femelles est très réduite et bon nombre d'œufs sont stériles.

Le nombre d'œufs pondus par une femelle peut être estimé à 60 en moyenne.

* * *

Il se succède ainsi trois générations, qui ont été bien différenciées, en 1932. Dans un semis spécial de betteraves effectué au début de septembre, on a pu constater, d'autre part, une quatrième génération de larves, mais elle a été peu importante et n'a causé pratiquement aucun dégât, parce que trop tardive.

Après ces trois générations principales de l'année, l'insecte hiverne dans le sol à l'état de pupe. Après l'hiver, le cycle recommence.

D'après Bremer et Kaufmann (1), la durée des stades de dévelop-

(1) Dr Bremer et Kaufmann. — « Die Rübenfliege », 1931, p. 48.

pement de *Pegomyia hyoscyami* varie suivant la température dans les limites suivantes :

DURÉE EN JOURS SUIVANT LA TEMPÉRATURE C.

STADE	15°	17°	18°	20°	23°	28°
Œuf	5	4	4	3	3	2
Larve	19	13	12	11	10	9
Pupe	22	21	20	18	15	14
Période avant la ponte. . .	8	7	7	6	5	4
Durée du développement total	54	45	43	38	33	29

Dans le paragraphe suivant, nous préciserons les caractéristiques des différentes générations de la mouche au cours de l'année 1932.

II. — LES DEGATS OCCASIONNÉS PAR LA PEGOMYE AU COURS DES DIFFÉRENTES GENERATIONS

1. — Méthode de contrôle des générations de mouches par les postes d'observation.

Vu l'extension très grande prise par la mouche en 1931, il nous a paru logique d'organiser un contrôle de son développement dans les différentes régions betteravières parasitées, en vue de déterminer successivement : les dates d'apparition des diverses générations, l'importance des éclosions, l'influence de la climatologie locale, le dénombrement des pontes et des larves, la gravité des dégâts et les résultats obtenus par les divers moyens de lutte préconisés ou improvisés.

A cette fin, nous avons établi quinze postes d'observation, disséminés dans les régions betteravières les plus parasitées en 1931, soit à Overhespen, Houppertingen, Jesseren, Oreye, Liers, Eghezée, Burdinne, Moha, Wanze, Ramillies, Gembloux, Donstiennes, Bellefontaine et, par après, à Furnes et à Walsbetz.

Dans ces quinze postes, quarante-quatre cages-pièges ont été réparties, suivant l'importance des cultures de betteraves.

Ces cages-pièges ou cages de capture (fig. 18), consistent, en principe, en un encadrement pyramidal en bois, recouvert d'un treillis métallique vert, à fines mailles.

La base de cet encadrement, d'une surface d'un mètre carré, n'est pas couverte de treillis, l'intérieur de la cage est donc exactement dans les mêmes conditions biologiques que le milieu ambiant. Le sommet de l'encadrement est percé d'une ouverture que l'on obture par un bocal renversé.

Tout d'abord, ces cages sont placées quelque temps avant l'éclosion des premières mouches de la première génération, c'est-à-dire à la mi-avril, sur les champs qui ont porté des betteraves parasitées l'année précédente.

Les négomyes sortant de terre sont tenues prisonnières dans la cage et attirées dans le bocal de verre par la luminosité plus grande qui y règne.

CONTRÔLE DES ÉCLOSIONS DE LA PÉGOMYE DE PREMIÈRE GÉNÉRATION⁽¹⁾

Il a été vraisemblablement eu lieu vers le 8 ou 10 mai et les cages n'ont été placées que le 16 ou 17 mai.

(1) Par suite d'un retard dans la construction et le placement des cages, les premières éclosions de pégomyes n'ont pu être capturées.

CONTRÔLE DES ÉCLOSIONS DE LA PÉGOMYE DE LA DEUXIÈME GÉNÉRATION

(1) 1 mouche le 18 juin.

(2) Aucune éclosion constatée à l'emplacement des cages-pièges.

(3) 0,5 pégomye le 24 juin.

(4) 1 pégomye de la deuxième génération le 11 juin, 0,5 le 14 juin ; 0,5 le 24.

TABLEAU 15

ÉNÉRATION

AOUT

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total des éclosions par m ² pour la période considérée	Durée des éclosions en jours	Éclosion moyenne par jour et par m ²	Température moyenne période d'éclosion des mouches	Pluie totale en mm période d'éclosion des mouches	Dégâts
0,25												10,25	35	0,55	17,7	55	faibles.
												92,75	18	5,15	19,8	5	>
												23,75	4	5,94	18,7	21,5	>
												132,5	33	4,01	17,5	116,5	>
												17	31	0,55	18,8	86	>
												15,25	31	0,49	18,3	85	>
2												83,25	45	1,85	19,6	76,5	>
												50	44	1,13	17,2	138,9	moyens.
												51	12	4,25	19,6	24,5	faibles.
												20,5	13	1,57	19,2	77	élevés.
3,5												69	27	2,55	—	—	faibles.
												149	63	2,37	16	131	

CONTRÔLE DES ÉCLOSIONS DE LA PÉGOMYE DE TROISIÈME GÉNÉRATION

RÉGIONS	ÉCLOSIONS JOURNALIÈRES																														Détails									
	AOÛT															SEPTEMBRE																								
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17					
1. - Houppertingen .																																								
2. - Oreye . . .																																								
3. - Liers (1) . . .																																								
4. - Eghezée . . .	1	3,5	4	6	5	3	2,5	3	2,5	1	1	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25	0,5	0,25
5. - Burdinne . . .																																								
6. - Moha . . .																																								
7. - Wanze . . .																																								
8. - Hougaerde . .	2	7,5	8	5	1	0	5	8,5	6,5	17,5																														
9. - Gembloux . .																																								
10. - Donstiennes(1) .																																								
11. - Tirlemont (1) .																																								
12. - Walsbetz (1) .																																								
13. - Bellefontaine(1)																																								
14. - Furnes . . .																																								

(1) Aucune éclosion constatée à l'emplacement des cages-pièges.

Au moment de la capture, on augmente le phototropisme en plaçant des sacs sur le treillis, afin de faire régner l'obscurité dans la cage. Le bocal se présente alors sous la forme d'une tache lumineuse au plafond de la cage et les Pégomyes s'y précipitent.

Après 5 à 10 minutes, on effectue la capture comme suit : soulever le récipient en verre, obturer l'ouverture de la cage par un carton, amener le récipient au bord de la plate-forme, y introduire un tampon d'ouate imbibé de benzine ou de chloroforme, appliquer ensuite la paume de la main contre le goulot du récipient. En quelques secondes, les mouches sont tuées.

On les réunit alors dans un petit tube et remet le récipient de capture en place. On a donc ainsi un tube par cage et par jour, contenant les mouches capturées. On l'affecte d'une étiquette portant les indications suivantes : Numéro d'ordre de la cage — Endroit — Date de contrôle — Nombre d'insectes recueillis — Sucrerie ou râperie de la région.



Figure 13.
Cage-piège à la deuxième génération.

Dans le cas éventuel où aucun insecte n'est pris, il n'y a pas de tube pour la journée correspondante; le tube suivant en porte mention.

Un tableau est tenu par chaque observateur, renseignant le nombre de captures effectuées.

Tout l'appareillage nécessaire est remis gratuitement à chaque observateur.

Régulièrement tous les quatre jours, chaque observateur réunit les divers tubes avec les mouches capturées correspondant à toutes les cages sous son contrôle et les indications détaillées ci-dessus.

Il les expédie à l'Institut, où les insectes capturés sont déterminés et dénombrés; un tableau est dressé renseignant les captures journalières par cage.

D'autre part, dix postes météorologiques, munis d'un thermomètre à maxima et minima et d'un pluviomètre, ont été installés dans les mêmes

Fig. 17.

Caractéristiques de la deuxième génération de la pégomye.
 Graphique établi d'après le champ voisin
 du poste météorologique d'Eghezée.

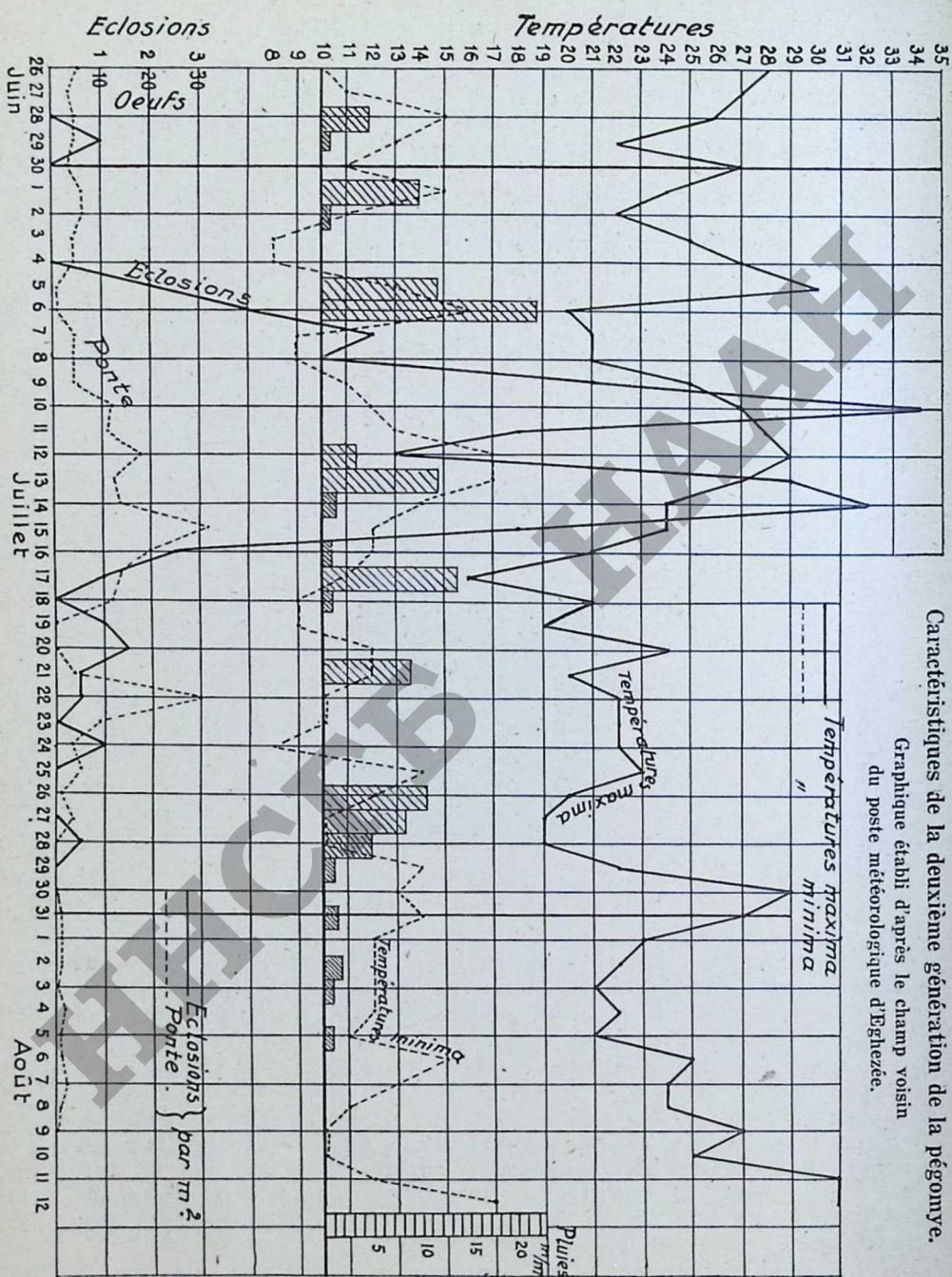
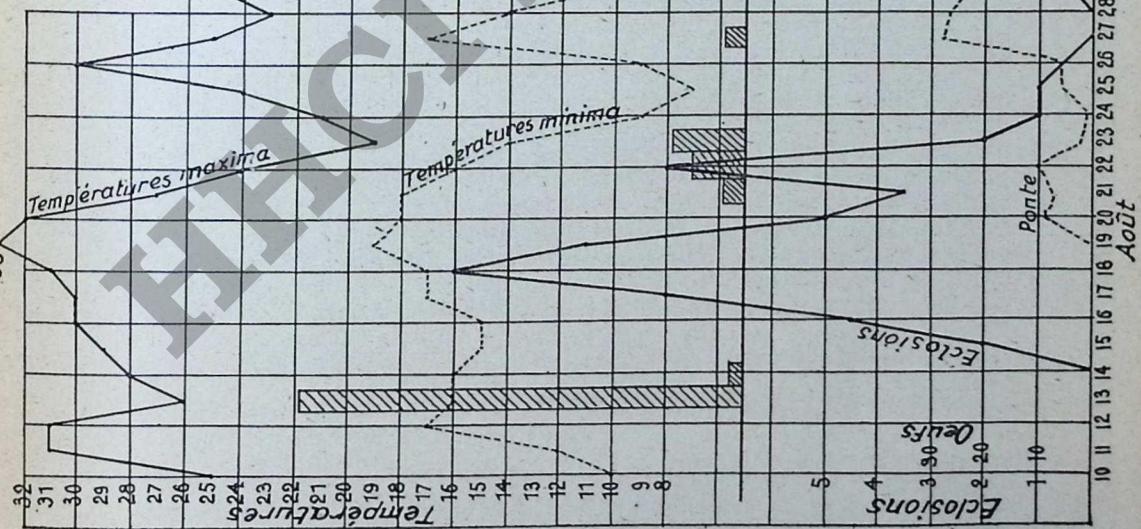


Fig. 18.

Caractéristiques de la troisième génération de la pégomyie.

Graphique établi d'après le champ voisin
du poste météorologique d'Eghezée.

régions, afin de suivre les variations météorologiques de l'endroit, parallèlement aux éclosions de mouches.

Nous avons dit, ci-dessus, qu'au début de la première génération de la mouche, les cages-pièges sont placées dans les champs ayant porté des betteraves l'année précédente; quand l'éclosion de la première génération est terminée, les cages-pièges sont déplacées dans les champs de betteraves, pour y suivre la deuxième génération (fig. 13); de nouveau, quand celle-ci est clôturée, les cages-pièges sont transférées en d'autres endroits des champs de betteraves, pour observer la troisième génération.

2. — L'étude régionale de l'attaque de la pégomye.

Quoique imparfait de par la localisation des cages-pièges et l'inexpérience de certains observateurs, ce contrôle des générations a permis de suivre avec une exactitude suffisante, le cours de l'évolution de la pégomye.

Pour les différentes régions examinées, nous avons dressé des tableaux et des graphiques, qu'il serait par trop long de reproduire.

Toutefois, il est intéressant de considérer les trois tableaux donnant la suite chronologique du contrôle des éclosions de mouches (moyennes établies par région d'après les éclosions de quatre cages) au cours des trois générations (tableaux 14, 15 et 16).

Pendant les deuxième et troisième générations principalement, le nombre d'œufs a été déterminé journallement sur le total des betteraves comprises dans une superficie de 10 mètres carrés, les œufs étant régulièrement enlevés après chaque comptage. A titre documentaire, nous reproduisons, pour le poste d'Eghezée, très bien suivi par M. Jonette, chimiste de la râperie, les graphiques représentant, pour les deuxième et troisième générations les éclosions et les pontes journalières en corrélation avec les données climatologiques, pluie et température (fig. 17 et 18).

D'après la figure 17, on constate que les éclosions de la deuxième génération ont eu lieu pendant la période du 4 au 29 juillet, tandis que les journées de plus fortes pontes se sont localisées entre le 7 et le 15 juillet, avec une diminution le 16 juillet, par suite, vraisemblablement, de la chute de température. Il est à remarquer, dans ce graphique, que les éclosions maxima du 10 juillet se sont produites à un moment où le sol, encore humidifié par les pluies du 6 (22 mm.), était réchauffé par une augmentation subite de la température (de 20 à 27°).

Les éclosions de la troisième génération ont eu lieu du 14 au 30 août avec un maximum le 18, à un moment où la température était très élevée (31°) et où le sol venait de recevoir la grande chute d'eau du 13 (42 mm.).

La ponte a débuté le 19 août et s'est prolongée jusqu'au 14 septembre. Elle s'est fortement ralentie les 23 et 24, par suite de l'abaissement de la température et est passée par un maximum le 27 août, jour de plus forte chaleur.

Voici, d'autre part, comment dans la région de Wanze, prise à titre d'exemple, l'évolution de la mouche s'est caractérisée au cours de l'année :

Première génération. — Les semis de betteraves effectués vers le 25 avril, en 1932, ont présenté tout d'abord un retard de quinze jours, par rapport à 1931, où ils avaient eu lieu vers le 10 avril.

La première ponte de la mouche a été constatée le 17 mai, ce qui permet de supposer que l'apparition des premières pégomyes a eu lieu vers le 10 mai (tableau 14, 7^e ligne : Wanze).

Le début de la période larvaire a été observé le 23 mai.

Les dernières éclosions ont été constatées le 31 mai, donnant à la période d'éclosion une durée de 14 jours; le nombre de mouches par mètre carré de terrain a été, en moyenne, de 6,25. Pendant les journées à basse température du 6 au 9 juin, la ponte a été faible; par contre, du 11 au 14 juin, journées de forte chaleur, la ponte a été extraordinairement élevée, avec un maximum de 18 œufs par betterave, le 13 juin. (Dans les autres postes de contrôle, la durée d'éclosion a varié de 9 à 34 jours.)

La première larve a été constatée le 23 mai, alors qu'elle était probablement âgée de 3 jours environ; le développement des larves a été important et a causé beaucoup de dégâts à partir du 13 juin, soit 20 jours après la première éclosion de larves. En général, le temps a été sec pendant toute la période larvaire, ce qui a vraisemblablement diminué la vigueur de végétation de la betterave.

De fortes pluies, tombées du 22 au 25 juin (15,8 mm. au total), ont redonné un élan sérieux à la végétation de la betterave, ce qui lui fit passer, sans trop de perte de poids, cette période extrêmement critique de l'attaque de la mouche, l'allure de la végétation ayant permis à ce moment, d'émettre des pronostics très pessimistes.

Deuxième génération. — A partir du 27 juin, les mouches de deuxième génération commencent à apparaître régulièrement dans toutes les cages de capture, en nombre plus élevé qu'à la première génération, avec une période maximum du 7 au 11 juillet (tableau 15, 7^e ligne : Wanze), période correspondant à des températures moyennes journalières de 15°5 à 22°. Evidemment, ces conditions atmosphériques, favorables à la mouche, l'ont été également pour la betterave, déjà stimulée par des pluies antérieures (32,5 mm. du 26 juin au 7 juillet). Beaucoup d'œufs ont été enlevés par les pluies orageuses fréquentes du mois de juillet. Au 1^{er} août, l'éclosion de la mouche de deuxième génération est terminée. Les premières larves de deuxième génération ont été observées le 14 juillet. Leurs dégâts, peu importants, s'expliquent par suite du fait que leur nombre était faible et que, de plus, les betteraves ont présenté un grand développement foliacé.

La deuxième génération de la mouche a donc fait des dégâts très limités, ne pouvant que peu nuire au développement de la betterave, celle-ci ayant été favorisée par les conditions climatiques extraordinairement heureuses pour sa végétation.

Troisième génération. — L'apparition des mouches de troisième génération a été massive dès le 23 août, accélérée par la température élevée du moment (13°2 à 26°5 du 22 août au 11 septembre), pour se terminer au 11 septembre (tableau 16, 7^e ligne : Wanze).

En général, il est à faire remarquer que cette troisième génération a eu une éclosion de courte durée, d'environ 20 jours, alors que celle de première génération s'est échelonnée sur 22 jours et celle de deuxième génération, sur 34 jours.

Les larves ont effectué des dégâts appréciables, atténués cependant par l'importance invraisemblable du bouquet foliaire.

On peut considérer le développement de la mouche à Wanze comme représentant la moyenne des régions parasitées.

Il serait trop long de décrire, en détail, l'évolution de la mouche dans chacune de celles-ci. Nous les avons visitées chaque semaine, avec M. Mayné, grâce auquel de nombreuses observations, d'ordre local, ont pu être faites.

L'examen du total des éclosions de mouches, par poste d'observation et par génération, nous amène à considérer le tableau suivant :

N° des Champs	POSTES D'OBSERVATION	GÉNÉRATIONS		
		1 ^{re}	2 ^e	3 ^e
1	Overhespen	31	41	0
2	Gothem	47	49	18
3	Thys	23	78	18
4	Villers-l'Evêque	16	171	34
5	Othée	9	55	17
6	Russon.	7	69	13
7	Éghezée	47	227	108
8	Waret-l'Evêque	38	42	21
9	Forville	26	24	10
10	Couthuin	26	46	167
11	Bas-Oha	66	19	5
12	Wanze.	26	329	7
13	Gembloix.	138	105	21
Totaux . . .		500	1255	439

Ce tableau renseigne donc 2,5 fois plus de naissances à la deuxième génération qu'à la première ou la troisième, pour lesquelles le nombre de naissances est sensiblement le même. Les chiffres des naissances de la première et troisième générations reflètent assez bien la physionomie des attaques de ces générations.

On peut dire que, pour l'ensemble du pays, l'attaque de la troisième génération a eu la même intensité que l'attaque de la première; seulement, les betteraves étant beaucoup plus fortes lors de la troisième génération, les conséquences ne s'en firent pas autant sentir.

A ne considérer que les chiffres du tableau ci-dessus, on serait porté à croire que l'attaque de la deuxième génération a été au moins deux fois plus forte que celle des deux autres. Il n'en fut rien cependant, car si les naissances et la ponte de la deuxième génération ont été, en général, plus importantes que celles de la première génération, les dégâts causés passèrent, pour la plupart, inaperçus. La climatologie des périodes d'éclo-

sion et de ponte des deux générations va nous renseigner sur les causes de ces divergences :

CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES	Périodes d'éclosion de mouches		Périodes de ponte	
	1 ^{re} génération 13-5 au 10-6	2 ^e génération 27-6 au 31-7	1 ^{re} génération 24-5 au 20-6	2 ^e génération 1 ^{er} -7 au 5-8
Heures d'insolation	138 h. 50 m.	197 h. 30 m.	147 h. 45 m.	134 h. 10 m.
Chute d'eau en millimètres .	43,4 m/m	76,8 m/m	23 m/m	86,8 m/m
Températures extrêmes . .	29°8 et 3°8	30°9 et 8°4	27°7 et 3°8	10°9 et 8°4
» moyennes . .	14°	18°8	14°	18°2

Si les éclosions de la deuxième génération furent favorisées par une température moyenne beaucoup meilleure, les périodes de ponte eurent, à subir, au contraire, les effets de chutes d'eau très différentes. Il est tombé 3,5 fois plus d'eau pendant la deuxième période de ponte que pendant la première; ces pluies ont eu pour résultat de balayer des feuilles la majeure partie des œufs et de favoriser la végétation de la betterave, à tel point que celle-ci a atteint un développement beaucoup plus grand que la moyenne des années précédentes.

Nous devons aussi remarquer qu'il est tombé plus d'eau au cours des éclosions de deuxième génération, cette climatologie humide a entravé la copulation, et le pourcentage d'œufs stériles s'en est trouvé acru.

Plus que les deux premières générations, la troisième a été favorisée par une température moyenne de 20°, très favorable pendant toute sa durée.

Au cours de la période de ponte, la température moyenne a été de 15° et il est tombé 70 mm. d'eau, ce qui a nui aux œufs, dans une certaine mesure, à la suite du lavage des feuilles.

3. — Estimation des dégâts.

Un point important à considérer tout d'abord, est le développement foliaire des betteraves au cours de l'année 1932 : il a été constamment supérieur à celui de 1931, du moins pour la période considérée à la figure 19.

Ce développement foliaire, très élevé en 1932, est attribuable, en ordre principal, au climat humide et chaud, ainsi qu'à une fertilisation azotée importante, si pas exagérée.

Celle-ci a trouvé sa justification, d'abord dans le bon marché relatif des engrains azotés, au printemps, avant les plantations et ensuite comme moyen de lutte indirecte contre la mouche. Nous ne pouvons cependant nous dispenser de faire remarquer que des doses d'engrais azotés de 1.000 kilogrammes à l'hectare sont exagérées et que, d'autre part, des planteurs n'ayant pas abusé de la fumure nitrique, ont constaté une bonne résistance de leurs betteraves, avec l'avantage d'une richesse élevée.

Dans ces conditions, il a paru à beaucoup d'observateurs superficiels que la mouche avait commis peu ou pas de dégâts en 1932. Evidemment,

la culture betteravière s'en est ressentie beaucoup moins qu'en 1931, car personne ne commande au temps. Il n'en est pas moins vrai qu'un examen approfondi, effectué par la sucrerie de Wanze, dans l'ensemble de ses râperies, a permis d'estimer la perte par hectare, pour les planteurs

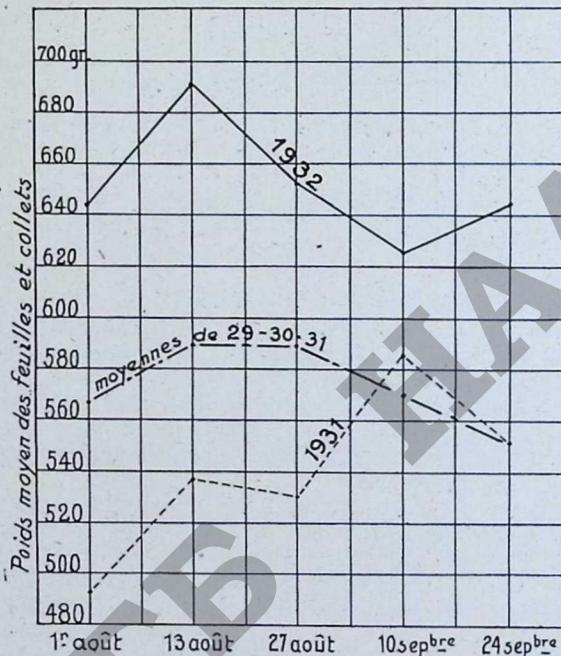


Fig. 19.

Poids moyen des feuilles et collets, années 1931 et 1932
et moyennes des années 1929-30-31.

infestés par la mouche, à 750 francs environ, comprenant les dégâts causés au rendement en racines, à la richesse en sucre et à la production des feuilles.

Cette perte ne peut être considérée comme absolue pour l'ensemble des régions parasitées, une foule de facteurs intervenant pour la faire varier. Néanmoins, elle constitue une base d'approximation suffisante.

Rappelons, à ce propos, que la perte subie par le planteur avait été estimée en 1931, à 1.290 francs l'hectare en moyenne, d'après une enquête effectuée par l'Institut au printemps 1932 parmi toutes les sucreries du pays.

En ce qui concerne la betterave fourragère, les dégâts constatés en troisième génération, en août et septembre, ont été de loin plus importants que pour la betterave sucrière, ce qui se comprend aisément, par suite du développement beaucoup plus réduit de son bouquet foliaire.

Il en résulte donc que la mouche a pris, en 1932, une extension considérable, quoique ses dégâts aient été pratiquement inférieurs à ceux de 1931.

III. — LES ENNEMIS NATURELS DE LA PEGOMYE

Comme tout être vivant, la mouche a différents ennemis qui s'attaquent à ses différents états, soit à la larve, soit à l'œuf, soit à la mouche adulte, soit à la pupe. Nous nous proposons de les examiner suivant ces différentes catégories.

1. — Le parasitisme de la larve et de la pupe.

On a déterminé, jusqu'à présent, 26 parasites entomologiques différents de la larve de la pégomye.

La plupart d'entre eux se classent dans l'ordre des hyménoptères, quelques-uns se répartissent entre les ordres des diptères et des coléoptères (1).

En Belgique, nous avons caractérisé, jusqu'à présent, quatre espèces différentes d'hyménoptères comme parasites de la larve. Ce sont les braconides :

Opius nitidulator, *Opius spinaciae* (fig. 20), *Opius fulvicollis* (fig. 21), et l'Ichneumonide *Phygadeuon pegomyiae* (fig. 22).

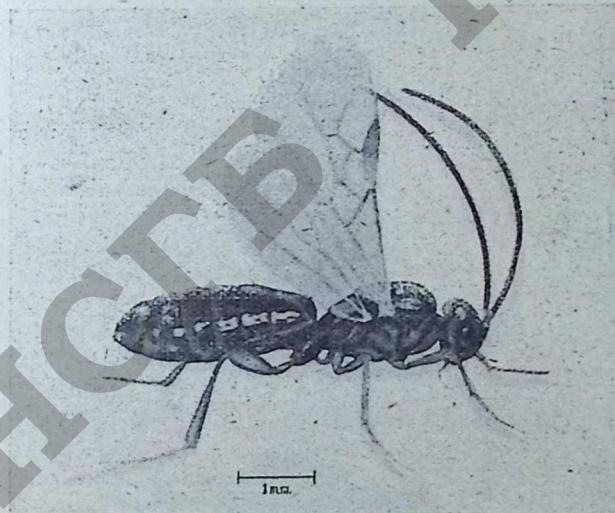


Figure 20.
Opius spinaciae. (D'après Bremer et Kaufmann.)

Description générale des parasites. — Tous ces parasites à l'état adulte sont plus petits que la mouche de la betterave. Ces insectes sont remarquables par leurs deux longues antennes qu'ils portent redressées vers l'arrière et par les teintes vives de certaines parties de leur corps. Ils mesurent environ 5 à 7 millimètres de long et leur envergure est de

(1) Dr Bremer et Kaufmann. — « Untersuchungen zur Lebengeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege », 1928, p. 54.



Figure 21.
Opius fulvicollis.

(D'après Bremer et Kaufmann.)

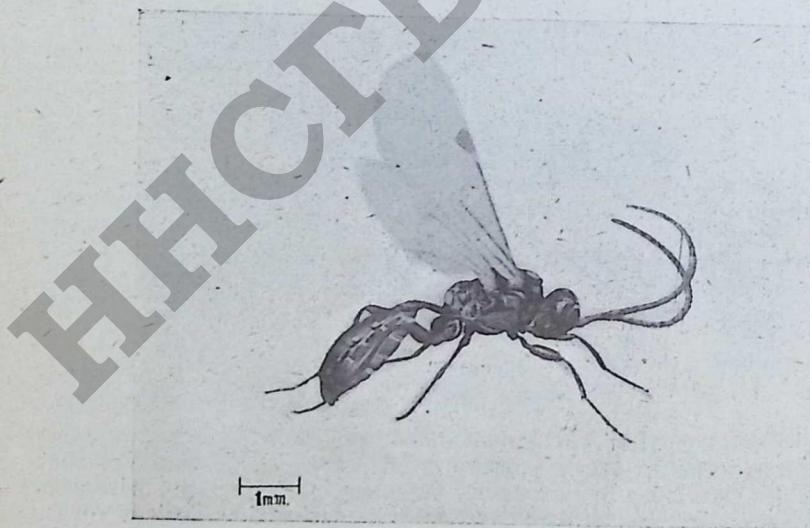


Figure 22.
Phygadeuon pegomyiae.

(D'après Bremer et Kaufmann.)

1 centimètre; la largeur de leur corps ne dépasse pas, en général, 1,5 à 2 millimètres. Leurs ailes sont parcourues par un réseau de très fines nervures, les ailes antérieures dépassant de beaucoup les postérieures.

Environ vers le premier tiers du bord antérieur des ailes antérieures, on remarque la présence d'une tache noire, appelée ptérostigmate. La femelle porte, à l'extrémité postérieure du corps, une tarière. Cet organe lui permet de déposer ses œufs dans le corps des larves.

Opius nitidulator. — La base des deux premiers articles des antennes, la partie inférieure de la tête et le pourtour des yeux sont jaunes. Les pattes sont également jaunes. La face dorsale du thorax porte un fer à cheval rouge ou jaune, dont la pince, très développée, est tournée vers l'arrière. Le reste du corps est noir.

Opius spinacae (fig. 20). — L'insecte est entièrement noir, sauf les pattes et la base des antennes, qui sont jaunes. La femelle a l'abdomen plus court et plus gros que le mâle. Par sa structure, elle se rapproche assez bien de l'aspect de l'*Opius fulvicollis*.

Opius fulvicollis (fig. 21). — La face dorsale du corps de l'insecte est orange, la face ventrale et l'extrémité postérieure du thorax sont noires. Une partie de l'arrière du corps peut également être noir.

Phygadeuon pegomyiae (fig. 22). — Contrairement aux précédents, ce parasite appartient au groupe des Ichneumonides et, comme tel, la nervuration des ailes diffère. La coloration du corps est également un peu différente.

Le corps est entièrement noirâtre, sauf les pattes, qui sont jaunes. Vers la moitié de l'abdomen, il présente un anneau de largeur plus ou moins grande, dont la coloration varie du jaune au rouge-orange. La face inférieure du corps est le plus souvent jaunâtre.

Biologie des parasites. — La femelle pond ses œufs dans le corps des larves de la pégomyie; ils y éclosent et les jeunes larves se développent dans le corps de leur hôte. Elles continuent à l'habiter lorsque celui-ci s'empupe. Les jeunes larves muent et se chrysalident dans la pupe. De celle-ci sort donc le parasite adulte, au lieu d'une mouche.

Le développement en laboratoire du *Phygadeuon pegomyiae*, étudié à partir de l'empupage de la larve-hôte, est influencé par la température, dans les limites indiquées dans le tableau suivant (1).

Moyennes des températures	Nombre d'insectes éclos	Durée du développement en jours		
		Maxima	Minima	Moyenne
9°	4	79	87	85
9°5	5	69	88	76
15°	6	32	35	33
18°	22	23	35	27

(1) Dr Bremer et Kaufmann. — «Untersuchungen zur Lebengeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege», 1928, p. 539.

Voici, d'après Bremer et Kaufmann, la durée de vie en laboratoire de l'imago ou insecte adulte d'*Opius fulvicollis* :

1)	1 ♀ sans nourriture (a)	11 jours
2)	1 ♀ avec de l'eau sucrée	24 à 25 jours
3)	1 ♂ >	18 à 19 >
4)	1 ♂ >	28 >
5)	13 (♂ + ♀) avec de l'eau sucrée, en moyenne	34,6 >
6)	6 (♂ + ♀) >	38,3 >
7)	16 (♂ + ♀) >	33,6 >

(a) ♀ = femelle, ♂ = male.

Dans les cas 5-7, la durée minima de vie a été de 17 et la maxima de 56 jours.

D'après les mêmes auteurs (1), la vie de *Phygadeuon pégomyiae* in vitro peut être prolongée par l'apport de boisson sucrée, ainsi que le renseigne le tableau ci-dessous :

LONGUEUR DE LA VIE DE PHYGADEUON PEGOMYIAE

1)	1 ♂ avec de l'eau sucrée a vécu 45 jours.
2)	1 ♂ > > 34 >
3)	16 (♂ + ♀) avec de l'eau sucrée ont vécu en moyenne 32,5 jours avec un maximum de 41 jours.
4)	1 ♀ sans nourriture a vécu 6 jours.

La durée moyenne de vie en plein champ doit probablement être plus courte, principalement celle des mâles.

Nous concluons de ces essais que le parasite adulte se nourrit de la même manière que la pégomye et que l'eau sucrée particulièrement est favorable à sa longévité. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que les parasites soient attirés et tués par les solutions sucrées de fluorure. Nous tirerons des conclusions de ce fait plus loin.

Nous avons étudié le parasitisme, à partir des larves de deuxième génération.

Le parasitisme des larves de la deuxième génération. — Cette étude poursuit les trois buts suivants :

1. Déterminer les espèces différentes de parasites existant en Belgique;
2. Évaluer le pourcentage du parasitisme;
3. Étudier le degré d'influence du parasitisme sur la génération suivante.

Méthode employée. — Nous nous sommes rendus dans différentes régions pendant le stade larvaire de la deuxième génération, soit fin juillet et début août, afin d'y recueillir le plus grand nombre possible de feuilles larvées.

Ces feuilles, ramenées à l'Institut, ont été placées dans des caisses (fig. 23), sur un fond de sable de 3 à 4 centimètres d'épaisseur.

(1) Dr Bremer et Kaufmann. — « Untersuchungen zur Lebengeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege », 1928, p. 538.

TABLEAU DU PARASITISME RÉGIONAL DES LARVES DE LA DEUXIÈME GÉNÉRATION

RÉGION	Date de récolte des larves	Nombre de (a)			Total par région de (a)			Total de pégomyes par région	Total de pupes écloses par région	Parasitisme %	Pupes hivernantes		Nombre de larves empupées	% de pupes hivernantes	
		♂	♀	parasites	♂	♀	parasites				Nombre	Total			
Overhespen . . .	18-VII	12	11	2							0	26	26	186	13,98
	25-VII	58	73	4	70	84	6	154	160	3,75	26	26			
Tirlemont . . .	27-VII	1	1	2	1	1	2	2	4	50	6	6	10	60	
Genoels-Elderen . . .	28-VII	69	74	0	69	74	0	143	143	0	53	53	196	27,04	
Herderen . . .	28-VII	73	82	0	73	82	0	155	155	0	3	3	158	1,90	
Jesseren . . .	28-VII	42	76	0	42	76	0	118	118	0	32	32	150	21,33	
Neerhespen . . .	30-VII	52	59	0							38				
	9-VIII	42	37	1	94	96	1	190	191	0,52	66	104	295	35,25	
Donstiennes . . .	31-VII	131	153	3	131	153	3	284	287	1,04	62	62	349	17,77	
Walsbetz . . .	1-VIII	122	138	5	122	138	5	260	265	1,88	80	80	345	23,19	
Oplinter . . .	1-VIII	9	18	1	9	18	1	27	28	3,57	40	40	68	58,82	
Oirbeek . . .	1-VIII	231	272	24	231	272	24	503	527	4,55	173	173	700	24,71	
Wanze . . .	2-VIII	17	28	9	17	28	9	45	54	16,67	22	22	76	28,94	
Chassart . . .	2-VIII	18	18	9	18	18	9	36	45	20,00	56	56	101	55,45	
Lincent . . .	5-VIII	158	152	4	158	152	4	310	314	1,27	24	24	338	7,10	
Heylissem . . .	5-VIII	81	124	3	81	124	3	205	208	1,44	111	111	319	34,80	
Warnant Dreye . .	6-VIII	66	74	0							228				
	9-VIII	350	370	6							297				
	13-VIII	19	13	1	435	457	7	892	899	0,78	5	530	1429	37,08	
Tourinnes-la-Grosse . .	6-VIII	15	19	9	15	19	9	34	43	20,93	45	45	88	51,13	
Nodebais . . .	6-VIII	4	0	6	4	0	6	4	10	60	20	20	30	66,67	
Grez-Doiceau . . .	6-VIII	1	0	7	1	0	7	1	8	87,50	32	32	40	80	
Lens-Saint-Remy . .	6-VIII	78	112	1	78	112	1	190	191	0,52	91	91	282	32,26	
Hollogne s/Geer . .	6-VIII	60	82	2	60	82	2	142	144	1,39	59	59	203	29,06	
Glabais . . .	8-VIII	14	24	10	14	24	10	38	48	20,83	32	32	80	40	
Mehagne (Eghezée) .	8-VIII	11	18	3	11	18	3	29	32	9,37	7	7	39	17,95	
Villers-la-Ville . .	9-VIII	95	92	18	95	92	18	187	205	8,78	140	140	345	40,58	
Sart-Risbart . . .	12-VIII	1	1	1	1	1	1	2	3	33,3	22	22	25	88	
Totaux . . .					1830	2121	131	3951	4082	3,21		1770	5852		
Pourcentages . . .					46,3	53,7									30,24

(a) ♂ = mâle ; ♀ = femelle.

Chaque caisse numérotée, porte les indications nécessaires pour déterminer l'origine des larves. Le couvercle de ces caisses est constitué par un tulle tendu au moyen de punaises. Les élevages sont placés dans un local où la température varie entre 15 et 20°. La surveillance des éclosions commence 14 jours après la récolte des larves. Dans ce but, chaque caisse est munie latéralement d'un trou de 3 centimètres de diamètre; celui-ci est obturé pendant la durée de l'empupage par une glissière. Pour récolter les mouches éclosées, on tire la glissière et on fixe dans le trou un tube à essais de 3 centimètres de diamètre, de façon à ce qu'il n'y ait aucune communication de l'intérieur de la caisse avec l'air extérieur.

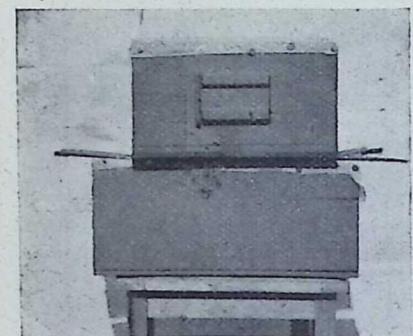


Fig. 23. — Cages d'élevage.

On fait l'obscurité dans la caisse en plaçant le couvercle ou un sac, sur la partie couverte de tulle. Attirées par la lumière qui règne dans le tube à essais, les mouches et parasites s'y précipitent; il n'y a plus qu'à les recueillir et à remettre la glissière en place.

La figure 23 représente deux cages d'élevage superposées, dont la cage inférieure représente le processus suivi pour réaliser la capture des insectes éclos.

Remarque. — Le phototropisme des parasites est moins grand que celui de la pégomye, ce qui nous a empêché de déterminer la date exacte de leur naissance. Ils restent souvent un ou deux jours avant de sortir de la cage, de sorte que la majeure partie n'est dénombrée qu'à l'ouverture des cages, alors qu'ils sont tous morts.

L'examen régulier des cages d'élevage nous permet de présenter le tableau de la page 109.

Suivant le degré du parasitisme, les régions examinées se classent comme suit :

1. Régions ayant au moins 50 % de parasites :

Tirlemont	50
Nodebais	60
Grez-Doiceau	87,5

2. Régions où le parasitisme est compris en 15 et 50 % :

Wanze.	16,67
Chassart.	20
Glabais	20,83
Tourinnes-la-Grosse.	20,93
Sart-Risbart	33,3

3. Régions ayant moins de 15 % de parasites :

Genoels-Elderen	0
Herderen.	0
Jesseren	0
Neerhespen	0,52

Lens-Saint-Remy	0,52
Warnant-Dreye	0,78
Donstiennes.	1,04
Lincent	1,27
Hollogne-sur-Geer.	1,39
Heylissem	1,44
Walsbetz.	1,88
Oplinter	3,57
Overhespen	3,75
Oirbeek	4,55
Villers-la-Ville	8,78
Mehagne (Eghezée)	9,37

Les pourcentages de la première catégorie ne peuvent être considérés comme rigoureusement exacts, par suite du petit nombre de larves récoltées.

Les régions de cette première catégorie n'accusèrent pratiquement aucun dégât à la suite de l'attaque de la troisième génération.

Les régions, où le parasitisme est compris entre 15 et 50 %, ne subirent pas non plus d'atteintes bien appréciables en septembre.

Il n'en fut pas de même pour les régions classées dans la troisième catégorie. Vers la mi-septembre, on remarqua notamment, des dégâts assez appréciables dans les campagnes de Walsbetz, Lens-Saint-Remy, Warnant-Dreye, Neerhespen et Heylissem. Cependant, de nouveau, grâce à la vigueur de sa végétation, la betterave ne s'est pas trop ressentie de cette attaque.

De prime abord, il pourrait paraître étonnant que les régions, où le parasitisme fut nul d'après nos élevages, ne figurent pas dans la liste des régions les plus éprouvées. Mais si nous nous reportons au tableau des dates de récolte des larves, nous voyons que les larves de ces régions figurent parmi celles qui ont été récoltées en premier lieu, c'est-à-dire qu'elles l'ont été tout au début de la deuxième génération. Il se pourrait qu'au moment de notre passage, la ponte des parasites n'ait pas encore eu lieu, car il a été démontré par des auteurs étrangers que les premières éclosions de parasites sont plus tardives que les premières éclosions de mouches.

Nous pouvons citer comme exemple la région d'Overhespen, où la récolte des larves a été faite en juillet et où le parasitisme fut de 3,75 %. Alors que le 29 août, au cours d'essais de pulvérisation, nous avons tué plus de parasites (*Phygadeuon pegomyiae* en majeure partie) que de pégomyes, ceci nous fait penser que le parasitisme obtenu pour cette région en laboratoire ne représente pas le parasitisme exact de la deuxième génération.

Le parasitisme exact d'une région ne peut donc être déterminé qu'en récoltant des larves dans cette région tous les huit jours, ce qui sera, si possible, réalisé en 1933.

D'autre part, si l'on se proposait de déterminer le parasitisme d'un pays tout entier, par récolte hebdomadaire de larves, il est clair que ce travail serait beaucoup plus compliqué et l'on pourrait, dans ce cas, se contenter d'une ou deux récoltes de larves par région. Aussi, nous croyons pouvoir affirmer que le chiffre de 3,21 représente bien, en 1932, le pourcentage de parasitisme de la deuxième génération, pour l'ensemble de la culture betteravière du pays. Ce pourcentage a été considéré comme précis, à la suite des essais faits par la Station entomologique de Gembloux.

En Hollande, pour l'année 1931, le parasitisme a été, en moyenne, de 50,07 % (1).

Conclusion. — Jusqu'à présent, en Belgique, le parasitisme est à peu près nul. Si la climatologie future ne favorise pas son extension, le planleur a donc encore tout à redouter de la mouche de la betterave.

L'Institut de Prague (2) a fait des recherches ayant pour but l'étude des conditions climatologiques requises pour la présence de la mouche de la betterave. La conclusion de ce travail est que le moment décisif pour le degré de développement de la mouche est la fin du mois de juin et le mois de juillet. Pendant cette période, un abaissement de la température serait plutôt favorable à la pégomye, tandis qu'une augmentation de ce facteur provoquerait, au contraire, un accroissement des parasites.

Voici le tableau d'après lequel les pronostics sont établis :

Degré de l'attaque	SAISONS :			
	Eté	Automne	Hiver	Printemps
Diminution	Chaud	Chaud	Doux	D'abord chaud puis froid
Augmentation	Froid	Normal ou froid	Normal ou rude	Normal

L'hiver 1932-33 ayant présenté, en Belgique, deux périodes de grands froids, constitue donc, d'après ces données, un facteur d'augmentation d'action de la mouche, contrairement à l'opinion du planleur moyen.

Extension des différentes espèces de parasites. — Il est permis de se demander de quelle manière les différents types de parasites se répartissent en espèce et en importance dans nos régions betteravières.

Le tableau suivant représente le classement, par types identifiés, des parasites obtenus aux éclosions de pupes des différentes régions :

En Belgique, le parasitisme de la pégomye est donc dû surtout aux trois braconides : *Opius nitidulator*, *spinaciae* et *fulvicollis*, cités suivant leur degré d'extension géographique décroissante. Quant à l'ichneumonide *Phygadeuon pegomyiae*, son aire de développement semble beaucoup moins importante.

Nous devons noter ici que dans certains cas le pourcentage des *Phygadeuon*, par rapport aux pégomyes, a été vraisemblablement plus grand en réalité que celui obtenu dans nos élevages. En effet, à la suite d'une pulvérisation faite le 29 août à Overhespen, nous avons trouvé, sur 5 mètres carrés, 14 *Phygadeuon* et 1 *Opius spinaciae*, ce qui prouverait que : 1^o le nombre d'ichneumonides est assez grand, ce qui explique pourquoi en cet endroit les dégâts de mouches ont été en diminuant de la première à la troisième génération;

2^o Qu'il n'est pas prudent d'entreprendre des pulvérisations fluorurées en deuxième et troisième générations, là où le parasitisme est assez important. Au contraire, en première génération, les pulvérisations seront toujours opportunes, puisque l'apparition des parasites est tardive, par rapport à celui de la mouche.

D'après des observations de l'Institut, confirmées par la Station entomologique de Gembloux, le *Phygadeuon* s'est manifesté également abondant dans la région de Tirlemont à Waremmé.

(1) Hille Ris Lamberts. — « Gegevens over biologie en bestrijding der bieten-vlieg. » — « M. v. h. I. v. S. », 2-4-32, p. 204.

(2) Dr. Fr. Rambousek et F. Neuwirth. — « Klimatické podmínsky vyskytu mouchy burákové. »

Extension des différentes espèces de parasites.

TYPE DE PARASITE	RÉGIONS ÉTUDIÉES	Date de la récolte de la larve	NOMBRE DE PARASITES		Nombre de régions parasitées	Importance relative de chaque parasite par rapport au total de parasites
			par date de récolte	TOTAL Par parasite		
<i>Opius nitidulator</i>	Overhespen	25/VI	1			
	Tirlemont	27/VI	1			
	Donstennen	31/VI	2			
	Oplinter	1/VII	1			
	Oirbeek	1/VII	7			
	Wanze	2/VII	5			
	Chassart	2/VII	1			
	Tourinnes-la-Grosse	6/VII	4			
	Nodebais	6/VII	2			
	Grez-Dolceau	6/VII	1			
	Glabais	8/VII	3			
	Villers-la-Ville	9/VII	6			
	Warnant-Dreye	9/VII	3	37	13	28,3 %
<i>Opius fulvicollis</i>	Tirlemont	27/VI	1			
	Walsbetz	1/VII	3			
	Oirbeek	1/VII	5			
	Wanze	2/VII	3			
	Chassart	2/VII	3			
	Tourinnes-la-Grosse	6/VII	1			
	Nodebais	6/VII	4			
	Grez-Dolceau	6/VII	6			
	Glabais	8/VII	7			
<i>Opius spinaciae</i>	Villers-la-Ville	9/VII	12	45	10	34,4 %
	Overhespen	18/VII	1			
	Donstennen	31/VI	1			
	Walsbetz	1/VII	2			
	Oirbeek	1/VII	11			
	Wanze	2/VII	1			
	Chassart	2/VII	2			
	Lincent	5/VIII	1			
	Heylissem	5/VIII	2			
	Tourinnes-la-Grosse	6/VIII	2			
	Mehagne (Eghezée)	8/VIII	2			
	Neerhespen	9/VIII	1			
	Warnant-Dreye	9/VIII	3	29	12	22,1 %
<i>Phygadeuon pegomyiae</i>	Overhespen	25/VII	3			
	Hollogne s. Geer	6/VIII	2	5	2	3,8 %
Indéterminés				15		11,4 %
Total parasites				131		100,0 %

L'Opius nitidulator, dont l'extension géographique est la plus grande, est considéré par les auteurs allemands comme étant l'un des parasites les plus actifs. Si les conditions climatologiques pouvaient lui être favorables, il est possible qu'il acquérerait vite, dans les régions où il existe, un développement suffisant pour neutraliser les attaques de la mouche.

A ce moment, la lutte par les moyens chimiques ne devrait donc plus être envisagée que dans les régions privées de parasites.

Nous ne pouvons terminer le chapitre des parasites entomologiques de la pupe sans citer deux petits coléoptères staphylinides : l'*Aleochara bipustulata* L. (voir fig. 24) et *bilineata* G., qui vivent aux dépens des pupes de mouches de plusieurs espèces et notamment de mouches de la betterave.



Figure 24.
Aleochara bipustulata L.

(D'après Bremer et Kaufmann.)

Ils ont été observés en grand nombre à la deuxième génération de pupes en Allemagne, en 1925 (1) et à la troisième génération de la même année. Pendant les années suivantes, on ne les a plus trouvés que dans des cas tout à fait isolés. En 1927, 1928 et 1930 même, ils ont tout à fait manqué dans les essais sur la mouche de la betterave, mais cependant on en a rencontré en 1928 en quelques endroits dans les pupes de la mouche du chou, *Chortophila brassicae*, Bché.

Ces parasites ont été observés également en Hollande en 1931 (2).

(1) D^r Bremer et Kaufmann. — « Untersuchungen zur Lebengeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege », 1928, p. 62.

(2) Hille Ris Lambers. — « Gegevens over biologie en bestrijding der bietenflieg. » — « M. v. h. I. v. S. », 2-4-32, p. 192.

En Belgique, ils n'ont pas été identifiés jusqu'à présent dans les pupes de pégomyes.

La femelle de cet insecte pond un œuf dans le voisinage d'une pupe de mouche, dans laquelle la jeune larve pénètre en y forant un petit trou. Après s'être nourrie de la larve empupée, elle sort de la pupe en creusant un trou plus grand que le premier.

Parmi les destructeurs de pupes, nous devons signaler la taupe (*Talpa europaea* L.). Nous avons constaté, en plusieurs endroits, pendant la végétation des betteraves, les galeries souterraines de cet animal se développant le long des lignes de betteraves, présentant des dégâts importants de larves. La taupe a aussi été reconnue par Bremer et Kaufmann comme un grand destructeur de pupes (1).

2. — L'Ennemi de l'œuf.

M. D. Hille Ris Lambers cite (2), parmi les ennemis naturels de la mouche de la betterave, un petit Collembole, appelé *Sminthurus viridus* A. Usquert, dans la province de Groningen.

Il aurait détruit 50 % des œufs de la première génération.

Cet insecte, de la sous-classe des Aptérygogènes, serait un omnivore se nourrissant de feuilles de betteraves, de renoncule, de trèfle, de pommes de terre; de myceliums de champignons et spécialement d'œufs de pégomyes. Il ne se contente pas seulement de manger les œufs, mais il fore de petits trous dans le parenchyme des jeunes feuilles.

En Belgique, d'autre part, nous avons constaté, fin mai 1932, d'une manière locale, à Berloz, Hollogne-sur-Geer et Ramillies, des attaques d'un autre Collembole, le *Sminthurus luteus*, qui, non seulement a mangé les œufs, mais aussi l'entièreté des limbes des cotylédons, n'en laissant que les pétioles, dont les extrémités noircissent par après. A la suite de ces ravages, 3 hectares ont dû être retournés.

Ces dégâts ont cessé avec la disparition des collemboles; celle-ci eut lieu vers le 10 juin, quand les betteraves ont commencé à former leur quatrième paire de feuilles.

3. — Les Ennemis de la mouche adulte.

Il existe dans les pays voisins un champignon : *Empuza muscae*, parasite de la pégomye adulte et qui, les années humides, limite assez bien son développement.

Nous avons, à plusieurs reprises, soumis des mouches trouvées mortes dans les champs à la Station de phytopathologie de Gembloux. Dans aucun cas, la mort ne put être attribuée à ce parasite.

Quoi qu'il en soit, ce champignon sera l'objet de nouvelles recherches au cours de l'année 1933.

4. — Les oiseaux.

La mouche, soit à l'état adulte, soit à l'état de larve ou à l'état de pupe, est recherchée par une série d'oiseaux.

(1) Dr Bremer et Kaufmann. — « Untersuchungen zur Lebengeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege », 1928, p. 552.

(2) Hille Ris Lambers. — « Gegevens over biologie en bestrijding der bietenflieg. » — « M. v. h. I. v. S. », 2-4-32, p. 183.

D'après Blunck, Bremer et Kaufmann (1), ces principaux oiseaux sont, en Allemagne : l'étourneau, la corneille, le pinson, le freux, le moineau, le choucas, la perdrix, la mouette rieuse, le hoche-queue blanc et l'hirondelle.

En Hollande, d'après Hille Ris Lambers (2), ces oiseaux sont représentés par l'étourneau, l'hirondelle, la corneille, le moineau et le freux.

En Belgique, nous avons pu remarquer, en plusieurs endroits, que les principaux oiseaux utiles contre la mouche de la betterave sont le moineau, l'hirondelle, la bergeronnette et le pigeon.

Comme ces oiseaux ne sont pas ou guère les victimes de la tenderie aux oiseaux, il nous a paru logique de ne pas mener de campagne contre la tenderie, d'autant plus que des arrêtés récents ont limité sa nocivité.

IV. — L'ETUDE DES MOYENS DE LUTTE

La lutte contre la mouche de la betterave peut être conçue de différentes manières : soit contre la mouche adulte ou contre l'œuf ou contre la larve ou contre la pupe; soit d'une manière offensive ou défensive; soit par des moyens mécanique ou chimique ou biologique; soit d'une façon préventive indirecte ou d'une façon curative directe ou d'une façon répulsive.

Toujours est-il, qu'il y a lieu de tenir compte, d'une part, que la betterave constitue une plante extrêmement délicate et sensible à beaucoup de réactifs et que, d'autre part, tout procédé de lutte digne d'être retenu et appliqué doit être économique et efficace.

Suivant le stade de la mouche envisagé, il y aura lieu tantôt de faire appel à un insecticide par contact, tantôt à un insecticide par absorption.

Tout en décrivant la mouche de la betterave, Maxson (3), Guénaux (4), Renard (5), ne donnent que peu ou pas de moyen de lutte efficace.

En Belgique, des résultats dans ce domaine ont déjà été acquis dès 1931.

A cette époque, au cours d'essais effectués, M. Mayné conclut (6) à l'efficacité d'une solution sucrée de fluorure de soude, contre la mouche adulte, ce qui a été affirmé également par Appel (7), Bremer et Kaufmann (8). M. Mayné a conseillé d'augmenter le pouvoir mouillant de cette solution insecticide pour la première génération par l'addition de 1 à 2 % de lait écrémé. Quant à la larve, M. Mayné a obtenu 50 % de larves tuées, par la pulvérisation sur les deux faces des feuilles, d'une solution à 2 % de nicotine et 2 % de savon.

(1) Dr Bremer et Kaufmann. — « Untersuchungen zur Lebengeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege », 1928, p. 551.

(2) Hille Ris Lambers. — « Levenswijze en bestrijding der bietenvlieg. » — « M. v. h. I. v. S. », 1-4-1931, p. 108.

(3) Maxson Asa G. — « Principal Insect Ennemis of the Sugar beet in the territories served by the Great Western Sugar Company. »

(4) G. Guénaux. — « Entomologie et parasitologie agricoles. »

(5) A. Renard. — « Principaux ennemis de la betterave et les moyens de lutte », 1896.

(6) R. Mayné et W. Van den Bruel. — « La question de la mouche de la betterave en Belgique. » — « Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux », 1932, n° 7.

(7) Dr Otto Appel. — « Krankheiten der Zuckerrübe », 1926, Berlin, p. 17.

(8) Dr Bremer et Kaufmann. — « Die Rübenfliege », 1931, p. 101.

Pour l'exécution de nos essais, nous avons adopté une méthode progressive de travail, dont voici la description :

1. — Méthodes expérimentales.

A. — Destruction de la mouche adulte avant la ponte :

1. Essais en laboratoire;
2. Petits essais en plein champ sur parcelle de 1 ou 2 ares;
3. Essais en grand sur 1 à 10 hectares, dans la mesure du possible.

1. Essais en laboratoire.

Les mouches utilisées sont élevées à l'Institut et soumises le jour même de leur éclosion aux expériences en cours, de sorte qu'elles n'ont pas encore pondu au moment où nous nous en servons, puisque la période précédant la ponte est, en moyenne, de 5 à 6 jours.

Nous utilisons, pour ces travaux, des cages cubiques de 25 centimètres de côté, dont les faces sont les unes vitrées, les autres formées d'un très fin treillis.

Lorsque l'insecticide à utiliser doit l'être sous forme de solution, nous en imbibons un tampon d'ouate, que nous accrochons à l'une des faces, à l'intérieur de la cage.

