

Pesticides, agriculture et environnement



**Réduire l'utilisation des pesticides
et en limiter les impacts environnementaux**

Expertise scientifique collective

Rapport de l'expertise réalisée par l'INRA et le Cemagref
à la demande du Ministère de l'agriculture et de la pêche (MAP)
et du Ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD)

Décembre 2005



Expertise scientifique collective INRA - Cemagref

Pesticides, agriculture et environnement

Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux

Rapport d'expertise

Jean-Noël Aubertot, Jean-Marc Barbier, Alain Carpentier,
Jean-Joël Gril, Laurence Guichard, Philippe Lucas, Serge Savary,
Isabelle Savini, Marc Voltz (éditeurs)

Décembre 2005

Institut National de la Recherche Agronomique
147 rue de l'Université • 75338 Paris cedex 07
Tél 01 42 75 90 00 • Fax 01 47 05 99 66

www.inra.fr

Cemagref

Parc de Tourvoie • BP 44 • 92163 Antony cedex
Tél 01 40 96 61 21 • Fax 01 40 96 60 36

www.cemagref.fr

Référence pour citer le rapport

Aubertot J.N., J.M. Barbier, A. Carpentier, J.J. Gril, L. Guichard, P. Lucas, S. Savary, I. Savini, M. Voltz (éditeurs), 2005. *Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux*. Rapport d'Expertise scientifique collective, INRA et Cemagref (France).

Le rapport d'expertise a été élaboré par les experts scientifiques sans condition d'approbation préalable par les commanditaires ou l'INRA et le Cemagref.

Contacts

Philippe Lucas, INRA : Philippe.Lucas@rennes.inra.fr
Jean-Joël Gril, Cemagref : gril@lyon.cemagref.fr

Claire Sabbagh, INRA, Unité Expertise scientifique collective : sabbagh@paris.inra.fr
Gérard Brugnot, Cemagref, Chargé de mission Expertise : gerard.brugnot@cemagref.fr

Avant propos

Les progrès dans la protection des plantes ont largement contribué à l'augmentation des rendements et à la régularité de la production. Faciles d'accès et d'emploi, relativement peu chers, les produits phytosanitaires de synthèse se sont révélés très efficaces et fiables dans un nombre important de cas, sur de grandes surfaces. L'agriculture française a, plus que d'autres, développé des systèmes de production fondés sur l'utilisation de ces produits ; elle apparaît actuellement très dépendante des pesticides, et fait de la France le troisième consommateur mondial de produits phytosanitaires. Mais aujourd'hui l'utilisation systématique de ces produits est remise en question, avec la prise de conscience croissante des risques qu'ils peuvent générer pour l'environnement, voire pour la santé de l'homme. Dans son rapport sur les "Risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires", remis en 2002 au ministère chargé de l'environnement, le Comité de la prévention et de la précaution (CPP) considérait la présomption de risques pour la santé humaine suffisamment sérieuse pour justifier l'application du Principe de précaution. Ces risques pour la santé humaine ont été à nouveau soulignés dans le rapport du 12 février 2004 de la commission d'orientation du Plan national santé-environnement. Le développement de la surveillance des milieux met par ailleurs en évidence l'ampleur de leur dispersion dans l'environnement : le sixième rapport IFEN sur les pesticides dans les eaux pointe ainsi une contamination quasi-généralisée des eaux par ces produits. Ces constats motivent un encadrement qui devient de plus en plus contraignant au plan européen et national, et ne peut se limiter à l'évaluation, même renforcée, des pesticides eux-mêmes et doit s'étendre à l'évaluation de leurs pratiques d'utilisation.

