

Protection agroécologique des cultures

J.-P. Deguine, C. Gloanec, P. Laurent,
A. Ratnadass, J.-N. Aubertot, coordinateurs



Protection agroécologique des cultures

Jean-Philippe Deguine, Caroline Gloanec, Philippe Laurent,
Alain Ratnadass, Jean-Noël Aubertot, coordinateurs

Éditions Quæ

Collection *Savoir-faire*

Le lapin
De la biologie à l'élevage
T. Gidenne, coord.
2015, 288 p.

Résidus de pesticides dans les céréales alimentaires
Origine, devenir et gestion raisonnée
F. Fleurat-Lessard
2015, 160 p.

Présures et coagulants de substitution
Comment faire le bon choix ?
J.-C. Collin, coord.
2015, 200 p.

Pesticides
Des impacts aux changements de pratiques
E. Charbonnier, A. Ronceaux, A.-S. Carpentier, H. Soubelet, E. Barriuso, coord.
2015, 400 p.

Les coques
Biologie et exploitation
L. Dabouineau, A. Ponsero, A. Sturbois, F. Delisle
2015, 88 p.

Photos de couverture : au centre, représentation schématique de la biodiversité végétale dans un agro-écosystème (© M. Rousse) ; de haut en bas, femelle d'*Eretmocerus eremicus* se préparant à pondre sur des larves de *Trialeurodes vaporariorum* sur une feuille de tabac (© A. Franck) ; recueil dans un « parapluie japonais » des arthropodes présents sur les inflorescences de manguiers (© J.-P. Deguine) ; adulte de *Cheilomenes sulphurea* se nourrissant au sein d'une population du puceron *Toxoptera* sp. sur agrume (© A. Franck).

Éditions Quæ

RD 10, 78026 Versailles Cedex, France

© Éditions Quæ, 2016

ISBN 978-2-7592-2411-1

ISSN 1952-1251

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Avant-propos

L'agroécologie, dans laquelle l'agriculture française est résolument engagée, s'appuie sur l'émergence d'initiatives collectives. Les relations et dynamiques humaines grâce au partage d'expériences et des projets co-construits sont cruciales pour le développement d'une agriculture performante économiquement, environnementalement et socialement.

Protection agroécologique des cultures est un ouvrage qui illustre l'importance de cette intelligence collective en rassemblant les contributions d'agriculteurs précurseurs et de scientifiques de renom. Ils se sont impliqués dans la conception, la mise en œuvre et l'évaluation de systèmes agricoles nouveaux et appartiennent à de nombreuses institutions (Inra, Cirad...), de l'enseignement, de la formation et du transfert.

Cet ouvrage apporte la démonstration qu'il est possible de réduire significativement l'usage des produits phytopharmaceutiques dans les systèmes horticoles et, de manière globale, dans la plupart des agroécosystèmes. La démarche engagée qui dépasse ainsi le simple cadre de la protection des cultures permet de faciliter la mise en œuvre des principes agroécologiques.

Les fruits de ces travaux de recherche appliquée, soutenus en grande partie par le ministère de l'Agriculture à travers des fonds du Casdar et du plan Écophyto, sont en cours de transfert vers les agriculteurs. Ils constitueront une référence pour tous les acteurs qui contribuent au développement de l'agroécologie.

Stéphane Le Foll
Ministre de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt

Préambule

Le projet de cet ouvrage collectif est né de la volonté de valoriser des expériences de protection des cultures reposant sur des bases écologiques et conduites en lien direct avec des producteurs. Parmi ces expériences, deux projets novateurs sur la forme et sur le fond ont donné des résultats particulièrement probants à la Réunion : il s'agit des projets Gamour et Biophyto cofinancés par le Compte d'affectation spéciale pour le développement agricole et rural (Casdar). Pour renforcer le partenariat scientifique entre l'Inra et le Cirad, le réseau Protection intégrée des cultures (PIC), l'une des actions clés du métaprogramme SMaCH (*Sustainable Management of Crop Health*) de l'Inra, a été ouvert aux agents du Cirad dès 2013. Par la confrontation de différentes études de cas, cette ouverture a contribué à dégager des connaissances génériques et à élargir la portée de l'ouvrage. L'application du concept de protection intégrée des cultures, qui date de plusieurs décennies, ou, du moins, des stratégies de protection des cultures qui s'en réclamaient, avait montré certaines limites. La formalisation de principes d'actions écologiques pour la protection des cultures a conduit à l'émergence du concept de protection agroécologique des cultures (PAEC), qui est au cœur de cet ouvrage, en permettant le dépassement des problèmes liés à l'approche PIC. Ce concept est maintenant approprié par la communauté scientifique.