Si l'insecticide doit être utilisé en poudrage, nous en répandons sur une feuille de betterave légèrement humectée d'eau pour augmenter l'adhésion. Cette feuille est ensuite mise dans la cage. Une fois l'insecticide et son support en place, nous introduisons les mouches, sujets d'expérience, dans la cage. Celle-ci est alors placée dans un local vitré constamment exposé aux rayons du soleil afin que les mouches soient, autant que possible, dans les mêmes conditions qu'en plein champ. La cage est l'objet d'examens effectués toutes les demi-heures.

2. Petits essais en plein champ.

a) Pulvérisations.

Elles se font avec un appareil à dos d'homme d'une contenance pratique de 9 litres, et dont on pulvérise le contenu sur une surface de 1 are, ce qui fait environ 900 litres de solution à l'hectare. On choisit, autant que possible, pour ce travail, la fin d'une matinée ensoleillée, afin que les mouches trouvent sur les feuilles de betteraves la solution pour étancher leur soif pendant les heures chaudes de la journée. Les parcelles sont écartées les unes des autres de 100 mètres environ.

b) Poudrages.

Ils se font sur la même superficie que les pulvérisations; dans le cas éventuel où les feuilles sont sèches, on pulvérise d'abord, 4 à 5 litres d'eau par are, puis on poudre avec la poudreuse à dos.

Dès que cela est possible, soit 24 à 72 heures après, nous récoltons sur le sol, sur 5 à 10 mètres carrés, tous les insectes morts ou agonisants, parmi lesquels nous déterminons les pégomyes.

3. Essais en grand.

Grâce à l'extrême obligeance de M. G. Debouche, agriculteur à Mehagne, nous avons pu vérifier sur une plus grande échelle quelques-uns de nos résultats obtenus par de petits essais.

Nous le prions de trouver ici l'expression de notre sincère reconnaissance.

Ces essais ont été effectués au moyen d'un pulvérisateur à traction chevaline débitant 800 litres par hectare. Le jet du pulvérisateur présente une largeur de 3 mètres environ et passe une fois tous les 15 mètres; de cette façon, un cinquième du champ, à peu près, est arrosé. La quantité de solution utilisée par hectare est donc $\frac{800}{5} = 160$ litres environ. Les mouches se déplaçant facilement, sont attirées vers les bandes arrosées par le sucre toujours contenu dans la solution insecticide. Une grande économie de liquide est ainsi réalisée sur le système qui consisterait à arroser la surface totale du champ.

B. — Destruction de la larve.

La méthode suivie est la même que celle utilisée pour la lutte contre l'imago :

1. Essais en laboratoire;
2. Essais en petit en plein champ;
3. Ici, il ne nous a pas été possible de faire d'essai en grand.

1. Essais en laboratoire.

Les feuilles larvées sont trempées entièrement, le jour de leur récolte, dans une solution insecticide et retirées immédiatement puis suspendues dans un local frais, afin d'éviter une dessication trop rapide.

Les constatations se font, toutes les 12 heures, en évaluant le pourcentage de larves mortes, par rapport aux vivantes.

2. Petits essais en plein champ.

L'ouvrier, portant le pulvérisateur contenant l'insecticide, marche à la vitesse de 3-4 kilomètres à l'heure, de façon à mouiller parfaitement les feuilles et pulvérise les deux côtés d'une seule ligne de betteraves, en dirigeant le jet du pulvérisateur de façon à ce que celui-ci frappe directement la face inférieure des feuilles. Nous pulvérisons cette face de préférence, parce que la ponte s'y trouve presque complètement; c'est aussi par là que les larves communiquent avec l'extérieur.

C'est aussi principalement par la face inférieure que le parenchyme de la feuille de betterave communique avec l'air extérieur par l'intermédiaire des stomates.

On pulvérise une ligne sur une longueur de 200 mètres environ. Nous préférons pulvériser une ligne plutôt qu'une parcelle, afin d'éviter de secouer le liquide du bas des feuilles, par des passages répétés sur un petit espace de terrain. Il ne nous a pas paru nécessaire de pulvériser sur les deux faces des feuilles, car les larves sont très peu vulnérables par la face supérieure; de plus, en projetant le liquide sur la face inférieure d'un côté de la betterave, il y a toujours des gouttelettes qui tombent sur la face supérieure, de l'autre côté.

Nous dénombrons, un ou deux jours après l'expérience, les larves mortes ou vivantes sur une vingtaine de betteraves de chaque essai et calculons le pourcentage de mortalité. Sur une vingtaine de plantes du même champ, qui n'ont pas été pulvérisées, nous comptons le pourcentage de larves mortes naturellement. La soustraction du second pourcentage du premier nous donne le nombre de larves tuées par la pulvérisation.

2. — Exécution des essais.

A. — LUTTE CONTRE LA MOUCHE ADULTE.

1. — Essais en laboratoire.

a) Nutrition de la mouche à la première génération. — Le premier problème qui s'est posé à l'approche de la première éclosion de la mouche, au mois de mai, était de savoir si la première génération se nourrissait avant de pondre. En effet, divers auteurs ont affirmé qu'elle ne se nourrissait pas avant la ponte (1).

Dans ce but, nous avons récolté, le 27 mai 1932, des mouches écloses le jour même dans des cages-pièges placées sur un champ de froment ayant porté betteraves en 1931.

Ces pégomyes, âgées donc d'un jour, ont été placées dans une cage d'expériences, telle que nous l'avons décrite plus haut. Voici l'insecticide utilisé : eau 100, sucre 2, fluorure de soude 0,4.

Les mouches se sont précipitées sur le tampon humide.

Sur cinq mouches vivantes placées dans la cage, quatre étaient mortes 2 heures après.

Conclusions. — 1° La mouche boit à la première génération ;

2° La première génération boit avant de pondre ;

3° Moins de 2 heures après le traitement, on peut constater le résultat d'une pulvérisation au fluorure.

b) Essais avec le fluorure de soude (Na F).

Ces expériences ont été faites avec des solutions sucrées de fluorure de sodium. Le taux de sucre restait constant et égal à 2 %, le pourcentage en fluorure a varié de 1 à 5 %.

Voici les résultats obtenus :

Numéros des expériences	Concentration du Na F %	NOMBRE de pégomyes soumises à l'essai	TEMPS ÉCOULÉ entre le début de l'essai et l'observation	NOMBRE de pégomyes tuées	% de pégomyes tuées
1	1	30	20	28	93
2	1	18	5	6	33
			7	12	66
			40	18	100
3	1	17	3	2	12
			40	17	100
4	2	70	5	46	66
			40	70	100
5	2	42	3	11	26
			40	42	100
6	4	6	40	6	100
7	5	5	1 1/2	3	60
			12	4	80
			24	5	100

(1) R. Mayné et W. Van den Bruel. — « La question de la mouche de la betterave en Belgique. » — « Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux », 1932, n° 1, p. 15.

Conclusion. — Toutes les mouches sont tuées après 40 heures pour les concentrations de 1 à 4 % de Na F. Si l'on n'était pas arrêté par la difficulté d'obtenir une solution homogène, on pourrait, par temps très sec, réduire de 4 à 2 % le % de la solution de fluorure, qui est ordinairement utilisée à 4 %.

Ce dernier titre, d'ailleurs, maintient la toxicité de l'insecticide en partie, après une pluie légère.

c) **Essais avec le fluosilicate de sodium (Na₂Si F₆)**.

Ce sel est soluble, à la température ordinaire, à raison de 5 % dans l'eau de pluie ou l'eau distillée.

D'après des expériences de Marcovitch (1), il serait onze fois plus毒ique pour les insectes que le fluorure de soude.

Les solutions contiennent toujours 2 % de sucre cristallisé.

Numéros des expériences	Concentration du Na ₂ Si F ₆ %/oo	Nombre de pégomyes fournis à l'essai	TEMPS ÉCOULÉ entre le début de l'essai et l'observation	NOMBRE de pégomyes tuées	/% de pégomyes tuées
(heures)					
8	4	6	1 1/2	5	83
			12	5	83
			24	6	100
9	4	10	20	8	80
10	4	40	1	1	2,5
			2	10	25
			20	37	92
			45	40	100

Conclusion. — En laboratoire, l'efficacité du fluorure et du fluosilicate semble égale.

d) **Essais avec le sucre brut comme appât.**

Afin de diminuer le prix de revient des pulvérisations, nous avons envisagé le remplacement du sucre cristallisé par le sucre brut, dont le prix est inférieur.

Nous avons introduit le sucre brut à raison de 2 % dans les solutions insecticides.

Conclusion. — Les insecticides semblent aussi actifs en présence de sucre brut que de sucre blanc.

e) **Essais avec divers produits insecticides :**

1^o **Insecticide Shell** : a) Solution à 1 % et essai sur 6 pégomyes : 4 mouches mortes 12 heures après ;

b) Une feuille de betterave trempée dans la solution précédente est suspendue dans une cage dans laquelle se trouve une mouche ; 2 heures après, la mouche est morte ;

2^o **Esturmit** : L'essai précédent avec feuille a été refait en la poudrant avec de l'esturmit. La feuille avait été humectée au préalable avec de l'eau sucrée, ayant pour but : 1^o de faire adhérer le produit à la feuille ; 2^o d'attirer les mouches.

(1) **Charliers.** — « Dérivés du fluor comme insecticides. » — « Annales de Gembloux », novembre 1929.

Numéros des expériences	Insecticide	Concentration de l'insecticide %	Nombre de pégomyes utilisées	TEMPS ÉCOULÉ entre le début de l'essai et l'observation	NOMBRE de pégomyes tuées	% de pégomyes tuées
11	Na F	2	103	(heures) 2 4 5	12 65 103	11.6 63 100
12	»	2	5	4 6	3 3	60 60
13	»	2	12	4 6	6 11	50 92
14	Na ₂ Si F ₆	2	4	2 6	3 3	75 75
15	»	2	16	4 6	8 12	50 75
16	»	2	12	4 6	8 11	67 92
17	»	4	62	1 1/2 3 20	26 45 62	42 73 100

Le nombre de pégomyes utilisées était de 4, douze heures après, 3 mouches étaient mortes.

f) Essai avec le lait écrémé.

Le lait écrémé a été préconisé par M. Mayné (1) comme adhésif aux feuilles des petites betteraves, lors des pulvérisations de solution sucrée fluorée, contre la première génération.

A la suite d'objections formulées par certains praticiens, nous avons contrôlé l'action éventuelle de ce lait écrémé comme antipoison. Tous nos essais, *in vitro*, ont prouvé que la toxicité de la solution insecticide n'était en rien diminuée par l'addition de lait écrémé.

g) Rapidité d'action des insecticides.

Nous employons, dans ce but, la méthode de laboratoire décrite plus haut et nous visitons les cages toutes les 10 minutes. La cage contient une pégomyle.

A. — Fluorure de soude à 5 % en solution sucrée à 2 % de sucre blanc.

Premier essai. — Nous voyons, pour la première fois, la mouche sur le tampon d'ouate empoisonné, 1 h. 40 après sa mise en cage; elle y reste pendant 5 minutes; 20 minutes après, elle devient malade et meurt une demi-heure après avoir quitté le tampon.

Deuxième essai. — Nous trouvons la mouche malade 1 heure après son introduction dans la cage; elle meurt une demi-heure après.

(1) R. Mayné et W. Van den Bruel. — « La question de la mouche de la betterave en Belgique. » — « Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux », 1932, n° 1, p. 17.

Conclusions. — On peut déjà trouver des mouches mortes 2 heures après une pulvérisation. Dès lors, dans une application pratique en plein champ, si une pluie violente dilue la solution, l'insecticide ne serait donc pas complètement perdu. Ceci est, d'ailleurs, confirmé par l'essai n° 7 en laboratoire, où l'on constate 60 % de mouches mortes 1 1/2 heure après leur introduction dans la cage.

B. — Fluosilicate de soude à 4 %. — Suivant la même méthode opératoire que plus haut, nous avons fait un essai avec le Na₂SiF₆.

Nous trouvons la mouche morte 1 heure après.

La conclusion est identique à celle tirée pour les essais avec le fluorure.

2. — Petits essais en plein champ.

a) Essai avec un filet enduit de glu.

Suivant les résultats obtenus en Tchécoslovaquie (1), un filet en papier de 5 mètres de long sur 0 m. 80 de haut fut promené au-dessus des betteraves, de façon à effleurer le sommet des feuilles. Il est porté un peu incliné vers l'avant, le côté enduit de glu tourné de ce côté.

Résultat. — Deux hommes, portant le filet, ont ainsi parcouru 60 ares en 20 minutes (soit 1 hect. 80 à l'heure). Après ce parcours, 124 pégomyes étaient retenues par la glu.

Ce résultat est insignifiant et attribuable au fait que toutes les mouches s'enfuyaient devant l'appareil.

b) La sucrerie d'Houppertingen a placé, au début de juin, des pièges en verre, correspondant au type de gobe-mouches ordinaire de maison, couramment employé pour la destruction des mouches domestiques; ils ont été appâtés avec la solution sucrée (2 %) fluorée (4 %). Des pégomyes ont été attirées en quantités et empoisonnées.

c) Essais de la méthode au fluosilicate de soude de Schander et Götze.

Cette méthode (2) consiste dans la disposition sur le champ de tas de paille arrosés d'une solution de fluosilicate de soude.

Formule de Schander et Götze :

Eau 100, fluosilicate 4, sucre 2,5.

On mélange cette solution avec de la paille hachée, des balles de céréales, etc. La quantité de liquide absorbée par le support varie avec la nature de celui-ci. A titre d'indication, on peut tabler sur la proportion : paille 80, solution 50.

Les tas sont posés sur le champ et distancés de 10 à 15 mètres environ.

Dans nos essais, nous avons successivement utilisé comme support : le fumier de cheval, le son et la mélapaille. Comme insecticide, nous avons expérimenté le fluorure et le fluosilicate de soude.

Les tas étaient arrosés tous les deux jours, pendant une semaine. Les observations portaient sur un rayon de 2 à 3 mètres pour chaque tas.

Dans aucun cas, nous n'avons constaté de résultat intéressant; sur cinq séries d'expériences faites, nous avons, au total, découvert 4 pégomyes

(1) Cron Hermann. — « Erfahrungen mit der Bekämpfung von Schädigern und Krankheiten auf der Rübensamenzuchtstation in Semcice. » — I. — « Zeitschrift für die Zuckerindustrie der Csl. Republik », 1931-32, heft 38, seite 435.

(2) Rolland Blaise. — « Contribution à l'étude des maladies parasitaires de la betterave à sucre », Lille, 1932, p. 141.

mortes. Par contre, le nombre d'autres insectes coprophages (aphodius, staphylins, etc.) tués était très grand.

Cette méthode, expérimentée à l'initiative de certains planteurs en grande culture, à Perwez et à Thorembais, n'a donné aucun résultat.

d) Essais d'arrosage.

Afin d'éviter l'achat d'un pulvérisateur aux petits cultivateurs, nous avons essayé de le remplacer par un arrosoir.

L'expérience a été faite en arrosant les betteraves avec une solution à 4 % de Na F et 2 % de sucre blanc. L'homme marchait très vite entre les lignes de betteraves, afin de ne pas utiliser une trop forte quantité de liquide.

Constatations. — Sur 5 mètres carrés, 48 heures après l'opération, nous trouvons 28 insectes tués, soit 6 au mètre carré, dont 5 pégomyes.

Les feuilles présentaient d'assez fortes brûlures; nous attribuons ce fait aux ouvertures trop grandes de la pomme d'arrosoir. Nous n'avions pu disposer, à l'endroit où nous avons fait l'essai, que d'une pomme d'arrosoir ayant des trous très larges.

e) Pulvérisation comparée au fluorure et au fluosilicate de soude.

Cet essai a été effectué à Autre-Eglise, le 27 août, un jour où le nombre de pégomyes, volant sur le champ, était très grand. Les résultats ont été les suivants :

INSECTICIDE	Concen- tration % oo	Temps d'action de l'insecticide heures	Surface contrôlée m ²	Insectes tués	Insectes tués par m ²	Pégomyes tuées	Pégomyes tuées par m ²
Fluorure de soude . .	1	72	5	104	20,8	100	20
> > . .	2	72	5	73	14,6	67	13,4
> > . .	4	48	5	59	11,8	55	11
Fluosilicate de soude . .	2	48	5	25	6,6	23	4,6
> > . .	4	48	5	33	5	27	5,4

Le fluosilicate semble donc moins efficace que le fluorure. Ce résultat est en contradiction avec celui constaté au laboratoire.

f) Mêmes pulvérisations avec 2 % de sucre brut comme appât.

INSECTICIDE	Concen- tration % oo	Temps d'action de l'insecticide heures	Surface contrôlée m ²	Insectes tués	Insectes tués par m ²	Pégomyes tuées	Pégomyes tuées par m ²
Fluorure de soude . .	4	24	3	6	6	6	2
Fluosilicate de soude . .	4	24	3	17	5,7	14	4,7
> > . .	4	24	3	2	2	2	0,7

Ces pulvérisations ont été faites le 29 août, alors que le nombre de mouches était moins grand.

Nous ne pouvons tirer de conclusion de cet essai, car le nombre de mouches présentes au moment de l'expérience était trop faible. Il semble que la toxicité du fluosilicate, d'après le deuxième essai, ne soit pas moindre que celle du fluorure. Ces essais seront repris en 1933.

3. — Essais en grand.

a) Pulvérisations de fluorure de soude à 4 %.

Là où nous avons eu l'occasion de suivre les pulvérisations sur betteraves du fluorure de soude contre la première génération de mouches, notamment à Walsbetz, Overhespen, Wanze, etc., nous avons pu constater de nombreux cas de mortalité de mouches.

Nous avons pu aussi identifier un grand nombre de mouches mortes à la suite d'une pulvérisation faite sur un champ de froment, ayant porté des betteraves en 1931; cette pulvérisation a été exécutée par M. Grégoire, à Walsbetz, contre les mouches de la première génération.

En ce qui concerne la deuxième génération, nous avons observé, à Eghezée, 48 heures après la pulvérisation dans les bandes traitées, une mortalité moyenne de 60 pégomyes par mètre carré de bande traitée.

L'essai a été fait sur un autre champ avec du sucre roux comme appât; le résultat obtenu fut très satisfaisant.

Ces pulvérisations, effectuées au début de juillet, alors que les betteraves couvraient parfaitement le sol, n'ont occasionné, à ces dernières, que des dégâts insignifiants, par le passage du pulvérisateur à roues.

b) Pulvérisations au fluosilicate à 4 %.

Quarante-huit heures après l'opération, nous trouvons, sur 5 mètres carrés, 43 insectes tués, dont 10 pégomyes, soit une moyenne de 8,6 insectes, dont 2 pégomyes par mètre carré de bande traitée.

A la suite d'un autre essai effectué au même endroit (Mehagne), le 15 juillet, nous avons trouvé 11 mouches mortes par mètre carré.

Un essai mettant en parallèle le fluorure et le fluosilicate sur le même champ n'a, pratiquement, donné aucune différence dans le nombre de mouches tuées.

Influence des pulvérisations effectuées en deuxième génération sur les éclosions de la troisième génération.

Nous reproduisons dans les figures 25 et 26 les éclosions de pégomyes de la deuxième et de la troisième générations dans deux champs d'une même région, dont l'un a été soumis plusieurs fois au traitement par le fluorure, au cours de la deuxième génération de mouches, et l'autre, non traité.

Dans le premier champ, sur lequel nous n'avons pas noté d'ennemis spécialement nuisibles à la mouche, il y a eu des éclosions beaucoup plus nombreuses à la deuxième génération que sur le champ non pulvérisé (fig. 25).

Au contraire, à la troisième génération (fig. 26), les éclosions sont devenues beaucoup plus nombreuses sur le champ non pulvérisé. Cette limitation dans le développement des mouches ne peut être attribuée qu'aux pulvérisations judicieusement conduites par le planteur et démontre l'efficacité de ces dernières.

De tous ces essais, se dégagent les méthodes pratiques à suivre pour effectuer, au mieux, les pulvérisations au fluorure de soude et, éventuellement, au fluosilicate de soude.

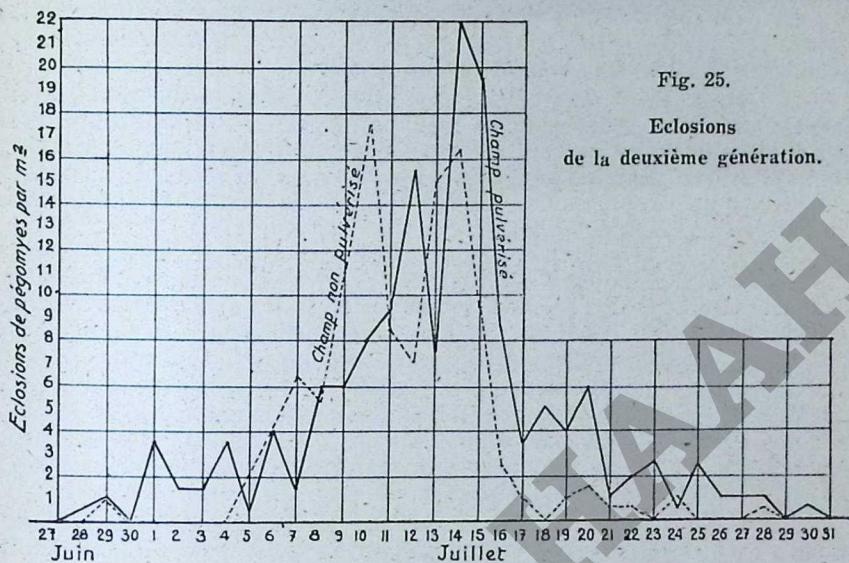


Fig. 25.

Eclosions
de la deuxième génération.

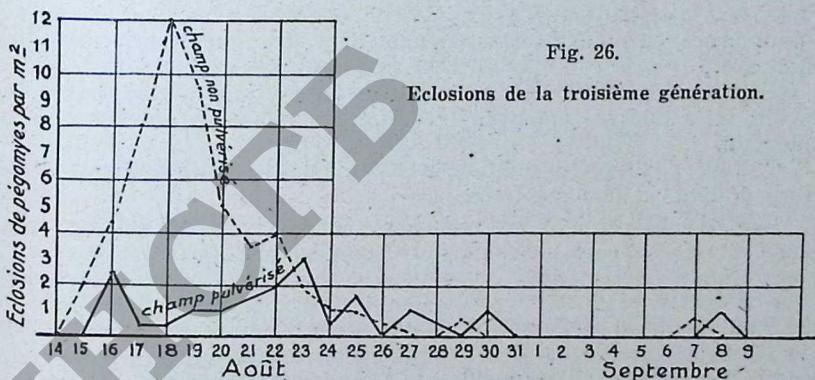


Fig. 26.

Eclosions de la troisième génération.

Méthode pratique d'emploi du fluorure de soude.

Le traitement consiste à asperger de préférence par temps clair, chaud et sec, dès le début de la journée, soit en première génération, les champs de céréales plantés en betteraves l'année précédente, soit en seconde génération, les champs de betteraves de l'année, avec l'insecticide constitué par le mélange suivant :

Eau : 100 litres (de préférence eau de pluie) ;

Sucre blanc cristallisé : 2 kilogrammes ;

Fluorure de soude : 400 grammes.

Il n'est pas nécessaire que tout le champ soit traité; l'aspersion ne doit se faire que sur un cinquième à un huitième de la superficie, suivant l'importance des pontes constatées.

Ce traitement sera effectué le mieux avec un pulvérisateur (type épandeur à acide sulfurique pour senés) passant par bandes parallèles tous les 15 à 25 mètres dans le champ de betteraves.

Avec un pulvérisateur d'une largeur de jet de 3 à 5 mètres, le traitement d'un hectare a demandé, en 1932, en moyenne, 20 à 30 minutes, 100 à 200 litres d'insecticide, soit une dépense de 15 à 25 francs à l'hectare, y compris le coût de la main-d'œuvre, des chevaux, la location du pulvérisateur et l'achat des produits. De la sorte, en une journée de huit heures, on pulvérise de 20 à 25 hectares.

Le fluorure de soude est vendu au prix de gros par les sucreries.

En vue de diminuer le coût de ces pulvérisations, l'Institut a demandé et obtenu de l'Administration des Douanes et Accises l'accord de principe de pouvoir dénaturer du sucre avec du fluorure de soude, ce qui permettra de payer ce sucre, dans ce mélange, sur la base du prix mondial.

En petite culture, cette pulvérisation peut être effectuée avec un pulvérisateur à dos ou un arrosoir à petites ouvertures.

En 1932, dans diverses régions du pays, des entrepreneurs outillés ont effectué un travail à forfait de ce genre; plusieurs sucreries ont mis aussi un pulvérisateur à la disposition de leurs planteurs.

En ce qui concerne l'exécution pratique du traitement, voici le procédé à suivre : à la ferme, dans un tonneau ou un baquet, on dissout dans de l'eau chaude (pour activer la dissolution) la quantité de sucre et de fluorure nécessaire pour traiter un champ ou remplir le tonneau du pulvérisateur. Celui-ci est rempli d'eau, on y ajoute la dissolution concentrée de sucre et de fluorure, en remuant constamment l'eau. La pulvérisation peut alors commencer.

Il est très commode aussi, la veille de l'opération, de préparer la solution et de la garder en bidons fermés, type bidons à essence, jusqu'au lendemain.

De toute manière, la solution insecticide doit, par un mélange sérieux, être parfaitement homogénéisée.

Lors de l'aspersion, les mouches sont activement attirées par le liquide sucré, se gorgent de celui-ci et s'empoisonnent. L'action est d'autant plus énergique que le temps est plus sec et chaud. Il y a lieu de renouveler la pulvérisation, si des pluies délaissent l'insecticide immédiatement après son épandage. Si la pluie suit de deux heures la pulvérisation, l'insecticide aura cependant exercé 50 % de son action. Il s'ensuit qu'il n'est pas indiqué d'entamer la lutte par temps couvert; en opérant de la sorte, d'ailleurs, les risques sont minimes, attendu que la ponte se ralentit très fortement par temps de pluie. Ajoutons que l'évaporation du liquide insecticide sur les plantes n'a pas pour effet de le rendre inefficace, vu que les mouches recherchent aussi les restes durcis de la solution, les assimilent et en meurent.

Les éclosions de mouches adultes étant continues, il importe de répéter ce traitement, afin de rompre le cycle évolutif et briser l'attaque.

En principe, ces pulvérisations seront reprises méthodiquement jusqu'à destruction de la génération intéressée. Nous conseillons 3 à 4 pulvérisations répétées, suivant les conditions locales et les nécessités, tous les quatre à huit jours, cela surtout pendant les journées chaudes.

Lors de la deuxième génération, le passage du pulvérisateur dans le champ de betteraves ne peut guère nuire aux plants, si le cheval de

traction, de même que les roues du support, se déplacent dans l'axe des interlignes de betteraves, ce qui est facile à réaliser.

Remarque sur la toxicité de la solution de fluorure de soude. — Au cours de l'année, les échos de certaines réclamations de la part d'apiculteurs, de colombophiles et de chasseurs nous sont parvenues, déclarant que les pulvérisations au fluorure causaient la mort d'un grand nombre d'abeilles, de pigeons et de lapins. Remarquons, tout d'abord, qu'il est excessivement rare d'observer des abeilles sur les feuilles de betteraves, car elles puisent leurs aliments dans les fleurs. D'autre part, le fluorure, à la dose utilisée, est pratiquement inoffensif pour les vertébrés. Il a été reconnu, d'ailleurs, par après, que la cause de ces mortalités était étrangère aux pulvérisations.

Méthode pratique d'emploi de fluosilicate de soude.

Le fluosilicate de soude est utilisé à la même concentration que le fluorure, soit 400 grammes pour 100 litres d'eau, avec addition de 2 kilogrammes de sucre.

Une fois que le fluosilicate est introduit dans l'eau, il convient de bien mélanger la solution. On peut faire usage d'un pulvérisateur ordinaire pour répandre la solution.

L'épandage sur le champ se fait de la même façon que celle décrite plus haut pour le fluorure.

Certains auteurs préconisent l'addition d'un peu de carbonate de soude à la solution pour en diminuer l'acidité, acidité qui aurait pour conséquence de brûler le feuillage. Il ne nous semble pas que cette précaution soit indispensable, car nous n'avons jamais remarqué qu'une pulvérisation au fluosilicate causât plus de tort à la végétation que celle au fluorure.

Quel que soit le produit utilisé, fluorure de soude ou fluosilicate de soude, des précautions sont à prendre, ces deux produits étant de violents poisons.

B. — LUTTE CONTRE LES ŒUFS.

Nous avons observé que le nombre d'œufs ne va pas en s'accroissant régulièrement et, qu'au contraire, il passe par des maxima et minima d'un jour à l'autre, par suite des nombreuses causes mécaniques qui les font tomber des feuilles (pluie, vent, circulation et travaux dans les champs, etc.).

1. Moyens cultureaux.

a) Le démariage retardé :

Au début de la ponte de la première génération, nous avons préconisé de démarier plus tardivement les betteraves que de coutume.

Le but du démariage retardé, jusqu'après la ponte maxima de la mouche, est de répartir les œufs sur le plus grand nombre possible de plants.

Nous avons également recommandé de brûler les plantules arrachées pendant le démariage et d'enlever, autant que possible, les œufs des betteraves conservées.

Voici les résultats obtenus par la mise en pratique de cette méthode de lutte en différents endroits :

A Thys :

a) Champ non démarié : lignes continues.

Sur 3 mètres, nous comptons 142 betteraves, dont 42 indemnes et 328 œufs.

Soit 2,3 œufs par betterave.

b) Champ démarié en poquets.

Sur 3 mètres, 28 betteraves, dont 3 indemnes et 93 œufs.

Soit 3,3 œufs par betterave;

A Othée :

a) Champ distancé.

Sur 4 mètres, 181 betteraves, dont 118 indemnes et 144 œufs.

Soit 0,8 œuf par betterave;

b) Champ démarié une à une, depuis 2 jours.

Sur 6 mètres, 18 betteraves, 2 indemnes, 4 œufs.

Soit 2,2 œufs par betterave;

A Ramillies :

a) Champ distancé.

Sur 20 poquets, 28 betteraves, dont 3 indemnes et 111 œufs.

Soit 4 œufs par betterave;

b) Champ non démarié.

Sur 100 betteraves, 45 indemnes et 103 œufs.

Soit 1 œuf par betterave.

Uniformément, il s'est donc bien vérifié qu'en retardant le démariage, on diminue beaucoup le nombre d'œufs par betterave, ce qui permet d'espérer une attaque moindre.

Dans le cas où la plantation serait tardive et si, pour l'une ou l'autre raison, on ne désirait pas retarder le démariage, il paraît rationnel d'effectuer cette opération en deux fois, plutôt que de la faire en une seule fois; cette dernière pratique ne se justifie d'ailleurs pas du point de vue agronomique.

Il n'est pas à conseiller, pour lutter contre la pégomye, de retarder les semis de betterave; au contraire, ce retard exposerait les plantes en retard de croissance aux attaques de la pégomye et les dégâts en seraient accrus.

b) Roulage :

Ayant dénombré les œufs se trouvant, d'une part, sur une partie roulée, d'autre part, sur une partie non roulée, nous n'avons pas constaté moins d'œufs sur la première partie; de plus, le nombre d'œufs endommagés était insignifiant.

c) Les plantes-hôtes de la mouche de la betterave :

La liste des plantes présentées par les entomologistes, comme pouvant être parasitées par la mouche de la betterave, est très longue. Les différentes espèces qui en font partie se répartissent entre sept familles : Chenopodiacées, Solanacées, Amaranthacées, Caryophylacées, Polygonacées, Composacées et Rosacées. Il est permis de remarquer que ces familles sont très éloignées les unes des autres, ce qui porte à croire qu'il y a peut-être eu erreur dans la détermination du parasite trouvé sur les plantes citées.

Nous empruntons à Bremer et Kaufmann (1) la liste, un peu modifiée, des plantes des trois familles les plus voisines, qui sont citées par différents auteurs, comme hôtes de la pégomye :

1^o Chenopodiacées ou Salsolacées :

Chenopodium album L.	Ansérine blanche	Kaltenbach, 1874.
Chenopodium murale L.	Ansérine des murs.	Brischke, 1880. Rondani, 1866.
Atriplex hortense L.	Arroche des jardins.	Goureau, 1851; Robineau-Desvoidy, 1851.
Atriplex patulum L.	Arroche sp.	Frost, 1923.
Spinacia oleracea L.	Epinard potager.	Holmgren, 1880; Meade, 1887. Curtis, 1847.
Beta trigyna		Scholtz, 1848.
Beta vulgaris L. (var. rubra; Altissima Rossig; escu-lente Gurke), betterave commune		Norlinger, 1855. Kaltenbach, 1874.
Beta vulgaris, var. hybrida (Beta Cicla L.)		Holmgren, 1878. Forst, 1923.

2^o Amaranthacées :

Amaranthus retroflexus L. — Amarante réfléchie. — Chittenden, 1911;
Cory, 1916.

3^o Polygonacées :

Polygonum Persicaria L. — Renouée Persicaire . . . Brischke, 1881.
Polygonum amphibium L. — Renouée amphibie . . .

Nous avons indiqué, à la droite des plantes, les noms des différents auteurs qui ont observé le parasitisme de la pégomye, ainsi que l'année pendant laquelle cette observation a été faite.

Nous ne pouvons clôturer cette liste sans signaler le parasitisme de la solanacée : *Hyoscyamus niger* (Jusquiaume noire), observée par Panzer en 1809, ce qui a valu son nom spécifique à la mouche de la betterave.

Observations faites par l'Institut de la betterave en 1932. — Afin d'écartier le plus possible toute confusion avec une autre variété de pégomye, les observations que nous avons faites, ne l'ont été que dans des champs de betteraves parasités par la mouche.

1^o Sur Chénopodiacées :

Nous avons constaté très souvent la présence d'œufs et de larves de la pégomye sur :

Chenopodium album L;

Spinacia oleracea L;

Beta maritima (jardin d'essai de l'Institut et aires naturelles du littoral belge);

Beta vulgaris;

2^o Sur Polygonacées :

Rumex acetosella (à Eghezée, le 26-5-32).

Essais. — Nous avons semé, fin mai, trois lignes de plantes-hôtes dans un champ de betteraves fortement parasité.

L'une de ces lignes se composait de graines d'Epinard, la deuxième d'Arroche belle-dame blonde et, la troisième, d'Ansérine Amarante. La

(1) Dr Bremer et Kaufmann. — « Die Rübenfliege », 1931, p. 2.

première ligne seule porta des œufs et des larves de pégomye, les deux autres restèrent vierges de toute atteinte.

Chose curieuse, en Hollande (1), Hille Ris Lambers a constaté que les œufs de mouche déposés sur *Stellaria media*, *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis* et *Polygonum persicaria* étaient toujours anormaux et stériles, alors que ceux déposés sur *Chenopodium album* étaient normaux et fertiles.

Pratiquement, l'utilisation des plantes-hôtes contre la mouche n'est pas susceptible de donner des résultats.

Autre chose est de semer les betteraves en lignes à 20 centimètres d'écartement au lieu de 40 centimètres, et de détruire les lignes de betteraves en double, quand elles seront couvertes suffisamment d'œufs et avant que les larves aient atteint 1 centimètre. Ces betteraves pourraient éventuellement être des fourragères ou des sucrières de basse qualité.

d) **L'augmentation de la densité du peuplement de betteraves :**

L'augmentation du nombre de plants à l'hectare est, sans conteste, un moyen bien simple d'augmenter les chances de résistance d'un champ à l'attaque, tout en favorisant le rendement en poids et en sucre.

Par exemple, en plantant les lignes à 30 centimètres d'écartement, M. Laurent, à Waret-l'Evêque, a réalisé une plantation d'environ 100.000 plants à l'hectare, ce qui a atténué fortement l'attaque de la mouche dans une région où, l'année précédente, on avait enregistré un véritable désastre.

e) **Résistance des diverses variétés de betteraves :**

Afin de nous rendre compte si certaines variétés de betteraves offrent plus d'attraction à la ponte que d'autres, nous avons fait une enquête en culture, à ce sujet dans plusieurs régions betteravières.

Les dégâts ont été examinés sur les variétés suivantes :

Vilmorin, Otto-Dippe, Glostrup, Schreiber, Klein-Wanzleben, Rimpau, Zahn, Dippe, Mette, Hilleshög.

Nous n'avons constaté aucune différence notable de résistance.

Nous devons signaler ici que les betteraves sauvages (*Beta maritima*) se trouvant à Ostende, tout en présentant un limbe très épais, ont eu beaucoup à souffrir des larves de la mouche.

L'habitat de ces betteraves, isolé par plusieurs kilomètres de tout autre champ de betteraves, ne l'a pas épargné. Ce fait prouve l'ubiquité très grande de la pégomye vis-à-vis des divers caractères de nature variétale ou d'espèce des betteraves.

L'indifférence de la variété aux attaques de la mouche a été aussi nettement mise en évidence dans les champs d'essais de l'Institut, où l'on a planté en parallèle de 12 à 46 variétés de betteraves. Dans aucun cas, on n'a constaté de différence dans les attaques d'une parcelle à l'autre.

S'il n'y a pas de différence entre les variétés quant aux nombre d'œufs et à l'attaque elle-même, c'est-à-dire à la pénétration de la larve dans la feuille et sa vie à l'intérieur de celle-ci, il nous a paru qu'il en était autrement quant aux conséquences pratiquées de l'attaque. D'après certaines constatations faites en plein champ, les dégâts nous ont semblé plus apparents sur les betteraves de variétés à faible feuillage. Ce n'était qu'une impression, car à la récolte, ces dernières variétés n'ont pas manifesté de déficience de production.

(1) Hille Ris Lambers. — « Gegevens over biologie en bestrijding der bietenvlieg. » — « M. v. h. I. v. S. », 2-4-32, p. 172.

2. Moyens mécaniques.

a) Le brossage.

Il est facile de remarquer que les œufs de mouche, surtout ceux récemment pondus, n'adhèrent que très peu à la surface inférieure des feuilles. Une **forte pluie** peut déjà en enlever une partie.

Tombés sur le sol, les œufs ne peuvent se développer. En cas d'éclosion éventuelle, les larves n'ont pas la force de monter sur les betteraves voisines et sont condamnées à mourir. Nous basant sur ces faits, nous avons étudié, du 26 au 30 mai, en plein champ, l'action possible du brossage des betteraves. Des essais préliminaires nous ont fait écarter la brosse en chiendent et la brosse en piazava (bassine) ou brosse dure, les feuilles des betteraves étant fortement endommagées par leur passage. Nous avons alors limité nos essais à la brosse en fibre de coco, ou brosse douce, type brosse d'appartement, laquelle n'abîme pratiquement pas les feuilles :

a) Tout d'abord, des essais ont été effectués à la main, par temps sec, en promenant une brosse douce (largeur 8 cm., longueur 28 cm., longueur hors bois des fibres 9 cm.) sur plusieurs longueurs de 1 mètre chacune de lignes continues de betteraves (2 cotylédons + 2 grandes feuilles + 2 petites feuilles), soit dans le sens des lignes, soit perpendiculairement à celles-ci; et dénombrant, pour chaque type d'essai, le nombre d'œufs avant et après le brossage.

Les résultats suivants ont été obtenus pour la moyenne des essais :

1^o Brossage à la main, suivant un seul sens, parallèlement à la ligne : 43 % des œufs enlevés;

2^o Brossage à la main, suivant deux sens inverses, parallèlement à la ligne : 71 % des œufs enlevés;

3^o Brossage à la main, suivant deux sens inverses, parallèles à la ligne, plus deux sens perpendiculaires à la ligne : 72 % des œufs enlevés.

Après le brossage n° 3, les feuilles sont assez collées sur le sol et paraissent souffrir du traitement subi. Toutefois, cela n'est qu'apparent, attendu que, le lendemain déjà, toutes les feuilles sont redressées et n'accusent pas de blessures sérieuses.

D'après les chiffres obtenus, il apparaît rationnel de limiter le nombre de passages à deux actions inverses parallèlement à la ligne.

Il est à remarquer que les œufs qui se détachent le plus facilement des feuilles sont les œufs fertiles; au contraire, les œufs stériles, vitreux, adhèrent beaucoup plus à l'épiderme des feuilles et constituent la plus grande part des œufs restant collés aux feuilles après le passage de la brosse.

En petite culture, ce procédé peut donner facilement d'excellents résultats; lors du démariage et du dernier repassage, par exemple, le planteur peut brosser ses betteraves sans grande perte de temps. Ce travail sera rendu efficace en le répétant.

* * *

b) Ces essais à la main ont été continués par des essais avec un appareil à traction chevaline, susceptible d'un plus grand rendement. Cet appareil est constitué essentiellement par une herse triangulaire sans dents, de 1 m. 40 de côté, dont la partie inférieure porte des faisceaux

de brosse douce fixés sur toute la surface, pouvant traiter trois lignes parallèles de betteraves à la fois.

Le passage de cette herse brossante sur des lignes de betteraves bien repérées, a donné les résultats suivants, pour la moyenne des essais effectués sur betteraves mises en poquets ou une à une (2 cotylédons + 2 grandes feuilles + 2 petites feuilles) :

1^o Brossage suivant deux sens inverses, parallèlement aux lignes : 27,7 % des œufs enlevés;

2^o Brossage suivant deux sens parallèles, plus un sens perpendiculaire aux lignes : 54,3 % des œufs enlevés,

Ces deux types de brossage laissent les feuilles en bon état;

3^o Brossage suivant deux sens parallèles, plus deux sens perpendiculaires aux lignes : 66,7 % des œufs enlevés.

Ce troisième type de brossage occasionne quelques blessures aux feuilles, qui restent collées contre terre après cette opération. Deux jours après cependant, toutes les betteraves sont parfaitement redressées et aucune d'elles ne paraît avoir souffert de ce traitement;

* * *

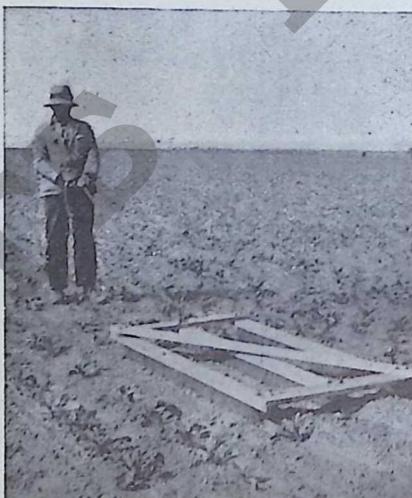


Figure 27.
Brosse quadrangulaire.

c) Une herse quadrangulaire a été ensuite essayée (fig. 27), de manière à réduire le nombre de passages et d'augmenter le frottement (longeron de 1 m. 60 de longueur et 10 centimètres de largeur, action frottante de 1 m. 40 de longueur) :

1^o Un passage sur les lignes a enlevé en moyenne 39 % d'œufs;

2^o Deux passages inverses ont enlevé en moyenne 75 % d'œufs.

Ces résultats sont assez probants pour que ce dernier procédé mérite d'être conseillé en **grande culture**, cela en utilisant une herse quadrangulaire, formée, par exemple, de 4 longerons parallèles, munis de brosses. Le moyen le plus économique de la réaliser est de clouer à la partie inférieure d'une herse de ce genre, dégarnie de ses dents, 20 brosses d'appartement, ce qui représente une dépense de 80 à 100 francs (20 brosses = $20 \times 0 \text{ m. } 28 = 5 \text{ m. } 60 = 4 \times 1 \text{ m. } 40$).

On obtiendrait peut-être un aussi bon résultat en utilisant 12 brosses seulement, soit 3 par montant. On en clouerait une à chaque extrémité des montants et l'on mettrait la troisième au milieu. La dépense serait ainsi réduite de 40 %. Il faut veiller surtout à ce que les brosses soient suffisamment larges pour frotter sur toute la betterave lorsqu'elle est appliquée contre le sol.

Les spécialistes de manufacture de brosses peuvent d'ailleurs parfaitement réaliser un appareil spécial. Il est aussi possible de fixer des patins montés, par exemple, sur paralléogramme et munis de brosses à l'avant et à l'arrière des bineuses. Le problème de la réalisation pratique de cet appareil a été soumis aux principaux fabricants belges de bineuses.

Si un cheval remorque une herse de ce genre à 4 lignes, à la vitesse de 5 kilomètres à l'heure et effectue deux passages inverses, il pourra traiter, par jour, 2 à 3 hectares. Ce travail demande à être répété pour être efficace.

L'usure des brosses sera appréciée par l'usage; il semble, toutefois, qu'elle ne sera pas importante.

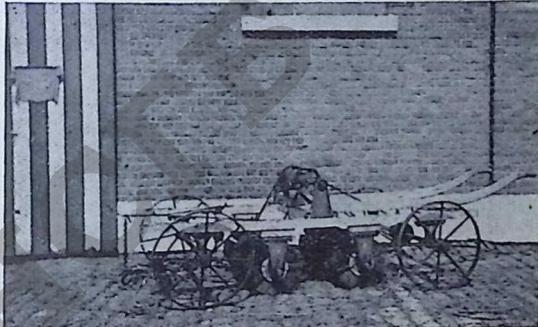


Figure. 28.
Brosse rotative.

Nous avons également eu l'idée de construire une brosse rotative à **double effet** (fig. 28). Le châssis, porté sur 4 roues, supporte 2 axes, sur lesquels sont montées 2 brosses cylindriques tournant en sens inverse l'une de l'autre à une vitesse suffisante. On obtiendra ainsi, par un seul passage, un brossage des feuilles dans les 2 sens. De plus, l'effet sera vraisemblablement plus actif qu'avec la brosse traînante, par suite de la vitesse très grande que possèdent les brosses.

La construction mécanique de cette brosse rotative ayant été mise au point au cours de l'été, elle pourra être expérimentée au début de la ponte des œufs en 1933.

b) La pluie artificielle.

Rappelons ici les expériences faites en Amérique par Warren et Bancroft et, aux Pays-Bas, par Veraart (1), au cours desquelles ces savants sont parvenus à provoquer de la pluie, et même des averses, sur des étendues de plusieurs kilomètres carrés, en utilisant, les premiers, du sable électrifié et, le dernier, de l'anhydride carbonique solide, quelque bizarre que cela puisse paraître. Des chutes d'eau semblables dirigées sur des champs de betteraves à l'époque de la ponte maxima auraient pour effet de balayer une certaine quantité d'œufs à bas des feuilles, tout en alimentant la betterave en eau.

3. Moyens chimiques.

a) Essai d'un « repellent ».

Le but de ce produit est de repousser la mouche et de l'empêcher de pondre sur un champ considéré.

Nous avons épandu 5 kilogrammes de ce produit sur une parcelle d'un are au moment de la ponte de la première génération, la ligne centrale de betteraves ayant été, au préalable, débarrassée de ses œufs.

Trois jours après, il y avait de nouveaux œufs sur la ligne nettoyée. Le résultat a donc été nul.

b) Essai de l'insecticide « Shell ».

But. — Tuer les pégomyes, empêcher la ponte et faire avorter les œufs.

Méthode employée. — Pulvérisation d'une solution à 1 %.

Constatations. — La pulvérisation a été faite le 11 juin. Deux heures après, nous trouvons sur la parcelle traitée : 1 pégomye, 2 staphylins, 4 carabes et de nombreux pucerons morts.

Avant la pulvérisation, nous avons compté les œufs se trouvant sur toutes les betteraves de la ligne centrale.

Les comptages effectués au cours d'une dizaine de jours sur les larves et les œufs permettent de conclure que ce produit n'a eu aucune influence positive.

C. — LUTTE CONTRE LA LARVE.

1. Essais en laboratoire.

Ils ont porté sur les insecticides suivants :

Nicotine, Sulfate de nicotine, Chlorure de baryum, Arséniate de cuivre, Réol, Shell.

Pour augmenter l'adhérence des solutions, nous les avons additionnées soit de 1 % de savon pour le sulfate de nicotine et la nicotine; soit de la mélasse pour le chlorure de baryum et l'arséniate de cuivre.

Afin de pouvoir faire plusieurs constatations, nous avons effectué sur des feuilles d'origines différentes, une série de trempages.

(1) Dr Veraart. — « Production artificielle de pluie dans l'atmosphère. » — « Revue technique de l'Institut International d'Agriculture de Rome », février 1932.

Observations :

Numéros des essais	Temps écoulé après trempage	INSECTICIDE	Concentration	Nombre de larves expérimentées	Nombre de larves tuées	% de larves tuées
heures						
1	16	Sulfate de nicotine	2 %	18	14	78
2	48	»	»	6	2	33
3	24	»	1 %	12	1	8,3
4	48	»	»	14	3	21
5	72	»	»	7	1	14
6	24	»	3 %	14	9	64
7	48	»	»	7	2	30
8	48	Nicotine	1 %	14	9	64
9	72	»	»	17	11	65
10	48	»	2 %	29	17	60
11	48	»	3 %	28	22	79
12	48	Chlorure de baryum	3 %	5	1	20
13	48	»	6 %	22	12	55
14	72	»	»	11	9	82
15	48	Arséniate de cuivre	1 %	19	2	10
16	48	Réol	20 gouttes dans 100 cc.	25	18	72
17	48	Shell	1 %	31	23	74

De ces essais, il résulte que tous ces insecticides ont tué une plus ou moins grande proportion de larves, ce qui nous a incité à vérifier leur utilité en plein champ.

2. Petits essais en plein champ.

a) Overhespen.

Sulfate de nicotine : à 2 % + 1 % de savon.

Cinquante heures après la pulvérisation, nous trouvons 17 larves mortes et 4 vivantes.

Soit 81 % de mortalité.

Shell : à 3 %.

Cinquante heures après la pulvérisation, nous ne trouvons aucun décès.

Notons que sur la ligne affectée à cet essai, comme dans la presque totalité du champ d'ailleurs, le nombre de larves était très faible.

b) Warnant-Dreye. — Les observations ont eu lieu 4 jours après la pulvérisation. Il y avait 1,4 % de mort naturelle.

INSECTICIDE	Concentration	Larves dans feuilles	Larves mortes	% de larves mortes	% de larves tuées par l'insecticide
Shell	3 %	152	103	67,7	66,3
Hercynia neutral . . . (arséniate de cuivre)	5 %	99	45	45	43,6
Sulfate de nicotine . . . »	2 % 4 %	163 233	146 199	89,5 85,4	88,1 84
Nicotine	2 % 4 %	201 243	168 184	83,6 75,7	82,2 74,3

c) Autre-Eglise. — Observations faites 48 heures après la pulvérisation. Il y avait 1,6 % de mort naturelle.

INSECTICIDE	Concentration	Larves dans feuilles	Larves mortes	% de larves mortes	% de larves tuées par l'insecticide
Hercynia.	5 % 4 %	47 26	4 2	8,5 7,7	6,9 6,1
Chlorure de baryum . . . »	3 % 3 %	29 56	1 9	3,4 16	1,8 14,4
Olivasan.	2 % 2 %	52 65	2 6	3,8 9,2	2,2 7,6
Shell	3 %	49	36	73,5	71,9
Nicotine	1 % 5 %	83 53	73 51	88 96,2	86,4 94,6

Le chlorure de baryum a été additionné de mélasse; il a occasionné de fortes brûlures aux feuilles.

L'hercynia neutral a été recommandé par l'Institut de recherches de Klein-Wanzleben (1); l'olivasan, par la Bayer-Meister-Lucius I. G. Farben-industrie, contre la mouche de l'olivier (2).

De ces divers insecticides, nous en distinguons trois qui maintiennent leurs qualités : la nicotine, le sulfate de nicotine et l'insecticide « Shell ». Ils ont été l'objet d'essais nouveaux sur le champ suivant.

d) Walsbetz. — Il y a 1,6 % de mort naturelle dans le champ considéré.

(1) La lutte contre les principaux insectes nuisibles de la betterave à sucre. — Publication de la sucrerie de Klein-Wanzleben, 1932. — « Du Nouveau dans la culture de la betterave à sucre », p. 4.

(2) Novak Peter. — « Bekämpfung der Olivenfliege auf der Insel Jz im Jahre 1928. » — « Nachrichten über Schädlingsbekämpfung », August 1929, seite 62.

INSECTICIDE	Concentration	Temps d'action de l'insecticide	Larves dans feuilles	Larves mortes	% de larves mortes	% de larves tuées par l'insecticide
heures						
<i>Première Série :</i>						
Nicotine	1/2 %	20	37	23	62,2	60,6
»	1 1/2 %	»	30	9	30	28,4
Deuxième Série :						
Shell	1 %	48	35	17	48,5	46,9
»	2 %	48	82	42	51,2	49,6
<i>Sulfate de nicotine</i>	<i>1/2 %</i>	<i>48</i>	<i>39</i>	<i>8</i>	<i>20,5</i>	<i>18,0</i>
»	1 %	48	74	20	27	25,4
»	1 1/2 %	48	64	39	60,9	59,3

Comparativement aux deux autres insecticides, le produit Shell a maintenu sa valeur. On peut espérer une mortalité de 50 % après 48 heures, avec une concentration de 2 %, à porter éventuellement à 3 %, si le prix de revient n'en est pas trop augmenté. Quant aux produits nicotinés, il semble que la concentration de 1 % ne soit pas suffisante; nous conseillons de la porter à 2 %.

Le prix du kilogramme de nicotine à 97-98 % est de 175 francs.

Une pulvérisation, avec une solution à 1 %, utilisant 1.000 litres à l'hectare, coûterait donc, en produits, 175 francs de nicotine, plus 10 kilogrammes de savon à 2 francs, soit 195 francs, somme à laquelle il faut encore ajouter le coût de la main-d'œuvre et de la location du pulvérisateur.

Si l'on porte la concentration à 2 % de nicotine, le prix des substances utilisées est de 370 francs à l'hectare.

Le kilogramme de sulfate de nicotine à 40 % de nicotine coûte 80 francs; ce qui porte à 400 francs le prix des substances nécessaires pour effectuer une pulvérisation avec une solution à 2 % à l'hectare.

L'utilisation de ces produits est trop onéreuse pour être envisagée actuellement; aussi, doit-on diriger la lutte contre l'insecte adulte et contre l'oeuf, celle-ci étant réalisée par des moyens beaucoup plus économiques.

D. — LUTTE CONTRE LA PUPE.

a) Moyens chimiques.

1. Cyanure et carbure de calcium.

L'Institut de Bergen-op-Zoom (1) a fait des essais en caisse avec du cyanure de calcium et du carbure de calcium, en vue de détruire les pupes de mouche dans le sol.

Dans ce but, on a placé dans différentes caisses 10 kilogrammes de terre mélangée à 200 pupes. La terre de deux de ces caisses a été mélangée avec 10 grammes de cyanure de calcium; la terre d'une troisième a été mélangée

(1) Hille Riss Lambers. — « Gegevens over biologie en bestrijding der bieten-vlieg. » — « M. v. h. I. v. S. », 2-4-32, p. 209.

avec 100 grammes de carbure de calcium; la quatrième caisse a servi de caisse de contrôle.

Des deux premières caisses, il n'est sorti aucun insecte; de la troisième, il est éclos 35 mouches, 1 *Phygadeuon* et 8 *Opius spinaciae*; dans la quatrième, on a récolté 42 mouches, 2 *Phygadeuon pegomyiae* et 15 *Opius spinaciae*.

La mortalité due au cyanure de calcium est de 100 %; quant aux faibles naissances des deux autres caisses, elles sont attribuées à la mauvaise évacuation de l'eau de pluie tombée dans les caisses.

L'utilisation du cyanure de calcium en pratique pour la destruction des pupes est trop onéreuse pour pouvoir être préconisée; il faudrait, en effet, pour traiter la terre, sur une épaisseur de 20 centimètres, environ 2 à 3 tonnes de cyanure de calcium par hectare.

2. Autre essai avec le carbure de calcium.

La ferme du Boerengbond, à Bockrijck (1), a enfoui, à différentes profondeurs et différents écartements, certaines quantités de carbure de calcium, sur un hectare de betteraves fourragères; trois autres hectares, non traités, servaient de témoins. Le traitement a eu lieu le 2 mai 1932.

L'observateur, dans ses constatations, conclut à un résultat nul, à la suite d'une attaque semblable sur les quatre hectares envisagés.

Il est très difficile, pour ne pas dire impossible, de tirer des conclusions définitives d'une expérience semblable, en se basant uniquement sur l'évaluation des dégâts dans le champ traité et dans le champ non traité. Autre chose serait, si ayant dénombré, sur 2 ou 4 mètres carrés, les pupes existant dans le sol, on avait mélangé du carbure de calcium à la terre de la moitié de cette surface. Pour faire les constatations, il suffirait alors de placer une cage-piège sur chacune des deux surfaces, de façon à recueillir les éclosions de pégomyes. Si le nombre des pégomyes éclosés de la terre non désinfectée est sensiblement égal au nombre des pupes dénombrées dans cette terre, on tire la première conclusion qu'aucun facteur étranger à l'expérience n'est venu contrarier les éclosions des mouches. Dans ce cas, l'expérience est concluante, si le nombre de mouches éclosées de la terre désinfectée est très faible (au maximum 10 %) par rapport au nombre de pupes qui ont été comptées avant l'essai. On ne peut pas conclure à une efficacité appréciable, tant que la mortalité des pupes ne dépasse pas 60 %.

b) Moyen physique.

Lors de la livraison des betteraves, la terre entourant celles-ci contient un grand nombre de pupes.

Il se fait que les pupes de pégomye sont moins denses que l'eau et flottent à la surface des eaux boueuses se rendant aux bassins de décantation des sucreries.

Dès lors, le plus grand nombre est emporté par le courant; toutefois, un nombre restreint se trouve localisé dans les zones situées en dehors des courants principaux des bassins de décantation, où il est facile de les détruire éventuellement.

(1) « Rapport sur les essais du pouvoir insecticide du carbure de calcium. » — Journal « Le Paysan », 11-12-32.

E. — LA LUTTE AU MOYEN D'ENGRAIS AZOTES.

En 1932, les engrais azotés ammoniacaux, appliqués à fortes doses et les conditions climatériques exceptionnellement favorables, ont été les causes qui ont annihilé l'influence néfaste de la mouche.

Cependant, si cette année a été particulièrement favorable au rendement en poids des cultures de betteraves, la richesse de celles-ci fut de loin inférieure à celle des années précédentes.

C'est la rançon due pour les applications tardives et souvent exagérées d'engrais azotés, qui prolongèrent outre-mesure la période de végétation de la betterave.

Si l'application d'engrais azoté est hautement recommandable, elle doit se faire d'une façon rationnelle avant la plantation, pendant les travaux de préparation du sol. Dans beaucoup de cas, un mélange judicieux d'engrais nitrique et ammoniacal par moitié, représentant au total 105 kilogrammes d'azote à l'hectare, répartis sur toute la couche arable, fournira à la betterave, pendant une période suffisamment longue, la force nécessaire pour résister aux attaques de son ennemi. Si celui-ci manifeste une attaque exagérée, on pourra appliquer en couverture de 100 à 200 kilogrammes d'engrais azoté nitrique, si la dose préalable est inférieure au chiffre ci-dessus.

Pour les applications d'engrais azotés en couverture, on doit donner la préférence aux engrais nitriques, dont l'effet est plus immédiat et qui nuisent moins à la maturation des betteraves (1).

