

BIBLIOTHEQUE AGRONOMIQUE BELGE

N 12

MANUEL
DE
L'AMÉLIORATION
DES PLANTES CULTIVÉES

(PLANTES ~~ET~~ COLES HORTICOLE ET COLONIALE)

PAR

V. LATHOUWERS

*Docteur en Sciences, Chargé de cours à l'Institut Agronomique de l'Etat.
Chef à la Station officielle de Recherche
pour l'Amélioration des Plantes, Gembloux.*

DEUXIÈME ÉDITION

Revue, remaniée et considérablement augmentée

Tome I. L'AMÉLIORATION GÉNÉRALE



GEMBLEUX

JULES DUCULO

ÉDITEUR

PARIS

LIBRAIRIE AGRICOLE

DE LA MAISON RUSTIQUE

1922

L'AMÉLIORATION
DES PLANTES CULTIVÉES

BIBLIOTHÈQUE AGRONOMIQUE BELGE

N^o *la*

MANUEL
DE
L'AMÉLIORATION
DES PLANTES CULTIVÉES

(PLANTES AGRICOLES, HORTICOLES ET COLONIALES)

PAR

V. LATHOUWERS

*Docteur ès Sciences, Chargé de cours à l'Institut Agronomique de l'État,
Chef de travaux à la Station officielle de Recherches
pour l'Amélioration des Plantes, à Gembloux.*

DEUXIÈME ÉDITION

Revue, remaniée et considérablement augmentée

Tome I : L'AMÉLIORATION GÉNÉRALE



GEMBOUX
JULES DUCULOT
ÉDITEUR

PARIS
LIBRAIRIE AGRICOLE
DE LA MAISON RUSTIQUE

1929

AVANT-PROPOS DU COMITÉ DIRECTEUR de la Bibliothèque agronomique belge.

On a souvent reproché, et non sans quelque raison, à l'Enseignement agronomique supérieur de ne profiter qu'à de rares privilégiés et de ne pas assez faire sentir ses effets bienfaisants dans les milieux les plus directement intéressés.

Certes, les diplômés de nos instituts constituent, tant par leur parole et leurs écrits que par leur exemple, les vulgarisateurs attitrés du progrès **consacrés** par cet enseignement. Mais on peut encore assurer, à l'oeuvre de recherche et de documentation synthétique des spécialistes du haut enseignement agronomique, une plus large et plus directe diffusion par la publication d'ouvrages qui en constituent, en quelque sorte, l'extension extra-universitaire.

Tel est le but que nous nous sommes assigné en mettant à la disposition du public agronomique éclairé, des manuels présentant l'état actuel de nos connaissances dans les diverses branches de la **Phytotechnie**, de la Zootechnie et des sciences qui en constituent les auxiliaires.

Dans tous les pays du monde et spécialement dans ceux qui, comme le nôtre, ont le plus directement souffert des effets désastreux de la Grande Guerre, en se préoccupe très activement de l'intensification de la productivité de la terre.

Ce ne peut être que par la mise en **oeuvre** d'une technique de plus en plus parfaite, de plus en plus directement inspirée des résultats de la recherche scientifique que l'on y parviendra.

Puisse l'initiative que nous prenons aujourd'hui apporter sa contribution au grand oeuvre du progrès de l'Agronomie.

Gembloux, le 1^{er} juin 1926.

LE COMITÉ DIRECTEUR :

G. **BOUKAERT** A. **DELOS** C. **JOURNÉE**
L. **LEPOUTRE** E. **MARCHAL** A. **POSKIN**

Professeurs,

V. **LATHOUWERS**. Charge de Cours,
à l'Institut Agronomique de **Gembloux**.

Préface de la première édition.

Il m'échoit la bonne fortune de présenter au public ce premier volume de la nouvelle « Bibliothèque Agronomique »; consacré à l'importante question de l'Amélioration des plantes cultivées, c'est, dans ce domaine, l'ouvrage belge le plus consciencieux et le plus complet.

Quoique de date récente, la science de l'Amélioration a déjà une littérature très fournie : les documents dont elle dispose sont nombreux, mais ils sont épars et pas toujours à la portée du public auquel ils sont destinés. C'est que le perfectionnement des êtres organisés repose sur des théories quelque peu ardues, sur des données parfois difficilement assimilables par un public non initié aux choses de la Science.

Il manquait, en langue française, un bon traité de génétique appliquée au perfectionnement des plantes.

Monsieur **Lathouwers**, en le réalisant, a coordonné, non seulement les fragments épars de cette science et des méthodes opératoires en usage, mais aussi le fruit de longues années d'observations personnelles et de multiples voyages d'étude à l'étranger.

Nous ne chercherons pas à donner ici l'indication, même incomplète, de toutes les questions importantes qui sont traitées dans l'ouvrage avec autant de compétence que de précision.

Ce qui fait le véritable mérite de l'auteur, c'est d'avoir réalisé un exposé méthodique, précis, autant que clair des bases scientifiques de l'amélioration végétale et de la pratique de ses opérations techniques. On perçoit nettement qu'il n'est pas un savant enfermé dans sa tour d'ivoire, mais quelqu'un qui est en contact étroit avec la pratique courante, avec le laboratoire de la nature, quelqu'un qui observe et qui cherche à simplifier les opérations trop souvent compliquées inutilement par les chercheurs de cabinet.

Ce livre a, de plus, le grand mérite d'arriver au moment où, dans les conditions économiques si bouleversées dans lesquelles la guerre a laissé le pays, s'impose la nécessité impérieuse d'accroître les rendements de la terre.

Or, dans la situation actuelle de notre Agriculture, le facteur qui peut influencer le plus les rendements est l'emploi de semences de races *améliorées bien choisies*, c'est-à-dire convenant au milieu où elles doivent vivre.

On peut, sans exagération, admettre que l'emploi de races de céréales perfectionnées, bien adaptées au milieu, augmenterait les rendements, pour l'ensemble du pays, de 10 à 15 % ; ce surcroît de production représenterait annuellement plus de 130 millions de francs.

L'utilisation de variétés améliorées de pommes de terre, de plantes industrielles et fourragères est susceptible de donner des effets du même ordre, dans la qualité et la quantité des produits récoltés. Nous croyons ne pas exagérer en

avançant que, pour l'ensemble des cultures du pays, l'augmentation de richesse qui résulterait de l'utilisation raisonnée de sortes perfectionnées, à grands rendements, se chiffrerait par près *d'un demi milliard*.

On le voit, le problème envisagé est important : il mérite qu'on s'en occupe très sérieusement; le programme est vaste et demande à être exécuté avec méthode. L'essentiel est de doter nos diverses régions agricoles, si différentes parfois par leur sol et leur climat, de races bien spécialisées.

Mais on ne doit pas oublier que si l'agriculture moderne demande des races à grand rendement, elle exige aussi, à cause des fumures plus copieuses et plus riches qu'elle emploie, des sortes plus résistantes aux maladies et à la verse; ailleurs, pour éviter l'échaudage, elle devra préférer des races précoces; ailleurs **encore**, des races rustiques, résistantes au froid.

Au génétiste à diriger son travail suivant le but à atteindre. Il arrivera à satisfaire aux exigences de la culture par une sélection rigoureuse, complétée, si c'est nécessaire, par des croisements appropriés.

Les possibilités de perfectionnement des plantes sont nombreuses car leur malléabilité est très grande; les perspectives sont pour ainsi dire illimitées et autorisent les plus grands espoirs.

Pendant l'amélioration des plantes est un mécanisme assez compliqué — plus compliqué que certains ne le croient — mécanisme dont les organes doivent être réglés avec précision et intelligence et cela d'après le but poursuivi. Celui-ci n'est pas toujours parfaitement atteint : il demande parfois, pour être réalisé, des essais nombreux, des recherches longues et patientes.

Le présent manuel qui constitue un exposé critique de l'état actuel de nos connaissances théoriques et pratiques sur l'amélioration des plantes, sera utilement mis entre les mains des étudiants de nos Instituts supérieurs agronomiques et des élèves des écoles secondaires d'agriculture; il est d'ailleurs rédigé sur le plan général des leçons professées par l'auteur à l'Institut de **Gembloux**.

Il contribuera, nous en avons le ferme espoir, à répandre dans le public agricole les connaissances scientifiques qui sont à la base du perfectionnement des végétaux et il incitera les hommes de science, les **ingénieurs-agronomes**, en **particulier**, à s'occuper davantage de la Génétique, cette science si féconde dans ses applications.

L'ouvrage que nous présentons au public aura aussi sa place marquée dans les **Ecoles** professionnelles d'agriculture et dans la bibliothèque du cultivateur.

Nous sommes persuadés qu'il rencontrera bon accueil, car un mouvement intense se dessine dans le pays en faveur de la production indigène de semences améliorées. A cette production beaucoup de cultivateurs ne demandent qu'à prêter leur concours.

Nous souhaitons que le manuel de M. **Lathouwers** fasse naître de nouveaux chercheurs dans le champ si varié et si fécond en promesses de l'Amélioration des plantes.

Gembloux, le 25 juin 1924.

C. JOURNÉE,

Directeur de la Station de Recherches pour l'Amélioration des Plantes,
Professeur d'Agriculture à l'Institut Agronomique de **l'Etat**, à **Gembloux**.

Préface de l'auteur à la première édition.

L'importance de l'Amélioration des plantes frappe quiconque veut examiner, quelque peu à fond, les résultats qu'on peut atteindre par ce nouveau mode de perfectionnement de la technique agricole. M. Journée le démontre clairement **dans** la préface, qu'il a bien voulu — ce dont je le remercie ici très cordialement — me faire l'honneur d'écrire pour ce manuel.

Celui-ci s'imposait : m'occupant pratiquement d'amélioration depuis 1913, ayant eu la bonne fortune de pouvoir réunir, au cours de nombreux voyages d'étude, une ample documentation sur les méthodes et la technique suivies à l'étranger, j'ai pensé que ce serait rendre service au public agricole que de le mettre au courant de cette nouvelle branche de la biologie appliquée.

Chargé, à l'Institut Agronomique de **Gembloux**, du cours d'amélioration des plantes cultivées, je devais, d'autre part, à mes élèves un manuel reflétant cet enseignement : je ne voyais, en effet, aucun livre vraiment pratique — j'insiste sur ce mot — et écrit **en** langue française, qui pût être mis entre leurs mains.

Le manuel que j'ai l'honneur de présenter au public n'est pas un traité de Génétique : il contient néanmoins, sur cette importante discipline des sciences biologiques, base des méthodes de perfectionnement des plantes, toutes les données nécessaires à leur bonne compréhension; dans l'exposé que j'en fais, je me suis efforcé d'être *simple*, afin que le lecteur, même non initié aux arcanes de la Biologie, soit néanmoins amené à s'intéresser à ces manifestations complexes mais hautement intéressantes de l'Hérédité.

En ce qui concerne l'exposé des chapitres traitant de l'Amélioration proprement dite, j'ai eu un double but : être aussi *complet* que possible et être *pratique*, de manière à ce que tous ceux qui sont désireux de s'adonner effectivement à l'amélioration des plantes cultivées, y trouvent, sous une forme simple, tous les détails de technique nécessaires. L'assurance d'avoir réussi à concilier ces deux desiderata serait pour moi la plus belle récompense de mes efforts.

V. L.

Station d'Amélioration des Plantes, à Gembloux.

Gembloux, le 30 juin 1924.

Préface de l'auteur à la deuxième édition.

La première édition de ce manuel vit le jour en 1924; grâce à la faveur avec laquelle le public a bien voulu accueillir cet essai, une deuxième édition s'imposait.

Dès l'élaboration de celle-ci, je m'aperçus qu'il ne pouvait être question d'une simple réédition; un remaniement profond, allant de pair avec l'intercalation de chapitres nouveaux, était à envisager.

C'est ainsi qu'il m'a paru utile de faire suivre l'étude de la variabilité d'une brève incursion dans le vaste domaine de la Biométrie et d'exposer la théorie des *courbes de variation*.

D'autre part, la mise au point définitive de nos méthodes a eu sa répercussion sur le développement du chapitre traitant de la *technique* de l'amélioration individuelle et de l'amélioration après croisement.

En 1925, grâce à l'aide généreuse de l'Association Philanthropique américaine, l'« International Education Board », et de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique — aide pour laquelle ces deux institutions me permettront de leur témoigner ici, publiquement, ma sincère gratitude — il me fut permis, au cours d'un long séjour aux Etats-Unis, d'étudier, à une des principales Stations d'amélioration des Plantes, celle de l'Université Cornell, de l'Etat de New-York, les méthodes si différentes de celles habituellement suivies en Europe; l'exposé de cette technique spéciale s'imposait. En outre, ayant pu suivre de près, aux laboratoires les plus réputés, les nouvelles théories de l'Ecole de Morgan sur les liaisons factorielles et le « crossing-over », je n'ai pu m'empêcher d'initier les lecteurs, non encore avertis, aux théories du *néo-mendélisme*.

Bien plus, de nouveaux chapitres me semblaient devoir combler certaines lacunes de la première édition : l'organisation *d'essais comparatifs* de rendements, et l'emploi raisonné de la théorie de *l'erreur probable* méritaient un plus ample développement. D'autre part, l'organisation de la *production des semences améliorées* et de son *contrôle*, ainsi que la *protection des nouveautés végétales*, toutes questions qui sont, actuellement, à l'ordre du jour de nos grandes institutions internationales, n'avaient pas été traitées précédemment : j'ai donné ici, à ces questions, le développement que méritait leur importance.

Dans la présente révision, j'ai cru intéressant également de traiter des diverses modalités de la *multiplication végétative*, dans leurs relations avec le perfectionnement des plantes et avec la création de races nouvelles par *chi-*

mères et par mutations *gemmaires*, tout en effleurant la question épineuse de l'influence que pouvait exercer sur son greffon un sujet vivant en symbiose avec lui.

J'ai jugé nécessaire de donner une plus grande extension encore aux chapitres traitant de l'amélioration spéciale des céréales et d'introduire dans mon exposé l'amélioration de la *luzerne* et du *lin*.

Dans la première édition de mon manuel j'avais limité mon exposé à l'amélioration des plantes agricoles des pays tempérés. Dans un compte-rendu trop élogieux de mon ouvrage, paru dans la « Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture coloniale », sous la signature autorisée de M. Aug. Chevalier, le distingué directeur du Laboratoire d'Agronomie Coloniale de l'École des Hautes Etudes, de Paris, émettait le désir de me voir, dans une prochaine édition, étendre mon exposé aux arbres fruitiers et aux plantes coloniales.

Sensible à cette critique méritée et désireux de fournir à mes étudiants des sections coloniale et horticole un manuel reflétant mon enseignement, j'ai traité dans la présente édition l'amélioration *des plantes horticoles* (y compris la vigne) et celle des *principales plantes économiques tropicales*, l'*Elaeis*, l'*Hevea*, le Caféier, le Cacaoyer, le Cotonnier, le Théier, le Tabac et le Riz. En ce qui concerne les méthodes et la technique encore jeunes de cette amélioration, la besogne m'a été considérablement facilitée par la multiplicité des *documents* qui m'ont été fournis par les divers services officiels et privés des Indes Néerlandaises, qui ont poussé l'amabilité jusqu'à m'envoyer une ample moisson de clichés pour l'illustration de mon texte; j'y reviendrai encore, mais qu'ils reçoivent déjà ici mes plus sincères *remerciements*.

Cette ampleur nouvelle donnée au Manuel a nécessité la répartition des matières sur *deux tomes* ; je sou mets le premier, qui traite de l'amélioration *générale*, à la bienveillante appréciation du lecteur; le tome II comprenant l'amélioration *spéciale* des plantes agricoles, des plantes horticoles (arbres fruitiers y compris la vigne, plantes maraîchères et fleurs) et des principales plantes coloniales, est en préparation et paraîtra au cours du premier semestre de 1929.

Avant de terminer cette préface, qu'il me soit permis d'acquitter encore d'autres dettes, en témoignant ma reconnaissance à tous ceux qui m'ont aidé clans ma tâche : à MM. les professeurs de la Station d'Amélioration de l'Université Cornell, à Ithaca (Etat de New-York), et, tout spécialement à M. C. H. Myers, pour l'excellente documentation verbale, écrite et photographique qu'ils ont bien voulu me fournir, à MM. les Professeurs Bussard et *Rœmer*, respectivement directeur-adjoint à la Station Centrale d'essais de semences, à Paris, et professeur à l'Université de *Halle-sur-Saale* (Allemagne) pour l'amabilité avec laquelle ils m'ont permis de puiser dans leurs travaux sur les essais comparatifs de rendements et la protection des nouveautés végétales, à M. *Alabouvette*, actuellement directeur-adjoint à la Station centrale de génétique, à Versailles, qui, pendant son séjour parmi nous, a bien voulu me faire profiter de son expérience et de sa riche documentation, à M. le Professeur Journée, directeur de notre Station d'Amélioration, qui m'a aimablement permis de reproduire nos règlements sur le contrôle des semences, et à mes collègues MM. Larose et Mou-

reau, qui ont bien voulu se charger des dessins des figures 9, 10, 11, 13, 19 et 20.

Je tiens également à remercier cordialement mon éditeur, M. J. Duculot, pour le soin qu'il a apporté à l'impression et à la bonne présentation de l'ouvrage.

V. L.

Station d'Amélioration des Plantes, Gembloux.

15 Novembre 1928.

ERRATA ET ADDENDA

- Page 3. — 6° ligne en bas. *Ajouter* : le gouvernement français vient de créer à Versailles, une station centrale de génétique pure et appliquée à l'amélioration des plantes. (*Dir.* : M. le professeur Schribaux).
- » 4. — 29° ligne. *Ajouter* : En 1926, a été fondée l'Association internationale des Sélectionneurs des plantes de grande culture, qui compte actuellement plus de 200 membres. Son siège social est à Paris et elle publie un Bulletin.
- » 5. — 27° ligne. *Lire* : Utsådesförening.
- » 9. — Après la 26' ligne. *Ajouter* : La multiplication végétative des plantes peut, dans certains cas, être, elle aussi, utilisée comme méthode d'amélioration.
- » 30. — 23° ligne. *Lire* 360, au lieu de 364.
- » 31. — 7° ligne en bas. *Lire* — 265 au lieu de 265.
- » 31. — 2° ligne en bas. *Lire* — 265 au numérateur de la fraction.
- » 33. — 8° ligne. *Lire* 5.29 %, au lieu de 5.29 cm.
- » 36. — 5' ligne en bas. *Lire* fig. 5, au lieu de fig. 4.
- » 40. — 9° ligne. *Lire* fig. 6, au lieu de fig. 5.
- » 60. — 7° ligne en bas. *Lire* fig. 19, au lieu de fig. 9.
- » 68. — Dernière ligne. *Lire* (2° année culturale).
- » 69. — Dernière ligne. *Ajouter* : T = témoin.
- » 74. — 7° ligne. *Supprimer* le 1, après Froment.
- » 84. — Dernière ligne. *Lire* 1924, au lieu de 924.
- » 100. — 3° ligne. *Lire* corrélation, au lieu de corélation.
2° ligne en bas. *Lire* KRAUS, au lieu de KRAUSS.
- » 137. — Au titre. *Lire* Culture au lieu de Cultures.
- » 151. — 13° ligne. *Lire* Crépin, au lieu de Crepin.

INDEX SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES

	PAGES
Avant-propos du Comité Directeur	V
Préface de la première édition	VI
Préface de l'auteur à la première édition	VIII
Préface de l'auteur à la deuxième édition'	IX
Errata et addenda	XI
Index systématique des matières	XII

GÉNÉRALITÉS.

Historique **I**. — **Les Stations d'amélioration**, 3. — Bibliographie des revues de Génétique et d'Amélioration, 4. — Bibliographie des principaux travaux de Génétique publiés avant 1901, 5

PRÉLIMINAIRES

Races locales, introduction de variétés étrangères, essais d'adaptation 7. — Les méthodes d'amélioration, 9

CHAPITRE I. — L'Amélioration **massale**.

1. Sélection massale unique	9
2. Sélection massale annuellement répétée	10
3. Sélection massale avec séparation de formes	12
Critique de la sélection massale , 14. — Sélection de graines, d'épis ou de plantes, 16	

CHAPITRE II. — L'amélioration généalogique ou individuelle, par séparation de lignées pures.

§ I . — Exposé de la méthode	18
I . Bases scientifiques de l'amélioration individuelle	19
L'Hérédité, 19. — La notion d'espèce, 19. — Petites espèces de Jordan ou espèces élémentaires 20. — Les lignées pures de Johansen, 21. — La variabilité fluctuante , 24. — L'hérédité des caractères acquis, 26. — Les courbes de variabilité, 28. — L'amplitude de la variation, 29. Le quartile, 30. — La déviation-standard, 30. — Le coefficient de variation, 33. — La loi de Quetelet , 33. — Courbes à deux et à plusieurs sommets, 34. — Quelques ouvrages sur la biométrie, 35	

2. Marche d'une amélioration individuelle	35
A. Méthode avec choix unique de plantes-mères « élites »	3 ⁶
Première année de culture : Plantes-mères et élites I, 36. - Deuxième année de culture : Elites II , 39. - Troisième année de culture : Premières multiplications, 39. - Quatrième année et suivantes : Grandes multiplications	39
B. Méthode avec choix, périodiquement répété, de nouvelles élites	39
Constitution de noyaux purs	40
§ 2. - La technique générale de l'amélioration généalogique	4 ¹
1. Le jardin d'amélioration	41
Définition, 41. - Conditions à envisager lors du choix d'un emplacement, 41. - jardins d'améliorations permanents et ambulants 42. - Superficie, 44. - Fumure, 44. - Protection et lutte contre les ennemis, 45	
2. Les travaux au jardin d'amélioration	46
A. Parcellation	47
B. Les Semis	47
I. Semis des parcelles pour le choix des plantes-mères	47
II. Semis-plantation, sur des parcelles dites « à élites », des graines provenant des plantes-mères	50
Bordures régularisatrices de la nutrition, 52. - Vides éventuels dans les parcelles, 53. - Lignes de séparation entre les lignées, 54. — Sentiers, 54. - Appareils divers utilisés pour le semis-plantation des élites de céréales, 54. - Méthode actuelle de la Station d'amélioration des plantes de Gembloux . 59	
III. Semis-plantation des « Elites II ou de seconde année »	60
Appareils, 62. - Reconstitution de noyaux purs, 62. - Les expériences de rendement chez MM. de Vilmorin , 63.	
IV. Semis des parcelles d'essais comparatifs et des petites multiplications	64
V. Semis des grandes multiplications	67
Méthode américaine des semis en lignes, non groupées en parcelles	67
« Head-ou plantrows », 68. - Les deux « rod-rows », 68. - Les cinq « rod-rows », 69. - Les dix « rod-rows », 69. - Les « advanced tests » 69. - Les « drill-plots » 70. - Les parcelles de multiplications, 70. - Les « seed rows » 71	
C. Les observations à faire au cours de la végétation	72
Levée, 72. - Détermination du pourcentage de levée, 72. Date de tallage, 72. - Déchets dus aux gelées, 72. - Aspects successifs de la végétation, 73. - Date d'apparition des épis 73. - Maladies, dégâts et accidents, 74. - Date de maturité 74. - Degré de précocité, 74. - Livres des champs, 74	
D. Soins d'entretien à donner aux parcelles d'amélioration	77
E. La récolte	77
La récolte des parcelles à échantillons, 77. — Récolte des élites de première année, 78. - Choix éventuel de nouvelles élites, 78. - Récolte des élites de deuxième année, 79. — Récolte des essais comparatifs et des multiplications, 80.	

F. L'engrangement des produits	81
3. Analyse des récoltes.	84
A. Le laboratoire de sélection. Son ameublement	85
B. Analyse des plantes-mères	89
Numéro et nom de l'échantillon, 90. - Numéro généalogique, 90. — Longueur de la paille, 91. — Couleur, forme de l'inflorescence, 91. - Densité des épis, 91. - Couleur, forme et constitution des graines, 95. - Poids de 100 graines, 96. - Balance de Korant , 96. - Tallement , 97.	
C. Analyse de la récolte des parcelles d'élites de première année	97
Numéro généalogique et origine de la lignée, 97. - Rendement en grain, 97. - Poids de l'hectolitre, 98. - Précocité absolue et relative, 100 . - Résistance à l'hiver, 100 . — Résistance à la verse, 100 . - Résistance aux maladies, 102. - Caractéristiques de la paille, de l'épi, 102 , du grain, 103 . - Poids de 1000 graines, 103, compteur automatique, 103.	
D. Analyse de la récolte des parcelles d'élites de deuxième année	104
E. Analyse de la récolte des essais comparatifs et des multiplications	104
Egrenage et battage, 105. - Batteuse Martinet, 106 . — Batteuses à broches, 107. — Nettoyage du grain, 107. - Triage du grain, 107. - Conservation des semences, 108. - Dessiccation des semences, 108 .	
4. Registres et livres divers utilisés à une station d'amélioration ..	109
Registre des échantillons et livres généalogiques, 109. - Registres des analyses, 109. - Livres des champs, 109. - Fiches descriptives des lignées, 109.	

CHAPITRE III. - L'amélioration après hybridation.

§ i. - Le mendélisme	110
1. Croisements monohybrides	III
Première génération hybride ou Fi, III . Deuxième et troisième générations filiales ou F ₂ et F ₃ , 112.	
2. Croisements dihybrides	116
3. Croisements trihybrides	118
4. Complications possibles de l'hérédité mendélienne	121
Dominance incomplète : chez un monohybride (<i>Mirabilis Jalapa</i> de CORRENS) 121. - Chez un dihybride (idem) 122. - Interactions factorielles, 122. - Formules de disjonction: 9: 7 (EAST et HAYES chez <i>Zea maïs</i>) 123, - 12: 3: 1 (SURFACE chez <i>Avena</i>) 123, - *3: 3 (chez <i>Zea maïs</i>) 123, - 27: 9: 28 (BATESON chez <i>Lathyrus</i>) 124, - 112 : 81: 27: 27: 9 (LATHOUWERS chez <i>Campanula Medium</i>) 124 — Interactions de facteurs agissant dans le même sens, 126. - NILSSON EHLE chez <i>Triticum</i> , 127. - Liaisons factorielles: BATESON et PUNNETT chez <i>Lathyrus</i> , 129. - <i>Drosophila melanogaster</i> et le néo-mendélisme de l'École de MORGAN , 130. - Théorie chromosomique de l'hérédité, 131. - Le « crossing-over » 132. - La chiasmatic de JANSENS , 134. - La nouvelle théorie de V. GRÉGOIRE , 134.	

§ 2. — Marche et technique d'une amélioration par hybridation	134
1. Choix et culture des géniteurs	137
2. Hybridation	138
A. Castration des plantes maternelles	138
Toilette de l'épi, 139. - Castration proprement dite, 140.	
B. Pollinisation ou hybridation proprement dite	142
Ancienne méthode, 142. - Méthodes actuelles, 143. — Récolte des graines hybrides, ¹ 45.	
3. Semis, récolte et analyse de la première génération hybride (F')	146
4. Constitution de la F ₂ , deuxième génération après croisement	148
5. Constitution des générations ultérieures (F ₂ , F ₃ ,...)	149
Méthode scientifique, 149. -Méthode Crépin , 151. -Méthode par multiplications massales des F ₂ , F ₃ , etc. 151. -La méthode d'amélioration par hybridation, chez les plantes allogames , 152.	

CHAPITRE IV. — L'amélioration après mutation.

La mutation, 153. - Son importance comme méthode d'amélioration, ¹54.

CHAPITRE V. — La multiplication végétative et l'amélioration.

Importance des diverses méthodes de multiplication végétative pour l'amélioration, 156. - Hybrides de greffe, 156. - Chimères, 157 - Influence du sujet sur le greffon, 158. - Mutations **gemmaires** ou sports, 160.

APPENDICE I. — La technique des essais comparatifs.

Les essais comparatifs	163
Importance des essais comparatifs exacts, 163. - Choix du terrain, 164. - Labours, 165. - Façons culturales ultérieures, 165. - Fumure, 165. - Forme, direction et grandeur des parcelles, 165. - Nombre de parcelles parallèles, 166. - Intercalation de parcelles « standards », « témoins » ou « étalons », 168. - Influence de la bordure, 169. - Influence réciproque des variétés, 170. - Influence exercée par les places vides, 171. - Quantités de graines à semer à l'are, 172. - Les semis, 173. - Observations pendant la végétation et soins d'entretien, 174. - Récolte, 175. - Batage, 176. - Microessais , 176.	
L'erreur probable.	177
Conception de l'erreur probable, 177. Méthodes de calcul de l'erreur probable : Formules dites de BESSEL , 179, Formules de PETER , 180. - Erreur probable d'une différence, 181 . - Formule de STUDENT , 182. — Méthode WOOD et STRATTON , 185.- Méthode HAYES et GARBER , 185. — Les témoins théoriques , 186. - Méthode proposée par RÖEMER , 187.	
Bibliographie des essais comparatifs de rendements	190
APPENDICE II. - La production des semences améliorées. Son contrôle. - La protection des nouveautés végétales.	
La production des semences améliorées et son contrôle	193

Méthodes adoptées à **Gembloux**, 193. — Règlement pour l'approbation des semences par la Station de **Gembloux**, 195. — Instructions pour le contrôle au battage, 197. — Instructions pour le contrôle au triage, 199. — Le contrôle des semences en Hollande, 200.

La protection des nouveautés végétales 201
La protection des nouveautés végétales en Hollande, 202. - en Pologne, 204. — en **Tchéco-Slovaquie**, 204. — en France, 206.
— Les nouveautés végétales et la nouvelle loi sur les brevets d'invention en France, 208.

APPENDICE III. — Le phénomène de **Xénie**.

Phénomène de **Xénie** chez le Maïs, 209. — Son explication, 209.

APPENDICE IV. — La variabilité corrélative.

Corrélations positives et négatives, 210. — Symptômes, 210. — Vraies corrélations en génétique, 210.

Table alphabétique des matières, 211.

GÉNÉRALITÉS

Historique.

Le désir très naturel d'augmenter les rendements de ses champs a poussé de tout temps l'agriculteur à chercher à perfectionner les méthodes de culture : les instruments aratoires, les procédés de travail, la fumure, le traitement des semences, ont, tour à tour, été l'objet de ses préoccupations.

L'introduction de nouvelles espèces cultivées (la Pomme de terre, par exemple) et de variétés nouvelles d'espèces déjà connues, leurs essais d'adaptation aux climats régionaux furent des perfectionnements qui se rapprochaient déjà de l'amélioration proprement dite : ce n'est plus seulement le sol, les instruments qu'on veut améliorer, c'est sur la plante elle-même qu'on travaille, la plante considérée comme un tout capable de transmettre, par hérédité, ses défauts et ses qualités à la descendance née d'elle.

Déjà, dans la lointaine antiquité, on signale des essais isolés mais imparfaits encore chez les Chinois et les anciens Romains (Virgile, Varron, Columelle). Toutefois, les théories scientifiques sur lesquelles se basent les méthodes actuelles d'amélioration, trouvent leur toute première base dans diverses recherches commencées vers la fin du **XVII^e** siècle concernant la sexualité des plantes. Comme premiers essais reconnus de croisements, on cite généralement ceux de Fairchild (1719), sur les **œillets** et ceux de **Koelreuter** (1759) sur le tabac; la pratique des hybridations prit une importante extension dans la première moitié du **XIX^e** siècle, grâce aux travaux de Gaertner.

Ce fut à cette époque que l'Anglais Patrick **Shireff** (1819) sélectionna, en **Ecosse**, une variation spontanée de froment et que Le **Couteur** (1823) entreprit, dans un mélange de cette céréale, une séparation de formes. Mais les premiers sélectionneurs, vraiment dignes de ce nom, furent André et Louis **Lévêque** de **Vilmorin**, qui entreprirent, sur des bases bien définies, l'**amélioration** de la carotte et surtout celle de la betterave sucrière (1830); puis, vers 1855, ce fut Louis de **Vilmorin** qui, pour la première fois, eut recours au choix de plantes entières ; en Allemagne, **Rimpau** commença, en 1867, sa sélection raisonnée du seigle et du froment.

En ce qui concerne l'étude des lois de l'hérédité, base scientifique de l'amélioration, ce fut Darwin qui, dans la seconde moitié du **XIX^e** siècle, fut le grand initiateur, par ses théories universellement connues sur l'origine des espèces (1859), la variation (1868) et la fécondation directe et croisée (1877);

il déclancha, parmi les savants, une émulation vraiment riche en résultats et les recherches sur l'hérédité proprement dite prirent, dès lors, peu à peu une grande extension.

Au point de vue de l'étude des lois sur lesquelles va se fonder bientôt l'amélioration scientifique des plantes cultivées, trois noms sont à retenir : les précurseurs français Jordan et Naudin et le moine autrichien Gregor Mendel, le créateur du « mendélisme ».

Jordan (1873) (1), s'appuyant sur ses recherches précises et détaillées sur l'espèce *Draba verna*, pulvérisa l'ancienne espèce *linnéenne* et établit la théorie nouvelle des « espèces élémentaires » encore appelées « espèces affines », « petites espèces », base de la grande méthode scientifique d'amélioration par séparation des lignées.

Jusqu'ici on avait toujours appliqué les procédés de la sélection *massale* ; ce fut le mérite de Hallet d'avoir, le premier, en 1875, opéré la séparation de lignées, améliorées ensuite d'après les méthodes de l'amélioration individuelle.

En 1890, Rimpau à Schlanstedt (Saxe), en 1893, von Neergaard à la grande station de Svalöf (Suède) — qui avait été fondée en 1886 — appliquèrent cette méthode à l'amélioration des céréales, en basant le choix de plantes-mères sur des données strictes, fournies par des mensurations et des pesées exactes.

Naudin (1861 et 1865) (1) fut le premier qui soumit à une étude approfondie les premières générations hybrides provenant de ses croisements chez *Datura* et *Nicotiana*, établissant ainsi deux des lois qui régissent les hybrides.

Ce fut toutefois le grand honneur de Mendel (1865) (1) d'avoir, pendant deux ou trois générations successives, effectué le dénombrement rigoureux des divers types issus de ses multiples croisements de *Pisum* et de *Hieracium* et d'avoir ainsi fixé, d'une façon péremptoire, la plupart des lois qui, actuellement encore, régissent les disjonctions « mendéliennes » après hybridation.

Si la première grande méthode d'amélioration, la méthode dite « individuelle » doit beaucoup à Jordan, la deuxième de ces méthodes, l'amélioration après croisement, peut considérer comme ses fondateurs Naudin et surtout G. Mendel.

Nous devons ajouter à ces noms celui de l'illustre savant hollandais de Vries qui, par sa théorie sur la création de nouvelles espèces par variation brusque ou « mutation », donna une plus grande extension encore à cet immense champ de recherches de la *Génétique* ou science des lois de l'hérédité.

Les expériences de G. Mendel, et les lois établies par lui à la suite de ses essais, étaient tombées dans l'oubli à cause surtout du peu de notoriété de la revue dans laquelle les résultats de ses recherches furent publiés, quand, en 1900, trois savants (1), simultanément, mais indépendamment l'un de l'autre, Correns, Tschermak (2) et de Vries, redécouvrirent les lois mendéliennes : cet

(1) Cf. *Bibliographie*, p. 5 et 6.

(2) D'après une communication verbale que me fit E. v. Tschermak au V^e Congrès international de Génétique (Berlin, 1927), ce fut au cours d'un bref séjour au Jardin botanique de la ville de Gand (Belgique), qu'il exécuta, peu avant 1900, sur conseil de MacLeod, professeur à l'Université, ses croisements de Pois ; ce fut ce matériel d'étude qui permit au grand savant de redécouvrir les lois de Mendel.

évènement fut, pour l'étude des lois de l'hérédité, le signal d'un vrai renouveau scientifique : le *Mendélisme* était créé.

Depuis cette date, rien qu'en ces derniers vingt ans, il se fonda six revues uniquement consacrées à l'étude de l'hérédité (1), une quinzaine de manuels, vrais livres de chevet, répandirent le goût des recherches sur la *Génétique*, tandis qu'une pléiade de savants de toutes nationalités s'adonnèrent exclusivement à l'étude de cette nouvelle branche des sciences biologiques.

Simultanément se développèrent partout les recherches scientifiques et techniques sur l'*Amélioration*, qui entra de plus en plus dans le domaine des belles réalisations.

Les Stations d'amélioration.

Parmi les plus anciennes stations expérimentales s'occupant du perfectionnement des plantes cultivées, citons, outre *Svalôf*, la plupart des institutions officielles allemandes, qui, avant la guerre, eurent un renom mondial : Dresde, Saxe (*Steglich*), 1890; *Gottingue*, Hanovre (v. *Seelhorst*), 1896; Halle s. Saale (*Holdfleiss*, *Wohltmann*, *Rœmer*), 1897 ; *Weihenstephan*, Bavière (*Krauss*, *Kiessling*), 1899; *Breslau* (v. *Rûmker*), 1899; *Jena* (*Edler*), 1902; *Giessen*, Hesse (*Gisevius*), 1903; *Hohenheim*, Wurtemberg (*Fruwirth*, actuellement professeur à Vienne et auteur d'un traité d'amélioration en cinq volumes, très estimé), 1905; *Hochburg*, Bade (*Lang*), 1908.