Plusieurs éléments de l'actualité politique européenne et nationale convergent pour inscrire la question de la réduction d'emploi des pesticides dans les perspectives d'actions publiques. Citons, dans le cadre de l'Union européenne : la réforme de la Politique agricole commune (PAC) et les probables renforcements futurs de la conditionnalité environnementale des aides agricoles ; l'application et la révision de la Directive 91/414/CE relative à la procédure d'autorisation de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques ; la mise en œuvre de la Directive cadre sur l'eau (DCE) qui nécessitera, pour respecter les objectifs de "bon état écologique" des masses d'eau, des actions dont certaines concerneront l'utilisation des pesticides, et enfin la réflexion actuelle sur la définition d'une Directive cadre sur les pesticides (DCP). Au niveau national, le futur Plan interministériel "Pesticides" et le Plan national santé-environnement (PNSE) sont la manifestation de la préoccupation des pouvoirs publics concernant la réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides.

C'est dans ce contexte que les ministères chargés de l'agriculture et de l'environnement ont demandé à l'INRA et au Cemagref de réaliser une expertise scientifique collective faisant le point sur les connaissances disponibles concernant les conditions d'utilisation des pesticides en agriculture, les moyens d'en réduire l'emploi et d'en limiter les impacts environnementaux : Que sait-on de l'utilisation des pesticides en France ? Comment mieux utiliser les produits et aménager l'espace pour limiter les contaminations ? Comment modifier les pratiques et faire évoluer les systèmes de production afin de les rendre moins dépendants des pesticides ?

Cette expertise exclut les aspects relatifs à la santé humaine. Elle se limite aux usages agricoles des pesticides, qui représentent 90% de la consommation totale. Elle n'a pas pour objet de fournir directement un appui méthodologique à l'homologation des produits, ou aux opérations locales de réduction des pollutions des eaux par les produits phytosanitaires actuellement en cours.

Le travail a été réalisé par un groupe d'une trentaine d'experts de différentes disciplines (agronomie, protection des cultures, sciences du sol, hydrologie, bioclimatologie, écotoxicologie, économie, sociologie...) et d'origines institutionnelles diverses (INRA, Cemagref, IRD et BRGM). Il s'est appuyé sur les publications scientifiques mondiales dont les experts ont extrait, discuté et assemblé les éléments pertinents pour éclairer les questions posées par les commanditaires. Les questions initiales, formulées au cours d'un processus interactif entre les experts et les demandeurs, ont été consignées dans un cahier des charges auquel les experts ont cherché à se conformer. Toutefois les limites rencontrées dans l'existence ou la disponibilité des données ont pu conduire à infléchir le cours du travail.

L'ensemble des contributions des experts constitue le présent rapport. Les grandes lignes de ce rapport sont par ailleurs reprises, dans la perspective d'utilisation des connaissances qui a motivé la commande de l'expertise, dans une "synthèse" d'une soixantaine de pages. Enfin, les principales conclusions de l'expertise ont été présentées et discutées lors d'un colloque qui a eu lieu le 15 décembre à Paris.

L'expertise se situe entièrement du côté de l'analyse et de l'évaluation et ne se conclut pas par des avis et recommandations pour l'action faites aux commanditaires. Elle engage la responsabilité des experts sur le contenu scientifique du rapport, individuellement dans leur domaine de compétence, et collectivement pour la cohérence de l'ensemble. Elle engage la responsabilité des institutions, INRA et Cemagref, sur le respect procédural des principes de qualité qui régissent la conduite des expertises.

Sommaire détaillé

Avant propos
Sommaire détaillé
Auteurs et éditeurs de l'expertise

Chapitre 1. Introduction

1.1. Eléments de contexte

1.2. L'expertise scientifique collective

Chapitre 2. Connaissance de l'utilisation des pesticides

(61 p. + bibliographie + annexes)

