

Savoir
faire

Méthodes de création de variétés en amélioration des plantes

André Gallais



éditions
Quæ

Sommaire

Avant-propos	9
Remerciements	13
Chapitre 1. De la domestication à l'amélioration actuelle des plantes	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
Chapitre 2. Types de variétés en amélioration des plantes	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
Chapitre 3. Utilisation du rétrocroisement	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
Chapitre 4. La sélection généalogique et la création de variétés lignées pures	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
Chapitre 5. Création de variétés hybrides	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
Chapitre 6. Les variétés synthétiques	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

Chapitre 7. L'organisation de la récurrence dans la création

variétale	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

Chapitre 8. La création variétale chez les espèces autopolyploïdes

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
Chapitre 9. La sélection assistée par marqueurs	
pour des caractères quantitatifs	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
Annexe 1. Quelques notions de génétique et d'amélioration des plantes pour mieux comprendre	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
Annexe 2. Détermination de l'intensité de sélection	251
Bibliographie	253
Glossaire	263
Liste des abréviations	273
Index	275

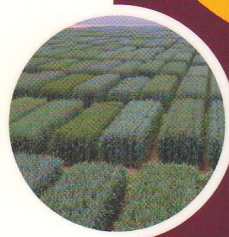
Qu'est-ce qu'une variété en amélioration des plantes ? Pourquoi et comment crée-t-on une variété ? Le but de l'ouvrage est de répondre à ces questions en présentant assez simplement toutes les méthodes de sélection importantes pour la création de variétés, et en y intégrant deux outils de plus en plus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

Le développement d'une sélection « scientifique » à la fin du XIX^e 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, Irstea
www.quae.com

19 €

ISBN : 978-2-7592-1657-4



ISSN : 1952-1251
Réf. : 02267