



Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer



Institut national de la recherche agronomique



Programme Evaluation et réduction des risques  
liés à l'utilisation des pesticides

## **Caractérisation des pratiques de protection des cultures et de leur évolution :**

Méthodologie de diagnostic et propositions visant à améliorer  
l'impact environnemental des systèmes de culture et d'élevage

Références contrat : 0000780

**Rapport scientifique final**

Responsable scientifique : Laurence Guichard  
**UMR d'agronomie INRA/AgroParisTech**  
BP 01 - 78850 Thiverval-Grignon

Partenaires : Arvalis – Institut du végétal (Benoît Réal, Philippe Desvignes, Adélaïde Wissocq)  
CTIFL (Franziska Zavagli)  
Institut de l'Elevage (Sophie Bertrand et Charlotte Morin)  
INRA Grignon (Laurence Guichard, Muriel Morison, Raymond Reau, Aurélie Schmidt)  
ITB (Nicole Bouveris et Michel Cariolle)



# Sommaire

<b>Résumés</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Contexte et rappel des objectifs du projet</b> .....	<b>8</b>
1.1. Objectifs généraux .....	8
1.2. Organisation du collectif.....	8
<b>2. Démarche scientifique</b> .....	<b>9</b>
2.1. Données mobilisées.....	9
2.1.1. Les données sur les pratiques agricoles .....	9
2.1.2. Les données sur les produits phytosanitaires.....	10
2.2. Choix des indicateurs et règles de calcul.....	11
2.2.1. Eléments de cadrage.....	11
2.2.2. Les indicateurs de pression retenus : présentation générale.....	12
2.2.2.1. Nombre de traitements par hectare .....	12
2.2.2.2. Quantité de substance active par hectare.....	13
2.2.2.3. Indicateur de Fréquence de Traitement (IFT) appliqué aux produits commerciaux.....	13
2.2.2.4. IFT appliqué aux substances actives .....	14
2.2.3. Echelles de calcul et déclinaisons .....	14
2.2.4. Paramétrage du calcul des indicateurs : règles de décision.....	15
2.2.3.1. Choix de la Dose Homologuée .....	16
2.2.3.2. Choix de la Dose « standard » ou Dose Unité pour les SA .....	17
2.2.3.3. Conséquence de ces choix et limites des indicateurs.....	17
2.3. Analyses multivariées .....	18
<b>3. Résultats opérationnels</b> .....	<b>19</b>
3.1. Des données de paramétrage partagées permettant le calcul des indicateurs .....	19
3.2. Adaptation des indicateurs de pression aux spécificités des cultures pérennes.....	20
3.2.1. Performances statistiques .....	20
3.2.2. Prise en compte des produits « alternatifs » ou « complémentaires » .....	21
3.3. Caractérisation des pratiques et évolutions sur cultures annuelles. Premier regard sur cultures pérennes et systèmes d'élevage.....	22
3.4. Analyse de la diversité des modes de conduite et pistes pour l'action .....	26
3.4.1. Les systèmes de culture du colza.....	26
3.4.2. Typologie de conduite sur blé.....	33
3.4.3. Typologie de conduite en désherbage betterave.....	36
3.4.3. Typologie de conduite en vergers de pommiers.....	40
3.4.5. Typologie de conduite en systèmes d'élevage.....	42
3.5. Voies de progrès et perception des agriculteurs : le cas des arboriculteurs .....	44
3.5.1. Connaissance et place des méthodes de lutte dites « alternatives » ou « complémentaires ».....	44
3.5.2. Difficultés et contraintes de mise en œuvre de la protection phytosanitaire du verger .....	46
3.5.3. Limites des techniques et produits « alternatifs » ou « complémentaires » .....	47
3.6. Vers une mise en réseau des exploitations d'élevage .....	48
<b>4. Productions issues du projet</b> .....	<b>49</b>
4.1. Productions à caractère technique.....	49
4.2. Productions à caractère scientifique .....	50
4.3. Outils et méthodes .....	50
4.4. Communications .....	50
<b>Conclusions et perspectives</b> .....	<b>52</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>53</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>56</b>



## Résumés

### Résumé court

Ce projet a eu pour objectif de caractériser les évolutions récentes des pratiques de protection des cultures et les marges de progrès pour améliorer ces modes de protection sur plusieurs cultures annuelles ou pérennes : blé tendre, betterave et colza en systèmes céréaliers, maïs en système de polyculture-élevage et vergers de pommiers.

Quatre indicateurs d'utilisation des produits phytosanitaires ont été étudiés 1) Le nombre de traitements par ha, 2) la quantité de substances actives par ha (QSA), 3) L'Indicateur de Fréquence de Traitement produit commercial (IFT<sub>PC</sub>), 4) L'IFT substance active (IFT<sub>SA</sub>) mis au point dans le cadre du projet. Initialement travaillés pour des cultures annuelles (Champeaux, 2007), l'étude a permis de démontrer la pertinence des quatre indicateurs pour le verger de pommier, pris comme modèle de production pour l'arboriculture fruitière. Ce travail a alimenté la réflexion du groupe « indicateurs » de Ecophyto 2018.

Ce travail a été rendu possible par la constitution d'une base de paramétrage « phytosanitaire » commune, qui sert de référence à l'ensemble des partenaires du projet, et leur permet de calculer de façon identique les différents indicateurs retenus. Le recours à ces indicateurs pour caractériser les pratiques de protection phytosanitaire sur l'ensemble des filières du projet a permis à tous les partenaires de mieux connaître les pratiques de protection des cultures et leur évolution quel que soit le niveau de connaissance que chacun pouvait en avoir avant le démarrage du projet.

Les analyses multivariées de la diversité des pratiques ont permis de pointer les modes de protection phytosanitaire à améliorer mais aussi d'identifier pour certaines cultures les références agronomiques nécessaires pour réduire le recours aux pesticides. Pour les partenaires du développement, il est maintenant possible de mieux cibler le conseil de protection des cultures, à l'échelle de l'exploitation ou de la région, comme en attestent les communications et formations réalisées par les instituts depuis. Sur le cas du pommier, une enquête a en outre été réalisée afin de comprendre la place de la lutte « alternative » (ou complémentaire) par rapport aux autres méthodes et d'identifier les freins à sa mise en œuvre.

Au final, malgré certaines limites et difficultés identifiées par le collectif, ce projet débouche sur une caractérisation formalisée des pratiques et de leur évolution pour des filières très différentes, et une méthode et des paramètres en permettant désormais une veille en « routine ». Il débouche aussi sur une meilleure connaissance des partenaires entre eux, des ressources et compétences partageables au sein de ce collectif, qui devraient à l'avenir pouvoir être remobilisées sur des sujets proches.

### Abstract

This project aims at characterise the recent trends of chemical and non chemical control methods against pests and point out the possible changes in these agricultural practices in order to reduce the environmental impact of pesticides use. This work had been implemented either on cereals, sugar beet, winter oilseed rape and pome fruit orchards and on dairy systems. Four indicators were calculated: 1) the number of treatments 2) active ingredient quantity (QSA) 3) Treatment Frequency Indicator for commercial pesticides (IFT<sub>PC</sub>) and for active ingredients (IFT<sub>SA</sub>). The last one has been conceived during the project. Moreover, this project demonstrate the relevance of the indicators for perennial crops. This study was usefull for the Ecophyto 2018 "indicators group".

Methodological work has been made between the different partners to decide the parameters for the calculation of the indicators such as the TFI and for their assessment. We built a common data base to permit to each other to calculate the several indicators for the different crop systems in the same way. Partners implemented these indicators for characterizing crop protection management and practices. It was usefull to improve their knowledge about it and the evolution.

Multivariate analyses of crop management diversity allowed to identify the crop practices to be improved and also agronomical reference data necessary to reduce pesticide use.

It is now possible to better adapt advices and recommandations into the farms or at regional scale. Several publications and farmers training has been realised or proposed since the beginnig of the project. A survey has also been performed especially for pome fruits orchards. The results indicate the importance of alternative techniques among all the techniques applied and permit to overview the major checks affecting their dissemination.

Finally, despite some limitations and constraints, this project gives a new and generic method to characterise chemical and non chemical control methods against pests thanks to several indicators of use of pesticides (chemical or not). It has allowed to reinforce a network of stakeholders, technical resources and skill that would be shared in the future.

## Résumé long

Améliorer l'impact environnemental de l'agriculture suppose de connaître les pratiques actuellement mises en œuvre par les agriculteurs pour protéger leurs cultures. Or, malgré le grand nombre de données recueillies et disponibles, la valorisation qui en est faite ne permet pas de retracer l'évolution des pratiques de protection phytosanitaire. Ce projet a eu pour objectif de caractériser les évolutions récentes des pratiques de protection des cultures et les marges de progrès pour améliorer ces modes de protection sur plusieurs cultures annuelles ou pérennes : blé tendre, betterave et colza en systèmes céréaliers, maïs en système de polyculture-élevage et vergers de pommiers.

Les principaux acquis de ce projet sont la mise au point des méthodes de calcul de plusieurs indicateurs d'intensité du recours à ces produits phytosanitaires, l'analyse de leur pertinence, et les analyses multivariées de la diversité des pratiques.

Quatre indicateurs d'utilisation des produits phytosanitaires ont été étudiés (1) le **Nombre de traitements** = nombre de produits (ou de passages) appliqués à l'hectare sur un cycle de production (2) la **QSA** = poids (masse) de l'ensemble des substances actives contenues dans les produits commerciaux utilisés à l'hectare sur un cycle de production. (3) l'**IFT<sub>PC</sub>** = nombre de doses homologuées de produit commercial épandues à l'hectare sur un cycle de production (4) l'**IFT<sub>SA</sub>** = nombre de doses « de référence » de substances actives apportées à l'hectare sur un cycle de production. Ce dernier indicateur a été mis au point dans le cadre du projet. Ce travail a nécessité une importante réflexion sur le paramétrage nécessaire et le partage des règles de décision conduisant aux conventions de calcul. Il s'est concrétisé par la constitution d'une base de paramétrage « phytosanitaire » commune, qui sert de référence à l'ensemble des partenaires du projet, et leur permet de calculer de façon identique les différents indicateurs retenus. Aujourd'hui, le challenge est certainement dans notre capacité collective à pouvoir faire vivre ce paramétrage, c'est-à-dire le partager, le rendre transparent aux utilisateurs et l'actualiser.

Initialement travaillés pour des cultures annuelles (Champeaux, 2007), l'étude a en outre permis de démontrer la pertinence des quatre indicateurs pour le verger de pommier, pris comme modèle de production pour l'arboriculture fruitière. Ce travail a alimenté la réflexion du groupe « indicateurs » de Ecophyto 2018.

Le recours à ces indicateurs pour caractériser les pratiques de protection phytosanitaire sur l'ensemble des filières du projet a permis à tous les partenaires de mieux connaître les pratiques de protection des cultures et leur évolution quel que soit le niveau de connaissance que chacun pouvait en avoir avant le démarrage du projet. Que ce soit en grandes cultures (blé, betterave, colza), en système de polyculture-élevage ou en culture pérenne (verger de pommiers), on sait maintenant que les pratiques peuvent varier de manière très forte (du simple au quadruple selon les espèces) au sein d'une même culture en fonction de la région, de la pression de bioagresseurs, de l'année climatique et à l'intérieur même d'une région homogène, suggérant des marges de réduction d'utilisation des produits phytosanitaires ou des contraintes mal appréhendées par les enquêtes. Cela illustre la nécessité de développer de nouvelles actions de compréhension, de sensibilisation, de formation et de conseils ciblées sur les agriculteurs ayant des utilisations importantes de produits phytosanitaires pour atteindre l'objectif de réduction de l'utilisation de ceux-ci dans le cadre du plan Ecophyto 2018.