2.1. Consommation de pesticides

2.1.1. Données utilisées

2.1.2. Evolution des consommations de pesticides en France depuis 1979

2.1.3. La consommation en France par rapport aux autres pays de l'Union

2.1.4. La consommation pour les différentes cultures

2.1.5. Idées essentielles

2.2. Les pesticides : caractéristiques, mode d'action et évolution

2.2.1. Caractéristiques et modes d'action des pesticides, évolution quantitative

2.2.2. Etat des lieux et évolution du contexte

2.2.3. Perspectives d'innovation de l'agrochimie à moyen terme.

2.3. Pratiques

2.3.1. Données disponibles / données utilisées

2.3.2. Utilisation des pesticides

2.3.3. Matériels d'application

2.3.4. Idées essentielles

2.4. Structures et acteurs du conseil

2.4.1. Organisation générale du conseil/prescription en France

2.4.2. Outils proposés et stratégies développées

2.4.3. Industries phytosanitaires : éléments de contexte

2.4.4. Idées essentielles

2.5. Bilan du chapitre 2

2.5.1. Les sources utilisées

2.5.2. Exploitation des données : les enseignements en matière de consommation et d'utilisation des pesticides

2.5.3. La question des indicateurs

2.5.4. Le contexte de l'utilisation des pesticides : l'accompagnement technique

Références bibliographiques

Annexes

Chapitre 3. Devenir et transfert des pesticides dans l'environnement et impacts biologiques

(219 p. + bibliographie)

3.1. Contamination des milieux et impacts : état des observations disponibles

3.1.1. Définitions préalables

3.1.2. Contamination des eaux (douces de surface et souterraines, côtières)

3.1.3. Contamination de l'air

3.1.4. Contamination des sols

- 3.1.5. Impacts sur les organismes vivants
- 3.1.6. Conclusions sur le suivi de la qualité des milieux et des impacts
- 3.1.7. Synthèse du 3.1.

3.2. Devenir et transfert des pesticides dans l'environnement : facteurs majeurs

- 3.2.1. Devenir et transfert à l'échelle parcellaire
- 3.2.2. Devenir et transfert aux échelles supra-parcellaires

3.3. Impacts des pesticides sur les écosystèmes

- 3.3.1. Introduction
- 3.3.2. Les écosystèmes terrestres
- 3.3.3. Les écosystèmes aquatiques

3.4. Méthodes de diagnostic des contaminations et des impacts

- 3.4.1. L'évaluation du risque environnemental dans le cadre des AMM
- 3.4.2. Observations - réseaux de surveillance
- 3.4.3. Modélisation des contaminations environnementales et des impacts
- 3.4.4. Indicateurs environnementaux
- 3.4.5. Le diagnostic et les indicateurs du CORPEN

3.5. Actions potentielles pour le contrôle et la réduction des transferts

- 3.5.1. Au niveau des techniques d'épandage
- 3.5.2. Choix de pratiques culturales et Système de Culture
- 3.5.3. Gestion des éléments du paysage

3.6. Conclusions du chapitre 3

- 3.6.1. Quelques éléments essentiels à retenir sur les processus de contamination des milieux naturels par les produits phytosanitaires et sur les impacts sur l'environnement
- 3.6.2. Méthodes de diagnostic des contaminations et impacts : potentiels et limites
- 3.6.3. Actions de correction et réduction des transferts : possibilités et limites

Références bibliographiques

Chapitre 4. Stratégies de protection des cultures

(104 p. + bibliographie)

4.1. Concepts pour la protection des cultures

- 4.1.1. La protection des cultures : pourquoi ?
- 4.1.2. Bio-agresseurs des cultures et performances des agrosystèmes
- 4.1.3. Typologie des cycles biologiques des bio-agresseurs
- 4.1.4. Quantification de la nuisibilité des bio-agresseurs
- 4.1.6. Quantification des dégâts
- 4.1.7. Quantification du dommage
- 4.1.8. Déterminants des pertes de récolte
- 4.1.9. Définitions du risque en protection des cultures
- 4.1.10. Décisions et stratégies de gestion

4.2. Méthodes de protection des cultures

- 4.2.1. Panorama des différentes méthodes de contrôle
- 4.2.2. Raisonnement de la lutte chimique
- 4.2.3. Les résistances obtenues par la sélection variétale
- 4.2.4. Lutte biologique
- 4.2.5. Les méthodes de lutte physique
- 4.2.6. Les méthodes associées au système de culture : le contrôle cultural
- 4.2.7. Les biotechnologies et le génie génétique
- 4.2.8. Induction de résistance chez les plantes
- 4.2.9. L'intégration en protection des cultures

