



# Notes et études socio-économiques

CENTRE D'ÉTUDES ET DE PROSPECTIVE

n° 35 - Octobre 2011



Jean-Pierre Butault, Nathalie Delame, Florence Jacquet,  
Guillaume Zardet

- L'utilisation des pesticides en France :  
état des lieux et perspectives de réduction

*NESE n° 35, octobre 2011, pp. 7-26*

**CENTRE D'ÉTUDES ET DE PROSPECTIVE**

**SERVICE DE LA STATISTIQUE ET DE LA PROSPECTIVE**

## Présentation

*Notes et Études Socio-Économiques* est une revue du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire, publiée par son Centre d'Études et de Prospective. Cette revue technique à comité de rédaction se donne pour double objectif de valoriser des travaux conduits en interne ou des études commanditées par le ministère mais également de participer au débat d'idées en relayant des contributions d'experts extérieurs. Veillant à la rigueur des analyses et du traitement des données, elle s'adresse à un lectorat à la recherche d'éclairages complets et solides sur des sujets bien délimités. D'une périodicité de trois numéros par an, la revue existe en version papier et en version électronique.

Les articles et propos présentés dans cette revue n'engagent que leurs auteurs.

### Directrice de la publication :

Fabienne Rosenwald, MAAPRAT-SG-SSP, Chef du Service de la Statistique et de la Prospective

### Rédacteur en chef :

Bruno Hérault, MAAPRAT-SG-SSP, Chef du Centre d'Études et de Prospective

### Secrétaire de rédaction :

Pierre Claquin, MAAPRAT-SG-SSP-CEP, Chargé de mission

### Comité de rédaction

Jean-Claude Teurlay, MAAPRAT-SG-SSP, Adjoint au chef du SSP

Martin Bortzmeyer, MEDDTL-CGDD, Chef de bureau

Philippe Boyer, FranceAgriMer, Direction Marché Études et Prospective

Frédéric Courleux, MAAPRAT-SG-SSP-CEP, Chef du BEAE

Bruno Hérault, MAAPRAT-SG-SSP, Chef du Centre d'Études et de Prospective

Aurélie Darpeix, MAAPRAT-DGPAAT, Chargé de mission au BPCEC

Aurélien Daubaire, MEFI-DGT, chef du BEA (POLSEC 4)

Nathanaël Pingault, MAAPRAT-DGPAAT, Chef du BSECC

Jean-Luc Pujol, INRA, Directeur Mission d'anticipation Recherche Société et Développement durable

Sylvain Rousset, CEMAGREF, Ingénieur Chercheur

Julien Vert, MAAPRAT-SG-SSP-CEP, Chef du BPSIE, Centre d'Études et de Prospective

Sébastien Treyer, IDDRI, Directeur des programmes

Tancrede Voituriez, CIRAD, IDDRI

**Composition** : SSP - ANCD

**Impression** : SSP - BSS

Dépôt légal : à parution

**ISSN** : 2104-5771

Renseignements et diffusion : voir page 4 de couverture

# L'utilisation des pesticides en France : état des lieux et perspectives de réduction

---

Jean-Pierre Butault, Nathalie Delame, Florence Jacquet, Guillaume Zardet<sup>1</sup>

## Résumé

*Cet article dresse un état des lieux sur l'utilisation des produits phytosanitaires en France et évalue les possibilités de réduire leur emploi en mobilisant différents états de l'agriculture française définis par des niveaux de rupture allant jusqu'à l'agriculture biologique. Cet article vise à valoriser les travaux entrepris dans le cadre issu d'un contrat – ECOPHYTO R&D – passé entre l'Inra d'une part et les ministères de l'agriculture et de l'écologie d'autre part.*

*La situation initiale est définie à partir des résultats du Réseau d'Information Comptable Agricole (Rica) et des enquêtes pratiques culturelles de 2006 réalisées par le Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du ministère de l'Agriculture. L'évaluation des possibilités de réduction d'usage est générée à partir de travaux effectués dans des groupes d'experts et d'un modèle en programmation mathématique.*

*Des réductions de l'emploi de pesticides seraient possibles sans baisse de production en remplaçant la plupart des techniques intensives par une « agriculture raisonnée ». L'adoption d'itinéraires à bas intrants de pesticides, par culture, permettrait de réduire l'utilisation de pesticides d'un tiers, avec des pertes de production limitées (6 % en grandes cultures). Aux prix de 2006, les marges pour ces itinéraires, compte tenu de l'économie réalisée sur les charges, sont les mêmes que celles du groupe dit « intensifs ». En termes de marge, les prix de 2007 redonnent par contre un avantage aux intensifs.*

*L'objectif de réduire de 50 % l'emploi des pesticides, du plan ECOPHYTO 2018, acté lors du Grenelle de l'environnement, correspond à la situation où toute l'agriculture française passerait en agriculture intégrée, nécessitant des efforts conséquents.*

*En grandes cultures, un modèle de programmation mathématique est utilisé pour associer à chaque niveau de réduction de l'utilisation de pesticides une combinaison optimale de techniques. Les effets d'une taxation et de subvention à l'agriculture biologique sont également envisagés.*

**Le texte ci-après ne représente pas nécessairement les positions officielles du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire. Il n'engage que ses auteurs.**

1. Respectivement, directeur de recherches, ingénieur de recherches, directeur de recherches et ingénieur d'études à l'Inra SAE2 AgroParisTech.

2. Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques.

## Introduction

L'Union européenne, et notamment la France, se sont engagées dans un processus de réduction de l'emploi de pesticides dans l'agriculture. En France, un plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides a été mis en place en juin 2006 et le Grenelle de l'environnement a confirmé les orientations de ce plan en prenant plusieurs engagements. Parmi ceux-ci, citons :

- la réduction de moitié, à l'horizon de 10 ans, si possible, de l'emploi de pesticides de synthèse (plan ECOPHYTO 2018).
- le passage en agriculture biologique à 6 % de la SAU en 2010, en visant 20 % en 2020.

Dès 2008, plusieurs mesures ont déjà été prises, notamment l'interdiction de 30 produits jugés les plus toxiques, l'instauration d'une taxe sur les phytosanitaires, croissante avec leur niveau de toxicité, taxe qui devrait augmenter au fil des années et l'octroi de crédits d'impôt en faveur de l'agriculture biologique.

Dans le plan ECOPHYTO 2018 différentes actions visent à améliorer l'information des agriculteurs (création d'un réseau d'épidémiologie), à diffuser les bonnes pratiques agricoles (création de réseaux de fermes de référence), à développer les formations et à améliorer l'utilisation du matériel. Un indicateur (le NODU), mis en place pour suivre la consommation des pesticides est calculé depuis 2008 ; il doit permettre de juger de la réalisation de l'objectif de réduire de moitié l'emploi des pesticides.

Dans le cadre de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques<sup>1</sup> (2006), la protection des aires d'alimentation de 500 captages, les plus menacés par les pollutions diffuses, a par ailleurs été décidée, ce qui implique des actions particulières pour l'agriculture couvrant ces surfaces.

En prolongement de la prospective « pesticides » réalisée par l'Inra et le Cemagref (Aubertot et *al.* 2005), les ministères de l'agriculture et de l'écologie ont confié à l'Inra une étude sur les possibilités d'atteindre ces objectifs de réduction (Butault et *al.* 2010). Cet article s'appuie sur les résultats du groupe « scénarios » de cette étude (Butault et *al.* 2009), eux-mêmes générés à partir des résultats de quatre autres groupes d'experts « production » sur les grandes cultures (Guichard et *al.* 2009), la vigne (Gary et *al.* 2009), les légumes (Pitrat et *al.* 2009) et les fruits (Sauphanor et *al.* 2009).

Ces études s'appuient sur un état des lieux de l'utilisation des pesticides en France en 2006 pour générer ensuite des scénarios ou des combinaisons possibles de scénarios susceptibles de réduire l'emploi des pesticides et de parvenir à l'objectif de leur réduction de moitié. Bien que le plan ECOPHYTO ait retenu 2008 comme année de base, l'étude a privilégié l'année 2006 comme référence, dans la mesure où l'on disposait pour cette année des données des enquêtes des pratiques culturales en grandes cultures et en viticulture, qu'il était possible de combiner avec les données du Rica.

Pour cet article, une analyse complémentaire sur l'historique de l'évolution de l'utilisation des pesticides entre 2000 et 2010 a été menée pour situer tant l'année 2006, à la base des scénarios de ECOPHYTO R&D mais également 2008, année de référence du plan ECOPHYTO.

---

1. Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques.