Depuis plusieurs années, l'Inra et le Cirad considèrent l'agroécologie comme un axe stratégique de leurs activités de recherche. Pour partie, cet ouvrage est le fruit de la collaboration de chercheurs des deux instituts qui partagent des problématiques communes sur la protection des cultures, alors qu'ils s'intéressent à des situations et des systèmes de production très différents. De même, bon nombre d'établissements d'enseignement supérieur et de formation, dont des lycées agricoles, des organismes impliqués dans le conseil agricole, des centres et instituts techniques, ou des ONG se tournent aussi vers l'agroécologie. Cette orientation collective — scientifique, académique et technique — en faveur d'une agriculture reposant sur la compréhension, le pilotage et la stimulation des processus écologiques, est soutenue par les pouvoirs publics, à travers le Plan d'action global pour l'agroécologie pour la France et les différents programmes d'action, dont Écophyto, qui le mettent en œuvre.

Cet ouvrage résulte ainsi des efforts menés par différents partenaires pour le développement d'une protection des cultures basée sur des principes écologiques. Il s'adresse à un public de professionnels et d'étudiants. Il représente un outil nouveau, proposant des clés concrètes d'action pour la transition agroécologique, sur la base, d'une part, de retours d'expériences validés scientifiquement et, d'autre part, d'une revue des principes de l'écologie et de leur application à la protection

des cultures. Au-delà des exemples présentés, il est donc de portée générale et propose des recommandations pour l'ensemble des systèmes de culture tempérés et tropicaux. Il contribue aux modules d'enseignement à distance qui se développent dans ce domaine et qui en utiliseront le contenu : c'est un support actualisé d'information pour les professionnels et un support d'enseignement pour les étudiants (agronomie, protection des cultures, gestion de la biodiversité, agroécologie).

Il s'appuie sur une contribution large et reconnue : les 56 auteurs proviennent d'horizons géographiques différents ; certes, plus de la moitié appartiennent à l'Inra et au Cirad, mais au total, c'est une vingtaine d'institutions, principalement françaises mais aussi pour quelques-unes étrangères, qui est représentée. Le nombre et la diversité de ces contributions traduisent bien le besoin et les attentes de la communauté scientifique et technique dans ce champ de la protection agro-écologique des cultures.

François Houllier (PDG Inra)
et Michel Eddi (PDG Cirad)

Préface

L'ouvrage que vous avez entre les mains est un livre curieux pour curieux. Dès la lecture du sommaire, on prend conscience que sa ligne directrice n'est pas la synthèse, mais la capitalisation. Ainsi, on ne relève pas moins de trois contributions liminaires (un avant-propos, un préambule, une préface !) ; et le corps de l'ouvrage est à l'avenant, avec une collection de tout ce qui peut contribuer à une meilleure compréhension de ce qu'est la protection agroécologique des cultures (PAEC). Cela fait donc de ce livre une curiosité, à l'heure où les éditeurs cherchent le plus souvent à réduire les volumes publiés, et les lecteurs à disposer de condensés allant à l'essentiel. Et un objet très précieux, pour les curieux qui veulent savoir, dans un certain niveau de détail, tout ce qui peut avoir trait à la PAEC : les contenus conceptuels, scientifiques et techniques, mais également les dimensions pédagogiques, ou encore de décision publique.