La lutte contre la pégomyie par les engrais permet uniquement à la betterave de surmonter, par une plus forte végétation, les attaques de la mouche. Cette méthode, loin de nuire à l'insecte lui-même, favorise, au contraire, son développement, en mettant à sa portée une plus grande quantité de feuilles, dont il a besoin pour se nourrir pendant sa phase larvaire. La généralisation de la lutte par les engrais azotés aurait donc pour résultat d'augmenter de plus en plus le nombre des pégomyes, si l'une ou l'autre cause naturelle ne venait entraver leur développement.

Le prix de revient de la lutte est beaucoup plus élevé par cette méthode que par la méthode au fluorure. Nous avons, en effet, évalué à 20 francs le prix de revient moyen de la pulvérisation d'un hectare de betteraves. L'épandage de 100 kilogrammes d'engrais azoté a coûté en 1932, de 95 à 150 francs l'hectare. Ce supplément d'engrais, il est vrai, peut avoir comme conséquence un supplément de poids en racines et en feuilles, mais il a aussi comme résultat de diminuer la richesse en sucre de toute la récolte betteravière.

En résumé, nous dirons, que si les engrais azotés nitriques présentent le grand avantage d'augmenter la vigueur de la végétation de la betterave, il ne faut pas perdre de vue que seules les pulvérisations au fluorure de soude, judicieusement conduites, permettent de détruire de grandes quantités de mouches.

(1) L. Decoux. — « Considérations sur les engrais et la betterave sucrière en 1932. » — « Publications de l'Institut belge pour l'Amélioration de la betterave », n° 1, 1933, p. 10.

V. — CONCLUSIONS.

L'expérience acquise au cours de l'année 1932 nous a démontré que la lutte contre la mouche de la betterave n'est guère possible à chaque génération et que le moment le plus favorable pour détruire l'insecte est celui où éclot la première génération, fin avril, début de mai.

1. La pégomye apparaît et se tient, à cette époque, dans les champs ayant porté des betteraves l'année précédente; elle n'a pas encore survolé les betteraves de l'année.

Une lutte générale, entreprise à ce moment, en pulvérisant les céréales succédant aux cultures de betteraves avec la solution sucrée de fluorure, est appelée à donner les meilleurs résultats, d'autant plus qu'elle atteindra la mouche à l'époque où ses dégâts éventuels sont les plus importants et les plus graves pour l'avenir.

Il est recommandable aussi de pulvériser les bordures des champs de céréales et les fossés herbeux qui entourent les champs de betteraves; c'est là, en effet, que se tient la mouche en dehors des moments de ponte.

Cette méthode se justifie d'autant plus qu'à la première génération la mouche est très sauvage, se tient peu dans les champs de betteraves et s'abrite la plupart du temps dans les champs de céréales qui ont constitué son berceau d'éclosion. Dès la deuxième génération, au contraire, la mouche se fixe dans les champs de betteraves.

Voici la façon dont nous concevons la conduite d'une lutte générale sérieuse.

L'Institut de recherches betteravières a demandé de placer, dès le 15 avril, ses cages-pièges dans les différentes régions du pays; dès la première capture de mouche, un avertissement a été communiqué à toutes les sucreries et râperies, ainsi qu'à tous les groupements de planteurs de betteraves et transmis par le service de diffusion de T. S. F. dans ses communiqués agricoles. De la sorte, le moment opportun de pulvériser a été bien précisé.

Celui-ci coïncidera, lors de la réception de l'avertissement, au moment du début probable de la ponte, qu'il sera ainsi possible d'enrayer, à condition que la pulvérisation soit immédiate.

De toute façon, les pulvérisations doivent commencer dès l'apparition des premiers œufs de pégomyes sur les jeunes betteraves.

Pour être d'une efficacité certaine, cette pulvérisation devra être répétée tous les 4 jours, pendant 3 semaines environ, par temps ensoleillé, après la disparition de la rosée.

Qu'il nous suffise de rappeler les dégâts causés par la première génération en 1932 et le planteur pourra juger lui-même de l'intérêt maximum que représente pour lui la destruction de la génération vraiment la plus dangereuse.

2. Dans le cas éventuel où les pulvérisations au fluorure n'auraient pu être effectuées à temps, pour l'une ou l'autre raison, nous croyons opportun de conseiller d'effectuer soit les binages ordinaires avec une bineuse à laquelle des brosses seraient fixées et effectuant dans les betteraves des circuits successifs en sens inverse l'un de l'autre, soit de construire une machine brossante à plusieurs rangs. Il va de soi que ces brossages devraient être répétés 3 à 4 fois pendant la durée de ponte de la première génération.

3. Si, pour une raison quelconque, la destruction de la première génération n'avait pas été suffisante, il sera nécessaire, dès l'apparition massive de la seconde génération, en juin, de pulvériser la solution insecticide au fluorure sur les champs de betteraves. A ce moment, la circulation dans les lignes est encore possible, sans causer de dégâts aux feuilles, quelles que soient les critiques qu'on pourrait formuler à ce sujet.

4. Quoique d'effet limité, diverses mesures d'ordre cultural et d'action indirecte, sont à appliquer, pour atténuer les dégâts :

a) Exécuter les semaines de betteraves le plus tôt possible, afin que celles-ci soient développées au maximum, lors de l'apparition de la mouche;

b) Effectuer des semis très denses, même en lignes doubles, dans les régions les plus menacées; en lignes simples, en utilisant à l'hectare de 25 à 30 kilogrammes de graine de bonne germination;

c) Réaliser rationnellement le démariage en deux opérations, afin de répartir les pontes sur le plus grand nombre possible de betteraves, les plantules en surnombre, jouant à proprement parler, le rôle de plantes pièges.

Eventuellement, les travaux de mise en place et de démariage sont à retarder. A cette fin, il faut observer le moment où la plus forte ponte a pris fin. Dès que les jeunes betteraves ont développé les cotylédons, il y a lieu de vérifier, chaque jour, si des œufs se trouvent déjà sous les feuilles. Si c'est le cas, il suffit, en plusieurs endroits du champ, chaque fois sur une distance d'environ 1 mètre de longueur, dans une ligne donnée, d'enlever les œufs avec les doigts et, le jour suivant, de poursuivre le contrôle. Aussitôt que la ponte des œufs a cessé, on peut commencer la mise à distance, la grandeur des betteraves étant totalement indépendante.

Les œufs se trouvant sur les feuilles et les cotylédons des jeunes betteraves arrachées ne pourront pas développer de larves, les plantes ne restant pas fraîches assez longtemps.

Au démariage, il est à conseiller de laisser subsister les plantes proportionnellement moins attaquées, de préférence des plantes saines; ceci est parfaitement possible en petite culture. Il y a lieu aussi de ne pas laisser sur le champ les plantes arrachées; il faut les réunir et les détruire carrément par le feu;

d) Au démariage des betteraves, maintenir le maximum possible de plantes : 9 à 10 betteraves au mètre carré, soit 90.000 à 100.000 racines à l'hectare, afin de réduire au minimum les vides à craindre, par suite de la mort des betteraves les plus attaquées;

e) Appliquer judicieusement un supplément de fumure azotée nitrique (de 100 à 200 kilogrammes de nitrate à l'hectare) sur les champs parasites, afin d'activer la production foliaire, là uniquement où la fumure minérale a été parcimonieuse. L'excès d'engrais azoté est à proscrire; de toute manière, la dose totale à l'hectare ne doit pas dépasser 800 kilogr.;

f) Multiplier le nombre de binages, à effectuer profondément, de manière à ramener à la surface du sol, le plus possible de pupes ou chrysallides, où elles seront la proie des oiseaux;

g) Arracher et détruire toutes les plantes-hôtes parasitées par les larves de la mouche, telles que le chenopode, dit anséline (chenopodium)

album) ; le Rumex, petite oseille (*Rumex acetosella*) ; l'arroche, dite belle-dame (*Atroplex hortensis*) ; l'oseille (*Rumex acetosa*) et l'épinard (*Spinacia oleracea*) ;

h) En petite culture, il y aura intérêt d'enlever et de détruire les feuilles infestées par les larves, afin de prévenir leur multiplication ultérieure ;

i) Le manque d'azote nitrique et l'acidité du sol diminuent la résistance de la betterave. Dans le même ordre d'idées, une fumure complète l'augmente.

Seule, l'application simultanée et généralisée de ces moyens directs et indirects de lutte pourra briser les attaques éventuelles des générations futures de la mouche de la betterave.

RESUME

En vue de diffuser l'essentiel de ces recherches parmi les planteurs de betteraves, une notice de vulgarisation leur a été distribuée gratuitement, en 16.000 exemplaires, par l'intermédiaire des sucreries, au cours du mois d'avril dernier (1).

(1) L. Decoux et G. Roland. — « Compte rendu des recherches effectuées sur la Pégomie de la betterave en Belgique en 1932. » — « Notice publiée par l'Institut belge pour l'Amélioration de la betterave », n° 3, 15 avril 1933. — Edition française et flamande. — Idem. — « Sucrerie Belge », 15 mars et 1^{er} avril 1933, pp. 270 et 287.

PUBLICATIONS
de
L'INSTITUT BELGE POUR L'AMÉLIORATION
DE LA BETTERAVE

Tirlemont-Belgique

SEPTEMBRE 1933

CHIMISME
DE
QUELQUES HYBRIDES
DE BETTERAVES

par

Eugène BOUGY

Professeur à l'Ecole Saint-François de Sales d'Alençon

*Thèse de Doctorat ès sciences
Paris 1933*

Nº 5 — 1933



BRUXELLES
IMPRIMERIE J. COLASSIN & C°
Rue du Borgval, 18

1933

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Pages</i>
APERÇU HISTORIQUE ET INTRODUCTION.....	147
 CHAPITRE PREMIER. — TECHNIQUE :	
I. — Hybridation et Culture	154
II. — Méthodes d'analyse chimique :	
Remarques générales	156
Le sucre...	158
La matière sèche...	159
L'azote total	160
L'azote organique...	161
L'azote insoluble	162
L'azote aminé...	163
Les cendres et leur alcalinité	165
Les chlorures des cendres...	166
La chaux et la magnésie des cendres	166
 CHAPITRE DEUXIÈME. - HYBRIDES DE FOURRAGÈRES ET DE SUCRIÈRES : PREMIÈRE GÉNÉRATION	
Les caractères végétatifs	169
Le sucre réducteur	173
Le sucre total	174
La richesse saccharine et la structure des jeunes racines...	175
La matière sèche...	178
L'azote organique...	178
L'azote total...	179
L'azote insoluble	180
L'azote aminé...	180
Les cendres	171
L'alcalinité soluble des cendres	182
L'alcalinité insoluble des cendres	183
Les chlorures des cendres	183
La chaux et la magnésie des cendres	183
Note sur quelques racines cultivées en pleine campagne...	186
CONCLUSIONS	186

	Pages
CHAPITRE TROISIÈME. — HYBRIDES DE FOURRAGÈRES ET DE SUCRIÈRES : DEUXIÈME, TROISIÈME ET QUATRIÈME GÉNÉRATIONS.	
I. — Deuxième génération ...	190
Les caractères végétatifs ...	191
Le sucre ...	194
Autres caractères chimiques ...	195
Note sur des racines cultivées dans d'autres conditions...	197
II. — Troisième et quatrième générations ...	201
CONCLUSIONS ...	201
CHAPITRE QUATRIÈME. — QUELQUES AUTRES HYBRIDES	203
I. — Betteraves cultivées et <i>Beta trigyna</i> Waldst ...	203
II. — Betteraves cultivées et <i>Beta maritima</i> L. ...	204
RÉSUMÉ GÉNÉRAL ...	206
ALGEMEENE SAMENVATTING ...	209
APPENDICE. — Témoins et hybrides F1 de fourragères et de sucrières. —	
Détail des résultats pour les années 1928, 1929, 1930 et 1932 ...	213
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE... ...	222

ABRÉVIATIONS. — Chaque betterave hybride de première génération (F1) est désignée par un numéro d'ordre précédé des deux lettres indiquant sa filiation :

- V Betterave jaune de Vauriac.
- G Betterave géante rose.
- A Betterave sucrière Vilmorin A.
- B Betterave sucrière Vilmorin B.

Chaque betterave de deuxième génération (F2) est désignée par un numéro d'ordre précédé des deux lettres et du numéro correspondant à la racine F1 dont elle est issue.

APERÇU HISTORIQUE ET INTRODUCTION

La racine de betterave présente des formations libéro-ligneuses surnuméraires. Sur une coupe transversale, on aperçoit facilement les zones concentriques de faisceaux séparées les unes des autres par du parenchyme.

En 1838, Decaisne [25] découvre la particulière abondance du sucre dans les petits « utricules » voisins des vaisseaux.

En 1847, Payen [65] poursuit cette analyse : sa note, très riche en sa concision, établit les différences de constitution chimique qui existent entre les « parties fibreuses » et les « parties celluleuses » de la racine, les premières se distinguant des secondes par une plus haute teneur en sucre et en matières azotées insolubles, par une proportion moindre de substances inorganiques.

Or, actuellement, et quoi qu'il en soit de leur origine, les *betteraves sucrières* se distinguent des *betteraves fourragères* par leur plus grand nombre d'anneaux vasculaires et le moindre développement de leurs parenchymes interstitiels. A l'analyse, on retrouve, entre ces deux sortes de betteraves, des *différences de constitution chimique* analogues à celles que Payen signalait jadis entre les zones fibreuses et celluleuses d'une même racine. *Les sucrières donnent plus de sucre, plus d'azote insoluble et moins de cendres que les fourragères.*

Quel est le comportement de ces divers caractères dans les hybrides qui résultent du croisement de ces deux sortes de betteraves ? Nous n'avons, sur ce sujet, que des renseignements fragmentaires, parce que, en utilisant l'hybridation pour la création de nouvelles races, les expérimentateurs n'ont ordinairement envisagé que le point de vue pratique. Avant d'exposer les recherches méthodiques et absolument désintéressées que nous avons effectuées pour répondre à cette question, nous voudrions résumer ce que nous savons du chimisme des betteraves et rappeler ce qui est indispensable pour montrer où s'insèrent nos recherches personnelles et quels points précis nous avons essayé d'élucider.

LE SUCRE.

Dans ses études publiées à partir de 1911 et portant principalement sur la forme et la coloration des betteraves, Kajanus [42] a noté que les hybrides de fourragères et de sucrières ne renferment que fort peu de sucre, 5,1 % en moyenne; ils se rapprochent, par conséquent, des premiers types de betteraves cultivés avant que la sélection n'ait fourni les races actuelles. En 1920, Munerati [59, pp. 80 et 112] émet des idées analogues; tout hybride, même s'il a hérité de la couleur blanche des sucrières, présenterait une très faible richesse saccharine, et il suffirait de croiser nos sucrières actuelles avec des fourragères ou des potagères pour reconstituer en une ou deux générations la betterave d'Achard.

Suivant J. Levêque de Vilmorin [96, pp. 114 et 120], la betterave sucrière, telle que nous la possédons, se montre récessive quant à la plupart des caractères qui nous intéressent, sauf le caractère poids. Cet auteur, toutefois, rend compte d'un essai effectué en 1918 et années suivantes, où la richesse saccharine des hybrides obtenus est loin d'être faible. Le croisement d'une betterave ronde (10,9 % de sucre) et d'une sucrière très riche (20 %), lui a donné des racines contenant entre 13,5 et 16,5 % de sucre. En seconde génération, on n'a pas retrouvé le chiffre très élevé en sucre de la betterave sucrière employée comme parent.

Nous avons nous-même publié récemment [22] des résultats où, en première génération, la richesse saccharine de quinze hybrides s'affirme au moins aussi nettement que dans l'expérience qui vient d'être rapportée, tout en restant intermédiaire entre celles des témoins. Les graines (géante blanche de Vilmorin \times sucrière A du même nom), obtenues en 1924 et semées au printemps suivant, nous donnèrent des racines contenant en moyenne 11 % de sucre; dans les mêmes conditions, la fourragère en renfermait 7,5 % et la sucrière 13 %. Ces racines, cultivées en plein Paris, dans le Jardin des Carmes, étaient aussi belles que le permettait ce milieu mal aéré.

Il nous a semblé qu'il fallait reprendre l'expérience dans des conditions plus normales et la faire porter sur plusieurs années, afin d'éliminer, autant que possible, les erreurs dues à la grande plasticité de la betterave si influençable par les conditions de culture (Munerati [59, spécialement chapitre premier, § 5]; Munerati, etc. [60]; Pritchard [67], etc.) et par l'état atmosphérique (Colin [17]; Mori [58]; J. de Vilmorin et Cazaubon [97]; Urban [92], etc.).

D'autre part, afin de mieux mettre en évidence, le comportement du caractère sucre, il convenait de prendre, comme parent, non seulement une sucrière typique, mais une fourragère généralement pauvre en sucre. Nous avons le plus souvent adopté la betterave jaune de Vauriac.

L'hybride fourragère \times sucrière et l'hybride sucrière \times fourragère

ne présentent-ils point de différences? Peut-on retrouver dans les racines hybrides très jeunes les caractères qui s'affirmeront plus tard dans les souches pleinement développées? Ne trouve-t-on jamais en seconde ou en troisième génération une richesse saccharine égale ou même supérieure à celle des sucrières typiques? Autant de points sur lesquels nous donnerons les résultats de nos essais.

LA STRUCTURE.

Si l'on coupe transversalement une racine de betterave, on se rend compte facilement de sa structure. Au centre, un simple cordon libéroligneux (formations primaires et secondaires); dans le corps de la racine, plusieurs anneaux concentriques de faisceaux (formations tertiaires) séparés les uns des autres par des zones parenchymateuses plus ou moins larges.

Le sucre s'emmagasinant surtout dans les anneaux vasculaires, la sélection a peu à peu éliminé toutes les racines à parenchymes épais. A ce que rapporte von Lippman [48], les premières fabriques de sucre qui travaillaient la meilleure betterave d'alors, la blanche de Silésie, refusaient impitoyablement, comme renfermant plus d'eau et moins de sucre, les souches d'un poids supérieur à 2 kilogrammes; la sélection polarimétrique a joué dans le même sens, avec plus de rigueur encore. Le résultat est sous nos yeux; nous avons des betteraves riches, mais à vascularisation serrée et à parenchymes peu développés, donc de taille restreinte.

Aussi pour Hellriegel [35] et Pritchard [68], y a-t-il une véritable association entre ces deux caractères: petite taille et grande richesse saccharine. Cependant, Oetken [63] n'admet pas cette corrélation et J. Levêque de Vilmorin [96, p. 119] ne pense pas qu'elle soit absolue, car il a obtenu des lignées où les grosses racines contenaient en moyenne autant de sucre que les petites. Pellet [66] indique des résultats analogues.

D'ailleurs, si c'est un fait que les anneaux vasculaires ont plus de sucre, c'est aussi un fait qu'à richesse égale toutes les racines d'un lot n'ont pas une vascularisation identique. *On est donc amené à se demander dans quelle mesure la richesse saccharine est liée à la structure.* La Vauriac se distingue par sa vascularisation très faible et la largeur de ses zones parenchymateuses: en la croisant avec une sucrière de structure très serrée, il nous sera possible d'observer dans les racines hybrides et dans leur descendance le comportement des deux caractères en question (1).

(1) Geschwind [31] a essayé d'établir une relation entre la richesse saccharine d'une betterave et la disposition des vaisseaux du bois en son centre. Nous ne nous sommes pas attaché à l'étude de ce caractère, qui semble très discutable; voir Briem [11].

L'AZOTE.

Y a-t-il inverse proportionnalité entre le sucre et l'azote contenus dans une betterave ? Frémy et Dehérain [27] l'ont affirmé en 1875 et bon nombre d'auteurs concluent dans le même sens : Sidersky [82], Jakuschkin [38]... Mais d'autres, Herzfeld [36, 37], Duschsky, etc. [26], par exemple, sont d'avis contraire. Tant de causes influent sur la teneur de la plante en matières azotées qu'il semble presque impossible de débrouiller leur écheveau : composition chimique du sol et de la fumure dont la richesse en nitrates augmente l'azote total (Strohmer et Fallada [86] ; Briem [12] ; Urban et Soucek [93] ; Soucek [85]) ; écartement plus grand des rangées ou insolation moindre qui produisent le même résultat (ensemble des témoignages dans Wohryzek [101, p. 209]). Un des points les mieux établis est l'influence de la sécheresse qui augmente beaucoup le contingent azoté des racines. E. Saillard [79] a récemment publié les résultats des travaux effectués sous son contrôle, durant ces trente dernières années, au cours des essais culturaux du Syndicat français des Fabricants de sucre. Nous lui empruntons ces chiffres décisifs :

En 1911, année sèche, azote total % de sucre, 1,85 ;
En 1930, année humide, azote total % de sucre, 0,91.

On trouve dans Vondrak [98, 99] des chiffres analogues concernant les betteraves de l'Europe Centrale. Comme le prouve le dosage de l'azote « nuisible » (azote total dont on a retranché l'azote protéique et l'azote éliminable par la chaux), l'augmentation en année sèche porte principalement sur les composés amidés et aminés particulièrement néfastes à l'industrie sucrière.

Sauf les expériences déjà anciennes de Frémy et Dehérain, tous les travaux que nous venons de signaler portent sur des betteraves voisines de nos sucrières actuelles. Garola [28, p. 273] donne quelques résultats concernant des fourragères, d'où l'on peut conclure que, comme pour les sucrières, un grand espacement produit une légère augmentation des matières azotées.

Il résulte de cet exposé que nous ne pourrons comparer l'azote des fourragères, des sucrières et de leurs hybrides qu'en assurant le développement de toutes les racines dans des conditions rigoureusement identiques.

Les substances azotées renfermées dans la betterave sont extrêmement variées. Outre les protéines à poids moléculaire élevé, elles comprennent toute une série de corps plus simples, dont les traités classiques Saillard [77, I, p. 36], Roemer [74, p. 82] donnent la liste : amides, amines, acides aminés, nitrates, etc.

Doser séparément l'azote provenant de chacune de ses sources est pratiquement irréalisable. Du moins, essaierons-nous de déterminer :

L'azote minéral;

L'azote aminé, dont l'abondance est si désavantageuse dans l'extraction industrielle du sucre, ainsi que nous l'avons déjà dit;

L'azote des matières protéiques coagulables par la chaleur qui nous fixera en quelque sorte sur l'activité fonctionnelle des racines analysées, les tissus plus actifs étant toujours plus riches en protéines, comme Molliard [57] et Grandsire [32] l'ont montré dans le cas des feuilles vertes comparées aux feuilles atteintes de chlorose congénitale.

LES CENDRES.

Dès 1875, Pagnoul [64] et Ville [95] ont attiré l'attention sur ce fait que plus une betterave est riche en sucre, plus elle est pauvre en matières salines et l'on sait que les fourragères laissent plus de cendres que les sucrières. Au temps des analyses de Wolff [102], vers 1886, celles-ci fournissaient encore jusqu'à 6,6 de cendres % de matière sèche. Elles en donnaient déjà moins au temps des travaux de Andrlik, Stanek et Urban, entre 1902 et 1908 [3, 4]. Les variétés actuelles n'en renferment plus guère que 3 %, en moyenne. D'ailleurs, il résulte nettement des récentes publications de Saillard [78], déjà citées plus haut, que le taux de cendres, dans la betterave entière, est en raison inverse de la richesse saccharine, et que la chose est encore évidente lorsqu'on met en parallèle des betteraves à 15 et à 18 de sucre % de pulpe fraîche. Ces résultats de large envergure montrent bien l'inexactitude de la théorie de Liebig. L'illustre chimiste bavarois pensait qu'il existe une relation à peu près constante, dans les végétaux, entre la teneur en bases minérales et le poids de matière sèche élaborée. L'histoire de la betterave nous montre, au contraire, que le taux des cendres diminue à mesure que celui des hydrates de carbone augmente. A cette variation générale s'ajoutent des oscillations individuelles qui compliquent le phénomène; mais en prenant la moyenne d'un nombre suffisant d'analyses, il nous sera possible de vérifier s'il se retrouve chez les hybrides.

Qu'il y ait une relation entre la teneur en cendre et la structure, on n'en saurait douter devant les faits suivants établis par H. Colin et A. Grandsire [19, 23]. Lorsqu'on soumet aux mesures cryoscopiques le suc de betterave, on n'observe pas de variations appréciables du point de congélation d'une région à l'autre, même si l'on prend soin d'examiner séparément le suc du tissu vasculaire et celui du parenchyme interstitiel. Sur une géante rouge, par exemple, on a trouvé comme valeur Δ de l'abaissement du point de congélation :

Δ 1,17 (parenchyme)

1,18 (faisceaux)

et, en diluant le suc (10 g. de pulpe intimement broyée pour 100 cm³ d'eau) :

Δ 0,117 (parenchyme) 0,115 (faisceaux)

Ces résultats semblent paradoxaux, si l'on s'arrête à cette considération que la pulpe des régions vasculaires accuse une plus grande richesse saccharine et un indice de réfraction N plus fort, correspondant à un pourcentage plus considérable de matières dissoutes. Les choses s'expliquent, au contraire, aisément si l'on tient compte de la distribution des matières minérales. Le parenchyme interstitiel fournit plus de cendres, de sorte que, au point de vue cryoscopique, la pénurie de sucre s'y trouve compensée par la concentration en électrolytes. La conductibilité K du suc d'expression, plus grande dans le tissu conjonctif que dans les anneaux libéro-ligneux, confirme bien cette manière de voir. Les lettres du tableau ci-dessous : P, F, E, désignent respectivement le parenchyme, les faisceaux et la région périphérique; les fragments de pulpe soumis à l'analyse se suivent sans interruption à partir du centre :

	P	F	P	F	P	P	F	P	E
Valeurs de N :	1,345	1,349	1,344	1,349	1,346	1,347	1,347	1,346	
Valeurs de K × 10 ⁵ :	227	168	185	133	185	140	194	201	

Il existe donc un balancement entre les matières hydrocarbonées et les substances minérales; c'est pourquoi les mesures cryoscopiques n'accusent pas de variations appréciables de la pression osmotique à l'intérieur d'une même racine.

D'autre part, l'enrichissement en sucre de la betterave n'a pas seulement pour effet de diminuer *le pourcentage des cendres*, il change aussi *leur composition*: recul des alcalins et du chlore, augmentation de la chaux et de la magnésie, au témoignage des auteurs que résume Wohryzek [101, p. 214]. *Nous aurons à rechercher ce que deviennent tous ces éléments dans les racines hybrides et s'ils y présentent les mêmes corrélations avec les caractères précédemment indiqués.*

Structure, sucre, azote, cendres de racines obtenues par le croisement de fourragères et de sucrières, relations mutuelles de ces divers caractères : tels sont les points sur lesquels le présent travail apporte quelques résultats.

Dans un premier chapitre, nous indiquerons la technique suivie tant au point de vue de l'hybridation que de l'analyse chimique.

Un deuxième chapitre exposera les résultats acquis en première génération.

Un troisième chapitre donnera les résultats obtenus en deuxième

génération et des résultats partiels pour les troisième et quatrième générations.

Enfin, dans un quatrième chapitre, nous étudierons quelques hybridations complémentaires, portant sur d'autres variétés ou espèces de betteraves.

Les questions auxquelles nous avons voulu répondre ne supposent pas une analyse chimique complète des souches de betteraves. Nous avons dû nous limiter et renoncer à certaines recherches ou à certaines méthodes de recherches qui sont abordables dans les laboratoires industriels, mais dépassent les possibilités d'un travailleur isolé. Cependant, nous avons cru pouvoir adopter comme titre de cette thèse : « *Chimisme de quelques hybrides de betterave* », parce que, sans être exhaustives, nos recherches portent sur des constituants assez divers (hydrates de carbone, matières minérales et azotées) pour donner les grandes lignes de la phisyonomie chimique des racines étudiées.

M. le Professeur Molliard, Membre de l'Institut, Doyen honoraire de la Faculté des Sciences, me fait l'honneur de présider cette thèse : je le prie d'agréer l'hommage de ma respectueuse gratitude.

M. l'Abbé Colin, Professeur à l'Institut Catholique, ne m'a pas seulement suggéré le sujet de ce travail; avec la plus délicate obligeance, il m'a guidé de ses conseils éclairés et judicieux. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

M. J. Levêque de Vilmorin, dont les travaux sur l'hérédité chez la betterave sont bien connus, a aimablement facilité la mise en œuvre de mes expériences. J'adresse mes vifs remerciements à la Maison de Vilmorin, spécialement à M. Meunissier, Directeur des services de Génétique.

Avec l'autorisation de M. J. Bergé, Président de l'Institut Belge pour l'amélioration de la betterave, à Tirlemont, on a bien voulu semer, dans le jardin d'essais de l'Institut, un certain nombre de graines que j'avais envoyées, puis analyser les betteraves à l'Institut. Je ne saurais dire combien il m'a été utile d'avoir ce point de comparaison avec la grande culture.

Je ne puis nommer ici tous ceux dont les aimables services ont facilité ma tâche, mais je n'ai garde d'oublier ce que je dois à leur bienveillance.

CHAPITRE PREMIER.

TECHNIQUE

I. — HYBRIDATION ET CULTURE.

Dans une de ses publications, Kajanus [41] fait remarquer qu'il est difficile d'effectuer l'hybridation artificielle sur la betterave, parce que les fleurs sont facilement endommagées par le traitement. Quoi qu'il en soit de cette difficulté, qu'il ne faut pas exagérer, nous le dirons plus loin, on ne peut pas se fier aux hybrides fortuits obtenus soit en isolant des branches de betteraves différentes sous une même toile, soit en cultivant deux variétés de betteraves l'une à côté de l'autre, comme l'a fait Rimpau [72, voir aussi 94]. Dans l'un et l'autre cas, on ne sait jamais d'une façon certaine si les graines formées résultent ou non d'un croisement.

Remarquons que la coloration des racines F1 ne suffit pas à lever cette indétermination. Le procédé très sûr que nous allons décrire nous a donné des hybrides sucrière \times fourragère non colorés, comparables à des sucrières typiques, et des hybrides fourragère \times sucrière dont la coloration ressemblait étrangement à celle de la fourragère pure. Des auteurs, comme Hallquist [33], ont déterminé le pourcentage d'autofécondation chez la betterave en cultivant, au voisinage l'une de l'autre, une race blanche et une race colorée. La coloration des produits F1 permettait d'établir les cas d'autofécondation et de fécondation croisée. Cette détermination n'échappe pas à la cause possible d'erreur que nous venons de signaler.

Dans nos recherches, nous avons toujours procédé de la façon suivante, qui est rigoureuse et ne laisse aucun doute sur les parents de chaque sujet.

PROCÉDÉ D'HYBRIDATION

Vers l'époque de la floraison, on choisit sur la betterave mère un rameau convenable, qu'on isolera, sur une partie de sa longueur, par un manchon de papier parchemin. Sur ce trajet, on enlève les fleurs épanouies et on retient une douzaine de beaux glomérules, dont seuls les boutons centraux sont utilisés; les boutons latéraux, d'ordinaire moins développés, sont supprimés. On ouvre avec une pince les boutons au fur et à mesure qu'ils sont sur le point de s'épanouir et on fait l'ablation des étamines,

en prenant soin de ne pas léser le pistil, qui est encore petit et frêle. Il ne faut pas opérer les fleurs trop jeunes, car le pistil, même intact, cesserait de se développer. Les sacs polliniques ne doivent pas s'ouvrir au cours de l'opération : aussi y a-t-il avantage, par beau temps, à la faire le matin, avant que la sécheresse n'ait augmenté la sensibilité de l'assise mécanique des anthères.

La pollinisation suit, trois ou quatre jours après, lorsque le stigmate est épanoui (1) ; on utilise du pollen datant au plus de quelques jours et conservé au sec ; parfois, l'imprégnation est faite directement en frottant doucement le stigmate avec une anthère mûre. Le manchon de papier est maintenu autour des fleurs artificiellement pollinisées, jusqu'à ce que les stigmates se flétrissent. Lorsque l'agitation de l'atmosphère ou la position du rameau l'exige, toutes les opérations sont faites en s'abritant derrière un écran de toile serrée.

Une de nos publications [21], datée d'octobre 1930, a déjà indiqué les grandes lignes de cette technique, que nous avons utilisée dès nos premiers essais, quelques constatations expérimentales très simples nous ayant permis d'adapter facilement à la betterave une méthode qui est classique en hybridation. La valeur de cette adaptation a été confirmée par les recherches de Kharetsko-Savitskaia, publiées à Kiev en 1931 [45]. D'après cet auteur, en effet, le maximum de graines bien constituées est obtenu si on pollinise les fleurs trois jours après leur épanouissement. Le pollen, mûr dès la déhiscence des anthères, conserve pendant dix jours un pouvoir germinatif qui ne tombe pas au-dessous de 90 %, si le milieu est peu humide et la température comprise entre 15° et 29°. L'heure, à laquelle on la réalise, n'a aucune influence sur l'hybridation. Sa réussite dépend essentiellement de la possibilité du croisement, non de l'habileté technique. C'est aussi notre avis : l'opération est plus minutieuse que difficile.

CULTURE.

Afin d'assurer la germination dans les meilleures conditions possibles, les graines hybrides furent toujours semées en pots, dans de la terre tamisée, et à petite profondeur, puisque, pour se bien développer, elles doivent « voir le soleil », comme le rappelle Quillard [71]. Pour avoir des témoins de tous points comparables aux hybrides, les races pures furent semées de la même façon. Les jeunes plants étaient répiqués en fin de mai ou au début de juin, de préférence par temps couvert et humide. On les plaçait à égale distance les uns des autres, les témoins mélangés aux hybrides. Il y avait près de six betteraves au mètre carré, ce qui correspond à un rendement excellent, d'après Garola [28, p. 268] et Jarrel [39].

Nous n'ignorons pas que le repiquage donne assez souvent des racines fourchues. Mais il fallait, avant tout, protéger la germination des graines hybrides qui, obtenues par le procédé que nous venons de décrire, étaient nécessairement en nombre limité. En pleine terre, bien des graines sont détruites. De deux inconvénients, nous avons dû choisir le moindre.

(1) La protandrie de la betterave, que la plupart des auteurs admettent avec Shaw [81], a été vigoureusement combattue par van Hell [34]. Nous n'avions point à entrer dans ce débat, nous avons simplement constaté que la fécondation réussissait parfaitement, au moment que nous indiquons.

LIEU DE CULTURE.

Un petit jardin, sans ombrage, situé dans un quartier excentrique d'Alençon, entouré de murs assez bas et environné d'autres jardins, donc bien aéré.

Terre homogène et bien meuble de pH très légèrement inférieur à 7, ce qui est un optimum, d'après les recherches de Trénel [90].

Dans ce jardin, fleurs et légumes poussent bien. Malgré les précautions prises (fumure, binages, arrosage en cas de sécheresse), les betteraves ne s'y développèrent que médiocrement. Là encore, nous avons dû choisir le moindre inconvénient : il s'agissait d'abord d'éviter toute erreur et toute cause de confusion. Nous aurions attaché plus d'importance à ce faible développement des racines, s'il s'était agi de créer une nouvelle race industriellement utilisable. L'introduction de ce mémoire a suffisamment montré que tel n'était pas notre but. Pour étudier correctement le chimisme des hybrides, il suffisait de le comparer à celui des races pures cultivées de la même façon.

Il n'en reste pas moins que nous étions curieux de connaître le comportement des hybrides dans les conditions de la grande culture. Des essais, effectués en Belgique, nous ont renseigné en ce qui concerne les racines F2. Pour les racines F1, nous ne pouvons apporter actuellement que de brèves indications.

Sauf avis contraire, tous les résultats se rapportent à des betteraves cultivées en jardin, dans les conditions que nous venons de décrire.

Au début du chapitre troisième, nous dirons comment nous avons assuré l'autofécondation des hybrides, dont nous étudierons la descendance.

II. — MÉTHODES D'ANALYSE CHIMIQUE

REMARQUES GÉNÉRALES

Les dosages de sucre, d'azote insoluble et d'azote aminé furent toujours effectués immédiatement après l'arrachage des betteraves, afin d'éviter, dans leur composition, toutes transformations analogues à celles que signalait encore récemment Litvine [50] : migration du sucre et de l'azote dans les racines arrachées et non effeuillées. On prélevait en même temps des poids connus de substance fraîche destinée à être desséchée, puis à servir aux autres dosages.

Obligé d'échelonner nos analyses sur une assez longue durée, parfois du début d'octobre à la fin de novembre, nous n'avons jamais manqué de répartir l'étude des témoins et des hybrides au cours de cette période, de façon à obtenir des résultats toujours comparables.

Pour la même raison, il nous fallait tenir compte de ce fait qu'une même racine n'offre pas la même composition en tous ses points. La tête et la pointe des sucrières présentent une valeur qualitativement inférieure et des ouvrages comme ceux de Saillard [77, I, p. 154] et de Tabenzki [87, p. 66] ont vulgarisé le schéma montrant l'inégale répartition du sucre.

Pour obtenir la richesse moyenne, l'industrie passe les betteraves

à la râpe ou au foret-râpe. De tels procédés nous étaient interdits pour deux raisons :

1^o Nous tenions à pouvoir observer la vascularisation des racines analysées et à en conserver des coupes transversales.

2^o Nos betteraves étaient généralement trop petites pour n'être pas sérieusement endommagées par ce traitement. Or il était indispensable de conserver des souches en assez bon état pour en obtenir des graines et étudier leur descendance.

Aussi n'avons-nous pas travaillé sur des échantillons moyens, mais sur des échantillons toujours prélevés dans le même ordre, celui où nous exposerons plus loin nos résultats. C'est ainsi que le sucre, par exemple, a toujours été dosé sur de la pulpe prélevée à la base de la betterave. Le chiffre trouvé est donc légèrement différent de celui que nous aurait donné un échantillon moyen. Mais tous les résultats sont comparables entre eux, même lorsque, voulant conserver une souche pour la faire grainer, nous n'avons prélevé sur elle que la matière indispensable à un ou deux dosages.

Ajoutons que nous nous sommes toujours efforcé de rapprocher nos résultats des résultats moyens et cela de deux façons :

1^o En évitant d'opérer sur les régions extrêmes, fine pointe et surtout région voisine du collet qui, plus que toute autre, diffère du reste de la racine;

2^o En éliminant toujours dans nos échantillons la région corticale qui présente une composition chimique spéciale. La surface latérale d'un cylindre de volume constant étant d'autant plus grande que le rayon de base du cylindre est plus petit, la proportion d'écorce, pour un même poids, aurait été plus considérable dans la pointe de la betterave que dans la région moyenne et aurait ainsi accentué les différences.

Plus d'une fois, lorsqu'il s'agissait d'une souche que nous n'avions pas intérêt à conserver, nous avons dosé le sucre total dans le centre de la racine (S₂) après l'avoir déjà dosé à la base (S₁). Le tableau suivant résume les résultats obtenus dans les cas les plus divers. Les deux dernières colonnes de droite ne sont données qu'à titre indicatif, la quantité moyenne de sucre ayant été calculée conventionnellement comme étant la demi-somme de S₁ + S₂ :

NATURE et désignation des racines	POIDS des racines en grammes	SUCRE TOTAL %		Différence S ₂ — S ₁	Moyenne S ₁ + S ₂ 2	Différence Moyenne — S ₁	
		à la base de la racine S ₁	au centre de la racine S ₂				
Vauriac	N° 147	720	8,10	8,10	0	8,10	0
	> 411	940	7,59	7,39	- 0,20	7,49	- 0,10
Sucrière	N° 130	350	16,87	17,48	0,61	17,17	0,30
	> 410	495	13,80	14,00	0,20	13,90	0,10
Hybride	N° 95	230	15,65	16,30	0,65	15,97	0,32
	> 164	1800	10,77	9,95	- 0,82	10,36	- 0,41
F 1.	N° 231-14	380	19,60	18,90	0,70	19,25	0,35
	> 231-22	490	18,30	18,00	0,30	18,15	0,15

On voit que les différences pour le sucre S2 — S1 n'atteignent pas le gramme et qu'elles sont par conséquent loin d'avoir l'ampleur signalée par certains auteurs qui, dans une intention opposée à la nôtre, découpent la betterave de manière à accentuer au maximum ces différences. Les précautions prises pour rapprocher nos résultats de la moyenne furent donc efficaces.

Ce que nous venons de dire au sujet du sucre s'applique, toutes proportions gardées, aux matières azotées et minérales. Dans tous les cas les résultats sont voisins de la moyenne et comparables entre eux.

LE SUCRE.

Dans un sujet qui touche de si près à l'industrie, les méthodes d'extraction et d'analyse indiquées par les auteurs sont très nombreuses. Le procédé que nous avons employé est analogue à celui que H. Colin [20] a suivi pour l'analyse des betteraves conservées en silo. Nos recherches étant essentiellement comparatives, il fallait avant tout adopter une technique susceptible d'être employée en série et pratiquement réalisable dans des conditions toujours identiques.

Extraction.

Elle était faite par digestion aqueuse, à 95°, au bain-marie. Vingt grammes de substance fraîche coupée en petits fragments, étaient ébouillantés, puis broyés au mortier sans perte aucune. On les mettait alors à digérer dans la première eau, au bain-marie bouillant, pendant une demi-heure, le volume étant voisin de 150 cm³. Finalement le volume était amené exactement à 150 cm³, marc compris.

On attendait toujours plusieurs heures avant de procéder aux dosages afin que, par diffusion, le jus retenu par le marc ait le temps de se mettre en équilibre avec le liquide extérieur.

Le sucre réducteur.

Aucune hydrolyse du saccharose n'est à craindre, au cours de l'extraction. Car, d'une part, les diastases sont détruites dès le début de l'opération par la chaleur et, de l'autre, la liqueur est fortement tamponnée ; son pH n'est pas supérieur à 6. Dans nos premières analyses, en raison de la température élevée à laquelle se faisait la diffusion, nous avions soin d'amener le pH à 7, par addition d'un goutte d'ammoniaque. Des analyses comparatives nous ont montré que cette précaution était inutile.

La liqueur d'extraction peut donc se prêter au dosage du sucre réducteur libre par la liqueur cupro-sodique. On utilisa le procédé Bertrand [7] : titrage par le permanganate du sulfate ferrique réduit par l'oxyde cuivreux. Le dosage était effectué sur 20 cm³, volume maximum concédé par le procédé Bertrand, sans défécation préalable. L'erreur occasionnée par les impuretés susceptibles d'agir sur la liqueur de Fehling est moindre que celle provenant de l'entraînement du sucre par les précipitations successives qu'exige la défécation. Les chiffres trouvés étaient du même ordre de grandeur que ceux indiqués par les auteurs ou même plus faibles, et cela tient certainement à notre façon de procéder : extraction immédiate du sucre ne laissant aux diastases aucune possibilité d'hydrolyser le

saccharose. On sait du reste qu'un dosage de réducteur en présence d'une forte proportion de saccharose est toujours approximatif. Saillard [76], Maquenne [51, 52, 53], surtout, ont longuement analysé cette cause d'erreur.

Nous dirons, dans le chapitre suivant, que les résultats obtenus manquaient totalement d'intérêt. Nous n'avons pas tardé à remplacer ce dosage par un essai nous permettant simplement de vérifier que, dans les racines analysées, le réducteur ne dépassait pas la proportion de 0,40 %.

Le sucre total.

La concentration en sucre total des liquides d'extraction était telle qu'il suffisait d'en faire le dosage, après inversion, sur un très petit volume : trois centimètres cubes, ou cinq centimètres cubes dans le cas des racines peu riches.

Pour l'inversion, la prise d'essai, étendue à 20 cm³ et additionnée d'acide chlorhydrique de manière à rendre le milieu normal au vingtième, était maintenue dix minutes au bain-marie bouillant. Le milieu étant tamponné, nous nous sommes assuré, dans les cas les plus divers, que ni une plus forte proportion d'acide ni un chauffage plus prolongé ne libéraient une plus grande quantité de sucre réducteur. D'autre part, le lévulose n'est pas altéré dans ces conditions, comme le prouve la parfaite limpideur des solutions hydrolysées.

Quant au dosage, il était fait par réduction, en se plaçant toujours dans les conditions exigées par le procédé et les tables de Bertrand. Cependant, dans quelques rares analyses de très jeunes racines, la quantité de sucre mise en jeu fut inférieure au centigramme. Dans ce cas, la méthode n'est plus qu'approximative (Ambarde [1]) ; mais les erreurs commises ne sont pas tellement considérables, comme le prouve le tableau suivant établi empiriquement :

mg. de sucre introduits	mg. de sucre trouvés
20	21
10	11
8	7
5	4,5
3	3

Tous les résultats seront exprimés en sucre interverti.

On a pu remarquer que la méthode indiquée pour le dosage du sucre total ne comportait pas la défécation préalable des liqueurs employées. Les impuretés susceptibles d'agir sur la liqueur de Fehling risquent-elles d'introduire une erreur appréciable ? Nous nous sommes assuré que cette éventualité n'était pas à craindre, en vérifiant notre méthode, soit par des dosages polarimétriques effectués sur la liqueur déféquée par l'acétate neutre de plomb, soit par des dosages de Bertrand effectués sur la liqueur déféquée par le même réactif et débarrassée de plomb par un courant d'hydrogène sulfuré.

LA MATIÈRE SÈCHE.

Vingt grammes de substance fraîche, découpée en très petites cossettes et placée dans des capsules largement ouvertes, étaient laissés

à l'étuve à 105°-108°, pendant huit heures. Nous avons constaté bien des fois que ce laps de temps était largement suffisant pour assurer la constance en poids du résidu sec.

L'AZOTE TOTAL.

La méthode de dosage employée fut celle de Kjeldahl, modifiée cependant pour atteindre à la fois l'azote organique et l'azote minéral.

Bien que la méthode ordinaire de Kjeldahl ne donne pas toujours des résultats absolument exacts avec certaines matières organiques azotées, comme le rappelle le mémoire de Mestrezat et Janet [56], sa précision est suffisante lorsqu'il s'agit de déterminer globalement l'azote organique des substances végétales et sa rapidité la fait employer par l'ensemble des biologistes de préférence à la méthode de Dumas. Mais pour atteindre d'une façon certaine l'azote nitrique en même temps que l'azote organique, il faut la modifier. Parmi les diverses modifications proposées, nous avons adopté celle de Jodlbauer [40].

Le principe en est simple et repose sur la facile nitrification de l'acide phénolsulfonique. En présence de nitrates et en milieu sulfurique, ce corps donne des dérivés nitrés du noyau benzénique, qui sont ensuite réduits par l'hydrogène naissant et transformés en aminophénols. L'azote minéral se trouve ainsi amené à l'état organique. On décompose alors l'ensemble des composés organiques azotés par l'acide sulfurique bouillant en présence de mercure et de sulfate de cuivre comme adjuvants. L'azote est transformé en ammoniaque qu'il suffit de doser.

Mode opératoire.

Sur la matière sèche correspondant à 5 grammes de pulpe fraîche pulvérisée et placée dans un ballon à long col, on verse 30 cm³ d'acide sulfurique pur et 5 cm³ d'acide phénolsulfonique. On laisse macérer à froid pendant 2 heures, puis on ajoute par petites portions de la poudre de zinc. Après 6 heures de contact, on additionne le tout de 10 cm³ d'acide sulfurique pur, d'une goutte de mercure (grosse comme un grain de chênevis) et d'un petit cristal de sulfate de cuivre. On chauffe d'abord très doucement, puis à l'ébullition. Lorsque le liquide s'est décoloré ou n'offre plus qu'une coloration jaune très pâle, on laisse refroidir et on ajoute brusquement 60 ou 80 cm³ d'eau, de manière à redissoudre complètement les cristaux de sulfate ammoniaco-mercureux qui se sont formés. La solution est versée dans un ballon de 500 cm³. On lui ajoute un peu de zinc en poudre, de l'hypophosphite de sodium et de la soude jusqu'à réaction franchement alcaline. On distille. Un tube de Vigreux retient les particules de soude qui pourraient être entraînées. Les vapeurs ammoniacales, condensées dans un réfrigérant descendant, sont dosées par l'acide sulfurique décinormal, en présence de méthylorange. De la quantité d'acide neutralisée on déduit facilement la teneur en azote de la prise d'essai, chaque centimètre cube d'acide décinormal correspondant à 0,0014 gramme d'azote.

Afin de vérifier l'exactitude de cette méthode dans des conditions analogues à celles des dosages effectués sur la matière sèche de la bette-rave, nous avons fait chacun des essais suivants en présence de 0,75 g. de saccharose.

Azote introduit en mg.			Azote trouvé en mg.	Erreur pour 100 d'azote
à l'état de glycocolle	à l'état nitrique	Total		
7	2,3	9,3	9,2	— 1,0
14	4,2	18,2	17,9	— 1,6
14	7,0	21,0	20,9	— 0,4

L'AZOTE ORGANIQUE.

Chacun sait que, impropre au dosage de l'azote nitrique, la méthode ordinaire de Kjeldahl est aussi inapplicable au dosage de l'azote organique, si l'on se trouve en présence de nitrates. C'était le cas de nos analyses.

Le sucre constituant une fraction importante de la matière sèche de la betterave, les quatre cinquièmes chez les sucrières typiques, nous pouvions facilement fabriquer un milieu analogue à celui où nous aurions à doser l'azote organique et rechercher les erreurs introduites par des doses variées d'azote nitrique. Le tableau ci-joint résume les essais que nous avons réalisés dans ce sens. La matière organique était détruite par 10 cm³ d'acide sulfurique avec une goutte de mercure comme adjuvant. Le sulfate ammoniaco-mercureux qui prend naissance était réduit par l'hypophosphite de sodium.

No des essais	MIS EN EXPÉRIENCE			Rapport de l'azote nitrique à l'azote organique	mg. d'azote trouvés par le procédé "Kjeldahl"	Erreur pour 100 sur l'azote organique	
	mg. de saccharose	mg. d'azote nitrique sous forme de	mg. d'azote organique sous forme de glycocolle				
1	0		0	14	0	13,88	— 0,8
2	0	N O ³ K	2,8	14	1/5	12,18	— 13,0
3	0		3,5	14	1/4	12,32	— 12,0
4	0		2,3	7	1/3	5,88	— 16,0
5	0		7,0	14	1/2	9,52	— 32,0
6	250	N O ³ K	2,8	14	1/5	14,56	+ 4,0
7	500		3,5	14	1/4	15,12	+ 8,0
8	500		4,6	14	1/3	14,84	+ 6,0
9	500	N O ³ H	2,8	14	1/5	14,42	+ 3,0
10	500		3,5	14	1/4	14,98	+ 7,0
11	500		4,6	14	1/3	15,96	+ 14,0
12	500		2,3	7	1/3	8,40	+ 20,0
13	1000		2,3	7	1/3	8,12	+ 16,0
14	500		7	14	1/2	16,50	+ 17,8
15	200		1,4	2,8	1/2	3,50	+ 25,0
16	500		2,8	0	—	2,12	—
17	300	N O ³ K	2,8	14	1/5	13,86	— 1,0
18	500	(+ Fe Cl ³)	4,6	14	1/3	13,92	— 0,5
19	1000		7,0	14	1/2	14,14	+ 1,0
20	250		0	14	0	13,86	— 1,0

Les résultats suggèrent les remarques suivantes :

1^o Les essais 1 à 5, effectués en l'absence de saccharose sur le glycocolle additionné de nitrate de potassium, montrent qu'une fraction importante de l'azote organique est perdue, entraînée sous forme de produits gazeux pendant le chauffage. Récemment, Cambier et Leroux [13] ont décrit un procédé pour éliminer l'azote nitrique des milieux organiques : distillation de l'acide azotique sous pression très réduite, et à basse température. A cette occasion, ils indiquent les erreurs commises dans les dosages de Kjeldahl effectués en présence de nitrates : leurs chiffres semblent généralement inférieurs à ceux qui figurent ici.

2^o En présence de saccharose, essais 6 à 8, l'erreur sur l'azote organique est bien plus faible ; elle est sensiblement la même lorsque l'azote minéral est introduit sous forme d'acide nitrique, essais 9 à 15, et c'est une erreur par excès. Il est vraisemblable qu'une partie de l'acide nitrique libre ou libéré par l'acide sulfureux réagit sur les produits de décomposition du saccharose et, placée dans un milieu réducteur, se trouve entraînée dans le dosage de l'azote organique. L'essai 16, réalisé sur de l'azote nitrique sans azote organique, confirme cette manière de voir ; on retrouve au dosage les trois quarts de l'azote nitrique mis en expérience. En présence de glycocolle, l'erreur par excès correspond à un entraînement de l'azote nitrique qui paraît moindre, si l'on suppose que tout l'azote organique est entré en réaction, environ un septième dans l'essai 9, un cinquième dans les essais 6 et 8, un quart dans l'essai 10, un tiers dans les essais 7 et 14, un demi dans les essais 11, 12, 13 et 15.

Il va sans dire que ces recherches, simples préliminaires à nos expériences, ne sont données qu'à titre indicatif. Il y aurait sans doute intérêt à les approfondir.

3^o Dans les essais 17, 18 et 19, avant de mettre en œuvre le procédé Kjeldahl, on a ajouté au mélange 2 cm³ de chlorure ferreux, 2 cm³ d'acide chlorhydrique et on a fait bouillir. Cette méthode classique permet d'éliminer les nitrates. Le résultat du dosage devient aussi exact que s'il s'agissait d'une analyse portant sur du glycocolle pur (voir essais 1 et 20).

On peut dire pour conclure que, en effectuant directement le dosage de Kjeldahl sur la matière sèche des betteraves fourragères, on commettrait une erreur comprise en 5 et 10 %, car le rapport de l'azote nitrique à l'azote organique y atteint en moyenne un quart ; l'erreur serait bien plus faible dans le cas des hybrides et des sucrières, puisque le rapport de l'azote nitrique à l'azote organique y vaut respectivement un dixième et un vingtième environ. Les substances végétales complexes qui existent dans la matière sèche peuvent d'ailleurs imprimer à ces erreurs une irrégularité que nous n'avons pas constatée dans nos expériences sur le glycocolle en présence du seul saccharose. C'est pourquoi, il était indispensable d'éliminer préalablement l'azote nitrique par le chlorure ferreux.

L'AZOTE INSOLUBLE

Pour séparer l'azote insoluble de l'azote soluble, on broyait au mortier 10 grammes de substance fraîche, puis on les traitait pendant 10 minutes par 150 cm³ d'eau légèrement acétique, à l'ébullition. Le tout était jeté

sur un filtre et lavé plusieurs fois à l'eau froide. Sur le résidu, qui ne contenait plus que l'azote des protéines coagulables, on faisait un dosage par la méthode ordinaire de Kjeldahl.

La solution obtenue renferme l'azote soluble, amines, acides aminés, amides, nitrates, et semble prête pour d'autres déterminations, en particulier pour celle de l'azote amidé par la méthode classique : hydrolyse acide des amides, puis déplacement et titrage de l'ammoniaque formé. Mais la solution renferme aussi le saccharose, ce qui ne va pas sans introduire de fortes causes d'erreur. Car l'hydrolyse acide des amides entraîne nécessairement l'inversion du saccharose et même une certaine dégradation du lévulose produit.

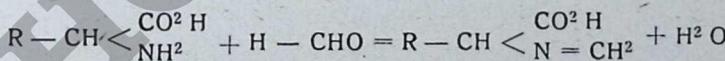
Or on sait de longue date que le gaz ammoniac donne avec les solutions bouillantes de glucose des produits bruns, formés, comme l'a montré Thénard [89], de matières azotées complexes, qui n'abandonnent leur azote qu'au rouge en présence de chaux sodée. Deux de ces produits, les glycosines $C^2 H^8 N^2$ et $C^4 H^{10} N^2$ ont été étudiées par Tanret [88].

Le lévulose en solution n'absorbe pas moins le gaz ammoniac. D'après Ripp [73], il se forme, entre autres produits, un composé $C^2 H^8 O^2 N$, qui semble résulter de la fixation d'une molécule de gaz ammoniac par le caramélane de Gélis [29]. Bien plus, certains produits de décomposition du lévulose retiennent le gaz ammoniac dès la température ordinaire, si bien que la distillation sous pression réduite, ne suffit pas elle-même à éviter de sérieuses pertes d'azote, du moins si l'on se trouve en présence d'une forte proportion de sucre, comme l'ont établi Baerts et Delvaux [6 et 6bis].

La difficulté d'échapper à ces causes d'erreurs (il faut pour cela séparer les amides du sucre en les précipitant par le carbonate de mercure, méthode mise au point par Vondrák [100], pour l'analyse des jus de sucrerie), nous a décidé à étudier l'azote soluble, non sous sa forme amidée, mais sous sa forme aminée.

L'AZOTE AMINÉ.

Le formaldéhyde réagit sur les acides aminés en bloquant le groupement aminé :

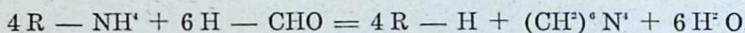


Le dérivé méthylénique obtenu se comporte comme un acide énergique et peut être titré par un dosage acidimétrique en présence de phénolphthaleïne [Sørensen, 83].

Les groupements aminés des polypeptides et de certains dérivés protéiques plus compliqués se comportent de même, si bien que cette méthode a été mise à profit pour étudier la constitution de certaines matières protéiques, investigations que résume le mémoire de Blancherière [8].

Dans les composés possédant à la fois la fonction amine et la fonction amide, la formol-titration n'atteint évidemment qu'un seul atome d'azote. Nous nous en sommes assuré pour l'asparagine $CO^2 H - CH(NH^2) - CH^2 - CO - NH^2$, qui est un des principaux constituants azotés du suc de betterave.

Mais ce suc renferme aussi un peu d'azote ammoniacal. Or, le formaldéhyde réagit sur les sels ammoniacaux :



Il y a formation d'hexaméthylène-tétramine, qui est alcaline, mais sans action sur la phénolphthaléine. Par conséquent, l'acide libéré dans la réaction se trouve dosé en même temps que les acides aminés.

En opérant dans les conditions que nous allons dire, nous avons donc dosé un complexe, mais dans lequel l'azote aminé figure pour une telle part qu'il nous a servi à désigner ce dosage.

Bien que prépondérant, il n'existe cependant lui-même qu'en petites quantités dans la pulpe de betterave et nous devions d'abord chercher quelle pouvait être l'exactitude de la méthode pour ces petites doses. Nous savions que Clémenti [16] avait utilisé pour des titrages analogues des liqueurs alcalines N/50 et N/100. Nous avons adopté la soude N/50. Le volume de la solution à titrer fut toujours amené à 40 cm³. On versait d'abord dans cette solution additionnée de phthaléine la quantité de soude N/50 juste nécessaire pour lui communiquer une teinte rose très pâle, ce qui correspond à un pH légèrement supérieur à 8. Après addition de formol préalablement « neutralisé » à la phthaléine, on dosait l'acidité développée, non pas jusqu'à simple retour de la teinte rose, mais jusqu'à virage au rouge franc, pH voisin de 9. Un témoin approprié permettait d'arrêter le dosage à des teintes aussi voisines que possible. Nous suivions en cela les indications de Sörensen lui-même et celles de Mestrezat [55]. Une étude récente de Cuny [24] a confirmé la valeur pratique de ces indications et soigneusement analysé les causes d'erreur en comparant les résultats que donnent la phthaléine et le bleu de bromo-thymol.

