

**Savoir**  
faire

# Méthodes de création de variétés en amélioration des plantes

André Gallais



éditions  
**Quæ**

B2523

053837

③

# Méthodes de création de variétés en amélioration des plantes

André Gallais



Éditions Quæ

# Sommaire

<b>Avant-propos</b> .....	9
<b>Remerciements</b> .....	13
<b>Chapitre 1. De la domestication à l'amélioration actuelle des plantes</b> .....	15
La domestication .....	15
L'évolution des populations cultivées .....	16
L'homogénéisation des variétés : rançon et facteur du progrès génétique .....	18
Intérêt de l'homogénéisation des variétés .....	18
L'amélioration des plantes : science de la création de variétés .....	20
Les progrès réalisés et leurs bases génétiques .....	21
Importance et nature des progrès .....	21
Bases génétiques des progrès réalisés .....	22
L'évolution des méthodes de sélection et la place des outils .....	23
Passage de la sélection phénotypique à la sélection génotypique .....	23
Rôle et place des outils disponibles .....	24
<b>Chapitre 2. Types de variétés en amélioration des plantes</b> .....	27
Ce que représente une variété .....	27
Définition d'une variété en amélioration des plantes .....	27
L'inscription au catalogue des variétés .....	28
Protection de la propriété intellectuelle d'une nouvelle variété .....	28
La certification des semences et des plants et la sélection conservatrice .....	29
Les différents types de variétés .....	31
Les variétés populations .....	31
Les variétés lignées .....	32

Les variétés hybrides .....	34
Les variétés synthétiques .....	44
Les variétés clones ou leur équivalent .....	47
Le choix du type variétal .....	49
Considérations génétiques et biologiques .....	49
Considérations économiques .....	51
<b>Chapitre 3. Utilisation du rétrocroisement</b> .....	55
Introduction .....	55
But et historique de la méthode du rétrocroisement .....	55
Définition d'un gène majeur .....	56
Identification du gène introduit .....	58
Le rétrocroisement phénotypique .....	59
Le déroulement d'un programme de rétrocroisement .....	59
Évolution de l'isogénicité .....	62
Cas particuliers de rétrocroisements .....	64
Bilan de la méthode du rétrocroisement .....	68
Le rétrocroisement assisté par marqueurs .....	69
Le rétrocroisement pour un gène marqué .....	69
Le rétrocroisement pour des segments chromosomiques .....	71
<b>Chapitre 4. La sélection généalogique et la création de variétés lignées pures</b> .....	79
Éléments généraux .....	79
Effet de la sélection dans les populations autogames non sélectionnées .....	79
Modes d'obtention de l'homozygotie .....	80
Nature des croisements de départ .....	83
La sélection généalogique pendant la phase de fixation .....	84
Principe .....	84
Réalisation pratique .....	85
Avantages et inconvénients de la sélection pendant la phase de fixation .....	89
Méthodes de sélection généalogique après fixation .....	90
Méthode des <i>bulks</i> .....	90
La filiation unipare ou <i>single-seed descent</i> (SSD) .....	94
Méthode avec haplodiploïdisation .....	96
L'optimisation de la sélection avec un grand nombre de lignées .....	101
Comparaison expérimentale des méthodes .....	101