A côté de ces stations officielles, on ne peut passer sous silence les fondateurs de ces vieilles firmes qui, à l'exemple de la lignée illustre des de *Vilmorin*, en France, ont, dès le début de l'amélioration, utilisé, en Allemagne, avec grand succès les nouvelles méthodes; nommons entre autres, pour les céréales, les *Rimpau* (1867) et les *Strube* (1885), à *Schlanstedt*, Saxe, les *Beseler* (1870) à *Anderbeck* et à *Weende*, Hanovre, les v. *Lochow* (1881), à *Petkus*, Brandebourg; pour les betteraves, les *Mette* (vers 1850) et les *Dippe* (1879) à *Quedlinbourg*, Saxe, les *Rabbethge* et les *Giesecke* (vers 1850), à *Klein Wanzleben*, saxe, les v. *Borries* (1849), à *Eckendorf*, Westphalie; pour les pommes de terre, les *Paulsen* (1855), à *Nassengrund*, Lippe, les *Richter* (1869) à *Hameln* et à *Zwickau*, Hanovre, les *Cimbal* (1879), à *Frômisdorf*, Silésie.

Actuellement, il n'y a plus guère de contrée, en Europe, qui ne possède une ou plusieurs stations officielles de sélection, la plupart créées avant la guerre, quelques-unes d'institution plus récente; citons, en France, la Station de Paris, avec champs d'essais à Noisy-le-Sec, en Belgique, *Gembloux* (1913) (2) en Hollande, *Wageningen*, en Pologne, les stations de Varsovie, Cracovie, *Pulawy*, etc., en Russie, les multiples stations (*Kiev*, *Saratov*, etc.) rayonnant autour de l'Institut de Botanique appliquée de Leningrad, en Roumanie, *Petrosani* et autres fermes de l'Etat, en Grèce, *Larissa*, en Suisse,

(1) Cf. *Bibliographie*, p. 4-5.

(2) Récemment, ont été créés, en Belgique, deux autres centres d'amélioration : l'un à Gand, en annexe à l'Institut agricole, et l'autre à *Héverlé* (Louvain), sous les auspices de l'association le « *Boerenbond* ».

Lausanne (Mont Calme), en Italie, Rieti, Boulogne, Rovigo, en **Tchéco-Slovaquie**, Brunn, en Espagne, La **Moncloa** (Madrid), en Portugal, Lisbonne.

L'amélioration a même pris une très grande extension en dehors de l'Europe, où les plus beaux centres d'activité sont les Etats-Unis d'Amérique, les Indes hollandaises et anglaises. Aux Etats-Unis, de multiples stations expérimentales, la plupart annexées à une Université, toutes richement dotées, supérieurement équipées, travaillent, en liaison avec le Département central de l'Agriculture à Washington (*Bureau of Plant Industry*), à l'amélioration' des céréales, des pommes de terre, du coton, du riz, des agrumes, des fruits et légumes (1).

Aux Indes hollandaises, grâce aux recherches de spécialistes réputés, l'amélioration des plantes économiques tropicales a pris ces dernières années, un bel essor aux Stations de Buitenzorg (Java) (**Algemeen Proefstation voor den Landbouw, Proefstation voor Thee**), à Djember (Java), (**Besoekisch Proefstation voor Rubber, Koffie en Tabak**), à Medan (Sumatra) (**Algemeen Proefstation der A. V. R. O. S.**), à Salatiga (Java), **Proefstation voor Vorstenlandsche Tabak**).

Le Gouvernement des Indes anglaises possède, à Pusa (Bihar), un centre important où divers chercheurs poussent très activement la sélection des céréales, du riz, des plantes à fibres, des plantes colorantes, etc.

D'autres institutions pour le perfectionnement des plantes cultivées ont été créées, en Amérique : au Canada, aux Antilles, au Brésil, dans l'Uruguay, en Argentine; en Afrique : en Algérie (**Ducellier**, à Maison Carrée (1906), en Tunisie (**Bœuf**), au Maroc (**Miège**, à Rabat), en **Egypte**, au Congo belge, au Cameroun (**La Mé**), en Afrique du Sud; en Asie : au Japon (Tokyo, Kyoto, Sapporo, Ohara), en Chine (Université de Shanghai), aux Philippines et en Australie.

Bref, l'amélioration, s'étendant à l'ensemble des plantes économiques, a pénétré actuellement dans la quasi généralité des régions agricoles du monde habité.

Bibliographie des revues de génétique et d'amélioration

A. REVUES DE GENETIQUE (rangées par ordre d'ancienneté).

1. Zeitschrift für induktive **Abstammungs-** und Vererbungslehre. — Tome I (1908)... T. XLV (1927), Berlin, Gebr. **Borntraeger**. — avec listes bibliographiques périodiques.

(1) Au cours de mon voyage d'études, de sept mois, aux Etats-Unis (1925), j'ai eu la bonne fortune de pouvoir étudier l'organisation et suivre les travaux de la Station d'Amélioration **d'Ithaca** (Cornell University, Etat de New-York), et de visiter les Stations **d'Ames** (Iowa), **d'Urbana** (Ohio), de Manhattan (Kansas), de Riverside (Sud de la Californie, Amélioration des **Agrumes**); de Saint-Paul (Minnesota), de Madison (Wisconsin) et de Guelph (Ontario, Canada), ainsi que les fameux centres génétiques de la Berkeley University (S. Francisco), de la Yale à Newhaven (Massachusetts), de la Princeton (N. Jersey) et de Cold Spring Harbor (Long Island, New-York).

Rédacteur : Prof. E. BAUR — en allemand (insère aussi des travaux rédigés en français, anglais, italien).

2. *Journal of Genetics*. — Tome I (1910)... T. XVIII (1927), London, Cambridge University Press.

Rédacteur : Prof. R. C. PUNNETT — en anglais.

3. *The Journal of Heredity*. — Tome I (sous le nom de « *The American Breeders Magazine* ») (1910) ; a pris son nom en 1914 (T. V.)... T. XVIII (1927).

Organe de l'*American Genetic Association*, Washington — en anglais.

4. *Genetics*. — Tome I (1916)... T. XII (1927)), Brooklyn (N. Y.) (Etats-Unis), Botanical Garden.

Rédacteurs : les professeurs CASTLE, CONKLIN, DAVENPORT, DAVIS, EAST, EMERSON, JONES, MORGAN, PEARL, SHULL — en anglais.

5. *Genetica*. — Tome I (1919)... T. IX (1927), La Haye, M. Nyhoff.

Secrétaire de la Rédaction : dr. KOOIMAN, Wageningen (Holl.). — en hollandais (insère des travaux rédigés en anglais, allemand, français).

6. *Hereditas*. — Tome I (1920)... T. X (1927), Lund (Suède), Mendelian Society.

Rédacteur : prof. NILSSON-EHLE, Svalöf — en anglais, allemand, français.

7. *Bibliographia genetica*, 3 volumes parus depuis 1926; cette collection comprendra une dizaine de volumes. — La Haye, M. Nyhoff

Secrétaire de la Rédaction : dr. GODDYN, Leide (Holl.) Revue des travaux de génétique de 1900 à 1923 — en anglais, allemand, français.

8. *Resumptio genetica*. — Tome I (1926), La Haye, M. Nyhoff.

Secrétaire de la Rédaction : dr. GODDYN, Leide (Holl.) Listes bibliographiques et comptes-rendus de travaux et d'ouvrages concernant la génétique pure et appliquée, parus depuis 1924 — en anglais, allemand, français.

B. — REVUES D'AMELIORATION DES PLANTES

1. *Sveriges Utsädesförening's Tidskrift*. — 1927 : Tome XXXVII. Svalöf (Suède), à la « *Sveriges Utsädesförening* ».

Organe de la *Station d'Amélioration de Svalöf* — en suédois (pour les principaux travaux : résumé en allemand ou en anglais).

2. *Zeitschrift für Pflanzenzucht*. — Tome I (1913)... T. XII (1927), Berlin, Parey. — avec comptes-rendus bibliographiques.

Rédacteur : prof. FRUWIRTH (Vienne) — en allemand.

3. *Beitrag zur Pflanzenzucht*. — Fascicule 1 (1911)... fasc. 8 (1926), Berlin, Parey. Un fascicule par an. Organe du « *Gesellschaft zur Förderung deutscher Pflanzenzucht* ».

En outre, plusieurs périodiques importants donnent habituellement des articles concernant la génétique pure et appliquée ; citons : *Bulletin of applied Botany, Genetics and Plantbreeding, Zeitschrift für angewandte Botanik, the American Naturalist, Science, Archiv. für Entwicklungsmechanik der Organismen*, etc.

Bibliographie des principaux travaux de Génétique, publiés avant 1901.

Jordan, A. — Remarques sur le fait de l'existence en société, à l'état sauvage, des espèces végétales affines et sur d'autres faits relatifs à la question de l'espèce. — (*Bull. Assoc. franç. Avancement des Sciences* — Congrès de Lyon, 26 août 1873.) Ce dernier travail de Jordan résume toute son œuvre.

Naudin, Ch. — A) De l'hybridité comme cause de variabilité. (*Ann. des Sc, naturelles, Botanique*, 1865, p. 158.)

B) Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux. (*Ann. Sc. natur.*, 1881.)

Mendel, Gregor. — A) Versuche über Pflanzen-Hybriden. (*Verhandl. d. Naturforschendes Vereines in Brünn*, T. IV, 1865, p. 3-47)

B) Ueber einige aus künstlicher Befruchtung gewonnene Hieracium-Bastarde (ibid. 1869, p. 26).

Réimpression allemande dans « *Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften* », B° 121, Leipzig, Engelmann, 1913.

Traduction française dans « *Revue scientifique de France et de Belgique* ».

Traduction anglaise : « *Experiments in plant-hybridisation* », Cambridge University Press, 1925.

Correns, C. — A) G. Mendels Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. (*Ber. D. Botan. Gesellsch.*, vol. 17, 1900, p. 158.)

B) Ueber Levkojenbastarde Zur Kenntnis der Grenzen der Mendelschen Kegeln. (*Bot. Centr. Blatt.*, vol. 84, 1900, p. 97.)

c) Gregor Mendels « Versuche über Pflanzenhybriden » und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch die neuesten Untersuchungen. (*Bot. Ztg.*, vol. 58, 1900, p. 230.)

Tschermak, E. v. — Ueber künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. (*Zeitschr. f. d. landwirtsch. Versuchswesen in Oesterreich*, vol. 3, 1900.)

de Vries, H. — A) Sur la loi de disjonction des hybrides. (*CR. Acad. Sc., Paris*, vol. 130, 1900.)

B) Das Spaltungsgesetz der Bastarde. (*Ber d. D. botan. Gesellsch.*, vol. 18, 1900, p. 83.)

c) Ueber erbungleiche Kreuzungen (ibid., 1900, p. 435).

PREMIERE PARTIE

AMÉLIORATION GÉNÉRALE

PRÉLIMINAIRES

Races locales. — Introduction de variétés étrangères. — Essais d'adaptation.

L'amélioration peut porter soit sur les vieilles variétés locales soit sur les races étrangères; l'introduction de celles-ci, sans constituer une méthode proprement dite d'amélioration, a provoqué néanmoins, dans certains pays, une augmentation importante des rendements.

Dans la plupart des contrées — et c'est vrai surtout pour les plantes à graines panifiables — on trouve à côté de *variétés locales, des races introduites*.

Ces *sortes locales* de céréales, autochtones ou introduites depuis des temps immémoriaux, à épis blancs ou roux, peu compacts, effilés à leur extrémité supérieure, mutiques ou barbus ou très souvent à épillets terminaux munis de courtes arêtes, à grain généralement rouge-brun (« *petits roux* », en Belgique), sont le plus souvent à rendements peu élevés et possèdent une paille peu résistante; mais, outre qu'elles sont admirablement adaptées à des conditions de milieu plutôt défavorables, hivers rudes, sols pauvres, superficiels, pierreux, climats secs, possèdent-elles **généralement** un grain de qualité supérieure pour la minoterie et la panification.

A cause de cette adaptation parfaite et de cette qualité supérieure, ces variétés locales méritent d'attirer toute l'attention du sélectionneur averti; par la méthode généalogique — dont nous exposerons plus loin la technique — il saura y isoler des lignées pures qui constitueront, vis-à-vis de l'ancienne race hétérogène, un perfectionnement durable. Au surplus, il trouvera dans ces formes rustiques, en vue de croisements avec des variétés introduites, des géniteurs de choix qui, dans les descendance hybrides, allieront leur résistance et leur qualité aux hauts rendements des sortes étrangères.

Néanmoins, toute l'amélioration ne pourrait se limiter au perfectionnement exclusif des races locales. L'introduction de *variétés étrangères* a eu et a encore, en général, des effets très heureux sur l'économie rurale des pays neufs et de tous ceux où l'amélioration systématique n'a pas encore pénétré.

C'est ainsi qu'il est indéniable que l'introduction en notre pays, entre autres, de variétés françaises (divers hybrides de **Vilmorin**), suédoises (**Grenadier**, **Soleil**, **Pansar**, etc.), hollandaises (Wilhelmine), allemandes (les **Strube**, les **Rimpau**), anglaises (**Goldendrop**, **Dattel**, **D. K.**, **Teverson**) ont contribué dans le dernier quart de siècle, simultanément avec un travail plus raisonné du sol, une utilisation plus réfléchie et plus intense des fumures, à augmenter largement les rendements.

Citons encore l'exemple des Etats-Unis, où l'introduction de blés russes (**Kharkof**, **Malakof** ou **Turkey** (1900), **Kota** (1903), **Kubanka**) dans les Etats du Centre et du Nord et de blés australiens (Federation, Hard Federation, White Federation) en Californie, a provoqué d'emblée un sensible accroissement des rendements.

Si l'introduction de variétés étrangères est donc très désirable, insistons toutefois sur l'absolue nécessité d'opérer parmi elles un sérieux triage, grâce à des *essais d'adaptation* répétés durant plusieurs années et s'étendant à travers les diverses régions culturelles d'une contrée. Combien de *désillusions* n'a-t-on pas éprouvées en voulant faire reculer dans certaines zones, **les** races locales, si bien adaptées à leur milieu spécial, devant des variétés étrangères à haut rendement **peut-être, mais** manquant de plasticité, d'adaptabilité. Un exemple : dans les Ardennes belges, plateaux élevés où les hivers sont, normalement, longs et rudes et les sols souvent assez superficiels, on a voulu, à la suite de quelques succès obtenus grâce à des saisons relativement clémentes, généraliser la culture du Wilhelmine, froment très productif, mais assez tardif, spécialisé aux terres riches, profondes et, surtout, sensible à un hiver quelque peu anormal; la destruction des emblavures par de fortes gelées est venue, bientôt, rappeler aux cultivateurs que l'adaptation ou la non-adaptation d'une variété est la chose primordiale.

Autre exemple : Aux Etats-Unis, la plupart des races européennes de froments à hauts rendements — et il en a été de même des trèfles — n'ont pu résister aux rudes hivers des Etats de l'Est et du Nord.

Ce qui est vrai pour la résistance au froid, l'est aussi pour la résistance à la sécheresse : dans des régions à été très chaud et sec, on a dû renoncer à la culture des races introduites, très intéressantes, mais trop tardives, très susceptibles à l'échaudage.

De plus, il faudra réfléchir au fait que tels ou tels caractères physiologiques, rusticité, résistance aux maladies, etc. peuvent se comporter différemment d'après les pays : des variétés sélectionnées de blés américains, éminemment résistantes aux froids rigoureux mais secs des Etats-Unis, ont été anéanties, dans notre jardin d'amélioration de **Gembloux**, par des hivers bien moins rudes mais très humides et marqués par des alternances nombreuses et rapides de gel et de dégel; de même, des lignées de froments américains, admirablement résistants, dans leur pays d'origine, aux rouilles noires des tiges (*Puccinia*

graminis tritici), se sont montrées, en Belgique, d'une susceptibilité **extraordinaire** à la rouille jaune (*Puccinia glumarum tritici*).

Remarquons, en outre, que les études d'adaptation se montrent d'autant plus indispensables que la purification d'une variété avance par sélection; les races pures composées d'individus à caractères identiques, manqueront toujours, comme le dit très bien **Miège** (1), de plasticité, de malléabilité; les variétés plus ou moins « ubiquistes » seront, généralement, des ensembles hétérogènes, mélanges de souches diverses.

Les méthodes de l'amélioration proprement dite.

Nous pouvons répartir l'ensemble des méthodes d'amélioration entre deux catégories : celles qui tendent à *améliorer une variété déjà existante* et celles qui s'efforcent de *créer de nouvelles variétés améliorées*.

Parmi les premières nous rangerons tout d'abord l'ancienne *méthode massale*, exclue actuellement, excepté dans certains cas spéciaux, de l'amélioration officielle et de la grande sélection commerciale, mais utilisée encore dans la petite ou la moyenne culture pour les besoins personnels de l'exploitant; ensuite la *méthode généalogique ou individuelle, par séparation de lignées pures*, encore appelée *méthode par pédigrés*, dont l'emploi s'est actuellement généralisé et qui s'appuie sur des bases vraiment scientifiques.

Chacune de ces deux méthodes est susceptible de certaines modifications de détails, simplifications ou complications que nous exposerons plus loin.

Pour créer de nouvelles sortes, le sélectionneur, qui, ici, devrait toujours se doubler d'un génétiste, dispose de même, de deux méthodes, dont la première surtout est d'importance capitale : *l'amélioration après hybridation artificielle* (à laquelle on peut rattacher l'utilisation de croisements spontanés, naturels) et *l'amélioration après mutation ou variation brusque*.

CHAPITRE I

L'AMÉLIORATION MASSALE

1. — Sélection **massale unique**.

Cette méthode consiste **essentiellement en** ceci : faire choix dans un

(1) **Miège**. — *Les variétés d'élite dans les céréales*. (Revue de **Botan.** appliquée, III, 1923, p. 305-321.)

champ, avant ou au moment de la récolte, du plus grand nombre possible di plantes (*plantes-mères*), semblant le mieux répondre aux desiderata du cultivateur; les arracher avec les racines, les soumettre à un second examen à la ferme ; éliminer celles qui ne **satisfont** pas à cet examen définitif ; égrener ou battre les autres, en mélanger les graines, nettoyer, trier et, l'époque des semis arrivée, emblaver au moyen de cette semence une petite parcelle bien choisie, de composition régulière; multiplier la graine, d'année en année, sur des parcelles toujours plus étendues jusqu'à ce qu'on dispose de la quantité de semence nécessaire à la culture ou à la vente. (Voir le schéma, figure 1).

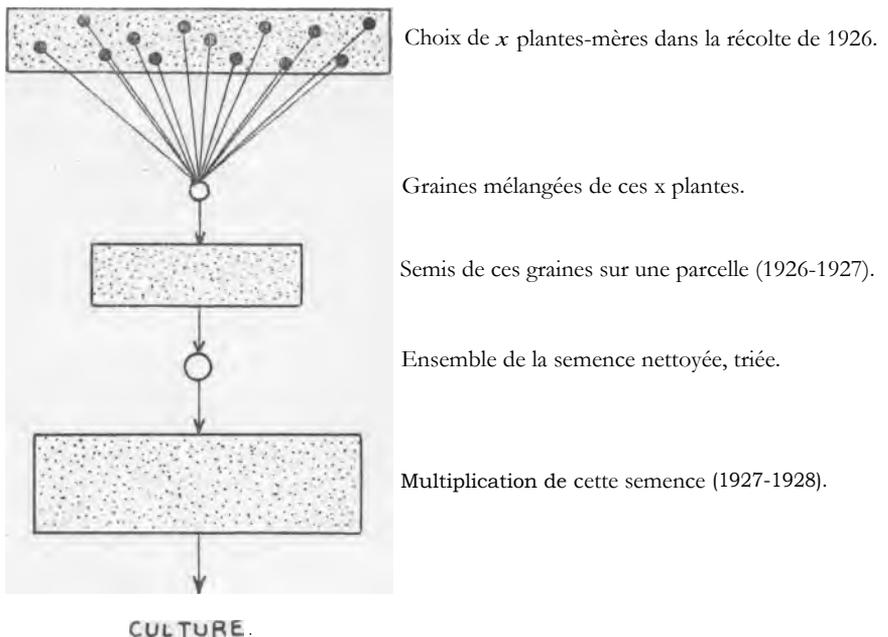


Fig. 1. — Schéma d'une amélioration **massale** simple d'un froment d'hiver, avec choix unique de plantes-mères.

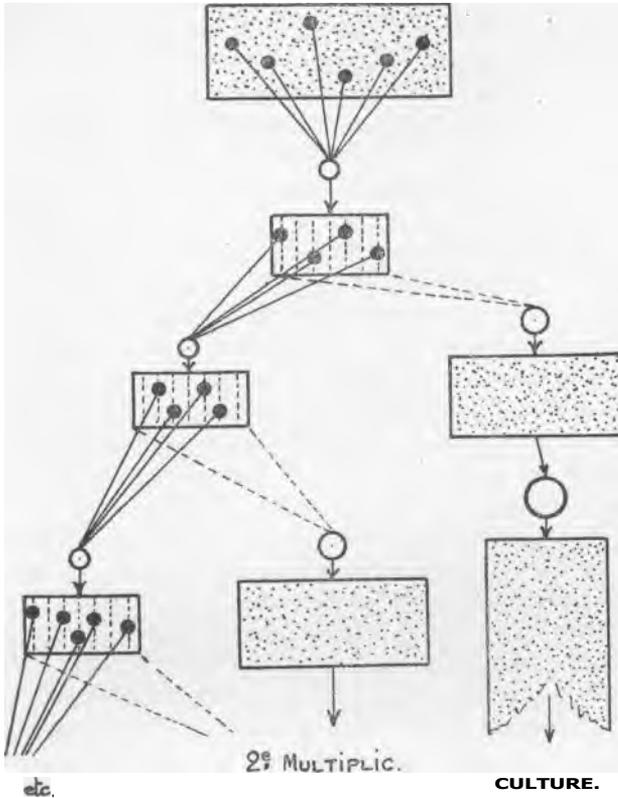
Il est inutile de faire observer que ce n'est que dans des cas **vraiment** exceptionnels, par exemple lors de la purification naturelle d'une sorte étrangère mélangée qu'on peut, par cette méthode, obtenir un perfectionnement de quelque envergure.

2. — Sélection **massale** annuellement répétée.

Si on veut augmenter quelque peu les chances d'atteindre, au bout d'un certain nombre d'années, une amélioration tant soit peu stable, il faut répéter, annuellement, la *sélection*, c'est-à-dire le *choix* d'individus points de départ. (Voir le schéma, fig. 2, qui explique suffisamment la marche de la méthode.)

Ce choix s'effectue le mieux au moment de la récolte; mais ici se présente

tout de suite une difficulté : lors du semis, que celui-ci ait été effectué à la volée ou en lignes, il arrive très souvent que des graines tombent très près l'une de l'autre et que les plantes qui en proviennent enchevêtrent, par consé-



- I. — (1926) . Choix de x plantes-mères, lors de la récolte.
- II.— (1926-1927) . Première année culturale. A la récolte de 1927 : Choix de x nouvelles plantes-mères.
- III.— (1927-1928) . *A droite* : Première multiplication des plantes-mères choisies en 1926.
A gauche : Culture des nouvelles plantes-mères choisies en 1927; nouveau choix à la récolte.
- IV.—(1928-1929). *A droite* : Deuxième multiplication des plantes-mères choisies en 1926.
Au milieu : Première multiplication des plantes-mères choisies en 1927.
A gauche : Culture des plantes-mères choisies en 1928. et nouveau choix.
- Plantes-mères choisies annuellement et dont on mélange la semence.
- O Semence dont la quantité (ronds de plus en plus grands) augmente d'année en année.

Fig. 2. — Schéma de l'amélioration **massale** d'un froment d'hiver, avec choix annuellement répété de nouvelles plantes-mères.

quent, leurs racines; une telle touffe (double ou triple) se présentera naturellement beaucoup mieux à l'œil que la plupart des individus isolés; or, vu que rien ne révèle extérieurement cette multiple origine, le choix se portera **néces-**

sairement sur une telle plante, dont le beau développement ne se **répètera** certainement pas l'année après. Afin d'éviter autant que possible ce grave inconvénient lors de l'emploi de cette méthode d'amélioration déjà si sujette à **caution**, il serait nécessaire de semer *assez clair* les parcelles destinées annuellement au choix de nouvelles plantes; le vrai jugement du progrès éventuel, du recul ou du **piétinage** sur place, se fera alors d'après les rendements obtenus dans les parcelles de multiplication.

Un second point sur lequel doit se porter l'attention de la personne chargée du choix des plantes est celui-ci : il faut résolument écarter de ce choix tout individu se trouvant à l'orée du champ, en bordure, c'est-à-dire dans une bande extérieure d'environ 0 m. 50, tout autour de la parcelle, ainsi que les plantes à développement anormalement luxuriant, Occupant des places où il y a eu des accumulations occasionnelles de fumure (sacs d'engrais, tas de fumier, excréments de chevaux) ou destruction, par une cause quelconque (dégâts de larves d'insectes, mauvaise levée, etc.), d'un certain nombre de touffes, destruction ayant ainsi provoqué la formation de places vides. En choisissant de telles plantes, qui doivent leur développement à des circonstances de hasard, dont la principale est un apport spécial de substances nutritives, d'air et de lumière, on s'expose à des déceptions certaines, comme nous le verrons quand nous parlerons des manifestations de la « petite variabilité ».

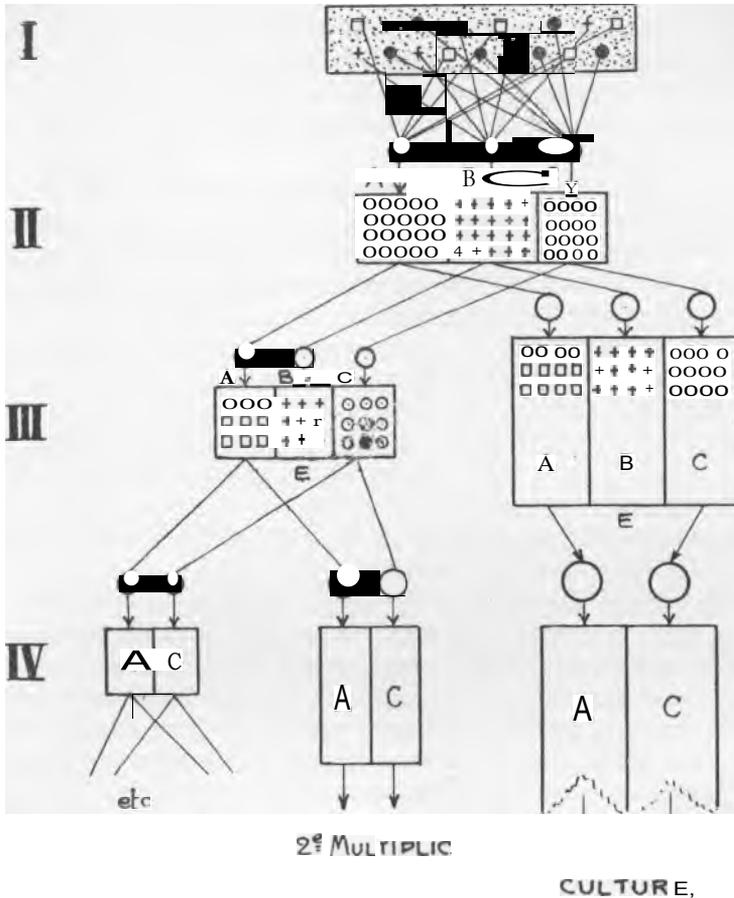
En outre, il va de soi que ce choix devra porter sur des plantes absolument saines, **indemmes** de toute maladie, régulières, à **tallement** moyen et, dans le cas des céréales, à épi bien conformé, représentant le type désiré.

Combien de plantes-mères faut-il choisir annuellement ? Plus le nombre sera grand (100, 200 et plus), plus rapidement le cultivateur aura à sa disposition une quantité appréciable de graines pour **l'emblavement** de sa sole; cependant, je suis d'avis que par un choix moins intensif, mais effectué avec beaucoup de soin, on arrivera plus rapidement et plus sûrement à un résultat plus appréciable. Si le choix fait sur le champ a été déjà aussi consciencieux que passible et le contrôle à la ferme même très sévère et qu'on a éliminé ainsi un très grand nombre de plantes, en ne conservant que des individus de tout premier choix, se ressemblant très fortement par les caractères extérieurs (longueur et couleur de paille, type de l'épi, couleur, grosseur, forme du grain), on aura réuni un matériel plus restreint, il est vrai, mais on se sera rapproché quelque peu de la méthode scientifique et on aura exclu davantage les déceptions ultérieures et raccourci peut-être la période d'amélioration.

3. — Sélection **massale** avec séparation de formes.

Un autre **perfectionnement** ou plutôt une modalité de la méthode **massale** est la purification d'une sorte devenue impure à la suite de mélanges de variétés diverses, avec sélection **massale** des types qui semblent les plus recommandables : c'est l'amélioration **massale** accompagnée de séparation de *formes*. (Voir le schéma, fig. 3.)

La plupart des races culturelles locales, et aussi certaines variétés étrangères introduites, non sélectionnées ou soi-disant améliorées, au lieu d'être de composition uniforme sont constituées par un mélange de sortes. Pour prendre un



- I. (1926-1927). Race impure, dans laquelle on choisit, lors de la récolte, x touffes appartenant à trois types différents.
- II. (1927-1928). Trois parcelles A. B. C. emblavées au moyen de graines provenant respectivement des trois sortes isolées dans le mélange initial.
- III. (1928-1929). *A droite* : Première multiplication de A. B. C. ; les rendements de B ayant été inférieurs à ceux des sortes A et C, la sorte B est éliminée de la sélection (E). *A gauche* : Trois petites parcelles ayant reçu les graines provenant des nouvelles touffes choisies l'année précédente. A la récolte, on éliminera de même toutes les plantes de B (E).
- IV. (1929-1930). *A droite* : Deuxième multiplication des sortes A et C, qui, l'année après, passeront à la culture ordinaire, ensemble ou après élimination de l'une des deux. *Au milieu* : Première multiplication des graines provenant des nouvelles plantes choisies, en 1928. *A gauche* : Deux petites parcelles ensemencées avec les graines des nouvelles plantes choisies, en 1929, dans A et C.

Fig. 3. — Schéma d'une amélioration massale continue, avec séparation de formes.

exemple, certaines parcelles de froment, cultivées depuis de longues années par le même cultivateur, constituent des mélanges de plantes à épis de types les plus divers : épis longs, effilés, peu compacts, épis courts, terminés assez **obtusément** et assez compacts, épis à **glumelles** duveteuses, épis blancs, roux ou plus ou moins colorés, etc. Il sera facile au cultivateur de prélever dans un tel champ lors de la récolte, parmi les types qui semblent les plus intéressants, des touffes choisies, puis de faire chez lui la séparation de ces diverses formes et d'ensemencer au moyen de ces graines nettoyées et triées autant de parcelles qu'on a isolé de formes différentes.

Notons qu'il n'est nullement nécessaire de pouvoir emblaver, dès la première année, une parcelle déjà assez importante; la **multiplication** de certaines plantes, par exemple des céréales, prend très rapidement, d'année en année, une grande extension. Au moyen des graines provenant de 10 touffes de froment, on peut emblaver en semis clair une petite parcelle d'environ 10 mètres-carrés, pouvant fournir assez de semence pour couvrir, la seconde année, une parcelle de 2 ares 50 centiares, et la troisième année, une de 50 ares.

L'emploi de la méthode **massale**, facile et rapide, fut général au début de l'amélioration, dans la seconde moitié du siècle dernier; elle avait pour elle l'attrait de cette facilité d'exécution; quelques succès — fortuits ou temporaires, comme nous le verrons — en assurèrent pendant assez longtemps la vogue. Cependant, au bout de quelque temps, certains sélectionneurs d'envergure, je nommerai, entre autres, **Hallet**, en Angleterre, **Hjalmar Nilsson**, à **Svalof**, **Rimpau**, **Beseler**, **von Lochow**, **von Rumker** et d'autres, en Allemagne, les de **Vilmorin**, en France, abandonnèrent, à la suite d'observations personnelles, la méthode **massale** et se mirent à faire de l'amélioration individuelle. Depuis un **quart** de siècle, aucun sélectionneur, à moins qu'il s'agisse de certains cas exceptionnels, par exemple dans l'amélioration après hybridation, n'utilise plus cette méthode d'amélioration.

En quoi est-elle non scientifique, empirique ? Pourquoi fut-elle généralement abandonnée par les sélectionneurs sérieux ? On le comprendra mieux, après que j'aurai exposé plus loin les bases scientifiques de la méthode **généalogique** ; **en** attendant, qu'il me suffise de dire que le **mélange** des graines de toutes les plantes choisies empêche le sélectionneur d'étudier à fond la valeur **individuelle** de chacun de ces points de départ par l'examen de leurs descendances. Or, leur choix peut ne pas toujours être heureux : en effet, il arrive bien souvent que tel ou tel individu, tel ou tel épi, telle ou telle racine, ne doivent leur développement luxuriant, leur bel aspect qu'à des apports spéciaux de matières nutritives, **ou** à des influences locales de station ; nous savons, d'autre part, que des qualités dues à de telles circonstances fortuites ne se transmettent nullement à la descendance, qui, dès lors, ne reflétera plus les belles qualités des plantes-mères.

Qu'arrive-t-il ? Ceci, que les récoltes successives fournies par ces plantes de

premier ordre, choisies la première année, ne répondront nullement aux espoirs qu'on avait cru pouvoir mettre en elles et que la moyenne de production sera ramenée à celle de la sorte non sélectionnée.

C'est tellement vrai que, déçus par cette impossibilité de s'élever au-dessus de la moyenne de la sorte de départ et cela malgré l'examen approfondi des épis et des plantes choisies, malgré l'utilisation de méthodes exactes par mensurations et pesées, malgré tous les soins de culture, les premiers sélectionneurs de Svalöf abandonnèrent bientôt la méthode *massale* pour la remplacer par la méthode individuelle et il en fut de même chez toutes les premières firmes commerciales qui s'occupaient d'amélioration.

Cependant, m'objectera-t-on, à cette époque, ont été jetées sur le marché certaines sortes qui, améliorées par sélection *massale*, ont maintenu leur supériorité. Certainement ; citons, par exemple, à Svalöf même, le *Renodlad Squarehead* ou « *Squarehead* amélioré », résultant d'une sélection *massale* répétée d'un *Squarehead* anglais qui, au moment de son introduction en Suède, était peu uniforme et surtout incapable de résister aux froids rigoureux des hivers suédois : comment expliquer que, par sélection *massale* on ait réussi à créer ce type d'une très belle uniformité et qu'on soit parvenu à l'adapter complètement aux nouvelles conditions climatiques ?

Ce *Squarehead* anglais, au moment de son introduction en Suède, était « peu uniforme » ; il s'agissait donc de ce qu'en termes de génétique (nous en parlerons plus loin) on appelle une « population » ou un mélange de lignées ; par sélection *massale*, on choisissait annuellement, parmi celles qui avaient bien résisté à l'hiver, un certain nombre de belles plantes, de même type, dont on multipliait la semence ; mais, en agissant ainsi, on en était arrivé finalement à isoler, dans l'ancien « mélange » un certain nombre de « lignées » de type uniforme bien résistant au froid : inconsciemment, au lieu de faire de la « *massale* », on faisait depuis ce moment, de la « généalogique » ! L'hiver *rigoureux* de la Suède, en détruisant les lignées peu résistantes, avait purifié la population initiale, en y isolant les descendances résistantes et, dans celles-ci, le choix annuellement répété de beaux types uniformes avait encore perfectionné l'œuvre spontanée de la nature, en y séparant des lignées non seulement résistantes au froid, mais accusant des rendements plus élevés que ceux de la population originale.

Les cas où une amélioration *massale* a, après quelques années de sélection, donne des résultats stables, fixés, se ramènent tous à celui du *Renodlad Squarehead* de Svalöf : ces sélections annuellement répétées dans le mélange initial ont finalement isolé des descendances pures et, à ce moment, l'amélioration *massale* est devenue une amélioration individuelle.

Mais pour en arriver à ce résultat, point n'était besoin de faire, pendant de nombreuses années souvent, un travail annuel de sélection, si facile relativement qu'il soit ; le sélectionneur aurait pu se contenter d'établir, dès la première année, une suite d'améliorations individuelles qui, en 2 ou 3 ans, lui auraient donné une sorte améliorée stable, fixée, pure.

Encore si par ce travail de plusieurs années on atteignait *toujours* un résultat satisfaisant ; mais on est loin de compte, et les cas où la sélection *massale*

a réussi à créer une sorte améliorée stable sont tellement rares qu'ils en deviennent historiques et ces cas-là se ramènent, presque toujours, à une séparation naturelle de lignées.

La méthode **massale** doit-elle être, par conséquent, absolument exclue de la pratique de l'amélioration ? Je ne le pense pas ; on peut, par exemple, la conseiller au cultivateur qui, désireux de faire quelque chose dans ce domaine, reculerait devant les méthodes de la sélection individuelle, méthodes qui, dans sa pensée, lui demanderaient trop de travail, trop d'attention, trop de soins spéciaux : mieux vaut, dans certains cas, faire de l'amélioration **massale** que de ne rien faire du tout ; surtout si, ayant à faire à une sorte impure, constituée par des types très divers — ce qui est souvent le cas dans les vieilles sortes locales, si intéressantes — il ferait simultanément une séparation de formes. Cette purification de la population initiale ajoutera ses effets à l'effet hypothétique, mais possible, de **la massale**.

Un cas où cette méthode très facile montrerait un effet immédiat nous est offert par la pomme de terre, plante chez laquelle les parcelles constituées par des mélanges excessivement variés sont plutôt la règle que l'exception. Dans cette culture, comme nous le verrons dans la deuxième partie de ce manuel, les méthodes actuelles de choix de **semenceaux** se font encore, dans l'immense majorité des cas, en dépit du bon sens.

*

Sélection de graines, d'épis ou de plantes.

Dans le développement que nous venons de donner à l'exposé des méthodes de l'amélioration **massale**, nous avons parlé du choix des plantes-mères ou individus points de départ de l'amélioration.