# 1. Méthode et état des lieux en 2006

## 1.1. Quelques points de méthode

Dans l'étude ECOPHYTO R&D, les quatre groupes « production » (grandes cultures, viticulture, fruits, légumes) ont établi, à partir de données à la parcelle (données de l'enquête pratique culturale), la situation observée de l'utilisation des pesticides en 2006, par produit. Ils ont également examiné les possibilités d'une réduction des pesticides en suivant une démarche commune, tout en tenant compte de la spécificité de chaque filière. Cette démarche commune a consisté notamment à construire une matrice de données en définissant différents niveaux de rupture dans l'utilisation des pesticides, allant du niveau intensif à l'agriculture biologique (qui n'utilise pas de produits de synthèse mais qui peut avoir recours à d'autres produits, notamment le cuivre et le soufre), les niveaux intermédiaires étant l'agriculture raisonnée, l'agriculture à bas niveau d'utilisation de pesticides et l'agriculture intégrée (cf. tableau 1).

Tableau 1 - Les niveaux de rupture étudiés

Niveau actuel Na	Situation actuelle	
N0	Pas de limitation du recours aux pesticides	<b>Agriculture intensive</b>
N1	Limitation du recours aux pesticides par le raisonnement des traitements en fonction de seuils	<b>Agriculture raisonnée</b>
N2a	N1 + mise en œuvre de méthodes prophylactiques et alternatives à l'échelle de l'itinéraire technique d'une culture de la rotation	<b>Agriculture à bas niveau de pesticides</b>
N2c	N1 + mise en œuvre de méthodes prophylactiques et alternatives à l'échelle des différents itinéraires techniques et de la rotation	<b>Agriculture intégrée</b>
N3	Suppression de tout traitement avec des produits phytosanitaires de synthèse	<b>Agriculture biologique</b>

La proposition de raisonner en termes de niveaux de rupture tient à la spécificité des pesticides (Carpentier et *al.* 2005). Ceux-ci ne constituent pas un facteur de production (tel que l'azote) qui agit directement sur le niveau de production, mais interviennent sur ce niveau indirectement en évitant des pertes de production, par ailleurs aléatoires. Les possibilités de réduire l'emploi de pesticides nécessitent ainsi des changements de pratiques globales, d'où cette notion de niveaux de rupture.

L'indicateur central de mesure de la pression sanitaire utilisé est l'IFT, indicateur de fréquence des traitements (cf. encadré 1), mesuré notamment dans les enquêtes sur les pratiques culturales de 2006 sur les grandes cultures et la viticulture. En mobilisant les données de différents réseaux et à dire d'experts, la matrice a été remplie, pour les différents niveaux de rupture et pour un découpage régional propre à chaque produit, intégrant des items tels que la variation des rendements, des charges et des marges brutes.

Le groupe « scénario » a mis en perspective l'ensemble de ces données avec celles du Rica de 2006, en distinguant 8 grandes régions agricoles. L'agrégation de ces résultats sur la France a permis l'établissement d'un état des lieux sur l'utilisation des pesticides et

la description de différentes situations correspondant aux niveaux de rupture rapidement décrits ci-dessus. La méthodologie retenue, dont nous présentons ici un résumé est développée dans le volet I de l'étude ECOPHYTO R&D<sup>2</sup>.

### Encadré 1 : IFT et dépenses de phytosanitaires par hectare

L'indicateur de fréquence des traitements (IFT), mesuré notamment à partir des enquêtes sur les pratiques culturales, correspond, à la moyenne par hectare, du nombre des traitements effectués en produits commercialisés, pondérés par le rapport entre la dose utilisée et la dose homologuée (Champeaux 2006, Pingault 2007). L'IFT prend donc en compte l'intensité du traitement, celui-ci pouvant être partiel. Il peut être décliné en herbicides, fongicides, insecticides et autres pesticides. L'intérêt de l'IFT est de permettre d'agrèger des substances très différentes et ainsi de mesurer une pression phytosanitaire globale. En revanche, l'IFT ne prend pas en compte les caractères spécifiques de chaque produit, notamment leur degré de toxicité. C'est donc un indicateur limité pour évaluer les risques potentiels de l'utilisation des pesticides ainsi que les impacts de ces derniers sur l'environnement et la santé publique.

Le RICA ne permet pas le calcul de l'IFT. Par économétrie, il est possible, par contre, d'estimer les dépenses de produits phytosanitaires par culture et par hectare. Cette méthode consiste à estimer, par régression linéaire multiple, pour un input  $X_i$  exprimé en valeur, des dépenses par hectare  $s_{ij}$ , pour les surfaces  $S_j$ , affectées aux différentes cultures  $j$  :

$$X_{in} = \sum_j s_{ij} S_{jn} + u_{in}$$

$u_{in}$  correspondant à une perturbation aléatoire prenant en compte les spécificités de l'exploitation  $n$ .

L'IFT et les dépenses par hectare estimées sont en très forte relation, comme le montre le tableau suivant.

#### IFT et charges en pesticides par hectare et par production en 2006

	Viticulture	Pomme de table	Grandes cultures	dont blé tendre	dont colza	dont tournesol	dont pomme de terre
IFT	12,5	36,5	3,8	4,1	6,1	2,1	16,7
Pesticides €/ha	394	1 267	134	133	203	87	489
« Prix » de l'IFT	31	35	35	33	33	42	29

Calculs Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP

Le prix de l'IFT, c'est-à-dire le rapport entre les dépenses en pesticides par hectare et l'IFT, ne varie ainsi qu'entre 30 et 40 euros l'hectare selon les productions et la hiérarchie entre les deux variables est la même. Par grandes productions, on a ainsi des répartitions globales équivalentes pour l'IFT et pour les dépenses en produits phytosanitaires. Le lien entre les

deux variables n'est pas pour autant strict. L'abandon de l'utilisation de produits de synthèse peut se traduire par l'emploi de produits de substitution dont les prix sont plus élevés. C'est le cas notamment en arboriculture, pour le passage en confusion sexuelle ou pour la reconversion en agriculture biologique.

2. Disponible sur le site de l'Inra : [http://www.inra.fr/l\\_institut/etudes/ecophyto\\_r\\_d/ecophyto\\_r\\_d\\_resultats](http://www.inra.fr/l_institut/etudes/ecophyto_r_d/ecophyto_r_d_resultats)

## 1.2. État des lieux sur l'utilisation des pesticides en France en 2006

L'emploi des produits phytosanitaires en valeur (2 310 millions d'euros, selon le Rica, soit 5 % du produit brut des exploitations hors subventions) incombait, en 2006, pour 67 % aux grandes cultures (hors légumes), 8 % aux fourrages, 15 % aux vignes, 5 % aux fruits et 5 % à l'horticulture et aux légumes de plein champ (cf. tableau 2). La consommation en valeur des produits phytosanitaires est très corrélée à l'indicateur de fréquence de traitement (cf. encadré 1) et on peut donc considérer que la répartition donnée ci-dessus reflète aussi celle de l'IFT.

Tableau 2 - Répartition de la surface des exploitations et des pesticides en 2006

	SAU		Pesticides	
	Milliers ha	%	Euros /ha	%
Grandes cultures	11 609	45,7	134	67,4
Vigne	841	3,3	394	14,4
Fruits	202	0,8	590	5,2
Horticulture et autres	205	0,8	527	4,7
Fourrages cultivés	1 533	6,0	66	4,4
Prairies	9 908	39,0	9	3,9
Jachère	1 122	4,4		0,0
SAU hors parcours	25 420	100	90,7	100

Calculs de l'Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP

La pression sanitaire varie évidemment selon les productions et elle est notamment forte en viticulture, en cultures fruitière et légumière. L'IFT moyen de la vigne est en effet de 13 et celui des fruits de 17 (36 pour les pommes). En grandes cultures, les dépenses de phytosanitaires s'établissent à 134 euros par hectare pour un IFT moyen de 3,8. Celui-ci est aussi très différent selon les produits : l'IFT est environ de 16 pour la pomme de terre, 6 pour le colza, 4 pour le blé et 2 pour le tournesol.

