Catherine Regnault-Roger

Produits de Protection des Plantes

Innovation et sécurité pour une agriculture durable

TEC & DOC

Lavoisier

Table des matières

Préface V

Avant-propos VII

Introduction

Protection des plantes et durabilité : l'impérieuse nécessité 1

1. La protection des plantes : un besoin inhérent à l'agriculture 1
2. Le contexte des trois révolutions agricoles 2
3. Le défi du XXIe siècle : une agriculture productive et durable 4

Chapitre 1

La protection des cultures avant 1945 : repères historiques 7

1. De l'empirisme à la rationalisation 9
2. Des techniques rudimentaires à la mécanisation 11
3. Les prémices de méthodes de lutte toujours actuelles 12
4. Les premières mesures réglementaires 14

Conclusion 16

Chapitre 2

Produits de protection des plantes : concepts et définitions 21

1. Pesticides, produits phytopharmaceutiques et biocides 22
   1.1. Définition 22
   1.2. Catégories de pesticides 25
   1.3. Ce qui est déterminant 27
2. Biopesticides ou produits de biocontrôle 27
   2.1. Définition 27
   2.2. Périmètre de la définition de biopesticides 28

2.2.1. Les biopesticides sont-ils des organismes vivants ou des substances extraites d'organismes vivants ? 28
2.2.2. Un biopesticide peut-il être le résultat d'une synthèse chimique ? 29
2.2.3. Un biopesticide doit-il être non toxique pour sa cible biologique ? 30
2.2.4. Un biopesticide peut-il être une substance synthétisée par une PGM ? 32
2.3. Catégories de biopesticides ou produits de biocontrôle 33
Conclusion 36

Chapitre 3

Pesticides de synthèse à usage agricole 39

1. Insecticides 42
1.1. Insecticides inorganiques 42
1.2. Insecticides organiques de synthèse 43
1.2.1. Insecticides de la première génération 44
1.2.2. Insecticides de la deuxième génération 44
1.2.3. Troisième génération d'insecticides de synthèse 52
1.3. Situation des insecticides chimiques de nos jours 63
2. Fongicides 64
2.1. Catégories de fongicides 65
2.1.1. Fongicides préventifs ou curatifs 65
2.1.2. Fongicides de contact ou systémiques 65
2.1.3. Fongicides unisites ou multisites 66
2.2. Principales familles de fongicides utilisées 69
2.2.1. Composés minéraux et organométalliques 69
2.2.2. Dithiocarbamates 70
2.2.3. Strobilurines 70
2.2.4. Triazoles 71
2.2.5. Benzimidazoles 73
2.2.6. Autres familles de fongicides 73
2.3. Situation des fongicides de synthèse de nos jours 74
3. Herbicides 75
3.1. Nécessité du désherbage pour la qualité sanitaire et les rendements des récoltes 76
3.2. Développement des herbicides de synthèse 77
3.3. Classification des herbicides 79
3.3.1. Classement des herbicides selon l'incidence physiologique 80
3.3.2. Catégories d'herbicides selon la sélectivité 81
3.3.3. Classification des herbicides selon le site d'action 82
3.4. Exemples d'herbicides utilisés 86
3.4.1. Herbicides racinaires 86

3.4.2. Herbicides racinaires et foliaires : sulfonylurées et imidazolinones 89
3.4.3. Herbicides foliaires 90
3.4.4. Herbicides non sélectifs 91
3.5. Situation des herbicides de synthèse de nos jours 96
4. Le marché des pesticides de synthèse et son évolution 96
4.1. Situation mondiale 97
4.2. Situation en Europe 99
4.3. Situation française 102
4.3.1. Évolution générale 102
4.3.2. Évolution par usage des produits phytopharmaceutiques 105
Conclusion 110

Chapitre 4

Effets non intentionnels et conséquences environnementales : état des lieux et surveillance 113