Le tableau suivant indique les erreurs possibles lorsqu'on applique cette technique au dosage de faibles quantités de glycocolle.

mg. de glycocolle mis en expérience	mg. de glycocolle trouvés	Erreur pour 100 de glycocolle
7,5	7,30	— 2,5
7,5	7,10	— 5,0
10,0	10,12	+ 1,2
15,0	15,10	+ 0,6

Des essais effectués sur des mélanges de glycocolle et d'asparagine nous ont donné des résultats de même ordre, où toutes les erreurs étaient des erreurs par défaut.

Il restait à appliquer la méthode aux solutions obtenues avec 10 g. de pulpe de betterave finement broyée et diluée dans l'eau distillée légèrement tiède, jusqu'à volume total de 50 cm³.

Ces solutions renferment fréquemment des oxydases et prennent rapidement à l'air une teinte rose ou brune. Le virage de la phthaléine devient impossible à saisir. Il faut décolorer le liquide, selon le procédé indiqué par Sörensen et Jessen-Hansen [84], en l'additionnant de quelques centimètres cubes exactement mesurés de nitrate d'argent à 10 %, et

du même volume de chlorure de baryum au même titre. Le précipité fixe les matières colorantes. De plus, les proportions indiquées correspondent à un excès de chlorure de baryum. En même temps que l'argent, celui-ci précipite les petites quantités de carbonates et de phosphates que peut renfermer la solution et dont la présence rendrait le virage peu net. On procède alors à la formol-titration sur un volume exactement mesuré du liquide filtré. Les essais suivants, effectués sur des solutions de glycocolle ayant subi ce traitement, prouvent que le dosage conserve la même exactitude. Il serait téméraire d'affirmer que le précipité argentique n'entraîne pas davantage certains dérivés aminés plus complexes, tels qu'on en peut rencontrer dans les sucs végétaux. Du moins tous nos dosages ont-ils été effectués dans les mêmes conditions et sont-ils comparables entre eux.

mg. de glycocolle mis en expérience	mg. de glycocolle trouvés	Erreur pour 100 de glycocolle
3,8	3,82	+ 0,5
7,6	7,50	- 1,3
9,6	9,20	- 4,1

Nous avons enfin effectué quelques essais dans des conditions identiques à celles de nos expériences. Pour cela, le soluté complexe fourni par 10 grammes de pulpe de betterave est divisé en deux parties égales. Sur l'une, on détermine directement l'azote aminé et on l'exprime en glycocolle, soit A. A l'autre on ajoute une quantité connue B de glycocolle et l'on procède au dosage.

A en mg.	B en mg.	A + B calculé en mg.	A + B trouvé en mg.	Erreur pour 100 de glycocolle
2,8	7,5	10,3	9,75	- 5,3
3,3	7,5	10,8	10,65	- 1,4
3,3	15,0	18,3	18,25	- 0,2

Nous ne nous dissimulons pas que les résultats A et A + B peuvent être entachés de la même erreur. Du moins ces expériences montrent-elles que l'erreur ne croît pas avec la quantité d'azote aminé renfermé dans la solution.

LES CENDRES ET LEUR ALCALINITÉ.

L'incinération d'un poids connu de matière sèche était faite à la plus basse température possible. Après pesée, les cendres étaient lavées plusieurs fois à l'eau distillée bouillante, environ 250 cm³ pour 0,25 gramme. Sur la solution filtrée, on dosait l'alcalinité soluble en présence de méthylorange.

Sur le résidu insoluble, on dosait par reste l'alcalinité insoluble en présence du même indicateur.

Par suite des modifications qui se produisent au cours de la calcination, ce double dosage ne renseigne pas exactement sur la forme des composés salins, tels qu'ils existent dans la plante, et ne donne, à fortiori, aucune indication sur la nature des combinaisons organo-minérales de la matière vivante. Du moins permet-il d'établir une relation entre les bases solubles et insolubles contenues dans la racine et ses autres caractères chimiques.

En présence de méthylorange, l'alcalinité soluble correspond : à la potasse et à la soude, libres ou carbonatées — aux phosphates alcalins bi ou trimétalliques, quand tout l'acide phosphorique n'est pas insolubilisé par la chaux et la magnésie.

En présence de méthylorange, l'alcalinité insoluble correspond à la somme de la chaux et de la magnésie présentes dans les cendres sous forme de carbonate ou de phosphate, à l'exception du contingent de ces bases qui salifie la première fonction acide de $\text{PO}_4^{\text{H}^3}$.

LES CHLORURES DES CENDRES.

Les chlorures des cendres étaient précipités par un excès d'azotate d'argent en milieu azotique, afin d'éviter la précipitation simultanée des carbonates et phosphates. L'excès d'argent était dosé, suivant la méthode classique, par une solution décinormale de sulfocyanate de potassium, en présence d'alun de fer comme indicateur.

Nous avons souvent fait ce dosage sur la liqueur où nous avions antérieurement déterminé l'alcalinité soluble des cendres. La faible teinte rose, due au méthylorange, n'empêchait pas de voir nettement le virage du sel ferrique, comme on peut d'ailleurs facilement le vérifier sur des essais à blanc.

LA CHAUX ET LA MAGNÉSIE DES CENDRES.

Elimination de la silice.

Comme les silicates présents dans les cendres de betteraves peuvent être une cause d'erreur dans les dosages de la chaux et de la magnésie, nous les avons toujours éliminés au préalable.

Pour cela, les cendres étaient traitées par l'acide chlorhydrique au demi. Par évaporation lente au bain-marie, les silicates, sous l'action de l'acide, se décomposent et donnent de la silice hydratée qui se transforme par dessiccation à 100° en silice anhydre insoluble dans l'eau acidifiée. Il suffit alors de reprendre la masse par de l'eau tiède légèrement chlorhydrique pour entraîner les sels solubles sans toucher à la silice. On filtre.

Elimination du fer.

La présence de fer et d'aluminium dans les cendres végétales oblige à prendre une seconde précaution préliminaire; car, dans les conditions où se formera l'oxalate de calcium, ces métaux précipiteraient en même temps que la chaux à l'état de phosphate ou d'hydrate.

C'est pourquoi, le filtrat de l'opération précédente était additionné d'ammoniaque jusqu'à réaction alcaline : il se forme un précipité de phosphate de chaux et de phosphate de fer. Par addition d'acide acétique, le phosphate de chaux se trouve remis en solution. Le phosphate de fer qui reste en suspension n'adsorbe pas les sels dissous, si l'on prend soin d'agiter pendant une ou deux minutes [Canals, 14]. Une seconde filtration élimine le fer. On lave le filtre à l'eau acétique.

Dosage de la chaux.

Dans le filtrat qui contient en abondance des sels ammoniacaux (chlorure et acétate), on précipite la chaux à l'ébullition par 5 cm³ d'une solution d'oxalate d'ammoniaque au vingtième. On recueille le précipité immédiatement sur un filtre, on le lave abondamment à l'eau distillée bouillante jusqu'à ce que l'eau de lavage ne décolore plus à chaud deux ou trois gouttes d'une solution légèrement sulfurique de permanganate au millième. Reprenant les travaux de Murmann [62] et de Astruc [5], Canals [15] a montré que, dans ces conditions, l'oxalate de magnésie, beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid, surtout en présence de sels ammoniacaux, passe totalement dans le filtrat. L'oxalate de calcium reste seul sur le filtre.

Nous l'avons nous-même vérifié en effectuant les essais suivants : les trois premiers en présence de 10 milligrammes de magnésie, le dernier en présence de 30 milligrammes :

mg. de CaO mis en expérience	mg. de CaO trouvés
5,6	5,4
8,4	8,4-
14,0	13,8
28,0	27,6

Les quantités de chaux mises en jeu dans nos expériences étant généralement assez faibles, nous dissolvions l'oxalate de chaux dans de l'acide sulfurique dilué au dixième et chaud. Puis nous dosions l'acide oxalique par une solution de permanganate à 0,316 gramme par litre. Cette méthode présente l'avantage d'une très grande sensibilité, comme le montrent bien les expériences précédentes.

Une molécule de chaux correspond à une molécule d'acide oxalique dont l'oxydation exige un atome d'oxygène. Un centimètre cube d'une solution de permanganate à $2 \times 10^{-3} \times (MnO_4^- K)$ ou 0,316 gramme par litre fournit 5×10^{-6} atome d'oxygène et correspond à 5×10^{-6} molécule de chaux, soit à 0,00028 gramme.

Dosage de la magnésie.

Nous avons dit que le filtrat de l'opération précédente renferme toute la magnésie ; on l'additionne de 5 gouttes d'acide chlorhydrique concentré pour éviter la précipitation d'oxalate de magnésie, et on l'évapore pour réduire le volume à 25 cm³ environ. On ajoute alors quelques centimètres

cubes de chlorure d'ammonium au dixième, de l'ammoniaque jusqu'à alcalinité, et 5 cm³ de phosphate disodique au quinzième. On agite et on laisse douze heures au frais.

Comme les quantités de magnésie étaient ordinairement assez faibles, le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien était séparé par filtration, lavé plusieurs fois avec de l'ammoniaque au dixième et finalement dissous dans de l'acide azotique au dixième, en vue d'un dosage volumétrique par la méthode classique à l'urane, en milieu acétique. Pour indiquer la fin de la réaction, on employait à la fois la teinture de cochenille et le procédé à la touche au ferro-cyanure de potassium.

Une molécule, ou 40 grammes de magnésie, correspond à une molécule de phosphate ammoniaco-magnésien $\text{PO}_4 \text{Mg NH}_4$, qui correspond elle-même à une molécule d'acide phosphorique $\text{PO}_4 \text{H}_3$ et, par conséquent, à une demi-molécule ou 71 grammes de P_2O_5 .

D'autre part, un centimètre cube de la solution d'azotate d'urane de Joulie précipite 0,005 gramme de P_2O_5 , et correspond donc à $\frac{40}{71} \times 0,005$ ou 0,002816 gramme de magnésie.

CHAPITRE DEUXIÈME

HYBRIDES DE FOURRAGÈRES ET DE SUCRIÈRES

PREMIÈRE GÉNÉRATION

Chaque année, depuis 1927, nous avons tenté un certain nombre d'hybridations réalisées par le procédé que nous avons décrit. Les graines obtenues étaient recueillies à maturité et semées au printemps suivant.

Pour la raison exposée dans l'introduction, la fourragère choisie fut la betterave jaune de Vauriac, sauf en 1931, où nous avons utilisé une géante rose. Les sucrières furent toujours des Vilmorin A ou B; la seconde diffère surtout de la première par sa forme un peu moins longue et son caractère plus rustique.

Provenant de graines Vilmorin, les diverses betteraves employées comme parents représentaient des variétés stabilisées quant à leurs principaux caractères, autant que peuvent l'être des betteraves. Le tableau suivant indique leur richesse en sucre.

Années	Sucre % de pulpe fraîche				
	1927	1928	1929	1930	1931
Vauriacs	6,00	5,77	7,20	3,10	—
Géante rose	—	—	—	—	7,10
Sucrières A	19,00	17,95	18,58	16,20	16,85
Sucrières B	—	—	17,30	15,10	—

Les hybridations furent toujours tentées en nombre à peu près égal dans chaque sens. Cependant les analyses de 1930 et 1932 ne comportent aucun résultat au sujet des hybrides fourragère \times sucrière, ce croisement n'ayant pas réussi. Nous n'avons pas eu à enregistrer cet insuccès dans l'hybridation en sens inverse.

La comptabilité de chaque racine fut toujours tenue à part, comme on peut s'en rendre compte d'après les tableaux suivants qui résument les résultats de 1931 donnés ici à titre d'exemple. La documentation complète concernant les analyses de 1928, 1929, 1930 et 1932 a été reportée à la fin de ce travail, afin de ne pas trop alourdir notre exposé (voir Appendice, page 213). On voudra bien la consulter pour avoir la justification des moyennes sur lesquelles nous allons nous appuyer pour étudier le comportement des hybrides. Nous signalerons d'ailleurs au passage quelques résultats dont le détail n'a pu trouver place dans les tableaux généraux déjà très chargés.

ANNÉE 1931	Date de l'analyse	Pour 100 grammes de pulpe fraîche						Pour 1 gramme de cendres					
		Pour 100 grammes de pulpe fraîche			Pour 100 g. de matière sèche			Pour 1 gramme de cendres			Pour 1 gramme de cendres		
		Cendres en grammes		Alcalinité des cendres	Sulfat soluble en cm ³ de soude N		Alcalinité	Cendres en grammes		Alcalinité des cendres	Sulfat soluble en cm ³ de soude N		Alcalinité
I. FOURRAGIÈRES													
VAURIACS													
N° 330	30 Septembre	3-4	650	4,57	8,90	—	1,10	13,2	2,2	51,34	—	12,35	12,0
> 332	18 Octobre	3-4	580	5,62	8,00	—	1,25	9,5	4,0	70,25	—	15,62	7,6
> 335	8 Novembre	3-4	565	7,87	11,90	0,148	0,033	1,05	13,3	66,12	1,24	0,27	3,2
> 336	8	3	550	7,00	11,85	0,176	0,035	1,15	14,0	2,0	59,07	1,48	0,29
> 356	17	3	750	6,62	9,85	0,196	0,037	1,30	14,0	1,6	67,20	1,98	0,37
> 357	17	4	500	—	11,00	—	1,17	13,0	3,0	—	—	9,72	12,1
Moyennes	—	3,5	599	6,33	10,25	0,173	0,035	1,17	12,8	2,6	62,79	1,56	0,31
II. SUCRIÈRES													
VILMORIN A													
N° 331	30 Septembre	4-5	680	14,70	20,30	—	0,65	6,9	4,2	72,42	—	3,20	10,6
> 333	18 Octobre	5-6	510	19,50	23,50	—	0,45	2,9	5,0	82,97	—	1,91	6,4
> 337	8 Novembre	5	490	19,17	26,20	0,224	0,067	0,60	4,5	73,16	0,85	0,25	2,29
> 338	8	5	375	17,62	26,35	0,238	0,072	0,40	4,5	66,86	0,90	0,27	7,5
> 354	17	5	350	—	22,75	—	0,50	2,4	3,5	—	—	2,19	4,8
> 355	17	5	470	19,35	24,65	0,144	0,064	0,40	2,5	3,5	78,49	0,58	0,25
Moyennes	—	5	476	18,06	23,82	0,202	0,067	0,50	3,8	4,2	74,78	0,77	0,26

ANNEE 1931	Date de l'analyse	Coloration	pétioles	racine	chair	Pour 100 grammes de pulpe fraîche		Pour 100 g. matière sèche		Pour 100 grammes de pulpe fraîche		Pour 100 g. matière sèche		
						Pour 100 grammes de pulpe fraîche		Pour 100 g. matière sèche		Pour 100 grammes de pulpe fraîche		Pour 100 g. matière sèche		
Annexe VASCULAIRES		Poids des racines en grammes		Sucre total en grammes		Azote soluble en grammes		Cendres en grammes		Azote soluble en grammes		Cendres en grammes		
I. HYBRIDES X VAURIAC	10 Nov.	jaune	3-4	675	13,85	19,50	—	0,55	8,3	4,0	71,02	—	2,82	
	» 340	rouge	4	445	14,10	20,30	—	0,32	4,0	5,0	69,45	—	1,57	
	» 341	jaune	6-7	570	16,90	20,90	0,157	0,056	5,6	3,6	80,86	0,75	3,58	
	» 342	rouge	4-5	265	13,15	21,20	0,156	0,063	5,72	5,1	67,37	0,73	7,4	
	» 343	jaune	5	850	16,13	19,40	0,169	0,049	3,88	5,0	31,14	0,87	3,39	
	» 344	rouge	4-5	500	16,30	19,00	—	0,052	0,80	9,5	3,5	85,78	—	0,25
	» 345	jaune	4-5	305	18,15	20,25	0,201	0,048	0,33	4,5	39,62	0,98	1,95	
Moyennes	—	—	4,6	515	15,51	20,07	0,170	0,053	0,55	6,0	3,7	77,41	0,84	1,13
		rouge	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		jaune	5	960	17,45	20,00	0,168	0,069	0,72	8,5	3,3	87,25	0,84	3,6
		rouge	5-6	390	14,93	18,25	0,170	0,060	0,55	6,8	3,2	79,20	0,90	2,91
		jaune	» 4-5	400	16,35	21,00	0,173	0,057	0,50	5,7	3,5	77,67	0,83	2,37
		rouge	4	790	15,91	20,85	—	0,40	2,5	3,8	76,25	—	1,91	1,15
		jaune	3-4	485	17,10	—	—	—	—	—	—	—	—	9,6
		rouge	» 3-4	550	14,20	19,80	0,202	0,060	0,52	7,0	3,2	71,71	1,02	—
		jaune	5	570	16,62	19,65	0,172	0,063	0,53	8,0	3,7	84,58	0,87	3,4
		rouge	5	625	14,58	20,50	0,196	0,063	0,55	8,0	4,0	71,12	0,95	2,68
Moyennes	—	—	4,6	500	15,89	20,10	0,180	0,062	0,58	6,6	3,5	78,25	0,90	12,1

ANNÉE 1931	Date de l'analyse	Coloration	pétioles racine	chair chair	Pour 100 grammes de pulpe fraîche		Pour 100 g. de mat. sèche		Pour 1 g. de cendres											
					Alcalinité des cendres	Alcalinité des cendres	Alcalinité des cendres	Alcalinité des cendres												
V. SUCRIÈRES																				
VILMORIN B.																				
No 358	22 Nov.	verts	blanche	blanche	4-5	24,5	24,00	0,330	0,077	0,60	4,5	4,7	—	1,37	0,32	2,50	7,5	10,0	13,3	
► 359	► 22 *	►	►	►	5-6	3,15	16,30	23,75	0,238	0,080	0,45	4,7	4,4	68,62	1,90	0,33	1,89	10,5	9,9	9,4
Moyennes	—	—	—	—	5	28,0	16,30	23,87	0,284	0,078	0,52	4,6	4,5	68,62	1,17	0,32	2,19	9,0	8,8	8,0
VI. HYBRIDES																				
SUCRIÈRE B X VAURIAC																				
No 360	22 Nov.	verts	jaune	blanche	4-5	18,5	19,38	22,05	—	0,30	3,0	4,0	87,89	—	—	—	—	—	—	—
► 361	► 22 *	►	►	►	5-6	3,65	16,90	20,00	0,209	0,075	0,45	4,4	4,2	84,50	1,045	0,375	2,25	9,7	9,4	9,4
► 362	► 22 *	►	►	►	5-6	9,10	17,00	20,15	0,204	0,067	0,50	6,8	4,2	84,36	1,010	0,330	2,48	13,7	13,7	8,0
Moyennes	—	—	—	—	5,3	4,86	17,76	20,73	0,206	0,071	0,41	4,7	4,1	85,58	1,027	0,352	2,03	11,1	10,2	—
VII. HYBRIDES																				
VAURIAC X SUCRIÈRE B																				
No 363	22 Nov.	verts	jaune	blanche	4-5	14,5	16,92	20,90	—	0,068	0,35	2,6	4,5	80,95	—	0,321	1,67	7,2	12,8	—
► 364	► 22 *	►	►	►	3-4	2,50	16,15	21,80	—	0,065	0,40	2,1	3,9	74,08	—	0,290	1,83	5,2	9,8	—
Moyennes	—	—	—	—	4	1,97	16,53	21,35	—	0,066	0,37	2,3	4,2	77,51	—	0,305	1,75	6,2	11,3	—

LES CARACTÈRES VÉGÉTATIFS

Les betteraves cultivées comme témoins se présentaient sous leur forme typique bien connue. Notre étude étant essentiellement d'ordre chimique, nous n'avons pas noté les caractères secondaires qui peuvent varier d'une racine à l'autre, même dans les races les mieux fixées. Pour la même raison, les caractères végétatifs des hybrides ont été indiqués très sommairement; nous nous sommes contenté de quelques traits indispensables pour donner à chaque racine une certaine individualité: coloration des pétioles, des racines et de leur chair.

En ce qui concerne la coloration des racines, nous insistons seulement sur ce fait que la couleur ne s'est pas toujours montrée dominante, même dans le croisement Vauriac \times sucrière. C'est ainsi que les hybrides n° 50 (1928, tabl. IV, p. 210), n° 361 et 363 (1931, tabl. VI, VII, p. 172) et tous les hybrides de 1929 (tabl. III et IV, p. 217) étaient blancs, il est vrai que la Vauriac ne renferme pas de pigment rouge, mais seulement un pigment jaune.

Nous nous sommes déjà expliqués au chapitre précédent (p. 156) sur le poids relativement faible des racines obtenues. On remarquera facilement que le poids moyen des hybrides est généralement supérieur à celui des sucrières pures.

A l'air, la pulpe de certaines racines gardait indéfiniment sa couleur naturelle. Dans d'autres cas, se développaient plus ou moins rapidement des teintes noires précédées ou non de teintes roses. Comme il fallait bien nous limiter, nous n'avons pas signalé ces réactions dues à des oxydases.

Mais il est un caractère végétatif que nous avons toujours noté avec le plus grand soin: la vascularisation. Le tableau suivant résume les résultats consignés en détail dans les tableaux généraux de chaque année. Chaque chiffre indique le nombre moyen d'anneaux vasculaires facilement discernables à l'œil nu.

Années	1928	1929	1930	1931	1932
Vauriacs	2,7	3,8	3,6	3,5	—
Géantes roses	—	—	—	—	3,0
Sucrières A	4,8	6,0	5,3	5,0	4,8
Sucrières B	—	—	4,5	5,0	—
Moyenne 1/2 (V + A) . .	3,75	4,9	4,45	4,25	—
Hybrides A \times V	4,6	5,5	4,7	4,6	—
Hybrides V \times A	4,0	6,0	—	4,6	—
Moyenne 1/2 (V + B) . .	—	—	4,05	4,25	—
Hybrides B \times V	—	—	5,00	5,3	—
Hybrides V \times B	—	—	—	4,0	—
Moyenne 1/2 (G + A) . .	—	—	—	—	3,9
Hybrides A \times G	—	—	—	—	4,2

Sauf dans un cas, celui des hybrides V \times B 1931, le nombre des anneaux des hybrides est toujours nettement supérieur à la moyenne des fourragères et des sucrières. Il lui arrive même d'être égal ou supérieur à celui des sucrières (V \times A 1929, B \times V 1930 et 1931).

LE SUCRE RÉDUCTEUR

Nous n'avons effectué le dosage du sucre réducteur qu'en 1928 et 1929. Le pourcentage était très faible dans tous les cas, et les chiffres obtenus pour les témoins et les hybrides si voisins les uns des autres que nous ne les avons pas fait figurer dans les tableaux, car ils ne permettent aucune conclusion ferme. L'étude comparative d'autres caractères présentant une bien plus grande netteté, nous n'avons pas poursuivi ces dosages. Dans la suite, nous nous sommes borné à vérifier par un essai approximatif que la proportion de réducteur renfermé dans les racines analysées restait inférieure à 0,40 %.

Il n'est d'ailleurs pas exact, ainsi que l'a montré H. Colin [18], qu'en toutes circonstances les betteraves fourragères renferment notablement plus de sucre réducteur que les sucrières. Cela se voit surtout quand elles prennent un développement considérable et présentent des parenchymes énormes, ce qui était loin d'être notre cas (1).

LE SUCRE TOTAL

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

Années	pour 100 poids frais					pour 100 poids sec			
	1928	1929	1930	1931	1932	1929	1930	1931	1932
Vauriacs	7,44	7,93	5,37	6,33	—	64,98	58,38	62,79	—
Géantes roses	—	—	—	—	7,71	—	—	—	69,27
Sucrières A	17,31	18,52	16,37	18,06	16,85	78,84	74,66	74,78	75,63
Sucrières B	—	—	16,42	16,30	—	—	75,57	68,62	—
Moyenne 1/2 (V + A) .	12,35	13,22	10,87	12,19	—	71,91	66,52	68,78	—
Hybrides A \times V	14,32	16,32	12,44	15,51	—	74,99	69,52	77,41	—
Hybrides V \times A	15,56	18,27	—	15,89	—	81,49	—	78,25	—
Moyenne 1/2 (V + B) .	—	—	10,84	11,31	—	—	66,97	65,70	—
Hybrides B \times V	—	—	14,66	17,76	—	—	77,84	85,58	—
Hybrides V \times B	—	—	—	16,53	—	—	—	77,51	—
Moyenne 1/2 (G + A) .	—	—	—	—	12,28	—	—	—	72,45
Hybrides A \times G	—	—	—	—	13,38	—	—	—	77,17

Ces chiffres suggèrent les conclusions suivantes :

1° Que l'on considère les résultats rapportés au poids frais ou au poids sec, la richesse saccharine des hybrides dépasse toujours la moyenne des richesses des témoins, parfois d'assez peu (A \times G 1932, poids frais), souvent de beaucoup (V \times A 1928, 1929, 1931; B \times V 1930); il lui arrive même de dépasser la richesse des sucrières pures (B \times V et V \times B 1931).

Le caractère sucre s'affirme donc plus ou moins nettement, mais dans tous les cas. On peut dire que ce caractère soumis à des fluctuations même chez les races pures est chez les hybrides relativement dominant : telle

(1) On sait que le pH des parenchymes est inférieur à celui des régions vascularisées, donc plus favorable à une certaine hydrolyse du saccharose.

est la première conclusion imposée par des expériences d'hybridation conduites durant 5 ans selon la même rigoureuse méthode.

2^o Si l'on compare la teneur en sucre des hybrides à celle de leurs parents (voir tableau, p. 169), on remarquera que celle-là semble assez indépendante de celle-ci. La descendance ($A \times V$ et $V \times A$ 1928) de la sucrière la plus riche (19 p. 100) que nous ayons employée comme parent (A 1927) est loin d'être la plus riche en sucre. La comparaison des hybrides $A \times V$ et $V \times A$ 1931, d'une part, et $B \times V$ et $V \times B$ 1931, d'autre part, est plus instructive encore, car toutes ces racines se sont développées exactement dans les mêmes conditions atmosphériques. Or, les plus riches descendent d'une sucrière B moins riche que la sucrière A employée comme parent en 1930. On peut enfin remarquer que, cette même année, la faible teneur en sucre (3,1, p. 100) de la Vauriac n'a pas diminué la richesse saccharine des hybrides qu'elle a fournis et qui furent analysés en 1931.

3^o Si l'on compare entre eux les hybrides $A \times V$ et $V \times A$ de 1928, 1929 et 1931, on note que les hybrides $V \times A$ sont toujours plus riches que les hybrides $A \times V$ de la même année.

Or, chaque année, ces deux séries d'hybrides provenaient des mêmes parents et se trouvaient exactement dans les mêmes conditions de développement. Il semble donc qu'il n'y a pas exacte réciprocité entre les deux croisements (1). Rappelons à ce propos que nous n'avons rencontré d'insuccès dans l'hybridation que dans le sens $V \times A$.

Les résultats concernant les hybrides $V \times B$ et $B \times V$ sont trop peu nombreux pour que leur comparaison soit possible.

4^o Si l'on compare les chiffres du sucre total et ceux de la vascularisation, on peut affirmer que, en première génération, il y a un parallélisme très net entre la richesse saccharine et le nombre d'anneaux vasculaires.

Il serait évidemment chimérique de vouloir établir entre ces deux caractères une proportionnalité parfaite que l'on ne rencontre même pas dans les races pures, à cause des inévitables fluctuations. C'est ainsi que, malgré leur structure peu serrée, les hybrides $B \times V$ 1931 renferment 16,53 de sucre. On peut toutefois noter que les racines les plus vascularisées ($V \times A$ 1929 et $B \times V$ 1931) se trouvent être aussi les plus riches.

LA RICHESSE SACCHARINE ET LA STRUCTURE DES JEUNES RACINES.

On sait que les betteraves s'affirment de très bonne heure par leur teneur en sucre comme fourragères ou comme sucrières (voir H. Colin, [18]). Il n'était pas sans intérêt de rechercher quel était, de ce point de vue, le comportement des jeunes racines hybrides.

En 1929, nous avons effectué de nombreuses analyses de racines de fourragères et de sucrières dont le poids variait de 1 décigramme à 1,5 gramme. Ces dosages nous ont montré que la différence de richesse saccharine est déjà très accentuée pour des racines d'un poids moyen de 5 décigrammes.

(1) Blaringhem, Bridel et M^{me} Bourdouil [10] ont récemment signalé un fait analogue chez certains pois : les graines hybrides diffèrent selon le sens du croisement.

Mettant à profit cette observation, nous avons les années suivantes analysé des hybrides et des témoins. Les moyennes des résultats sont consignées dans le tableau suivant :

Années	Poids moyen des racines en centigrammes			Sucre total % de pulpe fraîche		
	1930	1931	1932	1930	1931	1932
Vauriacs	55	70	—	2,0	1,5	—
Géantes roses	—	—	65	—	—	2,5
Sucrières A	50	56	65	5,6	4,3	6,0
Sucrières B	85	47	—	7,9	3,5	—
Hybrides A \times V	75	75	—	3,5	4,0	—
Hybrides V \times A	—	50	—	—	3,0	—
Hybrides B \times V	60	100	—	4,5	3,3	—
Hybrides V \times B	—	140	—	—	6,3	—
Hybrides A \times G	—	—	85	—	—	6,1

Ces chiffres prouvent suffisamment que la richesse saccharine des hybrides s'affirme de très bonne heure.

Le graphique de la figure 1 met en évidence le même fait. Il représente les résultats trouvés pour quelques racines de poids compris entre 1 et 1,5 gramme. On a porté en abscisses le poids des racines, en ordonnées leur teneur en sucre. Chaque racine est représentée par le point du plan qui correspond à sa richesse et à son poids.

On peut conclure que les jeunes racines hybrides, comme les racines adultes, se rapprochent franchement des sucrières quant à leur teneur en sucre.

La richesse saccharine est-elle, dès le début, associée à une structure différente ? Il ne le semble pas. Déjà, Geschwind [30] avait remarqué qu'il n'y a pas de différence anatomique entre une fourragère et une sucrière, au premier stade de leur développement. Toutes les coupes que nous avons faites de jeunes racines (témoins et hybrides) nous ont conduit à la même conclusion. C'est seulement au moment de l'apparition des formations tertiaires que les racines plus riches commencent à se distinguer nettement par leur plus grand nombre d'assises surnuméraires. La différenciation chimique est bien antérieure.

Y a-t-il entre les caractères chimiques des racines et leur cytologie des relations constantes ? Reprenant les travaux de Matthysen [54] qui avaient fixé par erreur à 8 le nombre des chromosomes, Winge, van Heel, Kuzmina (voir l'ensemble de la question dans Prywer [70]) ont nettement établi que le nombre haploïde est 9 chez les betteraves cultivées comme chez *Beta maritima*. Les hybrides présentent-ils du point de vue chromosomal quelque particularité intéressante, comme le font beaucoup d'hybrides ? Nous avons amorcé sur ce sujet des recherches qui ne rentrent pas dans le cadre de cette thèse et pourront faire l'objet d'une publication ultérieure, lorsque nous les aurons complétées.

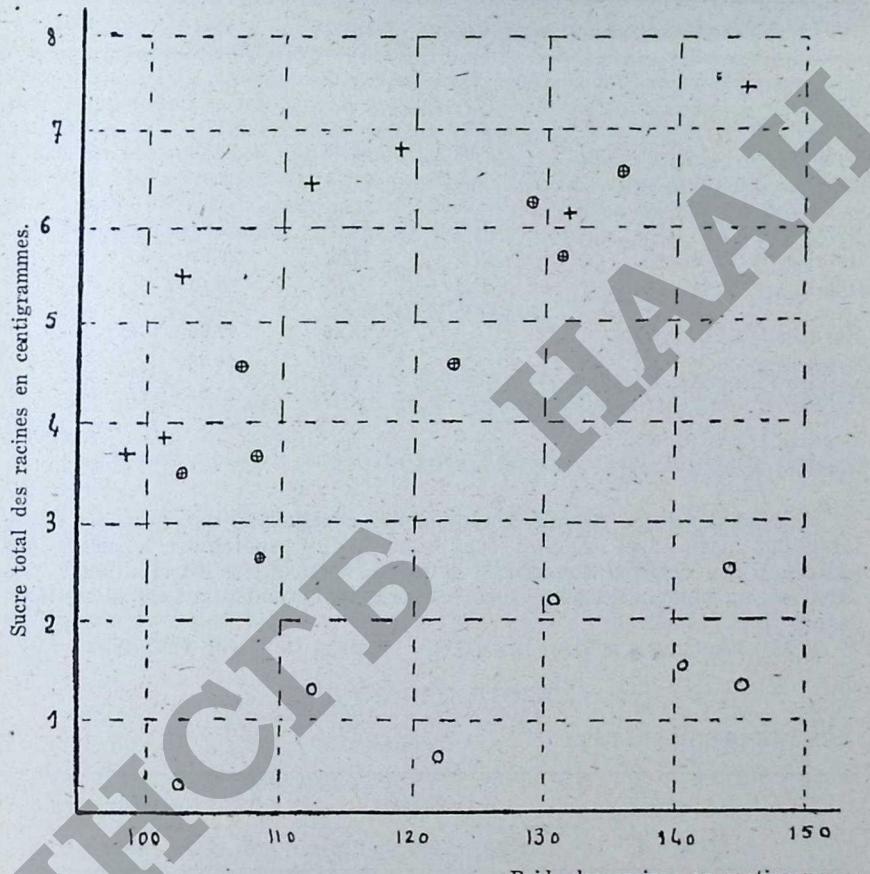


Fig. 1. — Sucre total dans les jeunes racines. { ○ Fourragères.
+ Sucrières.
⊗ Hybrides.

LA MATIÈRE SÈCHE.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

Années	1929	1930	1931	1932
Vauriaes	12,2	9,17	10,25	—
Géantes rosées	—	—	—	11,39
Sucrières A	23,5	21,96	23,82	22,30
Sucrières B	—	21,73	23,87	—
Moyenne 1/2 (V + A) . . .	17,8	15,56	17,03	—
Hybrides A × V	21,8	17,88	20,07	—
Hybrides V × A	22,4	—	20,10	—
Moyenne 1/2 (V + B) . . .	—	15,45	17,06	—
Hybrides B × V	—	18,80	20,73	—
Hybrides V × B	—	—	21,35	—
Moyenne 1/2 (G + A) . . .	—	—	—	16,84
Hybrides A × G	—	—	—	17,83

La lecture de ce résumé conduit à des conclusions que nous ne développerons pas, parce qu'elles sont tout à fait analogues à celles qui résultent des chiffres concernant le sucre total. Ce n'est d'ailleurs pas sans raison, puisque le sucre forme le principal constituant de la matière sèche.

L'AZOTE ORGANIQUE.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

Années	% poids frais			% poids sec		
	1929	1930	1931	1929	1930	1931
Vauriaes	0,265	0,152	0,173	2,17	1,66	1,56
Sucrières A	0,192	0,236	0,202	0,81	1,08	0,77
Sucrières B	—	0,195	0,284	—	0,86	1,17
Moyenne 1/2 (V + A) . . .	0,227	0,194	0,187	1,49	1,37	1,16
Hybrides A × V	0,262	0,229	0,170	1,20	1,26	0,84
Hybrides V × A	0,284	—	0,180	1,08	—	0,90
Moyenne 1/2 (V + B) . . .	—	0,173	0,228	—	1,26	1,36
Hybrides B × V	—	0,201	0,206	—	1,09	1,02

L'interprétation des chiffres rapportés au poids frais est difficile. Ce sont tantôt les fourragères, tantôt les sucrières qui se montrent plus

riches. Les hybrides présentent des teneurs intermédiaires situées au-dessus ou au-dessous de la moyenne. Nous retrouvons dans ces chiffres la complexité des résultats signalés par les auteurs. Nous les mettrons cependant à profit dans la suite en les confrontant avec les chiffres fournis par les dosages d'azote total, insoluble et aminé.

Si l'on considère les résultats rapportés au poids sec, on constate que les Vauriacs sont d'ordinaire deux fois plus riches en azote organique que les sucrières. La teneur des hybrides est toujours inférieure à la moyenne des témoins et se rapproche parfois beaucoup de la teneur de sucrières pures ($A \times V$ 1931) ou lui est même inférieure ($B \times V$ 1931). Autrement dit, pour élaborer une même quantité de sucre, constituant principal de la matière sèche surtout chez les sucrières, celles-ci utilisent deux ou trois fois moins d'azote organique que les fourragères et, sur ce point, les hybrides se rapprochent nettement des sucrières.

L'AZOTE TOTAL

Rapportés au poids sec, les résultats concernant l'azote total ne feraient que confirmer et accentuer les conclusions relatives à l'azote organique.

Rapportés au poids frais, ils présenteraient même difficulté d'interprétation.

Pour cette double raison, nous ne les avons pas fait figurer dans les tableaux généraux.

Leur intérêt est d'un autre ordre. Si de l'azote total on retranche l'azote organique, on obtient l'azote minéral et l'on peut calculer dans les divers cas le rapport de l'azote minéral à l'azote organique. C'est ce que nous avons fait pour un certain nombre de racines des années 1930 et 1931 :

Vauriacs n°s 225, 228, 249, 250, 335, 336;
Sucreries A n°s 224, 235, 338, 355;
Sucreries B n°s 226, 236, 359;
Hybrides A \times V n°s 242, 248, 341, 342, 345;
Hybrides V \times A n°s 346, 347, 348, 352;
Hybrides B \times V n°s 227, 229, 361, 362.

Chez les Vauriacs, la teneur moyenne en azote minéral est de 0,040 %, ce qui est beaucoup, mais encore loin des chiffres trouvés pour certaines fourragères (voir André [2]). Le rapport de l'azote minéral à l'azote organique vaut environ un quart.

Chez les sucrières, il n'y a parfois que des traces d'azote minéral, dont le pourcentage moyen est inférieur à 0,01. Le rapport de l'azote minéral à l'azote organique vaut environ un vingtième.

Chez les hybrides, le pourcentage moyen de l'azote minéral est de 0,017; le rapport de l'azote minéral à l'azote organique atteint à peine un dixième. De ce double point de vue, les hybrides sont donc plus voisins des sucrières que des fourragères.

L'AZOTE INSOLUBLE.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

Années	% poids frais			% poids sec		
	1930	1931	1932	1930	1931	1932
Vauriacs	0,044	0,035	—	0,45	0,31	—
Géantes roses	—	—	0,038	—	—	0,34
Sucrières A	0,078	0,067	0,069	0,36	0,26	0,31
Sucrières B	0,086	0,078	—	0,37	0,32	—
Moyenne 1/2 (V + A) . .	0,061	0,051	—	0,40	0,28	—
Hybrides A × V	0,085	0,053	—	0,47	0,26	—
Hybrides V × A	—	0,062	—	—	0,30	—
Moyenne 1/2 (V + B) . .	0,065	0,056	—	0,41	0,31	—
Hybrides B × V	0,082	0,071	—	0,44	0,35	—
Moyenne 1/2 (G + A) . .	—	—	0,053	—	—	0,32
Hybrides A × G	—	—	0,052	—	—	0,31

Résultats rapportés au poids frais. — Les sucrières renferment environ deux fois plus d'azote insoluble que les fourragères. Sur ce point encore, les hybrides se rapprochent franchement des sucrières, sauf les A × G, dont la teneur en azote insoluble reste au voisinage de la moyenne des témoins. Nous avons dit plus haut (p. 174) qu'il en allait de même pour la richesse saccharine de ces hybrides.

D'une façon générale, les tissus des sucrières et des hybrides sont plus riches en protéines.

Résultats rapportés au poids sec. — Les chiffres deviennent très voisins les uns des autres. On peut toutefois remarquer que la majorité des hybrides (A × V 1930, V × A 1931, B × V 1930 et 1931) exigent un peu plus d'azote insoluble que les sucrières pour élaborer un même poids de substance sèche, donc, à fortiori, pour élaborer un même poids de sucre. Mais l'intérêt principal de ces résultats réside justement dans ce fait qu'ils sont presque uniformes. A la même quantité de matière sèche correspond à peu près dans toutes les racines la même quantité d'azote insoluble. Or, nous avons vu antérieurement qu'il n'en va pas de même pour l'azote organique : les fourragères en renferment bien plus que les sucrières, les hybrides, ordinairement un peu plus. Nous pouvons maintenant affirmer que ces gains d'azote ne proviennent pas principalement de l'azote insoluble, ils ne peuvent s'expliquer que par une plus grande richesse en azote soluble, c'est ce que vont confirmer les résultats suivants.

L'AZOTE AMINÉ.

Le dosage de l'azote aminé a été effectué en 1929.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS exprimés en cm³ de soude N/5.

	% poids frais	% poids sec
Vauriacs	15,3	128,7
Sucrières A	6,7	28,8
Moyenne 1/2 (V + A) . .	11,0	78,7
Hybrides A × V	12,2	56,2
Hybrides V × A	9,2	41,2

Résultats rapportés au poids frais. — La teneur en azote aminé des hybrides est à peu près égale à la moyenne des témoins, un peu plus forte dans le cas $A \times V$, plus faible dans le cas $V \times A$. Ce dernier hybride se rapproche donc davantage des sucrières pures par sa teneur en azote aminé, comme par sa richesse en sucre.

D'une manière générale, les fourragères, moins riches en azote insoluble, le sont beaucoup plus en azote soluble. C'est l'inverse chez les sucrières, et cela est d'ailleurs conforme à tout ce que les auteurs nous apprennent du chimisme de la betterave.

Quant aux hybrides, ils offrent des pourcentages intermédiaires plus voisins de ceux des sucrières. Dans les divers cas, une sorte d'équilibre s'établit entre l'azote soluble et l'azote insoluble. Ces résultats et leurs inévitables oscillations, selon les circonstances et les années, corroborent bien ce que nous avons constaté plus haut au sujet de la teneur en azote organique.

Résultats rapportés au poids sec. — Le contingent d'azote aminé des hybrides est inférieur à la moyenne des témoins, plus nettement dans le cas de l'hybride $V \times A$.

Ces chiffres confirment ce que nous avons déjà indiqué au sujet de l'azote insoluble. Chez les fourragères, la plus haute teneur de la matière sèche en azote organique est nettement imputable, non aux protéines, mais à l'azote soluble, dont la forte proportion rend négligeables les faibles variations de l'azote insoluble. Il en va à peu près de même chez les hybrides, dans la mesure restreinte où ils se montrent plus riches en azote organique que les sucrières. La minime augmentation d'azote insoluble que nous avons signalée chez la plupart d'entre eux disparaît devant l'augmentation de l'azote aminé.

LES CENDRES.

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

Années	% poids frais				% poids sec			
	1929	1930	1931	1932	1929	1930	1931	1932
Vauriacs.	1,00	1,11	1,17	—	8,15	12,22	11,55	—
Géantes roses.	—	—	—	0,96	—	—	—	8,86
Sucrières A	0,47	0,68	0,50	0,62	2,01	3,09	2,12	2,84
Sucrières B	—	0,76	0,52	—	—	3,53	2,19	—
Moyenne 1/2 (V + A)	0,73	0,89	0,83	—	5,08	7,65	6,83	—
Hybrides A \times V	0,52	0,98	0,55	—	2,41	5,52	2,75	—
Hybrides V \times A	0,88	—	0,58	—	1,74	—	2,68	—
Moyenne 1/2 (V + B)	—	0,93	0,84	—	—	7,87	6,87	—
Hybrides B \times V	—	0,77	0,41	—	—	4,12	2,03	—
Hybrides V \times B	—	—	0,37	—	—	—	1,75	—
Moyenne 1/2 (G + A)	—	—	—	0,79	—	—	—	5,85
Hybrides A \times G	—	—	—	0,69	—	—	—	4,13

Résultats rapportés au poids frais. — Dans un seul cas ($A \times V$ 1930), la teneur en cendres des hybrides se montre supérieure à la moyenne

des témoins; dans tous les autres, elle lui est nettement inférieure et se rapproche beaucoup de la teneur des sucrières. Certaines racines, dont nous avons déjà signalé la haute richesse saccharine ($V \times A$ 1929, $B \times V$ et $V \times B$ 1931), renferment même moins de cendres que les sucrières correspondantes.

Résultats rapportés au poids sec. — Le pourcentage des hybrides est toujours au-dessous de la moyenne. Il est spécialement faible et inférieur à celui des meilleures sucrières pour $V \times A$ 1929 et $V \times B$ 1931.

L'ALCALINITÉ SOLUBLE DES CENDRES.

RESUME DES RÉSULTATS exprimés en cm³ de soude normale.

Années	% poids frais			p. 1 g. cendres		
	1930	1931	1932	1930	1931	1932
Vauriacs	13,2	12,8	—	11,8	11,1	—
Géantes roses	—	—	9,1	—	—	9,3
Sucrières A	6,8	3,8	6,4	10,2	7,1	9,9
Sucrières B	6,6	4,6	—	8,6	9,0	—
Moyenne 1/2 ($V + A$)	10,0	8,3	—	11,0	9,1	—
Hybrides $A \times V$	10,3	6,0	—	10,3	11,4	—
Hybrides $V \times A$	—	6,6	—	—	12,1	—
Moyenne 1/2 ($V + B$)	9,9	8,7	—	10,2	10,0	—
Hybrides $B \times V$	9,6	4,7	—	12,4	11,1	—
Hybrides $V \times B$	—	2,3	—	—	6,2	—
Moyenne 1/2 ($G + A$)	—	—	7,7	—	—	9,6
Hybrides $A \times G$	—	—	6,2	—	—	9,2

Résultats rapportés au poids frais. — Les hybrides se montrent franchement moins riches en bases solubles que les fourragères, donc plus voisins des sucrières, y compris les hybrides $G \times A$ 1932 qui, sur d'autres points, nous l'avons vu, ne s'affirment pas aussi nettement. Les hybrides $V \times B$ 1931 se signalent par leur chiffre très bas, qui correspond bien à leur teneur exceptionnellement faible en cendres.

Nous n'avons pas consigné les résultats relatifs au poids sec, afin de ne pas surcharger nos tableaux. Il est d'ailleurs facile d'en obtenir une valeur approximative en multipliant les résultats relatifs au poids frais par 10 dans le cas des fourragères, par 5 dans le cas des sucrières et des hybrides. Ce calcul exagère considérablement les différences entre sucrières et fourragères et rapproche plus nettement encore les hybrides des sucrières.

Résultats rapportés à 1 gramme de cendres. — La teneur des sucrières est généralement un peu inférieure à celle des fourragères. Sauf dans un cas ($V \times B$ 1931), où elle est très faible, celle des hybrides est ordinairement supérieure à la moyenne des témoins et parfois à celle des fourragères elles-mêmes. Il est vraiment difficile de tirer une conclusion ferme de l'ensemble des résultats.

L'ALCALINITE INSOLUBLE DES CENDRES.

RÉSUMÉ DES RESULTATS exprimés en cm³ de soude normale.

	% poids frais			p. 1 g. cendres		
	1930	1931	1932	1930	1931	1932
Vauriacs	2,0	2,6	—	1,7	2,3	—
Géantes roses	—	—	2,6	—	—	2,7
Sucrières A	4,7	4,2	3,8	7,0	8,7	6,5
Sucrières B	4,4	4,5	—	5,8	5,8	—
Moyenne 1/2 (V + A)	3,3	3,4	—	4,3	5,5	—
Hybrides A × V	3,7	3,7	—	3,7	7,9	—
Hybrides V × A	—	3,5	—	—	6,6	—
Moyenne 1/2 (V + B)	3,2	3,5	—	3,7	5,5	—
Hybrides B × V	3,4	4,1	—	4,4	10,2	—
Hybrides V × B	—	4,2	—	—	11,3	—
Moyenne 1/2 (G + A)	—	—	3,2	—	—	4,6
Hybrides A × G	—	—	3,3	—	—	4,8

Résultats rapportés au poids frais. — La richesse en bases insolubles s'affirme chez les hybrides, spécialement dans le cas des B × V et des V × B 1931. Le dosage de la chaux et de la magnésie confirmera cette conclusion.

Le calcul approximatif que nous avons indiqué à propos de l'alcalinité soluble montrerait que les chiffres rapportés au poids sec sont voisins les uns des autres pour toutes les catégories de racines.

Résultats rapportés à 1 gramme de cendres. — Le contingent des bases insolubles est nettement plus élevé chez les hybrides, comme chez les sucrières. La netteté de ces résultats s'oppose aux fluctuations que nous avons rencontrées à propos de l'alcalinité soluble. Les hybrides V × B 1931, dont nous avons déjà souligné la grande pauvreté en alcalis solubles, se distinguent par leur forte teneur en bases insolubles.

LES CHLORURES DES CENDRES.

Dans les dosages que nous avons effectués sur les cendres des diverses racines, nous avons toujours constaté que la quantité de chlore est inversement proportionnelle à la quantité de bases insolubles. Nous n'en avons jamais trouvé plus de 0,01 % de substance fraîche chez les sucrières. Quelques-unes n'en renferment que des traces. Il en va de même chez certaines racines hybrides; d'autres en contiennent deux ou trois fois plus. Les fourragères au moins cinq fois plus.

Il semble qu'une remarque analogue pourrait être formulée au sujet de la silice, d'après les observations que nous avons faites en l'éliminant avant le dosage de la chaux et de la magnésie.

LA CHAUX ET LA MAGNÉSIE DES CENDRES.

Nous avons dosé la chaux et la magnésie dans les cendres d'un certain nombre de racines de 1930 à 1932. Le détail des résultats figure dans le tableau de la page 185.

Les chiffres qui expriment la somme $\text{CaO} + \text{MgO}$ et ceux que nous avons trouvés pour l'alcalinité insoluble dans 1 gramme de cendres se contrôlent mutuellement. Si l'on prend, par exemple, les cas où la teneur en $\text{CaO} + \text{MgO}$ est particulièrement forte ($A \times V$ n° 345 et $B \times V$ n° 361), on constate, en se reportant aux tableaux annuels correspondants (année 1931, tableaux III et VI, pp. 171 et 172), que le chiffre d'alcalinité insoluble est lui-même très élevé. Si l'on exprime les quantités de chaux et de magnésie en centimètres cubes de liqueur alcaline normale, on doit obtenir — et on obtient en fait — un chiffre voisin de celui qui figure dans le dosage de l'alcalinité insoluble. Les faibles écarts que l'on constate s'expliquent aisément, puisque le magnésium et le calcium qui salissent la première fonction acide de $\text{PO}_4^{\text{H}^3}$ échappent au dosage de l'alcalinité insoluble. Par contre, le chiffre de ce dernier dosage peut être relevé par la présence de quantités appréciables de fer ou d'aluminium, dans certaines cendres de fourragères spécialement. Les deux résultats ne peuvent donc se correspondre rigoureusement.

Quant aux résultats moyens, ils suggèrent les conclusions suivantes :

1^o Les quantités de chaux et de magnésie contenues dans les sucrières et les hybrides sont de même ordre, toujours supérieures à celles que l'on rencontre dans les fourragères. La chose est évidente sur les résultats rapportés à 100 grammes de substance fraîche, plus évidente encore si l'on considère la composition de 1 g. de cendres. Les deux bases alcalino-terreuses ne constituent que le vingtième des cendres des fourragères, tandis que leur proportion est comprise entre un et deux dixièmes chez les sucrières et les hybrides. Il existe donc une relation entre les quantités de sucre, de chaux et de magnésie renfermées dans une betterave. Ordinairement indiscernable entre les racines d'une même catégorie (1), cette relation apparaît nettement sur les moyennes fournies par les différentes sortes de betteraves.

Nous avons dit que l'azote insoluble était lui aussi plus abondant chez les hybrides, comme chez les sucrières. Il convient d'insister sur cette autre proportionnalité nettement établie par les moyennes entre l'azote insoluble, la chaux et la magnésie. Tous les résultats établissent que, dans les tissus riches en protéines, l'augmentation de la teneur en magnésium est au moins égale, si non supérieure à celle du calcium.

2^o Valeur du rapport CaO/MgO . — Des analyses portant sur des quantités considérables de betteraves dues à Müntz et Girard [61], plus récemment à Lagatu [46], donnent, à ce rapport, des valeurs inférieures à un chez les sucrières, voisines de un chez les fourragères. Nous avons trouvé des résultats analogues et pour les hybrides des chiffres voisins de ceux des sucrières, sauf pour les hybrides $A \times G$. Il en résulte que, cette exception mise à part, la valeur du rapport CaO/MgO semble bien être en raison inverse de la teneur en sucre. Elle est particulièrement

(1) Elle le devient dans les cas extrêmes. Signalons, par exemple :

Les Vauriaxes n°s 335 et 404, la géante rose n° 408, plus riches en $\text{CaO} + \text{MgO}$, mais qui étaient aussi plus riches en sucre.

La sucrière A n° 337, l'hybride $A \times V$ n° 345, particulièrement riches en $\text{CaO} + \text{MgO}$ et en sucre.

La sucrière A n° 410, les hybrides $A \times V$ n° 242, $B \times V$ n° 229, relativement pauvres en $\text{CaO} + \text{MgO}$ et en sucre.

		Dans les cendres fournies par 100 g. du poids frais		Ca O/Mg O	Ca O + Mg O dans 1 g. de cendres
		Ca O	Mg O		
Vauriac	N° 228 . .	0,0196	0,0172	1,13	0,0387
	249 . .	203	219	0,92	366
	335 . .	252	282	0,89	508
	336 . .	240	200	1,20	381
	356 . .	206	214	0,96	322
	357 . .	280	232	1,20	437
	414 . .	276	310	0,89	527
Moyennes		0,0236	0,0232	1,03	0,0418
Géante rose	N° 408 . .	0,0313	0,0360	0,86	0,0791
	411 . .	196	252	0,77	389
Moyennes		0,0254	0,0306	0,81	0,0590
Sucrière A	N° 247 . .	0,0399	0,0640	0,62	0,1480
	337 . .	448	600	0,74	1746
	354 . .	313	496	0,63	1618
	405 . .	426	522	0,81	1264
	410 . .	340	310	1,09	1181
	Moyennes	0,0385	0,0513	0,78	0,1458
Sucrière B	N° 260 . .	0,0420	0,0528	0,79	0,1264
	358 . .	439	700	0,62	1898
	359 . .	462	—	—	—
	412 . .	294	618	0,48	1381
Moyennes		0,0404	0,0615	0,63	0,1514
Hybride A × V	N° 242 . .	0,0371	0,0542	0,68	0,0830
	341 . .	330	484	0,68	1085
	342 . .	386	462	0,83	1177
	343 . .	294	—	—	—
	345 . .	364	492	0,73	2445
	Moyennes	0,0349	0,0495	0,73	0,1384
Hybride V × A	N° 346 . .	0,0358	0,0440	0,81	0,1108
	348 . .	355	382	0,92	1474
	352 . .	355	482	0,73	1579
	Moyennes	0,0356	0,0434	0,82	0,1387
Hybride B × V	N° 229 . .	0,0350	0,0450	0,77	0,0800
	361 . .	271	666	0,40	2080
	362 . .	299	616	0,48	1830
	Moyennes	0,0307	0,0577	0,55	0,1570
Hybride A × G	N° 399 . .	0,0283	0,0336	0,81	0,1190
	402 . .	650	476	1,36	1324
	403 . .	390	340	1,14	1123
	416 . .	420	336	1,25	0945
	Moyennes	0,0435	0,0372	1,14	0,1145

faible dans le cas des hybrides $B \times V$, dont nous avons antérieurement remarqué la haute richesse saccharine et la très faible teneur en cendres.

NOTE SUR QUELQUES RACINES CULTIVÉES
EN PLEINE CAMPAGNE.

En 1929, nous avons cultivé quelques hybrides et quelques témoins en pleine campagne (voir Appendice, pp. 215, 216, 217). Les racines se distinguent par leur poids notamment plus élevé. Les autres résultats étant trop fragmentaires, nous n'envisagerons que la richesse saccharine, qui représente d'ailleurs la variable la plus intéressante au point de vue pratique.

	Poids moyen en g.	Sucre total	
		% poids frais	% poids sec
Vauriacs	1.300	4,49	54,23
Sucrières A	726	13,49	77,02
Moyenne 1/2 (V + A)	—	8,99	65,82
Hybrides $V \times A$	1.320	12,33	77,95

Toutes les teneurs en sucre se trouvent diminuées par rapport à celles des racines cultivées en jardin, mais les hybrides se montrent nettement voisins des sucrières. Il est vrai que ce sont des hybrides $V \times A$, dont la richesse saccharine s'affirme plus facilement que celle des $A \times V$. Effectuées sur des betteraves cultivées en pleine campagne, toutes nos analyses nous auraient conduit à des conclusions analogues à celles qui se dégagent de nos essais effectués sur des racines cultivées en jardin. Les divers résultats se seraient trouvés multipliés par un même coefficient et auraient gardé les mêmes valeurs relatives.

CONCLUSIONS.

Nous allons d'abord dégager les conclusions relatives aux hybrides de Vauriac et de sucrière A, qui sont appuyées par les expériences les plus nombreuses et les plus variées. Puis nous traiterons des autres hybrides surtout par comparaison.

I. — HYBRIDES DE VAURIAC ET DE SUCRIÈRE A.

1. — Le sucre.

a) Le caractère sucre s'affirme chez les deux hybrides $V \times A$ et $A \times V$ d'une façon qui les rapproche franchement des sucrières,

b) et qui paraît assez indépendante des fluctuations accidentelles qu'ont pu présenter les parents.

c) Par contre, la richesse saccharine ne semble pas indépendante du sens du croisement : dans les mêmes conditions, elle est toujours plus grande chez l'hybride V \times A (fig. 2, p. 188).

d) Les jeunes racines elles-mêmes présentent une teneur en sucre qui rappelle celle des sucrières typiques.

2. — La vascularisation.

a) La richesse saccharine est corrélative chez les racines adultes d'une vascularisation serrée.

b) On ne peut cependant pas établir entre ces deux caractères une proportionnalité rigoureuse, car l'hybride le plus riche n'a pas nécessairement la structure la plus serrée (fig. 3) et, chez les jeunes racines, la différenciation chimique précède la différenciation anatomique.

3. — Caractères chimiques autres que le sucre.

a) Un certain nombre de caractères chimiques sont si voisins chez les parents, ou y présentent de telles variations individuelles, qu'il est impossible de dégager des conclusions fermes en ce qui concerne les hybrides. Ce sont :

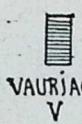
- Le sucre réducteur (du moins, dans les conditions de nos essais) ;
- L'azote total et l'azote organique rapportés au poids frais ;
- L'azote insoluble rapporté au poids sec ;
- L'alcalinité soluble des cendres rapportée à 1 gramme de cendres.

b) D'autres caractères nettement distincts chez les parents présentent un comportement analogue à celui du sucre et rapprochent donc les hybrides des sucrières. Ce sont :

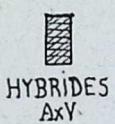
- La matière sèche (fig. 4) ;
- L'azote organique (fig. 5) et l'azote total rapportés au poids sec ;
- L'azote minéral rapporté au poids frais ou sec ;
- L'azote insoluble rapporté au poids frais (fig. 6) ;
- L'azote aminé rapporté au poids frais (fig. 7) ou sec ;
- Le poids des cendres rapporté au poids frais (fig. 8) ou sec ;
- Le chlore rapporté au poids frais ou sec ;
- L'alcalinité soluble des cendres rapportée au poids frais (fig. 9) ;
- L'alcalinité insoluble des cendres rapportée au poids frais (fig. 10) ou à 1 gramme de cendres ;
- La chaux et la magnésie rapportées au poids frais ou à 1 gramme de cendres (fig. 11) ;
- Le rapport CaO/MgO.