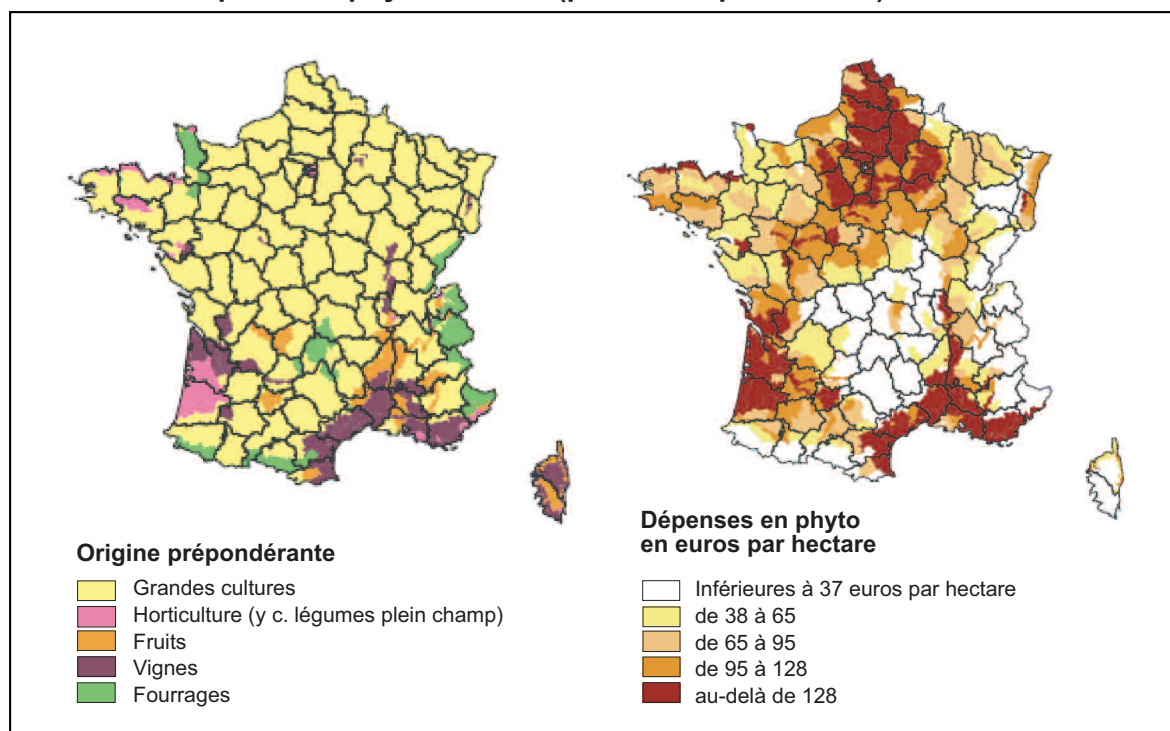
En utilisant le Réseau d'Information Comptable Agricole et le Recensement agricole 2000, il est possible de visualiser l'emploi des pesticides par petites régions agricoles (cf. figure 1). Ces cartes ne concernent que la surface agricole mais il est possible de les construire sur la surface totale, en prenant en compte notamment le poids de la forêt et des zones urbaines.

Ces cartes confirment le poids dominant des grandes cultures. Même dans les régions herbagères, les faibles surfaces en céréales suffisent à rendre dominantes les grandes cultures. En classant les petites régions agricoles en quintiles selon la surface agricole et la pression phytosanitaire (dépenses en euros par hectare), les autres productions apparaissent toutefois à l'origine des pressions phytosanitaires les plus fortes : tous les vignobles apparaissent ainsi dans le quintile le plus élevé. C'est le cas aussi des petites régions spécialisées dans les cultures fruitières, notamment dans les pommes (Vallée du Rhône et sud-ouest). L'horticulture et les légumes de plein champ exercent des pressions sanitaires fortes dans la ceinture parisienne, la Bretagne, la Provence et les Landes. Les régions de grandes cultures du nord de la France appartiennent également à ce quintile de pression phytosanitaire forte. Les zones herbagères sont bien sûr les régions où la pression phytosanitaire est la plus faible.



Pour une même production, la pression phytosanitaire varie selon les régions. Pour la vigne par exemple, l'IFT varie de 7 en Provence à 22 en Champagne. Le sud-est est ainsi, par exemple, spécialisé dans des cultures exigeantes en pesticides mais avec un IFT relativement faible par rapport aux autres régions. Son IFT moyen est ainsi de 3,2 alors qu'il atteint 3,4 en Nord-Picardie-Normandie, compte tenu de la présence de cultures (pommes de terre notamment), très consommatrices en pesticides.

Figure 1 - Répartition des petites régions agricoles selon l'origine et le niveau de la pression phytosanitaire (pesticides par hectare)



Source : Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP

## 2. L'évolution de l'utilisation des pesticides entre 2000 et 2010

L'étude ECOPHYTO R&D avait pris comme base l'année 2006, en la considérant comme une année moyenne. Le plan ECOPYTHO 2018 part de l'année 2008, notamment dans le calcul du NODU (cf. encadré 2), pour apprécier l'évolution de l'utilisation des pesticides. Cette partie vise à mettre en perspective cette évolution sur les dix dernières années.

L'année 2006 se situait sur une tendance descendante quant à l'utilisation des pesticides. Selon les comptes de l'agriculture, les dépenses en pesticides se sont ainsi réduites de 12 % en volume entre 2000 et 2006, leur valeur aux prix 2008 passant de 2 982 à 2 624 millions (cf. figure 2). Entre 2006 et 2007, ce volume s'est accru de 7 % et l'année suivante de 11 %. En 2008, leur niveau atteint 3 062 millions. Entre 2008 et 2009, on observe un certain tassement (- 1 % en euro constant) : selon les premières estimations du NODU (ECOPHYTO 2018, 2011), celui-ci passerait ainsi de 67 à 65 millions entre ces deux années,



soit une baisse plus forte que celle donnée par les comptes. En 2010, les dépenses de pesticides tombent à 2 475 millions d'euros (prix 2008), soit un niveau inférieur de 6 % à celui de 2006 et inférieur de 10 % à celui de 2008.

## **Encadré 2 : La mesure de la pression phytosanitaire sur l'agriculture française** **Le NODU**

Les dépenses des exploitations en produits phytosanitaires sont estimées, dans les comptes nationaux, à partir du Rica. Leur évolution en volume est donnée en utilisant un indice de prix issu de l'Ipampa (indice du prix d'achat des moyens de production agricole).

Par méthode économétrique, il est possible d'affecter, à partir du Rica, les dépenses de pesticides aux différentes cultures pour chaque année. L'Ipampa donne en outre des indices de prix spécifiques des pesticides par culture, ce qui permet d'apprécier l'évolution du volume de ces dépenses par culture. Dans le rapport ECOPHYTO R&D, les estimations ont été faites, pour 2006, en distinguant huit régions et en réagrégeant les résultats sur la France entière. Dans cette partie, les estimations ont été faites directement sur la France entière. Pour 2006, les résultats ne sont donc pas exactement équivalents dans les deux procédures. Pour la viticulture, ECOPHYTO R&D conduisait ainsi à estimer les pesticides par hectare à 394 euros alors que l'estimation présente donne 363 euros par hectare. Pour les autres productions, les écarts sont

minimes, ce qui confère une certaine solidité aux résultats.

Le SSP publie par ailleurs les quantités de substances actives vendues (QSA) sur le marché, à partir des données de l'UIPP. Cet indicateur amalgame des substances actives dont la densité d'emploi est très différente (les fongicides minéraux tels le cuivre et le soufre pouvant s'utiliser à plusieurs kilos par hectare).

Cet indicateur a été retenu dans le suivi du plan ECOPHYTO 2018 mais à côté d'un autre indicateur, le NODU (nombre de doses unité). Le NODU pondère la quantité vendue de chaque substance active par une dose qui lui est propre et qui correspond à la dose homologuée pour un traitement particulier. C'est donc un indice proche de l'IFT mais qui est calculé globalement, à partir des ventes, sans prendre en compte la possibilité de stockage et déstockage. Il peut être décliné selon la nature des pesticides (herbicides, fongicides, insecticides...) mais aussi selon le degré de toxicité des substances. Le NODU n'est calculé jusqu'à présent que pour 2008 et 2009.

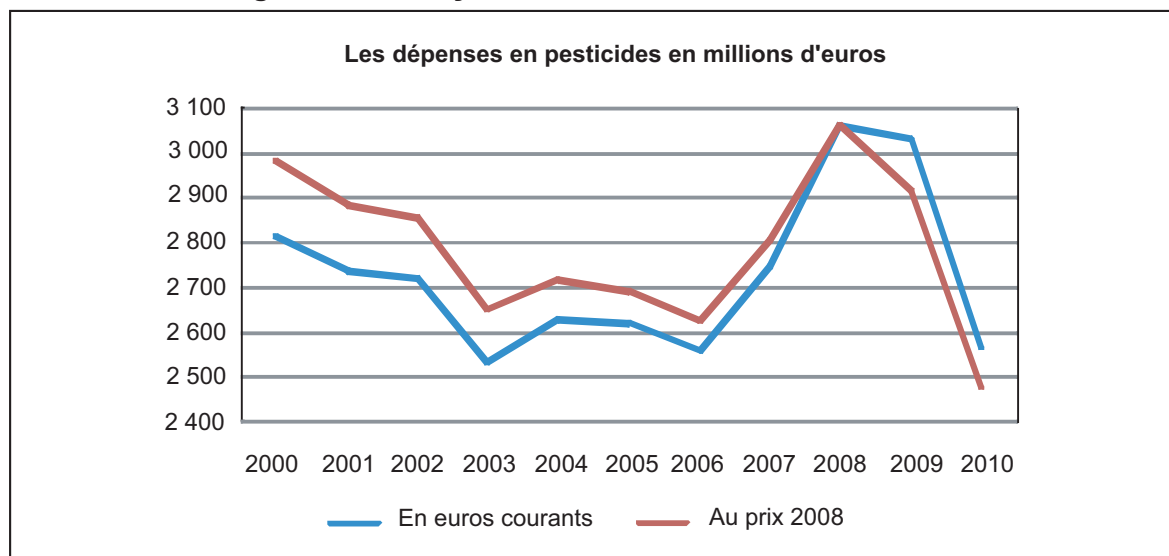
L'augmentation des dépenses en pesticides en 2007 s'explique, selon le rapport de l'UIPP<sup>3</sup>, par une pression parasitaire d'un niveau exceptionnel, compte tenu des conditions climatiques. Des difficultés de désherbage ont accru l'emploi des herbicides pour les céréales et le développement de maladies a généré une augmentation des fongicides, notamment pour la vigne et la pomme de terre. On observe en effet une augmentation des dépenses en pesticides en volume dans le secteur des grandes cultures et dans la viticulture (cf. tableau 3).