Choix des parents et prédiction des meilleurs croisements .....	102
Principes généraux .....	102
Prédiction de la moyenne .....	104
Prédiction de la variance .....	104
Conclusion .....	105
La sélection généalogique assistée par marqueurs .....	105
Maintien et production des variétés lignées pures .....	107
La fixation finale des lignées .....	107
La production des variétés lignées .....	107
<b>Chapitre 5. Création de variétés hybrides</b> .....	111
Principe de la création des variétés hybrides .....	111
Les hybrides entre populations et les groupes hétérotiques .....	111
L'idée de Shull .....	112
Du concept à l'application .....	114
Principaux schémas de création des variétés hybrides .....	123
Sélection généalogique pour l'aptitude à la combinaison avec un testeur .....	123
Sélection généalogique réciproque pour l'aptitude à la combinaison .....	128
La prédiction de la valeur des croisements entre lignées .....	131
Le contrôle de l'hybridation à grande échelle et la production de semences .....	133
Un cas favorable : la dioécie .....	134
La castration manuelle .....	134
L'auto-incompatibilité .....	136
Le contrôle chimique de l'hybridation .....	138
La stérilité mâle génique .....	139
La stérilité mâle nucléo-cytoplasmique .....	142
La constitution de groupes hétérotiques .....	145
Comment structurer en groupes hétérotiques ? .....	145
La gestion de la variabilité génétique à long terme .....	146
L'inscription au catalogue des variétés hybrides et leur sélection conservatrice .....	147
<b>Chapitre 6. Les variétés synthétiques</b> .....	149
Prédiction et évolution de la vigueur des variétés synthétiques .....	149
Approche théorique simplifiée .....	149
Résultats expérimentaux .....	153

Base optimale d'une variété synthétique .....	156
La sélection des parents d'une variété synthétique .....	157
Maintien et production d'une variété synthétique .....	159
Maintien d'une variété synthétique .....	159
Le problème du contrôle des variétés synthétiques .....	160
<b>Chapitre 7. L'organisation de la récurrence dans la création variétale</b> .....	163
Bilan de la sélection généalogique .....	163
Les bases d'une stratégie intégrée de la sélection et de la création variétale .....	164
Formulation générale du problème de la création variétale .....	164
Stratégie intégrée de la sélection, des ressources génétiques à la création de variétés .....	166
La structure d'un cycle de sélection récurrente .....	170
Classification des méthodes de sélection récurrente .....	171
Éléments généraux sur la réponse à la sélection .....	172
Les principaux schémas de sélection récurrente .....	174
Méthodes d'amélioration de la valeur propre et de l'AGC des populations .....	174
Méthodes de sélection récurrente en vue de la création de lignées .....	183
La sélection en vue de la création de variétés hybrides .....	187
Utilisation de la stérilité mâle en sélection récurrente .....	195
Sélection massale avec stérilité mâle .....	196
Sélection sur descendances $S_1$ .....	196
Sélection sur la valeur en combinaison avec un testeur .....	197
Conclusions .....	197
Choix d'une méthode de sélection récurrente .....	197
Une autre conception de la sélection récurrente .....	199
<b>Chapitre 8. La création variétale chez les espèces autopolyploïdes</b> .....	203
Définitions .....	203
Autopolyploïdes et allopolyploïdes .....	203
Terminologie pour les génotypes .....	204
La méiose et les disjonctions chez les autopolyploïdes .....	205
La création de lignées .....	208
Difficulté d'obtention de l'homozygotie .....	208
Manifestation de la dépression de consanguinité au cours de l'autofécondation .....	208

La création de variétés hybrides .....	210
Moyenne des différents types d'hybrides entre lignées homozygotes ....	210
Moyenne des hybrides simples entre familles consanguines .....	212
Base génétique optimale des hybrides .....	212
La multiplication des hybrides .....	214
La création de variétés synthétiques .....	214
La création de variétés clones .....	216
La sélection récurrente chez les espèces autopolyploïdes .....	216
Les tétraploïdes artificiels .....	217
<b>Chapitre 9. La sélection assistée par marqueurs pour des caractères quantitatifs</b> .....	219
Le principe de la prédiction des valeurs génétiques par les marqueurs moléculaires .....	220
La sélection récurrente combinée « phénotype + marqueurs » .....	220
Principe .....	222
Gain en efficacité .....	222
Optimisation des moyens : prise en considération du coût du marquage .....	225
Conclusion .....	225
La sélection récurrente sur marqueurs seuls .....	225
Principe .....	225
La sélection sur marqueurs seuls avec intercroisement au hasard .....	226
La sélection sur marqueurs seuls avec croisements par paires .....	228
Conclusion .....	229
L'alternance de sélection combinée « phénotype + marqueurs » et de sélection sur marqueurs seuls .....	230
Augmentation de l'efficacité de la sélection assistée par marqueurs .....	231
L'utilisation de dispositifs multiparentaux .....	231
La combinaison de l'haplodiploïdisation et des marqueurs moléculaires .....	231
La sélection génomique .....	232
Conclusion .....	234
<b>Annexe 1. Quelques notions de génétique et d'amélioration des plantes pour mieux comprendre</b> .....	237
Notions de génétique .....	237
Les constituants cellulaires et leur rôle .....	237