Afin de bien justifier ces conclusions, on a représenté par des schémas la plupart des résultats qui les appuient. Ces schémas ont été établis d'après les moyennes de nos diverses analyses, à l'exclusion de celles de l'année 1930, qui ne comportaient pas de résultats pour le produit V \times A. Ils montrent non seulement que d'une façon générale les caractères représentés ont chez les hybrides un comportement analogue à celui du sucre, mais encore que le produit V \times A est toujours plus proche des sucrières,

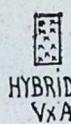
LEGENDE



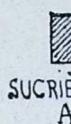
VAURJACS
V



HYBRIDES
AxV



HYBRIDES
Vxa



SUCRIERES
A

LE TRAIT EN POINTILLE INDIQUE LA MOYENNE $\frac{V+A}{2}$

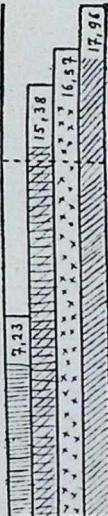


FIG.2_SUCRE
TOTAL
p.100 P. FRAIS



FIG.3_NOMBRE
D'ANNEAUX
VASCULAIRES
p.100 P. FRAIS

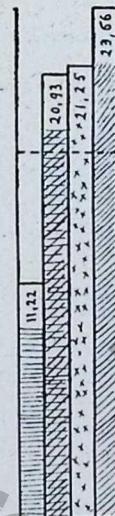


FIG.4_MATIERE
SECHE
p.100 P. FRAIS

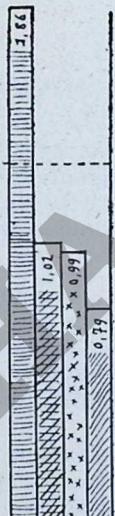


FIG.5_AZOTE
ORGANIQUE
p.100 P. SEC

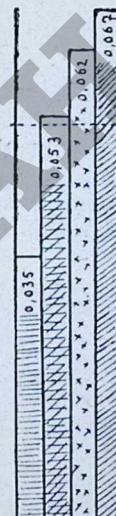


FIG.6_AZOTE
INSOLUBLE
p.100 P. FRAIS

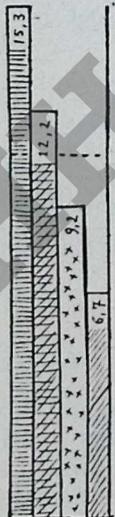


FIG.7_AZOTE
AMINE
p.100 P. FRAIS
(EN CM3 SOL. N/5)

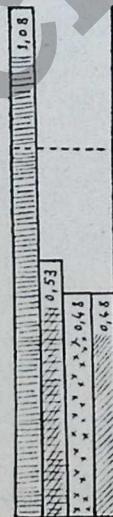


FIG.8_CENDRES
p.100 P. FRAIS

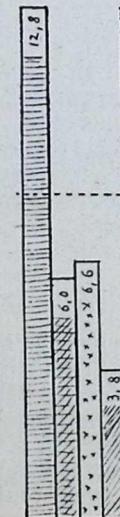


FIG.9_SOLUBLE
p.100 P. FRAIS

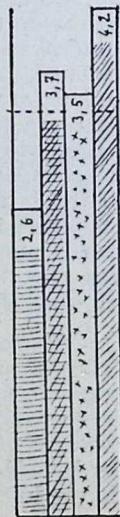


FIG.10_IN SOLUBLE
p.100 P. FRAIS

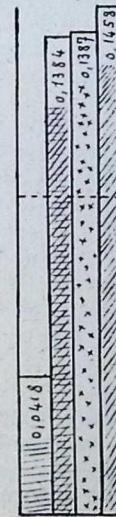


FIG.11_CaO + MgO
DE 1g. DE
CENDRES.

sauf en ce qui concerne l'alcalinité des cendres, dont les chiffres sont d'ailleurs très voisins les uns des autres.

c) De ces conclusions il résulte que le comportement des hybrides confirme ce que nous savons par ailleurs sur le chimisme de la betterave, en particulier la proportionnalité existant entre le sucre, l'azote insoluble, la chaux et la magnésie.

— Les résultats rapportés au poids frais ou au poids sec permettent de calculer le minimum d'azote insoluble indispensable à la formation de 100 grammes de sucre. Ce minimum est voisin de 0,5 gramme, ce qui correspond environ à 3 grammes d'albumine. A condition de ne voir dans cette formule qu'un symbolé commode, on peut écrire que la richesse saccharine s'varie en fonction de la teneur à en albumine insoluble, conformément à l'équation :

$$s = 100/3 a.$$

— La relation qui existe entre le sucre, la chaux et la magnésie est moins simple. La somme $CaO + MgO$ augmente plus vite que le sucre, elle devient facilement trois fois plus grande lorsque la quantité de sucre ne fait que doubler.

II. — HYBRIDES DE VAURIAC ET DE SUCRIÈRE B.

Le chimisme de ces hybrides est analogue à celui des précédents et généralement encore plus voisin de celui des sucrières. Certains caractères s'y trouvent particulièrement accentués : richesse en sucre, pauvreté en bases solubles et haute teneur en magnésie.

III. — HYBRIDES DE GÉANTE ROSE ET DE SUCRIÈRE A.

Nous n'avons pu étudier le produit de ce croisement que dans le sens A \times G. L'hybridation en sens contraire nous aurait-elle fourni d'autres résultats ? Toujours est-il que par l'ensemble de ces caractères :

a) Cet hybride se rapproche moins nettement des sucrières que les précédents. La richesse en sucre spécialement est analogue à celle que nous avons constatée pour les hybrides de géante blanche et de sucrière A dans nos essais effectués à Paris (voir introduction, p. 147) ; elle n'est que légèrement supérieure à la moyenne des témoins. A l'exception du chiffre traduisant l'alcalinité soluble des cendres, les autres résultats, spécialement le taux de l'azote insoluble dans la substance fraîche et de l'alcalinité insoluble des cendres, suggèrent des conclusions analogues.

b) Par contre, la vascularisation est voisine de celle des sucrières et montre encore bien là sa relative indépendance.

c) Ces constatations confirment les corrélations précédemment établies entre les divers caractères d'une racine.

d) Mais elles posent aussi un nouveau problème. La géante rose étant une fourragère moins typique que la Vauriac, on est amené à se demander si le chimisme des hybrides n'est pas d'autant plus intermédiaire entre celui des parents que ceux-ci sont plus voisins l'un de l'autre. Jusqu'à plus ample informé, nous ne pouvons que poser la question.

CHAPITRE TROISIÈME

HYBRIDES DE FOURRAGÈRES ET DE SUCRIÈRES DEUXIÈME, TROISIÈME ET QUATRIÈME GÉNÉRATIONS

I. — DEUXIÈME GÉNÉRATION

Toutes les racines analysées dans ce chapitre proviennent de semences qui furent obtenues en faisant grainer les betteraves hybrides F1 sous des isoloirs de toile, mis à notre disposition par la maison de Vilmorin. La toile en a été spécialement étudiée pour éviter toute entrée de pollen étranger. On secouait de temps en temps les isoloirs, de manière à faciliter la pollinisation. Malgré cette précaution, le nombre de semences obtenues fut toujours faible et plusieurs plantes ne nous ont fourni aucune graine, ce qui n'a rien de surprenant, puisque l'autofécondation n'a pas lieu une fois sur quatre, d'après de Vilmorin [96], trois fois sur quatre, d'après Shaw [81].

Dans l'espoir d'obtenir des semences plus nombreuses et mieux constituées que sous isoloirs de toile, nous avons, en 1930, replanté plusieurs racines F1, aux environs d'Alençon, dans un jardin de maison forestière largement aéré (terre rapportée et bien préparée). Un rideau d'arbre de 1.200 mètres au minimum mettait les plantes à l'abri de toute pollinisation forte. En fait, aucune des souches hybrides placées dans ces conditions ne conduisit ses graines à maturité. Aussi n'avons-nous malheureusement pu étudier que la descendance d'un seul des hybrides particulièrement riches en sucre de 1929.

Le tableau suivant rappelle la nature, la vascularisation et la teneur en sucre des hybrides dont nous analyserons la descendance, et indique le nombre de betteraves F2 fournies par chacun d'eux, sans tenir compte de celles qui sont montées en première année (quatre en tout).

Désignation des hybrides	Nombre d'anneaux vasculaires	Sucre % poids frais	Nombre de racines F2 fournies
V × A 156 (Année 1929) . . .	5-6	19,00	73
A × V 241 (Année 1930) . . .	4-5	13,75	51
B × V 231 (Année 1930) . . .	5	16,42	34

Les racines descendant de $V \times A$ 156 ont été cultivées en 1931, les autres en 1932. Nous désignerons chacune des betteraves F2 par un numéro d'ordre précédé de deux lettres et du numéro correspondant à la racine F1 dont elle est issue.

Aux résultats fournis par l'analyse de ces 158 racines, nous ajoutons plus loin ceux qui nous ont été donnés par une cinquantaine de betteraves F2 cultivées dans des conditions différentes, à Paris ou en Belgique.

LES CARACTÈRES VÉGÉTATIFS

Comme dans le chapitre précédent et pour la même raison, nous ne donnerons que des indications très sommaires sur la morphologie externe des racines obtenues. Voici quelle fut leur coloration :

$V \times A$ 156 a fourni	44	Racines blanches
	9	Racines jaunes
	20	Racines rouges
$A \times V$ 241 a fourni	22	Racines blanches
	12	Racines jaunes
	10	Racines rouges
$B \times V$ 231 a fourni	11	Racines blanches
	6	Racines jaunes
	3	Racines roses
	14	Racines rouges

Les hybrides de sucrière B fournissent plus de racines rouges et sont seuls à donner des betteraves à chair entièrement rouge, analogues aux betteraves potagères. Les proportions sont loin d'être mendéliennes, comme Kajanus [43, 44], Lindhard et Karsten [47] l'ont plus d'une fois observé dans des recherches systématiques sur ce sujet.

Le poids des racines était généralement assez faible, pour la raison que nous avons dite page 156. Une seule racine, issue de $B \times V$ 231, dépassait le kilogramme et atteignait 1.220 grammes; 10 avaient des poids compris entre 500 et 1.000 grammes. Les autres oscillaient aux environs de 350 grammes. Impossible, d'ailleurs, de relever aucune relation entre le poids et la richesse saccharine.

Ce que nous avions observé en première génération sur la relative indépendance de la vascularisation nous invitait à étudier de près ce caractère en F2. D'une manière générale, les racines les plus riches sont à structure serrée, les plus pauvres présentent un nombre moindre d'anneaux vasculaires, mais il y a d'assez nombreux cas intermédiaires et des exceptions nettement caractérisées. C'est ainsi que nous avons obtenu cinq racines à structure lâche et à forte richesse saccharine.

	Nombre d'anneaux vasculaires	Sucre % poids frais
$V \times A$ 156 — 19	3-4	17,60
$V \times A$ 156 — 60	3-4	17,65
$A \times V$ 241 — 36	3	17,00
$B \times V$ 231 — 5	3	17,20
$B \times V$ 231 — 14 (fig. 12)	3-4	19,60

Cinq autres racines présentaient une vascularisation très serrée et un taux de sucre moyen ou faible.

	Nombre d'anneaux vasculaires	Sucre % poids frais
V × A 156 — 5	5	13,15
V × A 156 — 67	5	12,20
A × V 241 — 9	5	12,35
B × V 231 — 8 (fig. 13)	5-6	13,68
B × V 231 — 10	5	10,80

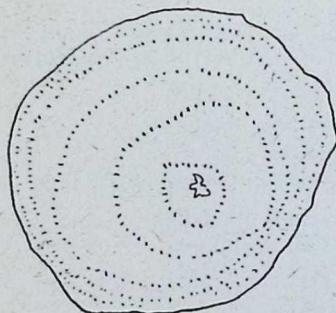


Fig. 12. — B × V 231-14.

Forte richesse (19,60 %).
Structure lâche.

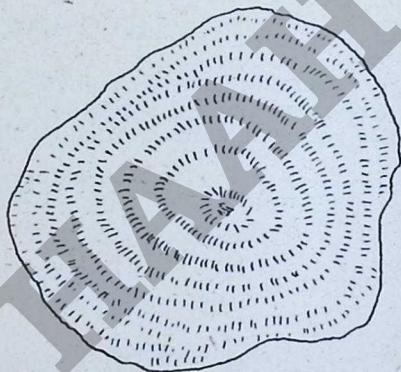


Fig. 13. — B × V 231-8.

Richesse moyenne (13,68 %).
Structure très serrée.

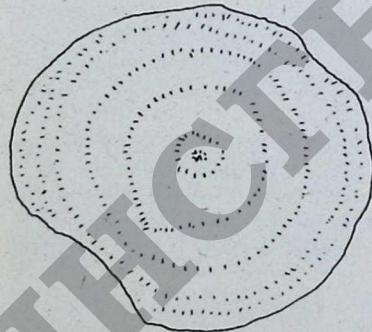


Fig. 14. — B × V 231-13.

Faible richesse (10,32 %).
Structure lâche.

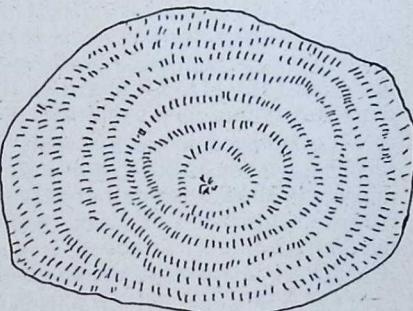


Fig. 15. — B × V 231-22.

Forte richesse (18,30 %).
Structure très serrée.

Les figures 14 et 15, qui représentent la section transversale de deux racines à vascularisation normale, permettent de mieux juger de la structure exceptionnelle présentée par les racines des figures 12 et 13. Afin de rendre la comparaison plus aisée, nous avons choisi des betteraves de taille à peu près égale. Les figures représentent en vraie grandeur des sections pratiquées au tiers inférieur des racines.

Le sucre et la vascularisation peuvent donc parfois se comporter

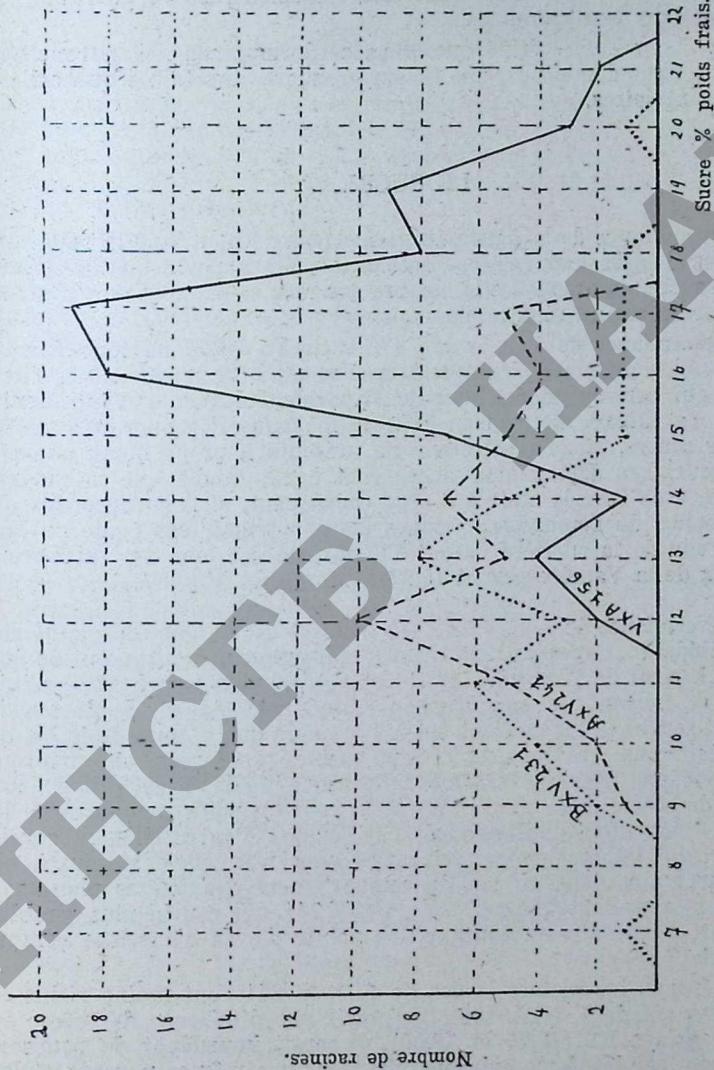


Fig. 16. — Richesse en sucre des racines F2 issues de V x A 156 A x V 241 et B x V 231.

comme des variables indépendantes. Il n'en va pas de même pour le sucre et les autres caractères chimiques de la racine. Nous montrerons plus loin que, au détail près, la structure serrée n'empêche pas les souches pauvres en sucre de présenter leur comportement chimique habituel; de même, la vascularisation lâche de certaines racines riches n'entraîne point d'anomalie dans leur chimisme.

Nous avons enfin vérifié que, dans ce dernier cas, les parenchymes offraient, comme d'habitude, une teneur en sucre plus faible que celle des anneaux vasculaires.

LE SUCRE.

Les graphiques de la figure 16 permettent de bien voir la répartition des racines d'après leur richesse saccharine. On a porté en abscisses la teneur en sucre, en ordonnées le nombre des racines groupées en ramenant leur teneur au chiffre rond le plus voisin.

La **descendance de $V \times A$ 156** (73 racines) est, dans son ensemble, très riche. La plus haute pointe de la courbe est à 17 %; 9 racines titrent 19 %, ce qui correspond au taux de l'hybride lui-même. Cinq racines dépassent ce chiffre, alors qu'en 1931 la moyenne des sucrières A était 18 %. Par contre, aucune betterave ne présente à proprement parler de faible teneur. Les deux moins riches sont à 12, tandis que la moyenne des Vauriacs de l'année était à 6. Par conséquent, si l'on rencontre dans la descendance de nombreuses racines dont la teneur est égale ou supérieure à celle de la sucrière parent (17,95), on est loin d'y retrouver le faible taux de la Vauriac parent (5,97).

La **descendance de $A \times V$ 241** (44 racines) est en général moins riche que la précédente. Cependant, 21 racines présentent un contingent de sucre supérieur à celui de l'hybride (13,75). Les cinq plus riches atteignent le pourcentage moyen des sucrières de l'année (17 %) et de la sucrière parent. La souche la moins riche est à 9 %, alors que le taux de la Vauriac parent était aux environs de 7. Sept racines analysées au printemps présentaient une richesse saccharine presque égale à celle des jeunes sucrières de même poids : environ 4,2 %, pour un poids moyen de 5 décigrammes. Complètement développées, la plupart d'entre elles se seraient classées parmi les meilleures racines. Si nous n'avions pas tenu à nous assurer, au moins dans un cas, du comportement des jeunes plantes F2, nous aurions sans doute obtenu, pour $A \times V$ 241, une courbe plus semblable aux autres, c'est-à-dire présentant une pointe élevée d'abscisse comprise entre 14 et 17.

En général, les racines issues de $A \times V$ 241 sont moins riches que celles provenant de $V \times A$ 156; il y avait une différence de même sens entre les racines F1 (13,75 et 19,00). Il serait imprudent de pousser la comparaison, car les deux hybrides n'avaient pas mêmes parents et leurs descendances ne furent pas cultivées la même année.

Descendance de $B \times V$ 231 (34 racines). Deux souches, l'une à 18 %, l'autre à 20, dépassent la teneur de la sucrière employée comme parent (17,30). Le plus grand nombre présente des taux moyens. Une seule

racine descend à 7 %, ce qui correspond à la teneur de la Vauriac employée comme parent.

Les betteraves issues de $A \times V 241$ et $B \times V 231$ furent cultivées la même année. Bien que le taux de sucre dans $B \times V 231$ fut plus élevé (16,42 contre 13,75 dans $A \times V 241$), sa descendance est en général moins riche.

Les trois courbes ont la même allure. Chacune présente deux parties assez nettement séparées par un angle fortement rentrant, ce qui permet de classer les betteraves analysées en deux lots d'inégale richesse. Si l'on calcule dans les trois cas le nombre des racines riches et des racines à teneur moyenne ou faible, on trouve respectivement pour $V \times A 156$, 66 et 7; pour $A \times V 241$, 21 et 23; pour $B \times V 231$, 18 et 16. Ces proportions n'ont rien de mendélien.

D'autre part, si en première génération le sucre s'est montré relativement dominant, on constate en seconde génération qu'on ne retrouve pas la faible teneur des Vauriacs parents, alors que, dans un processus héréditaire régi par la loi de Mendel, le caractère récessif devrait reparaître dans un quart des sujets.

Nous ne voulons actuellement qu'enregistrer ces deux faits. Si une conclusion est possible, nous ne la pourrons tirer qu'en tenant compte de tous les résultats (racines F2 cultivées dans d'autres conditions, racines F3 et F4).

AUTRES CARACTÈRES CHIMIQUES

Dans l'impossibilité de publier tous nos résultats sur ce sujet, nous allons simplement consigner ceux qui sont indispensables pour justifier nos conclusions.

En 1931, sur la descendance de $V \times A 156$, nous avons surtout étudié les relations existant entre le poids des cendres, leur alcalinité et le sucre. Voici les chiffres concernant quatre racines rangées par ordre de richesse saccharine croissante.

Nombre d'anneaux vasculaires	Sucre total en g.	Pour 100 g. de pulpe fraîche					pour 100 g. poids sec		p. 1 g. cendres			
		Matière sèche en g.	Cendres en g.	Alcalinité des cendres		Cendres en g.						
				soluble en cm ³ de soude N	insoluble en cm ³ de soude N							
$V \times A 156-44$	3	12,40	18,65	0,75	6,5	3,0	66,48	4,02	4,0			
» -10	4-5	14,60	21,20	0,70	5,4	3,6	68,06	3,30	5,0			
» -60	3-4	17,65	24,70	0,45	4,1	4,2	71,45	1,82	9,3			
» -58	6	19,25	25,60	0,50	2,0	5,0	75,19	1,95	10,0			

Le balancement est évident entre les cendres, leur alcalinité soluble et le sucre. Par contre, l'alcalinité insoluble augmente en même temps que la richesse saccharine. D'une façon générale, les 73 betteraves issues de $V \times A 156$ se signalaient par leur très faible teneur en alcalis solubles.

DÉSIGNATION des RACINES	Pour 100 grammes de pulpe fraîche						Pour 100 grammes de matière sèche			Pour 1 gramme de cendres			
	Cendres en grammes			Alcalinité des cendres soluble en cuivre de soude N			Cendres en grammes			Cendres en grammes			
	Azote soluble en grammes			Ca O en g.			Azote total en grammes			Azote soluble en grammes			
A × V 241-7	2-3	9,25	14,45	—	1,35	11,0	2,2	—	—	64,01	—	9,34	2,0
B × V 231-4	2-3	9,40	13,00	—	1,10	12,1	2,1	—	—	72,30	—	8,46	1,9
B × V 231-13 (fig. 14) .	3-4	10,32	12,70	0,057	0,95	12,1	1,8	—	—	81,25	0,44	7,48	1,9
B × V 231-10	5	10,80	13,35	0,049	0,95	11,8	1,7	0,0213	0,0210	1,01	80,89	0,36	7,11
A × V 241-2	3-4	10,80	15,90	—	1,00	10,7	2,2	0,0308	0,0399	0,77	67,92	—	6,28
B × V 231-17	3-4	13,41	17,55	0,063	1,00	10,2	3,4	0,0263	0,0434	0,60	76,41	0,35	5,69
B × V 231-8 (fig. 13) .	6	13,68	20,05	—	0,85	7,3	3,2	0,0330	0,0424	0,77	68,40	—	4,25
A × V 241-5	4-5	14,90	19,65	0,084	0,96	—	—	9,0383	0,0624	0,61	75,82	0,42	4,88
A × V 241-44	5-6	17,22	23,00	0,084	0,70	6,8	4,4	0,0336	0,0650	0,51	74,78	0,36	3,04
B × V 231-22 (fig. 15) .	5-6	18,30	22,70	0,090	0,58	5,8	5,2	—	—	80,61	0,39	2,55	8,9
B × V 231-14 (fig. 12) .	3-4	19,60	22,30	0,085	0,60	—	—	0,0263	0,0536	0,49	87,89	0,38	2,69
												—	0,1331

La racine V \times A 156-60 est une de celles que nous avons indiquées plus haut comme présentant une vascularisation lâche, malgré sa forte teneur en sucre. On voit que cette structure exceptionnelle n'entraîne aucune anomalie dans son comportement chimique.

En 1932, nous avons ajouté les dosages de l'azote insoluble, de la chaux et de la magnésie à ceux des cendres et de leur alcalinité. Le tableau de la page 196 groupe un certain nombre de résultats. Afin d'en faciliter la lecture, nous avons encore rangé les racines par ordre de richesse saccharine croissante. Il en résulte un mélange des betteraves F2 issues de deux hybrides différents, mais l'inconvénient est minime, puisque les deux descendance furent exactement cultivées dans les mêmes conditions.

Interprétation des résultats.

A quelques fluctuations près, lorsque le sucre augmente,

- la matière sèche augmente,
- l'azote insoluble rapporté au poids frais augmente, rapporté au poids sec, il varie peu,
- les cendres diminuent et le fait est particulièrement visible sur les résultats rapportés au poids sec,
- l'alcalinité soluble rapportée au poids frais diminue,
- l'alcalinité insoluble rapportée au poids frais augmente; cette variation est encore plus nette si l'on envisage les résultats rapportés à 1 gramme de cendres,
- il en va de même naturellement pour la chaux et la magnésie, mais celle-ci augmente plus vite que celle-là, comme le montrent les valeurs décroissantes du rapport CaO/MgO .

Les structures exceptionnellement serrées de B \times V 231-8 et 10 n'entraînent pas de modification dans leur chimisme, qui reste bien celui de betteraves peu riches. La racine B \times V 231-14 présente nettement la physionomie chimique d'une sucrière, malgré sa vascularisation lâche.

En résumé, nous retrouvons pour les racines F2 la même interdépendance des caractères chimiques que nous avons notée chez les racines F1.

NOTE SUR DES RACINES CULTIVÉES DANS D'AUTRES CONDITIONS

1. — Racines cultivées à Paris.

Un des hybrides, géante blanche \times sucrière A, analysés en 1925, dont nous avons parlé dans l'introduction (p. 147), nous a fourni, en 1927, quarante-deux racines F2, qui furent cultivées à Paris dans le Jardin des Carmes. Le graphique ci-joint (fig. 17) indique la répartition des racines d'après leur richesse saccharine.

Une betterave se signale par sa pauvreté en sucre (4 p. 100). Dix racines à faible teneur sont séparées des trente-deux autres plus riches par l'angle fortement rentrant de la courbe. La proportion est ici presque mendélienne.

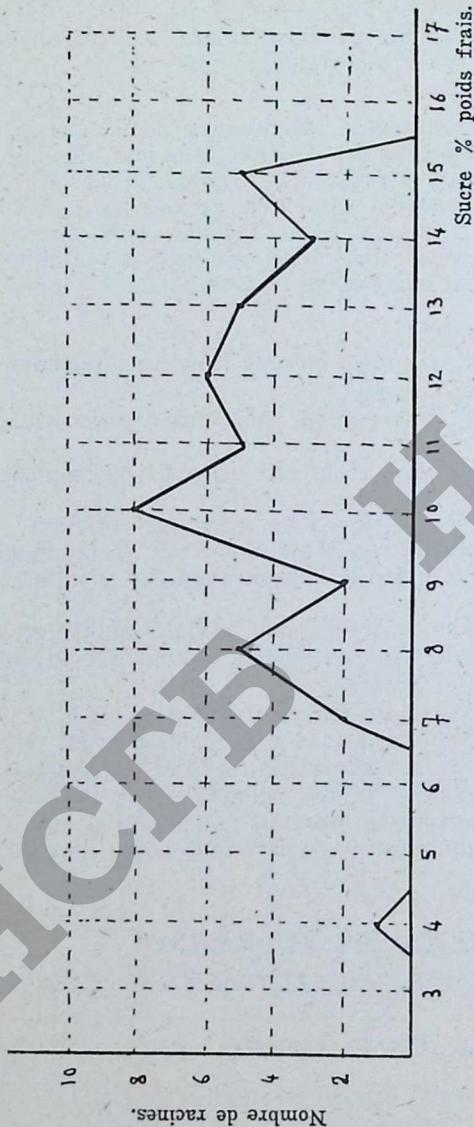


Fig. 17. — Richesse en sucre des racines F2 issues d'un hybride Géante Bl. \times Sucrière A.

2. — Racines cultivées à Tirlemont (Belgique).

En 1932, grâce au concours de l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave, nous avons pu faire semer un certain nombre de graines dans le jardin d'essais de l'Institut de Tirlemont (Brabant belge).

La terre argileuse, de pH = 7, avait reçu les engrâis chimiques habituellement employés dans la grande culture (1).

La plantation eut lieu le 14 mai, en poquets aux écartements de 40 × 30 centimètres.

Les graines provenaient de l'hybride A × V 240 (année 1930, tabl. IV, p. 219) à 11,90 % de sucre.

Arrachées le 9 décembre et analysées au laboratoire de l'usine selon les procédés industriels, les 14 racines obtenues donnèrent les résultats consignés dans le tableau ci-dessous, où les betteraves sont rangées par ordre de richesse saccharine croissante.

Les 7 et 13 décembre, on analysa quatorze Vauriacs et quatorze sucrières A cultivées dans les mêmes conditions et pour lesquelles nous indiquons simplement les moyennes obtenues.

	Nombre d'anneaux vasculaires	Poids en g.	Pour 100 de pulpe fraîche				Pour 100 de mat. sèche		
			Sucre	Matière sèche	Réducteur	Cendres	Sucre	Réducteur	Cendres
A × V 240-1..	7	2775	6,10	13,74	0,115	1,736	44,40	0,83	12,63
» 2..	—	2392	6,25	12,94	0,115	1,664	48,30	0,89	12,86
» 3..	6	2265	6,55	14,07	0,115	1,680	46,55	0,81	11,94
» 4..	6	1980	7,65	16,36	0,115	1,545	46,76	0,70	9,44
» 5..	—	1640	8,00	15,65	0,115	1,623	51,12	0,73	10,37
» 6..	5	798	8,20	16,73	0,139	1,704	49,01	0,83	10,18
» 7..	7	1807	8,30	14,22	0,174	1,484	58,36	1,22	10,44
» 8..	6	2050	8,40	15,27	0,115	1,558	55,01	0,75	10,20
» 9..	6	1020	9,30	15,94	0,115	1,138	58,34	0,72	7,14
» 10..	—	830	9,80	18,07	0,163	1,626	54,23	0,90	8,10
» 11..	7	932	10,70	18,44	0,163	1,416	58,03	0,88	7,68
» 12..	5	2072	10,80	18,21	0,115	1,113	59,31	0,63	6,11
» 13..	—	180	11,45	20,41	0,185	1,402	56,10	0,90	6,87
» 14..	6	510	13,90	22,62	0,197	1,022	61,45	0,87	4,52
VAURIACS Moyennes ..	4,8	2954	3,30	8,31	0,290	1,139	39,71	3,48	13,70
SUCRIÈRES A Moyennes ..	5,4	1188	14,80	20,68	0,120	0,941	71,56	0,58	4,55

CARACTÈRES VÉGÉTATIFS.

Une racine était rouge; six étaient orange; les autres, blanches.

Le poids est considérable en comparaison de celui des souches précédemment décrites (p. 191) et cultivées en jardin dans les conditions que nous avons dites (p. 156). Si les trois plus grosses racines sont aussi les trois moins riches, on ne peut cependant établir aucune relation nette entre le poids et la teneur en sucre.

(1) A l'hectare: 400 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque, 400 kilogrammes de nitrate de chaux, 400 kilogrammes de chlorure de potasse à 40 %, 200 kilogrammes de superphosphate.

La racine A \times V 240-1, présente une vascularisation serrée pour une faible richesse saccharine. Les anneaux vasculaires n'ont pu être comptés sur certains sujets à cause de leur grande irrégularité.

LE SUCRE.

Les racines sont en trop petit nombre pour qu'il y ait lieu de représenter graphiquement leur répartition d'après leur richesse saccharine.

On compte 3 racines à 6-7 % de sucre.

1	»	7-8	»	»
4	»	8-9	»	»
2	»	9-10	»	»
2	»	10-11	»	»
1	»	11-12	»	»
1	»	13-14	»	»

Dans son ensemble, la teneur en sucre est plus faible que dans les descendances précédemment analysées. Pour juger correctement de cette diminution du sucre, il ne faut pas oublier que, cultivées dans les mêmes conditions, les sucrières A titraient en moyenne 14,80, avec minimum à 12,12. Les Vauriacs ne renfermaient en moyenne que 3,30 de sucre. La répartition des racines reste donc à peu près ce qu'elle était dans les cas précédents : beaucoup de racines sont intermédiaires, une est riche, aucune ne descend au pourcentage moyen des Vauriacs, ni même à celui de la Vauriac la plus riche, qui était de 5 %.

Au point de vue du sucre réducteur, on trouve, entre les sucrières et les fourragères énormes de cette expérience, la différence qui disparaissait ordinairement entre les racines moins développées de nos autres essais. Les sucrières renferment, en moyenne, deux fois moins de réducteur que les Vauriacs; mais le détail des résultats montrerait de fortes variations individuelles. Par exemple, deux fourragères à 0,13 et 0,15 % et une sucrière à 0,209. Quant aux hybrides F2, ils contiennent généralement peu de réducteur et à ce point de vue ils se rapprochent franchement de la moyenne des sucrières, que l'on examine les résultats rapportés au poids frais ou au poids sec.

LES CENDRES.

Dans l'ensemble, les cendres diminuent très nettement quand le sucre augmente. Dans la racine F2 la plus riche, leur taux est très voisin de celui des sucrières.

II. — TROISIÈME ET QUATRIÈME GÉNÉRATIONS.

Pour les troisième et quatrième générations, nous n'avons actuellement que les résultats concernant des racines cultivées à Paris et issues de l'hybride géante blanche \times sucrière A.

Troisième génération. — Une des betteraves F2 analysées plus haut (p. 197), riche, incolore, à structure de sucrière, fut mise à grainer en 1928 à l'abri de toute pollinisation étrangère. Parmi les vingt-neuf souches récoltées en 1929 et soumises à l'analyse, on en comptait :

6 à moins de	7 % de sucre.
5 à	7-8 »
6 »	8-9 »
6 »	9-10 »
3 »	10-11 »
1 »	11,2 »
1 »	12,6 »
1 »	13,3 »

Cette dernière avait 5 anneaux vasculaires bien visibles ; mais la précédente était à vascularisation lâche.

Quatrième génération. — La descendance analysée en 1931 est encore loin d'être homogène. Sur quinze racines, on en compte cinq à 14-15 % de sucre. Le balancement est remarquable entre les cendres et le sucre ; richesse et vascularisation serrée, le plus souvent réunies, sont nettement disjointes sur deux racines.

CONCLUSIONS.

Les résultats de ce chapitre portant sur 258 racines F2, F3 et F4, issues d'hybrides divers et cultivées dans des conditions différentes, permettent de formuler les conclusions suivantes :

I. — SUCRE.

1. La richesse moyenne des descendances est intermédiaire entre celle des parents et ordinairement plus voisine de celle des sucrières cultivées dans les mêmes conditions.
2. Quelques racines atteignent ou même dépassent la teneur du parent le plus riche.
3. Par contre, le taux du sucre ne descend que très rarement jusqu'à celui des fourragères.
4. Même en troisième et quatrième générations, les descendance sont loin d'être homogènes, quant à leur teneur en sucre.
5. Dans le cas où le nombre des betteraves était suffisant pour qu'il fut possible de les grouper en deux lots d'inégale richesse, nous n'avons trouvé qu'une fois une répartition des racines conforme à la formule mendélienne.

6. Cette dernière constatation, jointe à celle qui figure sous le n° 3, rend difficile toute conclusion relative à la nature de l'hérédité chez la betterave, malgré le caractère relativement dominant du sucre en première génération. Pour trancher la question, des expériences très nombreuses, qui dépassent les possibilités d'un travailleur isolé, seraient nécessaires. Car, ainsi qu'on l'a écrit, « les difficultés deviennent insurmontables lorsqu'il s'agit de l'analyse de la disjonction des caractères fluctuants ; à la disjonction probable se superposent les modifications dues à la bonne levée, à la nourriture disponible... Pour éliminer ces modifications dues au milieu, il faut faire intervenir simultanément la méthode de la statistique biométrique et de la ségrégation mendélienne ». (Blaringhem [10], pp. 38-39.)

II. — VASCULARISATION.

1. Richesse et vascularisation serrée sont le plus souvent réunies sur une même racine.

2. Mais il est des exceptions remarquables : certaines racines à faible taux de sucre présentent de nombreux anneaux vasculaires ; et la structure serrée n'est pas liée sans disjonction possible à la richesse saccharine.

III. — CARACTÈRES CHIMIQUES AUTRES QUE LE SUCRE.

1. Aux fluctuations près, le chimisme général des racines de deuxième, troisième et quatrième générations est nettement fonction de leur teneur en sucre. Le fait est particulièrement évident en ce qui concerne :

- l'azote insoluble;
- les cendres;
- leur alcalinité soluble et insoluble;
- la chaux et la magnésie.

2. Le comportement chimique d'une racine n'est pas essentiellement modifié si sa vascularisation ne correspond pas à sa richesse saccharine.

3. Dans les racines riches à vascularisation lâche, les parenchymes présentent un pourcentage de sucre inférieur à celui des anneaux libéro-ligneux.

CHAPITRE QUATRIÈME

QUELQUES AUTRES HYBRIDES

I. — BETTERAVES CULTIVÉES ET *BETA TRIGYNA* WALDST.

Tschermak [91] a décrit un hybride de *Beta trigyna* Waldst et de *Beta vulgaris* L. à 10 % de sucre, intermédiaire entre ses deux parents (4,4 et 17 %).

Pour nous, nous aurions voulu faire une étude des croisements de *B. trigyna* avec les betteraves cultivées, fourragère et sucrière, analogue à celle qui figure dans le paragraphe suivant pour *B. maritima*.

Des souches de *B. trigyna* nous furent aimablement fournies par la direction du Jardin Botanique de la Faculté de Pharmacie de Paris et nous permirent de préparer, en 1928, une trentaine de graines hybrides :

B. trigyna × Vauriac et vice-versa;
B. trigyna × sucrière A et vice-versa.

De toutes ces graines, apparemment bien constituées, une seule germa, appartenant au lot *B. trigyna* × Vauriac. On sait — et nous avons personnellement constaté — que les graines de *B. trigyna* germent difficilement. Les graines hybrides auraient-elles simplement hérité de ce caractère de leur parent ? C'est possible, mais il peut aussi se faire que dans la plupart des cas le croisement n'ait réussi qu'apparemment, le nombre de chromosomes étant de vingt-sept chez *B. trigyna*, tandis qu'il est de neuf chez les variétés cultivées voisines de *B. maritima*.

La racine obtenue pesait près de 130 grammes, elle était rosée à sa partie supérieure et présentait une vascularisation très serrée; sa teneur en sucre était de 18,85 %, nettement supérieure à la richesse habituelle des Vauriacs et à celles des *B. trigyna* que nous avons analysées (4 à 7,5 %). Les cendres correspondaient au sucre, mais l'azote organique était plus abondant que dans les racines précédemment étudiées.

II. — BETTERAVES CULTIVEES

ET *BETA MARITIMA* L.

Le croisement des betteraves cultivées et de *Beta maritima* L. a toujours retenu l'attention des naturalistes qui, comme Schindler [80] et Proskowetz [69], se sont attachés au problème de l'origine des betteraves de grande culture. Pour nous, c'est du point de vue chimique que nous allons étudier quelques-uns de ces hybrides.

Nous disposions de graines de *B. Maritima* recueillies sur la côte du Cotentin, au Nez de Jobourg, loin de toute culture. Nous avons obtenu :

3 hybrides sucrière A \times *B. maritima* (2 blancs, 1 rosé) ;

8 hybrides *B. maritima* \times sucrière A (tous blancs) ;

4 hybrides *B. maritima* \times Vauriac (tous jaune-orange).

Le croisement Vauriac \times *B maritima* a échoué. Cet insuccès est à rapprocher de ceux que nous avons rencontrés dans le croisement Vauriac \times sucrière A (voir p. 169).

Le poids moyen des souches hybrides fut de 500 grammes; deux racines dépassaient nettement les autres et atteignaient respectivement 1.110 et 1.450 grammes. Cette dernière se classait parmi les moins riches en sucre (13,02 %), l'autre offrait une teneur de 16,60 supérieure à celle de bien d'autres racines plus petites — ce qui suffit à montrer la relative indépendance du poids et de la richesse saccharine.

En général, les feuilles ne se dressaient pas comme dans les variétés cultivées, mais restaient étalées sur le sol. Les racines étaient fibreuses; trois seulement présentaient une forme conique et pivotante, les autres étaient irrégulières et fourchues. Anneaux vasculaires nombreux (6 en moyenne), plus serrés que dans les hybrides de fourragères et de sucrières présentant une richesse égale.

La richesse saccharine fut en moyenne de 16,59 pour les hybrides de *B. maritima* et de sucrière A, contre 11,24 chez les *B. maritima* et 17,31 chez les sucrières A, cultivées dans les mêmes conditions (1928).

Les hybrides *B. maritima* et de Vauriac présentaient une teneur moyenne de 12,25 %; chiffre très supérieur à celui des Vauriacs cultivées dans les mêmes conditions (5,37) et voisin du résultat qui fut fourni la même année (1930) par les hybrides sucrières A \times Vauriac (12,44).

Cette richesse générale des hybrides n'a rien de surprenant, puisque certaines racines de *B. maritima* atteignent une haute teneur en sucre.

Dans la plupart des cas, le pourcentage de sucre dans la matière sèche fut inférieur à celui que nous avons enregistré chez les hybrides des variétés cultivées. Les résultats moyens concernant les cendres et leur alcalinité sont de même ordre que dans ces derniers hybrides, mais avec d'assez fortes fluctuations. Il y a en moyenne plus d'azote organique.

Un des hybrides sucrière A \times *B. maritima*, à 16,80 de sucre, réservé pour graine, nous a donné, en 1930, douze racines F2 généralement fort riches.

Le plus faible taux de sucre était de 13,90, le plus fort de 19,65.

On comptait 3 racines à 14-15

2	»	15-16
1	»	16-17
2	»	17-18
2	»	18-19

Ces racines étaient de formes plus régulières qu'en F1, mais restaient ligneuses. Une seule était légèrement teintée de rose. Les autres étaient blanches.

Si la vascularisation n'était pas toujours aussi serrée qu'on aurait pu l'attendre chez des racines riches, elle ne fut jamais exceptionnellement lâche. Il convient d'ailleurs de remarquer que, dans ce cas, les deux parents sont à structure serrée.

Peu d'alcalis solubles dans les cendres, mais beaucoup de bases insolubles, comme il est de règle chez les racines riches.

ННСГБ НААН

RESUME GÉNÉRAL

Entre betteraves sucrières et fourragères typiques, il y a, comme on sait, des différences très accusées. Les premières sont plus richement vascularisées. A l'analyse, elles donnent plus de sucre et de matières azotées insolubles, moins de cendres.

Ce travail apporte quelques résultats sur le comportement de ces divers caractères chez les hybrides résultant du croisement de ces deux sortes de betteraves.

Tous les hybrides furent obtenus d'une manière qui ne laisse aucun doute sur les parents de chaque sujet; ils furent cultivés et analysés exactement dans les mêmes conditions que les races pures qui servirent de témoins.

De nombreux essais préliminaires ont permis de déterminer l'exactitude des méthodes d'analyse employées, dans les conditions où l'on opérait, spécialement en ce qui concerne le dosage de l'azote organique et de l'azote aminé.

Voici l'essentiel des résultats obtenus :

Un certain nombre de caractères chimiques sont très voisins chez les fourragères, les sucrières et leurs hybrides. Ce sont :

- Le sucre réducteur (du moins dans les racines de poids moyen);
- L'azote insoluble par rapport au poids sec;
- L'alcalinité soluble des cendres par rapport à un gramme de cendres.

Malgré d'assez fortes variations individuelles, l'azote total et l'azote organique rapportés au poids frais présentent aussi des moyennes voisines les unes des autres chez les trois catégories de racines.

D'autres caractères sont nettement distincts chez les parents :

A. — La richesse saccharine.

B. — La vascularisation.

C. — Une série de caractères chimiques. Comparées aux fourragères, les sucrières présentent :

- plus de matière sèche,
- moins d'azote organique et d'azote total par rapport au poids sec,
- moins d'azote minéral par rapport au poids frais ou sec,
- plus d'azote insoluble par rapport au poids frais,
- moins d'azote aminé par rapport au poids frais ou sec,
- moins de cendres par rapport au poids frais ou sec,
- moins de chlore par rapport au poids frais ou sec,
- moins de bases solubles dans les cendres par rapport au poids frais,
- plus de bases insolubles dans les cendres par rapport au poids frais ou à 1 gramme de cendres,
- plus de chaux et de magnésie dans les cendres par rapport au poids frais ou à 1 gramme de cendres,
- un rapport CaO/MgO plus faible.

COMPORTEMENT DE CES CARACTÈRES CHEZ LES HYBRIDES.

A. — La richesse saccharine.

En première génération :

1^o Le sucre s'affirme comme relativement dominant chez les hybrides de fourragères et de sucrières,

2^o même chez les jeunes racines,

3^o et d'une façon qui caractérise bien les races, car elle est assez indépendante des fluctuations accidentnelles subies par les parents;

4^o Par contre, dans l'hybridation de la sucrière A et de la betterave jaune de Vauriac, le taux de sucre dépend du sens du croisement. Le produit Vauriac × sucrière A se montre plus riche que l'hybride sucrière A × Vauriac;

5^o La richesse semble aussi dépendre de la fourragère employée comme parent;

6^o Nous avons enfin constaté que le sucre s'affirmait nettement chez quelques hybrides de betteraves cultivées et de *Beta maritima* ou *trigyna*.

Dans les deuxième, troisième et quatrième générations :

1^o Les descendances ne sont pas homogènes. Beaucoup de betteraves offrent une teneur intermédiaire entre celles des parents, ordinairement plus voisine de celle du parent le plus riche,

2^o dont le taux de sucre peut être atteint ou même dépassé par certaines racines;

3^o Par contre, on ne rencontre que très rarement le faible contingent de sucre du parent le plus pauvre;

4^o Entre le nombre des racines à faible teneur et celui des racines plus riches, nous n'avons trouvé qu'une fois un rapport voisin d'un tiers;

5^o Ces deux dernières constatations rendent problématique l'hypothèse d'hérédité mendéllienne que suggère la dominance relative du sucre en première génération. Le sucre est d'ailleurs un caractère trop fluctuant pour que nos expériences puissent trancher le cas.

B. — La vascularisation;

En première génération :

1^o Les hybrides se rapprochent des sucrières par leur vascularisation serrée, corrélativement de leur richesse saccharine;

2^o Il n'y a cependant pas entre ces deux caractères une proportionnalité rigoureuse;

3^o De plus, chez les jeunes racines, la forte teneur en sucre s'affirme avant que n'apparaissent les assises génératrices surnuméraires qui donnent aux racines adultes leur structure serrée;

4° Les hybrides de betteraves cultivées et de *Beta maritima* ou *trigyna* présentent une structure serrée et fibreuse.

Dans les deuxième, troisième et quatrième générations :

1° D'une façon générale, fort pourcentage de sucre et vascularisation serrée restent deux caractères corrélatifs;

2° Mais il y a des exceptions remarquables : racines riches à structure lâche et racines pauvres à vascularisation serrée. Le grand nombre d'anneaux vasculaires n'est donc pas lié sans disjonction possible à une haute teneur en sucre;

3° Dans les racines riches à vascularisation lâche, les parenchymes présentent un pourcentage de sucre inférieur à celui des anneaux libéro-ligneux.

C. — Autres caractères chimiques.

En première génération :

Les hybrides de fourragères et de sucrières présentent un certain nombre de caractères chimiques dont le comportement, analogue à celui du sucre, les rapproche franchement des sucrières :

	Fourragères	Hybrides	Sucrières
Matière sèche	—	+	+
Azote organique et total par rapport au poids sec	+	—	—
Azote minéral par rapport au poids frais ou sec	+	—	—
Azote insoluble par rapport au poids frais	—	+	+
Azote aminé par rapport au poids frais ou sec	+	—	—
Cendres par rapport au poids frais ou sec	+	—	—
Chlore par rapport au poids frais ou sec	+	—	—
Alcalinité soluble des cendres par rapport au poids frais	+	—	—
Alcalinité insoluble des cendres par rapport au poids frais ou à 1 gramme de cendres	—	+	+
CaO + MgO par rapport au poids frais ou à 1 gramme de cendres	—	+	+
CaO/MgO	+	—	—

Pour la plupart de ces caractères, les schémas de la page 188 :

1° Indiquent dans quelle mesure les hybrides se rapprochent des sucrières;

2° Mettent en évidence que les hybrides Vauriac × sucrière A, plus riches en sucre que les hybrides sucrière A × Vauriac, ont aussi un comportement chimique plus voisin de celui des sucrières.

En deuxième, troisième et quatrième générations :

1° Les racines de richesse inégale présentent un chimisme qui correspond à leur taux de sucre. Des fluctuations peuvent affecter cette corrélation entre le sucre et les autres caractères chimiques, mais on n'observe pas de disjonction;

2° En particulier, le chimisme d'une racine reste commandé par sa richesse saccharine si elle présente une vascularisation exceptionnelle.

ALGEMEENE SAMENVATTING.

Tusschen typische suikerbieten en voederbieten bestaan er, zooals men weet, merkwaardige verschillen. De eerste vertoonen eene rijkere vascularisatie. Bij de ontleding geven zij meer suiker, meer onoplosbare stikstofhoudende bestanddeelen en minder asch.

Dit werk geeft enkele uitslagen nopens het gedrag dezer verschillende karakters in de hybriden voortkomende van de kruising der twee bietensoorten.

Al de hybriden werden bekomen op eene wijze welke alle twijfel uitsluit nopens de ouders van elk produkt; zij werden geteeld en ontleed in dezelfde voorwaarden als de rassen die tot getuige dienden.

Talrijke voorafgaandelijke proeven lieten toe de nauwkeurigheid vast te stellen, der gebruikte ontledingsmethoden in de omstandigheden waarin men werkte, voornamelijk voor wat betreft het doseeren van de organische stikstof en van de geamineerde stikstof.

Ziehier het essentiële der bekomene uitslagen:

Een zeker aantal chemische karakters zijn zeer vergelijkbaar bij de voederbieten, de suikerbieten en hunne kruisingsprodukten. Het zijn:

- De reduceerende suiker (ten minste in de wortels met middelbaar gewicht);
- De onoplosbare stikstof in verhouding tot het droge gewicht;
- De oplosbare alkaliniteit der asch, in verhouding tot 1 gram asch.

Niettegenstaande noemenswaardige individuele schommelingen, stellen de totale en de organische stikstof, zeer naburige gemiddelten daar bij de drie verschillende soorten wortelen.

Andere karakters zijn zeer verschillend bij de ouders:

A. — Het suikergehalte.

B. — De vascularisatie.

C. — Eene reeks chemische karakters. Vergeleken met de voederbieten vertoonen de suikerbieten:

- meer droge stof,
- minder organische stikstof en totale stikstof in verhouding tot de droge stof,
- minder minerale stikstof in verhouding tot het versch of droog gewicht,
- meer onoplosbare stikstof in verhouding tot het versch gewicht,
- minder geamineerde stikstof in verhouding tot het versch of droog gewicht,

- minder asch in verhouding tot het versch of droog gewicht,
- minder chloor in verhouding tot het versch of droog gewicht,
- minder oplosbaar basische bestanddeelen in de asch in verhouding tot het versch gewicht,
- meer onoplosbare basische bestanddeelen in de asch in verhouding tot het versch gewicht of tot 1 gram asch,
- meer kalk en magnesium in verhouding tot het versch gewicht of tot 1 gram asch,
- een mindere verhouding CaO/MgO.

GEDRAG DEZER KARAKTERS BIJ DE HYBRIDEN.

A. — Het suikergehalte.

In eerste generatie :

- 1^o De suiker bevestigt zich betrekkelijk domineerend bij de hybriden van suiker- en voederbieten,
- 2^o zelfs bij de jonge wortels,
- 3^o en op eene wijze die de rassen goed karakteriseert vermits zij nogal onafhankelijk is van de toevallige schommelingen welke de ouders ondergaan;
- 4^o In de kruising der suikerbiet A, met de gele van Vauriac verandert het suikergehalte volgens den zin der kruising. Het produkt Vauriac × suikerbiet A is rijker aan suiker dan de hybride suikerbiet A × Vauriac;
- 5^o Het suikergehalte schijnt ook af te hangen van de als ouderplant gekozen voederbiet;
- 6^o Wij hebben eindelijk vastgesteld dat de suiker klaarblijkend op den voorgrond treedt bij enkele hybriden van geteelde bieten en van *Beta maritima* of *trigyna*.

In de tweede, derde en vierde generaties :

- 1^o De afstamming is niet homogeen. Vele bieten hebben een gehalte dat ligt tusschen die der ouders, gewoonlijk nochtans dichter bij dit der rijkste ouderplant,
- 2^o waarvan het suikergehalte kan bereikt en zelfs overschreden worden door zekere wortels;
- 3^o Van den anderen kant, ontmoeten wij zeer zelden het suikergehalte de armste ouderplant;
- 4^o Tusschen het aantal wortelen met laag gehalte en het aantal rijkere wortelen hebben wij maar een enkele maal eene verhouding gevonden ongeveer gelijk aan één derde;
- 5^o De veronderstelling einer mendelsche overerving die ons wordt ingegeven door de betrekkelijke overheersching van de suiker in de eerste generatie, wordt door deze twee laatste waarnemingen in twijfel getrokken. De suiker is ten andere een te zeer schommelend karakter om onze proefneming toe te laten het geval uit te wijzen.

B. — De vascularisatie.

In eerste generatie :

1° Naderen de hybriden de suikerbieten door hunne gedrongene vascularisatie in verband met hun suikergehalte;

2° Nochtans is er tusschen deze twee karakteren geene strenge verhouding;

3° Te meer, het hoge suikergehalte bevestigt zich bij de jonge wortels vóór dat de overtellige vormlagen verschijnen, aan dewelke de volwassen wortelen hunne gedrongene structuur te danken hebben;

4° De hybriden van de geteelde bieten en *Beta maritima* of *trigyna* hebben eene vaste en vezelachtige structuur.

In tweede, derde en vierde generaties :

1° In 't algemeen blijven het hoge suikergehalte en de gedrongene vascularisatie twee correlatieve karakteren;

2° Maar er zijn opvallende uitzonderingen : rijke wortelen met losse structuur, en arme wortelen met gedrongene vascularisatie. Het groot aantal vaatweefselringen is dus niet zonder mogelijke scheiding met een hoog suikergehalte verbonden;

3° In de rijke wortelen met losse vascularisatie is het suikergehalte van het celweefsel lager dan dit der bast- en vezelachtige ringen.

C. — Andere chemische karakteren.

In eerste generatie :

De hybriden van voeder- en suikerbieten hebben een zeker aantal scheikundige karakteren, waarvan het gedrag, zooals dit der suiker, hen zeer nabij de suikerbieten stelt :

	Voederbieten	Hybriden	Suikerbiet.
Droge stof	—	+	+
Organische en totale stikstof in verhouding tot het droog gewicht	+	—	—
Minerale stikstof in verhouding tot het versch of droog gewicht	+	—	—
Onoplosbare stikstof in verhouding tot het versch gewicht	—	+	+
Geamineerde stikstof in verhouding tot het versch of droog gewicht	+	—	—
Asch in verhouding tot het versch of droog gewicht	+	—	—
Chloor in verhouding tot het versch of droog gewicht	+	—	—
Oplosbare alkalinitet der asschen in verhouding tot het versch gewicht	+	—	—
Onoplosbare alkalinitet der asschen in verhouding tot het versch gewicht of tot 1 gram asch	—	+	+
CaO + MgO in verhouding tot het versch gewicht of tot 1 gram asch	—	+	+
CaO/MgO	+	—	—

De schetsen van bladzijde 188 (voor het grootste deel dezer karakters) :

- 1° Duiden aan in welke mate de hybriden de suikerbieten benaderen;
- 2° Doen uitschijnen dat de hybriden Vauriac \times suikerbiet A, rijker aan suiker dan de hybriden suikerbiet A \times Vauriac, ook onder scheikundig opzicht meer de suikerbieten benaderen.

In tweede, derde en vierde generaties :

- 1° Stellen de wortelen met verschillend suikergehalte een chimisme daar overeenstemmend met hun suikergehalte. Schommelingen kunnen in deze correlatie plaats grijpen maar men neemt geene scheiding waar;
- 2° In 't bijzonder, blijft het chimisme van een wortel beheerscht door zijn suikergehalte zoo hij eene uitzonderlijke vascularisatie vertoont.