L'augmentation de 2008 n'est pas liée à une pression parasitaire particulièrement élevée. Une part s'explique par la diminution de la jachère. On peut également avancer l'hypothèse selon laquelle le niveau élevé des prix agricoles de 2007 (non anticipé pour l'année considérée) a incité les agriculteurs à maintenir une protection élevée pour conforter leur rendement. Les prix agricoles ont en fait chuté entre 2007 et 2010, ce qui explique sans doute en partie le tassement constaté des dépenses en pesticides en 2009, puis leur baisse en 2010.

3. <http://www.uipp.org/var/uipp/storage/original/application/eac46ae8e554ec913d206818f33e57c0.pdf>

Le poids des différents secteurs dans l'utilisation des pesticides reste relativement stable (cf. tableau 3). On peut toutefois noter une progression de la part des grandes cultures, compte tenu de la suppression de la jachère obligatoire, les surfaces en vigne et en pomme de terre très exigeantes en pesticides, régressant par ailleurs.

Figure 2 - **Évolution des dépenses en pesticides en millions d'euros et au prix 2008 dans l'agriculture française entre 2000 et 2010**



Source : calculs de l'Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP

Tableau 3 - **Les dépenses de pesticides par hectare au prix 2008 selon les secteurs**  
Répartition de la valeur des pesticides par secteur

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Pesticides par ha au prix 2008</i>										
Grandes cultures	151	152	144	137	144	145	140	154	165	156
Vigne	579	525	481	460	448	404	390	480	505	458
Fruits	658	616	650	632	623	607	640	619	628	684
Légumes et horticulture	444	435	467	426	444	440	454	533	566	522
Fourrages	17	17	20	16	16	16	16	16	18	16
Ensemble	111	109	106	98	100	99	96	107	114	108
<i>% de la valeur des pesticides</i>										
Grandes cultures	67,1	68,3	66,8	67,6	69,3	70,3	69,4	69,2	70,1	70,2
Vigne	17,4	16,0	15,1	15,5	14,4	13,6	13,4	14,7	14,0	13,8
Fruits	4,9	4,9	5,5	5,5	4,9	4,9	5,2	4,6	4,3	5,3
Légumes et horticulture	3,6	3,6	3,8	3,7	3,7	3,7	4,0	4,3	4,2	3,8
Fourrages	7,0	7,2	8,8	7,6	7,6	7,5	8,1	7,1	7,4	6,9
Ensemble	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Calculs de l'Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP

### **3. Les perspectives de réduction de l'emploi des pesticides et leurs effets**

À partir de la situation initiale de 2006 ont été appliquées, par niveau de rupture, les données des groupes « production », en distinguant huit grandes régions et en réagrégeant ensuite les résultats sur la France entière. On aboutit ainsi à une description des différents états correspondant au passage complet de l'agriculture française à chaque niveau de rupture. Il s'agit simplement d'un exercice d'école qui permet cependant de borner le champ des possibles en matière de réduction de l'utilisation des pesticides et constitue un préalable à des travaux ultérieurs combinant différents niveaux de rupture.

L'horticulture et la production de légumes plein champ ont été exclues de cette étape, les résultats sur ces filières étant trop parcellaires. Les fourrages ne sont introduits que pour l'évolution de la pression sanitaire, en supposant notamment la suppression de l'emploi de pesticides sur les prairies en agriculture intégrée, comme c'est actuellement le cas dans les réseaux dits d'élevage durable. L'assolement, les rendements et les prix de l'agriculture biologique ont été tirés de l'échantillon du Rica 2002-2006. Il semble que cette source surestime ces rendements, selon l'avis du groupe « grandes cultures » d'ECOPHYTO R&D, et les résultats sur l'agriculture biologique sont donc à prendre avec précaution.

Pour l'agriculture intégrée, l'assolement en grandes cultures correspond, par région, à une moyenne de l'assolement actuel et de l'assolement de l'agriculture biologique. Ce résultat semble conforme aux systèmes de rotations proposés dans le groupe « grandes cultures ». Pour les autres niveaux, l'assolement correspond simplement à celui qui est observé en 2006.

#### **3.1. Évolution du recours aux pesticides et de la production selon les niveaux de rupture**

Des réductions potentielles dans l'usage des pesticides sont possibles en résorbant les inefficacités des exploitations du niveau N0 dites « intensives ». Ces exploitations dépendent en effet 40 % de plus de pesticides que celles du niveau N1 de l'« agriculture raisonnée » (cf. tableau 4), pour des niveaux de production équivalents, du moins en grandes cultures (cf. tableau 5). Cette résorption des inefficacités permettrait de réduire, à elle seule, environ 15 % de l'emploi des pesticides.

Le passage à une agriculture à bas niveau de pesticides (niveau 2a), c'est-à-dire un emploi de techniques alternatives sans changement de l'assolement, est sans doute plus difficile mais se traduit par une baisse de l'utilisation de pesticides d'un tiers, pour une baisse de production de 7 % en grandes cultures et 25 % en viticulture. Dans le secteur des fruits, la généralisation des méthodes fondées sur la confusion sexuelle se ferait sans perte de production mais elle implique des structures de vergers particulières.

L'objectif de réduire de 50 % l'emploi de pesticides est presque atteint si toute l'agriculture française passe en agriculture intégrée (niveau N2c). La baisse de la pression phytosanitaire est alors de 50 % en grandes cultures, de 37 % en viticulture et de 20 % en cultures fruitières. On a considéré une absence de traitements sur les prairies, d'où une baisse forte de l'utilisation des pesticides pour les fourrages. Cette diminution de l'emploi des pesticides concerne au premier chef les herbicides.

Ce passage à l'agriculture intégrée est délicat : par rapport au niveau précédent, il n'induit pas, en grandes cultures, une baisse des rendements mais un changement des assolements et aussi une modification dans l'organisation des filières pour valoriser des productions qui le sont mal actuellement. En culture fruitière, elle implique l'implantation de vergers constitués de nouvelles variétés résistantes aux maladies. En viticulture, le passage en niveau 2 (qui a été déjà pris en compte dans le N2a) nécessite également des changements importants dans la conduite des cultures. Globalement, ce passage implique des baisses non négligeables de production, 12 % en grandes cultures, 24 % pour la vigne et 19 % pour les fruits. La valeur de la production aux prix de 2006 passerait ainsi, sur la France entière, du niveau actuel (Na) à l'agriculture intégrée (N2c) de 20,2 à 16,7 milliards d'euros, soit une perte de 3,5 milliards d'euros.

**Tableau 4 - Évolution de la pression sanitaire selon les niveaux de rupture en France**

Unité : IFT/ha, base ECOPHYTO R&D, année 2006

Indice IFT	Na	Na	N0	N1	N2a	N2c	N3
	Grandes cultures	3,8	100	142	105	66	50
Vigne	12,5	100	150	98	63	63	9
Fruits	17,3	100	nd	106	93	79	13
Fourrages	0,4	100	159	93	62	21	0
Total	2,6	100	143	103	67	51	1
dont herbicide	0,9	100	131	107	73	49	
dont fongicide	1,1	100	139	97	68	55	
dont insecticide	0,4	100	169	109	64	56	

Source : calculs de l'Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP

**Tableau 5 - Évolution du produit par hectare\* selon les niveaux de rupture, au prix de 2006, en France**

En euros/ha	Na	N0	N1	N2a	N2c	N3_1*	N3_2*
Grandes cultures	890	933	917	834	785	581	651
Vigne	9 457	11 699	9 321	7 211	7 211	7 044	7 193
Fruits	9 216	9 321	9 321	9 321	7 457	4 661	9 648
Ensemble	1 593	1 782	1 617	1 394	1 319	1 076	1 230
Na = 100	Na	N0	N1	N2a	N2c	N3_1	N3_2
Grandes cultures	100	105	103	94	88	65	73
Vigne	100	124	99	76	76	74	76
Fruits	100	101	101	101	81	51	nd
Ensemble	100	112	101	88	83	68	77

\* Pour les niveaux Na, N0, N1, N2a, ce niveau du produit par hectare reflète, l'assolement étant inchangé, l'évolution des rendements, du niveau de la production et du niveau des recettes. Pour l'agriculture intégrée, l'évolution des rendements en grandes cultures n'est plus prise en compte par cet indicateur. Pour l'agriculture biologique, le produit par hectare est chiffré aux prix courants (N3\_1), ce qui correspond à l'évolution du volume de la production par rapport à Na et aux prix de l'agriculture biologique (N3\_2), ce qui correspond à l'évolution des recettes.