Cette sorte de mini-encyclopédie scientifique de la PAEC a une deuxième caractéristique qui me paraît essentielle à souligner. En effet, elle ne prétend pas être un aboutissement, le couronnement d'un parcours achevé, elle est au contraire un état des lieux daté, en 2016, de l'évolution de la protection des cultures. La protection des cultures est sur un chemin. Elle a connu une phase de recours massif aux produits de synthèse. Puis la prise de conscience des effets négatifs de cet usage sur la santé humaine, la biodiversité, l'environnement et sur l'efficacité même de la lutte contre les organismes nuisibles, a poussé à la promotion de la protection intégrée des cultures. Alors même que cette dernière, qui tente de favoriser les méthodes de protection et de lutte non chimiques, est encore loin d'être devenue la norme, la PAEC en est en quelque sorte le dépassement. Si on doit la résumer, on pourrait dire que la PAEC est, davantage que la protection intégrée des cultures qu'elle incorpore au moins en partie, ancrée dans une connaissance du fonctionnement écologique des agroécosystèmes. Cette caractéristique majeure l'ouvre, notamment, à d'autres échelles d'action comme l'échelle territoriale, et à d'autres leviers d'action comme la mobilisation de réseaux multitrophiques. Mais même si elle a été baptisée il y a déjà une décennie par certains des auteurs de cet ouvrage, la PAEC est encore loin d'être stabilisée, et il lui reste un long chemin à parcourir.

Le parti-pris de tout montrer dans cet instantané photographique, cette « photo de groupe », est riche et parfois déroutant, déroutant parce que riche. On n'y trouve pas une vérité, mais de multiples voies et voix sur ce chemin de l'évolution de la protection des cultures. Ainsi, la définition même de ce qu'est la PAEC, de son origine et de ses traits distinctifs, n'est pas traitée de manière univoque et dogmatique : l'écologue, l'historien, l'agronome et le phytopathologiste racontent la même histoire, mais chacun y apporte son regard singulier. L'un mettra l'accent

sur telle méthode de lutte valorisant les fonctionnalités des écosystèmes, un autre insistera sur les échelles d'action, un troisième (bien que pas assez à mon goût !) sur le lien entre la PAEC et les autres finalités des pratiques agricoles dans les systèmes de culture... Au lecteur d'apprécier les différences, et de se forger sa propre opinion sur la plus-value conceptuelle et méthodologique de la PAEC par rapport aux conceptions antérieures de la protection des cultures.

On retrouve la même dimension panoramique dans les exemples de mise en œuvre qui sont présentés. Là non plus, pas de langue de bois ni de discours unique. Les deux exemples réunionnais qui fondent la réflexion sont particulièrement démonstratifs de l'efficacité de la PAEC. Mais les auteurs de l'ouvrage n'ont pas cédé à la facilité qui aurait consisté à se contenter de ces deux démarches de recherche-action pionnières et emblématiques. D'autres travaux essentiellement français sont exposés, qui ne présentent pas tous le même caractère de réussite exemplaire (osons une amorce d'explication : peut-être parce que les mesures préventives de protection n'y ont pas la même place et la même importance ?). Ils illustrent bien que ni la compréhension des agroécosystèmes, ni la valorisation de la biodiversité à des fins de protection des cultures ne sont à un stade de maturité. La PAEC est ainsi un espoir nécessitant encore beaucoup de travail ; et l'analyse des difficultés rencontrées dans tel ou tel programme fait partie des voies de progrès.

La volonté des auteurs d'être complets les a poussés à augmenter le fonds scientifique et technique de l'ouvrage d'une vraie partie entièrement consacrée à l'accompagnement de la mise en œuvre de la PAEC. Elle ouvre de manière intéressante sur les questions de conception de méthodes de protection des cultures, de formation des acteurs, de politiques publiques favorisant la transition d'un mode de protection à un autre. Ce qui frappe, c'est la similitude des questionnements abordés avec ceux que l'on rencontre dans d'autres facettes des changements de systèmes en agriculture. C'est plutôt une bonne nouvelle : la mise en œuvre de la PAEC ne requerra pas trop de travaux spécifiques, mais pourra bénéficier de ceux qui sont menés dans d'autres domaines — et réciproquement.

La PAEC est en marche, et cet ouvrage donne à voir sans fausse modestie et sans forfanterie où elle en est actuellement dans la recherche française. Il permet de comprendre les espoirs que suscite cette nouvelle forme de protection des cultures, et se révèle être un stimulus puissant pour poursuivre les efforts engagés. Allons-y !