4.3. Les grandes cultures

- 4.3.1. Les bio-agresseurs des grandes cultures
- 4.3.2. Les pratiques actuelles
- 4.3.3. Les alternatives aux pratiques actuelles en grandes cultures
- 4.3.4. Bilan intermédiaire pour les grandes cultures

4.4. Les productions légumières

- 4.4.1. Les bio-agresseurs des productions légumières
- 4.4.2. Les pratiques actuelles
- 4.4.3. Les alternatives

4.5. La vigne

- 4.5.1. Les bio-agresseurs de la vigne
- 4.5.2. Les pratiques actuelles
- 4.5.3. Les alternatives
- 4.5.4. Bilan intermédiaire pour la vigne

4.6. L'arboriculture fruitière

- 4.6.1. Principaux bio-agresseurs en arboriculture fruitière
- 4.6.2. Pratiques actuelles
- 4.6.3. Alternatives
- 4.6.4. Exemple du verger de pommiers
- 4.6.5. Bilan intermédiaire pour l'arboriculture fruitière

4.7. Bilans et prospectives pour la recherche en protection des cultures

- 4.7.1. Quelques éléments clés
- 4.7.2. Conclusions du Chapitre 4
- 4.7.3. Perspectives pour la recherche

Références bibliographiques

Chapitre 5. Aspects économiques de la régulation des pollutions par les pesticides

(245 p. + bibliographie)

Introduction

5.1. Le contexte

- 5.1.1. Introduction
- 5.1.2. Le problème des pollutions par les pesticides : le point de vue de l'économie de l'environnement
- 5.1.3. Analyses historiques de l'utilisation des pesticides
- 5.1.4. Les politiques relatives aux pesticides mises en place les plus ambitieuses
- 5.1.5. Les effets du renforcement des critères de toxicité/écotoxicité des procédures d'homologation des pesticides
- 5.1.6. Remarques conclusives

5.2. Micro-économie de la demande de pesticides

- 5.2.1. Introduction
- 5.2.2. Micro-économie de la production agricole appliquée au cas de la protection phytosanitaire
- 5.2.3. Les études ignorant les spécificités des pesticides
- 5.2.4. La formalisation de l'action des produits phytosanitaires sur la production agricole
- 5.2.5. L'utilisation des pesticides et l'attitude des agriculteurs face au risque
- 5.2.6. L'insertion de la gestion du risque phytosanitaire au sein de l'activité de production agricole
- 5.2.7. L'intégration de l'attitude des agriculteurs face au risque pour la définition et le choix de politiques de régulation de l'utilisation des pesticides
- 5.2.8. Remarques conclusives

5.3. Adoption des pratiques économes en pesticides

- 5.3.1. Introduction : de la relative inefficacité de l'utilisation des pesticides par les agriculteurs
- 5.3.2. Les différents types de pratiques alternatives à l'utilisation des pesticides
- 5.3.3. L'exemple des techniques de dépiçage
- 5.3.4. Les déterminants et les effets de l'utilisation des pratiques économes en pesticides : les études empiriques
- 5.3.5. Adoption, diffusion et utilisation des pratiques économes en pesticides : les déterminants économiques
- 5.3.6. Le rôle de la formation et du conseil agricole et leur organisation
- 5.3.7. Le rôle de l'agro-fourriture, de l'industrie agro-alimentaire et de la distribution des produits alimentaires
- 5.3.8. Remarques conclusives : utilisation des pratiques alternatives aux pratiques conventionnelles et contexte économique

5.4. Régulation des pollutions par les pesticides

- 5.4.1. Remarques introductives
- 5.4.2. Le cadre d'analyse retenu
- 5.4.3. Choix des instruments : coûts de transaction et régulation par les prix versus les quantités
- 5.4.4. Les avantages et les critiques de la taxation des pesticides
- 5.4.5. Les instruments de régulation des aspects qualitatifs des pesticides
- 5.4.6. Les instruments de régulation dans les zones "sensibles"
- 5.4.7. Cohérence de la politique de régulation des pollutions par les pesticides proposée et instruments spécifiques à certains secteurs