Source : calculs de l'Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP

En grandes cultures, les évolutions du volume de la production sont variables selon les produits. Les baisses de volume de production atteignent 11 % pour le blé tendre et 44 % pour le colza. On voit, à la lecture de ces chiffres, les conséquences que pourrait avoir une politique visant à limiter l'emploi des pesticides, entre autres sur la production actuelle de biocarburants, en particulier à partir du colza.

La généralisation de l'agriculture biologique (niveau N3), c'est-à-dire la suppression de l'utilisation de produits de synthèse (pour les pesticides et les engrais) se traduit par des pertes de production importantes, sans doute sous-estimées en grandes cultures (- 35 %) sur la base des données du Rica. Celles-ci concordent avec les résultats des groupes « Productions » qui estiment à 25 % la baisse de rendement pour les vignes et à 50 % pour les fruits. Il faudrait sans doute prendre en compte également les risques d'une plus grande variabilité des rendements. La généralisation de l'agriculture biologique pose, par ailleurs, la question du difficile maintien de certaines cultures telles que le colza et la pomme de terre, confrontées à des difficultés techniques, à l'heure actuelle, en agriculture biologique.

### 3.2. Les effets du passage aux différents niveaux de rupture sur les marges brutes

Le recours important aux pesticides du niveau intensif va de pair avec une augmentation de la fertilisation et des charges en mécanisation. En agriculture intégrée (N2c), les économies de produits phytosanitaires et d'engrais sont plus importantes que les coûts engendrés par l'emploi de méthodes alternatives telles que le désherbage mécanique. Le passage à l'agriculture biologique générerait des coûts plus importants en viticulture et en culture fruitière.

En termes de marge, au prix de 2006, les intensifs (N0) sont gagnants en viticulture (cf. tableau 7), compte tenu des rendements élevés, mais il faut également envisager que les prix puissent varier selon les niveaux de rupture. En grandes cultures, ce sont au contraire les intensifs qui ont les marges les plus faibles, les suppléments de coûts étant supérieurs à l'augmentation des recettes induite par les rendements plus élevés. Les meilleures marges sont obtenues par l'agriculture raisonnée : ceci souligne les possibilités de réduire les pesticides sans diminution de revenu.

Les passages aux niveaux 2 se traduisent par des pertes de marge importantes, surtout en viticulture et en culture fruitière, compte tenu de la baisse des rendements. En grandes cultures, ces baisses sont plus modérées. L'agriculture à bas niveau de pesticides atteint ainsi des marges équivalentes (480 euros par hectare) à la situation actuelle (482 par hectare) et par rapport à cette dernière, la perte de l'agriculture intégrée est de 22 euros par hectare.

Tableau 6 - **Variation des charges (pesticides, semences, engrais, mécanisation) en euros par hectare selon les niveaux de rupture, par rapport à la situation actuelle (France entière, année de référence : 2006)**

	Na	N0	N1	N2a	N2c	N3_1
Grandes cultures	0	69	11	- 54	- 83	- 99
Vigne	0	386	- 38	- 149	- 149	22
Fruits	0	nd	- 1	0	- 233	121
Ensemble	0	89	7	- 59	- 90	- 87

Source : calculs de l'Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP

Si l'agriculture biologique (N3) vendait ses produits aux même prix que l'ensemble des exploitations, les pertes de marge brute avoisineraient 40 %. La segmentation du marché et les prix plus élevés rendus possibles par cette segmentation ne permettent pas de combler totalement cet écart. Même avec ces prix plus élevés, la marge brute à l'hectare de l'agriculture biologique reste inférieure de 25 % à celle du niveau actuel des exploitations. Il faudrait que les prix de produits biologiques soient plus élevés de l'ordre de 40 % par rapport au prix moyen pour compenser la baisse des marges.

Ces évolutions de marges dépendent de celles des prix qui ne peuvent pas être considérées, comme on l'a déjà souligné, comme exogènes au processus de passage. La comparaison entre la situation des prix de 2006 et celle des prix élevés de 2007, pour les grandes cultures, est instructive de ce point de vue. Aux prix de 2007, la marge des intensifs (829 euros par hectare) devient supérieure à celle des niveaux 2a (818 euros) et celle de 2c (804 euros). Avec une marge de 869 euros par hectare, l'agriculture raisonnée augmente son avantage. Ceci permet d'expliquer, au moins pour partie, l'augmentation de l'emploi des pesticides en 2008. La hausse des prix des productions agricoles en 2007 n'a sans doute pas été anticipée par les agriculteurs : elle a joué, par contre, en 2008, en faveur du maintien d'une protection élevée même si les prix agricoles ont en fait chuté.

Tableau 7 - **Évolution des marges, selon les niveaux de rupture, aux prix 2006 et, pour les grandes cultures, aux prix 2007**

	Na	N0	N1	N2a	N2c	N3_1	N3_2
<i>Aux prix de 2006 : marges/ha : euros</i>							
Grandes cultures	482	455	498	480	460	272	341
Vigne	8 982	10 837	8 978	6 885	6 885	6 546	6 696
Fruits	8 237		8 343	8 342	6 711	3 538	ns
Ensemble	1 171	1 271	1 187	1 031	987	741	895
<i>Variation par rapport à la situation initiale : euros/ha</i>							
Grandes cultures	0	- 27	16	- 2	- 22	- 211	- 141
Vigne	0	1 855	- 4	- 2 098	- 2 098	- 2 436	- 2 287
Fruits	0		106	105	- 1 526	- 4 699	ns
Ensemble	0	100	16	- 140	- 184	- 430	- 277
<i>Indice par rapport à la situation initiale</i>							
Grandes cultures	100	94	103	100	95	56	71
Vigne	100	121	100	77	77	73	75
Fruits	100		101	101	81	43	ns
Ensemble	100	109	101	88	84	63	76
<i>Aux prix de 2007 : marges/ha : euros</i>							
Grandes cultures	837	829	869	818	804	537	643
<i>Variation par rapport à la situation initiale : euros/ha</i>							
Grandes cultures	0	- 8	32	- 19	- 34	- 302	- 196
<i>Indice par rapport à la situation initiale</i>							
Grandes cultures	100	99	104	98	96	64	77

Source : calculs de l'Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP



En grandes cultures, ces résultats sont compatibles avec ceux de l'Inra sur la conduite des itinéraires techniques à bas niveau d'intrant (Rolland et *al.* 2003, Loyce et *al.* 2008, Bouchard et *al.* 2008) que l'on peut considérer comme étant proches du niveau 2a. Ces recherches montrent en effet, pour le blé, la faiblesse des différences de marges entre les conduites conventionnelles et les itinéraires « économes » à des niveaux de prix de 2006, alors que les prix de 2007 tendent à favoriser les conduites intensives. Nos résultats sont également compatibles avec ceux du centre expérimental de Dijon sur l'agriculture intégrée (Munier Jolain et *al.* 2008). Ceux-ci montrent en effet les baisses de production induites par les assolements diversifiés et l'introduction de cultures jusqu'à présent peu rentables et la nécessité, si l'on souhaite développer la production intégrée, de créer de nouvelles filières pour ces cultures.

### **3.3. Les enseignements de l'analyse du passage aux différents niveaux de rupture sur d'autres aspects environnementaux**

Pour les grandes cultures, le rapport synthétise certaines relations avec d'autres aspects environnementaux :

- la réduction de l'utilisation de pesticides est compatible avec une réduction des excédents d'azote. Les inefficacités de l'agriculture « intensive » (N1) portent autant sur les produits phytosanitaires que sur les engrais et leur résorption permettrait donc une économie sur ces deux inputs. Les niveaux « économes » en pesticides le sont aussi en engrais, l'agriculture intégrée (N2c) impliquant notamment le développement des surfaces en pois et en légumineuses et donc une diminution des apports d'azote.
- la relation entre la réduction de l'utilisation des pesticides et le bilan énergétique des exploitations est plus ambiguë. L'emploi de méthodes alternatives à l'utilisation de pesticides peut en effet induire une augmentation de la consommation d'énergie (le désherbage mécanique, par exemple). Cette augmentation apparaît toutefois de faible ampleur, selon le bilan énergétique établi par les agronomes.
- la compatibilité de la réduction de l'emploi de pesticides avec la production actuelle de biocarburants ne semble pas *a priori* évidente. Toutefois, si l'Union européenne a bien fixé des objectifs de consommation d'énergies renouvelables dans les transports (dont les biocarburants), l'introduction dans le paquet climat énergie de nouvelles exigences de durabilité pour les biocarburants incite à évoluer vers une amélioration des pratiques agricoles pour la production des biocarburants actuels, et vers la production des biocarburants du futur, qui devront aussi respecter ces exigences de durabilité.