Des études diagnostiques, réalisées à partir d'analyses multivariées sur l'ensemble des pratiques agricoles, ont permis d'apporter trois types d'éléments de réponse : (i) les typologies de conduites des différentes cultures gagnent en pertinence lorsqu'elles sont mises en relation avec des systèmes de culture ou des logiques d'exploitations. Cela s'est avéré très net sur colza, blé et betterave ; (ii) l'effet régional est souvent important dans les types de conduites et leur poids respectif ; (iii) enfin, ces analyses ont parfois permis de pointer les modes de protection phytosanitaire à améliorer (colza, blé). Dans le cas du colza conduit dans des systèmes de culture peu diversifiés sans labour, cette analyse identifie pour la recherche et le développement les références agronomiques nécessaires pour réduire le recours aux produits phytosanitaires. Pour les partenaires du développement, cela a aussi permis d'une part de mieux orienter, à l'exploitation ou à la région, le conseil de protection des cultures, comme en attestent les communications et formations réalisées dans les instituts depuis, et d'autre part d'étudier de nouvelles pistes de collecte d'informations plus précises que les enquêtes de pratiques culturelles, en particulier sur le développement des adventices.

Sur le cas du pommier, une enquête a permis de comprendre la place de la lutte dite « alternative » ou « complémentaire » par rapport aux autres méthodes et d'identifier les freins à sa mise en œuvre. Il en ressort qu'une majorité des exploitants réalisent eux même le suivi de leur verger mais qu'il faudrait les accompagner par des actions de formation afin d'améliorer leur diagnostic. Par ailleurs, les méthodes prophylactiques et les méthodes de lutte « alternatives » ou « complémentaires » sont connues des producteurs et pour certaines déployées. Une meilleure prise en considération des freins techniques, économiques (coût de main d'œuvre lors des installations et coût de la méthode elle-même) et logistique (manque de temps, synchronisation de certaines actions) ainsi qu'un accompagnement de

fonds sur la place de ces méthodes (à efficacité partielle) dans les stratégies de protection des vergers doivent être développés.

Enfin, ce projet a également été l'occasion d'un réel apprentissage collectif sur la question des indicateurs d'utilisation de pesticides, et au-delà, de la constitution d'un échange peu habituel entre filières sur un sujet « sensible ». Cela a été le cas lors du premier chantier sur le calcul des indicateurs et lors de l'apprentissage des méthodes statistiques (analyses multivariées) pour réaliser les études diagnostiques des pratiques agricoles. Au final, malgré certaines limites et difficultés identifiées par le collectif, ce projet débouche sur une caractérisation formalisée des pratiques et de leur évolution pour des filières très différentes, et une méthode et des paramètres en permettant désormais une veille en « routine ». Il débouche aussi sur une meilleure connaissance des partenaires entre eux, des ressources et compétences partageables au sein de ce collectif, qui devraient à l'avenir pouvoir être remobilisées sur des sujets proches.

## 1. Contexte et rappel des objectifs du projet

Améliorer l'impact environnemental de l'agriculture suppose de connaître les pratiques mises en œuvre par les agriculteurs et ce dans des délais qui permettent d'être réactifs. Les acteurs (conseillers, pouvoirs publics...) ont de plus en plus besoin de connaître comment évolue globalement l'utilisation de produits phytosanitaires, et identifier où agir en priorité pour améliorer la situation. Pour cela, ils ont besoin non seulement d'outils permettant de décrire globalement les utilisations régionales et leurs évolutions, mais aussi d'outils permettant de mieux comprendre les pratiques agricoles, puis de les analyser dans la perspective de réaliser un diagnostic débouchant sur l'action. Or actuellement, si les données recueillies sont nombreuses, leur valorisation est limitée, que ce soit à l'échelle locale, régionale ou nationale. Ce projet, à forte ambition opérationnelle, a pour but d'élaborer un cadre méthodologique permettant de valoriser les données disponibles en vue de faciliter une veille sur les pratiques agricoles à partir de données collectées chaque année.

### 1.1. Objectifs généraux

Le projet vise à définir un cadre méthodologique (choix d'indicateurs, harmonisation du recueil de données...) permettant d'utiliser les bases de données et/ou les données disponibles pour renseigner les évolutions récentes des pratiques de protection des cultures, à mettre au point une méthode de caractérisation de ces pratiques basée sur des indicateurs en vue d'en faciliter le suivi, à identifier les déterminants majeurs des pratiques, à appréhender les freins au changement de pratiques et à proposer de nouvelles pistes pour diminuer l'utilisation des pesticides en encourageant par exemple le recours à des méthodes dites « alternatives » ou « complémentaires » de protection des cultures. Le projet prévoit également l'amorce d'un réseau de fermes dans lesquelles des tests en conditions agricoles réelles seront réalisés, afin d'appréhender les conditions de mise en œuvre de ces moyens de lutte et d'acquérir des références (voir annexe 1).

Ce cadre méthodologique sera appliqué aux principales grandes cultures des systèmes de culture et d'élevage, ainsi qu'à une culture pérenne, le verger de pommiers.

L'organisation du travail s'articule autour de quatre volets dont les résultats sont de l'ordre de l'acquisition de méthodes et de connaissances à visée opérationnelle :

**Volet 1 :** dans cette partie, il est proposé de tester une méthode pour décrire l'évolution dans le temps de la lutte chimique contre les bioagresseurs, à partir de la mise en œuvre d'indicateurs calculés sur les données existantes.

**Volet 2 :** il s'agit de réaliser un diagnostic des pratiques de protection des cultures, permettant de resituer la place de cette lutte chimique parmi les autres méthodes de contrôle des bioagresseurs et de protection des cultures, de comprendre les logiques d'actions des agriculteurs, d'identifier les déterminants de la lutte chimique (pression régionale en bioagresseurs, systèmes de culture dans lesquels ils s'insèrent...) et les liens avec les conseils prodigués.

**Volet 3 :** il étudie les solutions les mieux adaptées aux résultats du diagnostic par une identification des marges de manœuvre, en y intégrant une connaissance des freins et motivations des acteurs aux propositions qui pourraient être faites. Les résultats attendus portent sur des méthodes de raisonnement plus économes en quantités de pesticides utilisés et des méthodes dites « alternatives » ou « complémentaires » issues de l'expertise des participants permettant d'envisager dans le cadre d'autres projets leur test et leur diffusion à l'échelle d'exploitations agricoles représentatives des systèmes de culture abordés dans le projet.

**Volet 4 :** il s'agit d'amorcer la construction d'un réseau d'exploitations d'élevage pilotes ou expérimentales qui pourraient être demain le support de tests en vraie grandeur, de démonstrations et d'acquisition de références.

### 1.2. Organisation du collectif

Ce projet a été déposé à l'APR de mars 2006, et notifié en juin 2007. Il fédère un ensemble de partenaires qui s'engagent sur une mise en commun des méthodes et un partage de leurs analyses. La liste des partenaires du projet

en atteste la diversité sur le plan des productions végétales : annuelles en systèmes céréaliers et en systèmes d'élevage, mais également pérennes.

Partenaires :

Arvalis – Institut du végétal (Benoît Réal, Philippe Desvignes, Adélaïde Wissocq)  
CTIFL (Franziska Zavagli)  
Institut de l'Élevage (Sophie Bertrand et Charlotte Morin)  
INRA Grignon (Laurence Guichard, Muriel Morison, Raymond Reau, Aurélie Schmidt)  
ITB (Nicole Bouveris et Michel Cariolle).

Les quatre volets déclinant le projet présentent de fortes interactions, que ce soit sur le plan des méthodes mobilisées ou des résultats acquis. Afin de favoriser les échanges et synergies entre partenaires sur ces points, et en réponse à une demande forte du Conseil Scientifique dans sa note du 30/08/2006, nous avons souhaité mettre en place un mode de fonctionnement interne au projet qui permette de s'assurer de la coordination entre les volets au travers d'échanges réguliers, du partage d'expérience et de difficultés, de discussions méthodologiques sur les spécificités éventuelles... Cette organisation se décline autour de 2 principaux points :

- une animation unique pour l'ensemble du projet, autour d'une « équipe projet » constituée des partenaires principaux du projet, qui se réunit régulièrement (12 réunions d'équipe sur la période du projet et 2 Comités de suivi) sur des questions définies collectivement de méthodes, ou des présentations de travaux soumis à discussion.
- une circulation des travaux et la formalisation des échanges et des décisions prises par l'ouverture d'un site commun d'échange et de partage d'informations alimenté par chacun. Cet espace de stockage internet, réservé aux membres du projet, permet une capitalisation de l'ensemble des échanges et une production organisée dans une arborescence qui en facilite l'accès rapide.

A ces deux points centraux de l'organisation s'ajoutent des actions moins formalisées mais tout aussi importantes et de nature à assurer le développement du projet :

- des échanges informels mais nombreux, en interne à chaque volet, entre les acteurs qui ont en charge directement la réalisation des productions. En 2008 par exemple, de nombreux échanges ont eu lieu entre ARVALIS et l'INRA via les stagiaires et apprentie ingénieur, entre le CTIFL et l'INRA par l'intermédiaire des stagiaires et de leurs encadrants, entre l'Institut de l'Élevage, Arvalis et l'INRA sur la question spécifique du calcul de l'IFT à une échelle exploitation ;
- des rencontres internes aux organismes partenaires à l'occasion par exemple des comités de pilotage des travaux menés (mémoires de fin d'études), permettant d'élargir le cercle des personnes concernées de manière transversale, et de profiter du retour d'expérience et des réactions pour enrichir la réflexion globale.

## 2. Démarche scientifique

### 2.1. Données mobilisées

#### 2.1.1. Les données sur les pratiques agricoles

Le travail réalisé repose sur la valorisation de 3 enquêtes présentant une représentativité statistique, auxquelles s'ajoutent 2 enquêtes plus ponctuelles.

#### **Les enquêtes "Pratiques culturelles" du SSP**

En 1994, 2001 et 2006, les services statistiques du MAAP (SCEES/SSP) ont réalisé des enquêtes nationales sur les pratiques culturelles à l'échelle parcellaire. Les parcelles enquêtées (plusieurs milliers) sont issues d'un tirage aléatoire systématique à partir des points d'observation du réseau Teruti de suivi de l'utilisation des sols, ce qui assure leur représentativité statistique. Les variables enregistrées couvrent l'ensemble de l'itinéraire technique de l'année (mode d'implantation de la culture, protection phytosanitaire, gestion de la fertilisation, rendement...).

### **Les enquêtes FranceAgriMer (ex ONIGC)**

ARVALIS - Institut du végétal a accès depuis 1994 aux enquêtes de FranceAgriMer. Ces enquêtes portent sur 100 parcelles par département, issues d'un tirage statistique aléatoire, dans 5 départements pour le blé tendre d'hiver (28, 77, 51, 80, 89) de 1994 à 2006 et dans 4 départements pour le maïs de 1994 à 2004 (01, 40, 68, 82) plus un cinquième département depuis 2005 (86). Les variables enregistrées couvrent l'ensemble de l'itinéraire technique de l'année (mode d'implantation de la culture, protection phytosanitaire, gestion de la fertilisation, rendement...), ainsi que des renseignements sur le précédent et l'antéprécédent culturaux.

### **Les enquêtes postales annuelles ITB**

Depuis 1997, l'ITB réalise chaque année des enquêtes postales (dénommées enquêtes SITE) auprès d'environ 500 agriculteurs. Ces enquêtes portent sur l'ensemble de l'itinéraire technique réalisé sur chacune des parcelles en betterave de l'exploitation. Ces données sont représentatives des pratiques sur chacune des zones betteravières françaises.