Thierry Doré

Professeur d'agronomie, directeur scientifique d'AgroParisTech

Remerciements

Mes chaleureux remerciements s'adressent en priorité aux collègues qui ont contribué à la réalisation de cet ouvrage et tout particulièrement aux fidèles coordinateurs, qui m'ont accompagné. Quel plaisir d'avoir travaillé en pleine confiance avec Jean-Noël Aubertot, Caroline Gloanec, Philippe Laurent et Alain Ratnadass ! Merci pour le partage du difficile travail de coordination, qui a permis de rassembler, naturellement et de manière cohérente, les écrits de 56 auteurs d'origines diverses. Un grand merci bien sûr à ces 56 auteurs, chacun ayant apporté à sa manière une pierre à l'édifice de la transition agroécologique. C'est la richesse de cet ouvrage. Certains d'entre eux, chercheurs renommés, n'ont pas hésité à sortir de leur retraite et à faire bénéficier le lecteur de leur expérience et de leur sagesse : clin d'œil particulier à Jean Boiffin, Pierre Ferron et Philippe Lucas.

Que cet ouvrage ait retenu la bienveillante attention de Stéphane Le Foll, ministre de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, de François Houllier, président directeur général de l'Inra, de Michel Eddi, président directeur général du Cirad, et de Thierry Doré, professeur d'agronomie à AgroParisTech, attirera celle du lecteur ; pour leur part, ses auteurs sont conscients de l'importance de la caution ainsi donnée à leur travail, tant pour la poursuite de leur engagement que pour l'accueil de ce livre auprès du public.

Notre reconnaissance va aussi aux bailleurs, qui ont financé les projets pris comme exemples ou supports des expériences agroécologiques, aux institutions qui ont permis la mise en œuvre des activités sur le terrain, et aux instances ayant facilité la communication, la valorisation et le transfert. Leurs contributions furent en effet déterminantes en assurant les conditions de la démonstration pratique, sur le terrain, des bien-fondés de principes préalablement établis.

L'élaboration des textes, la relecture et la finalisation de l'ouvrage ont été grandement facilitées grâce aux aides et soutiens de Patrick Caron (Cirad), Olivier Le Gall (Inra), Cyril Kao, Danièle Saint-Louboué et Élisabeth Lescoat (direction générale de l'Enseignement et de la Recherche, ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt), Claire Jourdan-Ruf, Dominique Bollot et Mickaël Legrand (éditions Quæ), ainsi que les relecteurs, anonymes ou extérieurs, sans oublier les auteurs des photographies qui ont enrichi l'ouvrage.

Et puisque ce livre s'adresse notamment aux professionnels agricoles (agriculteurs, techniciens, conseillers, enseignants) et aux étudiants, je remercie tous ceux que j'ai croisés sur le terrain ou dans les salles de cours depuis des années. Ils ont contribué, par leurs questions, leurs commentaires et leurs réflexions, à me décider à lancer ce projet, puis à en préciser collectivement les contours et le contenu.

J'espère enfin que le lecteur aura le même plaisir à consulter cet ouvrage que celui pris pour le concevoir et le réaliser.

Jean-Philippe Deguine

Sommaire

Avant-propos.....	3
Préambule	5
Préface.....	7
Remerciements.....	9
Introduction	17
<i>Pierre Ferron</i>	
1. Décliner les principes de l'agroécologie à la protection des cultures	23
Les contours de l'agroécologie	23
L'agroécologie, science de la révolution agricole du XXI ^e siècle ?	23
<i>Éric Malézieux</i>	
L'agroécologie vue par un écologue évolutionniste.....	28
<i>Philippe Jarne</i>	
L'agronomie est-elle soluble dans l'agroécologie ?.....	30
<i>Jean-Noël Aubertot, Jean Boiffin, Françoise Lescourret</i>	
Agroécologie et cadres de référence : une lecture épistémologique.....	39
<i>Pierre-Éric Lauri</i>	
Évolution de la protection des cultures	41
Regard critique d'un historien des sciences sur l'évolution de la protection des cultures	41
<i>Alexandre Reteau</i>	
Passer de la protection intégrée à la protection agroécologique des cultures.....	47
<i>Philippe Lucas, Alain Ratnadass, Jean-Philippe Deguine</i>	
La protection agroécologique des cultures : à l'interface de l'agroécologie, de la protection des cultures et de la gestion de la biodiversité	56
<i>Jean-Philippe Deguine, Alain Ratnadass</i>	
Application de l'agroécologie à la protection des cultures.....	57
Axes directeurs de la protection agroécologique des cultures	58
Rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des agroécosystèmes	59
Définition et stratégie de mise en œuvre de la PAEC.....	60
La lutte biologique par conservation.....	64
Conclusion.....	66