## **4. Les combinaisons optimales des niveaux de rupture pour différents niveaux de réduction de l'emploi des pesticides : un modèle pour les grandes cultures**

Dans les résultats précédents, on suppose que l'agriculture française, dans son ensemble, passe aux différents niveaux de rupture. Comme on l'a déjà dit, ceci est un exercice

d'école et, dans les faits, des objectifs de réduction de l'usage des pesticides peuvent être obtenus par la combinaison de différentes technologies. Pour les grandes cultures, un modèle a été construit pour associer à différents niveaux de réduction des pesticides, des combinaisons optimales de technologies (ce modèle est développé dans Jacquet et *al.* 2011).

#### 4.1. Le modèle et la comparaison de la situation actuelle à la situation optimisée

Le modèle utilisé est classique en programmation mathématique. Il consiste à maximiser, pour chaque région, la marge brute des exploitations sous contraintes de surface et d'assolement. Le modèle donne simultanément le poids des techniques, les assolements, la production et les marges. Pour les trois premières techniques, les contraintes d'assolement sont celles observées en 2006. L'agriculture intégrée et l'agriculture biologique ont des contraintes d'assolement particulières, générées sur la base du Rica pour l'agriculture biologique.

La situation optimisée donnée par le modèle s'écarte de la situation observée. Sur la base des prix de 2006, le modèle donne une solution dans laquelle la pression phytosanitaire (IFT) baisse de 9 % par rapport à la situation initiale, malgré une progression de la production totale de 1 % et une hausse des marges de 26 euros par hectare (soit 5 %). Ce résultat n'est pas surprenant compte tenu des marges obtenues par l'agriculture intensive (cf. tableau 7) : les surfaces consacrées aux techniques intensives (N0) ne représentent que 6 % des superficies dans la solution du modèle alors que par construction elles représentent 30 % des surfaces actuelles. Le poids de l'agriculture raisonnée est par contre de 59 % et celui des techniques à bas niveau d'intrants de 36 %.

Au prix de 2007, le poids de l'agriculture intensive n'est pas renforcé. Par contre, celui de l'agriculture raisonnée passe à 81 % alors que celui des systèmes à bas intrants tombe à 13 %. La situation optimisée conduit au même IFT que la situation initiale mais avec une hausse de la production de 3 % et une hausse des marges de 4,6 %. On voit ainsi qu'un contexte de prix agricoles élevés joue en défaveur d'une réduction de l'usage des pesticides.

L'adhésion des agriculteurs à des systèmes intensifs s'explique en grande partie par des comportements vis-à-vis des risques et un calage complet du modèle nécessiterait une intégration de ces comportements. On peut parvenir à mieux caler le modèle en introduisant des contraintes supplémentaires (cf. Jacquet et *al.* 2011) mais ce n'est pas ici l'objet de cet article. Retenons seulement de cette section qu'une réduction des pesticides est possible, avec des gains sur la production et sur les marges, en résorbant des inefficacités induites par des comportements d'assurance.

Tableau 8 - Situation actuelle et situation optimisée aux prix de 2006 et 2007

	Situation aux prix 2006		Situation aux prix 2007	
	Actuelle	Optimisée	Actuelle	Optimisée
Production (euros/ha)	891	900	1 244	1 282
Marge (euros/ha)	485	511	837	876
	<i>% de l'assolement</i>			
N0	30	6	nd	6
N1	nd	59	nd	81
N2a	nd	36	nd	13
N2b	nd	0	nd	0
N3	1	0	nd	0
IFT	3,79	3,44	3,79	3,79

Source : calculs de l'Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP

### Encadré 3 : Le modèle en grandes cultures

Le modèle est classique en programmation mathématique. Il consiste à maximiser, dans chaque région la marge brute sous contraintes de surface et d'assolement.

Maximiser  $\sum_{c, s, R} [X_{c, s, R} \cdot MB_{c, s, R}]$ ,

(1) Sous les contraintes :  $\sum_{SA} [X_{c, SA, R}] = \sum_{C, SA} [X_{c, SA, R}] \cdot AC_{c, R} \dots\dots\dots$

(2) Pour les techniques N0 N1 et N2a, la part de chaque culture est identique à celle de l'assolement 2006.  $X_{c, SM, R} = \sum_C X_{c, SM, R} \cdot ASM_{c, SM, R} \dots\dots\dots$

(3) Pour les techniques N2c et N3, les parts de chaque culture sont spécifiques à chaque technique.  $\sum_{c, s} [X_{c, s, R}] = SAUR \dots\dots\dots$

(4) Dans chaque région, la surface cultivée est égal à la surface disponible.

Avec :

S : {N0, N1, N2a, N2b, N3} ensemble des techniques,

SA = {N0, N1, N2a} techniques sans changement d'assolement,

SM = {N2c, N3} techniques avec changement d'assolement

R = toutes les régions (8 régions)

C = toutes les cultures (15 cultures)

$GM_{c, s, R}$  marge brute par culture, par technique et par région

$AC_{c, R}$  : part de chaque culture dans l'assolement 2006 observé

$ASM_{c, SM, R}$  : part de chaque culture requise dans les techniques N2c et N3

$SAUR$  : surface en grandes cultures de chaque région (y compris fourrages artificiels)

L'introduction d'un niveau de réduction de l'utilisation des pesticides se fait par l'ajout d'une contrainte :  $\sum_{c, s, R} [X_{c, s, R} \cdot IFT_{c, s, R}] \leq IFTMax$ ,

(5) et IFTMax donné comme étant égal à 10 %, 20 % etc... 50 % de l'IFT actuel au niveau national.

L'introduction d'une taxe sur les pesticides (t) avec redistribution et le versement d'une aide spécifique à l'agriculture biologique correspondent à ces programmes :

$$\sum_{c, s, R} [X_{c, s, R} \cdot PB_{c, s, R} - X_{c, s, R} \cdot (1+t) \cdot CPest_{c, s, R} - X_{c, s, R} \cdot COHP_{c, s, R} + X_{c, s, R} \cdot AideComp + X_{c, N3, R} \cdot AideBio]$$

(6) Sous contraintes (1), (2) et (3) avec :

$PB_{c, s, R}$  : produit brut par culture, technique, région

$CPest_{c, s, R}$  charges en pesticides par culture, technique, région

$COHP_{c, s, R}$  charges opérationnelles hors pesticides par culture, technique, région

t : taxe sur le prix des pesticides (en %)

AideBio : aide à l'hectare d'agriculture biologique

AideComp : aide à l'hectare compensatrice de la baisse de taxation (égale aux recettes de la taxation et distribuée par hectare mis en culture.)

## 4.2. La combinaison optimale des techniques pour différents niveaux d'utilisation de pesticides

Il est possible d'introduire dans le modèle une contrainte sur le niveau souhaité de réduction de l'utilisation des pesticides, progressivement croissante, jusqu'à l'obtention de l'objectif de 50 %. Le premier résultat est alors de donner, pour chaque niveau de réduction, la combinaison optimale des techniques (cf. tableau 9). Les simulations montrent que, jusqu'à 30 % de réduction, il est suffisant que la technique de production à bas intrants (N2a) se substitue à l'agriculture raisonnée (N1). Au-delà de ce seuil, il est nécessaire d'avoir une montée en puissance de l'agriculture intégrée et de l'agriculture biologique dont le poids devrait atteindre respectivement 68 % et 13 % pour un objectif de réduction de moitié de l'utilisation des pesticides.

Pour un objectif de réduction de 20 %, le niveau de la production actuelle se maintient presque. Il baisse par contre de 12 % lorsque les pesticides sont réduits de moitié. Les marges se maintiennent mieux et baissent de 5 % pour l'objectif de 50 %.

#### 4.3. Le niveau de taxation associé à chaque niveau de réduction de l'usage des pesticides

Le modèle permet également d'introduire une taxe sur les pesticides qui joue comme une augmentation de leur prix. Cette taxe pénalise les exploitations les plus intensives en pesticides et favorise donc à mesure qu'elle s'accroît le développement des systèmes plus économes.