APPENDICE

TÉMOINS ET HYBRIDES F1 DE FOURRAGÈRES ET DE SUCRIÈRES

DETAIL DES RÉSULTATS pour les années 1928, 1929, 1930 et 1932

(Les résultats de l'année 1931 ont été insérés dans le texte, chap. II, p. 170 à 172)

ANNÉE 1928	Date de l'analyse	Coloration			Anneaux vasculaires	Poids des racines en grammes	Sucre total pour 100 g. de pulpe fraîche en g.
		Pétioles	Racine	Chair			
I. Fourragères VAURIACS							
N° 18	6 Nov.	vert-jaune	jaune	blanche	3	540	7,65
► 21	23 ►	►	►	►	2	400	6,32
► 24	21 Déc.	►	►	►	3	500	8,27
► 25	21 ►	►	►	►	3	1280	7,52
Moyennes	—	—	—	—	2,7	680	7,44
II. Sucrières VILMORIN A							
N° 19	6 Nov.	verts	blanche	blanche	4	390	17,95
► 20	23 ►	►	►	►	5-6	400	17,74
► 22	19 Déc.	►	►	►	5	180	16,05
► 23	19 ►	►	►	►	5	800	17,50
Moyennes	—	—	—	—	4,8	442	17,31
III. Hybrides SUCRIÈRE A × VAURIAC							
N° 95	9 Nov.	verts	jaune	blanche	5	230	15,65
► 96	14 ►	►	►	►	5	600	13,70
► 97	10 Déc.	jaunes	►	jaune	4-5	960	13,75
► 98	17 ►	vert-jaune	►	►	4-5	300	12,57
► 99	17 ►	rosés	rouge	rose	4-5	470	15,52
► 100	17 ►	verts	►	►	4-5	365	14,77
Moyennes	—	—	—	—	4,6	487	14,32
IV. Hybrides VAURIAC × SUCRIÈRE A							
N° 49	8 Nov.	rosés	rouge	blanche	3-4	480	16,28
► 50	8 ►	vert-rose	blanche	►	5	430	16,11
► 51	8 ►	verts	rouge	►	3-4	380	14,11
► 52	9 ►	roses	►	►	4	500	14,09
► 53	9 ►	verts	jaune	►	5	500	13,90
► 54	9 ►	roses	rouge	►	4	450	14,52
► 55	13 ►	roses	►	►	3	450	14,57
► 56	13 ►	►	►	rose	4	550	15,65
► 57	13 ►	verts	jaune	►	4	300	14,92
► 58	14 ►	jaunes	►	blanche	4	550	13,85
► 59	18 ►	►	►	►	5-6	1080	13,62
► 60	18 ►	►	►	►	4	300	16,80
► 61	10 Déc.	rouges	rouge	►	3	460	13,65
► 62	17 ►	roses	►	►	4	650	18,00
► 63	18 ►	verts	jaune	►	4	520	17,62
► 64	18 ►	rouges	rouge	►	3-4	310	17,10
► 65	19 ►	►	►	►	5-6	620	17,72
► 66	19 ►	jaunes	jaune	►	4-5	630	15,60
► 67	19 ►	rouges	rouge	►	3	380	16,70
► 68	19 ►	jaunes	jaune	►	4	40	19,42
► 69	19 ►	►	►	►	4	300	16,32
► 70	19 ►	►	►	►	4	270	10,09
► 71	19 ►	?	rouge	►	4	200	17,20
Moyennes	—	—	—	—	4	450	15,56

ANNÉE 1929	Date de l'analyse	Pour 100 grammes de pulpe fraîche				Pour 100 g. de mat. sèche				
		Azote amine en grammes	Azote organique en grammes	Sucre total en grammes	Alcalinité des cendres de soude en cm ³	Azote amine en grammes	Azote organique en grammes	Sucre total en grammes	Alcalinité des cendres de soude en cm ³	
1. FOURRAGÈRES										
VAURIACS										
N° 129	24 Octobre	3-4	400	6,52	12,6	0,280	—	1,21	13	
» 131	2 Novembre	3-4	375	9,86	13,0	0,268	12	1,00	—	
» 133	»	5	870	7,27	11,4	0,252	20	1,00	10,2	
» 147	»	5-6	720	8,10	11,8	0,262	14	0,79	—	
Moyennes	—	3,8	591	7,93	12,2	0,265	15,3	1,00	—	
Annexe vascularisées										
Poids des racines en grammes										
N° 129	24 Octobre	3-4	400	6,52	12,6	0,280	—	1,21	13	
» 131	2 Novembre	3-4	375	9,86	13,0	0,268	12	1,00	—	
» 133	»	5	870	7,27	11,4	0,252	20	1,00	10,2	
» 147	»	5-6	720	8,10	11,8	0,262	14	0,79	—	
Moyennes	—	3,8	591	7,93	12,2	0,265	15,3	1,00	—	
Ibis FOURRAGÈRES										
VAURIACS										
cultivées en pleine campagne										
N° 137	9 Novembre	5	1500	3,31	6,3	0,170	6	0,70	8,6	
» 142	»	4	1150	9,66	12,4	0,226	8	0,80	—	
» 146	»	4	1250	2,99	6,2	0,131	11	0,90	—	
» 160	13 Décembre	3	1800	2,00	5,4	—	—	—	—	
Moyennes	—	4	1300	4,49	7,5	0,175	8,3	0,80	—	

— 215 —

2,9

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

ANNÉE 1929	Date de l'analyse	Coloration	pétioles	racines	chair	Pour 100 grammes de pulpe fraîche			Pour 100 g. de mat. sèche			Pour 1 g. de cendres							
						Alcalinité de soude N/5	soluble en cm ³	de soude N/3	Alcalinité de soude N/5	soluble en cm ³	de soude N/5	Alcalinité de soude N/5	soluble en cm ³	de soude N/3					
III. HYBRIDES																			
SUCRERÉE A																			
× VAURIAC																			
N° 139	10 Nov.																		
> 144	16	verts		blanche		4,5	480	14,62	19,4	0,291	15	0,80	—	—					
> 149	27	»	»	»		6-7	130	17,80	22,8	0,257	8	0,39	—	—					
> 151	9 Déc.	»	»	»		5-6	600	16,90	22,6	0,256	10	0,41	—	—					
> 152	9	»	»	»		5	290	16,10	23,4	0,246	16	0,50	4,0	—					
Moyennes	—	—	—	—		6	600	16,20	20,8	—	—	6,6	6,1	—					
						5,5	420	16,32	21,8	0,262	12,2	0,52	—	—					
IV. HYBRIDES																			
VAURIAC																			
× SUCRERÉE A																			
N° 138	10 Nov.			rosées		5-6	240	17,62	22,6	0,218	8	0,41	—	—					
> 145	16	verts	»	blanche		6	250	18,90	22,4	0,224	9	0,39	3,6	—					
> 150	27	»	»	»		5-6	630	18,95	22,6	0,201	8	0,36	—	—					
> 156	13 Déc.	»	»	»		5-6	630	19,00	23,0	0,285	11,2	0,35	4,0	—					
> 157	13	»	»	»		7-8	775	16,90	21,6	0,242	10	0,45	—	—					
Moyennes	—	—	—	—		6	505	18,27	22,4	0,234	9,2	0,39	—	—					
V. HYBRIDES																			
VAURIAC																			
× SUCRERÉE A																			
<i>cultivées en pleine campagne</i>																			
N° 164	3 Nov.			rosées		4	1800	10,77	13,7	—	—	—	—	—					
> 165	17	»	»	rouge		5-6	1650	10,37	14,1	0,257	15	—	—	—					
> 168	19 Déc.	verts	»	blanche		5	510	15,85	19,4	0,257	—	—	—	—					
Moyennes	—	—	—	—		4,8	1320	12,33	15,7	—	—	—	—	—					

ANNÉE 1930	Date de l'analyse	Pour 100 grammes de pulpe fraîche				Pour 100 g. de mat. sèche				Pour 1 gramme de cendres			
		Alcalinité des cendres		Centres de soude N soluble en cm ³	Azote insoluble en grammes en gرامیم	Centres de soude N soluble en cm ³	Azote organique en grammes en gرامیم	Centres de soude N soluble en cm ³	Azote insoluble en grammes en gرامیم	Centres de soude N soluble en cm ³	Azote organique en grammes en gرامیم	Centres de soude N soluble en cm ³	Azote insoluble en grammes en gرامیم
		Alcalinité des cendres	Centres de soude N soluble en cm ³										
I. FOURRAGERES													
VAURIACS													
N° 225	10 Novembre	3	620	5,62	9,40	0,162	0,044	1,30	16,5	2,7	59,78	1,72	0,46
» 228	»	3	525	6,19	9,15	0,145	0,047	0,95	12,2	1,6	67,65	1,58	0,51
» 234	»	3-4	590	8,10	0,152	—	—	1,08	18,5	2,0	35,40	1,87	—
» 249	»	5	250	6,05	8,95	0,156	0,036	1,15	10,9	1,8	67,59	1,74	0,40
» 250	»	3-4	500	6,00	10,25	0,147	0,048	1,10	—	—	59,51	1,43	0,46
Moyennes	—	3 6	497	5,37	9,17	0,152	0,044	1,11	13,2	2,0	58,38	1,66	0,45
II. SUCRIERES													
VILMORIN A													
N° 224	10 Novembre	5-6	290	15,40	22,10	0,266	0,084	0,85	9,2	5,4	69,68	1,20	0,38
» 235	»	5	270	17,80	21,30	0,207	0,073	0,50	6,4	4,0	83,56	0,97	0,34
» 247	»	5-6	380	15,92	22,50	—	—	0,70	5,0	4,8	70,75	—	—
Moyennes	—	5,3	313	16,37	21,96	0,236	0,078	0,68	6,8	4,7	74,66	1,08	0,36
III. SUCRIERES													
VILMORIN B													
N° 226	13 Novembre	3-4	225	17,80	23,35	0,187	0,070	0,75	5,4	6,0	76,23	0,80	0,29
» 236	»	5-6	600	16,40	22,05	0,204	0,102	0,80	5,4	3,4	74,37	0,92	0,46
» 260	14 Décembre	4-5	300	15,07	19,80	—	—	0,75	9,0	4,0	76,11	—	—
Moyennes	—	4,5	375	16,42	21,73	0,195	0,086	0,76	6,6	4,4	75,57	0,86	0,37

Coloration	pétioles	racines	chair	Pour 100 grammes de pulpe fraîche		Pour 100 g. de mat. sèche		Alcalinité de cendres	Alcalinité de soude N en cm ³	Alcalinité de soude en cm ³	Pour 1 g. de cendres			
				Alcalinité des cendres	Alcalinité des cendres	Alcalinité des cendres	Alcalinité des cendres							
V. HYBRIDES														
SUCRERIE A X VAURIAC														
N° 240	23 Nov.	vert-j.	j.-rouge	jaune	5,6	660	11,90	17,32	—	1,00	13,0	3,7		
» 241	»	»	»	blanche	5	700	18,75	18,35	0,245	0,90	10,0	3,1		
» 242	23	»	»	jaune	5	420	12,62	18,40	0,242	1,10	11,4	4,0		
» 243	23	»	»	blanche	4	170	11,50	17,45	0,201	0,93	0,95	7,0		
Moyennes	—	—	—	—	—	4,7	12,44	17,88	0,229	0,85	0,98	10,3		
V. HYBRIDES														
SUCRERIE B X VAURIAC														
N° 227	13 Nov.	rouges	rouge	rouge	4	220	14,77	18,15	0,196	0,068	0,87	9,5		
» 229	»	»	»	rouge	6	270	11,75	17,15	0,218	0,085	0,80	11,0		
» 230	»	»	»	rouge	5	130	15,32	19,90	0,190	0,095	0,65	8,5		
» 231	16	»	»	rouge	4-5	440	16,42	19,30	—	0,81	11,8	3,4		
» 232	16	»	»	rouge	5	235	15,07	19,50	—	0,73	9,4	3,8		
Moyennes	—	—	—	rouge	5	259	14,66	18,80	0,201	0,082	0,77	9,6		

ANNÉE 1932	Date de l'analyse	Pour 100 grammes de pulpe fraîche						Pour 1 g. de cendres	
		Amidon vacuolaires	Amidon des racines	Sucre total	Sucre totale sèche en grammes	Azote insoluble en grammes	Cendres en grammes	Sucre total	Sucre totale sèche en grammes
I. FOURRAGERES GEANTES ROSES									
N° 395	15 Oct.	3	230	6,55	9,55	0,033	0,90	8,8	2,6
> 408	11 Nov.	2-3	165	9,00	13,15	0,041	0,85	7,0	3,0
> 411.	11 ,	3-4	940	7,59	10,80	0,041	1,15	11,5	2,1
Moyennes	—	—	445	7,71	11,39	0,038	0,96	9,1	2,6
II. FOURRAGERES VAURIACS									
N° 396	15 Oct.	3	205	5,70	7,00	0,035	0,86	8,0	3,0
> 409.	11 Nov.	3-4	165	5,65	8,55	0,035	0,92	8,0	3,2
Moyennes	—	—	3,2	185	5,67	7,77	0,035	0,89	8,0
III. SUCRIERES VILMORIN A									
N° 397	15 Oct.	3-4	210	16,40	22,10	0,078	0,70	6,7	3,0
> 405	26 ,	5	230	18,00	23,30	0,063	0,75	5,7	4,0
> 406.	11 Nov.	5	120	19,20	25,80	0,092	0,50	—	5,8
> 410.	11 ,	6	495	13,80	18,00	0,045	0,55	7,0	2,6
Moyennes	—	—	4,8	263	16,85	0,069	0,62	6,4	3,8
IV. SUCRIERE VILMORIN B									
N° 412.	11 Nov.	5	495	18,40	22,00	0,084	0,66	5,7	4,3
de soude N						de soude N	de soude N	de soude N	de soude N
soluble en cm ³						soluble en cm ³			
insoluble en cm ³						insoluble en cm ³			
Cendres en grammes						Cendres en grammes	Cendres en grammes	Cendres en grammes	Cendres en grammes
en grammes						en grammes	en grammes	en grammes	en grammes
Azote insoluble						Azote insoluble	Azote insoluble	Azote insoluble	Azote insoluble
en grammes						en grammes	en grammes	en grammes	en grammes
Cendres						Cendres	Cendres	Cendres	Cendres
en grammes						en grammes	en grammes	en grammes	en grammes
Alcalinité						Alcalinité	Alcalinité	Alcalinité	Alcalinité
de soude N						de soude N	de soude N	de soude N	de soude N
soluble en cm ³						soluble en cm ³			
insoluble en cm ³						insoluble en cm ³			
Pour 1 g. de mat. sèche						Pour 100 g. de mat. sèche			

V. HYBRIDES

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1. AMBARD (L.). — Modifications à la méthode de Bertrand pour rendre cette méthode applicable au dosage de petites quantités de sucre. — *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1920, 2, 203.
2. ANDRE (G.) — *Chimie agricole : I, Chimie végétale*, 2^e éd., Paris, 1914, p. 222.
3. ANDRIK (K.), STANEK (V.) et URBAN (K.). — Veränderungen in der Zusammensetzung der Rübe während der Reife. — *Ztschr. f. Zuckerind. i. Böhém.*, 1902, 26, 343.
4. ANDRIK (K.) et URBAN (K.). — Die Zusammensetzung der Reinasche der Würzeln und des Krautes der Zuckerrübe und Deren Zusammenhang mit dem Zuckergehalt. — *Idem*, 1909, 33, 418.
5. ASTRUC (A.). — Sur l'essai de la magnésie calcinée. — *Journ. Pharm. et Chim.*, 1917, (7), 16, 65.
6. BAERTS (F.) et DELVAUX (P.). — Contribution à l'étude du dosage des amides dans les produits de sucrerie. — *Sucrerie Belge*, Numéro du Centenaire, 1930, 52.
- 6bis. BAERTS (F.) et DELVAUX (P.). — Sur le dosage des amides dans les produits sucrés. — *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1932, 14, 224.
7. BERTRAND (G.) et THOMAS (P.). — *Guide pour les manipulations de Chimie biologique*, 2^e éd., Paris, 1913, p. 85.
8. BLANCHETIERE (A.). — L'évolution de nos connaissances sur la structure chimique des matières protéiques. — *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1925, 7, 218.
9. BLARINGHEM (L.). — *Principes et formules de l'hérédité mendélienne*, Paris, 1928.
10. BLARINGHEM (L.), BRIDEL (M.) et BOURDOUIL (M^{11e} C.). — Sur la dominance du caractère amyloacé dans les hybrides de première génération de deux variétés de pois. (*Pisum sativum L.*). — *C. R. Ac. Sc.*, 1931, 193, 1135.
11. BRIEM (H.). — Das Microscop und die Rübenzucht. — *Oest. Ung. Ztschr. f. Zuckerind. u. Landw.*, 1905, 34, 503.
12. BRIEM (H.). — Zur stickstofffrage beim Zuckerrübenbau. — *Idem*, 1910, 39, 30.
13. CAMBIER (R.) et LEROUX (L.). — Sur le dosage de l'azote organique en présence de nitrates par la méthode de Kjeldahl. — *C. R. Ac. Sc.*, 1932, 195, 1280.
14. CANALS (E.). — Dosage du calcium et du magnésium dans différents milieux salins. — *C. R. Ac. Sc.*, 1920, 171, 516.
15. CANALS (E.). — *Du rôle physiologique du magnésium chez les végétaux*, Paris, 1920.
16. CLEMENTI (A.). — Cité d'après *Chem. Abstracts*, 1916 (1), 10, 617.

17. COLIN (H.). — Action de la lumière sur la richesse saccharine de la betterave. — *Bull. Chim. Sucr.*, 1920-21, 38, 61.
18. COLIN (H.). — Betteraves sucrières et betteraves fourragères. — *C. R. Ac. Sc.*, 1924, 178, 2120.
19. COLIN (H.). — Structure et chimisme dans la betterave. — *Bull. Chim. Sucr.*, 1924-25, 42, 449.
20. COLIN (H.). — Sur la conservation des betteraves dans les silos. — *Bull. Chim. Sucr.*, 1927-28, 45, 8.
21. COLIN (H.) et BOUGY (E.). — Caractères de quelques hybrides de betteraves. — *C. R. Ac. Sc.*, 1930, 191, 730.
22. COLIN (H.) et BOUGY (E.). — Structure et richesse saccharine dans les hybrides de betteraves. — *C. R. Ac. Sc.*, 1932, 194, 1680.
23. COLIN (H.) et GRANDSIRE (A.). — Structure et chimisme dans la betterave. — *C. R. Ac. Sc.*, 1925, 180, 599.
24. CUNY (L.). — *Le dosage des sels biliaires dans la bile et le liquide duodénal*, Paris, 1930. — Appendice II, p. 188.
25. DECAISNE (J.). — Recherches sur l'organisation anatomique de la betterave. — *C. R. Ac. Sc.*, 1838, 7, 944.
26. DUSCHSKY (J. E.), MINZ (I. R.) et PAWLENKO (W. P.). — Stickstoffhaltige Bestandteile der Rübe und ihre Bewegung im Gange der Rohzuckerfabrication. — *Ztschr. d. Ver. Deut. Zuckerind.*, 1911, 61, 1.
27. FREMY (E.) et DEHERAIN (P. P.). — Recherches sur les betteraves à sucre. — *C. R. Ac. Sc.*, 1875, 80, 778.
28. GAROLA (C. V.). — *Plantes fourragères*, Paris, 1904.
29. GELIS (A.). — Action de la chaleur sur les substances neutres organiques; étude des produits torréfiés. — *Ann. Chim. et Phys.*, 1858, 52, 352.
30. GESCHWING (L.). — Etude sur le développement de la betterave à sucre. — *Bull. Chim. Sucr.*, 1899-1900, 17, 217.
31. GESCHWING (L.). — Sur les relations existant chez la betterave entre la genèse du saccharose et la structure de la racine. — *Bull. Chim. Sucr.*, 1900-1901, 18, 785.
32. GRANDSIRE (A.). — Le chimisme des feuilles privées de chlorophylle. — *Ann. Sc. Nat. : Botan.*, 1926 (10), 8, 221.
33. HALLQUIST (C.). — Über freiwilliges Selbststäuben bei *Beta*. — *Hereditas*, 1927, 9, 411.
34. van HEEL (J. P. D.). — *Onderzoeken over de ontwikkeling van de anthère, van den zaadknop en van het zaad bij Beta vulgaris L.* Naarden, 1925.
35. HELLRIEGEL. — Cité d'après de *Vilmorin* [96, p. 74].
36. HERZFIELD (A.). — Stickstoff und Aschegehalt von Rübenproben des Jahres 1898. — *Ztschr. d. Ver. Deut. Zuckerind.*, 1898, 48, 827.
37. HERZFIELD (A.). — Statistischer Versuch über den Gehalt der Fabrikrüben an Stickstoffverbindungen in den Jahren 1915, 1916, 1918 und 1919. — *Idem*, 1920, 70, 307.
38. JAKUSCHKIN (J.). — Von ergänzenden Richtungen auf dem Gebiete der Zuckerrübenzucht. — *Verh. d. V. intern. Kongress f. Vererbungsw.*, Berlin, 1927, 2, 920.
39. JARREL (J. F.). — The beet Stand and Losses in Yield. — *Louis. Plant. a. Sug. Manuf.*, 1924, 72, 493.
40. JODLBAUER (M.). — Die Bestimmung des Stickstoffes in Nitraten nach der Kjeldahl'schen Methode. — *Chem. Centralbl.*, 1886, 17, 433.

41. KAJANUS, (B.). — Genetische Studien an Beta. — *Ztschr. f. Indukt. Abstam. u. Vererb.*, 1911, 6, 137.
42. KAJANUS (B.). — Mendelistische Studien an Rüben. — *Fühl. Landwirtsch. Zeit.*, 1912, 61, 142.
43. KAJANUS (B.). — Über die Vererbungsweise gewisser Merkmale der Beta und Brassica Rüben. — *Ztschr. f. Pflanzenzüch.*, 1913, 1, 125.
44. KAJANUS (B.). — Über die Farbenvariation der Beta Rüben. — *Idem*, 1917, 5, 357.
45. KHARETSKO-SAVITSKAIA (E. I.). — Metodika i tiéchnika iskousstvennoi gibrizatsii svioklly. — *Naouk. zap. z. Tsouk. Promisl.*, 1931, 13 (2), 613. — Publication de l'Institut Ukrainien de recherches scientifiques pour l'industrie sucrière (Kiev); résumé en allemand, p. 630.
46. LAGATU (H.). — Sur le rôle respectif des trois bases : potasse, chaux, magnésie dans les plantes cultivées. — *C. R. Ac. Sc.*, 1921, 172, 129.
47. LINDHARD (E.) et KARSTEN (J.). — Cité d'après *Vilmorin* [96, p. 94].
48. von LIPPmann (E. O.). — *Deut. Zuckerind.*, 1932, 57, 27.
49. von LIPPmann (E. O.). — *Geschichte der Rübe (Beta) als Kulturpflanze*, Berlin, 1925.
50. LITVINE (M. L.). — Podkapyvanié svioklly i migrantsia soka. — *Naouk. zap. z. Tsouk. Promisl.*, 1931, 13 (2), 465. — Publication de l'Institut Ukrainien de recherches scientifiques pour l'industrie sucrière (Kiev).
51. MAQUENNE (L.). — Action du saccharose sur la liqueur cupropotassique. — *C. R. Ac. Sc.*, 1915, 161, 617.
52. MAQUENNE (L.). — Action comparée du saccharose et du sucre interverti sur la liqueur cupropotassique. — *C. R. Ac. Sc.*, 1916, 162, 145.
53. MAQUENNE (L.). — Sur le dosage des réducteurs en présence d'un excès de saccharose. — *C. R. Ac. Sc.*, 1916, 162, 207.
54. MATTHYSEN (I. O.). — Cytologische und Anatomische Untersuchungen an Beta vulgaris, nebst einigen Bemerkungen über die Enzyme dieser Pflanze. — *Ztschr. d. Ver. Deut. Zuckerind.*, 1912, 62, 137.
55. MESTREZAT (W.). — Formol-titration des acides aminés en solution aqueuse dans l'urine. — *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1919, 1, 107.
56. MESTREZAT (W.) et JANET (M^{11e} M. P.). — L'azote titrable par la méthode de Kjeldahl. — *Bull. Soc. Chim. biol.*, 1921, 3, 105.
57. MOLLARD (M.). — Recherches physiologiques sur les galles : comparaison des galles avec les organes où la chlorophylle est atténuée ou fait défaut. — *Rev. Gén. Botan.*, 1918, 25, 348.
58. MORI (G.). — *Anomalie riscontrate sulle bietole da zucchero coltivate nel 1924*, Gênes, 1925.
59. MUNERATI (O.). — Osservazioni e ricerche sulla barbabietola da zucchero. — *Reale Accad. dei Lincei*, 1920 (5), 13, 175.
60. MUNERATI (O.), MEZZADROLI (G.) et ZAPPAROLI (T. V.). — Il peso e la richezza zuccherina delle barbabietole in rapporto alla superficie a disposizione delle singole piante nel campo. — *Stazioni speriment. agrarie*, 1913, 44, 755.
61. MUNTZ (A.) et GIRARD (A. C.). — *Les engrains*, Paris, 1889, I, p. 148; III, pp. 198 et 336.
62. MURMANN (E.). — Über die Trennung von Kalk und Magnesia. — *Ztschr. f. anal. Chem.*, 1910, 49, 688.

63. OETKEN (W.). — Cité d'après de *Vilmorin* [96, p. 119].
64. PAGNOUL (M.). — Sur le rôle exercé par les sels alcalins sur la végétation de la betterave et de la pomme de terre. — *C. R. Ac. Sc.*, 1875, 80, 1010.
65. PAYEN. — Distribution du sucre et de quelques autres principes immédiats dans les betteraves. — *C. R. Ac. Sc.*, 1847, 24, 909.
66. PELLET (H.). — Il n'y a pas de relation entre le poids d'une betterave et sa teneur en sucre — *Bull. Chim. Sucr.*, 1914-15, 32, 179.
67. PRITCHARD (F. J.). — Some recent investigations in sugar-beet breeding. — *The botan. Gazette*, 1916, 62, 425.
68. PRITCHARD (F. J.). — Correlations between morphological characters and the saccharine content of sugar-beet. — *American Journ. of Botany*, 1916, 3, 361.
69. von PROSKOWETZ (E.). — Cité d'après *von Lippmann* [49, p. 146 à 158].
70. PRYWER (C.). — Etudes cytologiques sur la betterave cultivée. — *C. R. Soc. Biol.*, 1930, 104, 1084.
71. QUILLARD (Ch.). — *La sucrerie de betteraves*, Paris, 1932, p. 48.
72. RIMPAU (W.). — *Kreuzungsprodukte landwirtschaftlicher Kulturpflanzen*, Berlin, 1891.
73. RIIPP (B.). — Über die Bildung von Karamelkörpern bei Gegenwart von stickstoffhaltigen Substanzen. — *Ztschr. d. Ver. Deut. Zuckerind.*, 1926, 76, 627.
74. ROEMER (Th.). — *Handbuch des Zuckerrüben Baues*, Berlin, 1927.
75. RONCHESE (A. D.). — *Méthodes de dosage de quelques composés azotés*, Paris, 1908.
76. SAILLARD (E.). — Action des liqueurs cuivreuses sur le saccharose. — Dosage du sucre interverti accompagné de saccharose. — *C. R. Ac. Sc.*, 1915, 161, 591.
77. SAILLARD (E.). — *Betterave et sucrerie de betterave*. — Troisième édition, 2 volumes, Paris, 1923.
78. SAILLARD (E.). — Sur la fixité de la composition des végétaux d'après Liebig et la betterave à sucre née de sélection. — *C. R. Ac. Sc.*, 1931, 192, 504.
79. SAILLARD (E.). — La betterave à sucre et les mélasses (azote et raffinose). — *C. R. Ac. Sc.*, 1931, 192, 1748.
80. SCHINDLER (F.). — Über die Stammpflanze der Runkel und Zuckerrüben. — *Botan. Centralbl.*, 1891 (3), 46, 6.
81. SHAW (H. B.). — Self close and cross fertilisation of beets. — *Mem. N. Y. Botan. Garden*, 1916, 6, 149.
82. SIDERSKY (D.). — Composition chimique de la betterave. — *Bull. Chim. Sucr.*, 1900-01, 18, 553.
83. SORENSEN (S. P. L.). — Enzymstudien : I, Formoltitrierung. — *Biochem. Ztschr.*, 1908, 7, 45.
84. SORENSEN (S. P. L.) et JESSEN-HANSEN (H.). — Über die Ausführung der formoltitrierung in starkfarbigen Flüssigkeiten. — *Idem*, 1908, 7, 407.
85. SOUCEK (J.). — Über die Wirkung gesteigerter Chilesalpetergaben zur Zuckerrübe. — *Ztschr. f. Zuckerind. d. tsch. Rep.*, 1926, 50, 419.
86. STROHMER (F.) et FALLADA (O.). — Einfluss starker Stickstoffdüngung auf die Beschaffenheit der Zuckerrübe. — *Oest. Ung. Ztschr. Zuckerind. u. Landw.*, 1909, 38, 708.
87. TABENZKI (A. A.). — *Bilderatlas der Anatomie und Biologie der Zuckerrübe*, Kiev, 1922.

88. TANRET (C.). — Alcaloïdes produits par l'action de l'ammoniaque sur le glucose. — *C. R. Ac. Sc.*, 1885, 100, 1540.
89. THENARD (P.). — Considérations sur la formation de certaines matières azotées et particulièrement sur l'acide fumique. — *C. R. Ac. Sc.*, 1861, 52, 444.
90. TRENEL (M.). — Hat die Bodenreaktion auch in der praktischen Landwirtschaft den Einfluss der ihr auf Grund von wissenschaftlichen Vegetationsversuchen zugeschrieben wird ? *Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düng.*, 1925, 4, 201.
91. TSCHERMAK (E.). — Über seltene Getreide- und Rübenbastarde. — *Verh. d. V. intern. Kongress f. Vererbungsw.*, Berlin, 1927, 2, 1495.
92. URBAN (J.). — Über Änderungen im Zuckergehalt und in der Wachstumsgeschwindigkeit der Rüben als Folge verschiedener Wasserniederschläge. — *Ztschr. f. Zuckerind. d. tsch. Rep.*, 1925, 49, 299.
93. URBAN (J.) et SOUCEK (J.). — Über die Wirkung gesteigerter Chilisalpetergaben auf die Qualität der Rübe. — *Idem*, 1924, 48, 449.
94. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Magdeburg. — *Botan. Centralbl.*, 1884, 20, 252.
95. VILLE (G.). — Conférences de Vincennes. — Cité d'après Saillard [77, II, p. 130].
96. de VILMORIN (J. Levêque). — *L'hérédité chez la betterave cultivée*, Paris, 1923.
97. de VILMORIN (J. Levêque) et CAZAUBON (E.). — Les facteurs météorologiques et la formation du sucre chez la betterave. — *Bull. Chim. Sucr.*, 1925-26, 43, 159.
98. VONDRAK (J.). — Die Zusammensetzung der Säfte aus der Kampagne 1921-22. — *Ztschr. f. Zuckerind. d. tsch. Rep.*, 1922, 46, 691.
99. VONDRAK (J.). — Bericht über die Zusammensetzung der Säfte aus der Kampagne 1922-23. — *Idem*, 1923, 47, 643.
100. VONDRAK (J.). — Über die Bestimmung der Amide in Zuckerfabrikproduktten. — *Idem*, 1927, 51, 261.
101. WOHRYZEK (O.). — *Chimie de l'industrie du sucre*. — Traduction de la deuxième édition allemande, par A. Jouve, Paris, 1931.
102. WOLFF (E.). — *Aschenanalysen*, Berlin, 1880, II, pp. 125, 127, 128.

PUBLICATIONS
de
L'INSTITUT BELGE POUR L'AMÉLIORATION
DE LA BETTERAVE
Tirlemont-Belgique

NOVEMBRE 1933

LES VIROSES DE LA BETTERAVE

par
G. VERPLANCKE

L'UTILISATION DU FERMENT LACTIQUE DANS LES SILOS DE PULPES ET FEUILLES DE BETTERAVES

par
L. DECOUX, G. ROLAND et J. VANDERWAEREN

LA VÉGÉTATION DE LA BETTERAVE EN BELGIQUE AU COURS DE L'ANNÉE 1932

par
L. DECOUX, J. VANDERWAEREN et G. ROLAND

Nº 6 — 1933



BRUXELLES
IMPRIMERIE J. COLASSIN & C°
Rue du Borgval, 18

1933

CONSEIL D'ADMINISTRATION
de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave

MM. Lucien BEAUDUIN, Président du Conseil d'Administration;
Julien BERGE, (†) Administrateur délégué;
Paul DESCAMPS, Administrateur;
Jules DUBOIS, »
Georges MULLIE, »
Jules NAVEAU, »
Ernest OURY, »
Victor PAREIN, »
Augustin ROBERTI, »
Jean WITTOUCK, »

CONSEIL SCIENTIFIQUE DE PATRONAGE
de l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave

MM. le Chanoine Philibert BIOURGE, Professeur de phytopathologie et de microbiologie à l'Institut Agronomique de Louvain.
Raymond BOUILLENNE, Professeur de botanique à l'Université de Liège.
l'Abbé Henri COLIN, Professeur de chimie végétale à l'Université catholique de Paris.
Franz BAERTS, Docteur en sciences chimiques, à Tirlemont.
Emmanuel DUMONT de CHASSART, Ingénieur agronome, à Chassart.
Lucien HAUMAN, Professeur de botanique à l'Université Libre de Bruxelles.
Constant JOURNEE, Directeur de la Station de sélection à l'Institut Agronomique de Gembloux.
Emile MARCHAL, Directeur de la Station de phytopathologie à l'Institut Agronomique de Gembloux.
Raoul MAYNE, Directeur de la Station d'entomologie à l'Institut Agronomique de Gembloux.
Georges SEMAL, Ingénieur agronome, à Donstiennes.
Albert SENY, Ingénieur des mines, à Bertrée.
Germain VERPLANCKE, Professeur de botanique à l'Institut Agronomique de Gand.

LES VIROSES DE LA BETTERAVE

par G. VERPLANCKE

Docteur en Sciences, Professeur de botanique à l'Institut agronomique de Gand,
Membre du Conseil Scientifique de patronage
de l'Institut belge pour l'Amélioration de la betterave.

Les maladies à virus de la Betterave que nous trouvons dans notre pays peuvent être divisées en deux grands groupes : la mosaïque et la jaunisse. Cette dernière affection se caractérise principalement par la présence sur les feuilles de grandes plages jaunes localisées la plupart du temps le long du bord du limbe, mais ces zones décolorées peuvent également être limitées dans les espaces situés entre les nervures.

Je m'occuperai ici spécialement de la mosaïque, tout en signalant les expériences que j'ai faites avec la jaunisse.

I. — SYMPTOMES DE LA MOSAIQUE.

Voici les symptômes que je décrivais dans une note précédente (1) :

a) Mosaïque typique : taches jaune clair dans le limbe vert foncé; ces taches sont étoilées et confluent par la suite, tout en restant localisées entre les nervures. Ce facies correspond à ce que Böning (2) décrit sous le nom de « Fleckenmosaik », et spécialement « Interkostalfleckenmosaik »;

b) On ne voit plus dans les feuilles que quelques rares plages vertes à contours anguleux; tout le restant du limbe est jaune clair. Böning appelle cela « Fleckenmosaik » du type « Nervenfleckenmosaik »;

c) Taches jaunes plus ou moins isolées et arrondies, à centre vert

(1) Verplancke, G. — « Les maladies à virus filtrants de la Betterave. » — « La Sucrerie Belge », 1929, vol. XLIX, pp. 121-127.

(2) Böning, K. — « Die Mosaikkrankheit der Rübe. » — « Forschungen a. d. Gebiet der Pflanzenkr. u. d. Immunität im Pflanzenreiche », 1927, III, pp. 81-128.

foncé; les bords des feuilles sont très ondulées; ceci correspond plus ou moins au « Tüpfelmosaik » de Böning;

d) Taches jaunes étoilées restant isolées; les pointes des étoiles sont beaucoup plus fines et plus longues que dans le premier cas; nous avons affaire ici au « Punktmosaik » de Böning;

e) Taches nécrotiques dans le limbe (fig. 1), que j'identifie avec le « Kräuselmosaik » et le « Curlmosaik » de Böning; dans le cas du « Kräuselmosaik », Böning signale que les feuilles sont petites et les pétioles



Figure 1. — Mosaïque de la betterave.
Type e : taches nécrotiques.

restent courts; cette maladie se montre sur des betteraves d'un an, et alors le nanisme ne s'extériorise pas; au contraire, il note sur des plantes de deux ans une forme sévère, le « Curlmosaik » qui se caractérise par des feuilles frisées et distordues; ce fait est dû à la croissance plus rapide des aires saines; les plantes sont plus petites et portent peu de semences.

Les observations de Böning confirment celles de Lind (1), qui situe le siège de l'infection dans la rosette; le virus progresse du point végétatif de la plante vers la périphérie.

D'autres auteurs ont encore décrit la mosaïque de la betterave; voici quelques-unes de ces descriptions :

Robbins (2) signale l'apparition de plages vert clair dans le limbe foncé de la feuille; en général, les plages plus claires sont délimitées nettement; leur étendue peut être très variable; enfin, les plantes mosaïquées peuvent montrer des déformations; les feuilles très fortement atteintes présentent des petites taches nécrotiques; on remarque souvent un enroulement des bords du limbe à partir du sommet, enroulement qui est probablement dû à la cessation de la croissance de ces régions; puis les nervures sont attaquées : elles montrent en coupe une nécrose du phloème: les cellules en sont remplies d'une substance brune, les parois sont plus foncées et plus épaisses.

Severin (3) décrit deux types de mosaïque, qu'il a trouvés en Californie : la mosaïque proprement dite, caractérisée par des plages plus claires dans le limbe; elle peut être accompagnée de malformation ou non; et la mosaïque associée avec le « black tip », qui se manifeste par de petites aires claires ou blanches dans le limbe et des taches irrégulières dans le limbe; en plus, il y a nanisme et malformation des feuilles, qui montrent les pointes ou les bords noircis; souvent le limbe foliaire est réduit à un peu plus que la continuation du pétiole.

Molz (4) décrit une mosaïque accompagnée d'une frisolée des feuilles; il signale quelques petites fissures dans la cuticule; ces fissures seraient causées par la tension irrégulière existant dans les feuilles croissant rapidement. Il note les premiers symptômes après le démarriage.

Comme on peut s'en rendre compte, les descriptions qui ont été données de la mosaïque se ressemblent beaucoup.

II. — ETUDE CYTOLOGIQUE.

L'étude cytologique au moyen des procédés usuels montre les modifications habituelles observées dans les tissus de plantes en puissance de virus. Voici ce que j'ai observé :

1. Etude des feuilles :
 - a) Je note une hypoplasie des tissus par suite du manque de différenciation du tissu palissadique et par la réduction des espaces lacuneux (fig. 3 et 4);

(1) Lind, Jens. — « Runkelroernæs mosaiksyge. » — « Tidskr. Planteavl. », 1915, vol. XXII, pp. 444-457.

(2) Robbins, W. W. — « Mosaic disease of Sugar beets. » — « Phytop. », 1921, vol. XI, pp. 348-365.

(3) Severin, H. H. P. — « Curly top symptoms on the sugar beet. » — « California agr. exper. stat. », 1929, bull. n° 465.

(4) Molz, E. — « Die Mosaikkrankheit der Zuckerrüben, eine in Deutschland neue und gefährliche Zuckerrübenkrankheit. » — « Deutsche landw. Presse », 1926, vol. LIII, n° 40, p. 501.

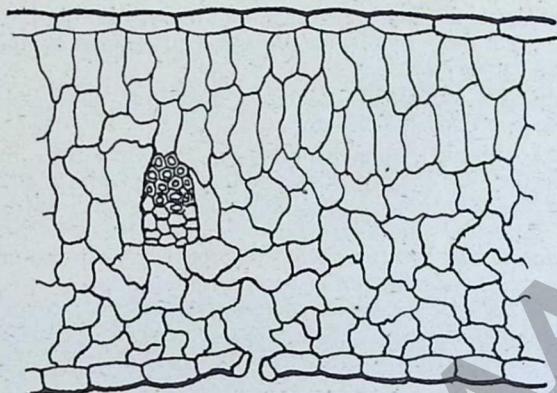


Figure 3. — Coupe d'une feuille saine :
tissu palissadique nettement formé.

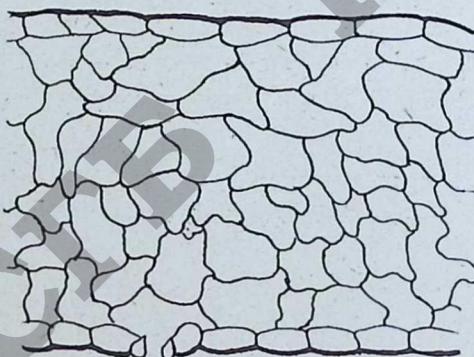


Figure 4. — Coupe d'une plante mosaïquée :
tissu palissadique non différencié.

- b) Diminution de la taille des noyaux dans les plages mosaïquées;
- c) Augmentation des dimensions des plastides, qui peuvent confluir et subir une dégénérescence graisseuse;
- d) Présence dans le mésophylle de « X bodies », produits de dégénérescence par agrégation des leucoplastes (fig. 5);
- e) Nécrose du phloème, dont les cellules ont des parois épaissies et elles contiennent un dépôt jaunâtre;

2. Etude des racines :

- a) Nécrose du phloème;
- b) « X bodies » dans le parenchyme cortical;

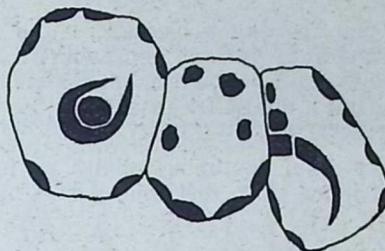


Figure 5. — « X bodies » dans le mésophylle des feuilles mosaïquées.

c) Présence dans le parenchyme de sporanges de *Ligniera radicalis* Maire et Tison; je retrouve cependant ce *Ligniera* dans les racines de plantes saines; je ne puis donc les considérer comme caractéristiques de plantes malades.

III. — TRANSMISSION DE LA MOSAIQUE À DES BETTERAVES SAINES.

Les techniques suivantes ont été utilisées :

a) Des feuilles provenant de plantes malades ont été broyées dans un hache viande; le produit obtenu est mis dans un linge solide et le tout pressé dans une presse à main; le jus ainsi obtenu est utilisé non dilué; y tremper un linge grossier et frotter cette loque imbibée de jus contenant le virus de la mosaïque sur les feuilles de plantes saines, de façon à en blesser l'épiderme et assurer le contact du virus avec le protoplasme des cellules saines.

Après chaque opération, les appareils utilisés ont été lavés au formol à 10 %, puis à l'alcool à 94°, afin de tuer les particules de virus pouvant y adhérer.

Les plantes inoculées ont été tenues en cages couvertes de mousseline ou sous cloche de verre;

b) D'un autre côté, j'ai étudié également la transmission par les insectes : des insectes sont mis en cages spéciales composées d'un cylindre en toile métallique fermé par deux couvercles, qui sont réunis par un ressort à boucle; ces cages sont fixées sur les feuilles de plantes malades pendant 48 heures au moins; le tout est alors transporté sur des plantes saines (fig. 6). Je me suis surtout servi de *Doralys fabae* (Scop) HRL, de *Myzus persicae* (Sulzer) et de *Aulacorthum pelargonii* (Kalt) Mord.

Il est intéressant de signaler, dès à présent, que l'inoculation artificielle des feuilles, c'est-à-dire par frottis et blessure, donne une transmission absolument certaine : réussite de 100 %, alors que les insectes ne transportent la mosaïque que dans 71-89 % des cas.

L'étude de la transmission avait pour but d'élucider divers problèmes que j'envisagerai rapidement ici :

1. Les divers symptômes que j'ai décrits, sont-ils des extériorisations de diverses viroses ou d'un seul et même virus ?

La transmission par frottis et blessure, aussi bien que celle par insectes donne des symptômes variant énormément; seulement, on peut les ramener à quelques types assez nettement définis, en se basant sur le travail de Merckel (1), qui a étudié les mosaïques des Papilionacées; voici d'ailleurs ces types :

a) Sprenkel mosaik : sur le limbe foliaire se montrent des taches plus ou moins grandes, jaune clair, distribuées sans ordre apparent;

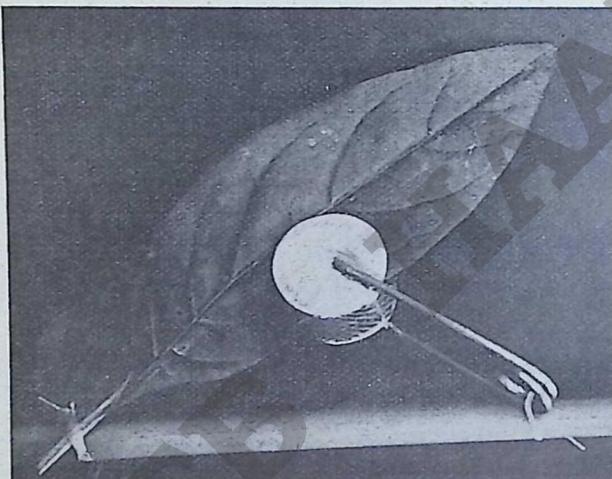


Figure 6. — Modèle de cage utilisée pour la transmission des viroses par insectes.

b) Nerven Mosaik : Les parties malades du limbe suivent les nervures des feuilles, alors que les parties entre les nervures restent saines;

c) Marmor Mosaik : Les plages saines vert foncé sont localisées principalement le long des nervures; les zones décolorées se trouvent dans la région intercostale;

d) Pocken Mosaik : Sur le fond jaunâtre de la feuille, on observe des plages vert foncé, gondolées, nettement délimitées, et sans localisation spéciale.

Merckel distingue dans chacun de ces quatre types trois subdivisions :

a) Type I : l'aire saine totale est plus étendue que l'aire malade;

b) Type II : l'étendue de la partie saine est égale à celle de la partie mosaïquée;

(1) Merckel, L. — «Beiträge zur Kenntnis der Mosaikkrankheit der Familie der Papilionaceen.» — «Zeitschr. f. Pflanzenkr. u. Pflanzensch.», 1929, vol. XXXIX, pp. 289-347.

c) Type III : la partie saine est moins étendue que la partie malade.
Ces indications ont été reproduites dans la figure 7.

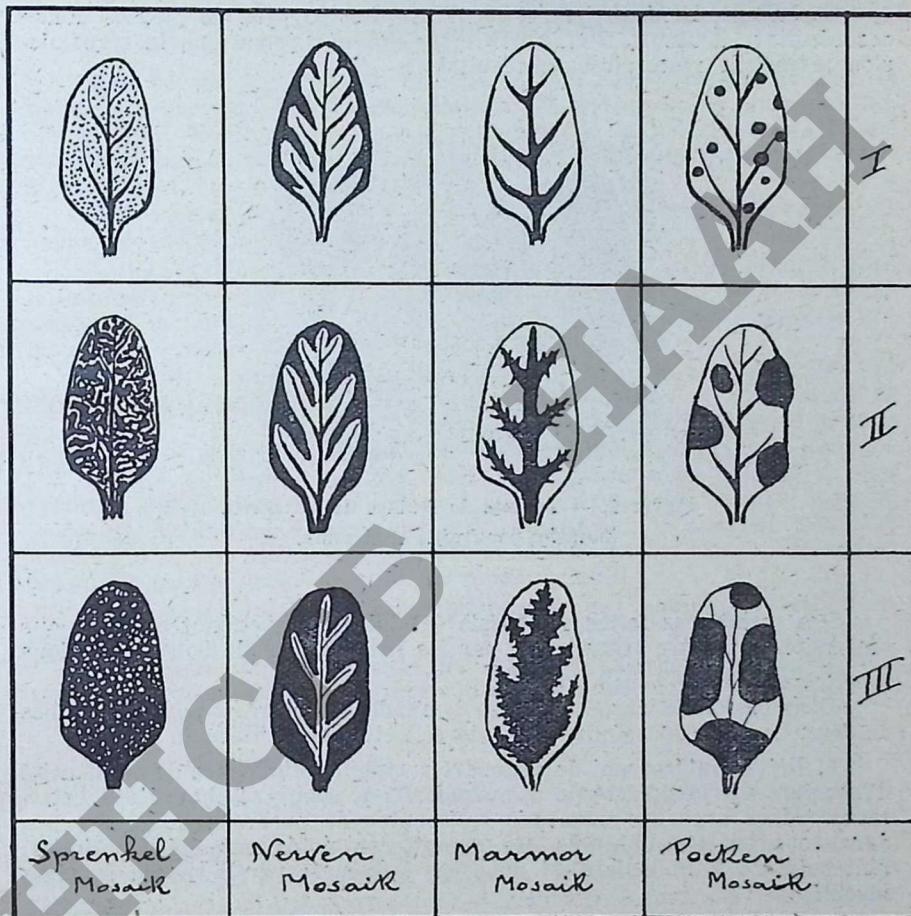


Figure 7. — Types de mosaïque d'après la classification de Merckel.

Je dois noter d'abord que la période d'incubation, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre l'inoculation et l'apparition des symptômes de maladie, est la même pour tous les types de mosaïque que j'ai décrits : 13 jours dans certains cas, 21 dans d'autres. D'un autre côté, j'ai pu observer que tous les types décrits par Merckel pour les Papilionacées se développent indistinctement dans mes essais de transmission, ce qui me permet de conclure que tous les symptômes que j'ai décrits au début de la présente note ne sont que des variations quantitatives ou qualitatives d'un seul et même virus, celui de la mosaïque (fig. 2).

2. Ainsi que je l'ai dit plus haut, les inoculations artificielles donnent une réussite de 100 %; ceci est d'accord avec les observations de Molz qui pense que l'infection peut se faire par les mains des démarieurs.

Cependant, Böning signale que l'infection par jus de plantes donne des résultats douteux. D'un autre côté, Robbins pense que la transmission artificielle resterait sans résultats.

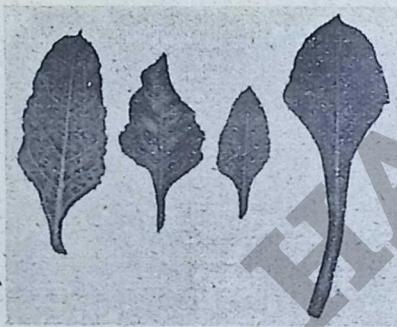


Figure 2. — Aspects de feuilles de betteraves inoculées par frottis et blessure.

Des recherches faites en Russie (1) laissent cependant conclure que l'infection peut être transportée par les instruments de culture, quoique ce fait doive encore être confirmé.

Dans ces conditions, on peut se demander si l'on n'est pas en présence de deux types de mosaïque à caractères nettement différents ?

3. Il était intéressant de se rendre compte de l'influence de la quantité d'inoculum sur la gravité de la maladie. Pour cela, j'ai chargé des betteraves saines avec des quantités croissantes de pucerons infectieux; et, dans tous les cas observés, les symptômes notés ont été identiques; l'intensité de la maladie n'est donc pas influencée par la masse de virus inoculé.

4. Je dois signaler ici que l'élévation de la température n'amène aucun « masking » des symptômes de la mosaïque; en effet, au cours de mes expériences de transmission, des plantes inoculées étaient restées en serre à des températures dépassant largement 25°; et à aucun moment je n'ai pu remarquer que les caractères des feuilles mosaïquées étaient altérés par cette température élevée, ce qui est contraire à certaines mosaïques observées sur d'autres plantes, où une élévation de température fait disparaître plus ou moins la différence entre les plages jaunes et vertes des feuilles atteintes.

(1) « Mosaic diseases of the sugar beet. » — « Plantbreeding Dep. of Union Sugar Ind. Kieff », 1930, 286 pages.

IV. — TRANSMISSION DE LA MOSAIQUE DE LA BETTERAVE DANS LA NATURE.

1. Transmission par la semence.

Nous savons que diverses maladies à virus sont transmises par la semence, notamment le « Peach yellows », les mosaïques de divers trèfles, du pois, etc. Böning pense que la mosaïque de la betterave n'est pas transmise par la semence; cependant, il conseille une grande prudence à ce sujet.

Lind conclut également à la non transmission par la semence, de même que Robbins et les chercheurs russes.

Cependant, Ducomet (1) a observé jusque 20 % de mosaïque dans la descendance de parents mosaïqués; il pense que l'apparition de symptômes de la maladie peut être retardée, de façon à rendre difficile une inspection quant à l'état sanitaire des jeunes plantes.

Voici les résultats que j'ai obtenus avec des semences récoltées sur des porte-graines malades : Sur 927 plantules levées, il y en avait 66 malades, soit 7,1 % de plantules mosaïquées. D'un autre côté, sur 136 plantules issues de semences récoltées sur des pieds mères atteints de jaunisse, j'ai compté 8 plantes malades, soit une transmission de 5,7 %. Les premiers symptômes de maladie ont été remarqués deux mois après la levée; seulement, pour confirmer mon diagnostic, le jus des plantules malades a été inoculé à des betteraves saines par frottis et blessure et toutes les plantes inoculées sont devenues malades.

Je dois donc conclure à une transmission des maladies à virus de la betterave par les glomérules.

Ne peut-on encore penser ici que les divers chercheurs ont travaillé avec deux virus différents, ainsi que je l'avais déjà fait remarquer précédemment ?

2. Transmission par le sol.

Des chercheurs russes ont montré que la mosaïque n'était pas transmise par le sol.

J'ai semé des glomérules provenant de porte-graines sains dans des pots ayant contenu des racines malades; et aucune des plantules n'est devenue malade, ce qui permet bien de conclure à une non transmission par le sol.

D'un autre côté, en semant des glomérules sains dans des pots contenant encore des betteraves mosaïquées, de telle sorte que les racines des plantes malades et saines doivent se toucher, je n'obtiens aucune transmission de la maladie, quelle que soit la nature du sol avec lequel j'ai travaillé. Ceci est d'autant plus intéressant que ce fait permet d'écartier le *Ligniera* sp. comme agent causal de la mosaïque, étant donné que les racines malades contenaient des sporanges de cette Plasmodiophoracée, et que je les retrouve également dans les tissus des plantules saines.

(1) Ducomet, V. — « La mosaïque de la Betterave. » — « Rev. path. vég. et ent. agric. », 1928, vol. XV, pp. 24-29.

3. Transmission par la greffe.

Evidemment, cette transmission ne se rencontre pas dans la nature; seulement, comme mes résultats confirment ceux de Böning, j'ai trouvé intéressant de les donner ici.

On peut très facilement greffer des morceaux de racines sur d'autres racines; et dans tous les cas où une réunion organique s'est amorcée, il y a transmission de la maladie quand on met en contact une racine saine avec une malade.

V. — TRANSMISSION DE LA MOSAIQUE DE LA BETTERAVE A D'AUTRES PLANTES.

Il était intéressant d'étudier les hôtes possibles des viroses de la betterave. Dans ce but, plusieurs plantes mauvaises herbes et autres ont été semées en serre et ultérieurement inoculées avec le virus de la mosaïque ou celui de la jaunisse par le procédé frottis et blessure des feuilles. Les plantes ont été tenues en cage de mousseline pour éviter toute infection secondaire (1).

La période d'incubation dans ces expériences a été de 15 à 17 jours.

Sur les 61 plantes inoculées, pour la plupart mauvaises herbes assez fréquentes dans notre pays, j'ai pu trouver 45 espèces appartenant à 22 familles différentes, qui peuvent être des hôtes pour la mosaïque de la betterave; 32 espèces appartenant à 19 familles différentes peuvent servir d'hôte à la jaunisse.

Ceci montre la grande importance de ces plantes dans le cycle de la mosaïque.

Mais ces expériences avaient encore un autre but : Lackey (2, 3) signale qu'il obtient une atténuation de ce virus par le passage sur diverses plantes, notamment *Chenopodium album* (Ansérine blanche), et il montre que la virulence primitive peut être rétablie par inoculation à *Stellaria media* (Mourron des oiseaux).

Aussi, le jus de ces diverses plantes infectées dont je viens de parler, a été inoculé par frottis et blessure à des betteraves saines. Et je n'ai jamais pu noter aucune atténuation ni exaltation de la virulence de ces virus par le passage à travers un de ces hôtes intermédiaires : les symptômes de la mosaïque étaient reproduits tels que je les ai décrits précédemment.

VI. — ETUDE D'AUTRES MOSAIQUES.

L'étude cytologique de la mosaïque du Navet, *Rumex crispus* (*Rumex crépu*), chicorée à café, carotte, féverole donne les mêmes caractéristiques que celles des tissus de la betterave (4).

(1) Verplancke, G. — «Hôtes nouveaux des maladies à virus filtrant de la Betterave.» — «Bull. Soc. R. de Botan. de Belgique», 1933, tome LXV, fasc. 2, pp. 137-147.

(2) Lackey, C. F. — «Further studies of the modification of sugar beet curly top virus by its various hosts.» — «Phytop. abstr.», 1929, vol. XIV, pp. 1141-1142.

(3) Lackey, C. F. — «Virulence of attenuated curly top virus by *Stellaria media*.» — «Phytop. abstr.», 1931, vol. XXI, p. 123.

(4) Verplancke, G. — «Les maladies de dégénérescence de la betterave.» — «Bulletin de l'Académie des Sciences» (sous presse).

J'ai inoculé le jus de ces plantes malades à diverses plantes de betteraves et autres, et les observations que j'ai faites ont été résumées dans le tableau I.

TABLEAU I.

Etudes de mosaïques trouvées sur certaines plantes dans la nature.

Plantes inoculées	Navet		<i>Rumex crispus</i>		Chicorée à café		Carotte		Féverole	
	Transmission		Transmission		Transmission		Transmission		Transmission	
	arti-ficielle	par pucerons	arti-ficielle	par pucerons	arti-ficielle	par pucerons	arti-ficielle	par pucerons	arti-ficielle	par pucerons
Navet	+	—	++	—	—	—	—	—	○	—
Betterave sucrière .	++	++	++	—	++	++	++	++	○	—
Tabac	+	++	+	—	○	○	○	—	○	—
<i>Physalis alkekengi</i> . (Coqueret)	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
<i>Datura Stramonium</i> . (Datura Stramoine)	○	○	○	—	○	○	○	○	○	—

— mosaïque.

++ mosaïque grave.

○ aucun symptôme.

Comme on peut s'en rendre compte, il n'y a que la mosaïque de la féverole qui diffère essentiellement des autres et de celle de la betterave; en effet, c'est la seule qui ne donne pas de symptômes sur les feuilles de betterave; d'ailleurs, le jus de ces plantes inoculées a été transféré à des féverolettes saines, et aucun symptôme ne s'est extériorisé sur cette dernière plante.

Il faut noter également ici que je n'ai pu observer aucune atténuation de ces virus lors de leur passage sur divers hôtes.

VII. — ETUDE DES VIROSES DE LA BETTERAVE
AU POINT DE VUE CULTURAL.

J'envisagerai ici surtout les facteurs qui pourraient avoir une influence sur les viroses de la betterave.

1. Influence des engrains.

Il avait été organisé par la chaire de culture de l'Institut agronomique de l'Etat à Gembloux des parcelles d'expériences sur engrains. J'ai compté dans chacune d'elles (qui était répétée trois fois) le nombre de betteraves saines et malades. Les chiffres ont été réunis dans le tableau II.

Il semble que l'azote ait amené une augmentation du pourcentage des plantes en puissance de virus. Ceci est conforme aux observations de

Quanjer, qui a étudié l'influence des engrais sur les maladies à virus de la Pomme de terre (1).

TABLEAU II.

Influence des engrais sur la quantité de plantes malades.

Variété : Klein Wanzleben sucrière (1929).

Les parcelles I-V ont reçu : Chlorure : 0,560 kg. par are.

Superphosphate : 1,042 kg. par are.

	TOTAL des plantes observées	Plantes mosaïquées		Plantes atteintes de jaunisse		Plantes en puissance de virus	
		Quantité	/%	Quantité	/%	Quantité	/%
Parcelle I : Nitrate de chaux. 1,075 kgr. par are.	466	50	10,7	74	15,8	124	26,5
» II : Sans azote.	467	24	5,1	61	13,0	85	18,1
» III : Calnitro. 0,813 kgr. par are.	447	23	5,1	52	11,6	75	16,7
» IV : Sulfate d'ammoniaque. 0,809 kgr. par are.	463	22	4,7	74	15,9	96	20,6
» V : Nitrate de soude. 1,075 kgr. par are.	474	27	5,7	95	20,0	122	25,5
» VI : Nitrophoska. 1,667 kgr. par are.	462	27	5,8	76	16,4	103	22,5

2. Influence de la variété.

En 1929, une vingtaine de variétés de betteraves sucrières avaient été mises en comparaison; chaque parcelle d'expérience était répétée sept fois. Ici encore j'ai compté les plantes saines et malades et j'ai calculé les moyennes des sept parcelles au moyen de la formule de Roemer. Les résultats ont été réunis dans le tableau III.