2. Application en cultures maraîchères : l'expérience Gamour	69
<i>Jean-Philippe Deguine, Toulassi Nurbel, Caroline Gloanec, Philippe Laurent</i>	
Introduction.....	69
Contexte et enjeux	70
Les mouches des légumes : ravageurs n° 1 de l'agriculture réunionnaise	70
Une réponse chimique systématique et inefficace.....	72
Sortir de l'impasse par la gestion agroécologique des ravageurs	72
Les enjeux scientifiques et socioéconomiques du projet Gamour	73
La plus-value de l'association des différents partenaires du projet.....	73
Une étape majeure vers une agriculture réunionnaise durable et rentable.....	74
Conception du projet Gamour	74
Une concertation inter-acteurs longue et précieuse	74
Des financements multiples, un partenariat diversifié	74
Une structuration des actions adaptée aux objectifs	75
La prise en considération d'autres expériences et l'adaptation au contexte réunionnais.....	76
Une sélection minutieuse des sites pilotes	76
L'observatoire des impacts, un outil de structuration, de centralisation et de mise à disposition des données.....	77
Mise en œuvre du projet Gamour : le paquet technique	78
Prophylaxie	80
Plantes refuges attractives et application d'appât adulticide.....	81
Piégeage de masse.....	82
Lutte biologique par inondation.....	83
Insertion de biodiversité végétale.....	84
Mise en œuvre des techniques	85
Résultats en milieu producteur	86
Impacts socioéconomiques	86
Appropriation par les agriculteurs.....	88
Acquisition de connaissances scientifiques	89
Biologie et écologie des mouches des légumes.....	89
Rythmes circadiens et activités des adultes à l'échelle du système de culture....	89
Caractéristiques des communautés pendant l'été austral	89
Valorisation, communication et transfert.....	90
L'acquisition de connaissances et la formation diplômante	90
La transmission des savoirs et l'aide au transfert.....	90
L'enseignement universitaire.....	91
Formation et transfert auprès des professionnels.....	91

Contribution à la transition agroécologique.....	92
Des agriculteurs aux compétences améliorées	92
Un partenariat efficace et durable	93
Un marché de nouveaux produits de protection des cultures	93
Gamour : un catalyseur du développement de l'agriculture biologique	93
Une amélioration de l'image de l'agriculture réunionnaise.....	94
Une distinction nationale	95
Des leçons génériques pour d'autres projets de recherche-développement en agroécologie.....	95
Conclusion.....	95
3. Application en cultures fruitières : l'expérience Biophyto	97
<i>Caroline Gloanec, Jean-Philippe Deguine, Didier Vincenot, Maxime Jacquot, Rachel Graindorge</i>	
Introduction.....	97
Contexte et enjeux de recherche et développement.....	98
Le contrôle des ravageurs sur manguiers : une impasse technique	98
Enjeux économiques et environnementaux pour le territoire	99
Enjeux scientifiques du projet.....	99
Conception du projet Biophyto.....	100
Pratiques de protection agroécologique appliquées dans les vergers de manguiers ...	102
Des expérimentations conduites chez les producteurs	102
Les couvertures végétales permanentes.....	103
Les bandes fleuries.....	105
La prophylaxie et autres techniques agroécologiques : exemple de la gestion des mouches des fruits	107
L'arrêt des traitements de pesticides	107
Lutte biologique par conservation : retours d'expérience.....	109
Une prise de conscience de la nécessité de changer de pratiques	109
Les questions et commentaires fréquents relatifs à l'application des pratiques agroécologiques.....	110
Résultats scientifiques obtenus dans le projet Biophyto.....	116
Gamme des résultats scientifiques disponibles	116
La biodiversité fonctionnelle, composante-clé de la durabilité écologique et de la régulation des ravageurs.....	116
Effets des pratiques agroécologiques sur les communautés de plantes et d'arthropodes	116
Appropriation, apprentissage et transmission.....	121
Satisfaction des partenaires et des producteurs.....	121
Élaboration d'outils collaboratifs pour le transfert	122