### **Les enquêtes auprès d'exploitation d'élevage 2006**

Des enquêtes ponctuelles sur les pratiques phytosanitaires des éleveurs laitiers ont été menées entre 2005 et 2006 dans trois bassins de production laitière différents : Bretagne-Pays de la Loire, Nord-Picardie et Pyrénées-Atlantiques<sup>1</sup>. Le nombre total de fermes enquêtées s'élève à 73. Les données collectées portent sur les pratiques de protection des cultures mises en œuvre sur l'ensemble de l'exploitation agricole. Cet échantillon n'a pas de représentativité statistique mais constitue la première base d'informations sur les pratiques phytosanitaires des éleveurs, dont l'ensemble a été rassemblé par l'Institut de l'Elevage dans une même base de données en permettant le traitement.

### **Les données collectées auprès de producteurs de pommes (2005-2008)**

Le pommier a été choisi comme modèle pour l'arboriculture fruitière, compte tenu de son volume de production à l'échelle nationale et de l'importance qu'occupe la protection phytosanitaire pour atteindre un niveau de protection économiquement viable. Il n'est cependant pas représentatif des autres productions fruitières, mais constitue un cas d'étude complexe présentant des enjeux importants.

Des calendriers de traitements provenant de situations les plus diversifiées possibles ont été collectés à l'échelle nationale auprès des organisations de producteurs (OP), groupements de producteurs et techniciens de Chambres d'Agriculture, avec l'appui de la Fédération Nationale des Producteurs de Fruits et l'ANPP (Association Nationale Pomme Poire).

Les données correspondent à des vergers adultes, donc en pleine production, et obéissent aux critères de choix suivants :

- différentes sensibilités variétales à la tavelure et précocités (Golden, Gala, Fuji, Ariane<sub>cov</sub> et Goldrush®) ;
- des pressions de maladies et ravageurs variées (campagnes de production 2005, 2006, 2007 et 2008) ;
- plusieurs stratégies de production (gestion de la tavelure : résistance variétale et réduction de l'inoculum ; protection contre le carpocapse : lutte chimique, traitements microbiologiques et confusion sexuelle ; mode de production : conventionnel et en Agriculture biologique).

Au total, 367 calendriers provenant de 30 OP et correspondant à 83 producteurs et 148 parcelles ont été retenus pour le calcul des indicateurs de pression phytosanitaire.

## **2.1.2. Les données sur les produits phytosanitaires**

Différentes ressources relatives aux produits phytosanitaires ont été utilisées et appariées afin de constituer une base de données commune permettant au projet de calculer le jeu d'indicateurs retenus (voir chapitre 2.2.2.).

**Base INERIS** : Cette base de données, créée par l'INERIS, regroupe environ 1200 substances actives (SA) contenues dans 18000 produits différents (toutes cultures confondues). Elle permet de connaître la composition de chaque produit en SA.

**Base SIRIS** : construite dans le cadre de la méthode SIRIS, cette base recense également les substances actives présentes dans les produits commerciaux mis sur le marché. Elle est constituée de 551 substances actives en 2006 et répertorie différentes caractéristiques intrinsèques des SA afin de pouvoir en réaliser un classement. On y trouve en

<sup>1</sup> Enquêtes réalisées dans les départements 22, 29, 56, 35, 44, 60, 59, 64.

particulier les critères de toxicité et d'écotoxicité des SA (classes SIRIS retenues pour la CL50 et DJA) ainsi que l'interdiction de la SA ou non en 2006.

**Base AGRITOX** : c'est une base de données créée initialement par l'ex-SSM (Structure Scientifique Mixte) du département de Phytopharmacie et d'Ecotoxicologie de l'INRA, regroupant les propriétés physiques et chimiques, la toxicité, l'écotoxicité, le devenir dans l'environnement et les données réglementaires relatives aux substances actives. Cette base de données disponible sur Internet nous a permis de compléter la base de données SIRIS2006 (classements réglementaires de chaque SA).

**Base ARVALIS - Phytcom** : ARVALIS – Institut du végétal a mis au point et utilise depuis quelques années une base de données réactualisée chaque année sur les produits phytosanitaires utilisables sur les cultures que l'Institut étudie. La base Phytcom renseigne sur les spécialités commerciales, leur composition, leurs usages et leurs cibles, leur classement toxicologique ainsi que leurs phrases de risque et de conseil de prudence. Une entrée par SA permet d'accéder à toutes les caractéristiques physicochimiques, toxicologiques et écotoxicologiques de chaque substance.

**Index phytosanitaires ACTA et site e-phy** du Ministère de l'Agriculture : ces ressources nous ont permis de compléter les données issues des bases précédentes. Elles ont également été mobilisées pour les vérifications de la base de « référence » produite pour le projet.

## 2.2. Choix des indicateurs et règles de calcul

### 2.2.1. Eléments de cadrage

Vouloir renseigner (et comprendre) l'évolution des pratiques agricoles nécessite de disposer d'indicateurs pertinents au regard de la question traitée, et dont les données disponibles en permettent un calcul aisé. Le projet s'adresse aux pratiques de protection des cultures, et ce pour des cultures aussi diverses que les grandes cultures annuelles, les cultures fourragères et les cultures pérennes (vergers de pommiers). Or à la fin de l'année 2005, l'expertise scientifique collective « pesticides » réalisée par l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) et le Cemagref (Centre National du Machinisme Agricole du Génie Rural des Eaux et des Forêts) faisait les constats suivants:

- La connaissance réelle des pratiques des agriculteurs en matière de protection des cultures est limitée (Aubertot et al., 2005) malgré la disponibilité importante de données relatives à l'agriculture (Durand, 2003).
- Les quantités de substance active vendues ou le nombre de traitements phytosanitaires par ha sont des indicateurs de pratiques couramment utilisés aujourd'hui mais ils manquent de pertinence pour permettre une lisibilité de l'évolution de l'utilisation des pesticides.

Les caractéristiques auxquelles doivent satisfaire les indicateurs retenus sont nombreuses. Les indicateurs doivent :

- 1) décrire de façon pertinente l'évolution de l'utilisation des pesticides,
- 2) être utilisables à différentes échelles,
- 3) être applicables à toutes les cultures prises en compte dans le projet, que ce soit les grandes cultures ou les vergers de pommiers,
- 4) être calculables à partir des données disponibles (ou a minima à partir de données existantes sur les cahiers d'enregistrement de pratiques que les agriculteurs tiennent à jour).

Mais au delà d'une vision globale de l'intensité d'utilisation des produits phytosanitaires et de leur évolution, les indicateurs retenus doivent permettre de (1) prendre en compte dans les modalités de calcul certaines innovations techniques des industries phytosanitaires (en particulier une tendance à l'offre de produits commerciaux composés de plusieurs substances actives) (2) d'intégrer dans le mode de calcul retenu quelques caractéristiques toxicologiques et éco-toxicologiques de nature à appréhender une notion de risque.

Cet ensemble de critères exclut de fait des indicateurs d'impact qui mobilisent dans leur mise en œuvre des données concernant le milieu (en particulier) qui ne sont pas renseignées dans les bases de données sur les pratiques agricoles utilisées dans le projet (voir partie 2.1.2).

La figure 1 illustre la place des différents types d'indicateurs au niveau de la chaîne des liens de causalités entre les activités humaines et leurs impacts (Bockstaller, 2007). Resitués dans cette chaîne causale des pratiques aux

impacts, les indicateurs retenus par le projet se situent donc à l'origine de cette chaîne et ne sont en aucun cas des estimateurs d'impact ou de pollution.

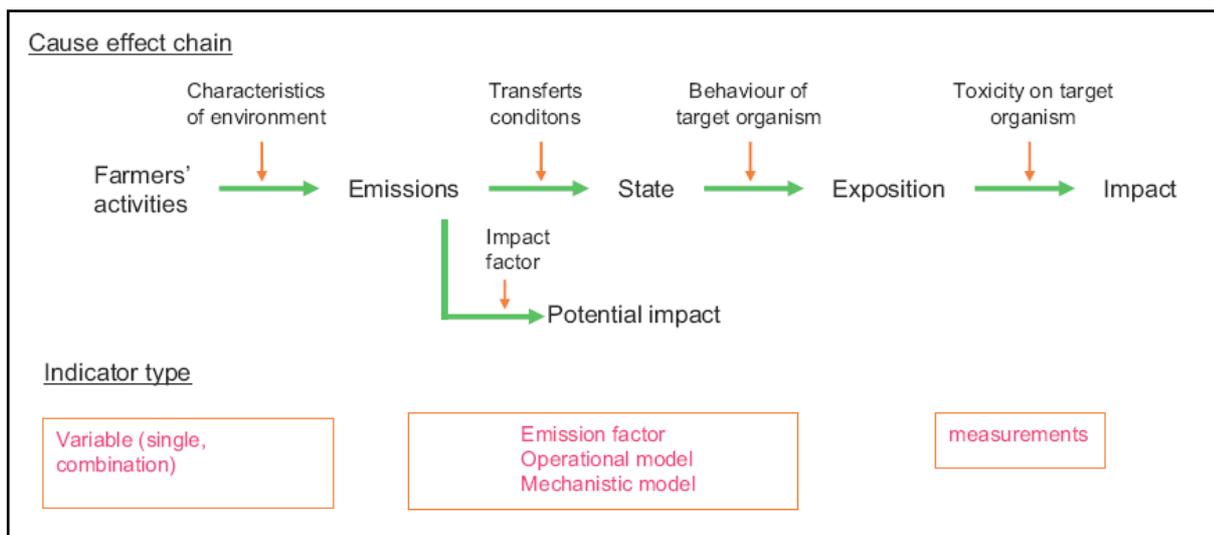


Figure 1 : chaîne des liens de causalités entre les activités humaines et leurs impacts (Bockstaller, 2007)

## 2.2.2. Les indicateurs de pression retenus : présentation générale

Quatre principaux indicateurs d'intensité d'utilisation ont été retenus et une discussion autour de chacun d'eux a été menée afin d'en établir les points forts, les limites et la pertinence. Un travail particulier sur le paramétrage des indicateurs a également été réalisé.

### 2.2.2.1. Nombre de traitements par hectare

Le terme « traitements » peut recouvrir plusieurs significations : un traitement peut être synonyme de passage phytosanitaire, c'est-à-dire l'application à une date donnée d'une bouillie contenant un ou plusieurs produits, c'est la définition qu'en donne la CEB (Commission des Essais Biologiques)<sup>2</sup>. Mais dans d'autres publications, l'application d'une bouillie contenant plusieurs produits commerciaux correspond à plusieurs traitements, c'est la définition retenue pour les enquêtes Pratiques Culturelles 2001 et 2006 du SSP<sup>3</sup>.

Dans ce projet, nous privilégierons la définition du SSP, sauf pour les travaux sur betterave pour lesquels la définition de la CEB a été retenue. Cette différence de point de vue n'est pas problématique dans la mesure où l'on ne cherche pas à comparer les valeurs de l'indicateur entre cultures.

Quelle que soit la définition retenue, cet indicateur est très simple à établir. Il est à ce titre couramment mis en œuvre dans les analyses de données réalisées par le SSP, mais présente cependant quelques limites. En premier lieu, il ne tient pas compte de la dose utilisée lors du traitement. Par exemple, deux passages à mi-dose comptent pour deux traitements alors qu'un passage à dose pleine compte pour un traitement. Pourtant, dans les deux cas la « pression phytosanitaire » engendrée par les traitements est la même en termes de quantité de produit appliquée. De plus, cet indicateur ne tient pas compte des différentes substances actives qui composent le produit. Le nombre de substances, les risques et les dangers qu'elles représentent, leurs propriétés physiques et leur comportement dans les sols ne sont pas pris en compte.

Au final, l'évolution du nombre de passages permet de visualiser des évolutions de pratiques mais n'apporte pas de renseignements quantitatifs sur l'évolution du recours aux produits phytosanitaires.