Pour assurer une certaine neutralité de cette taxe sur le revenu des producteurs, le système choisi dans l'étude est une redistribution complète de cette taxe *au prorata* des hectares cultivés. L'agriculture biologique est indirectement subventionnée dans ce système puisqu'elle ne paie pas de taxe mais profite de la redistribution.

Nous avons ainsi pu estimer le niveau de taxe qui devait être associé à chaque niveau de réduction dans l'utilisation des pesticides. Compte tenu du faible poids de la valeur des pesticides par rapport à celle du produit, le niveau de taxation apparaît très élevé : il est en effet de 100 % pour un objectif de réduction de 30 % et de 180 % pour un objectif de 50 % (cf. tableau 9).

Dans ce cas, les résultats en termes de niveau de production, de marge brute et de répartition des surfaces entre les différentes technologies sont presque équivalents à ceux présentés précédemment, avec l'introduction d'une contrainte sur l'utilisation des pesticides (résultats non développés ici). Pour un objectif de 50 %, la marge brute par hectare baisse,

Tableau 9 - **Situation observée et situation optimisée. Effets d'une réduction croissante de l'utilisation des pesticides. Taux de taxe associée à chaque niveau de réduction**

	Situation		Taux de réduction de l'emploi de pesticides				
	Actuelle	Optimisée	- 10 %	- 20 %	- 30 %	- 40 %	- 50 %
	<i>Aux prix de 2006</i>						
IFT	100	91	90	80	70	60	50
Production	100	101,0	100,8	99,1	96,0	92,5	87,7
Marge	100	105,3	105,3	105,2	103,7	100,3	95,4
	<i>% niveau de rupture</i>						
N0	30	6	6	6	1	1	0
N1	nd	59	57	38	23	8	1
N2a	nd	36	38	56	71	40	18
N2b	nd	0	0	0	0	46	68
N3	1	0	0	0	5	5	13
	<i>Taux de taxe associée</i>						
			0	16	101	138	182

Source : calculs de l'Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP

par exemple, de 30 % avant redistribution mais elle retrouve le même niveau (– 5 %) que dans l'exercice précédent une fois la redistribution opérée. La neutralité de ce système sur les résultats globaux tient à l'absence de prise en compte du coût de gestion de la taxation.

#### 4.4. Les effets d'une subvention à l'agriculture biologique

Plutôt que de reverser de façon uniforme la totalité de la taxe, il est possible de cibler pour ce reversement un groupe particulier de systèmes de production. On peut juger, par exemple, que dans le dispositif précédent, le poids de l'agriculture biologique n'est pas suffisant pour assurer la protection des zones les plus sensibles. Le tableau 10 donne les résultats d'une subvention à l'agriculture biologique, dans un scénario où 140 euros par hectare sont versés à l'agriculture biologique. Dans un premier temps, afin de comparer avec le système précédent, on suppose que les recettes de la taxe sont utilisées à la fois pour financer les subventions à l'agriculture biologique et une aide complémentaire distribuée uniformément sur tous les hectares. Les données sont toujours présentées en fonction des objectifs de réduction de l'emploi de pesticides.

On constate que la part de l'agriculture biologique augmente dans toutes les situations pour atteindre 24 % lorsqu'elle est associée à l'objectif de réduire de moitié l'emploi des pesticides. Ceci a comme effet de diminuer le taux de taxe. Ainsi, avec les prix de 2006, ce taux n'est que de 60 % pour un objectif de réduction de 40 % et de 138 % pour un objectif de 50 %.

Pour des taux de taxe faibles, il n'est pas possible de financer avec les recettes de la taxe la subvention à l'agriculture biologique, ce que montre le fait que le montant marge après redistribution soit plus faible qu'avant redistribution. Pour un objectif de 30 % de réduction des pesticides, une taxe de 31 % permet de dégager des recettes permettant à la fois de subventionner l'agriculture biologique à hauteur de 140€/ha et de distribuer une

Tableau 10 - Effets, aux prix de 2006, d'un système de taxation avec redistribution uniforme et subvention à l'agriculture biologique

	Situation		Subvention AgriBio	Taux de réduction de l'emploi de pesticides			
	Actuelle	Optimisée		– 20 %	– 30 %	– 40 %	– 50 %
Subvention Bio (€/ha)			<b>140</b>	<b>140</b>	<b>140</b>	<b>140</b>	<b>140</b>
Taux de taxe associé	0 %	0 %	0 %	5 %	31 %	60 %	138 %
Redistribution : (€/ha)			0	17	18	56	
IFT	100	91	86	80	70	60	50
Production	100	101,0	99,0	97,7	96,3	92,6	88,9
Marge avant redistribution	100	105,3	106,0	104,8	99,6	94,8	82,5
Marge après redistribution	100	105,3	103,5	103,4	103,2	98,5	94,1
	<i>% niveau de rupture (dans l'assolement)</i>						
N0	30	6	5	5	5	2	1
N1	nd	59	53	39	23	20	3
N2a	nd	36	33	57	64	57	32
N2c	nd	0	0	0	0	0	40
N3	1	0	8	8	8	21	24

Source : calculs de l'Inra, source des données : Agreste - MAAPRAT - SSP

compensation forfaitaire. On voit que pour les objectifs de 30 à 50 % le niveau de la marge après redistribution est à peine plus faible que dans le système avec taxe seule ; ainsi les deux systèmes sont très proches du point de vue de l'équilibre budgétaire.

Si la taxe seule représente un mécanisme intéressant parce que non distorsif, le système avec subvention à l'agriculture biologique peut être préféré si on juge que l'objectif d'atteindre un certain niveau d'agriculture biologique est prioritaire, pour des raisons telles que la protection de certaines zones sensibles. Rappelons qu'un objectif de 20 % des surfaces en agriculture biologique a été fixé dans le Grenelle de l'environnement.

## Conclusion

Cette étude comporte évidemment de nombreuses limites. Elle s'appuie sur l'état actuel des connaissances et ne prend pas en compte la variabilité des résultats des exploitations qui serait induite par une réduction de l'utilisation des pesticides. Il ne s'agit pas, non plus, d'une étude économique reposant sur un modèle sous-jacent robuste liant, par exemple, les prix aux quantités. La modélisation est, par contre, originale par la prise en compte de différentes technologies.

Les contextes particuliers de 2007 et de 2008 soulignent ces limites. Ils montrent l'importance des contextes de bio-agressions (2007) et de prix anticipés (2008) qui impactent largement l'usage des pesticides. L'année de référence du plan ECOPHYTO, l'année 2008, est une année correspondant à un niveau d'utilisation plutôt élevé ce qui rend les objectifs de réduction plus atteignables qu'à partir de 2006, année qui a servi de référence pour les simulations décrites dans cet article.

*In fine*, le plan ECOPHYTO 2018 aura recours à une moyenne triennale glissante à compter de 2008 (résultats non disponibles). Les taux de réduction, présentés ci-dessus, n'ont en soi, de toute façon, qu'une signification limitée. Les résultats et simulations d'ECOPHYTO R&D montrent plutôt les voies vers une réduction de l'utilisation des pesticides.

En réponse à la question qui nous était posée par les pouvoirs publics, les principaux enseignements de cette étude sont les suivants. Les techniques à bas niveau d'intrants permettraient, si elles étaient massivement adoptées, de diminuer l'usage des pesticides de 30 % environ, par rapport à 2006. En revanche, pour atteindre une réduction de moitié, une généralisation des méthodes d'agriculture intégrée et d'agriculture biologique serait nécessaire, impliquant des changements plus importants en terme d'assolements en grandes cultures, de changements de pratiques importants en viticulture ou encore de renouvellement des vergers dans le secteur des fruits.

Dans les politiques à mettre en place, on peut citer les incitations économiques (taxes et subventions) à combiner avec d'autres instruments. Notre travail illustre le fait que, pour être efficaces, les taxes devraient en effet être fixées à un niveau très élevé. Ce résultat rejoint des conclusions similaires obtenues par ailleurs (Carpentier 2010) et peut être également mis en relation avec les politiques qui ont réussi dans d'autres pays européens (notamment au Danemark). Mais, indirectement, ces travaux pointent également, par l'écart entre la solution du modèle et la réalité observée, d'autres dimensions des politiques publiques qui sont indispensables si l'on souhaite accompagner ce changement : elles concernent la gestion des risques, la formation et le conseil. Enfin, parce que les systèmes les plus faiblement utilisateurs



de pesticides impliquent des modifications dans les assolements, ils nécessitent pour être viables économiquement à grande échelle des débouchés pour les nouvelles productions et donc de profonds changements dans les filières, en aval de la production agricole.

## Bibliographie

ADAS, 2008, *Evaluation of the impact on UK agriculture of the proposal for a regulation of the European parliament and the council concerning the placing of plant protection products on the market*. Boxworth [www.adas.co.uk](http://www.adas.co.uk)

Adenäuer M., Witzke H.P., 2008, *Additional constraints for plant protection: impacts on European agricultural markets*. EuroCARE, Bonn, 20 p.