Contribution à la transition agroécologique.....	123
La co-conception du projet et le dispositif expérimental.....	123
La coordination, pivot du partenariat.....	123
L'approche systémique adoptée dans le projet Biophyto.....	123
Sur le plan scientifique, la nécessité de connaître la biodiversité fonctionnelle.....	124
Sur le plan des pratiques, la pertinence de la lutte biologique par conservation.....	124
La formation, condition de réussite du transfert.....	124
Une mesure agroenvironnementale pour inciter le passage à l'agroécologie.....	125

4. Retours d'expériences et approches génériques de protection agroécologique des cultures.....

.....	127
Introduction.....	127
<i>Alain Ratnadass</i>	
Autres expériences en maraîchage.....	129
Pratiques agroécologiques pour la gestion des bioagresseurs telluriques en cultures maraîchères sous abri en France.....	129
<i>Vincent Faloya, Benoît Jeannequin</i>	
Gestion agroécologique du flétrissement bactérien de la tomate en Martinique.....	136
<i>Pennina Deberdt, Paula Fernandes</i>	
Autres expériences en arboriculture fruitière.....	141
Gestion de la strate herbacée pour favoriser la régulation des ravageurs en vergers de pommiers en France.....	141
<i>Sylvaine Simon, Gaëlle Marliac, Yvan Capowiez</i>	
Gestion agroécologique des mouches des fruits de la mangue au Bénin.....	145
<i>Antonio Sinzogan, Jean-François Vayssières, Alain Ratnadass</i>	
Expériences sur d'autres types de cultures.....	152
Gestion agroécologique des bioagresseurs du bananier en culture d'exportation en République dominicaine.....	152
<i>Gustavo Gandini, Claire Guillermet, Luc de Lapeyre de Bellaire</i>	
Gestion agroécologique des insectes telluriques ravageurs du riz pluvial à Madagascar.....	158
<i>Richard Randriamanantsoa, Alain Ratnadass</i>	
Approche de la biodiversité à l'échelle de l'agroécosystème.....	162
Biodiversité fonctionnelle en viticulture et services de régulation naturelle des ravageurs : quels leviers d'action ?.....	162
<i>Adrien Rusch, Gilles Sentenac, Denis Thiéry</i>	
Des habitats semi-naturels pour la biodiversité fonctionnelle en France.....	166
<i>Jean-Pierre Sarthou, Ariane Chabert</i>	

Approche de la conception et évaluation multicritère de systèmes de culture innovants	169
Rés0Pest : un réseau expérimental de systèmes de culture sans pesticide en polyculture	169
<i>Vincent Cellier, Caroline Colnenne-David, Violaine Deytieux, Jean-Noël Aubertot</i>	
Conclusion.....	174
<i>Alain Ratnadass</i>	
5. Les clés de la transition agroécologique.....	179
Introduction.....	179
<i>Philippe Laurent, Jean-Noël Aubertot</i>	
Choisir et adapter les méthodes.....	180
Une vision synoptique des méthodes disponibles pour construire la PAEC	180
<i>Jean-Noël Aubertot</i>	
Techniques élémentaires de contrôle des bioagressions	182
<i>Jean-Noël Aubertot</i>	
Diagnostics en parcelles agricoles.....	186
<i>Thierry Doré</i>	
Expérimentations sur les systèmes de culture	190
<i>Jean-Marc Meynard</i>	
La modélisation, un outil essentiel pour la mise en œuvre de la PAEC	194
<i>Jean-Noël Aubertot</i>	
Générer et intégrer les connaissances	198
Biodiversité fonctionnelle du sol et aérienne.....	199
<i>Jean-Pierre Sarthou, Maxime Jacquot, Jean-Philippe Deguine</i>	
Analyse des effets des pratiques agricoles sur les stress biotiques.....	205
<i>Marie-Hélène Robin, Jean-Noël Aubertot</i>	
L'agriculture biologique comme prototype pour le développement de la PAEC.....	209
<i>Servane Penvern, Céline Cresson</i>	
Écologie du paysage, domaine de rapprochement agronomie/écologie.....	211
<i>Sandrine Petit</i>	
Mettre en œuvre et évaluer les pratiques	214
Les dispositifs expérimentaux et la co-conception.....	214
<i>Marc Tchamitchian, Fabrice Le Bellec</i>	
Évaluation multicritère.....	219
<i>Céline Cresson, Violaine Deytieux</i>	
Les outils de la médiation : un appui à la mise en œuvre de la PAEC.....	221
<i>Caroline Gloanec</i>	
Le suivi des trajectoires.....	228
<i>Claire Lamine</i>	