<sup>2</sup>Répertoire terminologique en protection des plantes Glossaire CEB 4<sup>ème</sup> édition décembre 2004

<sup>3</sup> Pour le SSP, un traitement correspond à un produit commercial, utilisé en un passage.

### 2.2.2.2. Quantité de substance active par hectare

La quantité de substance active par hectare (QSA par ha) est le deuxième indicateur retenu. Lui aussi est très couramment utilisé (par exemple, pour l'évolution des tonnages de SA vendus en France et présentée par l'UIPP (Union des Industries de la Protection des Plantes) ou bien pour classer les différents pays sur leur recours aux produits phytosanitaires). Il représente la somme des masses de l'ensemble des substances actives contenues dans les produits commerciaux utilisés durant la campagne, compte tenu de la dose appliquée des différents produits. En ce sens, il semble un meilleur indicateur de pression sur l'environnement si l'on considère que ce sont **les quantités** de substances actives ou de produits de dégradation des produits phytosanitaires qui indiquent le niveau de contamination de l'environnement.

Cet indicateur ne présente donc pas l'inconvénient du précédent puisqu'il intègre de facto les doses appliquées des produits commerciaux. En revanche, les résultats de son évolution peuvent être à l'origine d'une confusion d'effet. En effet, la recherche en matière de produits phytosanitaires s'accompagne d'une évolution des caractéristiques des produits : les nouvelles substances actives mises sur le marché le sont à des grammages plus faibles que leurs homologues plus anciennes pour des efficacités comparables. A ce constat s'ajoute celui de la révision à la baisse des doses homologuées de certains produits. Ces deux éléments concourent à une diminution logique de la QSA, et relativement indépendante des pratiques des agriculteurs. Les résultats des calculs du NODU et de la QSA en France entre les campagnes 2008 et 2009 illustrent parfaitement ce propos : le NODU est relativement stable entre les 2 dates (3% de diminution) alors que la QSA dans le même temps affiche une diminution de plus de 12 %. Cet indicateur est donc surtout pertinent pour les filières pour lesquelles peu de produits nouveaux sont proposés aux utilisateurs sur une période donnée.

Enfin, de la même manière que l'indicateur nombre de traitements par ha, cet indicateur ne tient pas compte des propriétés physiques, du comportement dans le sol et de la toxicité ou écotoxicité de la substance active.

#### Calcul de l'indicateur quantité de substance active par ha.

**Pour chaque substance active :**

$QSA_{SA}$  (en g/ha) = Dose appliquée de produit commercial\* teneur en substance active \*proportion de la parcelle traitée

**Pour chaque traitement :**

$QSA_{traitement}$  (en g/ha) =  $\Sigma QSA_{SA}$

**Sur l'ensemble de la campagne :**

$QSA$  (kg/ha) =  $(\Sigma QSA_{traitement})/1000$

### 2.2.2.3. Indicateur de Fréquence de Traitement (IFT) appliqué aux produits commerciaux

Cet indicateur, d'origine danoise, exprime les pratiques de protection des cultures en somme de ratios des doses de produits commerciaux appliquées à une dose de référence qui leur est propre. Il représente le nombre de doses homologuées de produit commercial appliquées sur une parcelle d'une culture donnée.

L'intérêt de cet indicateur par rapport aux indicateurs quantité de substances actives par ha et nombre de traitements par ha, précédemment décrits tient en deux points :

- Contrairement au nombre de traitement par ha, il reflète l'utilisation réelle de pesticides en prenant en compte le fait que les traitements sont souvent réalisés à dose réduite.
- Contrairement à la quantité de substances actives par ha, il permet d'agrèger des substances actives très différentes pouvant avoir des doses efficaces d'application allant de quelques grammes quelques kilos.

#### Calcul de l'indicateur IFT<sub>PC</sub>

**Pour chaque traitement :**

$IFT_{traitement}$  = (dose de PC appliquée sur la parcelle \* proportion de la parcelle traitée)/dose homologuée du PC

**Sur l'ensemble de la campagne :**

$IFT_{parcelle}$  =  $\Sigma IFT_{traitement}$

La dose homologuée d'un produit commercial est la dose à laquelle le produit utilisé a une efficacité jugée suffisante sur l'organisme cible. C'est une valeur définie par produit commercial et par usage (espèce concernée et cible du traitement visée). Ce rapport à la dose homologuée permet d'assimiler l'IFT à un nombre « d'unités d'activité biologique » : en ce

sens, il indique à la fois l'intensité d'utilisation des produits phytosanitaires (le nb d'unités d'activité biologique qu'il a fallu mettre en œuvre sur une situation donnée) et par corollaire la dépendance des agriculteurs à ces produits (au travers de la nécessité de réagir à une pression parasitaire).

#### 2.2.2.4. IFT appliqué aux substances actives

L'IFT<sub>SA</sub> est certainement le plus « nouveau » dans la liste. Il a été réfléchi dans le projet suite au constat d'un risque réel de confusion entre modification de formulation des produits et modifications de pratiques. En effet, les firmes peuvent proposer des produits commerciaux contenant plusieurs matières actives différentes. Le recours à ces « nouveaux » produits complets peut conduire à une diminution de l'IFT<sub>PC</sub> (puisque l'on n'a plus besoin que d'une DH contre 2 ou 3 avant, quand on utilisait plusieurs produits) alors même que les pratiques, en termes de « dépendance / recours » aux pesticides, n'ont pas fondamentalement changé. Le calcul à la SA permet de pallier ce problème. Son mode de calcul repose, à l'instar de l'IFT<sub>PC</sub>, sur la prise en compte d'une « dose homologuée » substance active, appelée dose unité ou dose « standard » substance active. Il permet dès lors d'agréger des substances actives pouvant être très différentes puisqu'il consiste en une somme de ratios. Cette dose unité est caractéristique d'une substance active sur une culture donnée.

##### Calcul de l'IFT<sub>SA</sub>

**Pour chaque substance active :**

$$IFT_{SA} = QSA_{SA} / \text{Dose Standard de SA}$$

**Pour chaque traitement :**

$$IFT_{SA \text{ traitement}} = \sum IFT \text{ pour les différentes SA du traitement}$$

**Sur l'ensemble de la campagne :**

$$IFT_{SA \text{ total}} = \sum IFT_{SA \text{ traitement}}$$

La difficulté dans le calcul de cet indicateur est le fait qu'il n'existe pas de dose « d'homologation » pour les substances actives. Afin de calculer un tel indicateur, il est nécessaire de déterminer les doses « standard » ou unités pour chaque substance active. Or cette détermination n'est pas évidente du fait qu'une substance active peut-être contenue dans plusieurs produits utilisables pour plusieurs usages<sup>4</sup> à des concentrations très différentes. Le paragraphe 2.2.3.2 traite de ces difficultés et des décisions prises dans le projet.

### 2.2.3. Echelles de calcul et déclinaisons

Les indicateurs sont calculés à différentes échelles, selon les besoins de l'analyse :

- Calculés **globalement sur la campagne**, ils permettent de faire le point sur le recours aux produits phytosanitaires pour l'ensemble des traitements. Tous les indicateurs sont calculés à cette échelle au minimum. Ils ne reçoivent par défaut aucun suffixe (ex : IFT<sub>PC</sub> pour l'IFT « produit commercial » calculé sur la parcelle).
- Ils peuvent être calculés à l'échelle d'une exploitation par agrégation pondérée de parcelles, à l'échelle d'une zone géographique par moyenne de données individuelles parcelles...
- Enfin, l'IFT peut être **calculé pour une application** (« un passage de pulvérisateur ») uniquement. Dans ce cas, il permet d'appréhender les stratégies de réduction de doses éventuellement mises en œuvre pour certains traitements. L'IFT est alors appelé IFT<sub>traitement</sub> (IFT<sub>PC traitement</sub> ou IFT<sub>SA traitement</sub> selon qu'il est calculé sur le produit commercial ou à la substance active).

#### **Les différentes déclinaisons possibles des indicateurs**

##### a) Déclinaison par catégorie de produit

Cette déclinaison permet de distinguer les grandes familles des différents produits ou des différentes substances actives utilisés (herbicides, fongicides...) pour en suivre l'évolution (poids de chaque famille dans les pratiques de protection et

<sup>4</sup> Ici, on appelle usage, la combinaison de la culture et de l'organisme cible pour lesquels le produit est homologué

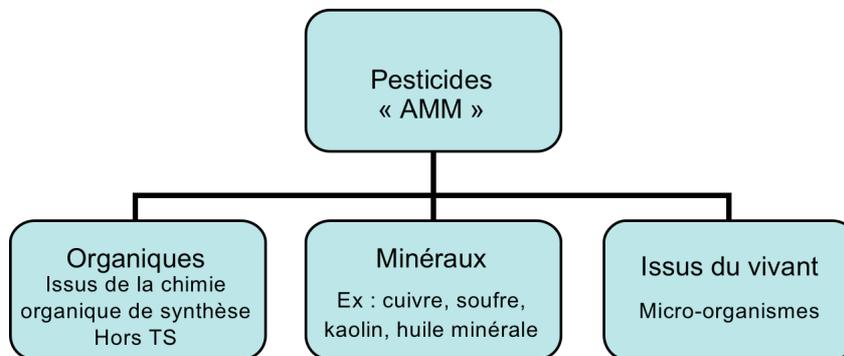
évolution). Nous avons retenu six catégories principales : herbicides, fongicides, insecticides, régulateurs, anti-limaces et autres.

*b) Déclinaison par classe de toxicité et écotoxicité*

Cette déclinaison permet d'enrichir les indicateurs d'une notion de risque pour l'environnement et la santé humaine. En effet, au-delà d'une évolution de la valeur des indicateurs sur les cultures, il est intéressant de pouvoir mesurer l'évolution de la part des substances actives les plus préoccupantes pour l'environnement ou les plus toxiques pour la santé humaine. Ce travail a nécessité de s'interroger sur les critères de classification des SA. Il a fait l'objet d'un dossier technique (Schmidt, 2008) qui nous a permis d'arrêter notre décision sur les choix suivants : pour l'IFT « substances actives » (IFT<sub>SA</sub>), les catégories de danger retenues sont celles issues du classement SIRIS, distinguant les dangers relatifs à la santé humaine (toxicologie) et ceux relatifs à l'environnement (écotoxicologie) pour les milieux aquatiques uniquement. Initialement prévue également pour les produits commerciaux, nous n'avons pas été en mesure de réaliser cette correspondance par défaut d'accès à une base permettant de relier les produits à leur classe de toxicité/écotoxicité.

*c) Déclinaison par nature de produit (origine)*

Cette déclinaison particulière est proposée afin de prendre en compte certaines spécificités des cultures pérennes quant à l'origine des produits utilisés. La figure 2 récapitule la classification adoptée par le projet.



**Figure 2.** Classification des pesticides suivant leur origine

NB : Ne sont comptabilisés en pesticides minéraux que les produits utilisés à des fins fongicides (cuivre, soufre...) ou insecticides (huiles...) ; le soufre utilisé en engrais sur grandes cultures n'est donc pas comptabilisé.

Le recours aux microorganismes, ou l'emploi de produits et techniques « alternatifs » ou « complémentaires » (confusion sexuelle, argile, piégeage massif..) peut représenter une part importante des intrants dédiés à la protection du verger de pommier. Comme exprimé dans les objectifs du plan ECOPHYTO 2018, elle est amenée à augmenter dans les années à venir, voire à se substituer à une partie des produits de synthèse. Pour mesurer l'évolution des pratiques et distinguer les produits sur lesquels des efforts de réduction doivent porter de ceux dont l'usage est à privilégier, les produits à base de micro-organismes n'ont pas été comptabilisés dans le calcul d'un indicateur « global », mais séparés par deux indicateurs « spécifiques » : le nombre de traitements<sub>micro-organismes</sub> et IFT<sub>PC micro-organismes</sub>.