- 5.4.8. Compensations et soutien du revenu agricole
- 5.4.9. Des contrats pour la réduction des pollutions par les pesticides
- 5.4.10. Remarques conclusives : instruments et objectifs

5.5. Remarques conclusives et synthèse

- Pollutions par les pesticides et choix public : les arbitrages en jeu
- De la dépendance du secteur agricole vis-à-vis des pesticides chimiques
- Politique de réduction des pollutions par les pesticides et efficacité économique : les grands principes
- Un schéma de politique de régulation efficace d'un point de vue économique : l'exemple de la politique danoise
- Mesures pouvant être mises en place à l'échelle globale
- Mettre en place des mesures spécifiques pour gérer des problèmes locaux
- Expertise, recherche et aide à la décision publique

Références bibliographiques

Chapitre 6. Vers une réduction de l'utilisation des pesticides et de leurs impacts environnementaux

(49 p. + 26 p.)

- **Options techniques et moyens à mettre en œuvre**

6.1. Introduction

6.2. Niveau d'objectifs T : limiter les transferts de pesticides

- 6.2.1. Introduction
- 6.2.2. Limiter les transferts à l'application
- 6.2.3. Limiter les transferts post-application dans la parcelle
- 6.2.4. Gestion des éléments du paysage

6.3. Niveau d'objectifs R : réduire la consommation de pesticides par un raisonnement accru de leur utilisation.

- 6.3.1. Mieux apprécier la pertinence du traitement ou du programme de traitement
- 6.3.2. Choisir le produit le plus adapté
- 6.3.3. Cibler, améliorer l'efficacité du traitement
- 6.3.4. Prévenir l'apparition des résistances aux pesticides
- 6.3.5. Améliorer la connaissance des pratiques et des conseils
- 6.3.6. Promouvoir l'auto-évaluation des pratiques et des conseils
- 6.3.7. Tableaux illustrant les actions et instruments possibles et les conditions de leur mise en œuvre pour le niveau d'objectifs R

6.4. Niveau d'objectif S : réduire la consommation de pesticides en proposant des systèmes de culture moins, voire non dépendants de leur utilisation.

- 6.4.1. Niveau d'objectifs S :
- 6.4.2. Niveau d'objectifs S+ :
- 6.4.3. Tableaux illustrant les actions et instruments possibles et les conditions de mise en œuvre pour les niveaux d'objectifs S et S+

6.5. Stratégies existantes, nationales et européennes

- 6.5.1. Plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides
- 6.5.2. Mesures agri-environnementales
- 6.5.3. Stratégie thématique européenne
- 6.5.4. Expériences étrangères

6.6. Conclusion

- **Etude de cas "Grandes cultures"**

Auteurs et éditeurs de l'expertise

► Experts

Responsables de la coordination scientifique

Jean-Joël GRIL, Ingénieur de recherche, Cemagref Lyon
Philippe LUCAS, Directeur de recherche, INRA Rennes

Auteurs et contributeurs, éditeurs scientifiques

Anne ALIX, IR*, INRA/SSM Versailles : Ecotoxicologie des écosystèmes terrestres et aquatiques, évaluation des impacts et des risques

Jean-Noël AUBERTOT**, CR*, INRA Grignon : Agronomie des grandes cultures, systèmes de culture, protection intégrée, contrôle cultural

Jean-Marc BARBIER, IR, INRA Montpellier : Agronomie, pratiques et comportements techniques des agriculteurs, analyse de la décision

Enrique BARRIUSO, DR*, INRA Grignon : Devenir des pesticides dans les sols

Carole BEDOS, CR, INRA Grignon : Transferts des pesticides vers l'atmosphère

Marc BENOIT, DR, INRA Mirecourt : Dynamique des systèmes de culture et des systèmes de production, agriculture biologique, développement agricole