Se former et transmettre les connaissances	233
Enseigner la PAEC.....	233
<i>Lucie Le Jeanne, Philippe Laurent, Jean-Pierre Sarthou</i>	
Se former autrement : développement de l’autoformation et de l’outil numérique.....	239
<i>Nathalie Becker, Antoine Gardarin, Caroline Gibert</i>	
La valorisation et le transfert par la formation professionnelle : exemple du CUQP PAEC.....	248
<i>Philippe Laurent, Caroline Gloanec</i>	
Stratégies publiques concertées de soutien et de promotion à l’agroécologie : l’approche globale de la Réunion	251
<i>Éric Jeuffrault, Guillaume Insa, Aurélie Bravin</i>	
Une démarche volontaire inscrite dans le Plan réunionnais de l’agriculture et de l’agroalimentaire durables 2014-2020	251
Une réponse aux enjeux et une démarche de transition écologique à la Réunion.....	252
Une démarche accompagnée par les réseaux d’innovation et de transfert agricole	254
L’agroécologie et le Programme régional de formation de l’enseignement agricole de la Réunion	255
Des mesures incitatives pour la transition vers l’agroécologie	257
Conclusion.....	257
Les clés de la transition agroécologique : paroles d’agriculteurs	258
L’agroécologie vue par un paysan en Vendée.....	258
<i>Jacques Morineau</i>	
L’agroécologie appliquée dans un jeune verger tropical	262
<i>Jean-Charles de Cambiaire</i>	
Conclusion.....	265
<i>Philippe Laurent, Jean-Noël Aubertot</i>	
La PAEC, la ligne de conduite de la protection des cultures pour l’avenir.....	267
<i>Jean-Philippe Deguine</i>	
Sigles et acronymes	270
Bibliographie	271
Liste des auteurs	284

Introduction

*Il n'y a pas de solutions phytosanitaires « locales »
sans réponse agroécologique « globale ».*

D. Potier, 2014. Pesticides et agroécologie :
Les champs du possible, rapport au Premier ministre.

Si la phrase citée en exergue rappelle la direction à suivre pour accéder à un mode de protection des cultures compatible avec les objectifs d'un développement durable, encore convient-il de baliser le ou les chemins à emprunter en fonction de la diversité des conditions locales, qu'elles soient de nature agronomique, écologique, économique et/ou sociologique. Pour éviter de s'égarer, il est prudent de se référer à quelques principes généraux relevant de l'agroécologie, science à l'interface de l'agronomie et de l'écologie, de manière à définir une stratégie appropriée et sélectionner les techniques de mise en œuvre les plus adéquates. En fait, la question est posée de savoir comment assurer la transition entre des combinaisons de techniques de lutte préconisées aujourd'hui, telles que définies par le concept de protection intégrée des cultures (PIC), et la mise au point d'une méthode de gestion des peuplements d'un même agroécosystème sur des bases agroécologiques (protection agroécologique des cultures, PAEC).

