

14596



Pesticides

Des impacts aux changements de pratiques

Bilan de quinze années de recherche
pour éclairer la décision publique

E. Charbonnier, A. Ronceux, A.-S. Carpentier,
H. Soubelet, E. Barriuso, coordinateurs

Sommaire



Introduction générale... 7

Partie 1 Transferts de pesticides et réduction de la contamination de l'environnement

1. Transfert et devenir des pesticides dans l'atmosphère 15

Mécanismes de transfert des pesticides vers l'atmosphère .. 16

Devenir des pesticides dans l'atmosphère..... 33

Conclusion..... 46

2. Transfert et devenir des pesticides dans les sols et les eaux 47

Devenir des pesticides dans les sols 47

Transfert des pesticides dans les sols et contamination des eaux 61

Conclusion..... 83

Conclusion 84

Bibliographie 87

Partie 2 Effets des pesticides et réduction des impacts sur les organismes et les écosystèmes

3. Effets des pesticides sur les organismes cibles 101

Optimisation de la lutte chimique contre les taupins..... 101

Compréhension des phénomènes de résistance aux insecticides 106

Conclusion..... 114

4. Effets des pesticides sur les organismes non cibles et les écosystèmes	115
Effets des pesticides sur les organismes et les écosystèmes terrestres	116
Effets des pesticides sur les organismes et les écosystèmes d’eau douce ...	147
Effets des pesticides sur les organismes et les écosystèmes marins	169
Conclusion	183
Bibliographie	186

Partie 3

Pratiques agronomiques innovantes pour réduire l’utilisation des pesticides

5. Substitution d’autres techniques à l’utilisation des pesticides	201
Lutte physique · utilisation de filets Alt’Carpo en vergers de pommiers .. .	202
Lutttes biotechnique et biologique.....	206
Conclusion.....	213
6. Reconception des systèmes de culture pour réduire l’utilisation des pesticides	215
Reconception des systèmes en grandes cultures.....	216
Reconception des systèmes prairiaux pour gérer les risques de pullulation des campagnols terrestres.....	244
Reconception des systèmes en arboriculture fruitière pour lutter contre les contaminations fongiques	245
Reconception des systèmes de culture bananiers en milieu tropical.	251
Conclusion	266
Bibliographie	271

Partie 4

Accompagnement des acteurs pour réduire les risques liés aux pesticides

7. Analyse des freins et leviers à l’adoption de pratiques économes en pesticides	287
Exploitation de bases de données pour caractériser les pratiques phytosanitaires	287

Analyses sociologiques et anthropologiques des déterminants des changements de pratiques... ..	297
Analyses économiques des déterminants des changements de pratiques .	334
8. Modalités d'intervention des politiques publiques pour favoriser les changements de pratiques	343
Outils disponibles pour la régulation des pesticides	344
Gouvernance locale d'actions de régulation des pesticides... ..	352
Évaluation des impacts des politiques publiques.	360
Conclusion.....	366
Conclusion	368
Bibliographie	374
Conclusion générale	381
Apprécier, évaluer et gérer les risques pour l'environnement	381
Étudier les solutions techniques alternatives possibles.. ..	382
Accompagner le changement.....	383
Quelle perspective pour la recherche sur les pesticides ?.....	384
Sigles et acronymes	387
Rapports de recherche du programme Pesticides utilisés pour la rédaction de l'ouvrage	391
Coordinateurs et contributeurs	397

Introduction générale

Si l'utilisation de molécules comme le soufre ou l'arsenic pour la protection des plantes cultivées est signalée dès l'Antiquité, leur usage a été généralisé avec l'essor de la chimie minérale au XIX^e siècle, puis avec celui de la chimie organique au XX^e. Ces molécules d'emploi facile et de coût relativement limité sont utilisées contre de nombreuses familles de ravageurs et de végétaux indésirables (insectes, champignons, acariens, plantes, etc.). Dans le cadre de l'agriculture industrielle, la généralisation de leur utilisation pour protéger ces écosystèmes artificiels a conduit à l'augmentation des rendements et de la qualité des productions agricoles et permis le « contrôle » de ravageurs ou de maladies emblématiques des plantes tels que le charançon du bananier, la rouille du blé, etc.

L'augmentation de la production agricole a en effet été considérable en France depuis la fin de la seconde guerre mondiale, alors que parallèlement on assistait à une réduction du nombre des exploitations. Cette évolution s'est traduite par des systèmes de production simplifiés grâce à la mise à disposition des agriculteurs de variétés végétales à fort rendement, mais sensibles aux organismes nuisibles. La disponibilité de produits phytopharmaceutiques de plus en plus efficaces a permis d'accompagner ce développement. Les systèmes de production sont aujourd'hui très dépendants d'une couverture sanitaire reposant sur l'utilisation de pesticides.