**2.2.4. Paramétrage du calcul des indicateurs : règles de décision**

Des questions relatives au paramétrage se posent pour l'IFT. Cet indicateur étant un rapport à une dose de référence (dose homologuée pour le produit commercial, ou dose « unité » pour les substances actives), le choix de cette dose de référence a des conséquences directes sur le résultat du calcul. Or ces questions de choix se posent inévitablement, dès lors que les données mobilisées pour le calcul ne fournissent pas toute l'information nécessaire permettant de rendre la décision univoque. Nous avons donc défini un ensemble de règles de décision qui permettent (1) de formaliser les choix de ces doses de référence par espèce et produit (dose homologuée) ou substance active (dose « unité »), (2) d'être complètement transparents sur les modes de calcul retenus.

### 2.2.3.1. Choix de la Dose Homologuée

Les doses homologuées par produit commercial et par culture sont potentiellement très variables. Ces variations de doses homologuées sont dues à deux aspects : 1) Les doses homologuées varient en fonction des organismes cibles contre lesquels ils sont utilisés : un même produit commercial, utilisé sur une même culture, peut ainsi présenter des doses homologuées différentes en fonction de la cible visée par le traitement ; 2) Les doses homologuées peuvent subir des réévaluations au cours du temps. Ainsi, la dose homologuée d'un produit par usage dépend de l'année « de référence » qu'on lui attribue. La figure 3 résume ces causes de variation.

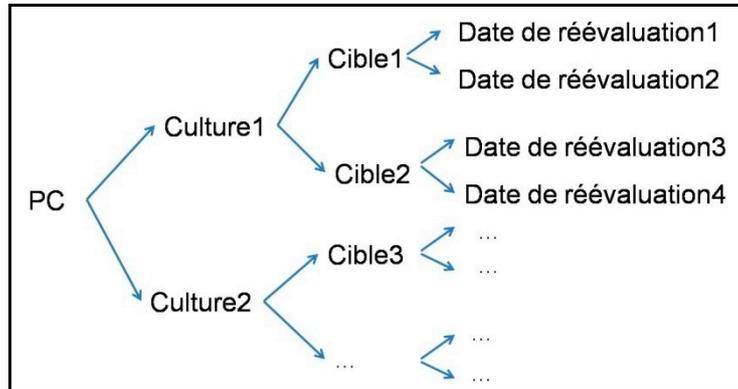


Figure 3 : Schématisation des causes de variations des DH

Or la cible du traitement, nécessaire à la connaissance de la DH de référence, est une information non disponible dans les bases de données sur les pratiques agricoles mobilisées dans le projet (à l'exception de certaines enquêtes réalisées par le Ctifl).

Concernant la diversité des organismes cibles, un précédent travail réalisé lors de la mise au point de l'IFT<sub>PC</sub> (Champeaux, 2006) a montré que le choix de la DH moyenne ou de la DH min pour la référence DH avait au final une incidence faible sur les résultats de l'IFT. Nous avons fait le choix de retenir la dose homologuée minimale entre toutes les doses homologuées possibles. Ce choix garantit une plus forte stabilité de cette valeur au fil du temps puisqu'en cas de réévaluation de DH, ce sont souvent les DH forte qui sont revues à la baisse. Enfin, et surtout, il nous permet d'être cohérents avec les choix réalisés par le MAAP sur cette question. Cette décision basée sur une démarche et une réflexion commune et cohérente rend possible la comparaison de nos résultats avec ceux obtenus par le Ministère.

Afin de s'assurer de la validité de cette règle pour les cultures pérennes, une analyse a été menée sur les produits employés sur pommier : un test t de Student bilatéral donne une différence significative, mais faible, entre le calcul de l'IFT<sub>PC</sub> sur la base de la dose appliquée sur la parcelle ramenée à la DH<sub>min</sub> et celui ramené à la DH de la cible visée. Cette seconde option implique par ailleurs de disposer systématiquement de la cible dans les calendriers de traitements et d'actualiser la dose homologuée pour la cible concernée. Cette règle appliquée au calcul de l'IFT d'une exploitation présente néanmoins le risque de pénaliser l'utilisation sur une culture de produit ayant plusieurs usages (cas des insecticides en betterave : sur-estimation de l'IFT<sub>PC</sub> pouvant aller au-delà de 10%).

Concernant les dates de réévaluation, la décision retenue s'appuie sur un travail d'identification des évolutions de doses homologuées au cours de la période 1994/2006 (Schmidt, 2008). La quantification des variations des doses homologuées au cours de cette période montre qu'entre 1994 et 2006, 87 % des doses homologuées retenues ne changent pas ou changent peu. Compte tenu de ces résultats, et par souci de simplification, une seule base de données a été conservée correspondant à la base de données où les doses homologuées retenues pour chaque produit sont les doses homologuées les plus récentes (doses homologuées 2008). Il faut cependant noter que sur betterave par exemple, de nombreux produits ont changé de doses homologuées en 2009 et 2010. L'impact sur les IFT<sub>PC herbicide</sub> a été évalué à 6%, chaque année. Cet impact n'est donc pas négligeable et pose un problème en particulier dans le cadre des MAET, tant que ces modifications des doses homologuées ne sont pas tracées, voire prises en compte.

### 2.2.3.2. Choix de la Dose « standard » ou Dose Unité pour les SA

Les substances actives ne font pas l'objet de Doses Homologuées. Pourtant elles rentrent, seules ou en mélange, dans la composition des produits commerciaux à des concentrations très variables qui conduisent *in fine* à des quantités apportées de la même SA très différentes selon les produits utilisés. L'identification d'une dose unique par substance active, servant de référence dans les calculs d'IFT<sub>SA</sub>, pose donc les mêmes questions de choix que précédemment.

La figure 4 explicite de manière théorique cette difficulté : pour une culture *i* donnée, 3 produits différents sont homologués. Aucun n'a la même composition. Déterminer la dose unité de la substance active *x*, par exemple, contenue dans les 3 produits à des concentrations différentes, conduit à devoir choisir entre trois doses unités différentes :

$$x1 \times DH1 \text{ ou } x2 \times DH2 \text{ ou } x3 \times DH3$$

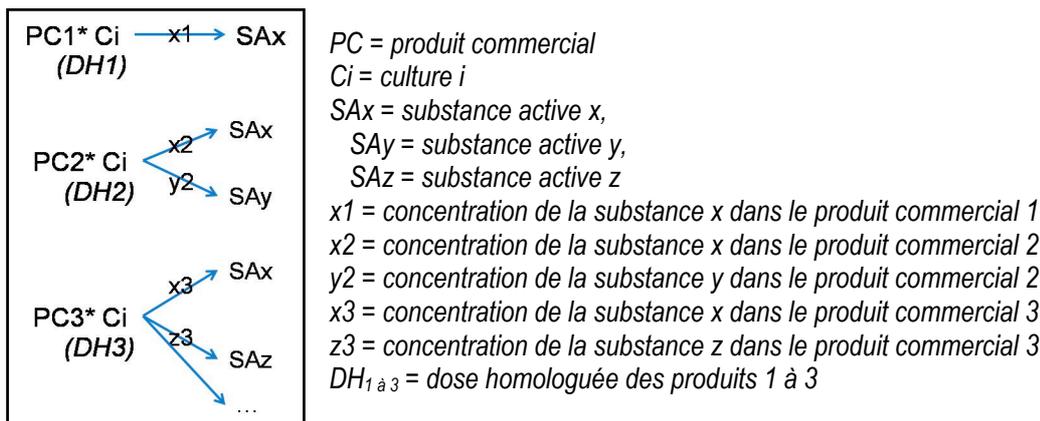


Figure 4: Schématisation des différents choix possibles de DU

Afin de calculer la « dose unité », la règle suivante a été adoptée : pour une SA donnée et une espèce donnée, nous avons retenu, parmi l'ensemble des Produits Commerciaux contenant cette SA (seule ou en mélange), celui qui conduit à la dose de SA utilisée la plus élevée. La dose référence de la SA a ensuite été calculée à partir de ce PC, en prenant en compte la concentration de la SA dans ce produit à sa DH<sub>min</sub>.

$$\text{Dose Unité SA } y = \max (\text{TeneurPC1 en SA } y^* \text{ DH}_{\min}\text{PC1}, \text{TeneurPC2 en SA } y^* \text{ DH}_{\min}\text{PC2}, \text{TeneurPC3 en SA } y^* \text{ DH}_{\min}\text{PC3} \dots)$$

### 2.2.3.3. Conséquence de ces choix et limites des indicateurs

Le choix de la DH<sub>min</sub> comme référence de la DH par PC et par espèce permet de disposer d'une référence moins variable dans le temps, mais conduit *de facto* à une tendance à la surestimation de l'IFT. Cependant, les résultats de Champeaux (2007) montrent que cette convention de calcul est peu sensible globalement sur l'ensemble de l'itinéraire pour une analyse des pratiques à des échelles vastes : département, voire région ou France entière. Pour des utilisations autres, et en particulier pour des analyses individuelles à l'échelle de l'exploitation, il peut être intéressant, lorsque la cible du traitement est connue, de calculer un IFT à partir des DH des PC utilisés. Cette remarque est d'autant plus importante dans le cas d'usages multiples au sein d'une même culture (exemple des insecticides et des antigraminées en betterave).

Concernant l'IFT<sub>SA</sub>, c'est la DU<sub>max</sub> qui a été retenue, correspondant à la quantité maximum de SA apportée par un PC à sa DH<sub>min</sub>. Ces 2 indicateurs IFT<sub>PC</sub> et IFT<sub>SA</sub> n'ont donc aucune raison de fournir des résultats identiques. En revanche, c'est leur évolution respective qui est intéressante à comparer.

Nous avons fait le choix d'une DH<sub>min</sub> unique par PC et espèce, et invariable tout au long des analyses réalisées. La DH<sub>min</sub> retenue pour tous les PC est celle qui est la plus proche de l'année 2008. Dans les cas où sur la chronique étudiée, les DH<sub>min</sub> de certains produits auraient évolué (à la baisse), cette décision a pour conséquence une évolution possible de l'IFT à la hausse alors même que les pratiques n'ont pas forcément évolué. Ces possibles artéfacts sont à avoir en mémoire lors de l'interprétation de longues séries chronologiques, même si dans les faits leurs conséquences

sont faibles à l'échelle de l'ensemble de l'itinéraire (tous les PC ne voient pas leur  $DH_{\min}$  évoluer en même temps). De manière plus générale, il faut garder à l'esprit que l'interprétation de ces indicateurs nécessite de mobiliser des informations sur le climat et la pression biotique de l'année pour comprendre les évolutions.

Enfin, il ne s'agit pas de comparer les indicateurs entre eux, ou les espèces entre elles pour un même indicateur, mais bien de disposer d'outils pertinents pour identifier des évolutions.

## 2.3. Analyses multivariées

Les données recueillies par les enquêtes sont abondantes et variées. Pour les analyser différents types d'analyses multivariées ont été travaillées et mises en œuvre dans le cadre du projet. Les démarches méthodologiques adoptées et les outils d'analyses utilisés ont été divers, pour s'adapter aux objectifs recherchés. Cinq cultures ont été analysées : le colza par l'INRA, le blé tendre par Arvalis, la pomme par le Ctifl, la maïs par l'Institut de l'Élevage et la betterave par l'ITB.

Autour de questions partagées portant sur la description de la diversité des stratégies de protection de ces cultures, des déclinaisons ont ainsi été proposées, en fonction des données mobilisées, portant sur le choix des variables descriptives et illustratives utilisées dans les différentes démarches, et sur leur mode d'expression. Plus précisément, les objectifs poursuivis pour chaque culture ont été les suivants :

Pour le colza : l'objectif était de décrire la diversité des pratiques de protection du colza en intégrant la notion de système de culture dans lequel s'insère le colza. Pour cela le choix a été fait de (i) décrire les différentes stratégies agronomiques (décrivant des choix sur des temps longs) (ii) décrire de façon indépendante les type de conduites (à partir de variables reposant sur des choix plus « tactiques » de temps court) (iii) croiser les 2 typologies ci-dessus pour définir des systèmes de culture.