1. Incidence sur la biosphère 113
1.1. Imprégnation des compartiments de la biosphère 114
1.2. Les milieux, destination finale des pesticides 117
1.2.1. L'eau 117
1.2.2. L'air 130
1.2.3. Le sol 136
1.3. Conclusion sur les effets environnementaux 139
2. Incidence sur la biocénose 141
2.1. Désordres écologiques 141
2.1.1. Rémanence et Convention de Stockholm 141
2.1.2. Rupture des chaînes trophiques 143
2.1.3. Résurgence 148
2.1.4. Résistance 148
2.2. Réflexions sur les écosystèmes 154
2.3. Conclusion sur les effets sur la biocénose 156
3. Risques pour la santé humaine 157
3.1. Toxicité, exposition et évaluation des risques 157
3.1.1. Connaître la toxicité d'un xénobiotique 157
3.1.2. Définir le risque 158
3.1.3. Exposition des agriculteurs et de la population française aux pesticides 161
3.2. Toxicité aiguë 165
3.2.1. Intoxications aiguës dans les pays en développement 165
3.2.2. Intoxications aiguës en France 167
3.3. Toxicité chronique à long terme 169
3.3.1. Études de cohortes pour évaluer le risque cancérogène 171
3.3.2. Risques liés aux perturbateurs endocriniens 175
3.3.3. Risques neurologiques liés aux pesticides 179

3.3.4. Risques alimentaires et réponses réglementaires 182
3.4. Conclusion sur les risques pour la santé humaine 189
Conclusion 190

Chapitre 5

Innovations pour une utilisation durable des produits phytopharmaceutiques 193

1. Regards sur la réglementation européenne : du nettoyage au recadrage 194
1.1. Première phase : la réhomologation 194
1.2. Deuxième phase : le « paquet pesticides » 197
1.2.1. Règlement (CE) n° 1107/2009 197
1.2.2. Directive 2009/128/CE pour une utilisation durable des pesticides 201
1.2.3. Directive 2009/127/CE 202
1.2.4. Règlement (CE) n° 1185/2009 202
2. Dispositions françaises 203
2.1. Socle législatif français 203
2.2. Grenelle de l'environnement et programme Écophyto 205
2.2.1. Lois de Grenelle 1 et 2 205
2.2.2. Programme Écophyto 208
2.2.3. Prospective : Écophyto R&D 210
2.2.4. De nouvelles attitudes 212
3. Outils d'Écophyto 213
3.1. Certiphyto 214
3.2. Bulletins de santé du végétal 217
3.3. Réseau FERME 218
3.3.1. Objectifs 218
3.3.2. Organisation 218
3.4. Contrôle des pulvérisateurs 220
3.5. En résumé 221
4. Perfectionner les approches techniques : actions de l'industrie des produits phytopharmaceutiques 222
4.1. Création de nouvelles matières actives 222
4.2. Bonnes pratiques phytopharmaceutiques 223
4.2.1. Mise au point de formulations moins dispersantes 223
4.2.2. Emballages ergonomiques 224
4.2.3. Perfectionnement du matériel d'épandage 224
4.2.4. Gestion des déchets phytopharmaceutiques 226
4.2.5. Équipements de protection individuelle 230
4.2.6. Des campagnes d'information et de prévention 232
5. Penser autrement l'utilisation des produits phytopharmaceutiques 233
5.1. Agriculture raisonnée 234
5.1.1. FARRE 235

5.1.2. Certification « Agriculture raisonnée » 236
5.1.3. Certification environnementale pour les exploitations agricoles ... 237
5.1.4. Réseaux de spécialisation 239
5.2. Protection intégrée 241
5.2.1. Une démarche européenne obligatoire en 2014 241
5.2.2. Promouvoir la recherche européenne avec des programmes-cadre 244
5.2.3. Exemple d'un programme européen : le projet ENDURE 247
Conclusion 252

Chapitre 6

Méthodes alternatives et produits de biocontrôle 255

1. Pratiques agronomiques et agro-écologie 257
2. Lutte physique 258
3. Lutte biologique 260
3.1. Lutte biologique par arthropode 262
3.1.1. Lutte biologique par prédateur entomophage ou par parasitoïde 262
3.1.2. Lutte biologique par insecte phytophage 264
3.1.3. Lutte biologique inoculative ou inondative et par acclimatation 264
3.1.4. Lutte autocide 267
3.2. Lutte microbiologique 267
3.2.1. Bactéries 267
3.2.2. Baculovirus 269
3.2.3. Champignons 270
4. Lutte sémiochimique 272
4.1. Composés sémiochimiques 272
4.2. Stratégies phéromonales 273
5. Produits botaniques et naturels 277
5.1. Un large spectre d'activité 277
5.2. Intérêt et limites de cette approche 279
6. Stimulation des défenses naturelles des plantes 281
6.1. Concept 282
6.2. Développement industriel 284
6.3. Limites de la technologie 286
6.4. Éclaircir le contexte réglementaire 287
7. Biotechnologies végétales 288
7.1. Champ des biotechnologies végétales 289
7.2. Plantes génétiquement modifiées (PGM) 291
7.3. PGM et réglementation européenne 294
7.4. Cultures transgéniques dans le monde et en Europe 302
7.5. Itinéraires techniques et qualité sanitaire des récoltes 304