Il résulte de ces essais qu'il est impossible de parler d'une résistance variétale vis-à-vis des maladies de dégénérescence; en effet, une même variété se montre résistante dans une parcelle, et fortement atteinte dans une autre. Ce manque de résistance variétale se marque encore plus fortement quand on compare les différents résultats au moyen des méthodes biométriques usuelles; seulement, comme les erreurs probables que j'ai trouvées sont toutes très élevées, je n'ai comparé les chiffres que pour les résultats les plus divergents et on peut voir que les différences ainsi obtenues ne sont pas significatives pour permettre de s'en servir comme base de l'établissement d'une résistance variétale bien caractérisée.

J'ai pu confirmer ces résultats par des observations ultérieures et par des essais faits sur betteraves fourragères.

(1) Quanjer, H. M. — «Die Selektion der Kartoffel und der Einfluss äusserer Umstände, insbesondere der Düngung, auf das Selektionsergebnis.» — «Ernährung der Pflanze», 1931, vol. XXVI, pp. 1-8.

D'ailleurs, Böning signale que toutes les variétés, tant sucrières que fourragères, sont plus ou moins sensibles aux maladies à virus.

TABLEAU III.
Résistance variétale. — Betteraves sucrières.

VARIÉTÉS	Plantes mosaiquées %	Chances (1)	Plantes atteintes de jaunisse %	Chances (1)	Plantes en puissance de virus %	Chances (1)
1. Strube	2,57 ± 0,48		12,00 ± 2,15		14,57 ± 2,59	
2. Zahn R. W.	3,00 ± 0,21		15,00 ± 2,09		18,00 ± 2,21	
3. Buszczynski N. P. .	2,28 ± 0,31		7,00 ± 0,87		9,28 ± 1,17	
4. Breustedt original : élite A	2,42 ± 0,46		9,00 ± 1,18		9,42 ± 1,73	
5. Klein Wanzleben	2,58 ± 0,60		8,00 ± 1,74		10,58 ± 2,11	
6. Dobrovice	3,00 ± 0,37		10,71 ± 1,24	= 13,58	13,71 ± 1,51	= 5,38
7. Vilmorin A	2,71 ± 0,51		10,00 ± 1,15		12,71 ± 1,39	
8. Vilmorin B	3,00 ± 0,87		14,00 ± 1,75		17,00 ± 2,37	
9. Motycz	3,00 ± 0,62		18,58 ± 4,16		21,58 ± 5,28	
10. Zapotil.	2,71 ± 0,35		11,00 ± 1,50		13,71 ± 1,63	
11. Hörning	2,00 ± 0,12		11,00 ± 1,45		13,00 ± 1,56	
12. Schreiber	2,42 ± 0,33		9,28 ± 1,24		11,70 ± 1,48	
13. Rimpau	2,00 ± 0,25		9,00 ± 1,00		11,00 ± 1,11	
14. Klein Wanzleben N. .	2,28 ± 0,32	= 2,98	9,42 ± 0,83		11,70 ± 1,12	
15. » » Z.	2,00 ± 0,25		11,00 ± 2,25		13,00 ± 2,25	
16. Hilleshög	2,57 ± 0,35		7,14 ± 0,96		9,71 ± 1,07	
17. Zahn	2,42 ± 0,31		10,00 ± 1,25		12,42 ± 1,30	
18. Dippe W. I.	3,42 ± 0,80		12,00 ± 2,37		15,42 ± 2,96	
19. Dippe E.	2,28 ± 0,39		11,00 ± 2,12		13,28 ± 2,39	
20. Garbow	2,57 ± 0,41		13,00 ± 2,93		15,57 ± 3,15	

(1) Probabilités contre la production d'une déviation aussi grande ou plus grande que celle qui a été trouvée entre les chiffres comparés.

VIII. — IMPORTANCE ÉCONOMIQUE DES VIROSES DE LA BETTERAVE.

Il y a lieu de signaler que le « curly top » de la betterave n'existe pas dans notre pays; cette maladie à virus cause des ravages considérables dans les Etats-Unis, et elle est transmise par *Eutettix tenella* Baker. Les symptômes de maladie que l'on trouve parfois dans nos cultures et qui ressemblent assez bien au « curly top », ne sont causés que par le virus de la mosaïque.

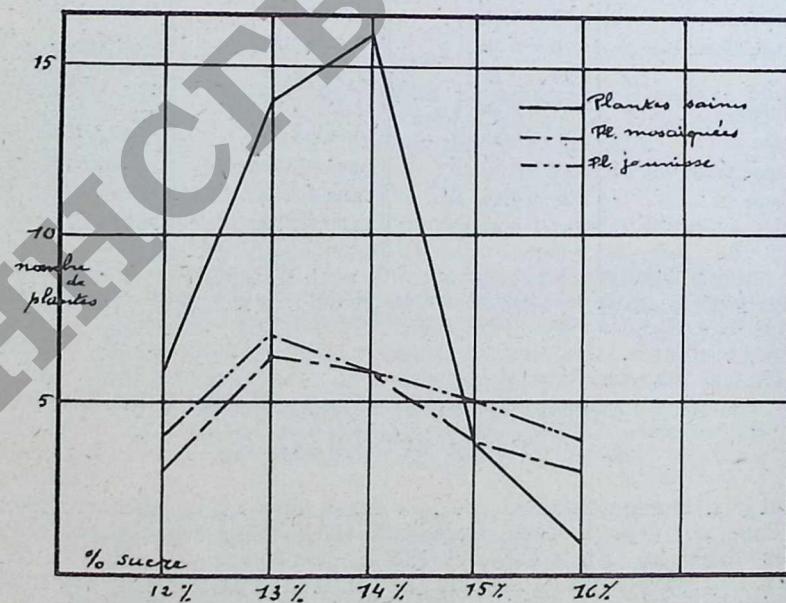
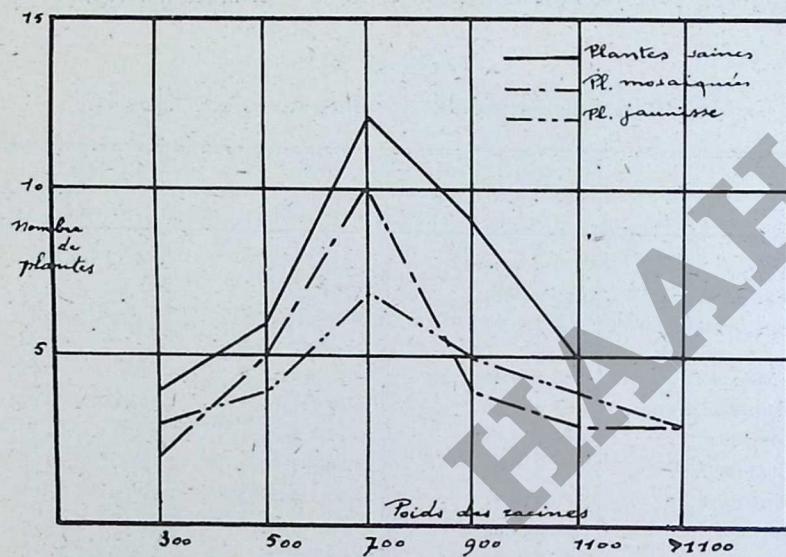


Figure 8. — Analyse de racines de betteraves.

Je dois rappeler ici les observations de Neuwirth (1), qui décrit un « curly top » en Tchécoslovaquie; seulement, cette affection ne semble pas très importante.

Tous les auteurs qui ont étudié les viroses de la betterave signalent une diminution du pourcentage en sucre et parfois du poids des racines.

Des analyses de betteraves saines et malades ont été faites; en suivant la technique utilisée par Ducomet (2), j'ai figuré les résultats obtenus dans la figure 8 et dans le tableau IV.

TABLEAU IV.
Analyses de Betteraves.

SUCRE %	Poids des racines						Totaux
	< 300gr	300-500	500-700	700-900	900-1100	> 1100	
A. — Betteraves saines.							
< 12 %	—	1	1	1	1	2	6
13	1	—	6	3	3	1	14
14	2	4	3	5	—	2	16
15	1	—	2	—	1	—	4
16	—	1	—	—	—	—	1
Totaux	4	6	12	9	5	5	41
B. — Betteraves mosaïquées.							
< 12	—	1	1	—	—	1	3
13	1	1	4	—	1	—	7
14	1	1	2	1	—	1	6
15	—	1	1	1	2	—	5
16	—	—	1	2	—	—	3
Totaux	2	4	9	4	3	2	24
C. — Betteraves atteintes de jaunisse.							
< 12	1	—	—	1	1	1	4
13	—	1	3	1	1	1	7
14	1	—	2	1	1	1	6
15	—	3	1	1	—	—	5
16	1	—	1	1	1	—	4
Totaux	3	4	7	5	4	3	26

On peut aisément se rendre compte du fait que le poids des racines de betteraves sucrières n'est pas affecté par les maladies à virus; seulé-

(1) Neuwirth, F. — « Die Kräuselkrankheit der Zuckerrübe. » — « Rundschau der Zeitschr. f. d. Zuckerindustrie », 1926, vol. 4, p. 14.

(2) Ducomet, Y. — « La mosaïque de la betterave et la sélection. » — « Bull. Ass. Int. sélect. Plantes gr. cult. », 1929, vol. 2, pp. 44-48.

ment, je dois noter une diminution sensible du pourcentage en sucre, ce qui est conforme aux observations de Ducomet.

Evidemment, ces chiffres n'ont que la valeur d'une indication, parce que le nombre d'analyses faites n'est pas assez élevé.

IX. — CONCLUSIONS.

Pour l'étude des maladies à virus de la Betterave, je me suis servi de trois insectes : *Doralys fabae*, *Myzus persicae* et *Aulacorthum pelargonii*. Cependant, il est plus que probable que d'autres insectes interviennent dans la propagation de ces affections. Une recherche entomologique à ce sujet serait très intéressante.

Quelles sont maintenant les mesures à prendre pour lutter contre ces maladies de dégénérescence de la betterave ?

J'ai démontré précédemment que ces affections sont transmises par la semence; dans ces conditions, il y aurait lieu, pour nos agriculteurs, d'exiger à côté des garanties habituelles de pureté et de pouvoir germinatif, que la semence provienne de porte-graines sains.

D'un autre côté, il faudrait veiller à ce que les champs où on cultive les porte-graines soient éloignés suffisamment de toute culture de betteraves pour la racine; en effet, il est évident que ces maladies hivernent dans les racines; les porte-graines constituent donc une source de virus pour les insectes vecteurs.

J'ai montré que diverses plantes mauvaises herbes peuvent être des hôtes intermédiaires pour les viroses de la betterave. Or, parmi ces plantes, plusieurs sont vivaces; et ainsi le virus pourra hiverner et servir de source d'inoculum pour les cultures de l'année suivante.

Or, la lutte contre les insectes vecteurs ne peut donner que des résultats peu efficaces et, en tout cas, peu économiques dans la limitation de l'extension de ces viroses; aussi, il ne reste que la destruction des mauvaises herbes et autres hôtes intermédiaires des virus; et on peut se rendre compte combien cette destruction est difficile et peu encourageante.

Dans ces conditions, l'utilisation de semence saine s'impose nettement, si on veut arriver à éviter les pertes assez conséquentes provoquées par ces affections.

Si dans mes expériences, la transmission mécanique des viroses réussit très bien, par le procédé de frottis et blessure de feuilles, il est impossible de se rendre compte exactement de l'importance de cette transmission dans la nature par l'intervention des mains de l'homme ou des instruments de culture.

D'ailleurs, Molz note que les premiers symptômes d'une mosaïque accompagnée de pseudo-frisolée sont apparus après le démarriage, et comme il n'a pu trouver aucun insecte sur les feuilles de betteraves pendant la durée de la culture, il pense pouvoir conclure que l'infection a été faite par les mains des démarieurs.

Enfin, la lutte contre les maladies de dégénérescence de plusieurs autres plantes se fait pas arrachage des individus malades; seulement,

dans la pratique, il est impossible de lutter préventivement contre ces affections au début de la végétation; en effet, les premiers symptômes ne se montrent que vers le début du mois d'août.

Et si la résistance variétale n'existe pratiquement pas, si la fumure du sol ne joue qu'un rôle secondaire, il faut insister une fois de plus sur l'importance de l'utilisation de glomérules provenant de porte-graines saines.

Gand, juillet 1933.

RESUME

1. Les viroses de la betterave existant dans notre pays sont la mosaïque et la jaunisse.
2. L'étude cytologique des tissus malades montre les modifications habituelles des tissus en puissance de virus.
3. La transmission de ces affections réussit très bien par frottis et blessure de feuilles.
4. Les insectes suivants réussissent, peut-être à un degré moindre, la transmission de ces viroses : *Doralys fabae* (Scop) HRL 1930, *Myzus persicae* (Sulzer) et *Aulacorthum pelargonii* (Kalt) Mord.
5. La masse de virus inoculé ne joue aucun rôle dans l'intensité des symptômes de maladie provoqués par inoculation.
6. Il a été établi une liste de plusieurs hôtes des virus de la betterave.
7. Le passage du virus à travers ces hôtes n'amène pour ainsi dire aucune modification de sa virulence.
8. Ces maladies sont transmises par les glomérules.
9. Elles ne sont pas transmises par le sol.
10. La greffe réalise très facilement la transmission de la mosaïque de la betterave.
11. L'élévation de la température n'amène aucun « masking » des symptômes de la mosaïque.
12. Les viroses du navet, de *Rumex crispus*, de la chicorée à café, de la carotte sont très semblables à celle de la betterave.
Celle de la féverole en est essentiellement différente.
13. On ne peut parler de l'existence d'une résistance variétale chez la betterave vis-à-vis des viroses étudiées.
14. Les engrains azotés semblent augmenter l'incidence de ces viroses.
15. Dans la discussion, l'attention est attirée sur la grande importance de l'utilisation de semence saine.

SAMENVATTING.

1. In ons land bestaan twee virusziekten van de suikerbeet : mosaïk en geelzucht.
2. De cytologische studie van zieke weefsels toont de gewone veranderingen die men vindt in weefsels aangetast door virusziekten.

3. Deze ziekten worden gemakkelijk overgebracht door sap van zieke beet en op gezonde bladeren te wrijven en deze te kwetsen.
4. Minder goede overzetting werd bekomen met de volgende insekten : *Doralys fabae* (Scop) HRL 1930, *Myzus persicae* (Sulzer) en *Aulacorthum pelargonii* (Kalt) Mord.
5. De massa virus speelt geen rol in de hevigheid der ziekteverschijnselen die waargenomen werden na besmetting.
6. Verschillende planten geven een positieve reactie wanneer ze besmet worden met deze virusziekten.
7. Deze nieuwe waardplanten brengen hoegenaamd geen veranderingen te weeg in de virulentie van deze vira.
8. De virusziekten van de beet worden overgezet met het zaad.
9. Ze gaan niet over door den grond.
10. Enten van zieke op gezonde deelen brengt de overzetting te weeg.
11. De verhooging van de temperatuur veroorzaakt geen « masking » van de ziekteverschijnselen van mosaik.
12. De oorzaken van virusziekten op raap, *Rumex crispus*, suikerij en wortel, bezitten vele eigenschappen die gemeen zijn aan deze van virusziekten van de beet.
De mosaik van paardeboon is geheel verschillend.
13. Bij de beet bestaat er geen werkelijke weerstand in de verschillende soorten tegenover de virusziekten.
14. Stikstofmeststoffen schijnen de verhouding der viruszieke planten te vermeerderen.
15. In de algemene besprekking wordt de aandacht getrokken op het groot belang van het gebruik van gezond zaad.

L'UTILISATION DU FERMENT LACTIQUE DANS LES SILOS DE PULPES ET FEUILLES DE BETTERAVES

par L. DECOUX, Ingénieur agr. principal, avec la collaboration
de G. ROLAND et J. VANDERWAEREN, Ing. agr. adjoints de l'Institut belge
pour l'amélioration de la betterave.

§ 1. — INTRODUCTION.

A la suite de la propagande effectuée, depuis quelques années, en faveur de l'utilisation de la fermentation lactique dans les ensilages de fourrages verts, nous nous sommes proposés d'effectuer, fin novembre 1932, quelques recherches sur la valeur effective de cette méthode de conservation, appliquée aux pulpes et feuilles de betteraves. Nous devons à la vérité de dire que ces recherches étaient d'autant plus opportunes, que bien peu ou même pas de travaux de ce genre n'avaient encore donné lieu, dans notre pays, à quelque publication susceptible de jeter un peu de lumière sur ce sujet.

Dans l'étude présente, nous avons été conseillés et aidés par la Station laitière de l'Etat à Gembloux. Nous prions son directeur, M. Huyge, et son assistant, M. Pirau, de trouver ici l'expression de nos sincères remerciements.

§ 2. — TECHNIQUE DES ESSAIS.

D'une manière générale, nos essais ont porté à la fois sur l'étude de la conservation de pulpes fraîches, épuisées et pressées de sucrerie (8 à 9 % matières sèches; 0,20 à 0,30 % de sucre), soit seules, soit en mélange avec des feuilles et collets de betteraves provenant d'un seul et même champ homogène; sur différentes doses de ferment lactique, à dilutions variables additionnées ou non d'une solution de sucre cristallisé; enfin sur différentes formes données à l'ensilage.

a) TYPES DE SILOS.

Afin de rechercher la meilleure méthode d'ensilage et de déterminer les conditions dans lesquelles les ensilages se conservent le mieux, nous avons disposé nos fourrages dans trois types différents de silos :

- 1° En silos enterrés;
- 2° En bacs au-dessus du sol;
- 3° En bocaux au laboratoire.

1. — Silos enterrés.

Au nombre de 27, ces silos ont été creusés dans un sol argileux soumis au draînage naturel. La section horizontale des silos présente la forme d'un carré de 1 mètre de côté et la profondeur en est de 0^m50. Les fourrages y sont étendus par couches successives de 100 kilogrammes et pressés énergiquement par un homme. Lors de la confection des silos, les couches de

fourrage dépassent d'environ 0^m20 la surface du sol. Nous avons disposé de la sorte 400 kilogrammes de fourrage dans chaque silo. Une fois terminés, les silos sont recouverts d'une mince couche de paille et ensuite d'une épaisseur de 0^m25 de terre bien tassée.

2. — En bacs.

Pour supprimer toute perte possible par draînage, des essais ont été faits dans des bacs étanches en tôle, de capacités différentes. La confection de ces silos a été conduite de la même façon que les silos précédents, mais afin de remédier aux influences néfastes de la gelée, ils ont été entourés de paille sur toutes leurs faces, cela sur une épaisseur de 0^m50. De plus, ces bacs ont été placés sous un abri, afin d'empêcher la pluie d'inonder leur contenu.

3. — En bocaux.

Désireux d'observer les variations de coloration qui pourraient se manifester dans la masse au cours de la conservation, nous avons fait des conserves de fourrages dans des bocaux en verre de 3 litres. Le fourrage, parfaitement haché, y a été pressé énergiquement et éventuellement ensemencé avec la culture de ferment.

Pendant la conservation, les bocaux ont été maintenus fermés au moyen d'un couvercle en verre, à joint de caoutchouc, solidement fixé par une armature métallique et placés à l'intérieur du laboratoire.

b) MATIERES ENSILEES.

La bonne marche des fermentations dépendant en premier lieu des substances sur lesquelles elles se développent, nous avons fait varier pour chaque espèce de silo, la composition des fourrages de la façon suivante : dans les uns (série A), on a fait alterner des couches de pulpes et des couches de feuilles; dans les autres, on n'a placé uniquement que des pulpes de cossettes épuisées (série B).

1^o Dans les silos enterrés, les première et troisième couches se composent respectivement de 100 kilogrammes et 83 kilogrammes de feuilles et collets de betteraves; les deuxième et quatrième couches de 100 kilogrammes de pulpes.

Nous avons établi ainsi 18 silos numérotés de 1 à 18 (série A).

Les 6 silos de la série B sont uniquement composés de 400 kilogrammes de pulpes.

Trois autres silos, plus petits que les précédents, ne contiennent que 100 kilogrammes de pulpes (série E).

2^o Dans les bacs (série C), les couches, au nombre de 6, ont été, pour les quatre premiers :

a) Pour le premier et le deuxième, de 150 kilogrammes de feuilles alternant avec des couches de 150 kilogrammes de pulpes;

b) Pour le troisième, de 50 kilogrammes de feuilles et 50 kilogrammes de pulpes;

c) Pour le quatrième, de 35 kilogrammes de feuilles et 35 kilogrammes de pulpes.

La matière des quatre derniers bacs était uniquement formée de 200 kilogrammes de pulpes.

3^o La série D, composée de 6 bocaux, est constituée de la façon suivante :

- N^os 1 et 2 : feuilles seules;
N^os 3 et 4 : feuilles et pulpes;
N^os 5 et 6 : pulpes seules.

c) TECHNIQUE DES ENSEMENCEMENTS.

Deux jours avant la date fixée pour les essais, la Station laitière de Gembloux nous a fourni les bouteilles contenant des cultures pures de fermentations lactiques. Ces fermentations ont été diluées, en vue de leur multiplication, dans du lait écrémé pasteurisé, maintenu à 30° au moment de l'ensemencement. Nous avons ainsi utilisé 50 litres de lait écrémé pour 1 litre de ferment. Le levain a été maintenu à une température de 22° environ jusqu'à son utilisation.

L'ensemencement des silos a eu lieu en diluant le levain avec de l'eau dans des proportions différentes, suivant les cas et en arrosant chaque fois les couches paires de fourrage. On a distribué la même quantité de liquide pour tous les silos, soit 25 litres pour 1.000 kilogrammes de fourrage ensilé, sauf pour la série de silos 5-11-17, où la proportion de liquide a été de 15 %, sauf aussi pour les silos 4-10-16, considérés comme témoins.

PROPORTIONS D'EAU, DE LEVAIN ET DE SUCRE
UTILISEES POUR 1.000 KILOGRAMMES DE MATIERE ENSILEE

Série A.

Traitements	N ^o s des silos	Eau litres	Levain litres	Sucre kgr.
I	1- 7-13	15	10	—
II	2- 8-14	20	5	—
III	3- 9-15	22,5	2,5	—
IV	4-10-16	0	0	—
V	5-11-17	10	5	—
VI	6-12-18	20	5	5

Séries B, C et D.

Les silos pairs (2-4-6) ont été arrosés au moyen d'une solution de 20 litres d'eau et 5 litres de levain pour 1.000 kilogrammes de masse ensilée.

Les silos impairs (1-3-5) n'ont pas été ensemencés.

On peut donc constater que dans tous ces essais, sauf ceux en bocaux (série D), nous avons autant que possible veillé à répéter les expériences. Ces répétitions sont au nombre de 3 pour les essais des séries A et B et au nombre de 2 pour ceux de la série C.

Série E.

Les silos de cette catégorie ont été réservés pour effectuer un essai de conservation au moyen de phosphate bicalcique, ce dernier ayant été affirmé favorable au développement de la fermentation lactique.

Le silo n^o I a servi de témoin.

Le silo n^o II a reçu 2 kgs 5 de phosphate par 100 kilogrammes de pulpes.

Le silo n^o III a reçu 5 kilogrammes de phosphate par 100 kilogrammes de pulpes.

d) DUREE DE CONSERVATION

Etablis fin novembre, les premiers silos ont été ouverts fin mars et les derniers vers la mi-avril. La durée de conservation a donc été d'environ 4 mois à $4\frac{1}{2}$ mois, ce qui constitue à peu près la moyenne de la durée de conservation des ensilages en pratique. Dans les exploitations agricoles, les premiers silos sont souvent ouverts après 2 mois de conservation et les derniers après 6 mois.

§ 3. — RESULTATS DES ESSAIS.

a) OUVERTURE ET PESEE DES SILOS.

Dans chaque série, les silos ont été ouverts à raison d'une répétition par opération, de manière à rendre les résultats comparatifs.

Après enlèvement soigneux de la terre et de la paille qui en recouvaient la surface supérieure, on a prélevé, dans chaque silo, un cylindre central vertical d'environ 20 kilogrammes, destiné à l'analyse. Le reste de l'ensilage a été pesé; ce poids, ajouté au poids de l'échantillon, nous a donné le poids total de la masse après ensilage. Une partie de cet échantillon a été expédiée à la Station laitière de Gembloux, laquelle a bien voulu se charger de la détermination des différentes acidités.

b) METHODES D'ANALYSE.

A l'ouverture de chaque silo, nous avons effectué les déterminations suivantes : la matière sèche, les cendres, la matière albuminoïde brute, l'extrait éthéré ou graisse brute, éléments utilisés généralement pour l'appréciation des aliments du bétail.

Les méthodes d'analyse employées ont été les suivantes :

1^o **Matière sèche.** — Par perte de poids à 105°;

2^o **Cendres carbonatées.** — Calcination au four à moufle;

3^o **Matière albuminoïde brute.** — La méthode Kjeldahl donne l'azote total. L'azote total \times 6,25 = matière albuminoïde brute;

4^o **Graisse brute ou extrait éthéré.** — Au moyen de l'appareil Soxhlet, après dessiccation de la matière à 100°.

La graisse brute contient, outre la graisse, de petites quantités de substances autres que la graisse : cire, matières colorantes, acides lactique, butyrique, etc.

c) TABLEAUX DES RESULTATS.

Dans les tableaux I à V, nous avons rapporté, pour chaque série d'essais, les moyennes des déterminations faites pour les diverses répétitions de chaque traitement.

Pour chaque détermination, nous avons, de plus, effectué un classement des résultats, suivant leur valeur respective, de manière à faciliter la comparaison des différents modes d'ensilage.

Dans les tableaux VI et VII figurent les acidités de chacun des silos considérés isolément : d'abord, l'acidité volatile combinée acétique et butyrique; ensuite l'acidité libre d'une part volatile acétique et butyrique, d'autre part fixe; puis le rapport de ces deux dernières acidités,

acidité fixe, enfin l'appréciation de l'ensilage d'après ces critères.
acidité volatile

TABLEAU I.

Série A. — EXAMEN DES SILOS DE PULPES, FEUILLES ET COLLETS.

Ensemencement % kilogrammes de fourrage :	I	II	III	IV	V	VI
Levain lactique...	10	5	2,5	—	5	5
Eau	15	20	22,5	—	10	20
Sucre, kilogrammes... ...	—	—	—	—	—	5

PERTE DE POIDS PAR CONSERVATION

Poids de matière avant l'ensilage :

Pulpes, kilogrammes ...	200	200	200	200	200	191
Feuilles, kilogrammes ...	183,3	183,3	183,3	183,3	183,3	183,3
Total, kilogrammes... ...	383,3	383,3	383,3	383,3	383,3	374,3

Poids de matière après ensilage :

Kilogrammes	231,5	231,1	235,5	227,7	235,1	237,2
-------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Perte de poids absolue :

Kilogrammes	151,8	152,2	147,8	156,6	148,2	137,1
-------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Perte de poids relative % matière ensilée :

Kilogrammes	39,61	39,71	38,56	40,86	38,66	36,63
Classement.	4	5	2	6	3	1

ANALYSE DU FOURRAGE APRÈS ENSILAGE

Matière sèche :

%	15,04	14,30	14,75	14,83	13,88	15,52
Classement.	2	5	4	3	6	1

Cendres carbonatées :

%	4,52	4,14	4,59	4,53	4,05	4,63
Classement.	4	5	2	3	6	1

Graisse brute :

%	0,25	0,23	0,23	0,35	0,31	0,21
Classement.	3	4	4	1	2	6

Matière albuminoïde brute :

%	1,79	1,85	1,82	1,98	1,88	1,70
Classement.	5	3	4	1	2	6

TABLEAU II.

Série B. — EXAMEN DES SILOS DE PULPES SEULES.

Ensemencement % kilogrammes de fourrage :

	I	II
Levain lactique	—	5
Eau	—	20

PERTE DE POIDS PAR CONSERVATION

Poids de pulpes avant l'ensilage :

Kilogrammes	400	400
-------------	-----	-----

Poids de pulpes après l'ensilage :

Kilogrammes	197,8	206,2
-------------	-------	-------

Perte de poids absolue :

Kilogrammes	202,2	193,8
-------------	-------	-------

Perte de poids relative % matière ensilée :

%	50,55	48,45
Classement	2	1

ANALYSE DU FOURRAGE APRÈS ENSILAGE

Matière sèche :

%	9,71	10,31
Classement	2	1

Cendres carbonatées :

%	0,60	0,93
Classement	2	1

Graisse brute :

%	0,13	0,18
Classement	2	1

Matière albuminoïde brute :

%	0,95	0,86
Classement	1	2

TABLEAU III.

Série C. — EXAMEN DES ENSILAGES EN BACS : DE PULPES, FEUILLES ET COLLETS ET BACS DE PULPES SEULES.

Ensemencement % kilogrammes de fourrage :	Pulpes et feuilles		Pulpes seules	
	I	II	I	II
Levain lactique, litres	5	—	5	—
Eau, litres...	20	—	20	—

PERTE DE POIDS PAR CONSERVATION

Poids de matière avant ensilage :				
Pulpes, kilogrammes	312,5	277,5	200	200
Feuilles, kilogrammes	312,5	277,5	—	—
Total, kilogrammes...	625	555	200	200
Poids de matière après ensilage :				
Kilogrammes	512	485,5	175	180
Perte de poids absolue :				
Kilogrammes	113	69,5	25	20
Perte de poids relative % matière ensilée :				
%	18,08	12,52	12,5	10
Classement.	2	1	2	1

ANALYSE DU FOURRAGE APRÈS ENSILAGE

Matière sèche :				
%	12,22	12,42	8,6	7,9
Classement.	2	1	1	2
Cendres carbonatées :				
%	0,46	0,42	0,89	0,58
Classement.	1	2	1	2
Graisse brute :				
%	0,15	0,17	0,105	0,100
Classement.	2	1	1	2
Matière albuminoïde brute :				
%	1,54	1,35	0,85	1,33
Classement.	1	2	2	1

TABLEAU IV.

Série D. — EXAMEN DES ENSILAGES EN BOCAUX.

	Feuilles seules		Pulpes et feuilles		Pulpes seules	
	I	II	I	II	I	II
Ensemencement % kilogrammes de fourrage :						
Levain lactique...	—	5	—	5	—	5
Eau ...	—	20	—	20	—	20
ANALYSE DU FOURRAGE APRES ENSILAGE						
Matière sèche :						
% ...	14,81	12,40	10,10	9,88	6,86	6,98
Classement...	1	2	1	2	2	1
Cendres carbonatées :						
% ...	2,66	2,24	1,45	1,59	0,62	0,59
Classement...	1	2	2	1	1	2
Graisse brute :						
% ...	0,85	0,27	0,29	0,28	0,19	0,15
Classement...	1	2	1	2	1	2
Matière albuminoïde brute :						
% ...	2,30	2,02	1,72	1,59	0,88	0,92
Classement...	1	2	1	2	2	1

TABLEAU V.

Série E. — EXAMEN DES SILOS DE PULPES SEULES TRAITEES PAR LE PHOSPHATE BICALCIQUE.

PERTE DE POIDS PAR CONSERVATION	Applications de phosphate bicalcique		
	I	2,5 %	5 %
Poids de pulpes avant ensilage :			
Kilogrammes...	100	100	100
Poids de pulpes et phosphate bicalcique avant ensilage :			
Kilogrammes...	100	102,5	105
Poids de pulpes après ensilage :			
Kilogrammes...	32,5	35	41
Perte de poids absolue :			
Kilogrammes...	67,5	67,5	64
Perte de poids relative % fourrage ensilé :			
% ...	67,5	67,5	64
Classement ...	2	2	1
ANALYSE DU FOURRAGE APRES ENSILAGE			
Matière sèche :			
% ...	15,08	14,25	17,91
Classement ...	2	3	1
Cendres carbonatées :			
% ...	2,36	4,47	7,68
Classement ...	3	2	1
Matière albuminoïde brute :			
% ...	1,41	0,87	1,38
Classement ...	1	3	2

TABLEAU VI.

Série A. — ETUDE DES ACIDITES DANS LES SILOS DE FEUILLES
ET DE PULPES DE BETTERAVES.

Traitements	Numéros des silos	NATURE de l'ensemencement (1)	ACIDITÉ % DE MATIÈRE SÈCHE								Appréciation	
			Acidité volatile combinée		Acidité libre							
			Acétique	Butyrique	Volatile			Fixe	RAPPORT des acidités fixe volatile			
I	1	F		0,464	0,578	2,277	traces	2,277	2,601	1,1	Médiocre.	
	7	F	0,929	—	2,827	—	2,827	3,193	—	1,1	Bon.	
	13	F	0,706	1,227	2,375	0,434	2,809	0,675	—	0,2	Mauvais.	
II	2	F	1,165	—	2,725	—	2,725	2,922	—	1,1	Bon.	
	8	F	0,624	0,416	2,814	traces	2,814	2,587	—	0,9	Médiocre.	
	14	F	1,651	—	3,152	—	3,152	2,338	—	0,7	Bon.	
III	3	F	0,988	—	2,592	—	2,592	3,113	—	1,2	Bon.	
	9	F	0,573	0,420	2,868	—	2,868	2,898	—	1	Médiocre.	
	15	F	1,608	—	3,882	—	3,882	2,418	—	0,6	Bon.	
IV	4	S. F.	0,879	—	2,356	—	2,356	2,728	—	1,2	Bon.	
	10	S. F.	0,598	0,561	2,259	traces	2,259	1,465	—	0,6	Mauvais.	
	16	S. F.	1,280	1,377	4,578	0,146	4,724	1,643	—	0,3	Mauvais.	
V	5	F	1,293	—	3,548	—	3,548	3,114	—	0,9	Bon.	
	11	F	0,218	0,960	2,869	0,485	3,354	2,180	—	0,6	Mauvais.	
	17	F	0,483	0,884	3,903	—	3,903	1,108	—	0,3	Mauvais.	
VI	6	F + s	0,921	—	2,630	—	2,630	3,411	—	1,3	Bon.	
	12	F + s	0,682	—	2,827	—	2,827	2,485	—	0,9	Bon.	
	18	F + s	1,979	—	4,215	—	4,215	1,645	—	0,4	Bon.	

(1) F = ensemencé au ferment lactique.

S. F. = non > " "

F + s = ensemencé + 5 kg. de sucre par 1000 kg.

TABLEAU VII.

Série B. — ETUDE DES ACIDITES DANS LES SILOS DE PULPES SEULES DE BETTERAVES.

Traitements	Numéros des silos	NATURE de l'ensemencement (1)	ACIDITÉ % DE MATIÈRES SÈCHES								Appréciation	
			Acidité volatile combinée		Acidité libre							
			Acétique	Butyrique	Volatile			Fixe	RAPPORT des acidités Fixe volatile			
I	1	S. F.	0,742	0,465	2,866	—	2,866	1,033	0,4 1	Médiocre.		
	2	S. F.	1,088	—	3,174	—	3,174	1,884	0,6 1			
	3	S. F.	1,102	0,429	2,623	0,168	2,791	0,581	0,2 1			
II	4	F	1,468	—	2,662	—	2,662	1,961	0,7 1	Bon.		
	5	F	0,521	—	2,445	—	2,445	1,078	0,4 1			
	6	F	0,921	—	2,868	—	2,868	1,967	0,7 1			

(1) F = ensemencement au ferment lactique.

S. F. = non.

d) CRITIQUE DES RESULTATS.

1^o **Perte de poids relative.** — Il semblerait, d'après les tableaux I et II représentant les résultats des expériences en silos enterrés, que la perte de poids, à la conservation, serait diminuée par l'ensemencement lactique.

Cette conclusion ne doit, toutefois, pas être définitive, car les différences de perte de poids des silos ensemencés et des autres, non ensemencés, est trop minime (1 à 3 %). De plus, les expériences en bacs (tableau III), tout au contraire, montrent une perte de poids plus forte (2 à 10 %) dans les bacs ensemencés par rapport aux bacs non ensemencés.

Il apparaît nettement que la perte en poids dans les bacs (10 à 18,08 %) est infiniment moindre que celle dans les silos enterrés (36,63 à 50,55 %).

2^o **Matière sèche.** — Nous devons faire, quant à la matière sèche, une distinction entre les silos de feuilles et pulpes et ceux de pulpes seules. Pour les premiers, l'influence avantageuse de l'ensemencement n'apparaît pas clairement (tableau I), sauf dans le cas de l'adjonction de sucre à la masse.

D'autre part, l'ensemencement a donné, dans chaque cas, un meilleur résultat, quand il a eu lieu dans les silos de pulpes seules.

A ce sujet, les tableaux II, III et IV sont suggestifs; ils permettent de constater que la teneur de l'ensilage en matière sèche est plus grande

dans le silo ensemencé que dans l'autre. Voici la teneur moyenne en matière sèche des divers ensilages de pulpes :

	Silos	Bacs	Bocaux
Ensemencé...	10,81	8,6	6,98
Non ensemencé...	9,71	7,9	6,86
Différence	+ 0,60	+ 0,7	+ 0,12

3^o **Cendres.** — On peut dire que les conclusions de ces essais sont les mêmes pour les cendres que pour la matière sèche, c'est-à-dire que, dans le cas d'un mélange feuilles et pulpes, l'ensemencement avec addition de sucre s'est montré favorable (tableau I). Dans les ensilages de pulpes seules, l'ensemencement semble être aussi favorable (tableaux II et III). Seuls les bocaux n'ont pas suivi la même règle; dans ceux-ci, l'ensemencement a été plutôt défavorable, quoique l'écart constaté soit bien faible :

	Silos	Bacs	Bocaux
Ensemencé...	0,93	0,89	0,59
Non ensemencé...	0,60	0,58	0,62
Différence	+ 0,33	+ 0,31	— 0,03

Dans le cas de silos de pulpes seules traitées par le phosphate bicalcique, il est bon de faire remarquer que les doses de phosphate, telles qu'elles ont été employées sont un peu fortes et qu'il y a lieu de tenir compte de ce fait dans l'appréciation de la teneur en matières sèches et en cendres du produit final, où la présence de 2,5 à 5 % de phosphate modifie sensiblement l'allure des résultats.

4^o **Graisse brute.** — En ce qui concerne la graisse brute, l'ensemencement a été nettement défavorable aux silos contenant des feuilles, principalement l'ensemencement ferment et sucre (tableau I). D'un autre côté, dans les silos de pulpes seules, l'ensemencement a eu, en général, une heureuse influence, sauf dans les conserves en bocaux (tableaux II, III et IV) :

	Silos	Bacs	Bocaux
Ensemencé...	0,18	0,105	0,15
Non ensemencé...	0,13	0,100	0,19
Différence	+ 0,05	+ 0,005	— 0,04

5^o **Matière albuminoïde brute.** — Les résultats sont un peu discordants, mais on peut dire que, d'une façon générale, l'ensemencement n'a pas donné de résultat satisfaisant, à nouveau, surtout dans le cas de l'ensemencement ferment et sucre.

D'après les déterminations que nous avons pu faire, nous n'avons point d'éléments pour juger les variations de teneur en matière albuminoïde pure, puisque du point de vue matières azotées, nous n'avons recherché que l'azote total donnant la matière albuminoïde brute.

6^o **Acidités.** — Pour apprécier les silos du point de vue hygiénique,

on se base, en principe, sur le fait que, dans un ensilage bien conduit, il n'y a pas d'acide butyrique et que le rapport des acides libres fixes volatiles doit être aussi grand que possible, les acides fixes représentant l'acide lactique en majeure partie; les acides volatils, les acides acétique et butyrique.

Pratiquement, notre appréciation est basée, avant tout, sur la présence ou l'absence d'acide butyrique. La présence de celui-ci déclenche une fermentation qui s'est déroulée assez longtemps à un Ph plutôt élevé (stade d'acidité faible), circonstance favorable à la fermentation des matières albuminoïdes, ce que l'on vise à combattre avant tout. Le critère acide butyrique a donc surtout été pris en considération; celui du rapport acides fixes : acides volatils, n'a été qu'accessoire.

a) **Dans les silos contenant des feuilles. — Tableau VI.**

Les résultats des essais ne donnent pas un avantage nettement marqué en faveur de l'ensemencement. Néanmoins, on peut constater que sur les 15 silos ensemencés, il y en a 9 bons, 3 médiocres et 3 mauvais, soit 60 % de bons, 20 % de médiocres et 20 % de mauvais.

Parmi les 3 silos non ensemencés, il en a 1 bon et 2 mauvais, soit 33 % de bons et 66 % de mauvais.

Il ressort donc de ces chiffres que, du point de vue acidités, il y a intérêt à ensemencer les ensilages.

Un autre fait à remarquer est la réussite particulière des silos additionnés de ferment et de sucre. Les 3 silos, 6-12-18, traités de cette façon, sont tous trois réussis.

b) **Dans les silos de pulpes seules. — Tableau VII.**

Encore une fois ici, l'ensemencement a donné des résultats favorables. Les 3 silos ensemencés, 4-5-6, ont réussi tous les trois, tandis que les silos non ensemencés, 1-2-3, donnent 1 bon, 1 médiocre et 1 mauvais.

c) **Dans les ensilages en bacs.**

La détermination des acidités n'a pu être faite sur tous les essais, ce qui nous a empêché de tirer une déduction.

* * *

Les différences constatées lors de ces essais ne sont pas très grandes; il est donc permis de dire provisoirement, tout au moins, que l'ensemencement lactique n'est pas tellement favorable à la conservation des pulpes et feuilles de betteraves; toutefois, dans le cas d'addition de sucre au ferment, la conservation est nettement avantageée. L'effet heureux de l'ensemencement se fait surtout sentir dans le cas d'ensilage composé uniquement de pulpes.

Certains grands planteurs de betteraves ont effectué, ces dernières années, des silos uniques de pulpes ensemencés de ferment lactique; ils ont pu constater que ce traitement permet le maintien de la couleur blanche des pulpes et supprime l'odeur combien désagréable de la pulpe mal fermentée.

D'autre part, des essais effectués en bocaux fermés n'ont pas donné de différence de coloration, qu'il y ait eu ou non utilisation de ferment lactique.

Autre chose est dans tout ceci, que d'apprécier l'intérêt économique de l'ensemencement lactique tel quel ou avec addition de sucre; nous laisserons ce soin aux spécialistes de l'économie rurale.

§ 4. — APPRECIATION DE LA METHODE D'ENSILAGE AU FERMENT LACTIQUE.

Les divers avantages de l'ensilage des fourrages verts, notamment des pulpes et feuilles de betteraves, sont trop bien connus pour qu'il soit nécessaire de les détailler ici. Rappelons-en cependant les avantages principaux : conservation des fourrages à l'état frais pour la nourriture hivernale des animaux en stabulation; économie de main-d'œuvre à la récolte; indépendance des travaux de récolte vis-à-vis de la climatologie, etc. Si les travaux de récolte et d'emmagasinage sont réduits à leur plus simple expression, les résultats de la conservation ne sont pas toujours aussi heureux qu'on pourrait l'espérer. Ces résultats dépendent, en effet, des fermentations qui prennent cours pendant la conservation et qui sont, en majeure partie liés à la qualité des fourrages entreposés, à la proportion d'oxygène qu'ils englobent et à la flore microbienne qu'ils renferment. D'autres facteurs interviennent également pour modifier soit les facteurs précédents, soit la vie interne de l'ensilage; tels sont, par exemple : l'espèce et le volume des silos, l'état, l'épaisseur et la composition des parois, la situation du silo, etc.

Les conditions de construction et d'établissement d'un silo sont suffisamment connues pour que nous n'ayons pas à les envisager. Autre chose est, la conduite de la vie interne des ensilages. Cette vie est due, d'une part, à la matière végétale elle-même; d'autre part, à la flore microbienne toujours présente.

La vie des végétaux est très difficile à arrêter, tout au plus peut-on la réduire et en diminuer les effets nuisibles en expulsant l'oxygène de la masse par tous les moyens possibles, notamment la division des matières et la compression.

La conduite de la vie microbienne a, au contraire, depuis longtemps attiré l'attention. Les chercheurs ont pu ainsi déterminer les agents favorables et défavorables à la conservation. On a remarqué qu'en présence de suffisamment d'acide lactique, les fermentations nuisibles putrides et butyriques n'ont pas lieu.

Les acides lactiques, qui prennent naissance dans les silos, sont formés par l'action de divers microbes sur la masse ensilée. Parmi ces microbes, les plus recommandables sont les fermentes lactiques, qui dissocient certains sucres en acide lactique.

L'utilisation pratique de la fermentation lactique pour la conservation des fourrages ne donne malheureusement pas toujours des résultats suffisamment probants que pour être adoptée d'emblée par les planteurs. Divers auteurs ont envisagé cette question. Parmi eux Bouillant, Dumont et Crolbois (1), Milos Bayer (2), Gorini (3) et d'autres ont obtenu des résultats favorables par l'emploi de cette méthode. Kayser, dans son traité

-
- (1) J. Crolbois. — « Ferments lactiques et conservation en silo des fourrages destinés aux animaux. » — « Ann. de l'Institut Pasteur », 1916, XXX, p. 272.
 - (2) Milos Bayer. — « L'analyse mycologique de la décomposition des substances végétales et sa signification pour la conservation des fourrages. » — « Sbornik Vysoké Skoly Zemedelske V Brne Sign. », C, 12, p. 39.
 - (3) Gorini. — « Annuario della Instituzione Agraria d. Ponti », Ann. 1904 à 1912, vol. 5 à 11, Milano.

de microbiologie (1), la recommande. M. Vander Vaeren, secrétaire général du Ministère de l'Agriculture, au cours d'une conférence donnée en 1932 (2), à la Société Centrale d'Agriculture de Belgique, a préconisé l'emploi du ferment lactique dans les silos de pulpes. Par contre, Vondrak (3), Saillard (4), Wohryzek et Mezzadrioli, directeur de la Chaire de Technologie sucrière et des fermentations, à l'Université de Bologne, fondateur de l'Institut de bactériologie industrielle, sont d'avis que la fermentation lactique n'améliore pas la conservation des sous-produits de la culture betteravière.

D'autres méthodes ont été aussi préconisées pour diminuer les pertes à l'ensilage. Celle qui a été la plus étudiée, utilise l'acide chlorhydrique comme agent de conservation et est connue sous la dénomination de méthode finlandaise ou encore méthode A. I. V., du nom de son inventeur, le Pr. Dr. A. I. Virtanen, de Helsingfors (5). Cette méthode est basée sur le fait qu'aucun agent (enzyme) destructeur de matières albuminoïdes ne peut travailler en dessous d'une acidité déterminée ($\text{Ph} = 4$) ; à ce degré également, les fermentations butyriques n'ont pas lieu.

Ce procédé a été légèrement modifié par Kirsch et Hildebrandt, en Allemagne.

Dans notre pays, il a été l'objet de quelques essais concluants sur fourrage vert, effectués par M. Smeyers, Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat à Gand.

D'autre part, M. J. Dumont de Chassart (6) a fait des essais avec l'acide chlorhydrique, qui ne lui ont pas donné les résultats attendus.

Ajoutons, toutefois, que la « Commissie ter bevordering der Suikerbietenteelt », à Groningue, a effectué un essai de la méthode Virtanen en 1932, sur un ensilage unique de feuilles et collets de betteraves.

Après trois mois de conservation, la perte totale en poids a été de 11 % ; le fourrage, après ensilage, contenait 7,5 % de matière albuminoïde digestible.

On a aussi préconisé d'employer, pour la conservation des fourrages, divers antiseptiques, tels que : l'acide salycilique, le sel, le borax (7),

-
- (1) Edm. Kayser. — « Microbiologie appliquée à la transformation des produits agricoles. » — « Encyclopédie agricole », 1931, p. 307.
 - (2) Vander Vaeren. — « Projet de modification de l'Arrêté Royal du 8 juillet 1932, relatif aux silos de pulpes. » — « Journ. de la Soc. Centr. d'Agricul. de Belgique », année 1933, n° 3. janvier, p. 54.
 - (3) J. Vondrak. — « Pertes de matières nutritives au cours de la fermentation des cossettes de betteraves pressées. » — « Zeitschrift für die Zuckerindustrie », Prague, 1933-34, n° 4, 22 septembre, pp. 25-27. — Idem, « Sucrerie Belge », 1933, n° 4, p. 72.
 - (4) E. Saillard. — « Conservation en silos des pulpes additionnées ou non de lactopulpes. » — « Bulletin technique et chimique du Comité central des fabricants de sucre de France », 1924, n° 6, p. 21. — Idem, « Circulaire hebdomadaire du Comité central des fabricants de sucre de France », supplément rose, 1^{er} octobre 1933.
 - (5) A. I. Virtanen. — « La méthode A. I. V. pour la conservation du fourrage vert. » — « Le Lait », mars-avril 1933.
 - (6) J. Dumont de Chassart. — « Communication relative à l'ensilage des pulpes à l'aide d'acide chlorhydrique. » — « Commission nationale belge de l'organisation scientifique du travail en agriculture », 1933.
 - (7) Wohryzek. — « Chimie de l'Industrie du sucre », 1^{re} édition.

l'éther, le chloroforme (1). La plupart de ces produits, à part le sel, n'ont jamais été utilisés qu'expérimentalement dans les ensilages.

§ 5. — CONCLUSIONS.

Il nous est impossible de clôturer ce travail en émettant un avis bien net sur l'opportunité de l'utilisation des fermentations lactiques dans l'ensilage des sous-produits de la culture betteravière. Si l'effet immédiat de l'ensemencement lactique des silos n'apparaît pas toujours, en règle générale cependant, son action inhibitoire vis-à-vis des fermentations nocives est suffisamment sensible. L'action favorable de l'ensemencement lactique est rendue plus positive par l'addition de sucre aux ensilages de pulpes et feuilles de betteraves. De nouvelles recherches nous semblent en tout cas encore nécessaires, afin de déterminer les conditions optimales pour l'ensemencement d'un silo et d'isoler la meilleure race de fermentations lactiques appropriée pour les besoins de la pratique. Un point faible aussi de la méthode est la nécessité de faire développer, au préalable, les fermentations dans du lait écrémé. Quoique l'on pense, le planteur n'a pas toujours facile de se procurer les grandes quantités de lait écrémé nécessaire (50 litres pour 10.000 kilogrammes de fourrages). Lorsque le fermier ne vend pas son lait entier, il vend son beurre et nourrit son élevage au moyen du lait écrémé. La question se pose donc, si l'on désire voir s'étendre la conservation des fourrages à l'aide de fermentation lactique, chose désirable pour la santé des personnes qui se nourrissent de lait, ainsi que pour la santé des animaux, de trouver un milieu naturel ou artificiel, à base de sucres et de sels minéraux, capable de permettre le développement du ferment, au même titre que le lait.

Grâce aux recherches de MM. Huyge et Pirau, on peut obvier actuellement, à l'inconvénient résultant de la difficulté de se procurer du lait comme milieu de culture, non à l'aide d'un milieu artificiel toujours coûteux et d'efficacité aléatoire, mais au moyen d'une décoction d'herbe ou de feuilles de betteraves, préparée suivant la description donnée en appendice. Ce milieu est simple de préparation et les quelques essais déjà effectués donnent de bons résultats. Les fermentations pour ensilage sont, du reste, fournis actuellement par la Station laitière de l'Etat à Gembloux, dans un milieu de culture analogue.

CONDITIONS GENERALES D'UN BON ENSILAGE.

Le silo, dont les parois et le fond doivent être lisses, étanches et calorifuges, présentera le volume désiré sous la forme la plus pratique et à surfaces extérieures réduites au minimum. L'importance de l'étanchéité ressort bien de nos essais en bacs, où la perte de conservation a été minime par rapport à celle des silos établis directement en contact avec le sol.

Les fourrages à ensiler seront le plus possible exempts de terre, d'une maturité peu prononcée, les parties en décomposition étant éliminées au

(1) Edm. Kayser. — « Microbiologie appliquée à la transformation des produits agricoles. » — « Encyclopédie agricole », 1931, pp. 316 et 318.

préalable. Ils seront ensilés sans aucune dessiccation préalable, c'est-à-dire suffisamment riches en eau. La disposition des fourrages dans le silo se fera par couches bien régulières, fortement comprimées, principalement sur les bords, de façon à en expulser l'air au maximum. Les couches de feuilles et collets, dans le cas de sous-produits betteraviers, alterneront avec les couches de pulpes; l'épaisseur de ces couches variera entre 20 et 40 centimètres.

On arrosera chaque fois la surface des couches paires au moyen d'un levain de fermentations lactiques dilué dans de l'eau, dans laquelle on aura dissous du sucre (sucre brut ou sucre dénaturé), de façon à distribuer 5 à 8 kilogrammes de sucre par 1.000 kilogrammes de fourrage.

Une fois la dernière couche de fourrage placée, comprimée et ensemencée, on la recouvre d'une très mince épaisseur de paille, puis d'une couverture de 20-25 centimètres de terre, ou mieux de sable, qui pourra être portée, en cas d'hiver rude, à 30-35 centimètres. L'ouverture se fera de façon à pratiquer dans la masse la section la plus petite possible, cela en faisant des coupes verticales bien nettes.

Il ne faudra pas en retirer des portions exagérées, car, dès sa sortie du silo, l'ensilage deviendra le siège de fermentations nuisibles.

APPENDICE

Mode de préparation des levains.

SANS LAIT ECREME.

1^o Pour une bouteille de ferment lactique (1 litre), faire bouillir dans un récipient propre (douche non en cuivre), muni d'un couvercle, 100 litres d'eau avec 30 kilogrammes d'herbe fraîche ou de feuilles de betteraves. La cuisson sera d'une heure, comptée à partir du moment où l'ébullition est bien en train.

Pendant la cuisson, agiter de temps à autre et presser l'herbe au fond du récipient à l'aide d'un outil propre.

La cuisson étant terminée, éloigner le feu et retirer immédiatement l'herbe à l'aide d'une fourche propre, sur laquelle on la laisse égoutter quelques instants.

Laisser refroidir le liquide le plus rapidement possible en laissant le récipient ouvert; agiter de temps à autre, jusqu'à ce que la température soit descendue à 30-32°, en tout cas inférieure à 35° (constater au thermomètre en agitant le liquide).

Pratiquement, il faudrait commencer la cuisson de grand matin, la veille du jour où on désire ensiler; de cette façon, la décoction serait à la température convenable, vers 3 ou 4 heures de l'après-midi.

2^o Verser le contenu de la bouteille de ferment dans la décoction refroidie à 30-32°. Brasser le tout pour bien répartir le ferment. Couvrir le récipient de son couvercle.

3^o Conserver la décoction ensemencée jusqu'au lendemain, dans un endroit chaud. On obtient ainsi un levain actif, qu'il faudra utiliser de suite pour l'ensemencement de 10.000 kilogrammes de fourrage.

4° Diluer le levain dans la proportion d'un litre de levain pour 2 litres et demi d'eau et arroser le silo avec cette dilution. Le silo sera arrosé à différentes hauteurs, au fur et à mesure de sa formation. Se servir d'un arrosoir.

5° La dilution 1 à 2 1/2 n'est pas fixe, elle dépend de la nature du fourrage et de son état au moment de l'ensilage. Il faut obtenir une imprégnation uniforme de 10.000 kilogrammes de fourrage avec le levain préparé, dilué en proportion convenable.

6° Il est indispensable de préparer chaque jour le levain nécessaire pour l'ensilage du lendemain. Ne pas essayer de conserver le levain pendant plus d'un jour.

7° Les bouteilles de ferment ne doivent être débouchées qu'au moment de l'utilisation. Les conserver en cave.

RESUME.

Parmi les questions agricoles actuellement à l'ordre du jour, figure l'ensilage des fourrages verts et notamment celui des pulpes et feuilles de betteraves.

Des essais ont été entrepris sur l'étude de la conservation des pulpes soit seules, soit en mélange avec des feuilles et collets de betteraves; sur l'utilisation de différentes doses de ferment lactique à dilutions variables, additionnées éventuellement de sucre; enfin sur différents types de silos, soit enterrés, soit en bacs, soit en bocaux.

Les fourrages examinés ont été pesés avant et après ensilage, puis soumis à la détermination de leurs principes immédiats: matière sèche, cendres, matière albuminoïde brute, graisse brute.

L'ensilage de pulpes seules a été avantage par l'ensemencement lactique.

Quant à l'ensemencement lactique du mélange pulpés et feuilles de betteraves, les résultats obtenus ont été moins positifs, sauf dans le cas de l'utilisation concomitante de sucre.

Une nouvelle méthode est décrite pour préparer des levains de ferment lactique à l'aide d'une décoction d'herbe ou de feuilles de betteraves en lieu et place de lait écrémé.

Il apparaît qu'il y aurait plus à gagner dans l'ensilage des sous-produits de sucrerie en veillant à l'exécution des mesures suivantes: assurer aux silos une étanchéité parfaite sur toutes leurs faces, effectuer un tassement énergique, recouvrir la masse ensilée d'un dôme de terre imperméable à l'air et à la pluie.

SAMENVATTING.

Onder de hedendaagsche landbouwvraagstukken plaatst zich het inkuilen van groenvoeder, namelijk dit van pulp en beetenbladeren en koppen.

Proeven werden ondernomen over de studie der bewaring van pulp hetzij alleen, hetzij gemengd met beetenbladeren- en koppen; over het

gebruik van verschillende dosissen melkzuurgist met veranderlijke verdunning en met gebeurlijke toevoeging van suiker; eindelijk op verschillende typen van kuilen; hetzij in den grond, hetzij in bakken, hetzij in bokalen.

De onderzochte voeders werden vóór en na het inkuilen gewogen, en vervolgens onderworpen aan de bepaling hunner bestanddeelen : droge stof, asch, ruweiwit, ruwvet.

Het inkuilen van pulp met melkzuurgist bleek voordeelig te zijn.

Voor wat de behandeling van het mengsel pulp en bladeren betreft, bleken de uitslagen minder positief uitgenomen in het geval van gelijktijdige toevoeging van suiker.

Eene nieuwe methode wordt beschreven voor het bereiden van melkzuurdeesem, bij middel van een afkooksel van gras of bietenbladeren ter vervanging van afgeroomde melk.

Het blijkt dat er bij het inkuilen van de onderprodukten der suikerfabrieken meer zou bij te winnen zijn door het uitvoeren van de volgende maatregelen : eene volledige ondoordringbaarheid verzekeren aan al de wanden van den kuil; de massa grondig samenpersen, en deze afdekken met eene lucht- en waterdichte aardlaag.

LA VEGETATION DE LA BETTERAVE EN BELGIQUE AU COURS DE L'ANNEE 1932.

par L. DECOUX, Ingénieur principal,

avec la collaboration de J. VAN DER WAEREN et G. ROLAND, Ing. agr. adjoints
de l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave.

Successivement, nous nous proposons de passer en revue : la climatologie, la croissance de la betterave, les maladies et ennemis de la betterave au cours de l'année 1932.

§ 1. — CLIMATOLOGIE DE L'ANNEE 1932.

Nous basant sur les données météorologiques qui nous ont été aimablement communiquées par l'« Institut météorologique d'Uccle », nous avons établi la comparaison entre l'année 1932 et l'année 1931, ainsi que la moyenne des années 1929-30-31, cela en répartissant ces données en deux périodes : a) période de repos et de préparation du terrain (de novembre de l'année antérieure à mars) ; b) période de végétation de la betterave (d'avril à octobre), en ce qui concerne les heures d'insolation mensuelles, les chutes de pluie mensuelles, les températures du jour mensuelles.