Pour le blé tendre : à la différence du travail sur colza, l'analyse a été menée à l'échelle de l'année (l'itinéraire). A l'instar d'un travail initial mené par Champeaux et al. (2006) sur blé tendre, le choix a été fait de réaliser deux typologies croisées, l'une reposant sur les choix agronomiques (date semis, choix variétal...) et leur éventuel lien avec une pression sanitaire plus ou moins forte (profils de lutte agronomique), et l'autre sur la stratégie chimique au travers des IFT (profils de lutte chimique).

Pour la pomme : à partir de données issues de calendriers de traitements, le travail visait à identifier et décrire des groupes de producteurs conduisant leurs vergers de pommiers selon des stratégies similaires de protection contre le carpocapse et la tavelure.

Pour la betterave : l'analyse s'est focalisée sur la gestion des adventices. Il s'agissait de décrire les stratégies désherbage mises en œuvre et d'étudier la liaison éventuelle entre stratégies ainsi dégagées et valeur moyenne de l'IFT<sub>herbicide</sub> par type de stratégie.

Pour le maïs en système d'élevage : il s'agissait d'analyser l'éventuelle diversité des pratiques en fonction des exploitations, au regard de la part de la SAU dans la SFP.

### Variables prises en compte

L'expertise de chaque structure a permis de dégager dans chaque cas les variables disponibles qui pouvaient être le plus utiles pour décrire les groupes de la typologie. Les variables retenues sont qualitatives ou quantitatives ; les variables binaires peuvent être classées dans l'une ou l'autre des 2 catégories. Une attention particulière a été portée pour éviter les variables redondantes, décrivant la même réalité sous 2 angles proches. Pour éviter de porter des hypothèses sur les variables retenues, la typologie a été réalisée après une étape d'analyse en composantes principales pour les données quantitatives ou une analyse factorielle des correspondances pour les variables qualitatives.

### ACP ou AFC

La mise en œuvre de l'analyse en composantes principales ou de l'analyse factorielle des correspondances a permis de remplacer pour chaque objet enquêté un ensemble de variables, les observations, par un autre ensemble de variables, les coordonnées des individus sur les axes factoriels, combinaisons linéaires des variables de départ.

Le nombre d'axes factoriels retenu dépend de chaque analyse (par exemple, pour l'ACP betteraves il a été retenu 4 axes qui décrivent un peu moins de la moitié de la variabilité totale, pour le colza l'ensemble des axes a été retenu). Il n'a pas été recherché de signification à ces axes, l'objectif étant dans chaque cas de réaliser une typologie.

## Typologies

Dans chacune des 4 études, des typologies ont été réalisées. Ces typologies ont eu pour objectif de construire des groupes les plus homogènes possibles quant aux coordonnées de l'analyse multi-variée préalable.

Des Classifications Ascendantes Hiérarchiques (méthode de Ward) ont permis de regrouper des individus proches. La puissance de la classification dépend de l'efficacité de l'ACP ou de l'AFC préalables, elle est quantifiable par la comparaison des variances intra-groupes et inter-groupes.

## 3. Résultats opérationnels

### 3.1. Des données de paramétrage partagées permettant le calcul des indicateurs

Ce travail s'est concrétisé par la constitution de tables de références communes sur les produits phytosanitaires, permettant à chacun des partenaires du projet de calculer de façon identique les différents indicateurs retenus. Ces tables (dont un extrait est fourni en Annexe 2) présentent les caractéristiques suivantes :

- Construites sous Excel, elles sont facilement transmissibles aux personnes devant effectuer les calculs (logiciel accessible, simplicité d'utilisation et de compréhension).
- Elles répertorient les données nécessaires aux calculs des différents indicateurs (doses homologuées des produits, doses unités par substance active, quantité de substance active par produit...) et ce sur l'ensemble des cultures étudiées dans le projet. Une table « produit commercial » permet de calculer des  $IFT_{PC}$  et l'indicateur  $Q_{SA}$ , une table « substance active » permet de calculer les  $IFT_{SA}$ .
- Elles contiennent les caractéristiques de toxicité et d'écotoxicité des SA ainsi que les grandes familles chimiques de chaque produit (catégorie) afin de réaliser les déclinaisons envisagées.

Nous aurions souhaité obtenir les classes réglementaires de dangers des produits commerciaux afin de les ajouter dans la partie référentiel produit commercial dans l'intérêt de calculer des  $IFT_{PC}$  par classes de toxicité/écotoxicité, ce qui n'a jamais été fait jusqu'à aujourd'hui. Mais la non mise à disposition de ce type de base nous a conduit à ne pas retenir cette idée dans le cadre du projet.

A partir de ces tables, chaque partenaire du projet s'est constitué (ou a actualisé) son outil de calcul des indicateurs retenus. Ces indicateurs ont été calculés pour les traitements réalisés avec un produit à AMM, sauf les adjuvants. Seuls sont concernés les traitements effectués en végétation (donc hors traitements de semences et traitements après récolte). Les traitements de semences (TS) ne sont pas comptabilisés parce que les données enregistrées ne sont pas toujours complètes.

Construites dans le cadre de ce projet, ces tables ont permis aux partenaires d'avoir accès aux différents paramètres nécessaires aux calculs des indicateurs et de leur déclinaison. Leur intérêt est donc direct en matière de partage des références nécessaires pour assurer un calcul de manière homogène et routinière. Au-delà de cet aspect, ces tables ont un certain caractère de durabilité dans le temps. En effet, un travail de validation voire de correction a été entrepris pour partie dans le cadre du projet, et a conduit à renseigner et tracer la qualité des données. Elles ont également été enrichies de nouvelles substances actives mises sur le marché. Ce travail n'a malheureusement pas pu être exhaustif dans le temps du projet : c'est un travail assez colossal à réaliser de façon systématique sur les bases de données mobilisées, qui comportent inévitablement, compte tenu de leur exhaustivité, des erreurs à corriger.

Les perspectives qui se dessinent sont de transformer ces tables en une base de données actualisées annuellement qui serait mise à disposition de l'ensemble des acteurs intéressés par la question de l'intensité d'utilisation des pesticides. Un projet est en cours sur cette question, porté par les ICTA, auquel le travail mené dans le cadre du projet « MEEDDM pesticides » aura servi d'amorce. Ce projet vise à mettre à disposition sur l'extranet d'ARVALIS- Institut du végétal une calculatrice automatique des  $IFT_{PC}$  et  $IFT_{SA}$  (conforme aux définitions des modes de calcul élaborés dans le projet) reliée à la BDD Phytcom de l'institut (actualisée annuellement et qui répertorie tous les pesticides autorisés sur blé tendre). A terme, cette BDD sera complétée par l'ensemble des produits utilisables sur maïs, protéagineux, pomme de terre et oléagineux en collaboration avec le Cetiom. Il est également prévu de proposer à l'ITB et à l'ITL de compléter la BDD Phytcom avec les produits phytosanitaires utilisés sur leurs cultures. Ainsi sur l'extranet des Institut « grandes cultures », les techniciens et les agriculteurs auraient à leur disposition un même outil de calcul des  $IFT_{PC}$  et  $IFT_{SA}$  pour l'ensemble des cultures de leur rotation.

### 3.2. Adaptation des indicateurs de pression aux spécificités des cultures pérennes

En arboriculture, le recours aux microorganismes, ou l'emploi de produits et techniques « alternatifs » ou « complémentaires » (confusion sexuelle, argile, piègeage massif..) peut représenter une part importante des intrants dédiés à la protection du verger de pommier. Or une partie de ces techniques et produits n'est pas prise en compte dans l'analyse des pratiques de protection des cultures basée exclusivement sur l'étude de l'intensité d'utilisation des produits nécessitant une AMM et employés avec une dose d'application sur une surface donnée. Un travail d'adaptation du calcul de l'IFT aux « produits » alternatifs de type microorganismes a donc été réalisé dans le cadre du projet.

#### 3.2.1. Performances statistiques

Pour étudier la sensibilité des indicateurs aux changements de pratiques phytosanitaires en verger de pommier, ces derniers ont été calculés en comparant des modalités identifiées *a priori* comme suffisamment contrastées. L'aptitude de discrimination de chaque indicateur est basée sur les valeurs de significativité obtenues lors de tests statistiques (Kruskal-Wallis et Mann et Whitney). La notation de l'aptitude de discrimination de chaque indicateur est basée sur les valeurs de significativité obtenues lors de ces tests. Des classes de valeurs de significativité ont été établies en fonction de la valeur de la p-value :

- Non Discriminant (ND)** : statistiquement, l'indicateur ne signale **aucune différence significative** entre les modalités testées (P value du test supérieur à 0.05)
- Peu Discriminant** : statistiquement, l'indicateur signale **une différence significative** entre les modalités testées (P value du test comprise entre 0.05 et 0.01)
- Discriminant** : statistiquement, l'indicateur signale **une différence très significative** entre les modalités testées (P value du test comprise entre 0.01 et 0.001)
- Très Discriminant** : statistiquement, l'indicateur signale **une différence hautement significative** entre les modalités testées (P value inférieure à 0.001)

Le **tableau 1** synthétise les performances des indicateurs en les comparants entre eux selon les différents types de pratiques étudiées pour la pomme (pour plus de détails, se reporter à l'annexe 3).

Comparaison	Nombre de traitements	IFT pc	IFT sa	QSA
<b>Variétés résistantes ou sensibles à la tavelure</b> <i>Indicateur calculé pour les fongicides/bactéricides</i>	Hautement Significatif	Hautement Significatif	Hautement Significatif	Très Significatif
<b>Réduction de l'inoculum tavelure ou non</b> <i>Indicateur calculé pour les fongicides/bactéricides</i>	Non Significatif	Non Significatif	Non Significatif	Non Significatif
<b>Traitement des contaminations secondaire ou non</b> <i>Indicateur calculé pour les fongicides/bactéricides</i>	Hautement Significatif	Hautement Significatif	Hautement Significatif	Hautement Significatif
<b>Mode de production (AB, Conventionnel avec ou sans confusion sexuelle)</b> <i>Indicateur calculé pour les insecticides/acaricides de synthèse et minéraux</i>	Hautement Significatif	Hautement Significatif	Hautement Significatif	Hautement Significatif
<b>Mode de production (AB, Conventionnel avec ou sans confusion sexuelle)</b> <i>Indicateur calculé pour les insecticides « micro-organismes »</i>	Hautement Significatif	Hautement Significatif		
<b>Différentes Stratégies carpocapse</b> <i>Indicateur calculé pour les produits de synthèse et minéraux</i>	Hautement Significatif	Hautement Significatif	Hautement Significatif	Hautement Significatif
<b>Différentes Stratégies carpocapse</b> <i>Indicateur calculé pour les insecticides « micro-organismes »</i>	Hautement Significatif	Hautement Significatif		
<b>Stratégie fongicides selon pression de maladies</b> <i>Indicateur calculé pour les produits de synthèse et minéraux</i>	Hautement Significatif	Hautement Significatif	Hautement Significatif	Hautement Significatif
<b>Stratégie insecticides selon pression ravageurs</b> <i>Indicateur calculé pour les produits de synthèse et minéraux</i>	Non Significatif	Non Significatif	Significatif	Hautement Significatif
<b>Stratégie insecticides selon pression ravageurs</b> <i>Indicateur calculé pour les insecticides « micro-organismes »</i>	Non Significatif	Non Significatif		
<b>Stratégie fongicides selon années</b> <i>Indicateur calculé pour les produits de synthèse et minéraux</i>	Très Significatif	Significatif	Très Significatif	Hautement Significatif
<b>Stratégie insecticides selon années</b> <i>Indicateur calculé pour les produits de synthèse et minéraux</i>	Non Significatif	Non Significatif	Non Significatif	Non Significatif
<b>Stratégie insecticides selon années</b> <i>Indicateur calculé pour les insecticides « micro-organismes »</i>	Non Significatif	Non Significatif		

**Tableau 1** : Récapitulatif des résultats des analyses statistiques pour l'ensemble des comparaisons étudiées en verger de pommier

Les analyses statistiques de la performance des indicateurs montrent que les quatre indicateurs de pression d'utilisation des produits phytosanitaires sont des indicateurs performants pour distinguer des pratiques différentes sur certaines composantes de l'itinéraire de production, mais que toutes les stratégies de protection étudiées ne sont pas distinguées par les indicateurs. Cependant, un résultat non significatif peut aussi refléter une non différence entre pratiques.