Les produits biocides ont une vocation d'hygiène générale ou de santé publique visant la protection de l'homme, des animaux ou de l'environnement¹. Les produits phytopharmaceutiques couverts par la directive 91/414/CE² sont utilisés pour protéger les plantes ou les produits végétaux. Ils concernent les surfaces agricoles et non agricoles telles que les routes, les aéroports, les voies ferrées, les réseaux électriques, etc. Cependant l'usage agricole mobilise à lui seul 90 % de la consommation des produits phytopharmaceutiques en France. Les produits diffèrent sensiblement selon leur utilisation. Ainsi, l'agriculture consomme essentiellement

1 Règlement 528/2012 du Parlement européen et du Conseil de l'Europe du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides

2. Directive 91/414/CEE du Conseil de l'Europe du 15 juillet 1991 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques

des fongicides (56 % des produits utilisés), tandis que l'entretien des jardins et des espaces verts requiert surtout des herbicides (87 % des produits)³.

Les premières alertes sur la toxicité des pesticides ont été lancées au début des années 1960 avec la mise en évidence des propriétés cancérogènes du DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane) et de son impact sur la reproduction des oiseaux⁴. Cette découverte, confirmée par la suite, a conduit à l'interdiction progressive des pesticides organochlorés et à leur remplacement par d'autres familles comme les organophosphorés ou les carbamates, qui sont moins persistants dans l'environnement, mais qui présentent bien souvent une toxicité plus aiguë. Au début des années 1990, les effets perturbateurs de ces molécules sur le système endocrinien des animaux et des humains ont été révélés lors de la conférence de Wingspread (Wisconsin, États-Unis) du 21 au 26 juillet 1991, puis par plusieurs travaux ultérieurs⁵. La pollution des sols et des ressources halieutiques des Antilles par la chlordécone, utilisée jusqu'en 1993 pour lutter contre le charançon du bananier, illustre bien les risques liés à l'épandage de pesticides sur les cultures. C'est à la même époque que les premiers bilans réalisés par l'Institut français de l'environnement (Ifen) sur les ressources en eau ont montré un accroissement préoccupant des concentrations en divers pesticides dans l'hydrosphère, y compris dans les eaux de nappes profondes ou les eaux de pluie.

Face à ce constat et soucieux de prendre des mesures scientifiquement fondées pour protéger l'environnement, le ministère en charge de l'Écologie a mis en place en 1999 le programme de recherche « Évaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides », plus communément nommé programme Pesticides. Tout au long de sa mise en œuvre, le périmètre de ce programme s'est adapté aux nouvelles connaissances ainsi qu'aux demandes de la société, en intégrant notamment la question des déterminants de changements de pratiques afin de limiter l'usage des pesticides.

Pour garantir la qualité des recherches menées et leur adéquation avec les attentes des porteurs d'enjeux, ce programme est piloté par deux instances, le conseil scientifique, composé d'une vingtaine d'experts issus de différentes disciplines (écotoxicologie, agronomie, écologie, économie, sociologie, droit, etc.) et un comité d'orientation. Ce dernier, présidé par le chef du service de la recherche du ministère en charge de l'Écologie, est constitué de représentants des ministères, de professionnels agricoles, de différents organismes ou agences en lien avec la thématique et d'associations de protection de l'environnement ainsi que du président du conseil scientifique. Ces deux instances définissent des axes de recherche,

3. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 2003. Rapport sur la qualité de l'eau et de l'assainissement en France, Tome II, 293 p.

4. Carson R., 1962. *Silent Spring*. Houghton Mifflin Co., Boston, 368 p.

5. Skakkeback N.E., Toppari J., 1995. Rapport réalisé à la demande du ministère danois de l'Environnement et de l'Énergie, Colborn T., Dumanoski D., Myers J.P., 1996. *Our stolen future: are we threatening our fertility, intelligence, and survival? A scientific detective story*. Dutton Books, New York, 306 p.

sélectionnent les projets et les évaluent tout au long de leur avancement. Ils participent également aux actions de valorisation des résultats de recherche.

Le ministère en charge de l'Écologie a ainsi lancé entre 1999 et 2014 six appels à propositions de recherche dont les thématiques couvrent des problématiques et des champs disciplinaires variés.

Les premiers appels, lancés en 1999 et 2002, visaient une meilleure connaissance des voies de dispersion, de transformation et d'accumulation des pesticides dans l'environnement, une meilleure connaissance des conséquences de leur présence sur les écosystèmes et le développement d'outils permettant de réduire leur usage et de diminuer leurs effets sur les systèmes biologiques non cibles.