Ce sont *des plantes entières* dont nous avons préconisé le choix, plantes **arrachées** avec les racines, examinées ensuite à la ferme, non seulement au point de vue de l'aspect des inflorescences, mais aussi au point de vue de la régularité de longueur des tiges, de leur nombre et des taches éventuelles provenant d'attaques par la rouille ou autres maladies : les plantes, dont un deuxième examen aura ratifié définitivement le choix, sont égrenées et la graine triée sert à **l'emblèvement** de la parcelle de première année.

Il fut un temps — et, fait extraordinaire, des techniciens agricoles non initiés aux choses de l'amélioration préconisent encore parfois, dans des chroniques agricoles, ce mode de sélection — où, au lieu de choisir des plantes entières, on ne choisissait que *de beaux épis* ; à la suite du moissonneur **ou** avant la moisson déjà, on prélevait aux ciseaux, des épis choisis, sans faire attention à l'aspect d'ensemble des plantes auxquelles on les empruntait. A **Svalöf**, la méthode par sélection d'épis avait été en **vigieur** dès le début : on y avait construit le « classificateur », appareil déterminant automatiquement la compacité des épis, la « balance automatique », qui classait les épis d'après leur poids, suivant que celui-ci atteignait ou n'atteignait pas une certaine moyenne, déterminée d'avance, ainsi qu'un appareil contrôlant la forme des

graines ; tous ces instruments, qui ont eu leur heure de célébrité et qui, à **Svalöf** même, ont été, depuis de longues années déjà, définitivement relégués au musée, ne possèdent plus qu'un intérêt purement historique.

Le motif pour lequel des épis ne peuvent, *normalement*, servir de points de départ à une sélection **massale** est analogue, avec plus de force encore, à celui qui doit faire préférer l'amélioration individuelle à la **massale**. S'il est difficile de juger, par simple aspect, des qualités héréditaires d'une plante quelconque, choisie au coup **d'œil** dans un ensemble non amélioré, s'il est quasi impossible de savoir si telle ou telle de ces plantes ne doit pas son beau développement à des causes extérieures fortuites, non inhérentes à leur nature propre, il est encore bien plus difficile, sinon impossible, de juger de la valeur héréditaire d'un épi, prélevé au hasard, fut-il même de bel aspect. En effet, des plantes très mal douées au point de vue héréditaire, tallant mal, donnant en général des épis trop médiocres, mal fournis, et possédant à leur base plusieurs étages normalement stériles, peuvent néanmoins fournir quelques épis bien développés et de bel aspect : si on fait choix de tels épis, les graines y prélevées donneront naissance à des plantes qui ne répondront nullement à l'espoir que leur aspect avait fait miroiter aux yeux du sélectionneur, mais qui reproduiront, au contraire, les rendements inférieurs de l'ensemble de la sorte qui leur a donné naissance.

Si pour la méthode individuelle, la vraie méthode scientifique d'amélioration actuellement suivie partout, l'unité de sélection est la plante entière et non pas l'épi, c'est encore bien plus vrai pour la méthode **massale**, méthode empirique, où le hasard préside en maître.

J'ai dit que « normalement » les épis ne pouvaient servir de points de départ à une sélection **massale** ; dans certains cas, en effet, on pourrait admettre, à la rigueur, une sélection d'épis comme début d'amélioration avec choix annuellement répété de nouvelles plantes entières : ce serait par exemple, dans le cas où un semis dense, provoquant l'intrication des plantes, rendrait le choix individuel de celles-ci très aléatoire, sinon impossible, ou encore dans le cas où l'on voudrait faire une amélioration avec séparation de types à l'intérieur d'une population bien caractérisée; des ouvriers ou des ouvrières suivant les moissonneurs auraient mission de couper, chacun, de beaux épis d'un type déterminé : ces épis égrenés fourniraient la graine pour emblaver, en semis assez clair, autant de parcelles que de groupements et, à chacune des générations suivantes, on ferait, à l'intérieur des groupements non éliminés, un nouveau choix d'un certain nombre de plantes entières.

Ce qui est vrai pour le choix d'épis l'est encore bien plus pour le choix *de graines*. L'emploi de graines triées, lourdes, grosses, ne peut être considéré d'aucune façon comme une amélioration, dans le sens restreint du mot; c'est un perfectionnement appréciable, essentiel même, des méthodes de **culture:la** graine bien constituée, lourde, tient à la disposition de l'embryon une plus grande quantité de réserves; la jeune plantule, avant d'être munie de son système racinaire réalisant sa vie propre, pourra déjà acquérir ainsi un degré de développement que n'atteindra pas la plantule souffreteuse provenant d'un embryon mal nourri par une réserve insuffisante. Mais l'importance de ce

trriage ne **dépasse** pas la portée d'une méthode de culture. L'amélioration repose sur l'hérédité : or, à ce point de vue, la grosseur et le poids du grain, considérés comme caractères *uniques*, n'ont aucune importance. La grandeur, et par conséquent le poids de certaines semences, peut même, dans certains cas spéciaux, les faire exclure du choix, lors de l'amélioration d'une sorte. Supposons, par exemple, une variété de seigle ayant, comme grave défaut, la **lacunosité** des épis, c'est-à-dire la formation, dans les épis, de vides et d'épillets stériles, sans graine : il est démontré que cette **lacunosité** peut être transmise héréditairement aux générations ultérieures. Or, dans de tels épis, les graines avoisinant les étages vides, ayant à leur disposition plus de matières nutritives, se distingueront par une grandeur et un poids dépassant la moyenne. Si, dans une telle récolte, on ne faisait choix que de très grosses semences, sans prêter attention aux plantes et aux épis qui les ont fournies, on risquerait neuf fois sur dix, au lieu d'améliorer la sorte, d'augmenter de plus en plus le pourcentage des mauvais épis lacuneux.



Comme *conclusion* au présent chapitre, disons : L'amélioration **massale** n'est pas une méthode reposant sur une base scientifique; c'est une méthode empirique, ne pouvant donner de résultats durables qu'accidentellement et au bout d'un nombre appréciable d'années et à condition de continuer annuellement la sélection de nouvelles plantes-mères.

Si, rebuté par la soi-disant difficulté de la méthode individuelle, le **cultivateur** veut, malgré tout, faire de l'amélioration **massale**, qu'il choisisse, comme points de départ, non pas des graines, non pas des épis, mais des plantes entières et qu'il continue l'amélioration par le choix répété de nouvelles plantes-mères, accompagné, au besoin, d'une séparation de formes.

CHAPITRE II

L'AMÉLIORATION GÉNÉALOGIQUE OU INDIVIDUELLE, par séparation de lignées pures.

§ I. — EXPOSÉ DE LA MÉTHODE.

Vouloir expliquer la marche de cette méthode actuellement employée dans la totalité des entreprises sérieuses et vouloir établir la technique de ses diverses modalités, sans avoir exposé les diverses théories de l'hérédité, bases scientifiques de cette amélioration, serait faire oeuvre vaine. Appliquer **mécaniquement** pour ainsi dire des règles tracées d'avance, sans se rendre compte du

pourquoi des divers détails pratiques dont l'ensemble constitue la méthode, c'est marcher à l'aveugle, c'est s'exposer à des mécomptes certains. Qu'on me permette donc, au préalable, une courte incursion dans le domaine de l'hérédité.

1. — Bases scientifiques de l'amélioration individuelle.

L'Hérédité. — Définir l'hérédité est quelque chose de trop simple pour être facile : aussi les biologistes en ont donné de multiples définitions, qui, au fond, se ressemblent toutes et ce portent, souvent, que sur une querelle de mots. Disons simplement que l'hérédité c'est cette théorie biologique qui fait que les enfants, et souvent même les générations suivantes, ressemblent plus ou moins à leurs parents, à leurs géniteurs, c'est ce par quoi les qualités et les défauts tant physiques que physiologiques, intellectuels et moraux des parents se transmettent, à un degré plus ou moins élevé, à leur progéniture.

Dans l'espèce humaine, nous savons, par exemple, que certains caractères physiques, comme la couleur de la peau, la constitution et la couleur des cheveux, la couleur des yeux, la présence de certaines anomalies (doigt ou orteil supplémentaires, fusion totale ou partielle de la première phalange, etc.) sont héréditaires, c'est-à-dire peuvent être transmis par les parents aux enfants.

Ce qui est vrai pour l'espèce humaine, l'est pour les animaux et pour les plantes : les lois de l'hérédité régissent tous les êtres organisés, tous les êtres vivants ; à quel degré, par quelles modalités, c'est ce que nous allons nous efforcer d'expliquer sommairement ci-dessous.

La notion d'espèce. — Afin de pouvoir étudier en détail l'ensemble du monde végétal, on a dû répartir toutes les plantes en grands groupements. Ceux-ci réunissent des ensembles végétaux à extension numérique de moins en moins grande : c'est ainsi que le règne végétal est réparti entre quelques grands embranchements, subdivisés, à leur tour, en classes, en ordres, en familles.

Le froment, l'orge, le seigle, l'avoine, le maïs, le riz, les graminées des prés appartiennent tous à la famille des Graminacées à cause de leur inflorescence caractéristique.

La famille des Graminacées se compose, à son tour, d'un très grand nombre de genres. Un de ces genres est, par exemple, le genre *Triticum*, auquel appartiennent tous les froments cultivés ou sauvages. Nous connaissons des froments dont le grain, au battage, sort très facilement hors de ses enveloppes (« balles ») et dont l'axe de l'épi est très résistant à la rupture : c'est le froment commun ; il existe, d'autre part, dans les contrées montagneuses, à sol pauvre, à climat rude, une céréale appelée épeautre : son épi ressemble très fort à l'épi de froment, mais le rachis est très cassant et le grain adhère tellement aux glumelles qu'il faut des meules spéciales pour le faire sortir de ses balles ; l'épeautre et le froment commun sont des espèces appartenant toutes deux au genre *Triticum*, le froment commun étant *T. vulgare*, l'épeautre, *T. Spelta*.

Déjà à l'époque de Linné, on s'aperçut que la notion d'espèce ne suffisait pas encore à classer les plantes, malgré que le nombre de caractères différentiels entre deux espèces était déjà très réduit ; nous venons de voir, en

effet, que l'épeautre ne diffère essentiellement du froment ordinaire que par deux caractères : fragilité de l'axe de l'épi, **glumelles** fortement serrées autour de la graine.

Toutefois, en examinant les froments communs, nous en trouvons qui ont des épis roux, d'autres, des épis blancs, il y en a dont les **glumelles** inférieures portent une longue arête (froments barbus), d'autres qui ne sont pas munis de cet appendice (froments non barbus ou mutiques), chez quelques-uns, enfin, le grain est roux, chez d'autres, blanc.

On a eu recours alors à diverses notions complémentaires à celles de l'espèce : on a parlé de sous-espèces, de variétés, de sortes, de races et on a, pour le froment, mentionné des sortes barbus et mutiques, des variétés à épi roux, à épi blanc, des variétés ou des sortes d'hiver ou de printemps, des races locales ou des sortes introduites, discutant souvent très longuement sur l'attribution de ces diverses dénominations, sur l'importance de l'**extension** à donner à tel ou tel de ces termes. Ces discussions sont devenues beaucoup plus oiseuses depuis que Jordan a établi la théorie des *espèces élémentaires* ou *petites espèces*, théorie qui a été étendue par **Johanssen**, aux *lignées pures*.

Petites espèces de Jordan ou espèces élémentaires. — Vers 1870, Jordan publia les résultats (1) de ses belles observations faites sur une petite plante appartenant à la famille des **Cruciféracées** et qui épanouit ses corolles blanches, dès le premier printemps, sur les vieux murs et les coteaux ensoleillés; dans la classification **linnéenne** cette plantule a reçu le nom de *Draba verna* (Drave printanière). Jordan démontra, par des essais de culture multiples et soigneux, que l'espèce **linnéenne** de *Draba verna* se décomposait en un grand nombre (plus de 200) d'espèces plus élémentaires que l'espèce **linnéenne**, s'étendant chacune à un nombre moins grand de plantes que la « grande » espèce de Linné, mais ayant droit égal à l'appellation d'espèce. En effet, toutes les différences morphologiques consistant en des diversités de structure extérieure, différences si petites qu'elles soient (pétales à bords entiers ou un peu fendus ou très fortement incisés, pétales larges ou réduits à une languette, présence ou absence de poils sur certains organes, etc.) sont transmises intégralement par les graines à la descendance ; en un mot, elles sont *héréditaires*.

Jordan venait ainsi de fonder la théorie *des petites espèces*, encore appelée *espèces élémentaires* (2).

Voyons comment cette théorie peut s'appliquer à une de nos plantes de grande culture. Nous connaissons l'espèce **linnéenne** *Triticum sativum*, le Froment commun. Nous disions plus haut que parmi les froments communs les uns étaient à épi roux, les autres à épi blanc; or, ce caractère de coloration de l'épi a, au point de vue distinctif de l'espèce, la même importance que les caractères essentiels qui différencient le froment commun de l'épeautre : en effet,

(1) Lire le résumé de ces expériences dans : Jordan A. — *Remarques sur le fait de l'existence en société, à l'état sauvage, des espèces végétales affines et sur d'autres faits relatifs de la question de l'espèce*. (Bull. Assoc. fr. Avancement des Sciences, Lyon, 1873.)

(2) Le génétiste hollandais **Lotsy** a proposé l'appellation plus brève de « **Jordanons** » en l'honneur de leur inventeur, réservant le nom de « **Linnéons** » aux grandes espèces **linnéennes**.

La coloration de l'épi est intégralement transmise par hérédité, des parents sur leur descendance; de même que les plantes issues de graines prélevées sur un froment commun auront, toutes, des épis à rachis non cassant et des graines non vêtues, ainsi aussi la descendance d'un épi blanc, si aucun croisement spontané avec une autre espèce ou aucune variation brusque n'interviennent — et ces cas sont rares chez le froment — cette descendance, dis-je, sera toute à épis blancs. Le caractère « épi blanc » est donc caractère distinctif d'une espèce au même titre que la solidité du rachis; le froment commun à épi blanc sera donc une espèce au même titre que l'épeautre, mais une espèce de moindre envergure.

Parmi les froments communs à épi blanc, nous trouvons des « sortes » dont les glumes (balles) sont aristées, c'est-à-dire munies d'une barbe plus ou moins longue, et d'autres dont les épis ne portent pas ces appendices et qui sont dites non barbues ou mutiques. Ici encore nous avons à faire à un caractère intégralement héréditaire, donc à de vraies espèces, mais qui sont de moindre extension — mais non pas de moindre importance — que la petite espèce « froment commun à épi blanc ».

Allons plus loin encore dans cette pulvérisation de l'espèce linnéenne *Triticum sativum*. Parmi les « froments communs, à épi blanc, non barbu » nous en trouvons dont les épillets ne sont pas du tout serrés le long de l'axe, qui ont, comme on dit, une petite compacité ou densité; la section transversale de ces épis forme une espèce de rectangle assez aplati et l'extrémité en est effilée; chez d'autres, au contraire, les épillets sont serrés le long du rachis, les épis étant denses ou compacts, leur section transversale est carrée et leur extrémité se termine brusquement, obtusément. Ici encore nous avons à faire à de vraies petites espèces encore plus élémentaires que les précédentes mais, scientifiquement, de même valeur, ces nouveaux caractères surajoutés se transmettant aussi intégralement par hérédité à la descendance que les caractères « solidité de l'axe » et « grain nu » de l'espèce linnéenne *Triticum sativum*.

Avançons d'un dernier pas : il y a des « froments communs, à épi blanc non barbu, du type compact », dont le grain est roux, d'autres qui donnent un grain blanc : voilà encore un caractère, coloration de la graine, caractère important, caractère héréditaire, qui décompose l'espèce élémentaire précédente en deux nouvelles petites espèces : le froment commun à épi blanc, mutique, compact, à grain blanc et le même à grain roux.

Mais la pratique sélective exige de pousser encore plus loin la subdivision : parmi ces formes, à grain blanc, il y en a qui ont des graines courtes et ventrues, d'autres des semences plus allongées, moins grosses; et, données nouvelles et bien plus importantes encore pour l'agronome que tous ces caractères morphologiques, nous avons l'ensemble des caractères physiologiques : la résistance au froid, à la sécheresse, à la verse, aux maladies, la précocité ou la tardivité, etc. Où le sélectionneur va-t-il arrêter la pulvérisation de l'espèce linnéenne ? A la lignée pure de *Johannsen*.

Les lignées pures de *Johannsen*. — *Johannsen* (1) étudiant la théorie

(1) Botaniste danois, professeur de physiologie des plantes à la Faculté des Sciences de

de la variabilité chez les végétaux, avait pris comme matériel d'expérimentation une espèce élémentaire du Haricot commun blanc : à égalité pour ainsi dire absolue de tous les autres caractères de cette petite espèce, il avait constaté une assez grande variabilité dans les dimensions des graines. Ayant réparti en divers lots, composés chacun de semences de même poids, les haricots récoltés sur un, certain nombre de touffes de sa petite espèce, il trouva, chose prévue, que le lot contenant le plus de graines était celui des haricots d'un certain poids moyen, tandis que les lots extrêmes, les plus grosses et les plus petites graines, n'étaient représentées que par quelques unités et même parfois par une seule semence.

Les savants qui s'occupaient alors des mêmes études que **Johannsen** croyaient qu'en choisissant des graines d'un lot à poids plus élevé ou plus petit que celui constituant le lot moyen et en les plantant, on obtenait de nouveaux ensembles de plantes dont la grandeur moyenne des semences était plus élevée ou plus petite que l'ensemble initial. Ce serait comme si, dans un petit lot quelconque de froment, en semant les graines les plus grosses, les plus lourdes, on obtiendrait, à coup sûr, une récolte dont le rendement moyen serait plus élevé que celui provenant du semis du mélange initial. Or, **Johannsen** a montré que si, en agissant ainsi, on arrivait vraiment à augmenter la moyenne du rendement c'est que, sans le vouloir, on avait réussi à isoler dans la petite espèce avec laquelle on expérimentait, une ou quelques *lignées pures*. Qu'entend-on par cette nouvelle notion ?

La *lignée* — telle que **Johannsen** l'a conçue, conception qui depuis lors a pris, en génétique, l'importance d'un dogme — est l'ensemble de toutes les plantes provenant d'une seule graine initiale, c'est-à-dire d'une même « plante-mère », n'importe à quelle génération ou stade de multiplication qu'on se trouve, à condition toutefois que, au cours de ces diverses générations, aucun mélange d'individus provenant d'autres plantes-mères ne s'y soit introduit, mélange qui pourrait être dû, soit à un accident, soit à un croisement artificiel ou spontané ou même à une variation brusque.

On a donné le nom de *population* à tout ensemble constitué par un groupement de plusieurs lignées. Ce terme employé tout d'abord par **Johannsen**, a acquis, depuis lors, droit de cité en génétique, au même titre que celui de lignée.

En outre, notion également fondamentale en amélioration, une *lignée* sera dite « pure » si la plante-mère, point de départ de ces générations, est, héréditairement parlant, pure, c'est-à-dire, le produit de la fusion de deux cellules sexuelles de valeur, d'essence identique, une plante *homozygote*, en un mot. Cette condition se trouve généralement remplie chez les plantes *auto games* ou à *autofécondation* normale, c'est-à-dire chez ces plantes où, comme chez le Froment, l'Orge, l'Avoine, les Haricots, les Pois, l'ovule est, dans la très grande majorité des cas, fécondé par le pollen provenant des organes mâles de la même fleur,

l'Université de Copenhague. Voir son principal travail sur les lignées pures : *Erblückheit in Populationen und reinen Linien*, Iena, 1903.

Cette autofécondation, se répétant à chaque génération, fusionne des éléments sexuels de valeur héréditaire constamment identique et donne ainsi naissance à des graines renfermant en elles tous les caractères distinctifs de la plante-mère de départ.

Cette lignée pure, aussi longtemps qu'elle reste telle, constitue, tout comme l'espèce **linnéenne**, tout comme une petite espèce élémentaire, une entité définitive, un ensemble dorénavant immuable.

C'est ce que Phil. de **Vilmorin** (1) a montré en comparant les lignées pures cultivées à Verrières-le-Buisson de 1908 à 1910, aux épis provenant des collections de Louis de **Vilmorin** et récoltés de 1837 à 1855.

(Voir aussi, plus loin, les intéressants essais de C. **Fruwirth** sur l'impossibilité d'influencer une lignée pure en changeant le milieu.)

Cette théorie de l'immuabilité de la lignée pure est la base de l'amélioration individuelle. Aussi ne saurait-on assez y insister; car actuellement encore, non seulement chez certains sélectionneurs mais même dans l'esprit de certains biologistes et de certains ingénieurs-agronomes, il règne, sur cette conception de la lignée pure, des doutes ou des idées trop peu claires.

Aussi qu'on me permette d'appuyer une dernière fois en prenant un **exemple**. Je prélève, dans un champ de froment, une touffe normale génétiquement pure — comme c'est généralement le cas — provenant du développement d'une graine unique : j'égrène la plante, j'élimine les semences trop petites, mal venues, échaudées ou cassées et je mets en terre, sur une petite parcelle de composition bien uniforme, les quelque cent-cinquante à deux cents bonnes graines restantes; les 200 touffes éventuellement récoltées seront identiques (les manifestations non héréditaires de la petite variabilité mises à part) aussi bien entre elles qu'à la touffe « plante-mère » qui a fourni des **graines** dont cette génération est issue, et cela non seulement au point de vue des caractères extérieurs, mais aussi au point de vue important de leurs qualités ou défauts.

A la troisième et à la quatrième générations, et à n'importe quel moment de la **h**ultiplication de cette semence, la même identité continuera à exister entre **les** centaines de mille, les millions de plantes et la plante-mère initiale, encore une fois, en restant dans la limite de la variabilité fluctuante et à condition qu'aucun mélange accidentel avec une autre lignée ou aucun croisement ou mutation ne viennent rendre impure la lignée en cours de multiplication.

Sur cette lignée ainsi constituée au moyen des descendance successives de l'unique plante-mère, la sélection n'a dorénavant plus aucun pouvoir : le choix, dans une des générations successives de cette lignée, d'un certain nombre de plantes particulièrement luxuriantes, à développement particulièrement beau, à épis extraordinairement grands et nombreux, ne pourra perfectionner la descendance, la sorte pure, si ces différences d'aspect sont dues à la variabilité fluctuante. *Une lignée pure et restant pure est, dorénavant, imperfectible* : elle ne pourra être influencée ni en bien ni en mal.

(1) Phil. de **Vilmorin**. — *Fixité des races de froment*. (IV' **Confér.** internat. de Génétique, Paris, 1911 ; Comptes rendus et **rapp.**, Masson et Cie, Paris, 1913, p. 312-316, 3 **pls.**)

La variabilité fluctuante. — Afin d'exposer clairement la vraie portée de cette théorie, rien ne vaut un exemple.

Vers le milieu d'une grande parcelle de froment, située en bon terrain et ayant reçu une bonne fumure normale, en une place où la végétation est bien régulière, sans vides, choisissons une touffe quelconque portant par exemple cinq épis blancs, non barbus, à grain blanc, à paille de longueur moyenne et à feuille d'un vert d'intensité moyenne. **Egrenons** la plante choisie et distribuons les quelque 150 bonnes graines, dont l'ensemble constitue donc une lignée pure, entre divers champs de la région, en prenant soin de marquer, par un moyen quelconque, la place où les diverses graines ont été mises en terre, afin de reconnaître les plantes qui en naîtront. Répartissons-les de façon à ce qu'un certain nombre de plantes se développent dans les mêmes conditions que la plante-mère, tandis qu'un deuxième lot aura été semé en bordure extérieure d'une parcelle, qu'un troisième semis aura été effectué dans **une** terre plutôt sablonneuse, assez pauvre, et supposons enfin que le semis d'un quatrième lot ait été dévasté par des corbeaux, qui y ont provoqué de grands vides, ne laissant ainsi subsister que quelques rares touffes.

Dès que le développement des plantes le permettra, étiquetons soigneusement chaque lot. A maturité, arrachons successivement les touffes de chacun des 4 lots et lions-les en gerbes, à raison d'une gerbe par lot. Nous avons ainsi les groupements suivants : *a)* lot 1 : normal; *b)* lot 2 : plantes de bordure; *c)* lot 3 : terre pauvre; *d)* lot 4 : plantes largement distancées.

Examinant attentivement les plantes de chaque lot, que constaterons-nous ? Tout d'abord que, malgré la diversité des emplacements, l'ensemble des touffes récoltées montreront certains caractères communs : c'est ainsi que la totalité des plantes auront des épis blancs, mutiques, à grains blancs; en revanche, les plantes de certains lots se différencieront sensiblement des touffes plantes-mères. Alors que le lot 1 sera constitué par des plantes pour ainsi dire identiques à la touffe initiale, il n'en sera pas de même pour les autres catégories : c'est ainsi que les individus du lot 2 auront un tallage (nombre d'épis) moyen, supérieur à celui de la plante-mère, les feuilles seront plus développées et d'un vert plus foncé, les épis seront plus longs, les pailles de même. On constatera aussi que le lot 3 aura fourni des plantes chétives, à paille courte, à feuilles d'un vert plus pâle, à épis moins développés et que le lot 4 comprendra une majorité de touffes à développement luxuriant, à **tallement** élevé (10-15 épis et plus), à épis d'aspect entièrement transformé, leurs entrenœuds s'étant considérablement allongés et le nombre d'étages accru. Ces transformations subies par les plantes des lots 2 et 3 et surtout 4 peuvent être tellement profondes qu'on hésiterait souvent à les ranger dans la même sorte que la plante-mère.

Ces « variations », telles que nous venons de les exposer pour le froment, se présentent de la même façon, et avec la même intensité, chez toutes les plantes et même chez tous les êtres organisés : toujours des êtres placés dans des conditions vitales différentes montreront des différences sensibles dans leur développement.

A côté du phénomène de la transmission héréditaire des divers caractères

d'une plante-mère aux descendance, se place donc celui, antagoniste en **quel-**
que sorte, de la variabilité : cette variabilité, dans notre exemple, a surtout affecté certains caractères nettement quantitatifs (nombre d'épis, longueur de la paille, grandeur des feuilles, etc.), tandis que certains caractères qualitatifs (absence ou présence de barbes, coloration des épis et des graines) ont été moins influencés **quoique**, en y regardant bien, on constatera, pour ces **carac-**
tères-là aussi, certaines différences, par exemple dans le degré d'intensité de la coloration des épis.

Or, ces variations, appelées *variations fluctuantes, fluctuations, petites variations, modifications* (dans le sens de Baur), dues à des influences purement locales, à des différences fortuites dans la quantité d'éléments nutritifs, d'air et de lumière mises à la disposition des diverses plantes d'une lignée, *ne sont pas héréditaires*, ne sont pas transmissibles telles quelles à la descendance de ces plantes. Et cette double théorie, d'une part de la *non-transmissibilité héréditaire des variations fluctuantes* et, d'autre part, *l'immuabilité normale de la lignée pure*, constitue la base de la méthode de l'amélioration individuelle.

Si nous considérons, dans la lignée pure sur laquelle nous avons expérimenté, un des caractères ayant varié, par exemple le nombre d'épis (tallage), nous constatons qu'en examinant **une** à une les touffes constituant la seconde génération, le nombre d'épis a varié dans des limites très étendues, allant par exemple de plantes à un seul épi à celles de quinze épis (dans le lot 4).

Choisissons, dans la descendance de cette lignée pure, d'une part une plante à épi unique, normal, et d'autre part une touffe à 15 épis normaux, égrenons séparément l'épi unique de la première touffe et chacun des 15 épis de la deuxième et constituons ainsi 16 lots de graines, que nous semons chacun sur une ligne, soit 16 lignes, une par épi, sur une petite parcelle bien régulière de composition, à égalité de distance entre les lignes et entre les graines dans la ligne.. Que constaterons-nous à la récolte ? Tout d'abord que, dans chaque **ligne**, les manifestations de la variabilité fluctuante, sans être absolument exclues, seront d'amplitude beaucoup moindre que dans l'essai précédent, parce que les conditions locales de nutrition sont beaucoup plus régulières, vu l'équidistance de semis dans une terre de composition sensiblement égale ; mais nous constaterons surtout le fait très important qu'on ne décèlera aucune différence sensible au point de vue tallage (comme au point de vue de tout autre caractère envisagé) entre la ligne provenant des graines de la touffe à épi unique **à** chacune des 15 lignes provenant de la plante à tallage élevé.

En choisissant donc comme point de départ d'une amélioration, dans le lot 4, lot provenant de la même plante-mère initiale que les lots 1 à 3 et constituant donc avec ces lots *une même lignée pure*, en y choisissant dis-je une plante à tallage très élevé, à grands et beaux épis, à feuilles d'un vert bien foncé, dans le but d'essayer d'augmenter sensiblement, pour ces caractères, la moyenne de la lignée, on est sûr d'un échec, parce que ce développement anormal de la touffe choisie est dû à des causes qui relèvent de la variabilité fluctuante et que la variabilité fluctuante n'est pas héréditaire.

Ce qui est vrai pour le froment, l'est aussi pour n'importe quel autre cas de petite variabilité : touffe de pomme de terre d'une lignée végétative (c'est-à-

dire ayant comme origine, non une fusion de deux cellules sexuelles, une fécondation, mais un moyen quelconque de multiplication végétative : greffe, bouture, écusson, tubercule, bulbe, etc.), qui devrait son développement anormal à l'accumulation fortuite de matières nutritives ou racine de betterave sucrière montrant une teneur élevée en sucre parce que, par des circonstances dues au hasard, elle a profité de plus de lumière, de plus de substances nutritives.

Toutes ces variations dues à des causes locales ne se transmettent pas aux descendance, *les caractères ainsi fortuitement acquis ne sont pas héréditaires*(1).

L'hérédité des caractères acquis ! Ce qu'on a expérimenté, ce qu'on a discuté concernant cette importante théorie ! Actuellement, la très grande majorité des génétistes ne l'admettent plus et Baur, entre autres, a démontré que si l'on soumettait à une critique raisonnée la plupart des cas d'une soi-disant hérédité des variations fluctuantes, ils ne résisteraient pas à cet examen. La grande erreur commise est, généralement, qu'on expérimente sur des *populations* ou mélanges de lignées, au lieu de travailler sur des lignées pures.

On objecte surtout la sélection de la betterave sucrière dont on a réussi, par choix continu des « plus variantes », c'est-à-dire de racines à teneur toujours de plus en plus élevée, à faire passer celle-ci de 6 à 7 degrés de sucre aux hauts pourcentages actuels de 16 à 20 degrés et au-delà. Or, on a déjà signalé à l'époque reculée où les teneurs minimales de sucre étaient normales, la présence de racines à haut pourcentage, racines constituant des lignées sur lesquelles la sélection continue a réussi à mettre la main et dont l'*allogamie* de la betterave, jointe à cette sélection continue, a augmenté le nombre et les qualités (2).

On a prétendu aussi pouvoir, par cultures successives dans des terres riches, transformer le radis et la carotte sauvages, à racines coriaces, ramifiées, en les succulents légumes que nous apprécions ; il est vrai que les graines d'un *radis* ou d'une carotte sauvage semées en terreau fertile de jardin peuvent donner des racines un peu plus grosses, un peu plus succulentes que celle de la plante de départ. Mais la seconde génération restera stationnaire, ne montrera plus une amélioration dans ce sens ; d'autre part, les graines de ces plantes quelque peu améliorées *ressemées* dans leur habitat ancien, redonneront

(1) Cette théorie de la non-transmissibilité héréditaire des variations fluctuantes est la condamnation absolue des concours dits « concours du plus bel épi », si la production devant le Jury de plantes de choix n'est pas suivie d'essais de culture démontrant que ces épis, que ces touffes proviennent d'une lignée pure de mérite extraordinaire et ne sont pas dus à des *surnutritions* frauduleuses, sans effet utile dans la pratique agricole, ou à toute autre convergence de facteurs heureux.

(2) C'est aussi l'avis de M. J. *Levêque de Vilmorin*, qui écrit dans son bel ouvrage : *L'hérédité chez la betterave cultivée* (Paris, Gauthier-Villars, 1923, II + 153 p., 106 figs., 9 pls.) aux pages 117-118 : « ... le progrès a été lent parce que les individus ayant chance » de transmettre une grande richesse à leur descendance n'ont pas été isolés... Il existe, » parmi les betteraves sauvages, des racines ayant 20 p. 100 de sucre; des racines ont été » trouvées en culture, dosant 21 p. 100 de sucre et plus, nous les avons relevées sur les » cahiers de notre grand-père Louis de *Vilmorin*, mais elles n'ont pas été isolées; dès lors » le progrès a été lent. En 1811, comme le montre *Munerati*, on observait une moyenne » de 6-7 p. 100 de sucre dans les betteraves cultivées, mais on signalait aussi des sujets à » 16,2 et même à 18,2 p. 100 ».

ues plantes sauvages, à racines coriaces et ramifiées. Si des résultats plus définitifs ont été obtenus, c'est que les expérimentateurs n'ont pas pris les précautions d'usage contre les possibilités multiples de croisements spontanés entre la plante sauvage, transportée dans les jardins ou à proximité de ceux-ci, et les porte-graines de la culture ordinaire.

Mademoiselle **Tropard Riolle**, dans une étude consciencieuse (1), fruit d'essais patients et répétés, a montré l'inanité de l'utilisation des caractères fluctuants dans l'amélioration du radis.

Enfin, de 1910 à 1925, C. **Fruwirth** (2), par des essais sur céréales **autogames**, conduits d'après les règles d'une technique irréprochable, a définitivement établi la non-transmissibilité à leur descendance de caractères nouveaux, acquis temporairement sous l'influence d'un changement du milieu.

Dans une première série d'essais, s'étendant sur une période de quinze ans, **Fruwirth**, opérant sur des lignées pures d'un froment alternatif (« de deux saisons ») de la Bohême, d'un froment local d'hiver et d'un épeautre, étudia, sur le premier, l'effet de semis répétés d'automne et de printemps, et, sur les deux derniers, celui de semis continus en terrains abondamment fumés et non fumés. Les diverses cultures comparatives, périodiquement établies sous des conditions identiques, ne fournirent aucune preuve concluante d'une hérédité quelconque d'un caractère acquis. Les conclusions furent, dans le premier cas, qu'un froment alternatif ne peut — hormis le cas d'une sélection dans une population hétérogène — être transformé ni en un vrai froment d'hiver, ni en un vrai froment d'été, et, dans les deux autres cas, que quatorze années successives de culture en terre fortement fumée ou en terre pauvre n'amènent réciproquement aucun changement appréciable dans la constitution héréditaire ; un essai comparatif en sol pauvre ne montra, en faveur des plantes qui, quatorze années durant, avaient été cultivées en sol très riche, aucune différence appréciable dans le rendement.

Fruwirth, à l'occasion de ces essais, établit les conditions auxquelles doit être soumise toute expérimentation tendant à étudier l'hérédité des caractères acquis : il faut travailler sur des lignées *pures* de plantes **autogames** ; il faut, même dans ces conditions, assurer, par isolation, l'autogamie des fleurs **destinées**, annuellement, à fournir les graines pour la continuation de l'essai ; il faut, chaque fois, prélever ces graines aux mêmes endroits des infrutescences ; enfin, chaque fois que le milieu aura eu le temps de faire sentir, éventuellement, son emprise durant quelques générations, il faut établir des cultures comparatives dans des conditions identiques de milieu.

Cette année-ci encore, **Fruwirth** (3) vient de rendre compte des résultats, obtenus à Waldhof b. **Amstetten** (Basse-Autriche), dans un essai de longue

(1) Mlle **Trouard-Riolle**. — *Recherches morphologiques et biologiques sur les radis cultivés*. Nancy, 1914.

(2) C. **Fruwirth**. — *Zur Frage erblicher Beeinflussung durch äussere Verhältnisse*. (La question de l'influence des conditions extérieures sur l'hérédité.) (*Zeitschr. für Pflanzenzüchtung*, II, 1914, p. 51-63; et *Landwirtsch. Jahrbücher*, 1925, 1. 607-628.)

(3) C. **Fruwirth**. — *Linienfestigkeit nach Standortswechsel* (Fixité des lignées après changement de station). (*Hereditas*, IX, 1927, p. 145-156.)

haleine (1912-1925) portant sur six lignées pures d'avoine provenant de la Station suédoise de **Svalöf** ; malgré des différences marquées dans l'allure climatique des deux Stations, différences portant surtout sur une augmentation assez conséquente des précipitations estivales, on n'a pu enregistrer le moindre changement héréditairement transmissible à la descendance, et cela même au point de vue de certains caractères très sensibles, comme le pourcentage et la forme des arêtes, le pourcentage et la forme des poils des graines extérieures de l'épillet et du rachis.

Ne nous étendons pas davantage sur cette question : disons, pour résumer, que ce sont l'emploi, comme instruments de travail, de populations au lieu de lignées pures et l'absence de précautions suffisantes pour écarter tout danger de croisements naturels qui sont les deux causes prépondérantes de certains cas de réussite apparente de l'utilisation des caractères acquis dans l'amélioration des plantes.

Les courbes de variabilité.

Toute variabilité, affectant des caractères quantitatifs, fluctuant autour d'une moyenne, peut être fixée graphiquement au moyen d'une courbe. L'établissement et l'analyse de ces courbes sont du domaine de la *biométrie* (1), cette science qu'on pourrait appeler : la science de la *statistique de la variation biologique*.

Sans vouloir m'étendre longuement sur les diverses applications de la biométrie au sujet qui nous occupe, il m'a semblé qu'il pourrait y avoir quelque intérêt à voir comment on construit une courbe de variabilité et quelles sont les principales méthodes pour déterminer la valeur d'une variation (2).