L'étude montre que l'indicateur  $IFT_{PC}$ , déjà utilisé en grandes cultures et en vigne, semble suffisamment sensible pour distinguer statistiquement des variations de pratiques sur une culture pérenne, comme le pommier.

Les autres indicateurs présentent des résultats proches, mais comportent un certain nombre d'inconvénients à leur mise en place :

- Le **Nombre de traitements**, qui comptabilise le nombre de produits utilisés, est immédiatement parlant, mais il ne donne pas d'information sur les doses de produit appliquées, ni si les traitements ont été effectués sur toute la surface de la parcelle en plein ou en localisé. Cependant, c'est aussi le seul qui n'a pas besoin d'une base de données pour faire les calculs. Sa valeur absolue est souvent plus élevée que celle de l' $IFT_{PC}$ .
- L' $IFT_{SA}$  est l'indicateur le plus complexe qui nécessite le développement et la mise à jour d'une base de données mentionnant l'ensemble des produits commerciaux contenant une même substance active, ainsi que leurs différentes doses homologuées. Il ne permet pas de comptabiliser les produits à base de microorganismes, ni les macro-organismes.
- Comme l' $IFT_{SA}$ , l'indicateur **QSA** nécessite une base de données « produits » comportant les concentrations en substances actives. De plus, comme l' $IFT_{SA}$ , il ne permet pas de prendre en compte les microorganismes et macro-organismes. Il peut réagir différemment des trois autres indicateurs, en étant statistiquement plus ou moins significatif. Ses valeurs sont de plus fortement impactées par les produits pondéreux selon les usages considérés.

Tous ces indicateurs peuvent être exprimés à la tonne de produit commercialisable. Calculés ainsi, ils rendent compte de la pression d'utilisation des produits phytosanitaires pour la même quantité de production alimentaire et permettent de prendre en compte la forte variabilité de rendement observée sur ces productions.

Ce travail, dont les résultats ont été présentés devant le sous-groupe indicateurs du groupe Ecophyto 2018, a permis d'acter la validité de l'indicateur  $IFT_{PC}$  pour les cultures pérennes.

### **3.2.2. Prise en compte des produits « alternatifs » ou « complémentaires »**

La spécificité de la protection de la pomme, voire des autres cultures fruitières, est l'emploi de produits dits « alternatifs » ou « complémentaires » qui occupent une place non négligeable dans la stratégie de lutte globale. Il s'agit aujourd'hui essentiellement de produits à base de micro-organismes, mais à l'avenir d'autres produits (à base d'extraits de plantes, champignons...) sont susceptibles de se développer.

Dans l'étude menée nous avons pu calculer des indicateurs spécifiques aux microorganismes. Ce type de calcul pourrait être étendu à d'autres techniques ou produits dits « alternatifs » ou « complémentaires », ainsi que pour les macro-organismes, mais une des limites actuelles est de pouvoir distinguer ce type de produits (autres que micro-organismes) bénéficiant d'une AMM, parmi l'ensemble des produits phytosanitaires en l'absence de critères et de règles de décision bien définis. Il s'avère que le classement toxicologique et écotoxicologique n'est pas toujours en « faveur » d'un produit dit « biologique », exemple du spinosad, la roténone, ou l'acibenzolar-s-méthyl.

Cette notion d'indicateurs spécifiques en fonction du type de produit, pourrait être complétée par le calcul d'un ratio (microorganismes ou autres produits alternatifs) / (total synthèse + minéraux + microorganismes ou autres produits alternatifs) qui permettrait de mieux mesurer l'évolution de l'utilisation des produits alternatifs dans les stratégies de protection des vergers.

### 3.3. Caractérisation des pratiques et évolutions sur cultures annuelles. Premier regard sur cultures pérennes et systèmes d'élevage.

Une première mise en œuvre de l'indicateur  $IFT_{PC}$  a été réalisée à partir des données « enquêtes pratiques culturales » du SSP sur les années 1994/2001/2006. Ce travail permet de porter un 1<sup>er</sup> regard sur le recours moyen (et sa variabilité) aux pesticides et son éventuelle évolution pour les espèces de grande culture étudiées sur les trois campagnes. Les résultats sont présentés globalement au niveau national, et déclinés par région administrative. Ils présentent l'IFT total, mais également sa déclinaison en catégories de produits (herbicides, fongicides, insecticides et autres produits). Ce travail a débouché sur la conception d'un document interactif consultable et téléchargeable en ligne sur [www.versailles-grignon.inra.fr/agronomie/productions/publications/rapports](http://www.versailles-grignon.inra.fr/agronomie/productions/publications/rapports).

Les principaux résultats de l' $IFT_{PC}$  au niveau national confirment un recours moyen aux pesticides très différent selon les cultures, traduisant des sensibilités plus ou moins importantes à certains bioagresseurs. La pomme de terre est par exemple la culture annuelle présentant les plus forts  $IFT_{PC}$ , du fait de sa sensibilité au mildiou très importante qui conduit les agriculteurs à des programmes basés sur des calendriers de traitements assez systématisés. Le colza ressort aussi de cette analyse : c'est en effet une espèce très sensible à un cortège de bioagresseurs différents (ravageurs, insectes divers, maladies) tout au long de son cycle de végétation. La figure 5 présente la distribution par décile des  $IFT_{PC}$  tous produits selon les cultures en France en 2006.

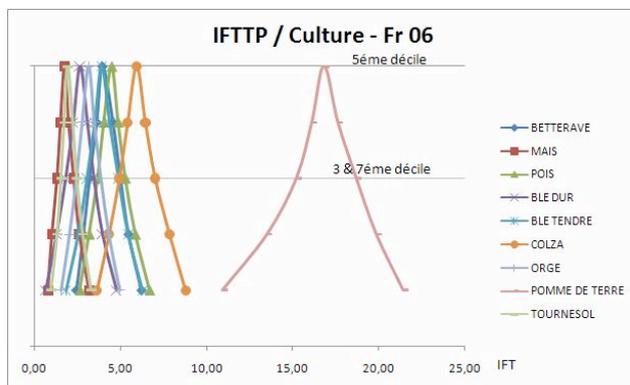
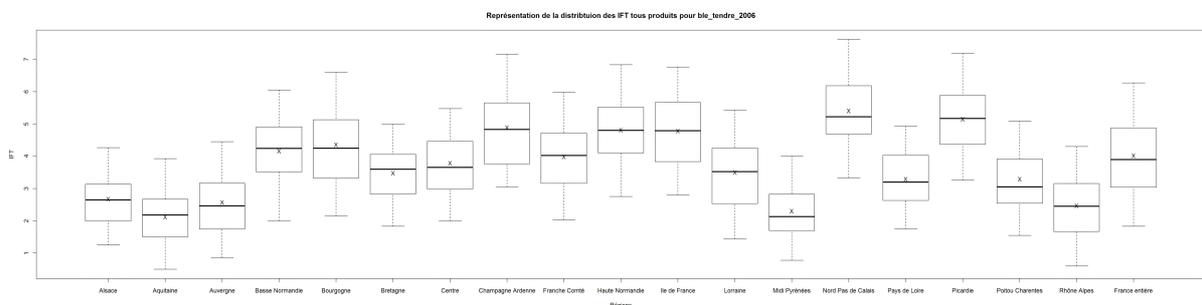
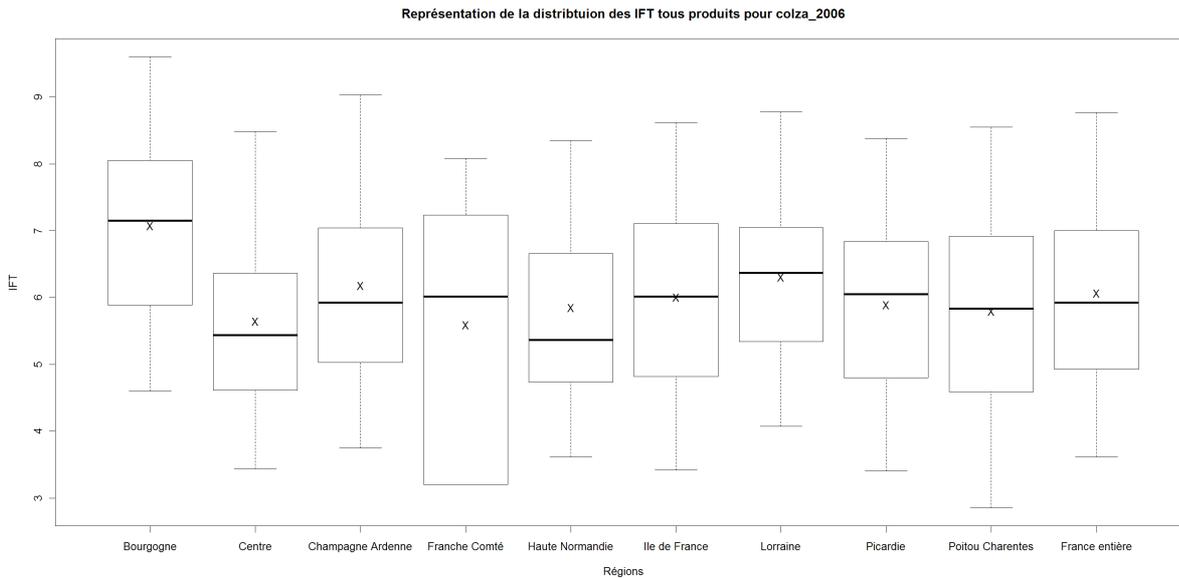


Figure 5 : distribution (par décile) des  $IFT_{PC}$  tous produits selon les cultures en France en 2006. Données SCEES 2006.

Ces résultats montrent également une assez forte plage de variation des  $IFT_{PC}$  pour une culture une année donnée. Il est intéressant de noter que cette variabilité des pratiques reste très importante à une échelle régionale (figure 6 boxplot blé tendre et colza en 2006). Cela suggère des pressions de bioagresseurs très différentes la même année et pose la question des conditions de milieux (et donc des éventuelles marges de progrès) à l'origine de ces différences.





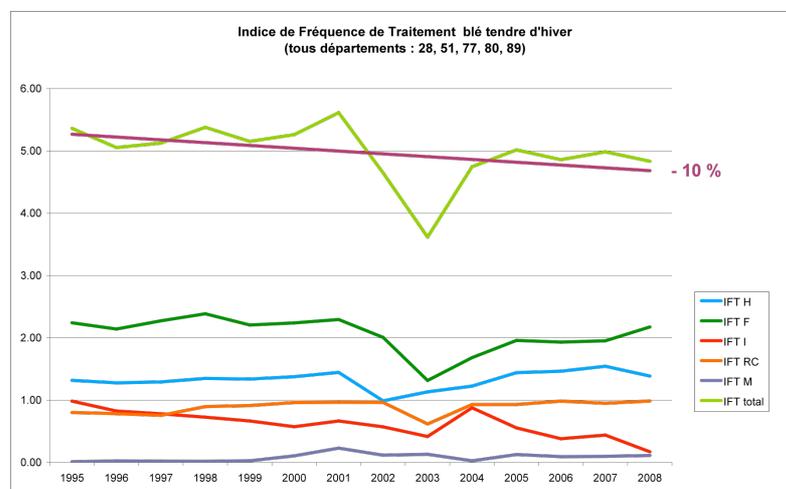
**Figures 6 :** Distribution et moyennes d'IFT<sub>PC</sub> tous produits par région et France entière pour le blé tendre (haut) et le colza (bas) en 2006 (données SSP 2006).