8. Agriculture biologique 306
9. Marché des produits de biocontrôle 308
9.1. Marché du biocontrôle en chiffres 308
9.2. Facteurs favorables à son développement 311
Conclusion 313

Conclusion 315

Références bibliographiques 321

Liste des sigles et abréviations 337

Index 341

Produits de Protection des Plantes

Innovation et sécurité pour une agriculture durable

La protection des plantes constitue un des enjeux majeurs d'une agriculture durable : limiter les pertes liées aux bio-agresseurs des cultures et des récoltes est indispensable pour concilier la sécurité alimentaire des neuf milliards d'humains à l'horizon 2050 et un meilleur respect de l'environnement. La conduite d'une réflexion pour une meilleure utilisation des pesticides de synthèse s'est concrétisée en 2007 par la tenue du Grenelle de l'environnement en France, ainsi que par la mise en place, en 2009, d'une nouvelle réglementation européenne sur les pesticides à usage agricole. Le développement de méthodes alternatives plus respectueuses de l'environnement et des produits de biocontrôle est à l'ordre du jour dans tous les pays. L'essor mondial des plantes génétiquement modifiées, excepté en Europe, s'accompagne de nouvelles pratiques culturales et de changements qui préfigurent une nouvelle révolution agricole. **Ces évolutions et les démarches agricoles innovantes pour faire face à ce défi du 21e siècle sont au cœur de cet ouvrage.**

Après avoir retracé dans une perspective historique le contexte de la protection phytosanitaire des plantes, ce livre souligne l'évolution des principales familles de produits de protection des plantes (insecticides, fongicides et herbicides) pour répondre aux préoccupations liées à leurs effets non intentionnels et analyse les mesures de surveillance développées. Il présente les démarches actuelles mises en œuvre pour penser autrement l'utilisation des pesticides et la réduire : agriculture raisonnée, protection intégrée, bonnes pratiques phytopharmaceutiques, méthodes alternatives reposant sur la lutte biologique par micro- ou macro-organismes, l'approche sémiochimique à partir des phéromones et d'extraits botaniques ainsi que la stimulation des défenses des plantes ou encore la transgenèse. Il aborde également les aspects réglementaires et économiques du secteur.

Cet ouvrage s'adresse aux étudiants (écoles d'agronomie, IUT, lycées agricoles, universités), aux professeurs de l'enseignement supérieur et des lycées, ainsi qu'à tous les professionnels souhaitant compléter la formation pratique qu'ils ont reçue (par exemple le Certiphyto) et à ceux qui désirent appréhender un point de vue élargi sur la protection des plantes.

Catherine Regnault-Roger, pharmacien et docteur ès-sciences naturelles, est Professeur des universités émérite à l'Université de Pau et des pays de l'Adour. Ses recherches dans le domaine de la protection des plantes ont porté sur les méthodes de lutte chimiques et alternatives. Auteur de plus de 200 publications scientifiques et techniques, elle a coordonné plusieurs ouvrages remarqués, notamment *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement* (Lavoisier, 2005), *Biopesticides d'origine végétale* (Lavoisier, 2002 et 2008 2de édition) et *Révolutions agricoles en perspective* (Éditions France Agricole, 2012). Elle siège au Comité scientifique du Haut Conseil des Biotechnologies ainsi qu'au Comité de surveillance biologique du territoire. Elle est par ailleurs membre titulaire de l'Académie d'Agriculture de France et chevalier de la Légion d'honneur au titre de ses activités dans le domaine de l'écologie et du développement durable.

www.editions.lavoisier.fr

978-2-7430-1539-8