Je prendrai un exemple dans les livres d'analyse de notre matériel froment de 1914 : dans un lot de touffes, constituant une lignée pure et appartenant à la variété anglaise *Little foss*, on détermina la longueur des 250 chaumes que comprenait le lot. Répartis en « classes », on constata que les pailles les plus courtes avaient plus de 95 cm. et moins de 100 cm. et les plus longues plus de 135 cm. et moins de 140 cm.

La série s'établissait comme suit :

Limites des diverses classes » de longueur en cm. | 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140

Nombre de chaumes dans chaque classe ou fréquence. | 1 3 6 26 55 90 53 12 4

Total (n) = 250.

(1) Parmi ceux qui ont approfondi et appliqué aux êtres vivants les données de la biométrie, citons, parmi les botanistes, les belges Mac **Leod** et De **Bruyker** et le hollandais **Hugo** de Vries, parmi les zoologues, les américains Davenport et Pearl.

(2) On trouvera des données biométriques, très clairement exposées, dans le traité de Génétique de **Johannsen** : *Elemente der exakten Erblichkeitslehre*, 2^e éd., **Iena**, Fischer, 1913.

Portons les longueurs, sous forme de points équidistants, le long d'une horizontale (l'axe des *abscisses* de la géométrie analytique) — utilisons pour cela du papier dit « millimétrique » — et élevons, de chaque point situé à égale distance entre deux longueurs successives (limites des « classes »), une perpendiculaire (*l'ordonnée*), dont la hauteur représentera le nombre de « variantes » (*fréquence*) dans chaque classe.

Joignons maintenant par une ligne courbe (ou une ligne brisée) les extrémités de chaque ordonnée, nous aurons établi la *courbe* (ou le *polygone*) de variation de la longueur des chaumes de ce lot.

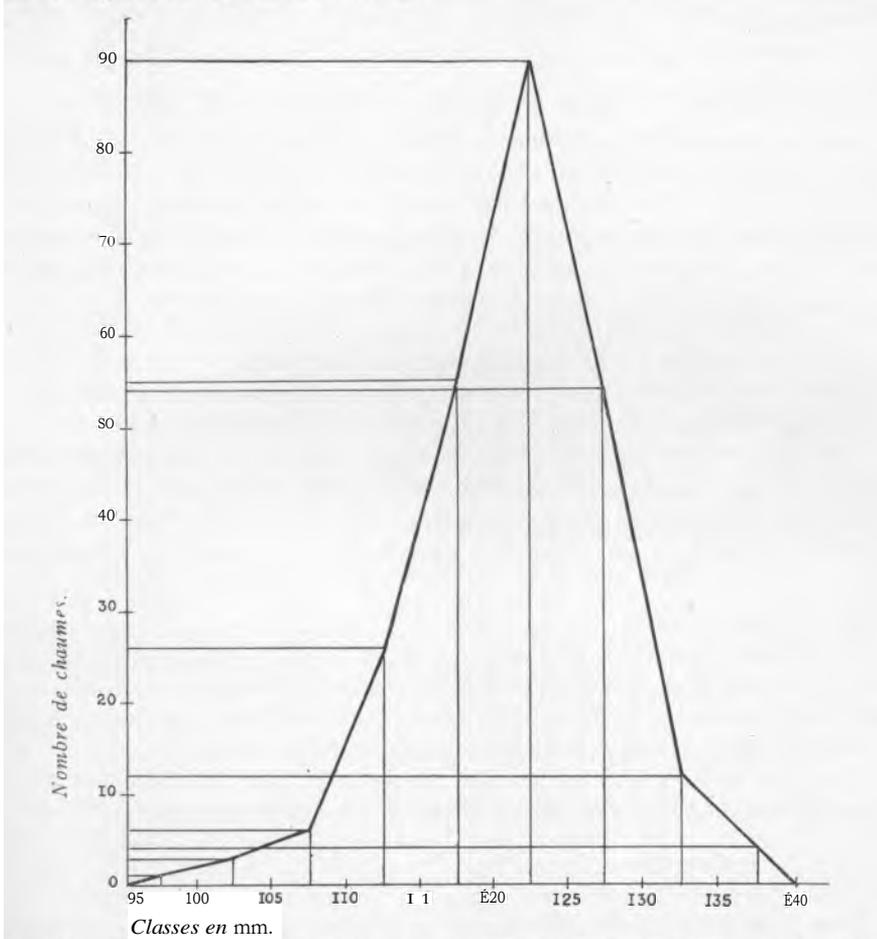


Fig. 4. — Polygone de variabilité des longueurs dans un lot de 250 chaumes de froment
(Dessin A. MOUREAU)

Analysons la courbe ci-dessus.

Nous constatons que toutes les variantes s'échelonnent entre 95 et 140 cm.; $140 - 95 = 45$ cm. = amplitude de la variation.

Cette amplitude ne peut nous donner une mesure exacte de la grandeur d'une variation, parce qu'elle est essentiellement sous la dépendance du nombre

total d'individus (des *variantes*) ; en effet, si au lieu d'examiner 250 chaumes on en avait mesuré 1000, par exemple, l'amplitude aurait été certainement plus grande, et l'on aurait trouvé quelques pailles mesurant 75 et 155 cm.

Une deuxième mesure de la grandeur de la variation a été établie par Galton : le quartile.

Pour faciliter le calcul, déterminons, dans la série ci-dessus, la fréquence des variations sur 1000 : nous aurons :

Classes :	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140
Fréquences :	4	12	24	104	220	360	212	48	16	
Totalisation des fréquences		4	16	40	144	364	724	936	984	1000

Quelle sera la longueur qui délimitera le premier quart (Q') des variantes ?

144 variantes sur 1000 atteignent 115 cm. de longueur; donc $20\frac{144}{1000}$ de 1000) 144 = 106 auront plus de 115 cm. et moins de 120 cm. $\frac{4}{4}$

Or, entre 115 et 120 cm., nous trouvons 220 variantes, que nous supposons régulièrement réparties entre ces deux limites ; ces 220 variantes font glisser la limite de 5 cm. vers la droite et les 106 chaumes qui manquent au premier quart feront donc glisser la limite de $\frac{5 \times 106}{220} = 2,41$ cm. La limite du premier quart sera donc de $115 + 2,41$ et $Q' = 117,41$ cm.

Raisonnons de même pour la détermination de Q' = deuxième quart ou médiane (Med) :

364 variantes ont une longueur en-dessous de 120 cm. ; il manque donc à la moitié 500 — 364, soit 136 chaumes, qui peuvent faire glisser la limite de $5\frac{136}{364}$ 1,889 cm et nous aurons :

$$\text{Med} = 120 + 1,889 \text{ cm., soit } 121,89 \text{ cm.}$$

On établira de même : $Q^3 = 125,61$ cm.

La distance entre Q' et Q³, soit $Q' - Q^3 = 125,61 - 117,41 = 8,20$ cm., est l'amplitude de la moitié centrale de la courbe. Cette valeur (Q' — Q³) est une meilleure mesure de la variabilité que l'amplitude totale, parce qu'elle est beaucoup moins sous la dépendance du nombre de variantes.

Galton n'utilise pas cette formule comme telle, mais la divise par 2 et nomme cette nouvelle valeur le « Quartile ». Dans notre exemple :

$$\text{le Quartile} = Q = \frac{Q^3 - Q'}{2} = \frac{125,61 - 117,41}{2} = + 4,10 \text{ cm.}$$

Une troisième méthode pour mesurer la grandeur d'une variation, meilleure encore que les deux précédentes, est la détermination de la « déviation standard » ou « déviation type », qui, actuellement, est seule utilisée dans les recherches scientifiques.

La déviation standard est la racine carrée du carré moyen de tous les écarts de la moyenne :

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum p D^2}{n}}$$

où c = déviation standard.

= signe de sommation ou de totalisation.

P = nombre d'individus ou de cas dans chaque classe.

D = écart d'une variante (V) de la moyenne (M) ($D = V - M$).

n = nombre total d'individus ou de cas observés.

La formule est précédée du signe double (\pm), puisque $s.$ est la mesure de la variation aussi bien en direction — que $+$, c'est-à-dire vers la gauche ou la droite de la moyenne.

En application de la formule de σ , utilisons encore notre série de chaumes.

Afin de pouvoir établir la valeur de D , il nous faudra, au préalable, calculer la moyenne arithmétique M . soit d'après la formule ordinaire $M = \frac{\sum (v \cdot f)}{n}$,

où v = la valeur vraie ou moyenne de chaque classe et f = la fréquence (nombre de variantes dans chaque classe), ici donc :

$$\frac{(1 \times 97,5) + (3 \times 102,5) + (6 \times 107,5) + (4 \times 137,5)}{250} = 121,44 \text{ cm.}$$

soit d'après une méthode abrégée, que donne **Johannsen**, et dont voici l'application à notre cas :

Au lieu de prendre comme point de départ de notre calcul, 0, nous pouvons prendre telle autre valeur à notre choix, de préférence celle qui semble la plus rapprochée de la M cherchée, soit, le plus souvent, la valeur qui est représentée par le plus grand nombre d'individus.

Ce sera donc la classe 120 — 125 cm., dont nous choisirons la moyenne 122,5 cm. = A .

Les autres classes s'écartent de cette moyenne, respectivement de $\pm 5, 10, 15, 20$, etc. amplitudes, l'écart pour la classe 122,5 étant de 0. Répartissons le nombre total d'individus entre ces diverses amplitudes, nous aurons :

Écarts de A (= a)	0	5	10	15	20	25
Nombre d'individus dans chaque classe (= p)		55	26	6	3	1
	$+$ 90	53	12	4		
Totalisation	$+$ 90					
		2	14	2	3	1

Multiplions chacune de ces sommes des écarts de A (122,5 cm.) par le nombre d'amplitudes dont elles s'écartent de A :

$2 \times (-5) = -10$	$90 \times 0 = 0$	Si A correspondait exactement à la moyenne M , la M des écarts = 0.
$14 \times (-10) = -140$		Nous obtenons ici 265, donc notre point de départ A est plus grand que M . De combien devons-nous diminuer A pour obtenir la vraie moyenne ? Divisons — 265 par le nombre total d'individus, soit
$2 \times (-15) = -30$		
$3 \times (-20) = -60$		
$1 \times (-25) = -25$		
<hr/>		
$\text{pa} = -265$ amplitudes		— 1,06 amplitudes = b . 250

$$M = A - b \text{ amplitudes} = 122,5 - 1,06 = 121,44 \text{ cm.}$$

L |⁻

Si nous avons choisi, pour A, au lieu de la classe 122,5 cm., la classe précédente 117,5 cm., nous aurions eu à effectuer les calculs suivants :

Ecart de A (= a)	{		0	5	10	15	20
	p	+	55	90	53	12	4
				26	6	3	1
		+	55	64	47	9	

Calcul de $\sum p a$:	55 X	0 =	0
	64 X	5 =	320
	47 X	10 =	470
	9 X	15 =	135
	3 X	20 =	60
	$\sum p a =$		+ 985

$$b = \frac{\sum p a}{n} = \frac{+ 985}{250} = + 3,94 \text{ cm.}$$

$$M = A + b = 117,5 + 3,94 = 121,44$$

On voit que l'on arrive au même résultat, quelle que soit la classe que l'on prend comme point de départ.

Continuons le calcul de la *déviati on standard*, par l'établissement du tableau suivant :

Limite des classes en cm.	Valeur moyenne de chaque classe en cm.	Ecart (déviation = D) de chaque classe de la moyenne M en cm.	D ²	Nombre d'individus (= p)	p D ² en cm.
95 - 100	97.5	- 3.9	15.21	1	15.21
100 - 105	102.5	- 18.9	357.21	3	1071.63
105 - 110	107.5	- 13.9	193.21	6	1159.26
110 - 115	112.5	- 8.9	79.21	26	2059.46
115 - 120	117.5	- 3.9	15.21	55	836.55
120 - 125	122.5	+ 1.1	1.21	90	108.90
125 - 130	127.5	+ 6.1	37.21	53	1972.13
130 - 135	132.5	+ 11.1	123.21	12	1478.52
135 - 140	137.5	+ 16.1	259.21	4	1036.84

$$\text{Somme des carrés des écarts } (\sum p D^2); \quad 10294.50$$

$$\text{Nombre d'individus } (n) \quad 250$$

$$\text{Carré moyen des écarts } \frac{\sum p D^2}{n} = \frac{10294.50}{250} = 41.178 \text{ cm.}$$

$$\text{Déviation standard } (D) = \pm \sqrt{\frac{\sum p D^2}{n}} = \pm \sqrt{41.178} = \pm 6.42$$

Cette valeur, la *déviatiion type*, est une très bonne mesure de la grandeur d'une variation ; nous l'utiliserons encore plus tard quand nous déterminerons l'**erreur** probable, dans les essais comparatifs.

On exprime souvent cette déviatiion standard en pour cent de la moyenne et on donne à cette nouvelle valeur le nom de *coefficient de variatiion* (*y*).

$$v = \frac{100 \sigma}{\underline{M}}$$

soit, dans l'exemple choisi : $v = \frac{200 \times 6.42}{121.44} = 5.29 \text{ cm.}$

La répartiitiion, le long d'une courbe, des individus (variantes) constituant une série normale de variatiions, se rapproche, le plus souvent, de la formule dite « des binômes » ou binomiale ; cette concordance, appelée loi de **Que- telet** (1), a été confirmée par la plupart des **biométriciens**.

Cette formule, dite binomiale, n'est que le développement de l'expressiion $(a + b)^n$. En ne considérant que les puissances peu élevées, nous aurons :

$$\begin{aligned} (a + b)^1 &= a + b \\ (a + b)^2 &= a^2 + 2ab + b^2 \\ (a + b)^3 &= a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3 \\ (a + b)^4 &= a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4 \\ &\text{etc...} \end{aligned}$$

Supposons $a = b$, et donnons-leur la valeur 1, nous aurons les **solutions** suivantes :

$$\begin{aligned} (a + b)^1 &= 1 + 1 \\ (a + b)^2 &= 1 + 2 + 1 \\ (a + b)^3 &= 1 + 3 + 3 + 1 \\ (a + b)^4 &= 1 + 4 + 6 + 4 + 1 \end{aligned}$$

$$(a + b)^5 = 1 + 10 + 45 + 120 + 210 + 252 + 210 + 120 + 45 + 10 + 1$$

Si nous construisons une courbe en élevant, en des points équidistants de la ligne des abscisses, des ordonnées, dont la hauteur correspond aux diverses valeurs de la série ci-dessus, nous aurons la courbe binomiale théorique, symétrique ou courbe de Gauss ou, au point de vue biologique, la *courbe idéale de variabilité*, chez laquelle la valeur 'moyenne et la médiane coïncident, toutes deux, avec la base de l'ordonnée abaissée du sommet de la courbe, base que les Anglais ont appelée « *mode* ». Pour une telle courbe théorique nous aurons donc :

$$M = \text{Med} = Mo$$

(1) **Quetelet**, mathématicien et statisticien belge, né à Gand, en 1796, mort à Bruxelles, en 1874.

Courbes à deux et à plusieurs sommets.

En analysant un ensemble d'individus au point de vue de la variabilité d'un caractère donné, on n'obtient pas toujours la courbe à *sommet unique* ou *monomodiale*, que nous venons d'étudier ; il arrive, au contraire, que la courbe montre deux, trois ou plusieurs sommets, qu'elle est, en un mot, *bi-*, *tri-* ou *poly-modiale*.

La courbe *monomodiale* caractérise, normalement, la *lignée pure*, quand on envisage un caractère déterminé, par exemple la compacité des épis chez les céréales ; si un matériel donné accuse, après analyse, des courbes à deux ou plusieurs sommets, il y a de fortes présomptions qu'on travaille non pas avec une lignée pure, mais avec une population.

Cependant, ce n'est pas là une règle absolue : à l'encontre de ce qu'on lit chez certains auteurs, l'analyse d'un matériel hétérogène peut, dans certaines circonstances, fournir une courbe à un seul sommet et, *vice versa*, une courbe *bimodiale*, par exemple, n'est pas toujours l'indice d'une population.

Etablissons, pour deux différentes lignées pures de haricots, la courbe de variabilité du caractère : « Longueur des graines » ; mélangeons les deux lignées, nous constituerons ainsi une population : Si les sommets des deux courbes, situés à peu près à même hauteur, ne sont pas trop distants l'un de l'autre, en un mot, si les amplitudes des deux variations chevauchent assez largement l'une sur l'autre, la courbe unique que l'on obtiendra en totalisant toutes les fréquences, dans chaque classe, sera, presque toujours, une courbe régulière à un seul sommet. La courbe ainsi obtenue est appelée *courbe complexe* ou *courbe de sommation, de totalisation*.

Voici d'ailleurs un exemple classique de **Johannsen** (1) : L'analyse du poids des graines appartenant à huit lignées pures de haricots donna huit courbes d'amplitude et de médianes différentes. La courbe totalisatrice, elle, était une courbe à sommet unique, très régulière ; il suffira au lecteur, pour s'en convaincre, de tracer les courbes, d'après les données ci-dessous :

Classes en cg } Lignée A	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5	82,5	87,5
» B		1	6	19	32	66	88	100	90	50	19	1	3	—
» C				5	14	50	76	53	44	29	5	1	—	—
» D		5	2	9	21	38	68	77	62	22	3	—	—	—
» E		4	1	12	29	62	65	57	19	6	—	—	—	—
» F			2	8	21	46	74	46	28	14	1	1	—	—
» G	3	9	28	51	111	174	101	44	5	—	1	5	—	—
» H	1	6	20	60	106	114	75	33	3	--	—	—	—	—
Courbe totalisatrice }	4	27	65	179	364	587	533	413	259	132	52	24	9	2

(1) Cf. aussi : E. Baur, *Einführung in (lie experimentelle Vererbungslehre*, 3^e et 4^e édit., 1919, p. 44-45, Berlin, **Borntraeger**.

D'autre part, comme l'indique Baur, il suffit qu'à l'intérieur d'une lignée pure, un des facteurs de la **modificabilité** du caractère envisagé, influence ce caractère à un degré beaucoup plus élevé que les autres, pour que la courbe de cet ensemble, homogène pourtant, devienne **plurimodiale**.

Pour provoquer la formation d'un deuxième sommet dans la courbe de variation d'une lignée pure, il suffirait encore — surtout en cas d'un nombre assez restreint d'individus — que viennent à manquer, fortuitement, quelques variantes de la classe qui, normalement, devrait être représentée par le plus grand nombre d'individus.

Mais nous ne pénétrerons pas plus en avant dans ce vaste domaine de la biométrie ; nous aurons d'ailleurs l'occasion d'y revenir, quand nous exposerons la théorie de l'erreur probable (voir : *Essais comparatifs*) et de la variabilité corrélative.

Ceux que leur esprit mathématique pousserait à vouloir approfondir cette discipline, pourraient, très utilement, consulter les ouvrages suivants :

DAVENPORT, C. B. — *Statistical methods, with special reference to biological variation*. — 2e éd. 1904. New-York, Wiley et Londres, Chapman et Hall.

DE BRUYKER, C. — *De statistische methode in de plantkunde*. 1910. Gand, Siffer.

JOHANNSEN, W. — *Elemente der exakten Erblichkeitslehre*. 2^e édition. 1913. Jena, Fischer. (Clair et précis.)

PEARSON, K. — *The grammar of Science*. 1900. 2e éd. Londres, Black.

Traduction française : *La grammaire de la science (La Physique)*. 1912. Paris, Alcan.

D'intéressantes données se trouvent aussi dans : BOEUF, F. — *Eléments de biologie et de génétique appliqués à l'amélioration des plantes cultivées*. 1927. Tunis, Soc. anon. de l'imprimerie rapide de Tunis (pages 188-216).

En 1902, a été créée la revue « *Biometrika* » qui contient principalement des articles en langues anglaise et allemande.

2. — Marche d'une amélioration individuelle.

(Amélioration généalogique, amélioration par séparation de lignées pures, amélioration par **pédigrés**.)

Ayant vu dans les pages précédentes ce qu'il fallait entendre par petites espèces et par lignées pures, ayant étudié la variabilité fluctuante, il nous reste à appliquer ces théories à l'amélioration.

La descendance, à n'importe quelle génération, d'une plante-mère héréditairement pure, ressemblera toujours à cette plante-mère dans ses caractères morphologiques et physiologiques ; une telle descendance constituant une lignée pure, restera pure aussi longtemps qu'un mélange accidentel ou les manifesta-

tions d'un croisement ou d'une variation brusque ne viendront transformer la lignée pure en une **population** ou mélange de lignées.

A l'intérieur d'une telle lignée pure ne se manifeste d'autre variabilité que la variabilité fluctuante, provoquant des variations de plus ou moins grande amplitude mais qui, en aucun cas, ne sont héréditaires. Une lignée pure, dans les conditions exposées **ci-dessus**, est immuable, elle est imperfectible, ses qualités ou ses défauts ne peuvent être ni augmentés, ni diminués.

Quelle sera, dès lors, la donnée essentielle de l'amélioration d'une variété ?

Isoler dans celle-ci la meilleure lignée pure et la multiplier.

La méthode individuelle ne consiste *essentiellement* que dans l'isolement, à l'intérieur d'une population, d'une plante-mère de choix (« élite ») et dans la multiplication de sa graine, pendant un nombre suffisant de générations afin d'obtenir les semences nécessaires aux besoins propres du cultivateur ou à la vente.

Nous allons exposer successivement les diverses modalités de cette méthode **l'amélioration**.

Remarque.

Je tiens à faire observer que les schémas qui vont suivre, quoique **s'appliquant**, dans leurs grandes lignes, à toute amélioration, ne peuvent néanmoins **être** suivis, quant aux détails, que pour l'amélioration des plantes à autofécondation prépondérante (Froment, Orge, Avoine, Haricots, Pois, etc.) — et, parmi celles-ci, surtout *aux céréales* — et aussi — *mutatis mutandis* — à celles qui se multiplient par voie végétative (Pommes de terre).

Dans l'exposé des méthodes et de la technique, j'ai pensé bien faire en me plaçant aussi tout spécialement au point de vue des plantes **autogames** ; leur amélioration, en effet, ne se ressent pas des diverses complications qu'amène, chez les plantes à fécondation naturellement croisée, le fait même de leur allogamie. J'ai préféré — dans un but d'unité et de clarté — réserver les détails de la technique *spéciale* de **l'amélioration** des plantes **allogames** (Seigle, Bette-rave, Trèfle, Graminées, Maïs) aux divers chapitres de la 2^e partie (*Amélioration spéciale*).

A. Méthode par séparation de lignées pures avec choix unique de plantes-mères élites. (Voir le schéma, figure 4.)

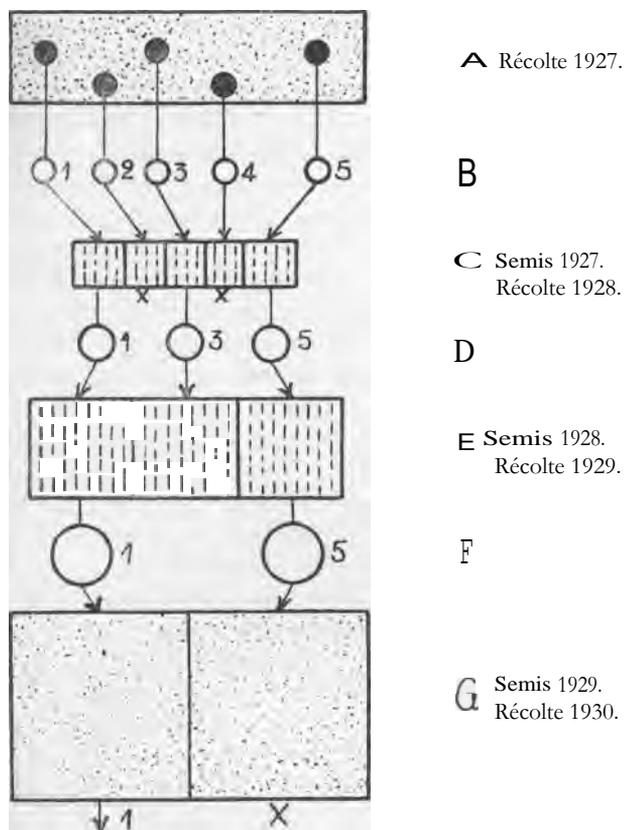
Théoriquement, la suite des opérations peut s'établir ainsi (1) :

Première année de culture. — *Choix d'un certain nombre de plantes-mères dans une population. — Leur analyse et leur égrenage.*

Dans une parcelle portant une culture quelconque, non améliorée, **consti-**

(1) Voir la technique détaillée des diverses opérations, au § II, p. 41 et suiv.

tuant donc un mélange de lignées, par exemple dans une céréale d'hiver, on choisit, vers l'approche de la maturité ou à la récolte, à la suite des moissonneurs, un certain nombre de touffes destinées à devenir *plantes mères* ou points de départ d'une amélioration.



emploi ou vente de la lignée

- A. Choix, dans une population, de 5 plantes-mères, points de départ d'autant de lignées pures.
- B. Lots séparés des graines provenant de chaque plante-mère.
- C. *Première descendance* : Semis, en lignes et à équidistances, des graines de chaque lignée, sur une parcelle à « élites ». A la récolte, élimination des lignées qui se sont montrées de qualité inférieure. (X).
- D. Lots séparés des élites qui ont été conservées en amélioration.
- E. *Deuxième descendance* : Semis, en lignes et à équidistances, de ces graines sur autant de parcelles d'« élites de deuxième descendance ». A la récolte, nouvelle élimination.
- F. Graines des lignées conservées.
- G. *Troisième descendance et suivantes* : Semis, en lignes ou à la volée, sur autant de parcelles dites « de multiplication », qu'il y a de lignées conservées.

Fig. 5. — Schéma très simplifié d'une amélioration individuelle ou généalogique, par séparation de lignées pures, chez le froment.

Pour effectuer ce choix, on suivra les directives qui ont déjà été exposées plus haut : il faudra en écarter résolument les plantes se trouvant en bordure de parcelle, ainsi que celles qui occuperaient des places à végétation très éclaircie ou à accumulation fortuite de matières nutritives.

On aura donc soin de choisir, vers l'intérieur de la parcelle, en emplacement normal, des plantes bien régulières, saines, à tallage non exagéré, plutôt moyen et cela *en nombre le plus élevé possible* : on trouvera, en effet, beaucoup plus facilement des sujets de premier ordre parmi une grande quantité de plantes concurrentes que dans un choix restreint.

Les individus choisis devront être transportés au laboratoire de sélection où l'on soumettra la récolte à un triage approfondi et à une analyse sommaire.

Au lieu de choisir directement les plantes-mères dans des populations de sortes locales ou introduites, on peut aussi avoir recours à d'autres sources : gerbes de plantes provenant de diverses régions du pays et envoyées par les Agronomes de l'Etat ou par des particuliers ou aussi des épis ; mais, dans ce dernier cas, il faut ou bien semer une ligne par épi et faire de chaque épi éventuellement une plante-mère ou bien égrener ensemble tous les épis d'une même variété et, au moyen de ces graines, emblaver une petite parcelle en semis *clair* dans laquelle, à la récolte, on choisira des plantes-mères. D'autres sources peuvent être encore de petites quantités de graines, échantillons plus ou moins volumineux de variétés du pays ou de l'étranger, provenant de marchands ou de sélectionneurs ; dans ces cas encore, il faudra nécessairement procéder, au préalable, à un semis clair en petites parcelles, dites « *d'échantillons* », dans lesquelles, l'année après, seront choisies les plantes-mères éventuelles.

Semis des graines provenant des plantes-mères, en lignes équidistantes et à égale distance entre les graines, dans les lignes, sur de petites parcelles appelées parcelles *d'élites de première descendance, de première année* ou *d'élites I* et cela à raison *d'une parcelle par plante-mère* : l'ensemble des plants d'une parcelle constituant donc, chez les plantes *autogames*, une lignée pure.

REMARQUE. — Aux stations d'amélioration et aux entreprises commerciales européennes, on suit, en très grande majorité, les méthodes exposées ici ; il n'en est pas de même aux centres d'expérimentation des États-Unis, où, principalement à cause de la très forte irrégularité de composition des sols, on a renoncé, jusqu'au stade de multiplication, au semis en petites PARCELLES, pour adopter le semis en LIGNES, uniques ou groupées par 2-3, et répétées, pour chaque lignée, un certain nombre de fois à travers la sole. (Voir détails p. 68.)

Observations très soigneuses de tous les détails de la végétation de chaque parcelle, depuis la levée jusqu'à la récolte, spécialement au point de vue de la résistance aux gelées, à la sécheresse, aux maladies, à la verse, du degré de précocité et des particularités de végétation.

Récolte, parcelle par parcelle, en évitant très soigneusement, entre parcelles, tout mélange accidentel d'épis ou de graines, afin de maintenir la pureté de chaque lignée.

Analyse de chaque descendance ou des plantes de chaque parcelle, **surtout** au point de vue du facteur « rendement ».

Choix des meilleures lignées; élimination d'un grand nombre de lignées, basée sur les observations faites durant la végétation, ainsi que sur les résultats de l'analyse.

Deuxième année de culture. — Semis à équidistances, comme la première année, des graines provenant des lignées non éliminées, sur des parcelles plus grandes que celles de la première année et appelées parcelles *d'élites de deuxième descendance, de deuxième année* ou *d'élites II (1)* ; le nombre de ces parcelles sera encore égal à celui des lignées conservées en amélioration, *une parcelle donc par lignée non éliminée.*

Observations végétatives.

Récolte.

Analyse.

*Nouveau choix des meilleures descendance*s ; élimination nouvelle d'un certain nombre de lignées, basée sur les observations et les résultats des analyses.

Troisième année culturale. — Semis en lignes des lignées restant en amélioration sur des parcelles dites *de première multiplication*. *Observations — récolte — analyse — nouvelles éliminations.*

Quatrième année et suivantes. — *Parcelles de deuxième, troisième multiplication*, etc., de plus en plus étendues, jusqu'à obtention d'une quantité suffisante de semences, soit pour les usages personnels, soit pour la vente. Les éliminations successives auront réduit le nombre des variétés et des lignées à un minimum : on n'aura plus gardé que deux ou trois des meilleures lignées adaptées à telle ou telle condition spéciale.

La suite des opérations telle qu'elle est exposée ci-dessus est surtout *théorique*; elle sert à fixer clairement le schéma succinct d'une amélioration. *Pratiquement*, certaines lignées en observation peuvent être maintenues plus d'une année à un stade déterminé et l'intercalation, à partir des Elites II, d'une ou de plusieurs séries *d'essais comparatifs*, est de rigueur; ces essais comparatifs peuvent d'ailleurs remplacer les premières et les deuxièmes multiplications. (Voir plus loin : *Les essais comparatifs.*)

B. Méthode par séparation de lignées pures, avec choix, périodiquement répété, de nouvelles élites.

Cette méthode ne se différencie de la précédente que par l'opération sui-

(1) Synonymes : *Elites de contrôle, Mites d'observation* ; c'est l'appellation *d'élites II* qui est le plus souvent employée comme étant la plus courte. On pourrait même, à la rigueur, appeler déjà ces parcelles des « parcelles de multiplication »; mais on préfère réserver ce nom aux parcelles, où le semis se fera d'après les méthodes normales de la grande culture.

vante : annuellement ou tous les deux ou trois ans, on choisit dans les Élités II, les essais comparatifs ou les multiplications un certain nombre de nouvelles élites.

Les buts de cette opération périodique ne peuvent être que les suivants : Posséder continuellement les meilleures lignées aux différents stades de l'amélioration, déceler, éventuellement, à l'intérieur de ces lignées, les effets de croisements spontanés, de mutations ou de mélanges accidentels, en vue de constituer, pour les souches les plus intéressantes, des *noyaux purs permanents*. (Voir le schéma, fig. 5.)

Il ne peut s'agir ici que de cela et non pas d'un nouvel essai de perfectionnement des lignées par le choix de nouvelles élites ou plantes-mères, têtes de départ d'autant d'améliorations. En effet, nous l'avons vu, aussi longtemps que n'interviennent ni un mélange accidentel, ni une hybridation spontanée ou une variation brusque, une lignée pure, dès qu'elle est constituée, devient, par le fait même, *imperfectible* : toutes les plantes qui la composent ont la même valeur génétique, la même valeur pratique; les individus qui, dans la lignée, se distingueraient des autres par des épis un peu plus développés, un nombre de graines un peu plus élevé, ne doivent ces qualités qu'à la variabilité fluctuante et donneront des descendances dont la valeur moyenne ne dépassera pas, au point de vue de ces caractères, celle des générations antérieures.

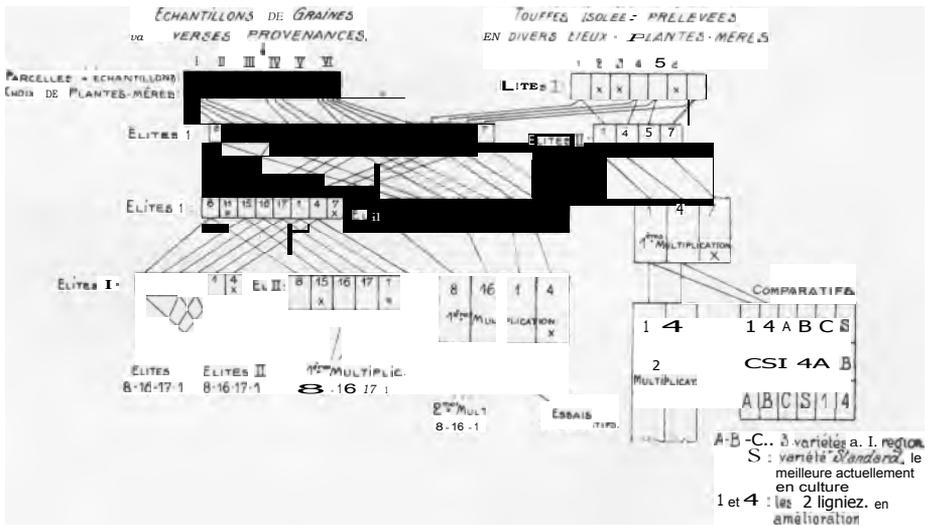


Fig. 6. — Schéma de la méthode d'amélioration par séparation de lignées pures, avec choix annuellement répété de nouvelles élites et intercalation d'essais comparatifs (X = Élimination).

On pourrait même s'abstenir, pour ce motif, de choisir, pour la constitution de ces noyaux purs, des plantes d'élite et se contenter d'un certain nombre de touffes normales quelconques. Mais on se laisse souvent guider dans ce choix plutôt par une certaine impulsion irrésistible vers les touffes qui semblent les meilleures.

Observations. — 1° Périodiquement, sinon annuellement, on introduit dans l'amélioration de *nouvelles* plantes-mères, choisies dans des échantillons de graines, d'épis ou de touffes provenant de champs soit de la région, soit d'autres *zones* agricoles du pays ou bien venant de marchands ou de sélectionneurs étrangers; d'autres sources de nouvelles plantes-mères peuvent être les produits d'hybridations artificielles ou spontanées ou de variations brusques apparues dans les lignées en observation.

2° La dénomination de *plantes-mères* n'est donc qu'éphémère : dès le semis-plantation de leurs graines, elles prennent le nom *d'élites I* ou *élites de première année*.

3° Le nombre de touffes à choisir, pour les meilleures lignées, dans les parcelles des essais comparatifs ou des multiplications, en vue du maintien de noyaux purs, est laissé à l'appréciation de chaque sélectionneur; à *Gembloux* nous choisissons, de préférence, dans chacune des meilleures lignées en *multi- plication*, une trentaine de touffes bien typiques, dont les graines servent à constituer des parcelles « *témoins* », à intercaler dans les parcelles d'élites I et II.

§ II. — LA TECHNIQUE GÉNÉRALE DE L'AMÉLIORATION GÉNÉALOGIQUE

1. — Le jardin d'amélioration.

Définition. — Dans un sens très restreint, on appelle « jardin d'amélioration », *l'ensemble* des parcelles portant les élites de première et de deuxième *années*, ainsi que les premières descendance d'une hybridation ou d'une variation spontanée.

Souvent cependant, ce jardin englobe, en outre, les petites parcelles pour le choix des plantes-mères, les premières et même les deuxièmes multiplications, ainsi que les essais comparatifs.

Conditions à envisager lors du choix d'un emplacement. — En créant un jardin d'amélioration, il ne faut pas perdre de vue certaines conditions, dont quelques-unes sont essentielles, si on ne veut pas s'exposer à des mécomptes *cui* pourraient être graves. La constitution physique et chimique du sol doit être d'une régularité aussi parfaite que possible, le terrain étant de la même composition que la majorité des terres de la région; le sous-sol doit être perméable et tout danger d'inondation ou d'eau stagnante doit être écarté; il faut éviter les dénivellements trop prononcés; enfin, le sol ne peut être trop riche en vieille fumure, la grande luxuriance de végétation, aussi bien que la pauvreté physiologique peuvent fausser les résultats et rendre incertaines les conclusions des essais comparatifs.

Si le terrain où l'on désire établir le jardin a été occupé, l'année antérieure, par diverses cultures, il sera nécessaire, avant de commencer l'amélioration, d'intercaler une culture unique de régularisation couvrant tout le terrain que l'on destine aux parcelles de sélection.

Jardins d'amélioration permanents et ambulants. — On appelle « *jardin permanent* » un ensemble fixe de parcelles d'amélioration établies une fois pour toutes en un emplacement déterminé et arrangées de manière à permettre une rotation plus ou moins normale.

Au contraire, dans un jardin dit « *ambulant* », les parcelles d'amélioration, au lieu d'être liées à un emplacement déterminé, suivent, d'année en année, leur sole respective.

