

P. Rousselle, Y. Robert,
J.C. Crosnier, éd.

la pomme de terre

MIEUX COMPRENDRE



INRA

EDITIONS

la pomme de terre

production, amélioration,
ennemis et maladies,
utilisations

la pomme de terre

production, amélioration,
ennemis et maladies,
utilisations

P. Rousselle, Y. Robert,
J.C. Crosnier, éd.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
147, rue de l'Université - 75338 Paris Cedex 07

INSTITUT TECHNIQUE DES CÉRÉALES ET DES FOURRAGES
8, avenue du Président Wilson - 75116 Paris

MIEUX COMPRENDRE

Ouvrages parus dans la même collection :

**Vie microbienne du sol
et production végétale**

Pierre DAVET
1996, 380 p.

Nutrition des ruminants domestiques

R. JARRIGE, Y. RUCKEBUSH
C. DEMARQUILLY, M.-H. FARCE,
M. JOURNET
1995, 921 p.

Sols caillouteux et production végétale

Raymond GRAS
1994, 178 p.

Biologie de la lactation

Jack MARTINET, Louis-Marie HOUBEINE
1993, 587 p.

**Amélioration des espèces végétales
cultivées.**

Objectifs et critères de sélection

André GALLAIS, Hubert BANNEROT
1992, 768 p.

**La régression non linéaire : méthodes
et applications en biologie**

Sylvie HUET, Emmanuel JOLIVET,
Antoine MESSÉAN
1992, 250 p.

**L'épidémiologie en pathologie végétale :
mycoses aériennes**

Frantz RAPILLY
1991, 318 p.

**Principes d'amélioration génétique des
animaux domestiques**

Francis MINVIELLE
1990, 211 p.

**Cytogénétique des mammifères
d'élevage**

Paul C. POPESCU
1989, 114 p.

**Les oligo-éléments en agriculture et
élevage**

Yves COÏC, Marcel COPPENET
1989, 114 p.

Eléments de virologie végétale (épuisé)

Pierre CORNUET
1987, 208 p.

© INRA, Paris 1996

ISBN : 2-7380-0676-0

ISSN : 1144-7605

Le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 3 rue Hautefeuille, Paris 6^e.

Préface

« *Encore un ouvrage sur la Pomme de terre* » peut-on être tenté de dire en commençant ce texte.

Peu de plantes en effet ont suscité autant d'intérêt que la pomme de terre, pour ses qualités nutritionnelles et organoleptiques ou pour son histoire, dont les différents épisodes s'apparentent aisément à ceux d'une véritable « saga ». Le lecteur de cet ouvrage trouvera bien entendu toutes les réponses aux questions qu'il convient de se poser. Pour ma part, j'y ai retrouvé tout ce que je savais plus ou moins, mais hiérarchisé, développé, approfondi. J'ai beaucoup appris, émerveillé au fil des pages, découvrant la richesse de ce volume que nos amis, professionnels diserts, nous offrent aujourd'hui. Nul doute qu'à ce stade, j'ai plutôt envie de dire :

« *Un ouvrage sur la pomme de terre, enfin* ».

Je crois en effet, fondamentalement, que ce livre diffère des autres. Il est complet. Aucun domaine n'est laissé dans l'ombre et on y trouvera l'ensemble des connaissances actuelles acquises au niveau des champs ou à la suite d'approche de biologie théorique ou appliquée (biologie moléculaire et cellulaire par exemple). Il est facile de voir également combien nos connaissances sur cette plante sont à présent conséquentes. Cela est sans doute dû au statut particulier de la pomme de terre qui de fait, comme le tabac, et maintenant *Arabidopsis Thaliana*, s'est révélé un modèle d'étude commode et performant. Les résultats amples et très valorisés en production obtenus par la vitroculture en sont des exemples remarquables. Enfin l'analyse économique fait aussi l'objet d'un développement appréciable.