Les appels à propositions de recherche lancés en 2006 et 2009 ont pris en considération la forte demande sociétale sur les alternatives à l'utilisation des pesticides et la réduction de leurs usages, clairement exprimée à l'occasion du Grenelle de l'environnement et qui s'est traduite en 2008 par la mise en place du plan Écophyto. Ces deux appels avaient pour objectifs la production de connaissances et de méthodologies pour faire évoluer les procédures d'évaluation des risques des pesticides en milieux naturels. Trois domaines de recherche ont ainsi été définis : l'amélioration des réseaux de surveillance de la contamination de l'environnement par les pesticides, l'amélioration des procédures d'évaluation des risques *a priori* et la caractérisation des effets des pesticides sur les écosystèmes.

Un cinquième appel à propositions de recherche a été lancé en 2011. Dans le prolongement des précédents, il visait à fournir les éléments de connaissances aux décideurs politiques et aux acteurs de l'agriculture et de l'environnement, pour leur permettre de déclencher et de conduire le changement. Il avait pour objectif d'identifier des verrous éventuels à l'adoption des innovations et les moyens de les lever. L'appel a été organisé en prenant en compte les réflexions du « groupe d'experts recherche » du plan Écophyto autour de deux axes : l'évaluation des impacts des pesticides sur les services écosystémiques et les changements des pratiques et la proposition d'outils de gouvernance afin d'accélérer la transition vers les objectifs du plan Écophyto.

Le programme Pesticides participe ainsi à l'axe recherche du plan Écophyto piloté par le ministère chargé de l'Agriculture, qui porte sur l'innovation dans la conception et la mise au point d'itinéraires techniques et de systèmes de culture économes en pesticides.

À ce jour, le programme Pesticides a permis de sélectionner, de suivre et d'animer 57 projets de recherche : 36 financés par le ministère en charge de l'Écologie, 1 par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) et 20 dans le cadre du plan Écophyto sur des crédits issus de la redevance pour pollutions diffuses gérés par l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema).

Cet ouvrage présente les résultats de 40 projets de recherche conduits entre 1999 et 2014, dont certains, encore en cours lors de la rédaction, produiront des résultats complémentaires. Il comporte quatre parties.

La première traite de la réduction des risques de contamination de l'environnement par une meilleure compréhension des transferts de pesticides dans l'atmosphère,

le sol, les eaux superficielles et souterraines. L'identification et la compréhension des processus impliqués dans ces transferts entre les différents compartiments de l'environnement sont indispensables pour, à terme, mettre au point des pratiques agricoles permettant de réduire les risques de contamination par les pesticides.

La deuxième s'intéresse aux recherches visant à réduire les risques des pesticides sur les organismes et les écosystèmes par une meilleure compréhension de leurs effets. Les travaux ont porté sur l'étude des effets biologiques des pesticides : effets sublétaux sur les organismes, coût de la résistance aux pesticides, modifications structurales et fonctionnelles des communautés biologiques dans les écosystèmes terrestres, dulcicoles et marins

La troisième est consacrée aux pratiques agronomiques innovantes permettant de réduire l'utilisation des pesticides. Il s'agit d'une part de concevoir et d'évaluer des méthodes de lutte pouvant se substituer aux pesticides dans les systèmes de culture actuels et d'autre part d'élaborer des stratégies de protection des cultures en intégrant une révision des systèmes de culture pour limiter en amont le développement des organismes nuisibles

Enfin, la quatrième et dernière partie traite des conditions facilitant l'adoption de pratiques permettant de réduire les risques liés aux pesticides. Les recherches ont porté sur l'analyse des freins au changement de pratiques, les leviers qui pourraient être utilisés, notamment par les pouvoirs publics, et les outils à mobiliser.

Nous espérons que cet ouvrage aidera à l'élaboration et à la mise en œuvre de solutions pour limiter les risques environnementaux liés à l'usage des pesticides grâce à l'accent mis sur le transfert des résultats à leurs utilisateurs potentiels. Les décideurs, porteurs de politiques publiques, professionnels du monde agricole ou encore gestionnaires de l'environnement y trouveront des éléments pour concevoir et mettre en œuvre de nouvelles actions. Les chercheurs, les enseignants, mais aussi les étudiants accéderont à une synthèse des connaissances ainsi qu'à de nombreuses références scientifiques. L'ouvrage identifie également des lacunes scientifiques sur la question des pesticides et ouvre donc la réflexion sur de futures pistes de recherche.

Charles Manceau, directeur de la santé végétale, Anses,
président du conseil scientifique

Philippe Courtier, chef du service de la recherche,
ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie,
président du comité d'orientation