Ces deux formes de jardin d'amélioration ont leurs avantages et leurs défauts.



Fig. 7. - Vue extérieure de la cage protégeant l'ensemble des parcelles d'élites contre les déprédations des oiseaux.

Le jardin *permanent*, étant établi le plus près possible de l'habitation du sélectionneur ou des bâtiments de la station officielle, dans un terrain de choix, fait **économiser** un temps considérable quand on envisage **qu'à certaines époques** de l'année, les visites aux parcelles d'amélioration sont quasi quotidiennes et souvent même répétées plusieurs fois par jour. En outre, cette proximité rend possible une surveillance continue et efficace, surveillance encore facilitée par le fait que le jardin ainsi conçu englobe la totalité des sélections. L'économie de temps et de **main-d'œuvre** serait encore considérablement accrue par la construction, sur le terrain même, d'un hangar-grange et d'un petit laboratoire pour l'analyse des récoltes.

Ces grands avantages sont malheureusement contrebalancés par un défaut assez sérieux : cette proximité des lieux habités nécessite la protection des cultures contre les incursions des animaux domestiques et les déprédations involontaires ou parfois voulues de l'homme; il est donc absolument nécessaire d'entourer l'ensemble des parcelles d'une bonne clôture qui, quand elle doit prendre un certain développement, obère sérieusement les premiers frais d'installation.

De plus, le voisinage des habitations amène des concentrations indésirables de moineaux et d'autres granivores; pour ne pas laisser détruire en quelques heures des élites de choix, résultant souvent d'un travail de plusieurs années, il est de toute nécessité de protéger les récoltes, dès l'approche de la maturité, contre leurs déprédations.

Un des meilleurs moyens de protection préconisé et employé assez généralement, au moins avant la guerre, était l'emploi de *filets* tendus au-dessus des parcelles. Si le jardin d'amélioration ne comporte que quelques ares, ces filets peuvent couvrir l'ensemble des parcelles; des bandes longitudinales supportées par un entrecroisement de gros fils de fer tendus en longueur et en largeur, à environ 2 mètres au-dessus du sol, s'attachent aux fers d'une solide clôture ; afin de consolider l'ensemble, on réunit les extrémités supérieures de ceux-ci par de légers fers en équerre; les filets débordant sur la clôture retombent jusqu'au sol formant ainsi les parois d'une cage complètement close. (Voir fig. 7 et 8.)



Fig. 8. — Vue intérieure de ces installations de protection.

Il est à conseiller de consolider inférieurement la clôture, sur une hauteur d'un mètre, par une bande de fort treillis, à mailles de 0,02 m. au maximum : dans ce cas, la retombée du filet s'attache à cette bande. Afin d'empêcher, dans une certaine mesure, les incursions des taupes et des rongeurs, il est **recommandable** d'enterrer ce treillis d'environ 0,50 m.

Si la portée des fils de fer supportant les filets était trop grande, il faudrait en empêcher le fléchissement par des supports en bois ou en fer, établis aux points d'entrecroisement de ces fils.

Quoiqu'un tel ensemble fournisse une protection efficace contre les attaques des oiseaux, il faut reconnaître qu'actuellement le coût très élevé d'une telle installation en exclut généralement l'emploi, surtout que les filets ont une durée assez limitée, exposés qu'ils sont à l'action destructive d'**humidités** souvent prolongées.

Aussi, je pense qu'il y a profit, actuellement surtout, de confier à un jeune gardien le soin d'assurer cette protection. Ce ne serait que dans le cas où l'on voudrait assurer contre tout dommage des petites parcelles portant des **ensem-**

bles de grande valeur, qu'on pourrait simplement jeter par-dessus ces plantes un filet reposant sur des lattes clouées sur des supports en bois.

Quant aux jardins *ambulants*, c'est-à-dire ceux qui, pour chaque plante en amélioration, suivent chaque année la sole respective dans ses déplacements à travers champs, ils ont généralement, à l'inverse des jardins permanents, le grand désavantage d'être d'un accès plus difficile vu leur éloignement plus ou moins grand des agglomérations et d'obliger le sélectionneur à des déplacements, nombreux et fatigants, vu l'éparpillement des parcelles.

En revanche, l'absence normale, en plein champ, de haies, de jardins, d'habitations et de talus arborés, diminue considérablement le danger de la présence d'oiseaux déprédateurs. D'ailleurs, afin de soustraire ces parcelles ambulantes à des dommages éventuels, on les établit de préférence au centre de leur sole.

Pour conclure, je suis d'avis que, vu la facilité de surveillance et la brièveté des déplacements — avantages très appréciables — un jardin d'amélioration permanent est tout indiqué pour une station officielle, dont le budget n'est généralement pas limité à un strict minimum, surtout qu'une telle installation fournit l'occasion de compléter les travaux pratiques de sélection par des essais scientifiques souvent hautement intéressants. S'il s'agit, au contraire, d'une entreprise commerciale, il faudrait peser le pour et le contre et se décider peut-être pour un jardin d'amélioration ambulante.

Superficie. L'étendue à donner au jardin d'amélioration est essentiellement variable : elle dépend, tout d'abord, de l'importance des améliorations qu'on désire entreprendre, ensuite du fait d'y englober ou non les premières multiplications et les essais comparatifs.

Si on se limite, par exemple, à la sélection d'une ou de deux céréales et d'une plante-racine, dont on ne fait entrer dans le cadre du jardin d'amélioration que les plantes-mères et les élites de première et de deuxième années, une superficie de 30 à 50 ares suffit; tandis qu'il faut prévoir plus d'un hectare de terrain si on veut y annexer, en outre, les parcelles de petite multiplication et les essais comparatifs (1).

Quoi qu'il en soit, il faudra prévoir, dans tous les cas, une étendue suffisante pour permettre une rotation normale des cultures.

Fumure. — Concernant le mode d'application des diverses fumures, les avis diffèrent : les uns préconisent l'emploi d'une dose minima, d'autres, au contraire, pensent qu'il est préférable d'appliquer aux parcelles d'élites au moins les mêmes quantités qu'en culture ordinaire. Je suis d'avis qu'il faut chercher la solution dans un juste milieu et éviter les exagérations dans les deux sens, les diverses descendance donneront ainsi une image plus exacte de leurs vraies

(1) Le jardin de la Station d'Amélioration de Gembloux possède, actuellement, une étendue de 7 Ha. 50, dont 4 Ha. 50 sont clôturés. Il englobe les parcelles à échantillons pour le choix de plantes-mères, les parcelles des élites de première et de deuxième années, les premières, deuxième et, éventuellement, les troisièmes générations hybrides, ainsi que les essais comparatifs et les petites multiplications, de froment, d'épeautre, d'orge et d'avoine.

qualités sélectives; ceci est surtout vrai pour l'azote, qui ne devra jamais être appliqué à des doses exagérées.

Il m'est impossible de fournir ici, concernant les quantités d'engrais et de fumier d'étable, des renseignements précis et détaillés, ces doses étant trop sous la dépendance de divers facteurs : plante, sol, région, précédent, etc.; on trouvera ces indications dans les traités d'Agriculture (1).

Il faudra, dans tous les cas, prendre des précautions spéciales lors de l'application de la fumure; il est en effet indispensable, dans la limite des possibilités, de mettre à la disposition de chaque plante approximativement la même quantité de substances nutritives, afin d'assurer aux plantes en comparaison une alimentation régulière et d'écarter les variations fluctuantes qui peuvent tromper sur la valeur des descendances.

Je dis, « dans la limite des possibilités »; il est en effet pratiquement impossible d'atteindre une uniformité absolue; néanmoins, en ce qui concerne les engrais poussiéreux, leur répartition, quand on prend les précautions nécessaires, peut être d'une régularité pratiquement suffisante.

Il n'en est plus de même quand il s'agit de l'épandage du fumier; aussi il est de règle de ne jamais appliquer cette fumure aux parcelles de céréales d'un jardin d'amélioration. Tout au plus, en employant dès la fin de l'automne, ou plutôt à la sortie de l'hiver, du fumier bien décomposé et en le répartissant le plus uniformément possible, pourrait-on, à la rigueur, appliquer le fumier de ferme à une plante-racine (pomme de terre, betterave) même soumise à sélection. Il est préférable, néanmoins, de pratiquer un assolement comportant au moins une plante hors amélioration et d'appliquer, à cette sole-là, une forte dose de fumier de ferme, à répartir le plus régulièrement possible.

Protection et lutte contre les ennemis. — Nous avons déjà vu **précédement** qu'on protège le jardin d'amélioration contre les incursions des *animaux domestiques* par une bonne clôture, qui devra être munie de forts fils suffisamment rapprochés et dont on augmentera encore la fixité par un fil vertical, tendu au milieu de chaque travée. Le fil lisse peut être avantageusement remplacé par du fil barbelé; encore faut-il examiner si, dans ce cas, des ordonnances locales n'obligent pas l'établissement de la clôture à une certaine distance du chemin.

Contre les déprédations des *oiseaux*, on luttera, comme il a été dit ci-dessus, par des filets ou par un gardien; on pourrait aussi entourer le jardin d'une assez large bordure d'une céréale hâtive (du froment précoce par exemple) qu'on abandonnerait à leurs rapines et qui servirait ainsi de manteau protecteur aux parcelles d'amélioration.

(1) Voici, à titre d'exemple, les quantités moyennes normales d'engrais appliquées à **Gembloux** aux céréales d'automne, en terre lourde, profonde : Superphosphate, 400 kg. à l'hectare, chlorure de potassium : 250 kg. ; nitrate de soude : 100 kg. ; une légère dose de nitrate (75 kg.) est appliquée en couverture après l'hiver, si celui-ci a été trop rigoureux. Parfois le superphosphate est remplacé par du « Supra » et le nitrate par du sulfate d'ammoniaque.

La où des dégâts sérieux par les *lapins* sont à craindre, on peut leur interdire l'accès des parcelles en garnissant le bas de la clôture d'un mètre de treillis qui pourra être à assez larges mailles, mais qu'on aura soin d'enterrer à une vingtaine de centimètres. Des épandages de naphthaline ou de **carbolineum** peuvent aussi être préconisés.

Pour lutter contre les *taupes*, les *petits rongeurs*, les *insectes* et leurs *larves*, on emploiera les moyens ordinaires de chasse et de destruction.

Quant aux maladies cryptogamiques : Rouilles, Charbons, Caries, Maladie de l'Orge dite « des stries » (**Helminthosporiose**), c'est la *sélection elle-même* qui, par la séparation de lignées pures indemnes ou au moins très résistantes à ces maladies et par la création de nouvelles sortes pas ou très peu susceptibles, doit lutter contre ces fléaux, si redoutables certaines années, dans certaines régions, pour certaines variétés. Dans ce but, il est très fortement à conseiller de s'abstenir de faire subir un traitement quelconque aux semences provenant des deux ou trois premières générations des descendance soumise à amélioration, afin de pouvoir séparer celles qui montrent une grande résistance vis-à-vis de telle ou telle maladie cryptogamique, et celles qui, au contraire, présentent envers ces maladies une plus ou moins forte susceptibilité.

Au contraire, en ce qui concerne les récoltes provenant des premières multiplications, il est très recommandable de faire subir à ces semences des traitements appropriés, afin d'éviter ainsi dans l'avenir, tout danger d'infection ; en effet, s'il est vrai qu'il existe des sortes, des lignées de céréales montrant vis-à-vis de ces maladies une résistance vraiment extraordinaire, il n'en est pas moins vrai aussi qu'on n'a pas encore réussi à créer des formes chez lesquelles cette résistance serait absolue ; il faut toujours prévoir, certaines années, des possibilités d'attaque qui, quoique bénignes peut-être, **désapprecieraient**, à un degré plus ou moins grand, la valeur commerciale de la marchandise ; ceci est surtout vrai pour la Carie du froment.

La *Verse*, enfin, est une nuisance contre laquelle, comme pour les maladies cryptogamiques, c'est la sélection elle-même qui doit lutter en créant des sortes plus ou moins résistantes, plus ou moins « inversables ». En tout cas, si on a des parcelles versées, afin d'éviter l'encombrement des sentiers, et afin de faciliter la récolte et éviter les mélanges accidentels entre lignées voisines, il est à conseiller, après avoir relevé les plantes de bordure, de tendre le long de celles-ci des grosses ficelles retenues par des tuteurs en bois.

2. — Les travaux au jardin d'amélioration.

Remarque : Les données qui suivent se rapportent principalement à l'ensemble des *céréales*, et parmi celles-ci, aux céréales **autogames** (blé, orge, avoine) ; pour ce qui concerne les autres plantes de grande culture, surtout les plantes sarclées, prière de se reporter aux chapitres spéciaux traitant de leur amélioration (deuxième partie).

A. — Parcellation.

L'époque normale des semailles s'approchant, le premier travail à effectuer au jardin d'amélioration sera la division du terrain en soles, d'après le système de rotation que l'on aura adopté. Afin de rendre possible la succession annuelle des cultures, ces divisions devront être autant que possible d'égale grandeur, grandeur qui sera celle de la sole la plus étendue; la superficie de celle-ci dépend naturellement du nombre de lignées en observation pour la céréale en cause et surtout du nombre de descendances en multiplication.

Les soles seront séparées par des chemins suffisamment larges ; au moins un chemin principal aura suffisamment d'ampleur pour permettre le passage d'une charrette.

On procède ensuite à la *parcellation*, au fur et à mesure de l'avancement des semis, en établissant les diverses parcelles réservées aux élites et aux multiplications, d'après les indications qu'on trouvera ci-après. (Voir pour la *parcellation* les plans fig. 9 et 10.)

Aux parcelles qui vont recevoir les semences de multiplication, on se contente de donner les façons préparatoires ordinaires ; quant à celles qui sont destinées aux élites, leur préparation nécessite un peu plus de soin, le semis ou plutôt la « plantation » devant se faire graine par graine, au moyen *d'appareils ad hoc*; la terre en sera émiettée davantage, et leur assiette sera plus plane que dans la culture ordinaire.

Il ne faudra cependant pas exagérer dans ce sens, car un *émiettage* poussé trop loin désavantage sérieusement les jeunes plantes vis-à-vis des pluies, des neiges, et surtout des froids trop rigoureux, la protection qui leur est autrement fournie par les petites mottes non défaites leur manquant dans ces circonstances.

Il est recommandé de ne pas affecter à des parcelles d'amélioration une bande d'environ trois mètres de largeur courant le long de la clôture, surtout là où le jardin avoisine des routes ou des chemins très fréquentés ; on y effectuera une culture quelconque qui servira de protection aux parcelles d'amélioration ; on pourrait entre autres, comme nous l'avons déjà dit, y semer très utilement du froment précoce, qui constituerait ainsi une excellente bande de protection contre les déprédations des oiseaux.

B. — Les semis.

I. Semis des parcelles pour le choix des plantes-mères.

Les graines des divers échantillons d'origine multiple, ou celles provenant de l'égrenage des gerbes reçues des cultivateurs, sont semées sur une suite de parcelles dont la grandeur dépendra à la fois du nombre d'échantillons, de leur importance et de l'étendue totale disponible ; généralement, une parcelle de 3 m. X 3 m. pourra suffire pour chaque échantillon.

Afin de faciliter, à la maturité, le choix des plantes-mères, les semis — qu'ils se fassent à la volée ou, ce qui vaudra mieux, en lignes — devront être *suffisam-*

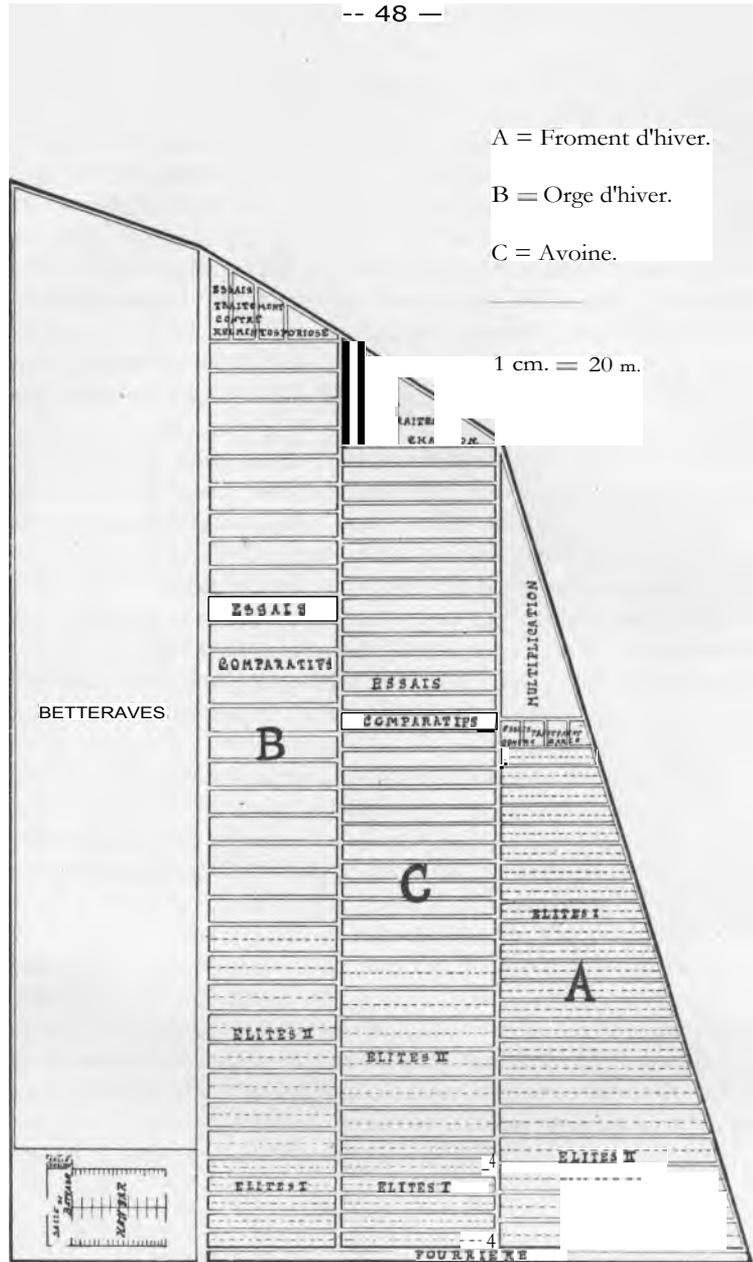


Fig. 9. — Plan parcellaire (1927-1928) du Jardin d'Amélioration I (*Station de Recherches pour l'Amélioration des Plantes, Gembloux*). Plan dressé par M. Larose, assistant.

A = Froment d'hiver.

C = Avoine.

1 cm. = 15 m.

Ir

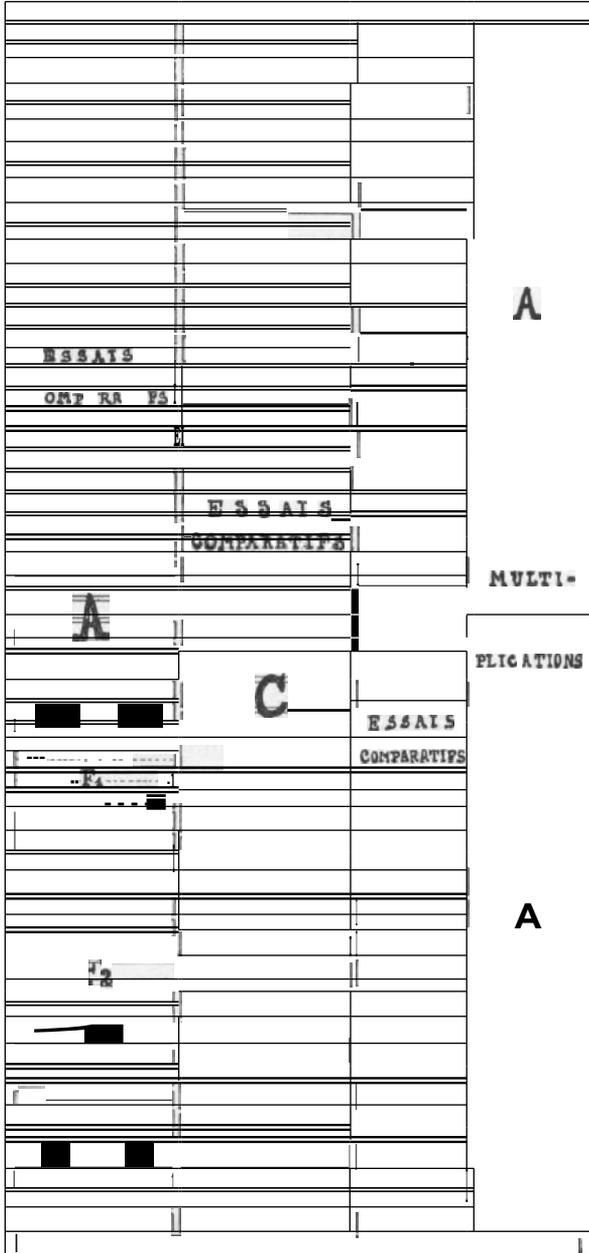


Fig. 10. — Plan parcellaire (1927-1928) du Jardin d'Amélioration II (*Station de Recherches pour l'Amélioration des Plantes, Gembloux*). Plan dressé par M. Larose, assistant.

ment clairs, afin d'assurer, dans la limite du possible, la régularité de nutrition et d'empêcher l'intrication des plantes.

Il est même très recommandable, si on dispose du temps et du personnel nécessaire, d'employer pour ces semis une des méthodes exposées ci-dessous pour le semis-plantation des élites.

II. Semis-plantation, sur des parcelles dites « à élites », des graines provenant des plantes-mères, points de départ d'amélioration.

Les graines de chaque plante-mère sont semées sur des parcelles dites « à élites », en lignes équidistantes et à distances égales dans la ligne, distances qui varient, dans des limites assez étroites, chez les divers expérimentateurs. A Giessen (Hesse), ces distances sont de 0.20 m. et 0.15 m. (0.20 m. entre les lignes, 0.15 m. entre chaque plante dans la ligne) ; les sélectionneurs de froment et de seigle, dans les Flandres, sèment à 0.20 m. sur 0.10 m. ; à **Weihenstephan** (Bavière), ainsi qu'à l'**Institut** suédois de **Svalöf**, ces distances sont ramenées à 0.15 m. X 0.05 m.

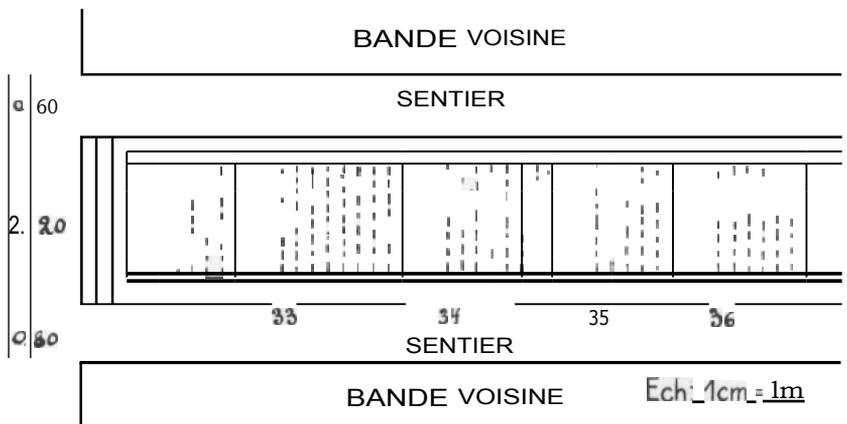


Fig. 11. — Plan d'une parcelle d'élites de première année, avec bordure et lignes de séparation. T = témoin. (Dessin de M. Larose.)

Faisons observer, à ce sujet, qu'une trop grande distance provoque un tallage exagéré, une maturité irrégulière et l'apparition de repousses tardives ; on ne peut, d'autre part, descendre en dessous d'une certaine distance minima, des lignes trop rapprochées rendant très difficiles les soins d'entretien et empêchant la libre circulation de l'air et de la lumière, une plantation trop serrée dans la ligne risquant de provoquer un mélange de touffes.

A la Station bavaroise, on enregistre normalement d'assez abondantes précipitations atmosphériques; aussi, y a-t-on serré davantage les plantes afin d'éviter l'exagération du tallage; on y préconise néanmoins, pour les contrées à climat plus sec, les distances de 0.20 X 0.05 m. ou 0.075 m.; à **Gembloux**, nous avons définitivement adopté les distances : 0.20 m. (entre les lignes) X

0.05 m. (dans la ligne) ; nous nous rapprochons ainsi d'assez près des méthodes de la culture normale.

La *longueur* des parcelles dépendra évidemment du nombre d'élites ainsi que des dimensions de la sole. Quelle en sera la *largeur* ? Il est de règle de ne pas dépasser une largeur qui ne permettrait plus, des chemins longeant la parcelle, l'observation des plantes. Nous avons adopté une largeur de 1.50 m., permettant la plantation de 30 graines par ligne. Si l'on décidait le tracé de la *bordure régularisatrice* dont nous parlons ci-dessous, la largeur de la parcelle devra être portée à 2.20 m. (Fig. 11). Chaque lignée comportera ainsi de 4 à 7 lignes, selon le nombre de bonnes graines fournies par la plante-mère.

La mise en terre des graines de la plante-mère N° 1 étant achevée, on procède, après interposition de 2 à 3 lignes d'une autre céréale, semées clair, au semis des graines de la plante-mère N° 2, en faisant ainsi se succéder autant de parcelles (lignées), que le permet la longueur de la bande ; après quoi, on établit, parallèlement à la première, le nombre de bandes de terrain nécessaires, jusqu'à épuisement des graines disponibles; en un mot, on aura, se succédant le long d'un certain nombre de bandes étroites parallèles, autant de parcelles d'élites qu'il y a eu de plantes-mères choisies. (Fig. 12.)

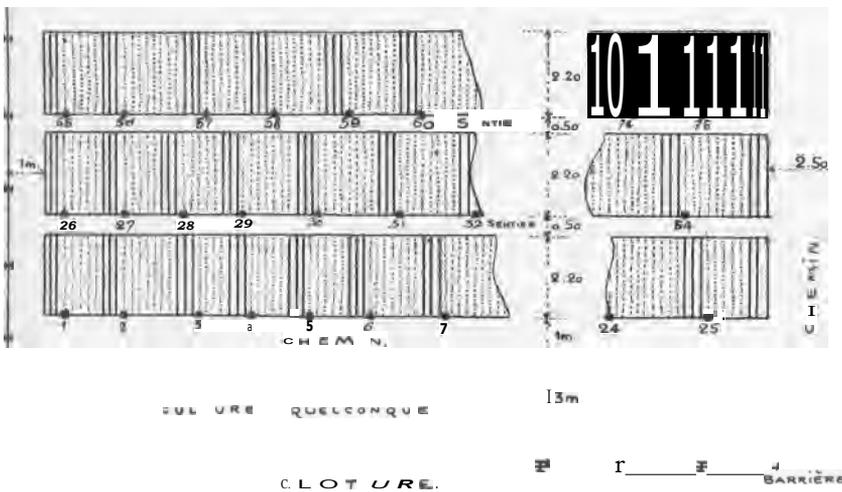


Fig. 12. — Plan d'un coin des parcelles d'élites de première année.

Afin de réduire la superficie, nécessaire à l'ensemble des cultures, on pourrait accoupler *deux* bandes de parcelles (Fig. 13), en les séparant, dans le sens longitudinal, par 2-3 lignes d'une autre plante. La largeur d'une *double bande* serait donc de 3.60 m. environ, dans le cas d'absence de bordure.

Une remarque importante : il faudra surveiller de très près cette plantation; des erreurs sont vite commises dans l'ordre de succession des descendance; il arrive fréquemment aussi que les ouvriers ou bien déposent accidentellement plus d'une graine à un emplacement, ou omettent, au contraire, par-ci par-là, le dépôt d'une semence.

On aura soin également d'annoter la date des semailles, l'ordre de semis des diverses lignées ainsi que le nombre de lignes que chaque descendance comporte.

Au commencement de la première ligne de chaque élite, on plantera une étiquette portant le numéro de la lignée ; dans le choix de ces étiquettes, ce serait faire une fausse économie que d'utiliser celles qui sont d'usage courant en horticulture : les pluies ont vite fait d'effacer les inscriptions et l'accumulation des neiges les casse en grand nombre au ras du sol ; nous utilisons des étiquettes en sapin (le mélèze conviendrait encore mieux) de 0.45 X 0.065 X 0.015 m., taillées inférieurement en pointe (enduire de goudron végétal) et peintes en noir; les numéros y sont portés en couleur blanche, au moyen d'un jeu de chiffres ou de lettres.

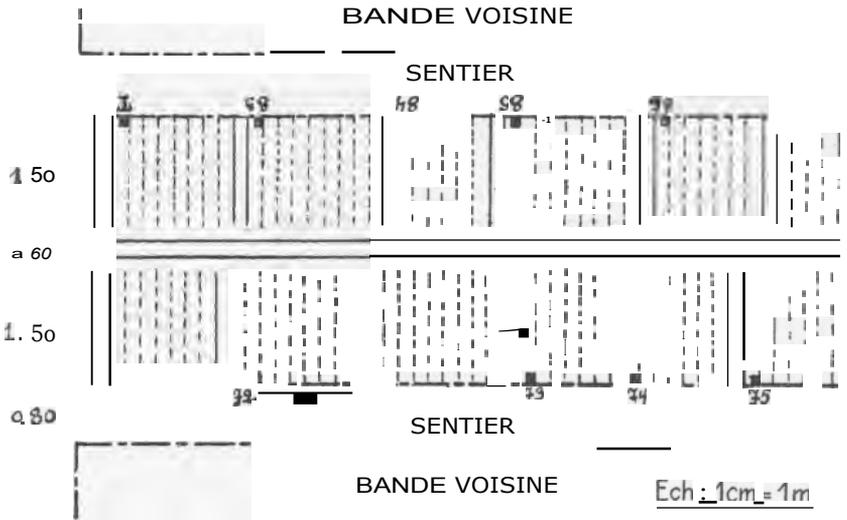


Fig. 13. — Double bande d'élites I, sans ligne de bordure. T = parcelle témoin. (Dessin de M. Larose.)

BORDURES RÉGULARISATRICES DE NUTRITION. — Nous avons déjà vu, dans la première partie de cet ouvrage, en parlant du choix des plantes-mères, que les plantes en bordure d'un champ, de par leur situation périphérique, ont à leur disposition une plus ample circulation d'air, un éclairage plus favorable et souvent aussi, un apport plus élevé en matières nutritives.

Cette situation privilégiée est cause, chez ces plantes, d'une vigueur plus grande de végétation, d'une luxuriance particulière. Or, s'il est vrai que ce développement anormal des plantes de bordure n'influence guère, en culture ordinaire, les rendements totaux des parcelles, vu l'étendue relativement grande de celles-ci, il n'en est plus de même quand il s'agit des parcelles, plutôt petites, d'un jardin d'amélioration.

D'autre part, leur développement extraordinaire étant dû aux circonstances purement locales d'un apport fortuit et supplémentaire de nourriture, ces plantes de bordure devraient être écartées du choix éventuel des nouvelles élites.

La régularisation nutritive et l'élimination de l'influence de la variabilité fluctuante peuvent, dans ce cas, s'obtenir de deux façons : ou bien en écartant

du choix des plantes-mères, dans le cas des parcelles à échantillons, ou du choix des nouvelles élites, ainsi que de la détermination des facteurs établissant le rendement, dans le cas des parcelles qui nous occupent en ce moment, les plantes de bordure. C'est-à-dire *les trois premières et les trois dernières touffes de chaque ligne*. C'est là une méthode d'application assez facile; elle se complique cependant du fait qu'il faut partager la récolte de chaque descendance en deux lots, dont un — celui des plantes de bordure — sera exclu de toute détermination de rendement. Néanmoins, l'analyse de l'autre lot étant terminée, on pourra y ajouter les graines provenant de l'égrenage de la bordure et, après triage de l'ensemble, semer la graine comme élite de seconde génération, dans le cas où la ligne est maintenue en amélioration.

La seconde méthode est celle dite « *du manteau de bordure* »; elle consiste à semer, autour des bandes de terrain portant les parcelles d'élites, 2 à 4 lignes d'une autre céréale. Rarement les graines de ce manteau sont plantées à équidistance au moyen des mêmes appareils que ceux utilisés pour la plantation des graines des élites elles-mêmes; le plus souvent, elles sont simplement semées à la main en semis clair, dans de petits sillons tracés autour de la parcelle au moyen d'un rayonneur.

Quoi qu'il en soit, les bordures sont toujours constituées par des plantes *d'une autre espèce* et, mieux encore, *d'un autre genre* que celles qui sont en amélioration, afin de prévenir les mélanges regrettables ainsi que des croisements spontanés qui, même chez les espèces **autogames**, constituent des accidents qui se rencontrent assez fréquemment pour mériter l'attention soutenue du sélectionneur.

C'est ainsi que pour entourer d'une bordure les élites de froment d'hiver, d'orge d'hiver, d'avoine, de froment de mars et d'orge d'été, on utilise respectivement l'orge et le froment d'hiver, l'orge à deux rangs, le froment de mars ou le seigle d'été.

L'établissement de ces bordures demande du terrain et de la main d'oeuvre; aussi, à notre Station, avons-nous décidé leur suppression, en nous basant sur le fait que cette influence indéniable qu'exercent les sentiers sur les plantes de bordure, se répète de façon quasi identique sur chaque parcelle; dès lors, les rendements des diverses lignées resteront, malgré tout, comparables.

VIDES ÉVENTUELS DANS LES PARCELLES D'AMÉLIORATION. — Tout le long des lignes des plantes en amélioration, des places vides peuvent se produire, isolées ou plus ou moins **confluentes**, et dues à des causes diverses: grains non germés, plantules non viables, destruction par les gelées ou par l'humidité prolongée, déprédations par les vers de terre, les limaces, les larves d'insectes divers, etc.

Si ces vides prennent quelque extension, le même phénomène de **surnutrition** que celui que nous constatons chez les plantes de bordure, va se produire en faveur des plantes avoisinant ces vides.

Diverses mesures ont été préconisées pour obvier à cet inconvénient; dans certaines stations allemandes, on semait, à chaque emplacement destiné à recevoir une graine, une seconde graine de remplacement éventuel; aussitôt que la végétation normale était assurée après l'hiver, on arrachait la plantule en **excé-**

dent. On peut objecter à ce procédé, qu'il demande un nombre double de graines dont la grande majorité est inutilement sacrifiée ; en outre, on risque, par cet arrachage d'une plantule déjà bien enracinée, de provoquer aussi la mort de celle qui reste et, enfin, les frais de main d'oeuvre et la perte de temps sont trop élevés, pour peu que l'on possède un nombre assez grand de parcelles.

Dans d'autres stations que j'ai visitées, j'ai vu établir à côté des parcelles d'élites, des pépinières de plantules de réserve, qu'on repiquait, au printemps, aux places vides. Ici encore, les mêmes objections portent : nécessité d'un double lot de graines pour chaque descendance ainsi que d'une importante main d'oeuvre, risque, en outre, d'une nouvelle perte ultérieure d'un certain nombre des plantules repiquées qui n'auraient pas repris.

Faisons d'ailleurs remarquer, à ce sujet, que, s'il est désirable d'assurer à chaque jeune plante une somme de matières nutritives la plus égale possible, ce désir ne doit pas être cependant porté jusqu'à l'exagération. En plein champ, ces vides sont généralement dus soit à une mauvaise levée, soit surtout à l'influence néfaste des froids rigoureux; or, ce peu de résistance des plantules vis-à-vis des gelées doit déjà **normalement** suffire pour éliminer cette lignée de la sélection, les deux premières générations d'une amélioration étant surtout un matériel de comparaison au point de vue notamment de la résistance au froid, à la sécheresse, etc.

Ultérieurement d'ailleurs, au cours de la végétation printanière, on a souvent encore à enregistrer des places vides, très étendues, dues aux dégâts de parasites divers; impossible, à ces périodes de végétation déjà très avancées, d'utiliser une méthode quelconque de remplacement. Il ne reste, dans ces cas, d'autre ressource que de chercher, par des moyens appropriés, à limiter le plus rapidement possible l'attaque et dans le cas où les vides produits seraient très étendus, de **rechoisir**, dans ces parcelles, de nouvelles plantes-mères.

LIGNES DE SÉPARATION ENTRE LES LIGNÉES. — Souvent — et cette pratique me semble très recommandable — on plante ou on sème à la main, en un semis clair, entre deux lignées successives, 2-3 lignes d'une autre plante, du froment d'hiver, par exemple, dans une sélection d'orge d'hiver et vice versa. (Fig. 11.) Ces lignes de séparation qui, au besoin, peuvent être écimées, ont l'avantage de faciliter grandement les observations comparatives, tout en diminuant, en cas de verse surtout, le danger de mélange.

SENTIERS. — Des sentiers sépareront, les unes des autres, les bandes le long desquelles se succèdent les parcelles d'élites. De 0.50 m. qu'elle était au début, nous avons porté, cette année, leur largeur à 0.80 m.; nous y avons été poussé par le désir d'écartier, autant que possible, les dangers de mélange entre lignées se faisant face, surtout au moment de la moisson.

APPAREILS DIVERS UTILISÉS POUR LE SEMIS-PLANTATION DES ÉLITES DE CÉRÉALES. — Afin de faciliter et surtout de rendre rapide le semis, à équidistance, des graines des élites, tout en assurant une bonne exécution du travail, j'ai vu utiliser, au cours de mes voyages d'études, les appareils les plus divers.

Dans une *première série* d'appareils, on dépose les graines, à équidistance, sur le sol et on les y enfonce au moyen d'une espèce de plantoir.