Une deuxième caractéristique de l'ouvrage proposé est de rassembler une large expertise, en fait la plus large possible. Les auteurs des différents chapitres sont en effet des praticiens, des responsables techniques, des ingénieurs, des chercheurs de toutes les régions et l'édition souligne encore ce caractère oecuménique. L'ouvrage est édité par l'INRA avec la collaboration de l'ITPT et de l'ITCF. Ceci garantit, me semble-t-il, une vision cohérente, intégrée, actuelle des connaissances sur la pomme de terre et sa culture.

Il est clair qu'ainsi constitué, cet ouvrage peut avoir l'ambition de devenir une référence. Il devrait intéresser un large public en France et hors de France, au moins dans l'espace francophone.

Il vous faut maintenant lire cet ouvrage, en y plongeant, page après page, sans éteindre la lumière qui le soir vous accompagne, ou, peut être, différemment, en fonction de vos intérêts propres. Je vous en propose trois lectures :

Vous ami praticien, professionnel éclairé, gardez les trois premiers chapitres pour le soir, après une journée de travail, rêvez sur l'histoire de la pomme de terre en appréciant les anecdotes et les tribulations de ceux qui introduisirent et développèrent cette culture en Europe, rafraîchissez également votre mémoire sur la botanique et la physiologie. Un intérêt professionnel à satisfaire rapidement devrait vous guider aux chapitres 7, 8 et 9, techniques et actuels, riches d'enseignement et d'instruction. Les autres chapitres peuvent se lire ensuite dans un ordre guidé par l'intérêt.

Ami chercheur, ou enseignant chercheur, tout doit vous intéresser, pour la somme de connaissances rassemblées, pour la valeur et l'intérêt des synthèses. Une lecture ordonnée s'impose pour revenir ensuite sur tel ou tel chapitre au gré des besoins.

Enfin, ami lecteur, qui dans ce livre cherches des références culturelles, qui que tu sois, il faut laisser le plaisir te guider, lire comme bon te semble, communiquer librement avec la grande famille de ceux qui vivent ou ont vécu pour ou de la pomme de terre.

De ces trois lectures, toutes expérimentées, je ne sais pas, pour ma part laquelle choisir. Une lecture supplémentaire m'apportera sans doute la réponse.

Merci aux auteurs de ces résultats privilégiés. Bonne chance à tous les lecteurs.

Alain COLENO
Directeur scientifique du secteur Productions Végétales
de l'Institut National de la Recherche Agronomique

Table des matières

La plante

1. Origine socio-historique	25
D. Spire et P. Rousselle	
Origine de la pomme de terre	26
Rappel botanique.....	26
Appropriation de la pomme de terre par l'homme	26
<i>Premiers pas</i>	26
<i>Période de domestication du lama</i>	27
<i>L'apparition des tétraploïdes et leur diffusion dans les Andes</i>	27
La pomme de terre et les cultures précolombiennes.....	28
Découverte de la pomme de terre par les Espagnols	29
Introduction et premiers développements de la pomme de terre en Europe.....	32
Via l'Espagne.....	32
Via l'Angleterre	35
Introduction en France	36
Portes d'entrée	36
Développement de la culture.....	39
<i>Raisons culturelles</i>	39
<i>Raisons biologiques</i>	40
<i>Raisons socio-économiques</i>	40
<i>Apport de Parmentier</i>	41
<i>Conséquences de la sélection</i>	42
Apparition des fléaux de la pomme de terre	44
Références bibliographiques.....	47
2. Botanique, morphologie et taxinomie	49
Line Rossignol et Françoise Rousselle-Bourgeois	
Description botanique et morphologique	49
Appareil aérien	49
<i>Aspect des tiges</i>	49
<i>Insertion et caractéristiques foliaires</i>	50
<i>Organisation de l'inflorescence et de la fleur</i>	51

<i>Caractéristiques du fruit et de la graine et cycle sexué</i>	54
Appareil souterrain	55
<i>Différentes parties de l'appareil souterrain</i>	56
<i>Morphologie externe et interne du tubercule</i>	56
<i>Caractéristiques du tubercule</i>	59
<i>Développement à partir du tubercule</i>	60
Taxinomie et origine botanique	62
Place dans la taxinomie	62
<i>Espèces tubéreuses du genre Solanum</i>	62
<i>Centres d'origine et de diversification</i>	64
Espèces cultivées	64
<i>Description</i>	64
<i>Origine</i>	65
<i>Création des Neotuberosum</i>	66
Cytologie et fertilité	66
Notion de nombre d'équilibre de l'endosperme (EBN)	67
Références bibliographiques	68