C'est l'objet de cet ouvrage collectif conçu à partir des résultats d'expériences participatives réalisées en vraie grandeur dans des exploitations horticoles réunionnaises et de l'analyse d'autres réalisations significatives récentes. L'active participation à la conception et à la rédaction de l'ouvrage de partenaires chargés de l'éducation, de la formation et de la vulgarisation, lui confère en outre une originalité particulière. Celle-ci conforte la démarche proposée, qui implique en effet une évolution significative de l'attitude habituellement adoptée en matière de protection des cultures, au point que certains n'hésitent pas à avancer qu'il convient de changer de paradigme pour atteindre le but ainsi fixé. Apporter la démonstration de l'efficacité et de la fiabilité de techniques alternatives à la lutte chimique contre les bioagresseurs des cultures est en effet un des enjeux majeurs du défi posé par la nécessité de produire plus, en quantité et en qualité, tout en assurant simultanément un fonctionnement durable des écosystèmes et un revenu raisonnable aux producteurs.

À cet effet, il est recommandé de procéder à une réelle rupture avec les pratiques antérieures, pour permettre une approche nouvelle des problèmes phytosanitaires, par une démarche systémique au niveau de l'agroécosystème en son entier et non plus à celui de la parcelle uniquement, considérée jusqu'à présent comme l'échelle privilégiée pour maîtriser les risques phytosanitaires. Cette rupture, visant à donner la priorité aux mesures préventives, tant dans l'esprit que dans la forme, justifie un approfondissement de nos connaissances, une mise en adéquation de nos pratiques, l'adhésion et la participation des acteurs concernés, ainsi qu'un renouvellement du vocabulaire employé. C'est bien dans cet esprit que la formulation « protection agroécologique des cultures » avait d'abord été proposée (Ferron *et al.*, 2005a), puis développée à partir de l'étude de cas opportunément offerte par la récente évolution des techniques de culture cotonnière, détenant, comme les cultures fruitières et légumières, le record peu enviable de la consommation la plus élevée au monde d'insecticides (Ferron *et al.*, 2006 ; Deguine *et al.*, 2008b).

En dépit des orientations agroécologiques données depuis à la politique agricole nationale, cette nouvelle terminologie est cependant encore loin d'être unanimement adoptée. Les difficultés rencontrées pour atteindre, dans les délais annoncés, les objectifs de réduction d'emploi des pesticides affichés par le plan Écophyto 2018 sont, par exemple, révélatrices de la nécessité de définir et de faire adopter au préalable une nouvelle stratégie phytosanitaire, considérée comme une composante de l'exploitation d'agroécosystèmes en leur entier par sa démarche systémique. D'ailleurs, le risque d'assister à un simple ajustement des systèmes de production existants par le seul déplacement des normes (homologation plus contraignante des pesticides, concertation accrue des parties prenantes, directives européennes visant l'adoption de la protection intégrée), au détriment d'une réelle remise en cause méthodologique, avait bien été souligné (Ricci *et al.*, 2011).

La référence internationale en la matière a longtemps été la protection intégrée des cultures, progressivement élaborée conjointement par la *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) et l'Organisation internationale de lutte biologique (OILB) depuis le milieu du xx^e siècle à partir du concept de lutte intégrée. En dépit de la précision apportée ultérieurement par l'OILB (1977), indiquant que la PIC doit prendre en considération le cycle complet de chaque bioagresseur, l'ensemble du cortège des bioagresseurs de chaque culture, l'ensemble des cultures de la rotation et, finalement, tous les éléments de gestion de l'agroécosystème, y compris dans ses parties non cultivées, ce n'est que depuis le 1^{er} janvier 2014 que la directive européenne 2009/128/EC en a prévu l'application des principes. Il faut certes reconnaître que les libertés d'interprétation de ce concept de protection intégrée ont été telles, qu'elles en avaient le plus souvent dénaturé le sens (Ferron, 1999). Sans doute que ces mesures réglementaires sont encore insuffisantes pour atteindre l'objectif espéré et faut-il souhaiter qu'une vision agroécologique de la production intégrée soit effectivement affichée, à l'image des dispositions prises récemment par l'OILB (Wijnands *et al.*, 2012) et par la FAO, au travers de son récent symposium international intitulé « Symposium international sur l'agroécologie pour la sécurité alimentaire et la nutrition » (Rome, septembre 2014).