A certaines stations allemandes, on utilisait, avant la guerre, un appareil appelé « cadre de Lang », constitué par des câbles de 7 m. de longueur, disposés parallèlement à 0.15 m. ou 0.10 m. de distance l'un de l'autre et réunis, transversalement, par de légères traverses en bois ou en bambou à des équidistances de 0.10 m. sur 0.20 m. d'où délimitation de rectangles de 0.10 m. sur 0.15 m., de 0.10 m. sur 0.20 m., 0.15 sur 0.15 m. ou 0.15 sur 0.20 m. Les extrémités des câbles étaient fixées à deux lattes transversales traversées chacune par deux légers montants en fer d'environ 1 m. de hauteur formant poignées et se terminant inférieurement, en dessous des lattes, par une pointe qui permettait de fixer l'appareil en terre, après l'avoir bien tendu à la surface de celle-ci.

Cet appareil, vu sa grande légèreté et la facilité avec laquelle on pouvait l'enrouler, était d'un transport très aisé et permettait un travail très rapide. On en a cependant abandonné, un peu partout, l'emploi; on lui reproche justement cette trop grande légèreté, la difficulté de le tendre convenablement et les déformations et torsions que provoque l'humidité.

On utilise généralement en Allemagne, un système beaucoup plus rigide constitué par un cadre formé de 4 légers chevrons, soutenant des fils de fer de 3 mm. de diamètre, disposés longitudinalement et transversalement et dont les entrecroisements soudés délimitent des rectangles de 0.075 m. sur 0.20 m. par exemple; des traverses en bois consolident le tout. De par sa rigidité, cet **appareil** remplace avantageusement le cadre de Lang : il ne craint pas l'humidité et les rectangles sont indéformables. Les fils de fer étant insérés au milieu des chevrons formant le cadre de l'appareil, celui-ci est garni, aux coins, de courtes pointes en fer qu'on enfonce dans le sol afin de mettre l'ensemble bien en **contact** avec celui-ci.

Nous utilisons, avant 1926, un appareil analogue à celui que je viens de décrire, mais quelque peu simplifié : le cadre en était plus lourd, ce qui permettait la suppression des deux traverses intermédiaires, tout en augmentant encore néanmoins sa rigidité; les extrémités des fils de fer avaient été attachées à la face inférieure des chevrons formant encadrement, de façon à ce qu'ils venaient reposer directement sur le sol; les pointes, devenues ainsi inutiles, avaient, elles aussi été éliminées. (Fig. 14.) Les points d'entrecroisement avaient été consolidés par une ligature en fil léger, soudée avec eux, le tout formant ainsi un ensemble absolument indéformable. Quatre poignées, adaptées au cadre, permettaient le transport facile de l'appareil.

Pour effectuer le semis au moyen de ce cadre (Fig. 17), on le dispose sur les parcelles assez bien égalisées, de façon à ce que ses bords longitudinaux soient parallèles aux sentiers. Deux ouvrières déposent sur le sol, à chaque entrecroisement du fil et toujours dans le même angle, une graine que deux autres enfouissent au moyen d'un petit plantoir; celui-ci porte à la hauteur voulue une petite planchette transversale formant arrêt, assurant ainsi une profondeur de plantation suffisamment régulière.

Les graines d'une première parcelle étant ainsi mises en terre, on passe deux ou trois lignes (« lignes de séparation » entre deux lignées successives, **consti-**

tuées par une autre céréale, et semées à la main, en semis clair), puis on procède à la plantation des graines de la lignée suivante et ainsi de suite. Quand on est parvenu à l'extrémité de l'appareil, on le soulève par les poignées et, en marchant soit sur le chemin, soit sur la bordure de la parcelle, on le transporte plus loin et on le dépose de façon à ce que le premier fil transversal coïncide avec la dernière ligne plantée, de façon à assurer ainsi le parallélisme des lignes.

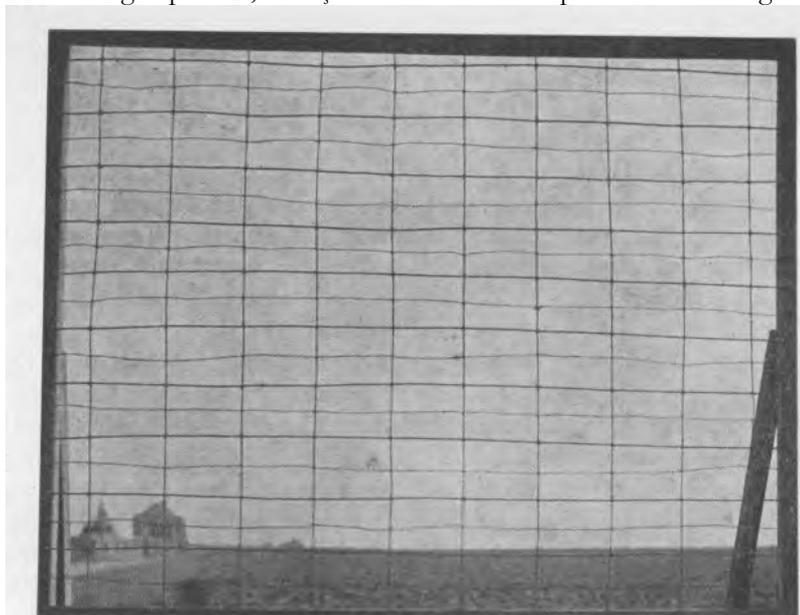


Fig. 14. — Cadre pour le semis-plantation des graines des élites de première année.
(Les deux supports obliques ne font pas partie de l'appareil.)
Depuis 1926, on a supprimé les fils transversaux. (Voir p. 59.)

Aussitôt qu'une certaine longueur de bande est ensemencée, on recouvre prudemment les graines par un coup de râteau à dents courtes afin de ne pas déranger l'ordonnance des lignes.

Dimensions de ces appareils. — La largeur devra être telle qu'elle permette la mise en terre, pour chaque ligne, du nombre de graines déterminé; si, pour les élites de première année, on sème 30 graines par ligne, l'appareil comptera 30 fils longitudinaux à 0.05 m. de distance l'un de l'autre; le premier et le dernier de ces fils devront être à une distance suffisante du cadre pour permettre facilement le dépôt et l'enfouissement des graines. La largeur intérieure de l'appareil, de cadre à cadre, est donc de 1.55 m. environ.

Quelle en sera la longueur, ou, en d'autres mots, combien comptera-t-il de fils transversaux à l'équidistance de 0.20 m. ? Ce nombre n'est limité que par la nécessité de rendre l'appareil ni trop encombrant ni trop lourd; d'autre part, plus long il est, moins de fois il faudra le déplacer. Soit par exemple un appareil couvrant 3 parcelles de 5 lignes chacune; avec les lignes de séparation et, à l'équidistance de 0.20 m., cela nous donnera une longueur de 4.10 m., mesurée intérieurement de cadre à cadre.

A la station d'amélioration du Hanovre, établie à **Goettingue**, j'ai vu employer, en 1913, un autre dispositif très simple et très recommandable, consistant en *une latte portant des encoches*, distantes l'une de l'autre de 0.05 m. ou 0.10 m.; cette latte se déplace transversalement à la parcelle le long de deux pièces de bois disposées parallèlement à celle-ci et munies, tous les 0.15 m. ou 0.20 m., de traits de repère ; une graine est déposée vis-à-vis de chaque encoche et enfoncée au moyen d'un plantoir.

A **Svalôf**, la grande station suédoise, on utilise un appareil appelé « **markôr** » (*marqueur*), constitué par un rectangle formé d'un assemblage de planches portant des rangées de trous, à équidistances de 0.10 m., 0.15 m. ou 0.20 m., avec un écartement, entre les ouvertures, de 0.05 m. ou 0.075 m. Pour effectuer un semis, on dispose le « marqueur sur le sol, un ouvrier laisse tomber une graine dans chaque trou et un second enfonce celle-ci en terre au moyen d'une tige en fer munie d'une poignée et d'un arrêt.

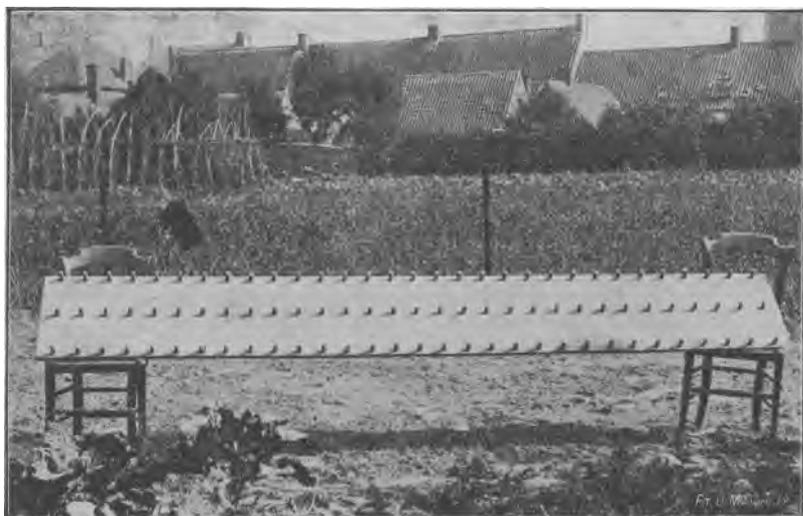


Fig. 15. — Planche-plantoir des Flandres, 2 m. X 0,45 m., à trois rangées de pointes, placées à un écartement de 0,20 m. entre les rangées et de 0,10 in. dans les lignes.
(Cliché du Ministère de l'Agriculture.)

Dans une *deuxième série* d'appareils, on fait, au préalable, des trous équidistants et on y laisse tomber la graine. A cette série appartiennent les diverses « *planches à semer* », utilisées entre autres par les sélectionneurs des Flandres (fig. 15 et 16); il s'agit de grandes planches ou d'ensembles de planches, dont une des faces est munie de rangées équidistantes de pointes cylindriques en bois : l'appareil fortement pressé sur la parcelle bien émietée et aplaniée, tasse la terre et les pointes, en s'enfonçant, forment des trous qui vont recevoir la graine, dont le recouvrement se fait au râteau.

Quels sont, parmi tous ces systèmes, ceux qui sont à préférer ? Ce qu'il faut leur demander, c'est la légèreté, l'indéformabilité, la rapidité et la perfection d'exécution du travail.



Fig. 16. — La planche-plantoir des sélectionneurs flamands : manière de s'en servir.
(Cliché du Ministère de l'Agriculture.)



Fig. 17. — Plantation-semis des élites à la Station d'Amélioration de l'Etat, à Gembloux
(avant 1926).

L'appareil de Lang doit être exclu de par sa légèreté exagérée et la facilité avec laquelle il se déforme par suite des alternances d'humidité et de sécheresse.

Les appareils à entrecroisements de fils ont le grand avantage de permettre l'observation de la graine avant son enfouissage : l'aide qui manie le plantoir peut s'assurer ainsi qu'on a déposé, à chaque entrecroisement, une graine et pas plus d'une. Un léger désavantage de cette méthode, c'est de nécessiter l'installation, transversalement à la parcelle, de planches permettant la circulation des ouvriers : or, ces planches tassent plus ou moins le terrain par places, ce qui pourrait influencer inégalement la levée et le développement ultérieur des jeunes plantes (fig. 17). Afin de supprimer cet inconvénient, on pourrait choisir des planches assez épaisses reposant, par leurs extrémités, sur des blocs en bois, placés, d'après les circonstances, soit sur la partie réservée à la bordure, soit sur les sentiers. D'ailleurs ce léger tassement est partiellement, sinon totalement, supprimé par le coup de râteau qui recouvre les graines.

Quant aux « planches à semer », elles ont pour elles leur facilité d'emploi, mais je leur reprocherais la possibilité d'un remplissage partiel des trous par la terre environnante au moment où l'on retire les pointes, la difficulté d'extraction de graines superflues et le peu de facilité avec laquelle on peut constater l'oubli du dépôt d'une graine dans une ou plusieurs ouvertures.



Fig. 18. — Méthode actuellement employée à la Station, de l'Etat, à Gembloux.

MÉTHODE ACTUELLEMENT ADOPTÉE A LA STATION D'AMÉLIORATION DES PLANTES DE GEMBOUX, pour la mise en terre des graines des Elites de première année. — Des sillons d'une profondeur de 3-4 cm. et distants, les uns des autres, de 20 cm., sont tirés, dans le sens longitudinal du terrain, au moyen d'un rayonneur ordinaire. Puis, les bandes le long desquelles vont se suivre les

0.05 dans la ligne; ainsi l'on se rapproche déjà quelque peu des conditions normales de culture. Chaque rangée comprend 60 graines; les parcelles ont donc une largeur de 3 m., de chemin à chemin, ou de 3 m. 75 si on y comprend deux bordures latérales (fig. 19). A ce sujet, je ferai, ici aussi, observer que l'on peut négliger l'établissement d'une bordure *régularisatrice*, la légère inégalité de nutrition des plantes extrêmes des lignes se répétant de la même façon dans toutes les parcelles en observation.

Comme pour les Elites I, on peut accoupler deux bandes longitudinales. La largeur totale d'une telle double parcelle serait de 7.30 m., dans le cas où on établit une bordure le long des chemins, et de 6.60 m. dans le cas contraire (Fig. 20.)

N'oublions pas d'interposer, entre chaque lignée, 2 ou 3 lignes d'une autre plante appropriée : cela facilite beaucoup les observations comparatives des petites parcelles et empêche des mélanges accidentels lors de la moisson, en cas de verse.

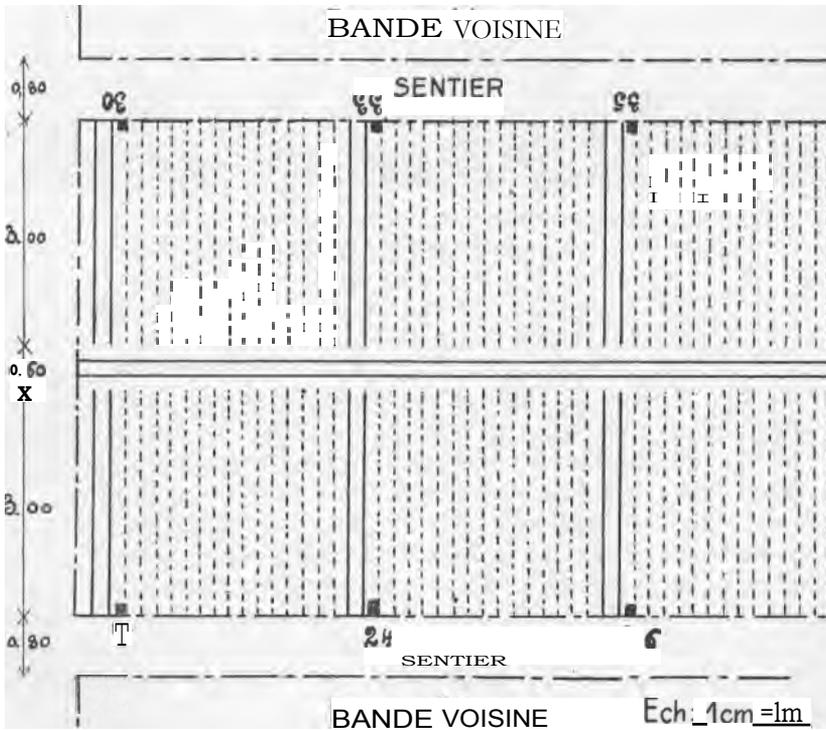


Fig. 20. — Double parcelle d'élites de deuxième année, sans bordure le long des sentiers.
T = parcelle témoin. (Dessin Em. Larose.)

Afin de rendre plus aisée l'étude comparative des rendements parcellaires, il est à recommander de semer, pour chaque descendance en observation, autant que possible *le même nombre de lignes*, par exemple 15 lignes, soit 900 graines.

Appareils. — Comme il s'agit encore d'un semis à équidistance, on fait usage de l'appareil précédemment décrit mais quelque peu modifié vu la superficie sensiblement plus grande des parcelles.

Nous utilisons l'appareil suivant qui, par sa simplicité, permet un semis très rapide des graines des élites II, tout en assurant suffisamment leur **espace-**
ment régulier. Un cadre composé de quatre chevrons délimite un rectangle de

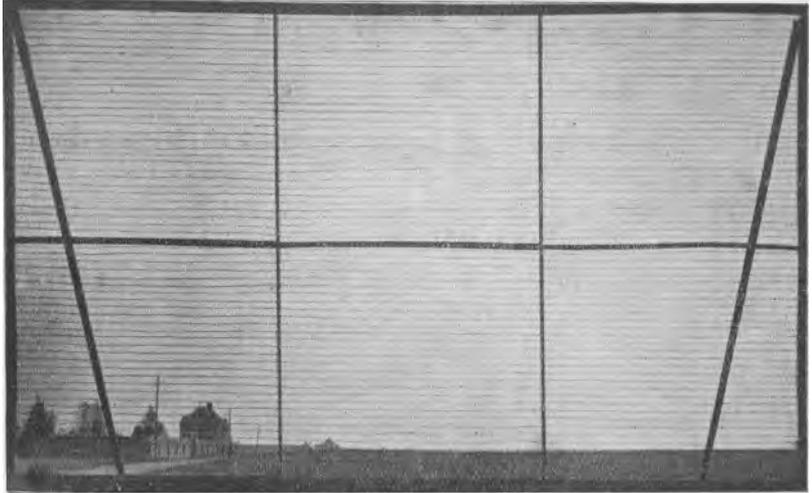


Fig. 21. — Cadre pour le semis-plantation des graines des Elites II.
(Les deux supports obliques ne font pas partie de l'appareil.)

3.10 m. de largeur et de 5.25 de longueur. Dans le sens de celle-ci sont tendus 60 fils de fer à 0,05 m. l'un de l'autre. (Fig. 21.)

Avant d'effectuer le semis, on trace, au moyen d'un rayonneur, à dents équidistantes de 0.20 m., des lignes parallèles dans le sens de la largeur de la parcelle; après quoi, on dépose le cadre sur la parcelle, les longs côtés étant parallèles aux sentiers et, à chaque point **d'entrecroisement** d'un fil de fer et d'une ligne tracée au rayonneur, on dépose, dans celle-ci, une graine.

On procède ainsi au semis successif de toutes les descendance et, chaque fois qu'on est arrivé au dernier fil du cadre, on soulève celui-ci et on le fait progresser d'une longueur, en ayant soin, afin d'assurer le parallélisme des lignes, de faire coïncider le premier fil avec la dernière rangée semée. N'oublions pas de réserver, entre les parcelles, deux ou trois lignes pour une plante de séparation.

Au fur et à mesure que la plantation avance, on enterre prudemment les graines au râteau.

RECONSTITUTION DE NOYAUX PURS DES LIGNÉES EN MULTIPLICATION. — Il est extrêmement difficile, sinon impossible, de maintenir la pureté des lignées de choix pendant un laps de temps même relativement court. Outre la possibilité d'hybridations spontanées en plein champ ou de variations brusques à l'intérieur des lignées pures (mutations), les occasions de mélanges accidentels sont légion : sacs, semoirs, oiseaux, rongeurs, moisson, transports, hangars, bat-

teuses, trieurs, etc... De là, la nécessité absolue de reconstituer périodiquement, et même annuellement, des noyaux purs dans les lignées les plus méritoires.

Nous avons résolu le problème (1), en choisissant annuellement, dans chacune des meilleures lignées en multiplication, une centaine de plantes. Un certain nombre d'entre elles sont égrenées, une à une, et leurs graines constitueront, à la suite de chaque quatrième parcelle d'Elites, une petite série de parcelles « standard » ou « témoins ». (Voir fig. 11 et 13.)

Ces parcelles, ainsi intercalées entre les élites, auront un double avantage : elles serviront, tout d'abord, de points de comparaison pour juger la valeur respective des nouvelles lignées; ensuite, leurs graines constitueront l'origine de noyaux purifiés, qui, l'année culturale suivante, pourront passer en petite multiplication ou en essai comparatif.

Toutes les autres plantes choisies dans chaque lignée en multiplication, sont égrenées et leurs graines mélangées constitueront un lot dans lequel on puisera pour établir des parcelles *témoins* analogues, dans la série des Elites II. (Fig. 19 et 20.)

Une autre technique pour le maintien de la pureté de lignée est celle que l'on suit chez MM. de **Vilmorin**, à Verrières-le-Buisson. Voici le schéma de cette méthode qui n'est, somme tout, qu'une sélection généalogique à choix annuellement répété d'élites. (Fig. 22.)

Les graines provenant des plantes-mères sont semées sur des parcelles d'Elites I; dans chacune d'elles, vers le milieu, on choisit, à maturité, les « choix », c'est-à-dire les *trois* meilleures plantes les plus caractéristiques de la lignée. Celles-ci constitueront, l'année culturale suivante, trois nouvelles parcelles dérites I : élites I 1, 2 et 3; les autres touffes de la parcelle initiale d'élites I formeront ce que nous appelons les Elites II ; toutes ces parcelles (Elites I 1-2-3 et Elites II) sont semées, pour chaque lignée, côte à côte et leur ensemble constitue « l'expérience de rendement » de la lignée II y aura donc autant de groupes que de lignées restant en observation, chaque groupe couvrant 25 m² (12.5 m. X 2 m.), sans bordures régularisatrices, avec sentiers de séparation de 1 m. de largeur.

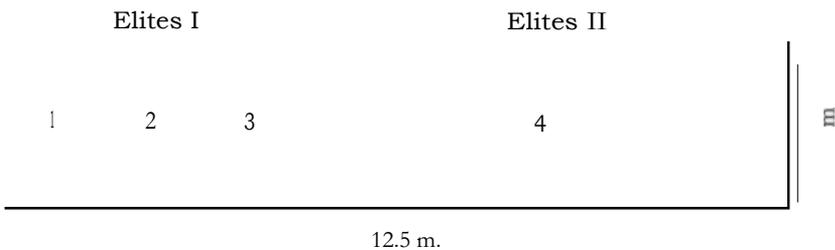


Fig. 22. — Un groupe des « expériences de rendement », chez MM. de **Vilmorin**. (Toutes les plantes du groupe appartiennent à la même lignée pure.)

(1) La mise au point, à **Gembloux**, de nos méthodes techniques est, de 1925 à 1927, principalement l'œuvre de M. Em. Larose, ingénieur agronome, assistant à notre Station.

A la récolte, on prélève, pour chaque lignée, vers le milieu d'une des trois Elites I — *la plus homogène* — une trentaine des plus belles plantes, bien typiques de la lignée; ces « choix » sont examinés au laboratoire et les trois meilleures plantes sont égrainées séparément, pour reconstituer, l'année suivante, les trois nouvelles sous-parcelles d'Elites I (Elites I 1-2-3). Ce qui reste est battu et ce « *fond des choix* » va reformer la partie Elites II du groupe « expérience de rendement. ».

Toutes les nouvelles créations sont soumises, *pendant plusieurs années successives*, à l'épreuve « de rendement » ; celles qui l'ont subie avec succès passent à la multiplication.

Retenons de cette méthode que le but du choix annuel de trois nouvelles Elites I ne peut qu'être, non pas un désir de perfectionnement de la lignée pure, qui, de par son essence, est immuable, imperfectible, mais la recherche d'un moyen de maintenir, annuellement, dans les lignées, des noyaux homogènes à soumettre, pendant une longue période, à l'épreuve d'essais comparatifs sérieux.

IV. Semis des graines provenant des parcelles d'Elites II, sur les parcelles d' « Essais comparatifs » ou de « petites multiplications ».

A ce stade de l'amélioration on dispose déjà de quantités de semences suffisamment grandes pour permettre de suivre, dans l'exécution des semis, les méthodes de la culture normale. On sème, soit à la main, soit au moyen d'un léger semoir (1), en lignes espacées de 0.20 m., ce qui permet des binages soigneux.

Les éliminations successives auront déjà considérablement réduit le nombre de parcelles, comparativement à celui des plantes-mères de départ; cependant, si on dispose d'une étendue suffisante de terrain, il est recommandable de ne pas exagérer outre mesure le nombre de ces *éliminations* et de les limiter aux descendance qui se sont montrées tout à fait inférieures : c'est, en effet, au stade d'élites de seconde année et, surtout, au cours des essais comparatifs que l'on peut étudier avec le plus d'exactitude la valeur des diverses lignées en observation.

Ces essais ne sont d'ailleurs que des multiplications établies d'une façon spéciale, avec, pour chaque lignée, répétition des parcelles un certain nombre de fois à travers la sole et intercalation de parcelles témoins ou « *standards* », constitués par la meilleure lignée déjà lancée en grande culture.

(Voir, plus loin, la technique des essais comparatifs, avec les diverses *méthodes de calcul de l'erreur probable.*)

Inutile de dire que toutes les parcelles d'un essai comparatif doivent avoir la même superficie : 2-4 ares, à *Gembloux*, d'après le nombre de lignées et le

(1) Nous utilisons un semoir à 5 lignes, à distribution forcée. Pour des petites multiplications, on pourrait, au besoin, faire usage d'un petit semoir à une ligne, facilement réglable, du type « Planet », mal adapté cependant au semis régulier de graines allongées, comme celles de l'avoine, par exemple.

terrain disponible (largeur des parcelles : 4-5 m., soit 4-5 largeurs de semoir).

En outre, il était d'usage, auparavant, d'ensemencer chaque parcelle au moyen d'une quantité comparable de semence, calculée d'après le poids du grain (poids de 1000 graines ou poids de l'hectolitre) ; afin d'établir, pour chaque parcelle, la quantité de graines à semer, on choisissait, comme point de comparaison, une variété réputée de la région, et on se basait sur la quantité de graines à l'hectare qu'on sème d'habitude pour cette sorte, à la période de l'année où l'on effectuait le semis. On en déterminait le poids de 1000 graines, puis, par une simple règle de trois, on établissait la quantité à semer pour chaque descendance en amélioration.

Un exemple fera encore mieux saisir cette manière de procéder :

Semis de froment 1922 : Sorte type : le **Descat** ; son poids de 1000 graines : 47.8 grammes ; dans la région de **Gembloux**, on sème le **Descat** vers le 10 octobre, à raison de 125 kg. par hectare. Cela étant, quelle quantité faudra-t-il semer à l'hectare pour la lignée 08, dont le poids de 1000 graines était, pour la récolte de 1922, de 63.4 grammes ? Plus pesant est le grain, plus on devra en mettre en terre ; la règle de trois nous donnera la formule :

$$\frac{125 \times 63.4}{47.8} \quad 166 \text{ kg. à l'hectare.}$$

Voici un extrait du tableau des semis de multiplication pour octobre 1922 :

Multiplications 1922. — Quantité de graines à semer à l'Ha.

LIGNÉES	QUANTITÉS	
	POIDS DE 1000 GRAINES	A SEMER A L'HA.
D. K. (standard)	47,8 gr.	125 kg.
05	55,3 »	144
08	63,4 »	166 »
029	48,5 »	127 »
013	54,0 »	141 »
025	61,8 »	162 »
052	49,6 »	130 »
064	56,8 »	149 »
069	54,6 »	143 »
085	56,6 »	148 »
097	46,6 »	122 »

On ne trouve guère de système de semoir qu'on puisse régler au point de semer à volonté **n'importe** quelle quantité de graines à l'hectare, à quelques kilos près ; mais on atteindra un degré suffisant d'exactitude en répartissant en quelques groupements, tous les résultats calculés et en adaptant au semoir des couples d'engrenages répartissant une quantité de semences égale, à peu de chose près, à la moyenne de chaque groupement.

Dans le cas présent, ces groupements seront :

A NOMBRE DE CINQ	Kg.	Moyennes	B POIS SEULEMENT	Kg.	Moyennes
	122	122		kg.	122
125	127,5	kg.	125	126	kg.
127					
130					
141 } 143 } 144 }	142,5	kg.	1	145	kg.
148 } 149 }					
148 } 149 }					
162 } 166 }	164	kg.	162	164	kg.
166 }					

Actuellement, d'après des études faites aux Etats-Unis à diverses stations expérimentales, on n'attache plus du tout la même importance à la fixation de quantités comparables de semences pour l'emblavement des parcelles d'un essai comparatif ; on y a établi que l'emploi, à une même époque de semis, de quantités identiques, en poids, de graines, pour toutes les lignées en observation, même quand les poids de l'hectolitre sont sensiblement différents d'une lignée à l'autre, n'affecte pas suffisamment les résultats, pour qu'on s'impose le travail fastidieux et la perte de temps qu'exigent ces changements continuels dans les réglages de débit des semoirs.

Aussi avons-nous renoncé à ceux-ci et adopté la technique suivante : on commence par déterminer, d'après l'usage courant de la région, la quantité de graines à semer à l'are, à l'époque de l'année où l'on se trouve. On choisit alors, pour effectuer le réglage, la lignée dont le poids de l'hectolitre est moyen. Une quantité suffisante de semences de cette lignée est mise dans le bac de l'appareil et l'on attache à chaque tube de distribution un petit sac : dès lors, il est possible de régler, *sur place*, le semoir. Pour emblaver un are, la largeur de la machine étant 1 m., il faudrait qu'elle roule sur une longueur de 100 m.; en déterminant la longueur dont un tour complet de roues fait avancer l'appareil et en calant ensuite celui-ci en position soulevée, on n'a plus qu'à faire exécuter aux roues le nombre de tours nécessaires; après quoi, on détache les petits sacs, et on pèse leur contenu. Si la quantité préalablement établie n'est pas réalisée d'emblée, on détermine celle-ci par des tâtonnements, en essayant successivement différentes paires d'engrenages.

Les *semoirs* utilisés dans l'amélioration, outre les qualités de construction qu'on est en droit d'exiger de ces appareils, doivent réunir les deux avantages suivants : 1° Un *réglage* facile, rapide; 2° Possibilité d'un *nettoyage* rapide et parfait après chaque semis.

Un réglage parfait de la quantité à semer s'impose; concernant le deuxième point, il est facile de comprendre que, entre deux semis consécutifs de graines

appartenant à des lignées différentes, il est absolument nécessaire de pouvoir débarrasser rapidement le semoir de la dernière graine qui pourrait encore adhérer à une partie quelconque du mécanisme. Les occasions de mélange accidentel de graines entre des descendance différentes sont déjà tellement nombreuses lors des opérations qui se succèdent, de la récolte au semis, qu'il faut absolument éviter de laisser dans le semoir, après un semis effectué, ne fût-ce **qu'une** seule graine qui, en trois générations, pourrait aisément fournir une cinquantaine de kilos de semences étrangères à la lignée.

Tous les semoirs, du plus petit modèle au plus grand, devraient avoir comme principales caractéristiques : un système très simple de distribution, pouvant être rapidement réglé pour telle ou telle quantité de semence et un agencement (les diverses parties qui permette un nettoyage facile et complet.

Les appareils utilisés à **Svalôf** possèdent un réservoir à graines pouvant **s'enlever** sans difficulté : le simple soulèvement des tubes de distribution rend le bac à semences amovible; après nettoyage et remplissage, on le remet en place et on le fixe par simple abaissement du mécanisme des tubes.

V. Semis des graines provenant des essais comparatifs sur des parcelles dites « de multiplication ».

Entre les essais comparatifs et le moment où les meilleures lignées pourront être répandues dans le domaine public, s'intercalent un certain nombre de multiplications permettant l'obtention de quantités suffisantes de semences, soit, dans le cas d'une station officielle, pour alimenter les sous-stations régionales et les groupements de multiplication intermédiaires entre elle et le public, soit, s'il s'agit d'une sélection privée, pour couvrir les demandes de la clientèle.

Dans le premier cas, où l'on est souvent limité par la surface disponible et par les crédits, on établit, dans le jardin d'amélioration s'il est fixe, dans les soles respectives, s'il est ambulant, des parcelles de multiplications de 5 et de 10 ares. Dans une entreprise commerciale, il n'en va plus de même et il est de **l'intérêt** du sélectionneur de donner à ces multiplications le plus rapidement possible une très grande extension; admettons qu'en année normale, une lignée de choix peut donner, lors de l'essai comparatif, en quadruple parcelle de 2 ares, un rendement de 320 kilos de bons grains de semence, cette quantité sera suffisante pour ensemercer, l'année suivante, en grande multiplication, une parcelle de 3 Ha., qui pourra fournir, pour l'année après, assez de graines pour emblaver environ 50 hectares.



Méthode américaine des semis en lignes, non groupées en parcelles (s).

A la presque généralité des stations d'amélioration des Etats-Unis, on a renoncé aux semis parcellaires, pour adopter le système des lignes isolées,

(1) Voir : H. H. Love, W. T. Craig. — *Methods now in use in cereal breeding and testing at the Cornell Agricultural Experiment Station.* (**Journ.** Amer. Soc. Agronomy., **XVI**, 1924, p. 109-127.)

répétées un certain nombre de fois à divers emplacements de la sole. Le principal motif invoqué est la grande irrégularité, habituelle, de la constitution du sol, ce qui, dans le cas des parcelles, vu la nécessité de nombreuses répétitions, exigerait de très grandes superficies de terrain'.

Voici la technique de cette méthode, telle que je l'ai vu appliquer à la Station d'Amélioration annexée à la Faculté d'Agriculture de l'Université Cornell à Ithaca (Etat de New-York) ; si les méthodes suivies à d'autres stations expérimentales américaines sont quelque peu autres, elles n'en diffèrent que par des modalités sans grande importance.

Première année culturale << *Head rows* » ou « *plant-rows* » (1), c'est-à-dire *une ligne par épi* ou *par plante-mères*.

Chaque lignée est représentée, non pas par une petite parcelle, mais par une ligne unique, longue de 3 pieds (0.90 m.), dans le cas où c'est un épi qui est le point de départ de sélection, de 4-5 pieds (1.20 m.-1.50 m.) si c'est, au contraire, une plante entière. Distance entre les lignes : toujours 1 pied (0.30 m.).

Chaque dixième ligne est une ligne « témoin ».

Base de sélection : Comparaison avec les lignes témoins, aux points de vue rusticité, résistance à la verse, aux maladies, type d'épi, précocité ou **tardivité**, couleur et qualité du grain, etc. Le rendement m'est pas encore envisagé à cette première période.

2^e année : Stade des « *two rod-rows* » ou des « *deux lignes longues de 4.57 m.* ».

Le grain des lignées non éliminées est semé en deux lignes de 4.57 m. de long, non adjacentes; on commence par semer successivement une ligne de chaque lignée, puis, la série épuisée, on sème une deuxième ligne de chaque souche, en conservant, dans cette deuxième série, le même ordre de succession.

Ligne « témoin » : *chaque cinquième ligne* (Fig. 23) .

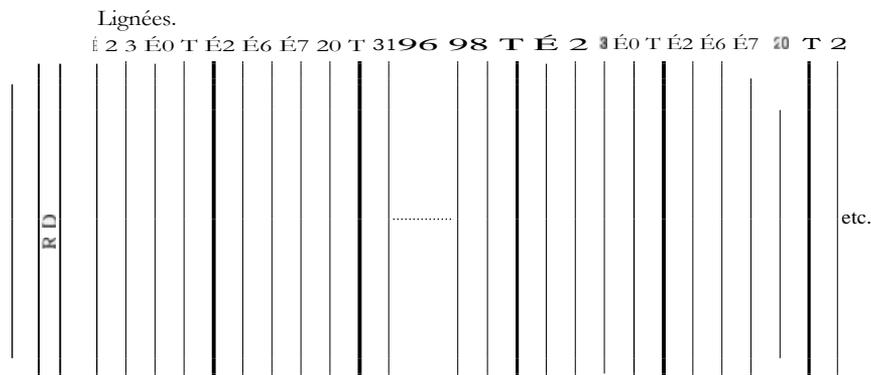


Fig. 23. — Stade des deux séries de lignes de 4.57 m. (e année culturale) — **T** = témoin.

(1) *Row* = ligne; *head* = épi; *plant* = plante.

A partir de ce stade, on effectue, préalablement au semis, à l'intérieur de chaque série, un groupement des lignées, en réunissant, tout d'abord, les lignées précoces, mi-tardives, tardives; ensuite, dans chacun de ces groupements, on établit des sous-groupes d'après d'autres caractères : présence ou absence (l'arêtes, couleur des glumes, des graines, etc.

Observations soigneuses durant la végétation.

Choix et éliminations : Le rendement entre, cette fois, en ligne de compte; toute lignée dont le rendement est sensiblement inférieur à celui des « témoins » est définitivement éliminée de l'amélioration. Celles qui se montrent supérieures ou à peu près équivalentes aux témoins, sont conservées. On recommande de ne pas être, à ce stade, trop sévère dans les éliminations. Les Américains reconnaissent qu'une bonne sorte peut occasionnellement être éliminée précocement; mais ils estiment qu'il vaut mieux rendre ainsi possible l'introduction plus fréquente de nouvelles lignées dans l'amélioration.

3^e année : *Epreuve* des « *Five-rows* » ou des « *cinq lignes de 4.57 m.* »

Cette épreuve porte sur cinq séries de lignes longues de 4.57 m. Le grain de chaque lignée conservée en amélioration est donc réparti sur cinq lignes non adjacentes.

Les lignées qui, au cours de cet essai, se montrent de moindre valeur, sont éliminées; celles qui semblent douteuses, restent, une année encore, dans l'épreuve des cinq lignes; celles qui promettent, au contraire, passent dans l'essai suivant.

année et suivantes : Stade des « *ten rod-rows* » ou des « *dix lignes de 4.57 m.* ».

Ce stade comporte, pour chaque lignée, dix lignes de 4.57 m., non adjacentes. Témoin : chaque cinquième ligne.

Les diverses lignées participent, au moins pendant deux années, à cette épreuve; certaines, même, dont la valeur est litigieuse, y restent pendant 3-4 ans.

6^e année (ou, éventuellement, 7^e-8^e année) : « *Advanced tests* » ou « *Essais avancés* ».