3. Aspects physiologiques de la croissance et du développement 71

D. Ellissèche

Cycle végétatif de la pomme de terre	72
Du tubercule au tubercule	72
Cas particulier des boutures aériennes et des plantés issues de graines	75
Processus d'évolution du tubercule	76
Repos végétatif et dormance	76
<i>Définition</i>	76
<i>Influence de différents facteurs sur la durée du repos végétatif et de la dormance</i>	76
<i>Aspects biochimiques</i>	78
<i>Conséquences pratiques</i>	80
Transpiration et respiration	81
Germination	81
Notion d'âge physiologique et conséquences agronomiques	83
<i>Historique</i>	83
<i>Evolution physiologique du tubercule</i>	84
<i>Effet variétal</i>	85
<i>Incidences agronomiques</i>	86
<i>Applications pratiques de la notion d'âge physiologique en fonction du type de culture</i>	92
<i>Recherche d'une méthode d'estimation de l'âge physiologique</i>	94
<i>Conclusions</i>	95
Tubérisation	96
Rôles du feuillage et du tubercule-mère dans l'induction de la tubérisation	98
<i>Photopériode</i>	98

<i>Température</i>	98
<i>Alimentation de la plante</i>	100
<i>Rôle du tubercule-mère</i>	100
Relations entre induction de la tubérisation et croissance des plantes	102
<i>Cas général</i>	102
<i>Effet génotypique</i>	105
<i>Conséquences pratiques</i>	106
Aspects biochimiques	108
Formation du rendement	109
Notion de rendement potentiel	110
<i>Calcul du rendement potentiel</i>	110
<i>Limites agronomiques</i>	111
<i>Limites de la photosynthèse</i>	112
Influence des facteurs du milieu	113
<i>La lumière</i>	113
<i>La température</i>	114
<i>L'interaction entre la lumière et la température</i>	114
<i>L'alimentation en eau</i>	115
<i>La densité de plantation</i>	116
Quelques conséquences agronomiques	117
<i>Le calibre</i>	117
<i>La teneur en matière sèche</i>	117
<i>Les défauts du tubercule</i>	118
Prévision du rendement	119
Conclusions	119
Références bibliographiques	121
4. Amélioration génétique	125
Françoise Rousselle-Bourgeois et P. Rousselle	
Caractéristiques de l'espèce ayant des conséquences pour la sélection	125
Modes de reproduction	126
<i>Multiplication végétative</i>	126
<i>Reproduction sexuée et stérilité</i>	126
Hérédité des caractères	126
Interaction génotype × milieu	127
Objectifs et critères de sélection	128
Adaptation et productivité	128
Résistances aux ravageurs et aux agents pathogènes	129
<i>Résistances mono- et oligogéniques</i>	129
<i>Résistances polygéniques</i>	130
Qualités liées aux modes d'utilisation	131
<i>Présentation du tubercule</i>	131
<i>Qualité intrinsèque</i>	131
Méthodes de création de matériel amélioré	132
Techniques de croisements et obtention des graines	133

Schéma de sélection	133
Méthodologie des tests utilisés en sélection	135
<i>Adaptation</i>	136
<i>Résistance aux agents de maladies et aux ravageurs</i>	136
<i>Qualité et critères technologiques</i>	137
Conclusion	138
Utilisation des espèces apparentées	138
Introduction	138
Sélection au niveau diploïde	140
<i>Obtention de dihaploïdes</i>	140
<i>Création de populations diploïdes</i>	141
Retour au niveau tétraploïde	142
<i>Polyploïdisation mitotique</i>	142
<i>Polyploïdisation méiotique</i>	142
<i>Polyploïdisation somatique</i>	144
Conclusion	144
Intégration des biotechnologies	144
Reproduction conforme	145
Reproduction avec changement du niveau de ploïdie	145
<i>Androgenèse</i>	145
<i>Hybridation somatique</i>	146
Reproduction non conforme ou variation somaclonale	148
Transformation génétique	148
Description de la variabilité	149
En termes de génétique quantitative	149
En termes de génétique moléculaire	152
<i>Variabilité protéique et enzymatique</i>	152
<i>Variabilité des acides nucléiques</i>	152
Conclusion	153
Références bibliographiques	154