Bernard BONICELLI, DR, Cemagref Montpellier : Techniques d'application des pesticides, dispersion des pesticides, évaluation et optimisation des matériels et des pratiques

Philippe BONTEMS, DR, INRA Toulouse : Théorie des contrats appliquée à l'économie de l'environnement, économie industrielle

Thierry CAQUET, CR, INRA Rennes : Ecotoxicologie aquatique

Alain CARPENTIER, CR, INRA Rennes : Economie de la production agricole, évaluation des biens environnementaux, économétrie

Michel CLERJEAU, Professeur, ENITAB / INRA Bordeaux : Protection phytosanitaire de la vigne, évaluation des fongicides

Christophe DAVID, ISARA, Lyon : Agriculture biologique, grandes cultures

Philippe DEBAEKE, DR, INRA Toulouse : Agronomie systémique, stratégies en grandes cultures, systèmes à bas niveaux d'intrants, désherbage intégré

Robert DELORME, DR, INRA Versailles : Connaissance et évaluation des produits phytosanitaires et des substances actives, toxicité des insecticides, résistances aux insecticides

Igor DUBUS, IR, BRGM Orléans : Modélisation du devenir et des transferts de pesticides dans l'environnement, évaluation des risques

Vincent FALOYA, IR, INRA Epoisses : Agronomie des grandes cultures, systèmes de culture intégrés, pratiques agricoles

Chantal GASCUEL, DR, INRA Rennes : Hydrologie, sol et structures paysagères des bassins versants agricoles

Jean-Joël GRIL, IR, Cemagref Lyon : Pollutions diffuses, aménagements correctifs

Laurence GUICHARD, IR, INRA Grignon : Agronomie des grandes cultures, évaluation des pratiques agricoles et des systèmes de culture

Marie-Hélène JEUFFROY, CR, INRA Grignon : Agronomie des grandes cultures, agriculture biologique

Anne LACROIX, IR, INRA Grenoble : Economie de l'environnement, pollutions diffuses, gestion intégrée des systèmes de culture

Ramon LAPLANA, DR, Cemagref Cestas : Evaluation des politiques agri-environnementales, gestion intégrée des territoires

Stéphane LEMARIÉ, CR, INRA Grenoble : Economie et stratégie des firmes de l'agro-fourriture

Philippe LUCAS, DR, INRA Rennes : Pathologie végétale, épidémiologie, protection intégrée des cultures

* DR : Directeur de recherche ; CR : Chargé de recherche ; IR : Ingénieur de recherche ; IGREF : Ingénieur du génie rural et des eaux et forêts ; ICGREF : Ingénieur civil du génie rural et des eaux et forêts ; IE : Ingénieur d'études

** En gras : coordinateur scientifique de chapitre, éditeur scientifique du rapport

Françoise MONTFORT, CR, INRA Rennes : Parasitisme tellurique en cultures légumières de plein champ, gestion de la protection à l'échelle du système de culture

Philippe NICOT, CR, INRA Avignon : Maladie des cultures maraîchères sous abri, alternatives aux pesticides pour les cultures maraîchères

Bernadette RUELLE, ICGREF*, Cemagref Montpellier : Protection des cultures et environnement

Benoît SAUPHANOR, IR, INRA Avignon : Arboriculture fruitière, résistance aux insecticides et méthodes alternatives de protection

Serge SAVARY, DR, INRA Bordeaux : Ecologie, biologie des bio-agresseurs ; stratégies de gestion des bio-agresseurs

Nadine TURPIN, IGFREF*, Cemagref Clermont-Ferrand : Economie de l'environnement, économie régionale

Marc VOLTZ, DR, INRA Montpellier : Transfert des pesticides dans les sols et les hydrosystèmes

► **Unité Expertise scientifique collective (UESCo) de l'INRA**

Annie CHARTIER, IR, INRA Versailles : Ingénierie documentaire

Claire SABBAGH, IR, INRA PARIS : Direction de l'Unité, management de l'ESCO

Isabelle SAVINI, IE*, INRA Paris : Rédaction et coordination éditoriale