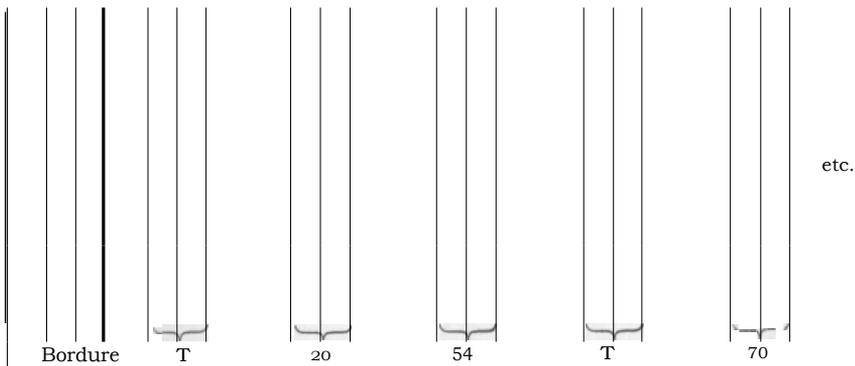


Fig. 24. — Coin d'une parcelle des « *épreuves avancées* ».

Pour chaque lignée, semis neuf fois répété, chaque fois de trois lignes adjacentes, de 4.57 m. chacune, soit, dix blocs, de trois lignes chacun, éparpillés dans la sole. Chaque troisième bloc est un bloc « témoin », de façon à ce que toute nouvelle lignée à l'essai touche, à gauche ou à droite, à un témoin. (Fig. 24.)

C'est au cours de cette épreuve, constituée donc, pour chaque lignée, de dix petites parcelles éparpillées, de *trois* lignes chacune, que des conclusions plus définitives concernant le rendement, la résistance à la verse et d'autres caractères d'ordre pratique peuvent être tirées avec plus de sûreté.

D'habitude, prennent part également à cet essai, les variétés les plus cultivées dans la région ou celles qui pourraient y être introduites.

7^e année (8^o, 9^e...) : « *Drill plats* » ou « *Parcelles semées au semoir* ».

Les graines des meilleures lignées (et variétés) de l'essai précédent sont semées, au moyen d'un semoir à onze lignes (dont les tubes extérieurs sont obturés, afin de laisser des sentiers de séparation), sur des parcelles de 100 pieds de long et 9 pieds de large (30 m. X 2.70 m.). Cet essai comporte, pour chaque lignée, au moins deux à trois parcelles séparées, avec un témoin, chaque cinquième parcelle.

Cette épreuve a, essentiellement, pour buts, la multiplication de la semence et la comparaison des lignées sous conditions se rapprochant de celles de la culture normale. On n'y attache pas une importance exagérée au rendement, à moins que chaque lignée soit répétée quatre ou cinq fois, et même davantage, avec intercalation d'un témoin chaque troisième parcelle.



Fig. 25. — Jardin d'Amélioration de la Station d'Amélioration des Plantes à l'Université Cornell (E.-U.). — Sur le devant : les « *seed rows* ».

(Photogr. du Service de la Station d'Amélioration des Plantes à l'Université Cornell, Etat de New-York — U. S. A.)

8^e année (9^o, 10^o...) : « *Multiplication plats* » ou « *parcelles de multiplication* ».

Ces parcelles, de diverses superficies, sont soigneusement « épurées » à la main, en vue de fournir une semence pure.

« Seed rows » ou « Lignes pour la semence » (Fig. 25).

Des mélanges sont continuellement à craindre entre ces milliers de lignes (lignées), distantes seulement de 0.30 m.; aussi, dès qu'une nouvelle lignée a subi l'épreuve des « cinq lignes » (3^e année), on établit, pour elle, des lignes *spéciales* pour en obtenir de la semence. Dans ce but, on sème, de chaque nouvelle lignée de valeur, deux lignes adjacentes, qu'un espace d'environ 0.60 m. sépare du couple voisin; cette disposition rend possible, si nécessaire, une épuration complète de la lignée; la récolte et toutes les autres opérations sont effectuées avec le plus grand soin possible.

Afin d'assurer la pureté de la lignée, *avant* le stade des « dix lignes », on fait l'épuration soigneuse d'une série unique des « deux » et des « cinq » lignes, série qui fournira, exclusivement, la semence pour la continuation de l'épreuve,

Remarque. — Les divers semis antérieurs au stade des « drill plats »,



Fig. 26. — Rayonneur à cheval, ouvrant les sillons, où seront déposées les graines.
(Photogr. du Service de la Station d'Amélioration des Plantes à l'Université Cornell,
Etat de New-York — U. S. A.) .

se font, à la main, en semis clair, dans des sillons parallèles, distants d'un pied, tracés, sur toute la longueur de la sole, au moyen d'un espèce de rayonneur à cheval (Fig. 26), muni de dix dents. Les sillons tracés, on déli-

mite les largeurs des bandes, le long desquelles vont se suivre les lignes : cette largeur a été calculée de façon à pouvoir passer du rendement par ligne au rendement à l'acre (40,5 ares) en multipliant le premier par un facteur **très** simple.

La détermination **des** rendements comparatifs des diverses lignes, en raison des « témoins », se **fait** d'après des méthodes **biométriques** compliquées (Voir : *Essais comparatifs*).

C. — Les observations à faire au cours de la végétation.

Dès le premier début des levées, commence le plus important des travaux de la sélection : l'observation des caractères morphologiques et physiologiques des lignées en compétition; aucun caractère extérieur, aucun détail de végétation **ne** peut être négligé.

C'est ici que doit s'exercer l'acuité, la justesse du coup **d'œil** du sélectionneur, qualités qu'il s'efforcera d'acquérir durant les premières années de l'amélioration, en effectuant les observations le plus consciencieusement possible, ce qui requiert à la fois, de sa part, une attention soutenue, une grande patience et, à certaines périodes surtout, une parfaite régularité.

Je me permets d'insister sur l'importance capitale que **l'améliorateur** doit attacher à ces séries d'observations *in vivo*; cette importance égale et dépasse parfois même, celle des analyses les plus détaillées.

Voici, dans leur ordre de succession, les **principaux** points sur lesquels peuvent porter ces observations pour chaque sorte en amélioration et pour toutes les générations de chaque lignée.

1° *Levée*. — Date de l'apparition des premières plantules et date où la levée est quasi générale.

2° *Détermination rapide et suffisamment approximative du pourcentage de levée*, à une date à choisir autant que possible avant les premières gelées ; ceci, naturellement, pour les parcelles d'élites des deux générations; pour les parcelles de multiplication, on établit, vers la même époque, la densité de l'emblavure en la désignant par un qualificatif : par exemple : très bonne, bonne, moyenne, mauvaise, très mauvaise.

3° *Date de tallage* ou de formation des tiges secondaires. (Ne pas confondre le tallage avec l'apparition des deuxièmes et troisièmes feuilles.) Cette date dépend en grande partie de l'époque du semis et des caractéristiques hivernales, aussi sa détermination n'a-t-elle pas grande utilité. Il est bon cependant d'indiquer les modes de tallage un peu spéciaux ; chez certaines descendance d'une même céréale, les jeunes tiges restent longtemps appliquées assez fortement contre terre, d'autres fois, la jeune plante talle soit en formation serrée autour de la tige primordiale, soit, au contraire, en formation largement étalée.

4° Détermination, après l'hiver, des *déchets dûs aux gelées*. Pour les parcelles d'élites, on compte rapidement le nombre de places vides et un simple calcul établira, comparativement au 2°, quelle est, dans ces déchets, la part

à attribuer aux froids. En ce qui concerne les parcelles de multiplication, on enregistre, vers la même date, la densité des diverses emblavures.

5° *Aspects successifs de la végétation des diverses lignées.* On fait, à deux ou trois dates suffisamment espacées, une visite attentive aux diverses parcelles du jardin d'amélioration; on enregistre le degré de luxuriance ou de pauvreté de la végétation (1), sa régularité ou son irrégularité. La première de ces visites devrait se faire vers l'époque de la montée en tiges ; on en profitera pour étudier outre les degrés de développement et de régularité, les principales caractéristiques de la végétation : couleur plus ou moins foncée du feuillage, couleur des **ligules**, grandeur ou petitesse anormales des feuilles, leur façon de croître (feuilles droites, érigées ou penchées, **nutantes**) ; les deuxième et troisième visites des parcelles en vue de l'étude des aspects de végétation pourraient se faire au courant de mai et de juin.



Fig. 27. — Aspect, au printemps, des parcelles d'élites de première et de deuxième année, avec bordures.

6° Date de l'apparition des épis.

D'après certaines observations très intéressantes qui ont été faites par **Florell**, en Californie (2), la détermination de la date à laquelle *débute l'épiaison* serait, du moins chez les lignées de froment, un des moyens **les** plus sûrs pour établir *le degré de précocité*. Cet expérimentateur a constaté une relation constante entre la date d'apparition des premiers épis et celle de la maturité. Et mieux encore, se basant sur de nombreux essais, il fait du moment où, dans une lignée de froment (*bordure exclue*), la pointe du premier épillet se montre à l'extrémité du chaume, un index infaillible de la précocité ou de la **tardivité**, bien entendu en conditions californiennes.

(1) Pour plusieurs de ces caractéristiques de végétation, on utilise très avantageusement des abréviations ou des nombres représentatifs : exemple : 1 = végétation très en retard, très peu développée ; 2 = végétation médiocre ; 3 = assez bon développement ; 4 = végétation assez luxuriante ; 5 = grande luxuriance de végétation.

(2) **Florell** V. H. — *Studies on the inheritance of earliness in wheat.* (Etudes sur la transmission héréditaire du caractère précocité chez les froments.) (Journal of agricultural Research, 1924, **XXIX**, p. 333-347.)

Il résulterait d'observations faites cette année (1927), à notre Station belge d'Amélioration, que les conclusions de **Florell** pourraient bien valoir également pour le climat et le sol de la Hesbaye belge.

Il n'en serait pas de même dans le Midi de la France, d'après une **communiqué** verbale de M. Lefebvre, sélectionneur à Avignon. Cependant, les observations soigneuses de **Miège**, au Maroc (1), tendent à prouver, elles aussi, l'existence de cette corrélation intéressante (Voir : *Froment 1*).

7° Enregistrement des *maladies, dégâts* et *accidents*, avec indication de leur nature, des organes attaqués, des caractéristiques de la maladie ou des dégâts, de leur date d'apparition, de leur intensité (2), de leur marche ultérieure.

Citons, entre autres, parmi les principales maladies : la « Carie », les diverses « Rouilles », le « Charbon », le « Piétin », la « Maladie des Stries » ou « **Helminthosporiose** » de l'orge, parmi les accidents : la « Verse » (3), enfin, parmi les dégâts éventuels : ceux causés par l'homme, les animaux domestiques, les oiseaux granivores, les lombrics, les taupes, les rongeurs et surtout par les larves de certains insectes.

8° *Date de maturité*. — Le degré de maturité qui doit être envisagé ici est celui qui permet de procéder immédiatement à la récolte; le grain n'est plus laiteux, il peut n'être pas encore complètement farineux mais il s'achemine vers l'état de la **farinosité** sèche; quand on le casse, sa texture peut être quelque peu filandreuse. La partie inférieure du chaume est complètement jaune et desséchée, la partie avoisinant l'épi est encore souvent quelque peu verdâtre.

9° *Degré de précocité* (Voir le 6°). — La précocité ou la **tardivité** comparatives se déterminaient auparavant par le nombre de jours écoulés de la *levée* (et non pas du semis) à la *maturité*. La nouvelle méthode (nombre de jours de la levée à l'apparition du premier épi), si elle se vérifiait, aurait l'avantage d'être d'une application plus facile, la fixation exacte de la maturité n'étant relativement pas si simple.

Pour *l'inscription* de toutes ces données, nous avons adopté la méthode de **Svalöf** qui est certainement de loin la plus pratique : c'est la méthode dite des « *livres des champs* »; ces livres remplacent très avantageusement les divers modèles des « registres des observations ».

Chaque culture soumise à sélection (froment d'hiver, orge, avoine, pomme

(1) E. **Miège**. — *Observations sur la précocité du blé*. (Rev. de Botan. appliq., VII, n°s 72-73, 1927.)

(2) Dans le livre des champs, c'est surtout *l'intensité* (de 0 à 5, par exemple, pour les rouilles : 0 = pas d'attaque, 5 = **urédos** sur tous les organes) et *l'extension* (infection s'étendant à la totalité des plantes de la parcelle, ou à la moitié, ou à quelques rares individus seulement) de la maladie que l'on envisage. Dans le tableau d'analyse, sur lequel ces observations seront portées (voir plus loin), cette intensité d'attaque sera transformée en *degré de résistance*.

(3) A la station suédoise de **Svalöf**, on rend très bien l'intensité de la verse par des nombres indiquant le degré d'inclinaison des chaumes. 0 = pas de verse (position verticale), 1 à 4 = inclinaison de plus en plus forte; 5 = verse complète (position horizontale). Ici aussi, n'oublions pas d'envisager *l'étendue* de la verse, c'est-à-dire la surface versée : totalité de la parcelle, moitié, tiers, etc.

de terre, etc.) et chaque génération (échantillons pour choix de plantes-mères, élites de première et de seconde années, multiplications, essais comparatifs) ont leur livre des champs.

Chaque livre est constitué par autant de feuillets qu'il y a de lignées en observation et deux trous latéraux, dont est percé chaque feuillet, en permettent l'assemblage au moyen d'une ficelle en un volume protégé par deux couvertures souples, dont la supérieure reçoit une inscription renseignant sur le contenu du livre. Exemple :

1927-1928

FROMENT D'HIVER

Essais comparatifs.

Les dimensions adoptées pour ces feuilles sont : hauteur : 0.17 m., largeur : 0.20 m. *Voir, à la page suivante, deux modèles* adoptés à la Station d'Amélioration de **Gembloux**, l'une pour les céréales, l'autre pour les pommes de terre; par l'ensemble des indications qu'elles contiennent, elles constituent de véritables fiches, que nous avons encore rendues plus complètes en y portant, en bas, l'indication des rendements.

Depuis 1926, nous avons néanmoins adopté, exclusivement pour les nombreuses élites I et II, un système de *feuilles de signalement*, qui ont, sur les « livres des champs », l'avantage d'être moins encombrantes; on peut, en effet, concentrer ainsi, sur une seule page, les observations concernant une vingtaine de lignées et standards. Voici un extrait d'une de ces feuilles :

Numéro généalogique	Origine de la lignée (1)	Nombre de lignes plantées	Date de		Nombre de plantes		% de déchet
			premier début de l'épiaison		avant l'hiver	après l'hiver	

Degré et extension de la verse	Maladies			Aspects pendant la végétation et observations diverses
	Nature	date d'apparition	Intensité et extension de l'attaque	

(1) Nom de la variété dans laquelle la lignée a été isolée ou indication du croisement, dont elle dérive.

A. CÉRÉALES.

Nombre de lignes * Variété *
 Nombre de graines par ligne * Lignée *
 Superficie • Date du semis • Levée-début * générale *
 début *

Epiaison I générale * Nombre de jours de la levée à l'épiaison *

ÉLITES I % de levée au Maturité *
 Déchet après l'hiver, au Récolte • Nombre de gerbes •

MULTIPL. : Densité de l'emblavure avant l'hiver, au
 id. id. après l'hiver, au

Aspect et observations au

id. id. au

id. id. au

MALADIES, DEGATS ET ACCIDENTS.

Nature	Organes attequés et caractéristiques	Date de l'apparition	Intensité	Développement ultérieur
.....
.....
.....
.....

Rendement en grain } par 10 lignes *
 } par are : Aspect du grain *
 } par hectare *

B. POMMES DE TERRE.

Nombre de lignes • Variété *

Nombre de tubercules par ligne Lignée *

Superficie *

Plantation * Floraison I début * Récolte *

Levée début • générale Nombre de jours de

générale Maturité • générale la levée à la maturité

Aspect au

id. au

Couleur des feuilles *

Couleur des tiges *

Couleur des fleurs et aspect de la floraison :

Fructification *

MALADIES ET DEGATS.

Nature	Organes attequés et caractéristiques	Date de l'apparition	Intensité	Développement ultérieur
.....
.....
.....
.....

Rendement en tubercules } par touffe • Description
 à la récolte } par ligne * des
 } par are • tubercules

D. — Soins d'entretien à donner aux parcelles d'amélioration.

Outre les soins normaux à donner à toute culture (binages répétés et soigneux, roulages en cas de période sèche, hersages d'éclaircissage en cas d'**emplantement** trop serré, échardonnage), un jardin d'amélioration exige souvent certains travaux spéciaux **d'entretien**.

Au printemps, on découpe les sentiers, ce qui a comme résultat d'enlever les plantes des parcelles de multiplication, qui empiéteraient quelque peu sur les chemins et d'écarter ainsi un danger de mélange.

Si les plantes constituant les bordures ou les lignes intercalaires montraient une trop grande luxuriance de végétation et menaçaient ainsi d'entraver le développement des lignes d'amélioration, il faudrait les *écimer* à coups de faucille ou même au moyen d'une tondeuse de haies : c'est souvent le cas, entre autres, pour les orges d'été semées autour ou entre les parcelles d'avoines de sélection.

En cas où des grands vents et des pluies continues et abondantes auraient provoqué des verses importantes, afin de permettre la circulation dans les sentiers et d'empêcher les mélanges de parcelle à parcelle lors de la récolte, il faudra *redresser les touffes versées* encombrant le chemin et les retenir au moyen de grosses cordes tendues entre des piquets en bois, plantés le long des parcelles; l'emploi de gros fil dit « fil pour lieuse » est plus économique.

E. — La Récolte.

La récolte se fera le plus soigneusement possible, au fur et à mesure des maturités. Avant de l'effectuer, on coupe, à la faucille, les bordures éventuelles. Toutes les mesures nécessaires seront prises, afin d'assurer une rapide, mais complète dessiccation des gerbes, dont il ne faudra pas, par conséquent, exagérer la grosseur.

Pour activer cette dessiccation, on pourrait appuyer les gerbes contre des lattes, des cordes ou des fils de fer tendus, à environ 1 m. du sol, entre des supports en bois enfoncés en terre; un tel ensemble assure une bonne circulation d'air. La même installation, construite sous hangar bien aéré, pourrait recevoir les gerbes en cas de pluie.

Afin de faciliter le transport des gerbes des champs sous hangar et vice-versa et assurer en même temps leur dessiccation, nous avons construit des supports légers en bois, dont chacun peut porter une dizaine de gerbes se faisant vis-à-vis. (Voir fig. 28.) Quand la pluie menace, on les transporte, rapidement, des parcelles sous le hangar, d'où on les sort à nouveau, le beau temps revenu.

Quant aux **dizeaux** provenant des essais comparatifs et des parcelles de multiplication, on pourrait, en cas de mauvais temps persistant, les munir de capuchons en paille de seigle. (Fig. 29.)

Parcelles à échantillons. — Les plantes-mères, éventuellement à choisir dans ces parcelles, sont arrachées, à maturité, avec les racines et toutes celles **provenant** d'une même échantillon sont liées ensemble en une petite gerbe **étiquetée** du numéro ou du nom de l'échantillon.

Les plantes non choisies ou la totalité des individus d'une parcelle, dans le cas où aucun choix de plantes-mères n'y est effectué, sont coupées à la faucille, égrenées ou battues et les graines mélangées sont passées à la consommation.

Elites de première année ou Elites I. On arrache, avec les racines, toutes les touffes constituant chaque parcelle et on les lie en une ou deux petites gerbes, qui reçoivent une étiquette portant le numéro de la plante-mère (lignée). En cas de présence d'une bordure de régularisation nutritive, il est à conseiller, afin d'éviter les mélanges, de la couper, au préalable, à la faucille.

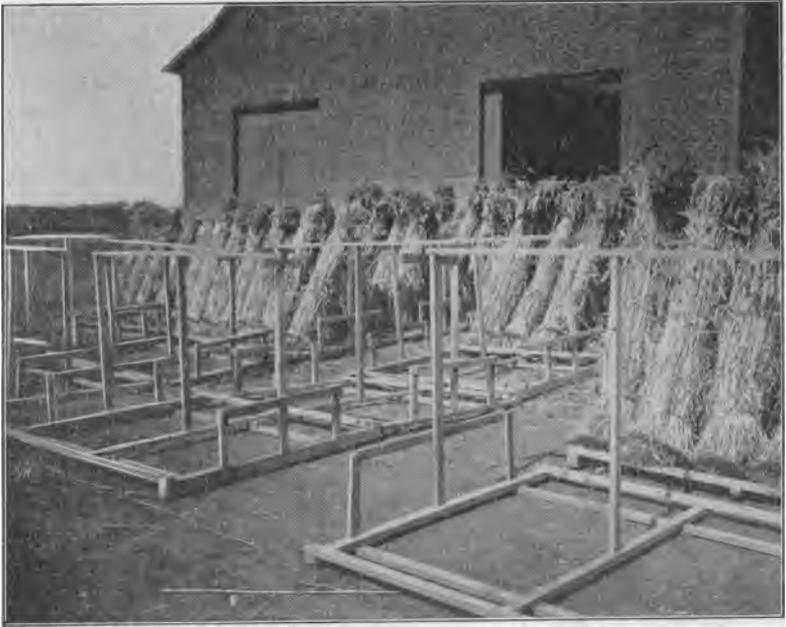


Fig. 28. — Supports légers, en bois, destinés à hâter la dessiccation des gerbes.

Choix éventuel de nouvelles Elites I. Ce choix peut s'effectuer ou bien sur place, un peu avant la maturité, ou bien au laboratoire, sur le matériel desséché. La première méthode fait gagner beaucoup de temps et est, scientifiquement parlant, tout aussi exacte que la seconde; en effet, dans une même parcelle d'éлитes, toutes les plantes issues d'une même plante parentale, que, dans le cas du froment, de l'avoine et de l'orge, nous pouvons supposer avec raison être héréditairement pure, sont de même valeur.

Ayant arrêté son choix, on entoure la touffe d'un gros fil de laine rouge lié à triple nœud.

On aura soin toutefois d'écarter de ce choix les 2-3 premières touffes de chaque ligne ainsi que les 2-3 dernières touffes, si nous avons à faire à une parcelle sans bordures, encadrée de sentiers.

Dans ce cas, si l'on s'était décidé à effectuer le choix des nouvelles éлитes au laboratoire même, il faudrait, comme je l'ai déjà exposé pour les parcelles à

échantillons, répartir les plantes arrachées entre deux lots, dont l'un comprendrait toutes les plantes de bordure, lot qui serait écarté du choix des nouvelles élites.

Elites de seconde année ou Elites II. — Afin de pouvoir établir, pour chaque lignée, certaines données d'analyse, entre autres le tallage moyen et le rendement en grain par plante, on récolte souvent ces parcelles de seconde génération par arrachage, comme on le pratique pour les Elites I.

Pour effectuer alors l'analyse de ces touffes, après en avoir fait le dénombrement, il faut en couper les racines. Or, quand ces opérations portent, comme c'est généralement le cas, sur une multitude de parcelles, comptant chacune près d'un millier de touffes, elles absorbent une grande main-d'oeuvre et un



Fig. 29. — Dizeaux munis de leur capuchon.

temps d'autant plus précieux que la récolte et l'analyse totale de l'ensemble des céréales d'hiver ne peut s'espacer que sur deux mois tout au plus. Aussi avons-nous cherché à simplifier de plus en plus toutes ces opérations, en restant toutefois, bien entendu, dans les limites des exigences scientifiques.

Comme les parcelles des élites de seconde année comptent un nombre appréciable de lignes, on peut choisir comme point de comparaison pour les rendements non pas le rendement par touffe, mais celui par ligne et même par parcelle, dans le cas où — comme nous le faisons à Gembloux — on sème le même nombre de lignes (15) pour chaque descendance.

Dès lors, le dénombrement des plantes et, par le fait même, l'arrachage des touffes avec les racines deviennent superflus et la récolte de ces parcelles peut s'effectuer à la faucille, ce qui aura cependant, comme inconvénient, d'augmenter les possibilités de mélanges.

Toutefois, si l'on voulait — ce qui est à conseiller — effectuer une rapide revue des élites, plante par plante, en vue de s'assurer du maintien de la pureté de la lignée et d'éliminer, éventuellement, toute plante étrangère à celle-ci, il faudrait procéder — comme pour les Elites I — à l'arrachage individuel; les racines, l'examen terminé, pourraient être coupées au moyen d'un couperet ou mieux au moyen d'un de ces grands couteaux en usage dans les imprimeries et les ateliers de reliure et qu'on appelle « rogneuses ».

Il ne faudra pas oublier d'étiqueter soigneusement les gerbes et, en vue de faciliter l'analyse, il est à conseiller d'inscrire sur les fiches du livre des champs le nombre de gerbes fournies par chaque parcelle.

Essais comparatifs et multiplications. — Pour ces parcelles, la récolte s'effectuera d'après les habitudes régionales, soit à la faux, soit à la sape. Il faut cependant qu'elle soit faite de façon très soignée, surtout en cas de verse. Aussitôt après la moisson, on glanera à la main ou au **râteau** tous les épis et chaumes éparpillés sur la parcelle.

Il est très recommandable, pour écarter autant que possible tout danger de mélange entre lignées voisines, surtout en cas de verse, de couper tout d'abord, à la faucille, autour de la parcelle de multiplication, une bande d'environ 0 m. 50 de largeur, de rassembler soigneusement touffes et épis provenant de cette bordure, de les battre, d'en nettoyer le grain séparément et de ne pas ajouter la semence ainsi obtenue au restant de la récolte; on en déterminera cependant les poids de paille et de grain, poids qu'on ajoutera à ceux du restant de la parcelle afin d'établir le rendement total.

Les bandes relativement étroites, qui constituent les essais comparatifs, devraient être fauchées en rabattant des séries de javelles, les épis vers l'intérieur des parcelles, de manière à éviter d'en faire tomber dans les sentiers de **séparation**. (Voir Fig. 30.)

Des erreurs résultant d'un ensemble de circonstances fortuites (irrégularité de végétation, pertes sur le terrain, pesées, différences de teneurs en humidité des pailles et de la graine des diverses parcelles, pertes lors du charriage, du déchargement, du battage, etc.) peuvent influencer très irrégulièrement la détermination des rendements.

Afin de les réduire au minimum, on devra s'efforcer à effectuer les opérations avec le plus grand soin possible, à éviter soigneusement toute perte et à ne faire les pesées que sur des pailles et surtout des semences bien sèches.

Néanmoins, dans les stations officielles d'amélioration où, par le fait même des circonstances, on est tenu à plus de soin, à plus d'exactitude, on pourrait rechercher un moyen pratique pour éviter ces erreurs dans la détermination des rendements. (Voir aussi le chapitre sur les essais comparatifs.)

Voici une méthode qui a été préconisée en Allemagne (1) ; elle semble exacte mais d'une application un peu compliquée.

Au moment de la maturité, on prélève, à différentes places à l'intérieur de la parcelle, au moyen de la faucille, un certain nombre de plantes qu'on ras-

(1) Voir : Ach. Grégoire. — *Les recherches agronomiques et l'interprétation de leurs résultats*. (Annuaire Station agronomique de l'Etat, Gembloux, II, 1913, pp. 13-15.)

semble dans un grand sac de manière à composer ainsi un échantillon, sur lequel on opérera pour déterminer exactement le rendement.

La pesée très soignée de cet échantillon peut être effectuée au moyen d'un peson bien réglé, ou d'une bonne bascule. Pour plus de facilité, on pourrait même prélever ainsi des échantillons de même poids pour toutes les parcelles (6 à 7 kg. par exemple). Les sacs renfermant cette récolte seront soigneusement fermés, munis d'une étiquette intérieure et extérieure, transportés à la station et suspendus, à l'abri des rongeurs, dans un local bien aéré. Le restant de la parcelle est récolté comme d'habitude, battu et pesé.



Fig. 30. — Rabattage des javelles vers l'intérieur de la parcelle.

Une ou deux semaines après la récolte, on passe à l'analyse des échantillons ainsi prélevés : on pèse très exactement le contenu de chaque sac, on égrène et, à la paille hachée menue, on ajoute les balles. De ce lot on prélève 200 grammes et l'on répète la même opération pour la graine; la dessiccation à 100° se fait dans une grande étuve chauffée au gaz. Cette dessiccation achevée, on pèse, on ramène à la teneur normale en humidité de la matière séchée à l'air, soit 14 p. c., et une règle de trois donnera le rendement exact de la lignée en question.

F. — **Engrangement** des produits.

Les récoltes des petites parcelles et celles des multiplications aussitôt qu'elles sont séchées à point devront être mises en grange en attendant le battage et l'analyse.

A ce sujet, une remarque s'impose immédiatement : c'est la nécessité quasi absolue de pouvoir disposer, au jardin d'amélioration même ou au moins dans

sa proximité immédiate, d'un hangar, d'une grange pour le battage et d'un petit laboratoire pour l'analyse.

En effet, c'est le propre d'un jardin d'amélioration de compter un nombre considérable de parcelles de toutes grandeurs; d'autre part, tout mélange, si petit qu'il soit, doit être absolument évité non seulement entre les diverses céréales mais surtout entre les différentes lignées d'une même céréale. Or, comment éviter ces mélanges lors des multiples transports des récoltes vers le lieu d'engrangement, quand celui-ci est situé assez loin des champs de sélection, à moins de ne véhiculer chaque fois qu'une seule lignée, ce qui est possible quand il s'agit des multiplications mais ce qui devient totalement impossible pour les petites parcelles des premières générations ?

Dans le cas où l'on serait absolument forcé de transporter plusieurs lignées à la fois, il est de toute nécessité de limiter autant que possible le danger de mélange entre descendances, en interposant entre elles des sacs vides ou toutes autres toiles.

Comme nous le verrons quand nous traiterons de la technique des essais comparatifs, on pourrait aussi utiliser des sacs à large fond dans lesquels on enfouirait, épis en bas, les gerbes provenant des petites parcelles.

Ce ne sont là cependant que des moyens de fortune. le seul moyen adéquat de réduire à un minimum, à la fois la main-d'oeuvre et les dangers de **mélange**, est, comme je l'ai dit ci-dessus, la construction sur le terrain du jardin d'amélioration, d'un hangar-grange-laboratoire. Ces installations rendent possible l'engrangement des lignées, une à une, soit directement par les ouvriers, soit au moyen de civières ou à l'aide de charrettes à bras facilement **nettoyables**.

Pour l'engrangement des récoltes, le hangar dont on a doté notre station (Fig. 31 et 32) a été muni d'installations très spéciales : afin d'assurer la séparation la plus complète possible entre les récoltes des diverses parcelles, les **murs** latéraux ont été garnis de trois étages de petites loges en béton (1,50 m. (haut.) X 1,50 m. (profond.) X 1 m. (**larg.**); en outre, deux rangées de **grandes** loges, chacune de deux étages, seront adossées sur la ligne médiane du hangar, partageant ainsi celui-ci en une double travée de 3,75 m., permettant le passage aisé d'une charrette attelée. Au-dessus des loges médianes sera emménagée une grande plate-forme formant grenier, auquel donneront accès deux escaliers.

Un revêtement complet en ciment rend lisses les parois intérieures des loges, dont les angles sont, en outre, arrondis, empêchant ainsi les graines de se caler dans des anfractuosités et permettant un nettoyage facile, rapide et complet ; la paroi extérieure de chaque loge latérale, (ainsi que les cloisons de séparation de chaque couple de loges qui seront adossées au milieu) est percée de **deux** ouvertures d'aération situées en bas et en haut, aux extrémités d'une diagonale, assurant ainsi l'évaporation des derniers restes d'humidité qui pourraient imprégner encore les récoltes. Afin d'empêcher l'entrée des oiseaux, les **ouvertures** d'aération des parois extérieures des loges latérales sont fermées au moyen d'un tamis métallique; un tel tamis garnira de même — en vue d'éviter tout mélange — les **trous** d'aérage qui seront percés dans les parois de séparation des loges médianes.

La grange qui fait suite au hangar possède une aire en ciment coulé, et les parois sont cimentées à 2 m. de hauteur.

Une bonne méthode encore pour conserver les gerbes de plantes-mères et des élites des deux générations, en attendant d'effectuer leur analyse, est de les suspendre, au moyen d'un crochet en S attaché au lien, à de gros fils de fer tendus d'une paroi à l'autre d'une salle ou hangar très bien aéré par des ouvertures treillisées, afin d'écarter les oiseaux granivores; pour empêcher les déprédations des rongeurs, on pourrait utiliser des cavaliers carrés en fer blanc ou en tôle, insérés, au moyen d'une entaille, sur le fil de suspension.



Fig. 31. — Intérieur du hangar, montrant les loges destinées aux récoltes des petites parcelles. La rangée médiane de grandes loges sera construite en 1928.

Il est à conseiller d'éviter la présence, à quelque distance au-dessus des gerbes, d'un entrecroisement quelque peu important de poutres et de gîtages, afin de ne pas courir le risque de voir les rongeurs se laisser tomber de ces supports sur les gerbes suspendues.

Afin d'éviter les occasions de mélange entre lignées, il est fortement désirable de réserver un espace suffisant entre les gerbes de chaque parcelle. Ce danger serait entièrement écarté si on prenait la précaution d'entourer les gerbes d'un tissu à mailles pas trop larges, toile d'emballage ou toile à sac; malheureusement ce système aurait, actuellement, le désavantage d'être très coûteux.

Un modèle très intéressant de hangar pour une station d'amélioration est celui que j'ai vu à l'Institut agronomique de l'Etat de New-York, à Ithaca

(Etats-Unis) (Fig. 33, 34 et 35) (1). Composé d'un rez-de-chaussée et d'un étage, tous deux aux parois presque entièrement constituées par des panneaux treillisés — ce qui assure une aération parfaite — muni d'installations très simples et très pratiques pour la suspension de milliers de gerbes, il est tout spécialement approprié à la méthode d'amélioration par lignes utilisées à cette station et dont nous verrons plus loin la marche. La suspension des récoltes y est assurée par des séries de planches d'environ 2 m., portant chacune, des deux côtés, dix crochets; leurs extrémités reposent dans des encoches, dont sont munies deux poutres disposées parallèlement l'une à l'autre.



Fig. 32. — Intérieur du hangar. Détail des loges. Des cadres treillisés ferment les loges de l'étage moyen.

3. — Analyse des récoltes.

Aussitôt que l'état de **dessiccation** des gerbes le permet, on procède à l'analyse des récoltes des diverses parcelles du jardin d'amélioration.

(1) Voir aussi : Love **H. H.** et **Graig W. T.** — *Methods now in use in cereal breeding and testing at the Cornell Agricultural Experiment Station.* (Méthodes actuellement en usage pour l'amélioration et l'épreuve des céréales, à la Station agronomique expérimentale de l'Université Cornell.) *Journ. American Soc. of Agronomy*, **XVI**, 924, p. 109-127.

Ce sont les résultats de cette analyse, qui, conjointement avec les observations faites durant la végétation, serviront de bases à l'élimination ou à la conservation de telle ou telle lignée.

A. — Le laboratoire de sélection. — Son ameublement.

Le local où l'on procède à l'examen approfondi des récoltes et où s'effectue leur analyse ne peut être trop exigü, pour que nul encombrement ne vienne troubler ou fausser les opérations ; en outre, une condition essentielle qu'il doit



Fig. 33. — Le hangar-grange de la Station d'Amélioration de l'Université Cornell, à Ithaca (N.-Y.), Etats-Unis.

à gauche : Etuve, à trois étages, pour la dessiccation éventuelle des récoltes (chauffage par circulation d'eau chaude).

au milieu : Local pour le battage des récoltes

(Phot. du Service de la Station d'Amélior. de l'Univ. Cornell.)



Fig 34 — Une partie du même hangar. Paroi treillisée. Entrée des récoltes.

(Phot. du Service de la Station d'Amélior. de l'Univ. Cornell.)

remplir, c'est d'être éclairé par un grand nombre de larges baies, qui y laissent pénétrer, dans tous les coins et recoins, le plus de lumière possible ; les murs sont blanchis à la chaux ou mieux encore peints avec une **bonne** couleur blanche, passée au vernis. Le dallage se fait au ciment ou en grands carreaux lisses, sans ornements, très bien rejointoyés, afin qu'on puisse enlever facilement les graines tombées.

Comme ameublement essentiel, outre les armoires nécessaires au rangement des archives, registres, livres des champs, petits appareils, etc., signalons *une grande table de travail* (fig. 36) dont la construction doit être tout particulièrement soignée et les dimensions suffisantes (par ex. 3 m. X 1.50 m.) pour per-

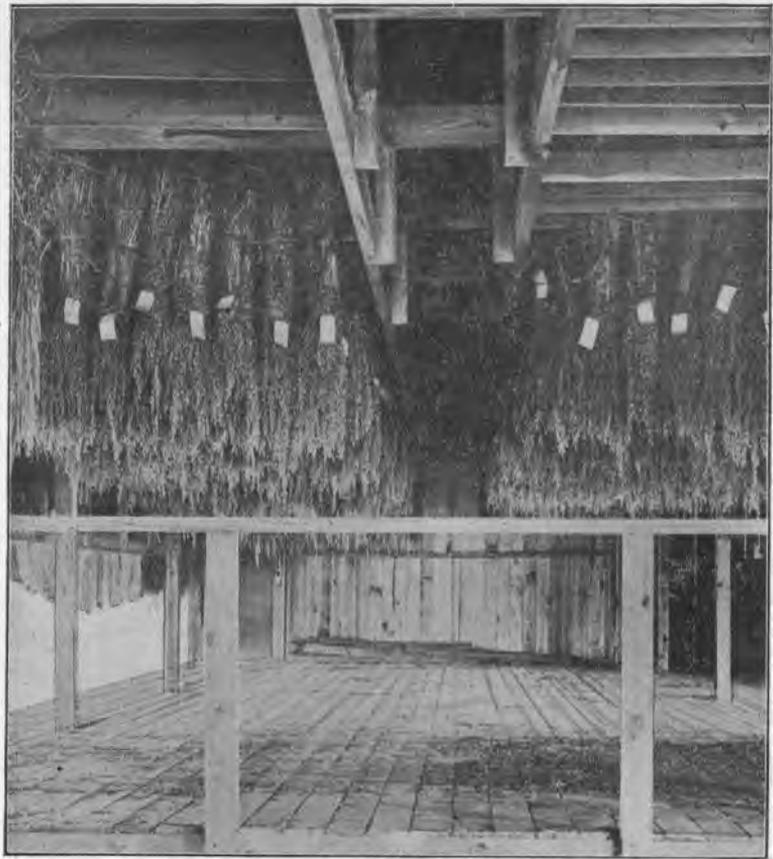


Fig. 35. — Intérieur du même hangar. Deuxième étage : suspension des gerbes.
(Phot. du Service de la Station d'Amélior. de l'Univ. Cornell.)

mettre le maniement facile des touffes et des gerbes; la tablette est peinte en noir mat sur lequel ressort très bien la couleur des graines, des pailles et des épis.