Aubertot J.N., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Savini I., Voltz M. (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).

Baschet J.F., Pingault N., 2008, La réduction des usages de pesticides : le plan ECOPHYTO 2018. Le rôle des indicateurs d'utilisation pour évaluer l'atteinte des objectifs. *Analyse, Agreste* n° 2, 4 p.

Bouchard C. et al., 2008, « Associer des itinéraires techniques de niveau d'intrants variés à des variétés rustiques de blé tendre : évaluation économiques, environnementales et énergétiques » In *Courrier de l'environnement de l'Inra* n° 55, 25 p.

Butault J.P., Delame N., Jacquet F., Zardet G., al., 2009, « Analyse ex ante de scénarios de rupture dans l'utilisation de pesticides ». *In/ ECOPHYTO R&D : vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires*. Rapport d'expertise. Inra ed., Tome VI, 69 p. + annexes.

Butault J.P., Dedryver C.A., Gary C., Guichard L., Jacquet F., Meynard J.M., Nicot P., Pitrat M., Reau R., Sauphanor B., Savini I., Volay T., 2010, *ECOPHYTO R&D : quelles voies pour réduire l'usage des pesticides*. Rapport de synthèse. 91 p.

Carpentier A., Barbier J.M., 2005, « Aspects économiques de la régulation des pollutions par les pesticides ». In : *Rapport d'expertise scientifique collective*, Inra et Cemagref (France) : chapitre 5.

Carpentier A., 2010, *Économie de la production agricole et régulation de l'utilisation des pesticides. Une synthèse critique de la littérature*. Inra-UMR Smart Rennes, SFER Lyon, 48 p. ECOPHYTO 2018, 2011, Note de suivi. Premières évolutions 2008-2009 du NODU, indicateur de suivi du plan ECOPHYTO 2018.

Gary C., Mézière D., et al., 2009 « Analyse comparative de différents systèmes en viticulture ». *In/ ECOPHYTO R&D : vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires*. Rapport d'expertise. Inra ed., Tome III, 57 p + annexes.

Guichard L., Brunet N., et al., 2009, « Analyse comparative de différents systèmes en grandes cultures » In/ *ECOPHYTO R&D : vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires*. Rapport d'expertise. Inra ed., Tome II, 133 p.

Jacquet F., Butault J.P., Guichard L., 2011, « *An economic analysis of the possibility of reducing pesticides in French field crops* ». *Ecological Economics*, 70, pp1638-1648.

Loyce C. et al., 2008, « *Interaction between cultivar and crop management effects on winter wheat diseases, lodging and yield* » In *Crop protection* n° 27, 12 p.

Munier Jolain N. et al., 2008, « *Conception et évaluation multicritères de prototypes de systèmes de culture dans le cadre de la protection intégrée contre la flore adventice en grandes cultures* » In *Innovations agronomiques* 3, p75-88.

Pingault N., 2007, *Améliorer la qualité de l'eau : un indicateur pour favoriser une utilisation durable des produits phytosanitaires*. MAP, 10 p.

Pitrat M., Nicot P., Brismontier E. et al., 2009, « Analyse comparative de différents systèmes en cultures légumières. » In/ *ECOPHYTO R&D : vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires*. Rapport d'expertise. Inra ed., Tome V, 63 p.

Sauphanor B., Dirwimmer C., et al., 2009, « Analyse comparative de différents systèmes en arboriculture fruitière ». In/ *ECOPHYTO R&D: vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires*. Rapport d'expertise. Inra ed., Tome IV, 49 p.

UIPP. Rapports annuels. <http://www.uipp.org>

## Recommandations aux auteurs

### ● Format

Les manuscrits sont présentés sous Word ou Writer en police de taille 12. Ils ne dépassent pas 50 000 signes espaces inclus, y compris tableaux, graphiques, bibliographie et annexes.

Sur la première page du manuscrit doivent figurer :

- le titre de l'article ;
- le(s) nom(s) de(s) auteur(s) et leur(s) institution(s) ;
- le résumé de l'article (800 signes espaces compris) en français et en anglais ;
- trois à six mots-clés en français et en anglais.

Toutes les sources des chiffres cités doivent être précisées. Les sigles doivent être explicités. Lorsque l'article s'appuie sur une enquête, des traitements de données, etc., un encadré présentant la méthodologie est souhaité. Pour une meilleure lisibilité, les notes de bas de page doivent être limitées en nombre et en longueur.

Les références bibliographiques sont présentées ainsi :

- a** - Dans le texte ou les notes, chaque référence citée est constituée du nom de l'auteur et de l'année de publication entre parenthèses, renvoyant à la bibliographie en fin d'article. Par exemple : (Griffon, 2004).
- b** - À la fin de l'article, les références sont classées par ordre alphabétique d'auteurs et présentées selon les normes suivantes :
  - pour un ouvrage : nom de l'auteur, initiale du prénom, année, *Titre d'ouvrage*, ville, maison d'édition ;
  - pour un article : nom de l'auteur, initiale du prénom, année, « Titre d'article », *Revue*, n° de parution, mois, pages.

Seules les références explicitement citées ou mobilisées dans l'article sont reprises en fin d'article.

### ● Compléments pour mise en ligne de l'article

Dans la perspective de la publication de l'article sur le site internet du CEP et toujours selon leur convenance, les auteurs sont par ailleurs invités à :

- adresser le lien vers leur(es) page(s) personnelle(s) à caractère « institutionnelle(s) » s'ils en disposent et s'ils souhaitent la(les) communiquer ;
- communiquer une liste de références bibliographiques de leur choix utiles pour, contextualiser, compléter ou approfondir l'article proposé ;
- proposer une liste de lien vers des sites Internet pertinents pour se renseigner sur le sujet traité ;
- proposer, le cas échéant, des annexes complémentaires ou des développements utiles mais non essentiels (précisions méthodologiques, exemples, etc.) rédigés dans la phase de préparation de l'article mais qui n'ont pas vocation à intégrer la version livrée, limitée à 50 000 caractères. Ces compléments, s'ils sont publiables, viendront enrichir la version Internet de l'article.

### ● Procédure

Tout texte soumis est lu par au moins 3 membres du comité de rédaction. Deux rapports écrits rédigés par un des membres du comité de rédaction et par un expert extérieur sont transmis aux auteurs. La décision de publication est prise collectivement par le comité de rédaction. Tout refus est argumenté.

Les manuscrits sont à envoyer, en version électronique uniquement, à :

- Pierre Claquin, secrétaire de rédaction : [pierre.claquin@agriculture.gouv.fr](mailto:pierre.claquin@agriculture.gouv.fr)
- Bruno Héroult, rédacteur en chef : [bruno.herault@agriculture.gouv.fr](mailto:bruno.herault@agriculture.gouv.fr)

### ● Droits

En contrepartie de la publication, l'auteur cède à la revue *Notes et Études Socio-Économiques*, à titre exclusif, les droits de propriété pour le monde entier, en tous formats et sur tous supports, et notamment pour une diffusion, en l'état, adaptée ou traduite. À la condition qu'il demande l'accord préalable à la revue *Notes et Études Socio-Économiques*, l'auteur peut publier son article dans un livre dont il est l'auteur ou auquel il contribue à la condition de citer la source de première publication, c'est-à-dire la revue *Notes et Études Socio-Économiques*.

# *Notes et études socio-économiques*

Tous les articles de *Notes et Études Socio-Économiques* sont téléchargeables gratuitement sur :  
<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr>

- Rubrique **Publications** > **Notes et études socio-économiques**

<http://agriculture.gouv.fr/centre-d-etudes-et-de-prospective>

- Rubrique **Publications du CEP** > **Notes et études socio-économiques**

Abonnement à l'alerte électronique en envoyant un message à l'adresse :  
[revue-nee@agriculture.gouv.fr](mailto:revue-nee@agriculture.gouv.fr) avec le sujet « **abonnement** »

## ***Notes et études socio-économiques***

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche,  
de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire  
Secrétariat Général  
Service de la Statistique et de la Prospective  
Centre d'études et de prospective

### **Renseignements :**

Centre d'Études et de Prospective  
12, rue Henri-Rol-Tanguy –  
TSA 70007 –  
93555 Montreuil sous Bois Cedex

tél. : 01.49.55.43.09

### **Diffusion :**

Service de la Statistique et de la Prospective  
Bureau des ventes – BP 32688  
31326 – Castanet Tolosan cedex

**Vente au numéro :** [agreste-ventes@agriculture.gouv.fr](mailto:agreste-ventes@agriculture.gouv.fr)  
fax : 05.61.28.93.66

**Abonnement :** tél. : 05.61.28.93.05