Nous sommes donc amenés à considérer les tableaux suivants :

A. — HEURES D'INSOLATION MENSUELLES.

a) Période de repos et de préparation du terrain.	Année 1932	Année 1931	Moyenne 1929-30-31
Novembre (année précédente)	52 h. 35 m.	36 heures	59 heures
Décembre (année précédente)	17 h. 10 m.	37 >	44 >
Janvier...	35 h. 10 m.	27 >	44 >
Février...	87 h. 05 m.	54 >	89 >
Mars	164 h. 25 m.	182 >	155 >
Total...	356 h. 25 m.	336 heures	391 heures
b) Période de végétation de la betterave.			
Avril	78 h. 48 m.	123 heures	133 heures
Mai.	134 h. 20 m.	203 >	190 >
Juin	178 h. 10 m.	207 >	197 >
Juillet...	170 h.	154 >	154 >
Août	200 h. 25 m.	116 >	173 >
Septembre	113 h. 50 m.	120 >	136 >
Octobre.	73 h. 45 m.	107 >	91 >
Total...	949 h. 18 m.	1.030 heures	1.074 heures
Total de l'année...	1.305 h. 43 m.	1.366 >	1.465 >

B. — CHUTES DE PLUIE MENSUELLES.

a) Période de repos et de préparation du terrain.	Année 1932	Année 1931	Moyenne 1929-30-31
Novembre (année précédente)	40,0 mm.	150 mm.	128 mm.
Décembre (année précédente)	47,0	44	81
Janvier...	52,5	99	42
Février...	18,9	102	25
Mars	40,0	27	19
Total...	198,4 mm.	422 mm.	295 mm.
<hr/>			
b) Période de végétation de la betterave.			
Avril	95,4 mm.	75 mm.	69 mm.
Mai.	70,1	83	72
Juin	20,2	35	55
Juillet...	76	107	108
Août	57,1	133	80
Septembre	131,2	62	68
Octobre.	233,9	49	80
Total...	683,9 mm.	544 mm.	532 mm.
Total de l'année...	882,3	966	827

C. — TEMPÉRATURES DU JOUR MENSUELLES
(en degrés centigrades).

a) Période de repos et de préparation du terrain.	Année 1932	Année 1931	Moyenne 1929-30-31
Novembre (année précédente)	7°9	8°05	6°8
Décembre (année précédente)	3°1	3°3	4°2
Janvier...	4°45	3°4	2°9
Février...	0°7	2°1	0°5
Mars	4°4	4°7	6°0
Moyenne	4°11	4°31	4°08
<hr/>			
b) Période de végétation de la betterave.			
Avril	7°6	8°65	8°7
Mai.	12°9	14°75	13°8
Juin	15°9	17°1	16°8
Juillet...	18°05	17°6	17°8
Août	20°8	16°4	17°4
Septembre	15°9	12°35	15°3
Octobre.	10°1	9°65	10°6
Moyenne	14°46	13°79	14°34
Moyenne de l'année...	10°15	9°84	10°06

De ces données, il apparaît notamment deux caractères dominants : maximum thermométrique en août (20°8 contre 16°4 en 1931) ; maximum pluviométrique en septembre et octobre (131,2 + 233,9 = 365,1 mm. contre 62 + 49 = 111 mm. en 1931). Le mois d'octobre 1932 a été le mois le plus pluvieux, depuis que des observations météorologiques régulières sont faites en Belgique, à Uccle, soit depuis 1883. Cet excès d'eau a favorisé

une végétation tardive de la betterave, empêchant les phénomènes normaux de maturité de se produire.

D'autre part, les heures d'insolation d'avril à octobre ont été en dessous de la normale, au total 949 heures contre 1.030 heures en 1931.

La période hivernale a été particulièrement sèche et a accusé un déficit important en eau à l'époque des semaines, totalisant 198 mm. contre 422 mm. en 1931.

Il y a lieu d'ajouter que le mois d'avril a été plus humide, avec moins d'heures d'insolation et une température moyenne plus basse qu'à l'ordinaire, ce qui a retardé de quinze jours la date normale de plantation des betteraves, celle-ci ayant eu lieu vers le 25 avril, au lieu du 10 avril en 1931. Tout le début de la végétation a été caractérisée par un manque d'eau sérieux par rapport à une année normale.

Le manque de luminosité et l'excès d'eau pendant les mois de maturation de la betterave, les semaines tardives constituent un ensemble d'éléments permettant d'expliquer, pour une part importante, la faible richesse des betteraves de l'année.

§ 2. — LA CROISSANCE DE LA BETTERAVE EN 1932.

Au début de 1932, bien avant la création officielle de l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave, M. Bergé avait demandé au Ministère des Finances d'établir une rubrique spéciale pour les graines de betteraves sucrières, dans le service de contrôle des importations et exportations de marchandises.

D'après le « Bulletin mensuel du commerce de l'Union économique belgo-luxembourgeoise », de 1932, mois de décembre, page 116, il ressort, pour les douze mois de l'année 1932, les chiffres suivants, quant au commerce de graines de betteraves sucrières :

Importation	1.003.300 kg.
Exportation	10.100 kg.

Dès lors, l'utilisation réelle dans le pays pour les emblavures betteravières s'élève à 1.003.300 — 10.100 = 993.200 kilogrammes.

Comme la culture betteravière s'est étendue, en 1932, sur une superficie de 53.462 hectares, cela représente, à l'hectare, une utilisation de graines de 18.577 kilogrammes, ce qui est extrêmement peu.

D'autre part, d'après une enquête que nous avons effectuée auprès de la majorité des sucreries belges, les fabricants ont fourni aux planteurs seulement 53,0 % de la quantité de graines qu'ils ont réellement utilisée, ce qui permet de supposer l'emploi d'une quantité importante de graines de peu de valeur, offertes à bas prix, à la faveur de la crise, ce qui n'a pu qu'influencer défavorablement la qualité de la betterave.

Semée tard, la betterave a eu à souffrir immédiatement des attaques de la pégomye de la betterave, que nous avons décrite en détail dans notre publication n° 4, juillet 1933, pages 83 à 142. Effrayés par le souvenir des dégâts qu'elle avait commis en 1931, la plupart des planteurs ont fait surtout appel, en vue de prévenir les dégâts éventuels, à l'application de fortes doses d'engrais azotés, surtout ammoniacaux, négligeant les engrains phosphatés et potassiques; bien plus, dès que les premiers dégâts ont été apparents, beaucoup de planteurs ont appliqué en couverture, même à

plusieurs reprises, des engrains azotés, surtout à base d'azote ammoniacal, les engrains azotés nitriques étant estimés trop coûteux. Vu l'action lente des engrains ammoniacaux et l'arrière-saison humide, la végétation de la betterave a perduré; à tel point qu'à l'arrachage aucun indice de maturité n'était apparent, les conséquences directes ayant été un rendement en poids élevé et une richesse en sucre faible.

A partir du mois d'août jusque fin septembre, nous avons établi, tous les 14 jours, la moyenne des caractères végétatifs de la betterave pour les régions de Hesbaye, Brabant et Limbourg, d'après les données qu'ont bien voulu nous communiquer les sucreries de Tirlemont et de Wanze. En voici les éléments principaux :

I. — ENQUETE AU 1^{er} AOUT 1932 DES BETTERAVES EN CROISSANCE.

	Poids moyen des racines gr.	Poids moyen des feuilles et collets gr.	Feuilles p. c.	Sucre p. c. grammes p. c.	Sucre par racine gr.	Quotient pureté jus de pression
Hesbaye	216	687	318	11,00	23,76	79,90
Brabant et Limbourg.	217	643	296	10,46	22,70	83,36
Moyennes au 1-8-32...	216,5	665	307	10,73	23,23	81,63

Analyses comparatives des années antérieures à la même époque.

Moyennes au 1-8-31...	260	482	185	13,50	35,14	84,59
Moyennes au 1-8-30...	303	742	244	11,65	35,57	81,15
Moyennes au 1-8-29...	224	501	226	12,29	27,79	82,42

II. — ENQUETE AU 14 AOUT 1932 DES BETTERAVES EN CROISSANCE

	Poids moyen des racines gr.	Poids moyen des feuilles et collets gr.	Feuilles p. c.	Sucre p. c. grammes p. c.	Sucre par racine gr.	Quotient pureté jus de pression
Hesbaye	364	809	222	12,45	45,32	83,40
Brabant et Limbourg.	332	690	207	12,70	42,08	86,00
Moyennes au 14-8-32.	348	749	214	12,55	43,70	84,70

Analyses comparatives des années antérieures à la même époque.

Moyennes au 14-8-31.	384	574	149	12,93	49,65	85,23
Moyennes au 14-8-30.	396	774	195	13,49	53,45	84,09
Moyennes au 14-8-29.	333	518	155	15,15	50,46	86,55
Moyennes au 14-8-28.	313	501	160	13,46	42,16	82,98

Accroissement au cours de la quinzaine s'écoulant du 1^{er} au 14 août.

Années	Augmentation par jour et par racine	
	Poids gr.	Sucre gr.
1932...	9,4	1,46
1931...	8,85	1,03
1930...	6,64	1,27
1929...	7,78	1,61

III. — ENQUETE AU 28 AOUT 1932 DES BETTERAVES EN CROISSANCE.

	Poids moyen des racines gr.	Poids moyen des feuilles et collets gr.	Feuilles et collets p. c.	Sucre p. c. grammes	Sucre par racine gr.	Quotient pureté jus de pression
Hesbaye	488	780	161	14,00	67,62	85,21
Brabant et Limbourg.	437	653	149	13,50	59,02	88,00
Moyennes au 28-8-32.	460	716	155	13,76	63,32	86,60

Analyses comparatives des années antérieures à la même époque.

Moyennes au 28-8-31.	461	604	131	14,10	65,02	86,83
Moyennes au 28-8-30.	489	810	165	14,63	71,68	86,03
Moyennes au 28-8-29.	416	521	125	16,07	66,86	88,34
Moyennes au 28-8-28.	435	577	132	15,11	65,73	85,34

Accroissements au cours de la quinzaine s'écoulant du 14 au 27 août.

Augmentation par jour et par racine

Années	Poids gr.	Sucre gr.
1932...	8,0	1,40
1931...	5,5	1,09
1930...	6,64	1,30
1929...	5,92	1,17
1928...	8,71	1,68

IV. — ENQUETE AU 11 SEPTEMBRE 1932 DES BETTERAVES EN CROISSANCE.

	Poids moyen des racines gr.	Poids moyen des feuilles et collets gr.	Feuilles et collets p. c.	Sucre p. c. grammes	Sucre par racine gr.	Quotient pureté jus de pression
Hesbaye	585	765	131	14,88	87,04	86,49
Brabant et Limbourg.	507	627	123	14,65	74,35	88,94
Moyennes au 11-9-32.	546	696	127	14,77	80,69	87,71

Moyennes comparatives des années antérieures à la même époque.

Moyennes au 11-9-31.	528	634	120	15,51	81,93	88,19
Moyennes au 11-9-30.	536	823	140	14,67	85,99	87,26
Moyennes au 11-9-29.	485	497	102	16,88	81,87	87,30
Moyennes au 11-9-28.	519	550	106	17,01	88,29	87,80

Accroissements au cours de la quinzaine s'écoulant du 28 août au 11 septembre.

Augmentation par jour et par racine

Années	Poids gr.	Sucre gr.
1932...	6,14	1,24
1931...	4,78	1,20
1930...	6,92	1,02
1929...	4,92	1,07
1928...	6,00	1,61

V. — ENQUETE DU 25 SEPTEMBRE 1932 DES BETTERAVES
EN CROISSANCE.

	Poids moyen des racines gr.	Poids moyen des feuilles et collets gr.	Feuilles et collets p. c.	Sucre racines p. c. grammes p. c.	Sucre par racine gr.	Quotient pureté jus de pression
Hesbaye	680	772	113	15,09	102,61	86,77
Brabant et Limbourg.	631	643	102	14,94	94,26	88,64
Moyennes au 25-9-32.	655	707	107	15,02	98,43	87,70

Moyennes comparatives des années antérieures à la même époque.

Moyennes au 25-9-31.	577	612	105	16,73	96,57	88,86
Moyennes au 25-9-30.	630	783	123	15,48	97,55	87,91
Moyennes au 25-9-29.	556	471	84	17,21	95,94	88,12
Moyennes au 25-9-28.	537	483	89	18,17	97,45	89,43

Accroissement au cours de la quinzaine s'écoulant du 11 au 25 septembre.

Années	Augmentation par jour et par racine	
	Poids gr.	Sucre gr.
1932...	7,79	1,26
1931...	3,50	1,04
1930...	3,14	0,82
1929...	5,00	1,00
1928...	1,28	0,65

Dans les graphiques 1 à 6, nous avons reproduit les éléments principaux des données fournies par l'examen des betteraves aux diverses époques considérées de leur croissance.

Du 25 septembre à l'arrachage, à la suite de la quantité énorme de chutes de pluie, la croissance des betteraves ne s'est pas ralentie, conduisant à la récolte, aux chiffres moyens suivants, pour l'ensemble des emblavures betteravières du pays :

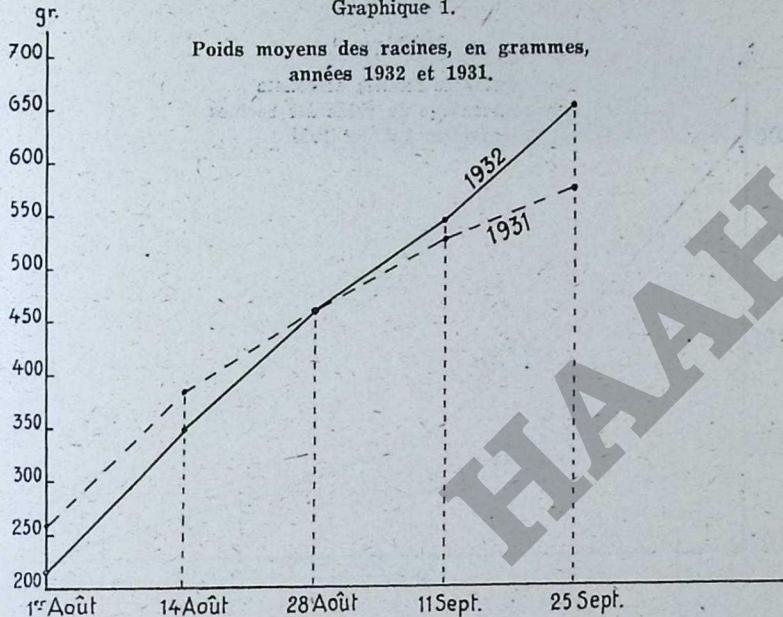
Rendement racines à l'hectare. 33.690 kilogrammes
Sucre %. 15,50
Sucre à l'hectare. 5.222 kilogrammes

Aussi bien en rendement en poids qu'en production de sucre à l'hectare, ces chiffres sont très élevés et constituent des records. Nous devons à la vérité de dire que des rendements extrêmes de 50.000 à 55.000 kilogrammes à l'hectare ont pu être relevés d'une manière exceptionnelle.

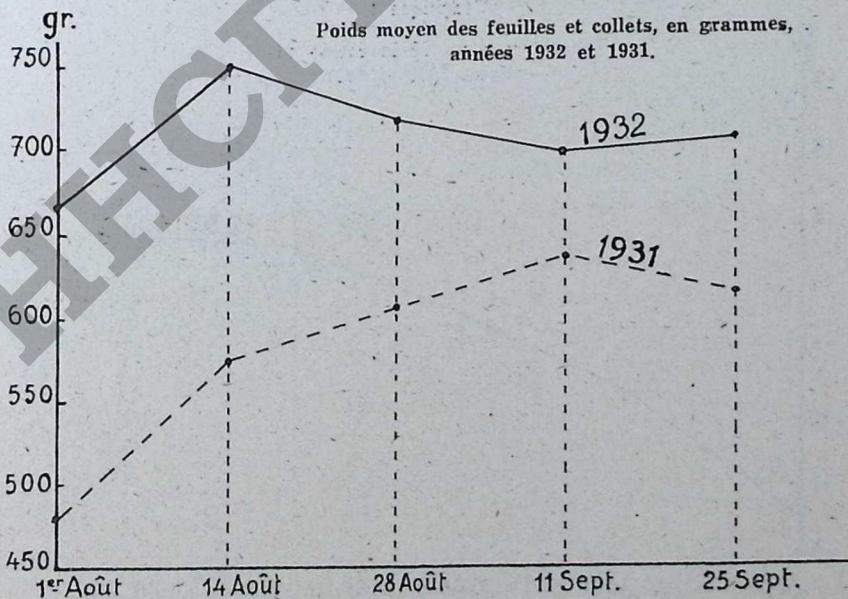
Par contre, la richesse en sucre des betteraves est extrêmement basse ; cependant, certains cas accidentels de betteraves ayant une richesse plus élevée que la moyenne des livraisons ont pu être constatés.

Grâce à l'aimable concours de plusieurs fabricants, que nous tenons à remercier pour leur grande obligeance, nous avons effectué quelques enquêtes, sur place, auprès des planteurs, se trouvant dans ce cas.

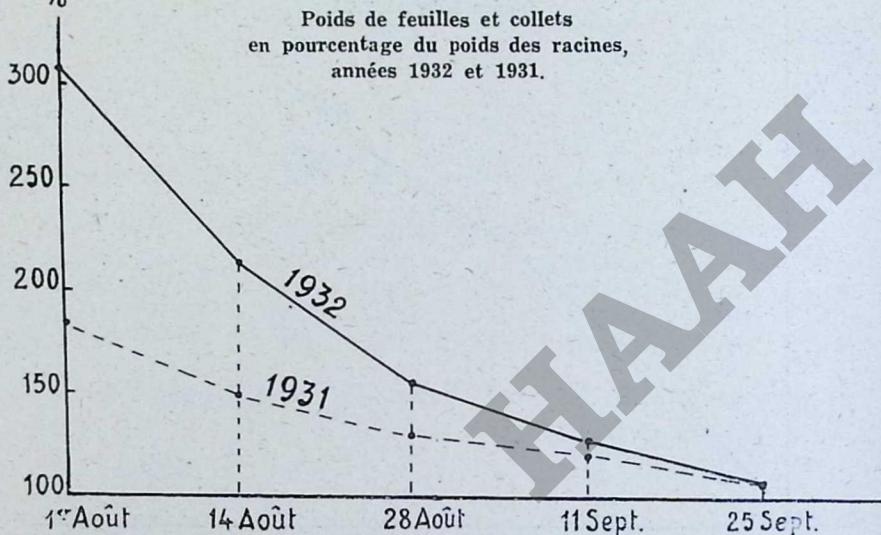
Graphique 1.



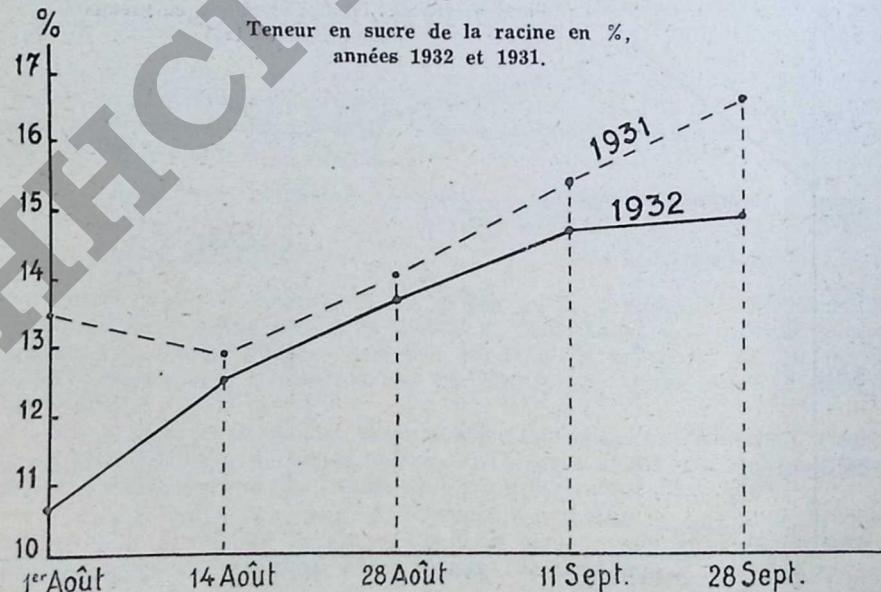
Graphique 2.

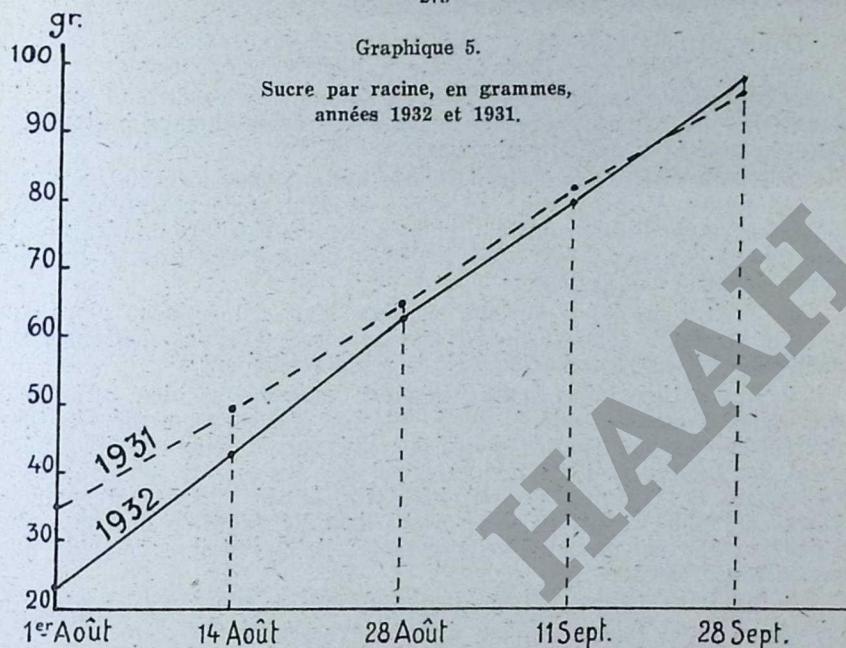


Graphique 3.



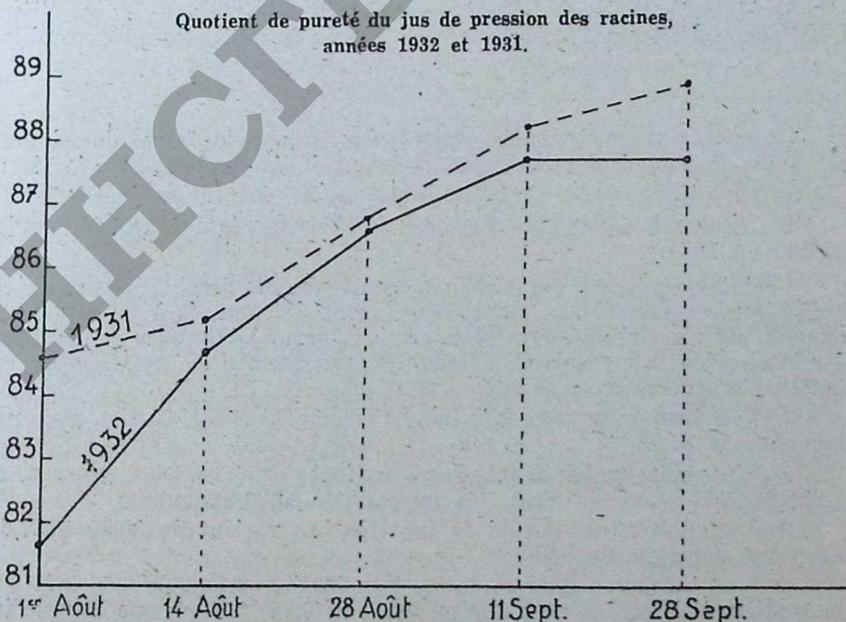
Graphique 4.





Graphique 6.

Quotient de pureté du jus de pression des racines,
années 1932 et 1931.



D'une manière générale, ces chiffres plus élevés, variant de 16 à 17 % de sucre, peuvent être attribués à l'une ou l'autre des causes suivantes :

1^o **Maturité normale des betteraves**, donnant un rendement en poids plus faible que la moyenne, alors que la plupart des champs betteraviers ont été arrachés en pleine croissance;

2^o **Nombre de plants à l'hectare très élevé**, 70.000 à 90.000, assurant des betteraves de forme bien régulière et d'un poids moyen de 500 à 600 grammes, produisant au total plus de sucre à l'hectare que les plantations ayant seulement de 50.000 à 65.000 pieds à l'hectare, d'un poids moyen de 700 à 800 grammes;

3^o Utilisation d'une variété sucrière bien déterminée, alors que certains planteurs ont utilisé des betteraves soit d'origine douteuse, soit améliorée, soit de reproduction, soit à grand rendement;

4^o Application d'une fumure minérale complète et bien rationnelle, sans excès d'engrais azoté. Il est à déplorer que beaucoup de planteurs n'ont utilisé que des engrains azotés ammoniacaux à action tardive, négligeant les engrains azotés nitriques, ainsi que les engrains phosphatés et potassiques. Or, la plupart des physiologistes, André, Stoklasa, Roemer ont démontré l'influence nette de la potasse dans l'élaboration de sucre chez la betterave. Souvent, un développement foliaire réduit a coïncidé avec une richesse élevée;

5^o Réaction du sol nettement alcaline (Ph de 7,0 à 7,4), maintenue telle grâce à des chaulages bien réguliers et ordonnés;

6^o Plantation hâtive, ayant pu être réalisée à la suite d'un ensemble de circonstances locales favorables;

7^o Dégâts de la pégomye et du cercosporé extrêmement réduits;

8^o Culture récente de la betterave, plaçant celle-ci dans des conditions infiniment meilleures de résistance aux agents de croissance défavorables.

* * *

D'après les constatations faites dans une vingtaine de champs normaux, disséminés dans différentes régions, il résulte, pour l'année 1932 :

1^o Un chiffre moyen de betteraves montées en graines égal à 1,5 %;

2^o Un nombre moyen de racines à l'hectare égal à 62.950, contre 59.200 en 1931.

Certains planteurs des Flandres ayant produit des betteraves extraordinairement pauvres en sucre, nous avons été amenés à effectuer une enquête sur place et une série de déterminations au laboratoire de l'Institut. De l'ensemble des résultats obtenus, il est permis de caractériser ces betteraves pauvres comme suit :

1^o Une teneur en sucre très basse, variant de 11,6 à 15,9 %, avec une moyenne de 14,08 %;

2^o Un poids exagérément élevé, variant, pour les plus grosses, de 1.925 à 2.900 grammes, avec une moyenne de 2.353 grammes;

3^o Un quotient de pureté de jus très bas variant de 80,50 à 87,43, avec une moyenne de 84,53;

4^o Une teneur en cendres de jus très élevée, variant de 0,66 à 1,10 % de matière telle quelle, avec une moyenne de 0,78 %, alors que dans le jus

de diffusion normal de sucrerie de l'année considérée, la teneur en cendres a été, en moyenne, de 0,40 %.

D'autre part, pour les variétés de betteraves mises en comparaison dans le champ d'essai principal de variétés de l'Institut, la teneur en cendres du jus de pression a varié de 0,36 à 0,54 %, avec une moyenne de 0,45 %.

Il s'agissait donc là de betteraves de qualité industrielle nettement inférieure à la moyenne de l'année et provenant soit de graines de betteraves d'origine douteuse, soit de variétés à caractère E (Ertragsreiche), dites productives ou à grand rendement en poids.

§ 3. — LES MALADIES ET ENNEMIS DE LA BETTERAVE EN 1932.

a) LES ENNEMIS CRYPTOGAMIQUES DE LA BETTERAVE.

La climatologie humide et chaude de l'été 1932 fut la cause d'une extension particulièrement grande des parasites cryptogamiques, lesquels ne se signalent d'ordinaire que par quelques cas isolés et presque toujours sans gravité. En 1932, au contraire, le nombre de ces parasites a été non seulement très grand, mais leur aire de dispersion et leurs dégâts aux cultures de betteraves furent d'une importance telle qu'il faut se reporter à l'année 1915 pour en retrouver de semblables dans l'histoire des maladies de la betterave en Belgique (1).

1^o A l'époque du démariage, nous avons remarqué dans diverses régions du pays (Eghezée, Moha, Overhespen, Liers, etc.), un grand nombre de plantules atteintes de la maladie du « Pied noir ». Cette maladie est causée le plus fréquemment, en Belgique, d'après M. le Professeur Marchal (2), par le *Phoma betae*. Ce parasite fait souvent sentir son action dès la germination des graines. Sous son influence, les racines de la jeune plante noircissent prématûrement et deviennent filiformes. Si la plante ne meurt pas, elle ne parviendra pas à former une racine normale pivotante, car, au lieu de se développer suivant la verticale, elle prendra, au contraire, de l'extension en largeur, dans la région située aux environs du collet, au-dessus de la partie malade. La contamination peut se faire par la semence ou par le sol.

2^o A la fin du mois d'août, on a pu constater un envahissement presque général des champs de betteraves par la maladie de la *cercosporiose*, due au *Cercospora beticola*, et caractérisée par la production de petites taches à contour plus ou moins arrondi, dont le centre grisâtre est bordé de brun rouge. Ces taches, d'abord assez distantes les unes des autres, se sont rapidement multipliées, ont conflué les unes dans les autres, entraînant la mort d'une partie de l'appareil foliacé; dans les cas extrêmes, 85 à 90 % des feuilles ont été détruites. Cette maladie, très fréquente en Italie et en Hongrie, où elle cause certaines années de grands ravages, a dû son extension exceptionnelle, cette année, aux conditions

(1) E. Marchal. — « Rapport sur l'activité de la Station de Phytopathologie de l'Etat durant les années 1913 à 1919.

(2) E. Marchal. — « Eléments de Pathologie végétale », Imprimerie Duculot, 1926.

D'une manière générale, ces chiffres plus élevés, variant de 16 à 17 % de sucre, peuvent être attribués à l'une ou l'autre des causes suivantes :

1^o **Maturité normale des betteraves**, donnant un rendement en poids plus faible que la moyenne, alors que la plupart des champs betteraviers ont été arrachés en pleine croissance;

2^o **Nombre de plants à l'hectare très élevé**, 70.000 à 90.000, assurant des betteraves de forme bien régulière et d'un poids moyen de 500 à 600 grammes, produisant au total plus de sucre à l'hectare que les plantations ayant seulement de 50.000 à 65.000 pieds à l'hectare, d'un poids moyen de 700 à 800 grammes;

3^o **Utilisation d'une variété sucrière bien déterminée**, alors que certains planteurs ont utilisé des betteraves soit d'origine douteuse, soit améliorée, soit de reproduction, soit à grand rendement;

4^o **Application d'une fumure minérale complète et bien rationnelle, sans excès d'engrais azoté.** Il est à déplorer que beaucoup de planteurs n'ont utilisé que des engrains azotés ammoniacaux à action tardive, négligeant les engrains azotés nitriques, ainsi que les engrains phosphatés et potassiques. Or, la plupart des physiologistes, André, Stoklasa, Roemer ont démontré l'influence nette de la potasse dans l'élaboration de sucre chez la betterave. Souvent, un développement foliaire réduit a coïncidé avec une richesse élevée;

5^o **Réaction du sol nettement alcaline (Ph de 7,0 à 7,4)**, maintenue telle grâce à des chaulages bien réguliers et ordonnés;

6^o **Plantation hâtive**, ayant pu être réalisée à la suite d'un ensemble de circonstances locales favorables;

7^o **Dégâts de la pégomye et du cercosporé extrêmement réduits**;

8^o **Culture récente de la betterave**, plaçant celle-ci dans des conditions infiniment meilleures de résistance aux agents de croissance défavorables.

* * *

D'après les constatations faites dans une vingtaine de champs normaux, disséminés dans différentes régions, il résulte, pour l'année 1932 :

1^o **Un chiffre moyen de betteraves montées en graines égal à 1,5 %**;

2^o **Un nombre moyen de racines à l'hectare égal à 62.950**, contre 59.200 en 1931.

Certains planteurs des Flandres ayant produit des betteraves extraordinairement pauvres en sucre, nous avons été amenés à effectuer une enquête sur place et une série de déterminations au laboratoire de l'Institut. De l'ensemble des résultats obtenus, il est permis de caractériser ces betteraves pauvres comme suit :

1^o **Une teneur en sucre très basse**, variant de 11,6 à 15,9 %, avec une moyenne de 14,08 %;

2^o **Un poids exagérément élevé**, variant, pour les plus grosses, de 1.925 à 2.900 grammes, avec une moyenne de 2.353 grammes;

3^o **Un quotient de pureté de jus très bas** variant de 80,50 à 87,43, avec une moyenne de 84,53;

4^o **Une teneur en cendres de jus très élevée**, variant de 0,66 à 1,10 % de matière telle quelle, avec une moyenne de 0,78 %, alors que dans le jus

de diffusion normal de sucrerie de l'année considérée, la teneur en cendres a été, en moyenne, de 0,40 %.

D'autre part, pour les variétés de betteraves mises en comparaison dans le champ d'essai principal de variétés de l'Institut, la teneur en cendres du jus de pression a varié de 0,36 à 0,54 %, avec une moyenne de 0,45 %.

Il s'agissait donc là de betteraves de qualité industrielle nettement inférieure à la moyenne de l'année et provenant soit de graines de betteraves d'origine douteuse, soit de variétés à caractère E (Ertragsreiche), dites productives ou à grand rendement en poids.

§ 3. — LES MALADIES ET ENNEMIS DE LA BETTERAVE EN 1932.

a) LES ENNEMIS CRYPTOGAMIQUES DE LA BETTERAVE.

La climatologie humide et chaude de l'été 1932 fut la cause d'une extension particulièrement grande des parasites cryptogamiques, lesquels ne se signalent d'ordinaire que par quelques cas isolés et presque toujours sans gravité. En 1932, au contraire, le nombre de ces parasites a été non seulement très grand, mais leur aire de dispersion et leurs dégâts aux cultures de betteraves furent d'une importance telle qu'il faut se reporter à l'année 1915 pour en retrouver de semblables dans l'histoire des maladies de la betterave en Belgique (1).

1° A l'époque du démarriage, nous avons remarqué dans diverses régions du pays (Eghezée, Moha, Overhespen, Liers, etc.), un grand nombre de plantules atteintes de la maladie du « Pied noir ». Cette maladie est causée le plus fréquemment, en Belgique, d'après M. le Professeur Marchal (2), par le *Phoma betae*. Ce parasite fait souvent sentir son action dès la germination des graines. Sous son influence, les racines de la jeune plante noircissent prématûrement et deviennent filiformes. Si la plante ne meurt pas, elle ne parviendra pas à former une racine normale pivotante, car, au lieu de se développer suivant la verticale, elle prendra, au contraire, de l'extension en largeur, dans la région située aux environs du collet, au-dessus de la partie malade. La contamination peut se faire par la semence ou par le sol.

2° A la fin du mois d'août, on a pu constater un envahissement presque général des champs de betteraves par la maladie de la *cercosporiose*, due au *Cercospora beticola*, et caractérisée par la production de petites taches à contour plus ou moins arrondi, dont le centre grisâtre est bordé de brun rouge. Ces taches, d'abord assez distantes les unes des autres, se sont rapidement multipliées, ont conflué les unes dans les autres, entraînant la mort d'une partie de l'appareil foliacé; dans les cas extrêmes, 85 à 90 % des feuilles ont été détruites. Cette maladie, très fréquente en Italie et en Hongrie, où elle cause certaines années de grands ravages, a dû son extension exceptionnelle, cette année, aux conditions

(1) E. Marchal. — « Rapport sur l'activité de la Station de Phytopathologie de l'Etat durant les années 1913 à 1919.

(2) E. Marchal. — « Eléments de Pathologie végétale », Imprimerie Duculot, 1926.

climatériques décrites plus haut. La région de la Hesbaye a eu particulièrement à souffrir de cette attaque.

C'est le retour au sol des feuilles malades, soit directement, soit par le fumier, qui est la cause de la contamination.

D'après M. E. Marchal, Directeur de la Station de Phytopathologie de l'Etat à Gembloux, Membre du Conseil Scientifique de Patronage de l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave, « habituellement, en Belgique, *Cercospora beticola* est très peu nuisible et fréquemment la Betterave arrive au moment de l'arrachage sans que ses feuilles soient maculées par ce parasite.

» D'autres fois, la *Cercosporiose* apparaît en septembre-octobre, produisant sur les feuilles ses taches décolorées, marginées de brun, caractéristiques, mais cette apparition tardive ne trouble que très peu les fonctions assimilatrices des organes verts.

» L'étude biologique du champignon et celle des circonstances qui favorisent l'infection fournissent l'explication de la poussée anormale constatée en 1932.

» On sait notamment par les recherches de Appel (Berlin) et de Lamers et Coons (Etats-Unis) que l'humidité et la chaleur favorisent hautement l'infection.

» D'autre part, les observations déjà relativement anciennes (1916) de Pool et Mc Kay (Etats-Unis) ont montré que *Cercospora beticola* n'est capable de pénétrer dans les tissus des feuilles que lorsque les stomates sont largement ouverts.

» Cela explique le fait que l'infection par *Cercospora beticola* se produit presque exclusivement pendant le jour, qu'elle est grandement favorisée par l'humidité et que les feuilles deviennent surtout sensibles à l'attaque du parasite lorsqu'elles ont atteint leur maximum de développement, alors que les cellules stomatiques, perdant de leur élasticité, tendent à rester ouvertes pendant une plus longue partie du jour.

» C'est donc avant tout à une sorte de maturation anticipée de la Betterave, due à un concours de circonstances météorologiques qui se rapprochent de celles qui règnent normalement dans les pays de l'Europe centrale, pays où pour ainsi dire tous les ans la *Cercosporiose* est abondante et parfois désastreuse dans ses effets, que nous devons la poussée extraordinaire de cette maladie, en 1932, dans notre pays.

» Il n'a donc pas lieu de s'alarmer sérieusement pour l'avenir. »

D'autre part, H. L. Werneck (1) affirme que la maladie se manifeste particulièrement dans les cas de pénurie d'azote, par temps humide et frais, l'auteur se basant sur l'observation que des champs ayant reçu, au début d'une attaque, une dose supplémentaire d'azote, ont beaucoup mieux résisté que d'autres champs qui n'avaient pas reçu ce complément d'engrais azoté.

Nous rapprochons cette observation de l'idée que nous avons émise à la 3^e assemblée de l'Institut International de Recherches betteravières du 16 janvier 1933, à Bruxelles, à savoir que la betterave devenant sensible au parasite vers le déclin de sa végétation, alors que sa vigueur était diminuée, l'apport d'engrais azoté aurait donc pour conséquence, dans le

(1) H. L. Werneck. — « Fortschritte der Landwirtschaft », n^o 6, p. 454.

cas envisagé par Werneck, non seulement d'augmenter la production foliaire de la betterave, mais aussi de prolonger sa période de végétation. Il se pourrait qu'ainsi on ait reporté la période de réceptivité de la betterave à une date ultérieure à celle de la virulence maximum du parasite.

De toute manière, fin septembre 1932, une bonne partie du bouquet foliaire des betteraves a été détruite par le cercosporé, réduisant d'une manière sensible l'élaboration du saccharose.

Une observation importante a été faite au cours de l'année 1932 dans les divers champs d'essais de variétés de l'Institut : une variété a été plus attaquée que les autres dans toutes les répétitions de chaque champ d'essai. Faut-il y voir une moindre résistance variétale ? Ce fait sera suivi de près au cours des années à venir.

Il nous paraît intéressant de signaler qu'une variété résistante au cercosporé a été produite aux Etats-Unis, par la Great Western Sugar Company, dont 5.200 hectares ont été ensemencés avec succès en 1933 (1).

3^e D'autres champignons maculicoles ont parasité à un degré plus ou moins grand, mais toujours peu dommageable, les feuilles de betteraves. Citons : le *Sporidesmium putrefaciens*, agent de la maladie des taches noires, l'*Uromyces betae*, déterminant la rouille, le *Ramularia betae* produisant des taches assez semblables à celles du cercosporé, et enfin le *Phyllosticta betae*.

Comme nous le voyons, le nombre de parasites des feuilles de la betterave que nous avons rencontrés est assez long.

4^e Les parasites, qui se sont attaqués aux racines de la betterave, ne sont pas moins nombreux. Nous avons déjà signalé la maladie du Pied noir constatée au début de la végétation de la betterave.

Par suite de leur localisation souterraine, les autres maladies de la racine n'ont été remarquées que vers la fin de la végétation, lors des prélèvements d'échantillons de betteraves dans les champs ou d'observations faites sur le dépérissement des betteraves.

Il nous a été permis d'observer à Jauche des ravages très importants causés par la « Pourriture du cœur » sur betteraves fourragères. Ici encore, le *Phoma betae* est l'agent déterminant de la maladie. Au début du mois d'octobre, les betteraves malades présentaient de la pourriture sur deux faces opposées des racines. Dans les cas extrêmes, les racines étaient perforées de part en part. L'analyse du sol a révélé un Ph de 6,5; contrairement à ce qui est observé généralement, la maladie est favorisée par un sol alcalin (2) et (3).

Dans le champ envisagé, d'une superficie de 2 hectares, 70 % des betteraves étaient malades.

Brandenburg (4) et (5) a montré que la pourriture du cœur n'est

(1) Anon. — « Through the Leaves », septembre 1933, p. 153.

(2) Roland Blaise. — « Contribution à l'étude des maladies parasitaires de la betterave à sucre » (Durant).

(3) Andrzej Chrzanowsky. — « Valeur utile des betteraves à sucre en relation avec la pourriture du cœur et la pourriture sèche de la racine. »

(4) E. Brandenburg. — « Eenige gevallen van physiologische ziekten der bieten. » — I. — « Mededeelingen van het Instituut voor Suikerbietenteelt », Bergen-op-Zoom, 1931, p. 89.

(5) E. Brandenburg. — « Physiologische ziekten der bieten. » — II. — « Hartrot, oorzaak en bestrijding. » — « Mededeelingen van het Instituut voor Suikerbieten- teelt », Bergen-op-Zoom, 1932, p. 43.

pas favorisée spécialement par une réaction alcaline du sol, mais plutôt par un manque de celui-ci en bore. L'auteur a prouvé l'efficacité certaine d'une quantité correspondante à 3 kilogrammes d'acide borique absorbable par hectare pour entraver le développement de la maladie. Il résulte, d'analyses faites à Bergen-op-Zoom sur différents lots de betteraves, lots établis suivant le degré de la maladie, que la richesse en bore des betteraves malades est inversément proportionnelle au degré de la maladie.

5^o Au début de novembre, nous avons pu observer un champ situé à Tourinnes-Saint-Lambert, qui avait fortement souffert d'une attaque de Rhizoctone et de Gommose bacillaire.

La première maladie reconnaît, comme agent, le *Rhizoctonia violacea Tul.*; elle est caractérisée par la production d'un feutrage violet sur la racine, en dessous duquel les tissus pourrissent. Le champignon passe d'une betterave à l'autre en cheminant dans le sol entre les particules de terre.

6^o La Gommose bacillaire est causée par plusieurs espèces de bactéries dont l'une est le *Bacillus Bussei Migula*.

7^o Nous avons reçu notamment de Chassart et de Lens-Saint-Remy des betteraves présentant de grosses tumeurs dans le voisinage du collet. Ces tumeurs étaient dues au *Bacterium tumefaciens Smith et Townsend*, agent de la « Tumeur bactérienne » ou Galle en couronne.

Ces trois dernières maladies ne font, en général, que des dégâts extrêmement limités et ne sont pas, jusqu'à présent, à redouter.

8^o La jaunisse et la mosaïque, maladies à virus, n'ont pratiquement pas causé de dégâts cette année.

b) LES ENNEMIS ZOOLOGIQUES DE LA BETTERAVE.

Nous avons constaté, dans différentes régions, des attaques de divers ennemis pendant les premières semaines de végétation de la betterave. A la suite de ces atteintes, quelques hectares de culture ont dû être replantés.

Parmi ces ennemis, nous citerons :

- 1^o Le Taupin — *Agriotes sp.*;
- 2^o L'Iule terrestre — *Iulus terrestris*;
- 3^o Le Blaniule moucheté — *Blaniulus Guttulatus*.

Ces trois parasites causent des dégâts parfois assez graves, mais toujours sur une surface limitée, en rongeant les jeunes pivots des plantules de betteraves;

4^o Les terres sur lesquelles la culture de la betterave revient assez fréquemment sont souvent le support d'un nématode : *Heterodera Schachtii*; ce dernier est plus fréquent qu'on ne se l'imagine; nous avons pu l'observer à Wanze, Overhespen, Gingelom, Oplinter, Moha, Overlaer, etc.

Le bouquet foliaire n'a pas été épargné des attaques de divers ennemis;

5^o Le plus important, tant par son extension que par les dégâts causés, est certes la mouche de la betterave *Pegomyia hyoscyami Panz*, dont nous

avons relaté l'attaque dans les publications 3 et 4 de l'Institut (1) et (2) :

6° Il y eut aussi, en certains endroits, quelques attaques de Cassides : *Cassida nebulosa*, d'altises : *Haltica oleracea* et de silphes : *Blitophaga opaca*, *L.*;

7° Par suite de la climatologie sèche du mois de juin (pendant ce mois il est tombé 20,2 mm. d'eau, alors que la quantité qui tombe normalement pendant ce mois est de 66 mm.), les pucerons ont pris une extension assez grande. Les pluies tombées au mois de juillet ont eu tôt fait de limiter ces dégâts en anéantissant les pucerons (*Aphis papaveris F*) et en donnant une nouvelle vigueur à la végétation de la betterave;

8° Nous ne pouvons terminer cet exposé des ennemis de la betterave remarqués en 1932, sans signaler les dégâts assez importants commis sur les jeunes betteraves ayant deux cotylédons et deux feuilles par un insecte primitif, de l'ordre collembole, le *Sminthurus luteus de Geer*, assez rarement décrit.

Nous donnerons ici quelques éléments de sa biologie, d'après Perrier (3).

Classification.

La classe des insectes se divise, les Protures mis à part, en deux sous-classes :

1° Les Aptérygogènes;

2° Les Ptérygogènes.

La première sous-classe, les Aptérygogènes, comporte les insectes les plus primitifs ; ils sont caractérisés par l'absence constante d'ailes.

Les Aptérygogènes se divisent en deux ordres :

1° Les Thysanoures;

2° Les Collemboles.

Ces derniers, de très petite taille (1 ou 2 mm. en général, exceptionnellement 4 mm.), présentent, le plus souvent, replié sous l'abdomen, un organe de saut (furca), simple à la base et divisé en deux branches à son extrémité.

Dans cet ordre des Collemboles, on distingue quatre familles :

1° Les Poduridés; 2° les Lipuridés; 3° les Entomobriydés; 4° les Sminthuridés.

C'est à cette dernière famille qu'appartient le *Sminthurus luteus de Geer*.

Description.

L'insecte mesure environ 1,5 mm. de longueur. Le corps, très ramassé, est jaune, sauf le dernier article des antennes, qui est violet-clair. La face dorsale est couverte de longues soies dressées.

- (1) Decoux et Roland. — « Compte rendu des recherches effectuées sur la pégomye de la betterave en Belgique en 1932. » — « Publications de l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave », mai 1933, n° 3, pp. 65 à 80.
- (2) Decoux et Roland. — « Etude de la pégomye de la betterave en Belgique en 1932. » — « Publications de l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave », juillet 1933, n° 4, pp. 83 à 142.
- (3) Remy Perrier. — « La Faune de la France. »

Il existe, à la face ventrale, inséré sur le premier anneau abdominal, un organe particulier, le tube ventral, sorte de tige molle formée de deux tubes soudés et qui peut saillir ou se rétracter à l'intérieur du corps. Cet organe, couvert d'un liquide gluant, a un double rôle : il permet à l'insecte, par son adhérence, de se déplacer sur une surface lisse et ensuite il lui sert d'appareil respiratoire.

Développement.

Le développement des Aptérygogènes se fait sans métamorphoses. À la sortie de l'œuf, la larve ne diffère de l'adulte que par sa petite taille ; elle acquiert son développement complet par simple accroissement de taille,

Nourriture.

Les collemboles se nourrissent de débris végétaux, de moisissures, de spores et d'œufs d'insectes. C'est à ce dernier titre, d'après une étude de D. Hille Ris Lambers sur le *Sminthurus viridis*, que nous avons signalé le *Sminthurus luteus* parmi les parasites de la Pégomye, dans notre étude sur la mouche de la betterave.

Dégâts constatés. — Les plantules de betteraves attaquées présentaient les limbes des cotylédons et de la première paire de feuilles entièrement rongés, il ne restait émergeant du sol que les pétioles dont l'extrémité supérieure était noircie. Sur les jeunes plantes, on pouvait constater la présence de ces *Sminthurus* se déplaçant d'une plante à l'autre par sauts successifs.

Dans un champ de betteraves situé à Berloz, près de Waremme, 3 hectares, à la fin du mois de mai, étaient complètement détruits et ont dû être replantés ; une autre partie était fortement endommagée et il fallut combler les nombreux vides par un semis de graines.

Nous avons constaté les mêmes dégâts dans un autre champ de 7 hectares environ, situé à Hollogne-sur-Geer. Les ravages s'étendaient suivant une bande d'une dizaine de mètres de largeur, à travers tout le champ. Le reste du champ était exempt de toute attaque.

Les collemboles ont disparu vers le 10 juin et le deuxième semis de betteraves levant à cette époque a pu se développer à l'abri de toute atteinte.

RESUME

L'année 1932 a produit des betteraves pauvres (15,57 % de sucre en moyenne) pour les raisons principales suivantes : semis tardif, ravages de la pégomye et du cercospore, automne humide, excès d'engrais azotés.

La climatologie de l'année est caractérisée surtout par un manque d'eau d'avril à août et un excès d'eau en septembre et octobre.

Parmi les parasites de la betterave ayant occasionné des dégâts appréciables, il faut citer : le pied noir, le cercospore et la pégomye.

Un collembole, le *Sminthurus luteus* de Geer, ayant occasionné des dégâts locaux aux jeunes betteraves, a été l'objet d'une étude spéciale.

SAMENVATTING.

Het lage suikergehalte der bieten in het jaar 1932 is voornamelijk te wijten aan de volgende oorzaken : het laattijdig uitzaaien, de verwoesting door de bietenvlieg, en de cercospora beticola, het natte najaar, en de overdreven stikstofbemesting.

De klimatologie van het jaar is vooral gekenmerkt door een gebrek aan water van April tot Augustus en een overmaat van water in September en Oktober.

Onder de parasieten die eene noemenswaardige schade berokkenden heeft men de wortelbrand, de cercospora beticola en de beetenvlieg.

Een Collembool, *Sminthurus luteus* van Geer, welke plaatselijke schade toebracht was het voorwerp van eene bijzondere studie.

Compte rendu de la visite des fabricants de sucre aux champs d'essais de betteraves de l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave.

Répondant à l'invitation qui leur avait été adressée, une vingtaine de fabricants de sucre se sont rendus, le 31 août dernier, à Tirlemont, à l'effet de visiter les principaux champs d'essais organisés par l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave, dans le voisinage immédiat de ses laboratoires.

Agrémentée par un temps favorable, cette visite a suscité un grand intérêt parmi les participants, lesquels ont pu examiner successivement les champs suivants :

1^o Tout d'abord, au jardin d'essais, la réalisation de recherches spéciales sur le chimisme et les caractères variétaux de diverses variétés portant notamment sur :

a) 69 races de betteraves sauvages (*Beta maritima*) tant atlantica que mediterranea d'origines diverses (Heligoland, Rabat, Rovigo, Egypte, Flessingue, Nieuport, Ostende, Cornwall, Cotentin, Norfolk, Danemark, Jersey, Scotland, Isigny, etc.), de betteraves hybrides, fourragères, demi-sucrères;

b) 40 variétés de betteraves sucrières utilisées en Belgique;

c) La plantation continue de betteraves sucrières au même endroit;

d) L'essai de l'extensimètre de Cederborg pour suivre la croissance des betteraves;

2^o Un champ d'essais sur la densité de plantation des betteraves, portant sur deux variétés, l'une à grand, l'autre à petit bouquet foliaire, plantées à 60.000, 70.000, 80.000, 90.000, 100.000 plants à l'hectare;

3^o Un champ d'essais sur engrais phosphatés, en vue d'établir l'importance de la fumure phosphatée (doses successives de 50, 100, 150 P₂O₅ à l'hectare) et la valeur comparée de divers engrais phosphatés (scories, superphosphate, phosphate désagrégré Supra A, phosphate bicalcique Fertiphos);

4^o Un champ d'essais sur engrais potassiques, en vue d'établir l'importance de la fumure potassique, appliquée à raison de 150, 300, 600, 750 kilogrammes de chlorure de potasse à 40 % à l'hectare;

5^o Un champ d'essais sur engrais composés, mettant en comparaison un engrais complet du commerce, dit pour la betterave sucrière, 9 N — 6 P₂O₅ — 9 K₂O à la dose de 1.000 kilogrammes à l'hectare, avec un mélange effectué à l'aide d'engrais simples calculés de telle sorte que la même quantité d'éléments fertilisants soit appliquée;

6^o Un champ d'essais sur le chaulage de printemps, mettant un parallèle des carbonates de chaux fournis, d'une part, par le tuffeau calcaire, d'autre part, par le fertilisant G. P.;

7^o Un champ d'essais sur engrais azotés avec les buts suivants : la détermination de la dose optimum d'azote compatible avec une bonne récolte betteravière (doses de 50, 100, 150 kilogrammes N à l'hectare); la comparaison des divers engrais azotés du commerce (nitrate de soude, sulfate d'ammoniaque, nitrate d'ammoniaque, chlorure d'ammoniaque, nitrate de chaux); l'intérêt de l'application des engrais azotés en ligne ou à la volée.

Tous ces champs d'essais sont effectués en petites parcelles de 30 à 55 mètres carrés de superficie, toutes numérotées, avec huit répétitions au moins, la plantation étant faite à la main.

Les visiteurs ont pu ainsi se rendre compte de la complexité des recherches agronomiques effectuées par l'Institut sur la betterave, si l'on considère que pas moins de trente champs d'essais ont été exécutés cette année, sur une superficie de plus de 5 hectares, dans des buts divers, notamment sur les variétés les engrais et les maladies. Bien des observations intéressantes ont déjà pu être faites au cours de la croissance; la détermination du rendement et de la richesse saccharine à la récolte permettra de tirer les conclusions provisoires pour l'année en cours.

Un déjeuner cordial, offert par M. Lucien Beauduin, Président du Conseil d'Administration, réunit les participants, une fois la tournée des champs d'essais terminée. A l'heure des toasts, M. Marien Directeur de la Sucrerie de Moerbeke, remercia aimablement M. Beauduin, au nom des fabricants présents, de l'initiative qu'il avait bien voulu prendre en organisant cette journée d'études betteravières. M. Beauduin répondit en exprimant sa satisfaction du travail accompli par l'Institut, en demandant à ce dernier de poursuivre dans ses travaux à la fois des buts d'ordre pratique et de recherche scientifique pure et en exprimant l'espérance de voir bientôt l'unanimité des fabricants se rallier à l'association de l'Institut.

TABLE DES MATIÈRES

Publication n° 1. — Janvier 1933.

	Pages
Considérations sur les engrais et la betterave sucrière en 1932, par L. Decoux...	5
A. — Les engrais simples...	5
B. — Les engrais composés	15
C. — Conclusions	28

Publication n° 2. — Mars 1933.

In memoriam. — Julien Bergé (1876-1933)	35
Conclusions de la III ^e Assemblée de l'Institut International de Recherches Betteravières	41
Le marché des engrais au printemps 1933, par L. Decoux... ...	45
§ 1. — Les engrais simples	45
§ 2. — Les engrais composés	49
§ 3. — Principes généraux de la fumure de la betterave sucrière...	53
L'utilisation du sucre brut dénaturé, par L. Decoux	56
§ 1. — Constitution	56
§ 2. — Composition alimentaire	56
§ 3. — Valeur physiologique du sucre	57
§ 4. — Valeur économique du sucre dénaturé	60
§ 5. — Rations de sucre dénaturé à conseiller	61
§ 6. — Remarques sur l'utilisation du sucre dénaturé ...	62

Publication n° 3. — Mai 1933.

Compte rendu des recherches effectuées sur la pégomye de la betterave en Belgique en 1932, par L. Decoux et G. Roland	65 (3)
§ 1. — Généralités sur la mouche	(4)
§ 2. — Les dégâts occasionnés par la mouche au cours des différentes générations	(6)
§ 3. — Les ennemis naturels de la mouche	(8)
§ 4. — L'examen des divers moyens de lutte	(10)
§ 5. — Les moyens de lutte préconisés pour l'année 1933...	(13)
§ 6. — L'exécution des pulvérisations d'insecticides ...	(14)

Publication n° 4. — Juillet 1933.

	Pages
Etude de la pégomye de la betterave en Belgique en 1932, par L. Decoux et G. Roland...	83
Introduction ...	83
I. — Généralités sur la mouche ...	85
II. — Les dégâts occasionnés par la pégomye au cours des différentes générations. ...	96
III. — Les ennemis naturels de la pégomye... ...	105
IV. — L'étude des moyens de lutte... ...	116
V. — Conclusions... ...	140

Publication n° 5. — Septembre 1933.

Chimisme de quelques hybrides de betteraves, par E. Bougy ...	143
Aperçu historique et introduction ...	147
Chapitre premier. — Technique ...	154
Chapitre II. — Hybrides de fourragères et de sucrières : Première génération... ...	169
Chapitre III. — Hybrides de fourragères et de sucrières : Deuxième, troisième et quatrième générations... ...	190
Chapitre IV. — Quelques autres hybrides ...	203
Résumé général ...	206
Appendice... ...	213

Publication n° 6. — Novembre 1933.

Les viroses de la betterave, par G. Verplancke ...	227
I. — Symptômes de la mosaïque ...	231
II. — Etude cytologique... ...	233
III. — Transmission de la mosaïque à des betteraves saines ...	235
IV. — Transmission de la mosaïque de la betterave dans la nature ...	239
V. — Transmission de la mosaïque de la betterave à d'autres plantes ...	240
VI. — Etude d'autres mosaïques... ...	240
VII. — Etude des viroses de la betterave au point de vue cultural ...	241
VIII. — Importance économique des viroses de la betterave ...	243
IX. — Conclusions ...	246

L'utilisation du ferment lactique dans les silos de pulpes et feuilles de betteraves, par L. Decoux, G. Roland et J. Vanderwaeren ...

249
249
249
252
261
263
264

§ 1. — Introduction ...	249
§ 2. — Technique des essais ...	249
§ 3. — Résultats des essais ...	252
§ 4. — Appréciation de la méthode d'ensilage au ferment lactique ...	261
§ 5. — Conclusions ...	263
Appendice... ...	264

La végétation de la betterave en Belgique au cours de l'année 1932, par L. Decoux,

J. Vanderwaeren et G. Roland ...	267
§ 1. — Climatologie de l'année 1932 ...	267
§ 2. — La croissance de la betterave ...	269
§ 3. — Les maladies et ennemis de la betterave en 1932... ...	277

Compte rendu de la visite des fabricants de sucre aux champs d'essais de betteraves de l'Institut belge pour l'amélioration de la betterave ...

284