Un autre meuble qui **peut** prendre place soit dans la salle d'analyse, ou mieux encore dans un local voisin, distinct, afin qu'y soit à l'abri des poussières, est

l'armoire à graines (fig. 36), où l'on conserve les échantillons de toutes provenances et aussi, éventuellement, les graines que le manque de temps aurait empêché de mettre en terre à l'époque voulue, afin qu'elles y attendent le prochain *semis*. Nous avons fait construire dans ce but une armoire spéciale : les panneaux des portes et des parois latérales sont en effet supprimés et remplacés par un fort treillis galvanisé et à mailles très étroites ; elle est en outre garnie, de haut en bas, de tiroirs glissant dans des rainures et dont le fond est également remplacé par un treillis, ce qui met l'ensemble complètement à l'abri des rongeurs et assure une excellente circulation d'air. Le devant de chaque tiroir porte, en son milieu, une rainure en métal, dans laquelle on peut glisser une fiche indiquant la nature du contenu.

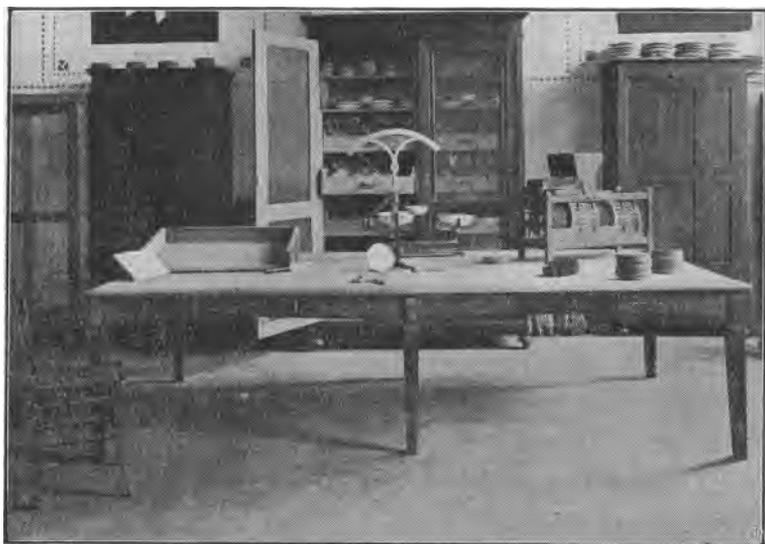


Fig. 36. — Un coin du laboratoire d'analyse; grande table, armoire treillissée, *égrenneur*, balance de *Korant*, *trieur* miniature, assiettes en carton, etc.



Avant de commencer l'exposé des méthodes d'analyse, qu'on me *permette* une observation générale préalable. Il y a quelque dix ou quinze ans, on donnait encore une extension beaucoup plus grande à l'examen détaillé du matériel d'amélioration et on multipliait à l'infini les études analytiques. En outre, on utilisait pour ces déterminations un grand nombre d'instruments et d'appareils souvent assez compliqués et qui, actuellement, sont devenus, en grande partie, des articles de musée.

Je ne parlerai plus, et pour cause, de la *balance automatique de Svalof*, appareil coûteux, qui, automatiquement sélectionnait les épis coupés d'après leur poids : la sélection *massale* d'après le poids de l'épi a vécu et depuis longtemps *c'est la touffe, l'individu entier, qui est devenu l'unité sélective*.

Il y a quelques années encore, on utilisait, dans certains laboratoires aile.

mands d'amélioration, des appareils destinés à mesurer la résistance comparée des chaumes à la rupture par pression verticale et par traction horizontale ; je citerai entre autres, dans cet ordre d'idées, les *deux appareils de Kraus* ; dans ces instruments, l'extrémité inférieure d'un chaume coupé, maintenue soit horizontalement soit verticalement, était enclavée dans des pinces; dans l'extrémité supérieure, on implantait un crochet auquel faisait suite une légère ficelle; celle-ci, après avoir passé autour d'une poulie, supportait un petit plateau en aluminium qu'on chargeait successivement de poids de plus en plus grands jusqu'à la rupture du chaume. De la grandeur comparative de la charge amenant la rupture, on concluait à la plus ou moins grande résistance de la paille à la verse.

D'autres appareils analogues, où la pression sur un morceau de chaume était opérée soit au moyen d'une tige métallique verticale qu'on descendait lentement au moyen d'une petite manivelle, soit encore au moyen d'une colonne mercurielle dont on augmentait progressivement la hauteur, étaient utilisés, par-ci par-là, chez quelques très rares sélectionneurs commerçants, principalement en vue d'impressionner le visiteur non initié.

Que certains de ces appareils ne puissent rendre quelques services dans de rares cas spéciaux, par exemple dans des déterminations d'ordre surtout scientifique, je ne veux pas le nier; mais ils doivent, dans tous les cas, être exclus de la grande pratique sélective. Leur maniement est souvent bien trop délicat et, quand on a à analyser de multiples centaines de descendances, la perte de temps résultant de leur emploi est par trop considérable.

D'ailleurs, *la verse* est la résultante d'un ensemble de causes bien trop nombreuses, trop peu étudiées encore et agissant de façons trop diverses; en outre, les conditions dans lesquelles on opère en laboratoire sur des morceaux de chaume sont bien trop différentes des causes qui agissent en pleine nature. On trouvera plus loin des données complémentaires à ce sujet.

Nous avons déjà vu que, tout spécialement pour les céréales d'hiver, il importe de simplifier le plus possible les travaux; en effet, vu qu'on opère — ce qui est indispensable — sur un nombre considérable de descendances et que, d'autre part, on ne dispose pour l'analyse des récoltes tout au plus que de deux mois (août et septembre); il s'agit de procéder le plus rapidement possible (1).

Aussi au cours des dix premières années d'existence de la Station de **Gembloux**, tous nos efforts ont porté sur la simplification des opérations de sélection; des pesées, des mensurations, certes, il en faut ; il y en a même qui sont indispensables, mais nous nous sommes imposé la règle de les limiter à ce qui est strictement nécessaire — en restant dans les bornes imposées par les bases scientifiques de l'amélioration — de les corroborer et, souvent même de les remplacer, par l'observation constante des lignées en végétation, par une étude approfondie et soignée sur le vivant.

C'est le champ d'essai qui est devenu le point central des travaux d'amélioration.

(1) V. **Lathouwers**. — *La simplification de la technique des méthodes d'analyse des céréales, aux Stations officielles d'Amélioration*. (XI^e Congrès intern. d'Agric., Paris, 1923, rapports, participation belge, p. 58.)

ration : leur base est l'observation approfondie d'un matériel le plus étendu possible, aidée par une analyse soignée, mais spécialement limitée à ce qui est nécessaire à la détermination du facteur « rendement ».

B. — Analyse des plantes - mères.

Dans le cas où le choix des plantes-mères n'a pas *été* effectué sur le champ, dans les parcelles d'échantillons et que toutes les touffes de ces parcelles ont été arrachées et liées en gerbes, et aussi dans le cas où on a à faire à des gerbes d'origines diverses, il faudra procéder, avant cette analyse, au *choix des plantes-mères*, points de départ de sélection. Faisons remarquer ici que, pour l'avoine, il est, de loin, préférable de choisir les plantes-mères avant la récolte ou, tout au moins, immédiatement après, la déformation rapide des panicules après dessiccation rendant un choix tardif tout à fait illusoire.

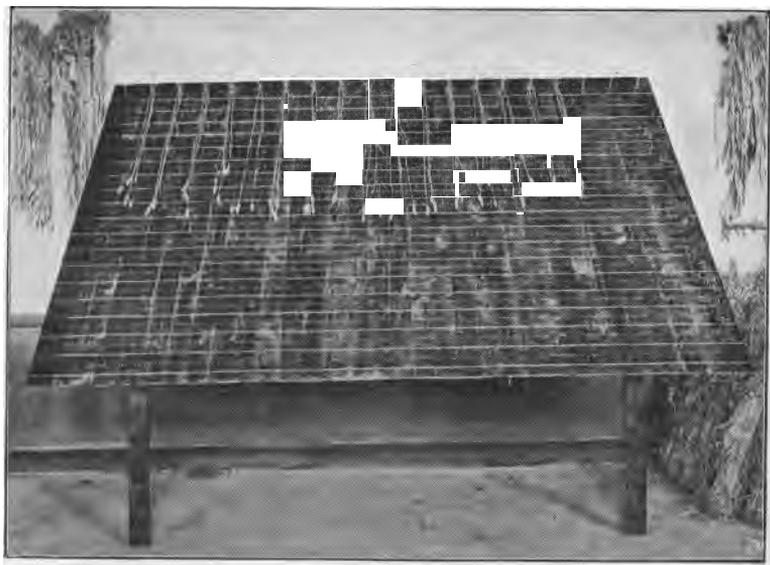


Fig. 37. — Tableau noir pour le choix des plantes-mères.

On étale, sur la table d'analyse, l'ensemble des touffes renseignées comme appartenant à une même variété, à un même échantillon provenant d'une même parcelle ou d'un même champ et on examine attentivement, quoiqu'assez rapidement, chaque plante présentée par un aide : celles dont la régularité, le nombre, l'aspect, le type des épis satisfont l'examineur sont mises de côté. Les plantes non choisies sont mises en tas jusqu'à ce que l'ensemble soit, plus tard, battu et le grain passé à la consommation.

Il est à conseiller, après ce premier choix, qui devra être copieux, de soumettre à un examen plus attentif chacune des plantes choisies, afin d'éliminer encore celles qui sembleraient de moindre valeur.

Pour cet examen définitif nous avons construit, sur des modèles employés à diverses stations allemandes, un meuble qui, sous ce rapport, rend de réels

services : il s'agit d'une espèce de grand tableau noir de 3 m. X 2 m. inclinable à volonté et appendu au moyen de charnières à une latte attachée à une des parois de la salle d'analyse. (fig. 37.) Toutes les touffes qu'un premier choix a isolées dans une parcelle d'échantillons ou dans une gerbe envoyée sont suspendues, côte à côte, au moyen de leurs **nœuds de tallement**, à de longues pointes clouées en **une** ligne horizontale à la partie supérieure du tableau; des traits, blancs et épais pour les décimètres, plus minces pour les demi-décimètres et rouges pour le mètre et le double-mètre, permettent de juger d'un coup **d'œil** rapide la longueur comparative des chaumes. La couleur plus ou moins claire des épis et des pailles ressort très bien sur le fond sombre du tableau et, par cette opposition, on se rend facilement compte de la conformation des touffes, de l'aspect des épis et de leur régularité.

Le choix définitif des plantes-mères étant effectué, on passe à leur analyse. Estimant que le meilleur jugement de leur valeur consiste dans l'étude de leur descendance, je suis d'avis qu'on peut limiter cette analyse aux déterminations que l'on trouvera dans le tableau ci-dessous.

ANALYSE DES PLANTES-MÈRES. — (*Extrait du registre d'analyses de la Station d'Amélioration de Gembloux.*)

N ^o de l'échantillon	Nom sous lequel l'échantillon a été envoyé	N ^o généalogique de la plante-mère choisie	Paille Longueur en mètre	Epis ou panicules			Graines			Observations
				Couleur des glumes	Forme	Densité moyenne	Conteur	Forme	Consistance	
	2		4					9	ÉO	11

Voici quelques détails concernant les divers points sur lesquels porte cette analyse :

Colonne 1 : *Numéro de l'échantillon.*

Aussitôt qu'un échantillon de graines ou de plantes entre à la station, il reçoit un numéro et est inscrit dans un registre *ad hoc* (voir plus loin) où les numéros se suivent au fur et à mesure des entrées. Nous utilisons pour ce numérotage les *chiffres arabes*.

Colonne 2. *Nom sous lequel l'échantillon a été envoyé.*

Le nom donné par l'expéditeur est enregistré, si même ce nom est attribué erronément à la sorte, quitte à rectifier plus tard, dans la colonne 11 : Observations.

Colonne 3. *Numéro **généalogique** de la plante-mère choisie.*

Ces numéros sont attribués aux plantes-mères au fur et à mesure de leur choix

et n'ont aucune relation avec les numéros des échantillons. Pour qu'il n'y ait nulle confusion avec ces derniers, les numéros généalogiques des lignées sont toujours exprimés, chez nous, en *chiffres arabes précédés d'un ou de deux zéros*. Chaque lignée conservera son numéro à travers toute la série des générations se succédant depuis la plante-mère jusqu'aux grandes multiplications; c'est la façon la plus simple pour fixer l'état-civil des descendances.

Les numéros généalogiques affectés aux plantes-mères choisies dans chaque parcelle à échantillons sont inscrits dans la colonne qui leur est réservée dans le registre dont il est question ci-dessus.

Faisons remarquer **qu'afin** de prévenir toute confusion avec des nombres quelconques, il est à conseiller à l'instar de ce qui se fait à **Svalof**, de faire précéder tout numéro généalogique d'un zéro.

Colonne 4 : *Longueur moyenne de la paille.*

La longueur moyenne des chaumes de chaque plante-mère se mesure avec une approximation pratiquement suffisante en déposant un double-mètre le long de la touffe et en estimant à **Pœil** la longueur moyenne de l'ensemble des chaumes.

Colonne 5 : *Couleur des **glumelles**.*

En cas d'épillets colorés (roux, bruns, etc.) en indiquer la nuance approximative, et prendre soin de ne ranger parmi les épillets blancs que ceux qui sont franchement de cette couleur. Avant que l'expérience ait fait acquérir l'acuité nécessaire du coup **d'œil**, il arrive assez souvent qu'on range parmi les **épillets** blancs des épillets colorés, mais dont le facteur « coloration » est excessivement dilué. Le degré de coloration oscille d'ailleurs souvent dans certaines **limites**, sous l'influence des conditions climatiques (chaleur, insolation, humidité).

Colonne 6 : *Forme et type de l'épi ou de la panicule.*

Voir des indications plus détaillées concernant la forme des inflorescences chez les diverses céréales dans la deuxième partie de cet ouvrage. Nous y indiquons les divers types, entre lesquels les sélectionneurs systématiseurs ont réparti toutes les formes d'épis ou de panicules existant en culture.

Colonne 7 : *Densité moyenne des épis.*

La densité de l'épi est une donnée à laquelle on a — et avec raison — attaché une grande importance dans l'identification des lignées; il s'agit, en effet, ici, d'un caractère extérieur qui, dans des limites assez étroites et dans des circonstances normales de milieu, se montre franchement caractéristique et héréditairement transmissible à la descendance de chaque plante-mère.

Mais, avant d'approfondir encore quelque peu ce sujet, disons tout d'abord ce qu'on entend par ces densités.

Pour toutes les céréales à épis (froment, seigle, orge), on distingue deux densités : la *densité en étages d'épillets* (D) et la *densité en graines* (d).

TABLEAU indiquant quelques écarts de densité (D) entre épis d'une même plante-mère_

Nom de la Variété	Plante-mère	N° des épis	Long. au de l'axe des épis	Nombre d'étages d'épis	Densité de chaque épi	Densité moyenne	Diff. en ce
Soleil de Svalof	A	1	7.5	25	33.3	32.3	+ 1.0
		2	7.5	26	34.7		- 2.4
		3	7.7	25	32.5		+ 0.2
		4	8.7	26	29.9		- 2.4
		5	9.0	27	30.0		- 2.3
		6	7.6	25	32.9		+ 0.6
		7	8.1	27	33.4		+ 1.1
		8	8.3	26	31.3		- 1.0
		9	8.0	26	32.5		+ 0.3
Bordier	B	1	11.1	22	19.8	19.3	+ 0.5
		2	11.4	22	19.2		- 0.1
		3	11.1	22	19.8		+ 0.5
		4	12.4	23	18.5		- 0.8
		5	10.3	21	20.4		+ 1.1
		6	12.6	24	19.0		- 0.3
		7	13.0	24	18.4		- 0.9
Squarehead de Rimpau	D	1	8.0	25	31.3	32.3	- 0.5
		2	7.7	26	33.8		+ 2.0
		3	7.8	25	32.1		+ 0.3
		4	8.2	25	30.5		- 1.3
		5	7.6	25	32.9		+ 1.1
		6	8.6	27	30.2		- 1.6

TABLEAU donnant quelques différences de densité (D) entre plantes-mères d'une même variété.

Nom la variété	No des Plantes-mères	Densité moyenne des épis de chaque plante-mère	Densité moyenne Pour la variété	Différences
Bordier (Vilmorin)	A	18.1	19.4	- 1.3
	B	19.3		- 0.1
	C	19.3		- 0.1
	D	21.9		+ 1.6
Grenadier (Svalof)	A	30.6	39.5	+ 0.1
	B	30.5		- 0.1
	C	30.4		-
	D	30.5		-
Bon Fermier (Vilmorin)	A	19.9	22.3	- 2.4
	B	22.3		-
	C	22.9		+ 0.6
	D	24.1		+ 1.8
Soleil (Svalof)	A	32.3	33.3	- 1.0
	B	31.7		- 1.6
	C	34.3		+ 1.0
	D	34.8		+ 1.5
Squarehead de Rimpeau	A	29.7	30.4	- 0.7
	B	30.2		- 0.2
	C	29.7		- 0.7
	D	31.8		+ 1.4

a) $D =$ nombre d'étages d'épillets ou de paliers sur 0 m. 10 de rachis (axe de l'épi); cette densité se mesure par le rapport suivant :

$$\frac{\text{Nombre d'étages d'épillets} \times 10}{\text{Longueur d'axe de l'épi.}}$$

Pour déterminer D . on mesure la longueur de l'axe le long d'un double décimètre, à partir du premier palier inférieur, qu'il soit stérile ou non, jusqu'au palier extrême ou place d'implantation du dernier étage d'épillets; on compte ensuite le nombre de ces étages, encore une fois étages stériles compris; on divise les deux données l'une par l'autre et on multiplie le quotient par 10.

Pour aider à l'exécution rapide de ces déterminations, on pourrait utiliser une simple règle à calculer, combinée avec un calibre; au zéro de l'échelle millimétrique fixe est adaptée une pointe en aluminium et un index identique prolonge la ligne médiane du curseur. Au moyen de ces deux repères, on mesure la longueur de l'axe tel qu'il a été dit plus haut; on lit cette longueur sur l'échelle millimétrique, sous la ligne médiane du curseur et on la porte au moyen de ce dernier sur l'échelle inférieure de la règle; après quoi on détermine le nombre total d'étages, y compris les stériles et ceux qui seraient tombés accidentellement; au moyen de l'échelle mobile, on met ce dernier chiffre (nombre d'étages) en regard du premier (longueur de l'axe) et, sur l'échelle inférieure, on lit directement le quotient en regard du 1 de l'échelle mobile. Avec un peu d'habitude, cette petite opération se fait très rapidement.

On pourrait aussi établir, une fois pour toutes, un tableau ayant en ordonnées une série complète de largeurs d'axe (par exemple de 0.05 m. à 0.14 m. pour le froment et l'orge, de 0.10 m. à 0.20 m. pour le seigle) et en abscisses, le nombre d'étages (respectivement de 10 à 45 et de 25 à 59); le quotient multiplié par 10 (soit D) se lira à la rencontre des deux perpendiculaires partant de ces valeurs.

Blaringhem (1) a établi un graphique permettant aussi de déterminer rapidement la densité.

b) $d =$ nombre de graines sur 0.10 m. de longueur d'axe, soit :

$$\frac{\text{Nombre de graines} \times 10}{\text{Longueur d'axe de l'épi}}$$

Somme toute, D et d ne font que se corroborer : plus D sera grand, plus grand sera aussi généralement d ; mais d nous renseigne en outre sur le nombre de graines par épillet et sur le degré de la **lacunosité** ou nombre d'épillets partiellement ou totalement stériles.

Chez l'avoine, céréale dont l'inflorescence est une panicule et non plus un épillets, diverses densités peuvent être établies : la densité en axes secondaires, en axes secondaires, en épillets et en graines, c'est-à-dire respectivement le nombre d'étages, d'axes secondaires, d'épillets et de graines sur 0 m. 20

(1) **Blaringhem**. *L'amélioration des crus d'orge de brasserie*, p. 152. Paris, 1910.

C'axe : c'est cette dernière **longueur** qui est - ordinairement choisie pour cette céréale à cause de la plus grande hauteur de son inflorescence.

J'ai dit plus haut que la compacité des épis était une caractéristique importante des lignées et j'ajoutais « dans des limites assez étroites et dans des circonstances normales de milieu ».

Comme pour tous les caractères quantitatifs, la variabilité fluctuante exerce ici aussi son influence. Les deux tableaux de la page 92 renseignent quelques écarts de densité entre épis d'une même plante-mère et entre plantes-mères d'une même variété.

Mais il y a plus : la valeur absolue de la densité de l'épi peut varier, pour une même lignée pure, d'une année à une autre, d'après les allures climatiques. Un exemple vraiment frappant démontrera l'existence de ce fait, reconnu aussi par l'anglais Percival dans sa magistrale étude monographique du froment (1).



Fig. 38. — Modifications profondes provoquées dans les types d'épis chez une lignée pure de froment, par suite d'exagération du **tallement**.

En 1921 nous avons observé que la compacité des épis, pour toutes les lignées en observation, était inférieure, de 4.2 en moyenne à celle de 1920. Quelle interprétation convenait-il à donner à ce phénomène ? Tout d'abord il fallait absolument écarter la possibilité d'une erreur ou d'un changement de méthode dans le calcul de D : en 1921, tout comme en 1920, on avait pris au hasard 25 épis dans chaque lignée et on en avait déterminé la longueur d'axe depuis la base du premier épillet inférieur, stérile ou non, jusqu'à celle du dernier épillet du sommet; dans le nombre d'étages on avait compris tous les épillets stériles.

D'ailleurs, cette diminution de la densité, en 1921, était corroborée par le phénomène inverse, généralement corrélatif avec la compacité, c'est-à-dire par l'augmentation générale du poids de 1000 graines.

(1) Percival J. — *The wheat plant. A monograph.*, p. 160-161 (X+463 p., 228 fig., Londres, Duckworth and C^o, 1921).

En examinant les deux constituantes de D, on pouvait voir que cette diminution de la compacité était due, en très grande partie, à l'allongement de l'axe des épis, allongement qui fut général, et qui atteignait en moyenne 1 cm. Cette augmentation de la longueur des **entrenœuds** de l'épi provenait du fait qu'après une longue période de sécheresse, l'apport subit, par temps chaud, d'une quantité **abondante** d'eau, provoqua une élongation brusque des tissus jeunes de l'épi, encore en formation dans la gaine.

Nous avons vu plus haut que, dans certaines circonstances anormales, par exemple lors de l'exagération du tallage à la suite de vides provoqués par des froids très rigoureux ou de toute autre cause, l'aspect typique de l'épi pouvait changer considérablement : il est évident que, dans ces circonstances, la densité elle-même se modifie souvent très sensiblement à l'intérieur d'une lignée pure. Cette modification peut être tellement profonde qu'on croirait souvent avoir à faire à deux sortes différentes. (Fig. 38.)

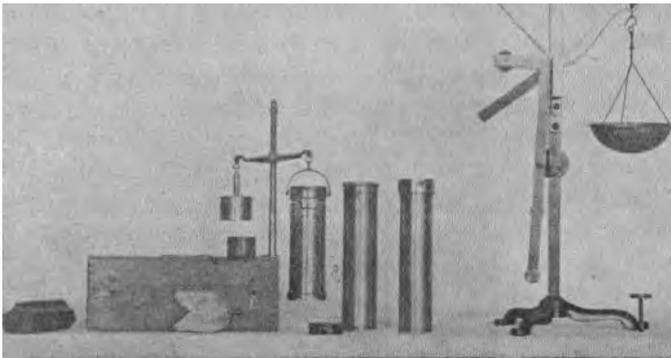


Fig. 39. — A droite, balance de **Korant**; à gauche, appareil pour la détermination du poids du quart de litre de semences.

Colonne 8 : *Couleur des graines.*

Exemple : pour le froment : Blanc, jaune pâle, jaune franc, roux pâle, roux foncé, rouge brun, rouge saumon, rouge cuivre; pour l'avoine : blanc, jaune pâle, jaune d'or, gris, noir; pour l'orge : blanc, jaune pâle, jaune paille; pour le seigle : brun pâle, brun foncé, verdâtre.

Colonne 9 : *Forme des graines.*

Graines courtes, longues, ventruées, maigres, aplaties latéralement, à rides dorsales, etc.

Colonne 10 : *Constitution des graines.*

Graines vitreuses, farineuses, mi-farineuses, dures, etc.

Les indications du tableau d'analyse des plantes-mères ont été limitées **pres-**qu'exclusivement aux caractères descriptifs extérieurs de celles-ci. On a, en effet, à faire à une *plante unique*, qui peut avoir été, à un degré plus ou moins élevé, sous la dépendance de la petite variabilité : ce sera surtout au cours des générations suivantes qu'il nous sera loisible d'étudier les différents facteurs du rendement.

D'ailleurs le temps dont on dispose, pour l'analyse des céréales d'hiver, entre autres, est tellement court qu'il est inutile de s'attarder à des détails dont l'importance ne s'impose pas.

On pourrait, si on le juge utile, déterminer encore *le poids de 100 graines*. La détermination de ce poids, ainsi que celui de 1000 graines, dans les générations ultérieures, sont, avec le nombre de graines par touffe, de bonnes données comparatives pour la fixation du rendement, quoique le poids du litre ou de l'hectolitre soit peut-être préférable.

Dans la pratique, on compte cent graines au fur et à mesure qu'elles se présentent.

Il existe un grand nombre d'appareils divers pour effectuer les pesées de petites quantités de graines : balances de tous formats et de toutes formes. ce qu'il faut demander à ces appareils, c'est d'opérer avec une sensibilité et une exactitude suffisantes et en même temps avec une appréciable rapidité. J'ai vu employer, pour effectuer ces pesées, des trébuchets dont un des plateaux avait reçu une transformation en vue de l'adapter également à la pesée d'épis ou de paille : au point de vue de l'exactitude des opérations, le trébuchet est naturellement l'appareil indiqué; je ne puis cependant en recommander l'emploi dans ce cas présent, où il est pour ainsi dire inutilisable : on perd bien trop de temps à manipuler les poids et à attendre la mise en équilibre des fléaux, surtout **quand** ces opérations doivent être répétées quelques centaines de fois; de plus, il faut une personne expérimentée, bien au courant du maniement d'une balance de précision pour effectuer les pesées au moyen de cet appareil.

Un des meilleurs instruments qu'on puisse utiliser est la balance à index et triple cadran, appelée dans les laboratoires de sélection « *Balance de Korant* » (Fig. 39) du nom de son constructeur (1). Cet instrument rapide et de manie-ment très facile, indique directement le poids au moyen d'une longue aiguille-index se mouvant devant un cadran à triple graduation : la première allant de 0 à 30 grammes, avec approximation au décigramme, la deuxième, s'étendant de 0 à 150 grammes et la troisième étant utilisée pour les pesées de 150 à 300 grammes. Un ensemble de trois leviers permet la mise à zéro de l'aiguille pour chacune des trois graduations; une **sébille** en aluminium sert au pesage des graines et des épis; pour la détermination du poids des chaumes, on utilise une nacelle allongée qui, en vue du pesage de touffes entières, peut être remplacée par un large triangle en gros fils d'aluminium, portant deux crochets assez distancés, dans lesquels on dépose la plante.

Si le comptage des 100 graines est effectué par des enfants, il est à conseiller,

(1) La firme **Korant et C^o**, constructeurs d'appareils pour laboratoires de sélection, Uhlandstrasse, 116, Berlin-Wilmersdorf.

afin d'assurer le mieux possible l'exactitude de l'opération, soit de leur faire compter 10 petits tas de 10 graines, soit de faire peser 2 lots de 50 graines chacun : s'il y a des écarts appréciables entre les deux poids, il est quasi certain qu'il doit y avoir eu erreur dans le comptage et il faudra recommencer.

Si on voulait être encore plus complet, on pourrait intercaler entre les colonnes 4 et 5 la mention : *Nombre d'épis* ou *Nombre de bonnes talles*.

Le « tallage » ou « **tallement** » (nombre de chaumes par touffe) est encore un des éléments de l'analyse sur l'opportunité de la détermination duquel on peut discuter. Le fait que ce caractère est fortement sous la dépendance de la variabilité fluctuante, c'est-à-dire des influences de station et de milieu, diminue considérablement l'importance du tallage considéré comme facteur d'analyse.

Cependant, la faculté de taller peu ou beaucoup est l'apanage de certaines variétés et un certain degré moyen de tallage peut être un caractère héréditairement transmissible à l'intérieur d'une lignée et intervenir, par conséquent, comme facteur du rendement, au même titre que le nombre de graines par épi et le poids de 100 ou 1000 **grainess**.

Enfin, entre les colonnes 9 et 10, on pourrait introduire la rubrique: « *Nombre moyen de graines par épi* ».

C. — Analyse de la récolte des parcelles d'élites I.

On commence par *éliminer* de l'amélioration, et cela avant toute analyse, les lignées qui se sont montrées tout à fait inférieures au cours de leur végétation, soit par leur peu de résistance aux intempéries d'un hiver normal ou à la verse, soit par leur susceptibilité toute spéciale vis-à-vis de certaines maladies.

Néanmoins, si certaines indications laissaient supposer que de vraies qualités d'un autre ordre accompagnent, chez quelques lignées, les défauts enregistrés, ou encore si l'année a été caractérisée par des intempéries absolument anormales (hiver extraordinairement rigoureux, humidité ou sécheresse excessives, développement général de certaines maladies), on pourrait conserver certaines descendance malgré les défauts qu'elles auraient manifestés pendant la végétation, soit pour en continuer l'observation durant quelques années encore, soit afin de les utiliser comme géniteurs dans des croisements artificiels.

Voici la série de opérations d'analyse, **telles** quelles s'effectuent actuellement à la station de **Gembloux**, après de multiples simplifications introduites au bout de plusieurs années de pratique sélective. (Voir le tableau.)

Colonne 1. *Numéro généalogique de la lignée*. — Voir pages 90-91.

Colonne 2. *Origine de la lignée*. — Nom de la variété, dans laquelle la plante-mère a été choisie, ou indication du croisement, qui lui a donné naissance.

Colonne 3. *Nombre de lignes*, dans le cas, surtout, où ce nombre diffère de parcelle à parcelle.

Colonne 4. *Rendement en grain par parcelle*. — Il s'agit, naturellement, du poids total du grain vanné, non trié.

Analyse des élites I de Froment.

1 Numéro généalogique de la lignée	2 ORIGINE DE LA LIGNÉE	3 Nombre de lignes	Rendement en grain		6 Poids d l'H	DÉTERMINATION DE LA PRÉ				
			4 par parc le	5 par o lignes		Date de			Nombre jours	
						7 à	8 r er début d'épia son	9 matur té	10 Leve à epiai on	11 Leve à mat rité

Colonne 5. *Rendement en grain par dix lignes.* — Le poids de la colonne précédente est rapporté à 10 lignes, afin d'avoir une base commune de **comparaison**.

Colonne 6. — *Poids de l'hectolitre*, calculé d'après le poids du quart de litre.

La détermination de ce poids a surtout son importance dans les générations suivantes; cependant, si on dispose de suffisamment de graines, ce qui est ordinairement le cas, il est intéressant d'étudier déjà ce caractère à la présente génération.

Une graine lourde est toujours appréciée, et même dans beaucoup de pays, les transactions commerciales se font sur la base de la densité de la semence : aussi, dans les stations allemandes, américaines, hollandaises et suédoises, le calcul du poids de l'hectolitre, basé sur la **détermination** du poids du 1/4 de litre, fait partie intégrante de l'analyse des céréales.

L'appareil utilisé (Fig. 39) (1) est un récipient métallique de la contenance exacte d'un quart de litre; théoriquement, l'opération est quelconque et ne consiste que dans le remplissage du récipient et la pesée de celui-ci rempli; mais ce remplissage doit, pour chaque essai, satisfaire à deux conditions nécessaires : le tassement du grain doit s'effectuer de la même façon lors de chaque détermination, c'est-à-dire le grain doit tomber dans le récipient avec la même rapidité, la même force et le vase doit être chaque fois exactement rempli.

(1) Il s'agit de l'appareil légal, qui, en Allemagne, est employé pour déterminer le **poids du volume** des céréales. On peut le trouver chez la firme **Korant, Umlandstrasse**, Berlin-Wilmersdorf. (Voir la note en bas de la page 103.)

COCITÉ		RÉSISTANCE					CARACTÉRISTIQUES			OBSER- TIONS
Précocité		A					de la Paille	de l'Épi	de la Graine	
Précocité	Com- pare- témoin	Hiver	Verse	Rouille	Carie	Piétin				
É2	É9	É4	É5	16	É7	É8	É9	20	2É	22

Voici comment ces deux conditions sont remplies dans l'appareil que nous employons: le fond du récipient est percé d'une multitude de petites ouvertures; il est fermé en haut, à hauteur voulue, pour délimiter exactement le quart de litre, au moyen d'une large lame métallique, taillée en couteau et qu'on peut faire glisser dans une fente dont est munie la paroi du vase. Quand on veut effectuer une pesée, on commence par faire glisser le couteau dans cette fente, de façon à fermer le récipient par le haut, on dépose ensuite, sur ce couteau, un poids en cuivre dont le diamètre égale le diamètre intérieur du cylindre; par dessus le tout, on ajuste un cylindre dit « de remplissage ». Au moyen d'un autre vase, on puise des graines et on en remplit à peu près le cylindre de remplissage, dont le volume dépasse un peu le quart de litre; ensuite, d'une traction uniforme, on enlève le couteau et le poids libéré tombe au fond du récipient en expulsant l'air qui sort par les ouvertures du fond et en entraînant, dans sa chute, les graines qui remplissent ainsi le vase d'une façon très régulière, tout en débordant dans le cylindre de remplissage. On introduit alors, derechef, dans la fente, le couteau qui, coupant éventuellement les graines situées dans son plan de pénétration, délimite ainsi exactement un cylindre de graines d'un volume de 250 cm³.

En inclinant le tout, on déverse les graines superflues se trouvant dans le cylindre de remplissage au-dessus du couteau, on enlève ensuite ce cylindre, on retire le couteau et on suspend le récipient rempli de graines, au moyen d'une anse qu'il porte, à l'extrémité du fléau d'une petite balance; à l'autre fléau, on fait équilibre au moyen de poids spéciaux.

Une table renseigne, pour chaque céréale, le poids de l'hectolitre correspondant au poids du 1/4 de litre trouvé.

Colonnes 7 à 13. — Dans la pratique courante, deux indications suffiraient : celle de la *précocité absolue* et de la *précocité relative*, comparée au « témoin ». En vue d'étudier l'exactitude et la portée de la **corrélation** qui, d'après **Florell**, semblerait exister entre l'époque où apparaît, dans une lignée, le premier épi et celle de la maturité (voir pages 73-74), nous **maintiendrons**, pendant quelques années encore, les colonnes 7 à 11.

Colonne 14. — La *résistance à l'hiver* est calculée d'après les observations annotées aux livres des champs. Un exemple : soit une parcelle comportant sept lignes de 20 graines chacune (140 graines **semées**); avant les premières gelées, on dénombre 130 plantes et, au printemps, on constate la présence de 85 jeunes plantes. Le déchet dû à l'hiver sera de 45 plantules sur 130 et, exprimé en pour cent, de $\frac{45}{130} = 34,6\%$. Si nous établissons dix degrés de résistance (0 à 10), 10 exprimant une résistance absolue et 0 une destruction complète, nous pouvons fixer les relations suivantes entre les p. c. de déchets et les degrés de résistance :

% déchets	degré de résistance	%	% déchets	degré de résistance
0	10	%	50	5
10	9	60	60	4
20	8	70	70	3
30	7	80	80	2
40	6	90	90	1
		100	100	0

Colonne 15. — *Résistance à la verse*.

On pourrait envisager une échelle de résistance allant de 5 (ou même 10) à 0, en combinant les données des livres des champs : degré de verse et extension de celle-ci.

Exemple :

Degré et extension	Résistance (0-5)
0 sur la 1/2 de la parcelle sur l'autre 1/2	4,5
5 sur les 2/3 de la parcelle 4 sur 1/3	0,5
2 sur 1/3 de la parcelle sur 2/3	1,5
3 sur toute la parcelle	} 2

Longtemps on a voulu déterminer, par divers appareils, la plus ou moins grande résistance des chaumes. Citons, pour mémoire, les *appareils Krauss* (voir p. 88), qui servaient, dans certains laboratoires allemands, à établir la