Les ennemis

5. Ennemis animaux	163
D. Mugniéry, Y. Robert, avec la participation de M. Blanc	
Nématodes	164
Les nématodes à kyste, <i>Globodera rostochiensis</i> et <i>G. pallida</i>	164
<i>Gamme d'hôtes</i>	166
<i>Dégâts</i>	166
<i>Biologie</i>	167
<i>Stade de résistance</i>	169
<i>Méthodes de lutte</i>	169
Les nématodes à galles, <i>Meloidogyne</i> sp.	172
<i>Dégâts</i>	172
<i>Biologie</i>	173
<i>Dissémination</i>	174

<i>Méthodes de lutte</i>	174
Le nématode à fausses galles, <i>Nacobbus aberrans</i>	176
<i>Gamme d'hôtes</i>	176
<i>Dégâts</i>	177
<i>Biologie</i>	177
<i>Stades de résistance</i>	177
<i>Dissémination</i>	178
<i>Méthodes de lutte</i>	178
Les nématodes vecteurs de virus	178
<i>Dégâts</i>	179
<i>Biologie</i>	179
<i>Lutte</i>	179
Les <i>Pratylenchus</i>	180
<i>Dégâts</i>	180
<i>Biologie</i>	180
<i>Lutte</i>	181
<i>Ditylenchus destructor</i>	181
<i>Gamme d'hôtes</i>	181
<i>Dégâts</i>	182
<i>Biologie</i>	182
<i>Méthodes de lutte</i>	182
Conclusion	183
Insectes	185
Les pucerons	185
<i>Espèces de pucerons</i>	186
<i>Biologie</i>	187
<i>Dégâts</i>	188
<i>Possibilités de lutte</i>	189
Le doryphore	199
<i>Morphologie</i>	199
<i>Biologie</i>	199
<i>Dégâts</i>	201
<i>Possibilités de lutte</i>	202
Les teignes de la pomme de terre	206
<i>Espèces de teignes</i>	206
<i>Biologie de P. operculella</i>	206
<i>Dégâts</i>	207
<i>Possibilités de lutte</i>	208
Les taupins	210
<i>Espèces de taupins</i>	210
<i>Biologie</i>	211
<i>Dégâts</i>	212
<i>Possibilités de lutte</i>	212
Autres insectes nuisibles	213
<i>Cicadelles</i>	213
<i>Altises et autres coléoptères de la pomme de terre</i>	214
<i>Diptères et Lépidoptères</i>	215

Conclusion	216
Références bibliographiques	217
6. Maladies	231
C. Kerlan, Sylvie Priou, B. Jouan, Claudine Pasco, P. Prior, Régine Samson, Roselyne Corbière, B. Tivoli, P. Bedin, S. Duvauchelle, D. Andrivon, Rachida Elimane, B. Perraton	
Maladies à virus	232
Virus de l'Enroulement de la pomme de terre (<i>Potato Leafroll Virus</i>) : PLRV	236
<i>L'agent pathogène</i>	236
<i>Symptomatologie</i>	236
<i>Dommages et importance économique</i>	237
<i>Diagnostic et détection</i>	237
<i>Biologie et épidémiologie</i>	237
Virus Y de la pomme de terre (<i>Potato Virus Y</i>) : PVY	238
<i>L'agent pathogène</i>	238
<i>Symptomatologie</i>	239
<i>Dommages et importance économique</i>	240
<i>Diagnostic et détection</i>	241
<i>Biologie</i>	242
Virus A de la pomme de terre (<i>Potato Virus A</i>) : PVA	243
<i>L'agent pathogène</i>	243
<i>Symptomatologie</i>	243
<i>Importance économique</i>	244
<i>Diagnostic et détection</i>	244
<i>Épidémiologie</i>	245
Virus X de la pomme de terre (<i>Potato Virus X</i>) : PVX	245
<i>L'agent pathogène</i>	245
<i>Symptomatologie</i>	246
<i>Dommages et importance économique</i>	247
<i>Diagnostic et détection</i>	247
<i>Épidémiologie</i>	248
Virus S de la pomme de terre (<i>Potato Virus S</i>) : PVS et Virus M de la pomme de terre (<i>Potato Virus M</i>) : PVM	248
<i>L'agent pathogène</i>	248
<i>Symptomatologie</i>	249
<i>Dommages et importance économique</i>	250
<i>Diagnostic et détection</i>	250
<i>Épidémiologie</i>	251
Virus du rattle du tabac (<i>Tobacco Rattle Virus</i>) : TRV	252
<i>L'agent pathogène</i>	252
<i>Symptomatologie</i>	252
<i>Dommages et importance économique</i>	253