Gènes et allèles .....	238
Génotype, homozygotie et hétérozygotie .....	238
Notion de dominance et de récessivité .....	239
Le passage du gène au caractère .....	239
Notions de génétique des populations .....	239
Population .....	239
Fréquence d'un génotype .....	239
Fréquence d'un allèle .....	240
Notion de valeur sélective d'un génotype .....	240
Structure d'une population panmictique .....	240
Déséquilibre de liaison dans une population panmictique .....	241
Notions de génétique quantitative .....	241
Valeur phénotypique et valeur génotypique .....	241
Additivité des effets génétiques, effets de dominance .....	241
Épistasie .....	242
Variances d'additivité, de dominance .....	243
Héritabilité au sens large et héritabilité au sens étroit .....	244
La détection de QTL .....	245
Systèmes de reproduction chez les plantes .....	245
Le phénomène d'hétérosis .....	248
Le mécanisme de la superdominance .....	248
Le mécanisme de la dominance des gènes favorables .....	249
Pseudo-superdominance .....	249
Hétérosis infixable et hétérosis fixable .....	249
<b>Annexe 2. Détermination de l'intensité de sélection</b> .....	251
<b>Bibliographie</b> .....	253
<b>Glossaire</b> .....	263
<b>Liste des abréviations</b> .....	273
<b>Index</b> .....	275

Qu'est-ce qu'une variété en amélioration des plantes ? Pourquoi et comment crée-t-on une variété ? Le but de l'ouvrage est de répondre à ces questions en présentant assez simplement toutes les méthodes de sélection importantes pour la création de variétés, et en y intégrant deux outils de plus en plus utilisés : l'haplodiploïdisation et les marqueurs moléculaires.

Le développement d'une sélection « scientifique » à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle a très rapidement conduit à des populations plus ou moins homogènes, appelées variétés. En fonction des caractéristiques biologiques de l'espèce et des considérations socio-économiques, le sélectionneur crée des variétés populations, des lignées pures, des hybrides, des variétés synthétiques ou des clones. Le but de l'amélioration des plantes est de réunir dans une même variété le maximum de gènes favorables. L'ouvrage montre comment cela peut se réaliser par la combinaison de la sélection et des systèmes de reproduction.

Cet ouvrage s'adresse à toute personne qui veut mieux comprendre ce qu'est une variété et comment l'obtenir. Sont ainsi particulièrement concernés les techniciens et ingénieurs de la sélection végétale et de la production de semences, les étudiants, les enseignants et les chercheurs dans ces domaines.

**André Gallais**, professeur émérite d'AgroParisTech, membre de l'Académie d'Agriculture de France, est un spécialiste de la génétique quantitative et des méthodes d'amélioration des plantes. Il a enseigné ces sujets à l'Institut national agronomique de Paris-Grignon de 1982 à 2005 et a été responsable de programmes de génétique et d'amélioration du maïs à la station de génétique végétale du Moulon (Inra-Université de Paris Sud-CNRS-AgroParisTech).

Couverture : Essais de lignées de blé en fin de sélection © Inra  
Récolte de pollen pour croisement ou autofécondation chez le maïs © Gallais  
Cultures d'anthers et androgenèse chez le triticales © Inra Clermont-Ferrand  
Marqueurs moléculaires © UMR Moulon

éditions  
**Quæ**

Éditions Cirad, Ifremer, Inra, Irtatec  
[www.quae.com](http://www.quae.com)

19 €

ISBN : 978-2-7592-1657-4



9 782759 216574

ISSN : 1952-1251  
Ref. : 02267