Épidémiologie.	254
Diagnostic et détection.	254
Méthodes de lutte.	255
Virus du Mop-Top de la pomme de terre (<i>Potato Mop-Top Virus</i>) :	
PMTV	255
L'agent pathogène	255
Symptomatologie	256
Dommages et importance économique	256
Diagnostic et détection.	256
Biologie et épidémiologie.	257
Méthodes de lutte	257
Viroïde des tubercules fusiformes de la pomme de terre (<i>Potato Spindle Tuber Viroid</i>) : PSTV	257
L'agent pathogène	257
Symptomatologie	258
Dommages et importance économique	258
Diagnostic et détection.	258
Biologie	259
Méthodes de lutte	259
Conclusion.	259
Maladies bactériennes	260
Les maladies provoquées par les bactéries pathogènes du genre <i>Erwinia</i>	260
Écologie des bactéries	261
Symptomatologie	261
Transmission et conservation.	262
Méthodes de lutte	264
Gale commune de la pomme de terre (<i>Streptomyces scabies</i> ; <i>Streptomyces sp.</i>)	265
Symptômes de la maladie et agents responsables	265
Conservation et transmission du parasite	267
Principaux facteurs du développement de la maladie	267
Possibilités de lutte.	269
Flétrissement des Solanacées et pourriture brune des tubercules : <i>Pseudo- monas solanacearum</i>	270
Symptômes	270
Agent causal.	271
Sources de contamination	272
Processus infectieux.	272
Facteurs favorisants.	273
Possibilités de lutte.	273
Le flétrissement bactérien ou pourriture annulaire des tubercules (<i>Clavi- bacter michiganensis</i> subsp. <i>sepedonicus</i>)	274
Répartition géographique de la maladie	274
Taxonomie et caractéristiques de la bactérie.	275
Épidémiologie.	275
Méthodes de diagnostic	277

<i>Méthodes de lutte</i>	278
Conclusion	279
Maladies fongiques	280
<i>Maladies à distribution géographique mondiale</i>	283
Le mildiou et son agent <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary	283
<i>Symptômes et dommages</i>	283
<i>L'agent pathogène : épidémiologie et biologie des populations</i>	284
<i>Prognose et méthodes de lutte</i>	288
Le rhizoctone brun de la pomme de terre	291
<i>Symptômes et incidence de la maladie</i>	291
<i>Caractéristiques de l'agent pathogène</i>	291
<i>Facteurs de développement</i>	293
<i>Méthodes de lutte</i>	294
La gale argentée de la pomme de terre	296
<i>Symptômes et incidence</i>	296
<i>Caractéristiques de l'agent pathogène</i>	298
<i>Facteurs de développement</i>	298
<i>Les possibilités de lutte</i>	298
Les pourritures sèches des tubercules en conservation : les fusarioses et la gangrène	299
<i>Les parasites</i>	299
<i>Les symptômes</i>	300
<i>Les facteurs de développement</i>	300
<i>Le cycle de la fusariose en France</i>	302
<i>Les méthodes de lutte</i>	304
Les flétrissements fongiques en végétation	304
<i>La verticilliose</i>	304
<i>Les flétrissements fusariens</i>	307
<i>Maladies à distribution géographique réduite</i>	308
Maladies du feuillage se transmettant éventuellement aux tubercules	308
<i>L'alternariose</i>	308
<i>La dartrose</i>	309
<i>Le rhizoctone violet</i>	310
<i>La sclérotiniose ou pourriture blanche</i>	311
<i>Le Botrytis ou moisissure grise</i>	311
<i>L'oïdium</i>	312
<i>La galle verruqueuse</i>	312
Maladies du tubercule	314
<i>La pourriture rose des tubercules</i>	314
<i>Le Pythium</i>	314
<i>L'oosporiose</i>	315
<i>La gale poudreuse</i>	315
Références bibliographiques	316

7. Espoirs et difficultés d'une intégration des méthodes de lutte	337
Y. Robert, B. Tivoli et J.C. Crosnier	
Les cultures et les méthodes de protection	338
Les différents types de cultures	338
Insertion des cultures dans l'agrosystème.	338
Les méthodes de protection	339
Le choix de la parcelle	340
La région	340
<i>Influence des mesures agronomiques et phytotechniques d'implantation de la culture</i>	340
<i>Problèmes parasitaires.</i>	341
L'assolement	342
<i>Nature de l'assolement.</i>	343
<i>Durée de l'assolement</i>	344
Le sol	344
L'environnement	345
Implantation de la culture	345
Le travail du sol	345
<i>Préparation</i>	345
<i>Amendements et fertilisation</i>	346
<i>Désinfection avant plantation</i>	346
La préparation du plant	347
<i>Choix des variétés et qualité du plant</i>	347
<i>Etat sanitaire</i>	348
<i>Etat physiologique et prégermination</i>	349
La plantation : date, densité, profondeur ; buttage	349
La conduite de la culture	350
Les pratiques agronomiques	350
<i>Désherbage.</i>	350
<i>Cultures associées</i>	350
<i>Irrigation</i>	350
Les pratiques sanitaires	351
<i>Traitements en végétation.</i>	352
<i>Autres pratiques complémentaires</i>	354
<i>Durée de la culture.</i>	355
La récolte et ses risques.	356
<i>Date de récolte.</i>	356
<i>Mode de récolte</i>	356
La conservation de la récolte.	356
Aménagement et désinfection des locaux	357
Traitement du plant	357
<i>Entrée en conservation.</i>	357
<i>Sortie de stockage.</i>	357
Conclusion.	358
Références bibliographiques	358

La culture

8. Phytotechnie	363
P. van Kempen, P. Le Corre et P. Bedin	
L'implantation de la culture	363
La place dans la rotation	363
La préparation du sol	365
<i>Conditions d'implantation de la culture</i>	365
<i>Ameublissement du sol</i>	366
La pratique de la fumure	366
<i>Besoins de la plante</i>	367
<i>Phosphore et potassium</i>	367
<i>Azote</i>	368
<i>Fumure organique</i>	370
La plantation et le buttage	370
<i>Date de plantation</i>	370
<i>Profondeur de plantation</i>	370
<i>Planteuses</i>	371
<i>Ecartement entre rangs</i>	372
<i>Buttage</i>	373
<i>Autres méthodes de plantation</i>	374
Les variétés et le plant	375
Le choix de la variété	375
<i>Variétés de consommation «à chair ferme»</i>	375
<i>Variétés de consommation</i>	377
<i>Variétés féculières</i>	377
La préparation des plants	379
<i>Contrôle de l'évolution physiologique</i>	379
<i>Traitements avant conservation</i>	380
<i>Traitements avant plantation</i>	380
<i>Méthodes de traitement</i>	380
<i>Prégermination des plants</i>	381
La densité de plantation	382
Les interventions en cours de végétation	384
L'application des produits phytosanitaires	384
Le désherbage	384
<i>Traitements en prélevée</i>	385
<i>Traitements à la levée et en post-levée</i>	385
L'irrigation	386
<i>Besoins en eau</i>	386
<i>Conduite de l'irrigation</i>	387
<i>Matériels</i>	388
La destruction des fanes	389
<i>Exigences et effets du défanage</i>	389
<i>Délai entre défanage et récolte</i>	390
<i>Méthodes de défanage</i>	391