La forte variabilité existante au sein d'une culture pour une même région suggère clairement des modes de conduite des cultures et des systèmes dans lesquels elles s'insèrent différents. Identifier ces principales logiques et leur poids respectif permet d'aller plus loin dans la compréhension des pratiques et dans les éventuelles marges de progrès permises (voir partie 3.4).

L'analyse des pratiques sur des séries chronologiques longues (plus de 10 ans de pratiques) et surtout annuelles réalisée par Arvalis (données FranceAgriMer) et l'ITB (données enquête SITE) dans le cadre de ce projet apporte d'autres éléments précieux quant à la variabilité des pratiques et à leur évolution.

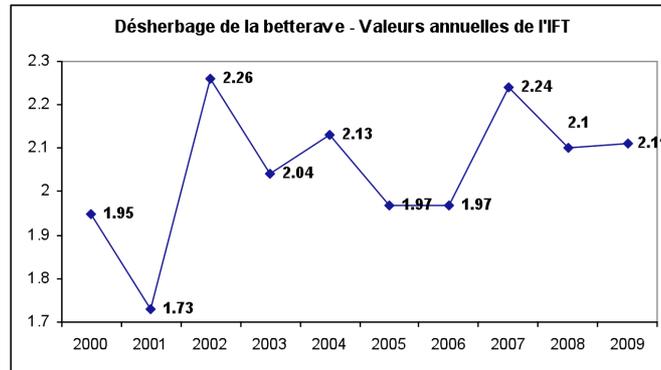
Le graphique 1 présente l'évolution des IFT<sub>PC</sub> du blé tendre sur une chronique de 14 ans (1996-2008) pour les départements de l'Eure-et-Loir, la Marne, la Seine-et-Marne, la Somme et l'Yonne. La diminution globale de l'IFT<sub>PC</sub> sur cette période est relativement faible et très tirée par l'année 2003 de la canicule. Ces données montrent que les agriculteurs ont adapté leurs pratiques aux conditions climatiques très exceptionnelles de cette année-là : régulateurs de croissance et fongicides ont vu leur utilisation fortement réduite. Les autres années, l'adaptation aux conditions de l'année de l'IFT<sub>fongicides</sub> moyen reste très ténue, suggérant des conditions climatiques comparables d'un point de vue pression de maladies et/ou une faible adaptation des programmes par les agriculteurs.

Les IFT<sub>insecticides</sub> semblent en revanche montrer une tendance à la diminution de l'utilisation de ces produits sur l'ensemble de la période, s'expliquant par le recours assez important à des semences traitées et une faible occurrence des pucerons de printemps.



**Graphique 1 :** Evolution des IFT<sub>PC</sub> moyens et de leur déclinaison par catégorie de produit des 5 départements de l'enquête FranceAgriMer sur la période 1996-2008.

Le graphique 2 présente la variabilité interannuelle des pratiques en matière de désherbage en betterave.

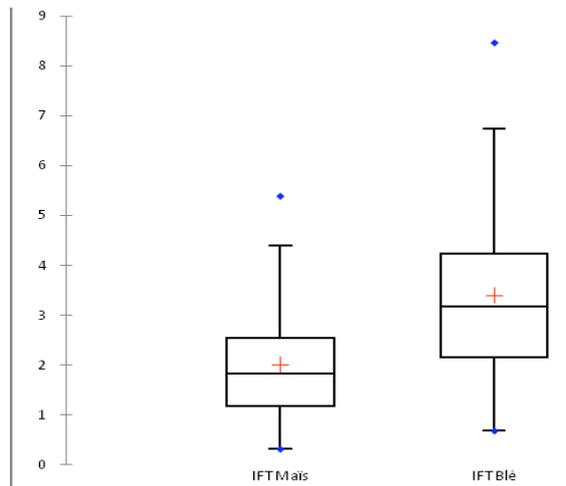


**Graphique 2 :** variations interannuelles des IFT<sub>PC</sub> désherbage en betterave entre 2000 et 2009

Sur cette chronique de 10 ans, la valeur annuelle moyenne de l'IFT<sub>PC herbicide</sub> est 2.05. L'amplitude maximale de variation sur ces 10 années est de 0,53 point (1.73 en 2001 et 2.26 en 2002) soit une amplitude de 130%. Cette variation mesurée entre 2001 et 2002, 2 années consécutives, ne témoigne pas d'un changement de pratiques mais uniquement de conditions de 2 années contrastées. En 2001 les semis ont été tardifs et les traitements de prélevée n'ont pas pu avoir lieu, alors que la croissance de la culture et des adventices ont été rapides par la suite. Le salissement des champs a été important en 2001 ce qui a entraîné en retour une protection très soignée en 2002. Sur le reste de la période, les IFT<sub>herbicides</sub> oscillent entre 2 et 2,2 en moyenne, ne traduisant pas de modifications importantes et tendancielle dans les stratégies mises en œuvre par les agriculteurs en matière de désherbage.

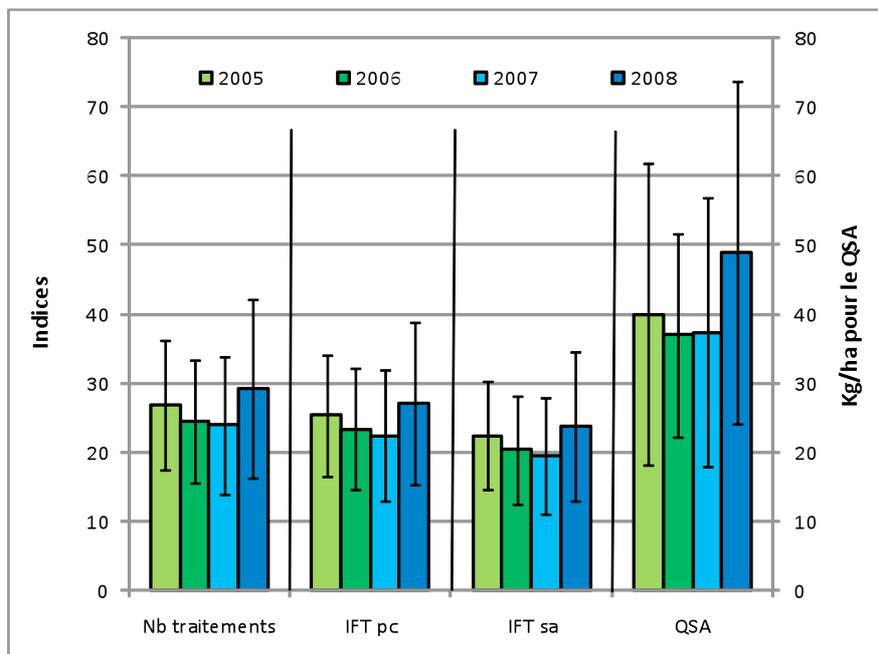
Il est intéressant cependant de noter qu'une certaine variabilité des pratiques peut être observée au sein d'une même exploitation, la même année, traduisant des stratégies d'adaptation de l'agriculteur aux parcelles et à leur histoire. Sur les 106 exploitations d'au moins 2 parcelles de l'enquête SITE - 2006, plus de 50% présentent des IFT<sub>PC herbicides</sub> variables au sein de l'exploitation. En moyenne sur l'ensemble des exploitations étudiées la variabilité des IFT<sub>PC herbicides</sub> entre parcelles au sein d'une même exploitation est de 8%.

En système d'élevage, la variabilité des pratiques des éleveurs sur blé et maïs est au moins aussi importante que chez les céréaliers. 55 exploitations laitières de 7 régions françaises (avec une forte représentation de la Bretagne et des Pays de la Loire) ont été enquêtées en 2005 et 2008 dans le cadre du projet. La figure 7 présente les résultats d'IFT<sub>PC</sub> sur blé et maïs dans ces exploitations. L'IFT<sub>PC</sub> du maïs est de  $1,99 \pm 1,05$ . Sa plage de variation est énorme puisqu'elle s'étend de 0,77 à 5,48. Cette valeur extrême n'est jamais observée chez des céréaliers (résultats non montrés). L'IFT<sub>herbicide</sub> du maïs est de 1,78 et correspond à la référence française de 2008 de 1,75. L'IFT<sub>PC</sub> du blé est en moyenne de  $3,38 \pm 1,81$ . Tout comme la culture de maïs, on retrouve une forte variation de cet IFT d'une exploitation à l'autre. Cet IFT est comparable à la référence française de 2008 sur le blé tendre de 3,49, mais très supérieur aux références régionales Bretagne et Pays de la Loire que l'échantillon surreprésente (respectivement 2,91 et 2,74). En revanche, l'IFT<sub>herbicide</sub> du blé est légèrement inférieur à l'IFT<sub>herbicide</sub> de référence « France » du blé (1,3, réf. 1,64). Ramené aux références Bretagne et Pays de la Loire, ces écarts sont beaucoup plus faibles (respectivement 1,49 et 1,36). Les valeurs d'IFT de référence étant calculées sur la base du 7<sup>ème</sup> décile (seules 30% des parcelles sont en dessus de cette valeur), on peut conclure que les pratiques des éleveurs sur maïs et blé sont relativement intensives. Seul le désherbage du blé conduit à des valeurs sensiblement inférieures. Ces éléments suggèrent assez fortement que des voies de progrès sont possibles en matière de pratiques chez les éleveurs.



**Figure 7 :** Variabilité des IFT<sub>PC</sub> sur maïs et blé en systèmes d'élevage. La « boîte » correspond à l'écart interquartile (Q3 – Q1) tandis que les limites des moustaches correspondent ici au premier et neuvième décile. Le trait à l'intérieur de la boîte représente la médiane et la croix rouge la moyenne.

Une telle analyse a également été conduite pour les vergers de pommiers. En l'absence de dispositifs de veille à grande échelle sur les pratiques pour cette production, une enquête spécifique sur les pratiques des producteurs a été conduite. Le choix du jeu de données pour le modèle du pommier a été orienté sur la diversité des pratiques pour réaliser une analyse comparative de la sensibilité des indicateurs d'intensité d'utilisation des produits phytosanitaires. Il ne permet donc pas d'établir une référence dite « moyenne nationale », ou « régionale ». Cependant, même si l'échantillon n'a pas la vocation de fournir une vision statistique des pratiques sur pommes, il permet d'appréhender une grande variabilité des pratiques sur cette culture. La figure 8 montre par exemple pour les fongicides des différences significatives d'une année à une autre, en particulier pour l'année 2008, qui était parmi les quatre années étudiées, celle qui a eu la plus forte pression tavelure, mais elle indique également d'importants écart-types au sein d'une même année.



**Figure 8 :** Variabilité interannuelle (2005-2008) des indicateurs de pression phytosanitaire. Cas des fongicides, toutes variétés confondues.

En effet, selon les années et pressions de tavelure, le nombre de traitements fongicides sur les variétés résistantes allait de 11 à 14 et sur une variété sensible de 20 à 36.

Il est de même pour les insecticides, qu'ils soient de synthèse (figure 9) ou à base de micro-organismes (figure 10). Leur nombre est très variable au sein d'une même stratégie de protection contre le carpopapse et les écart-types très importants.

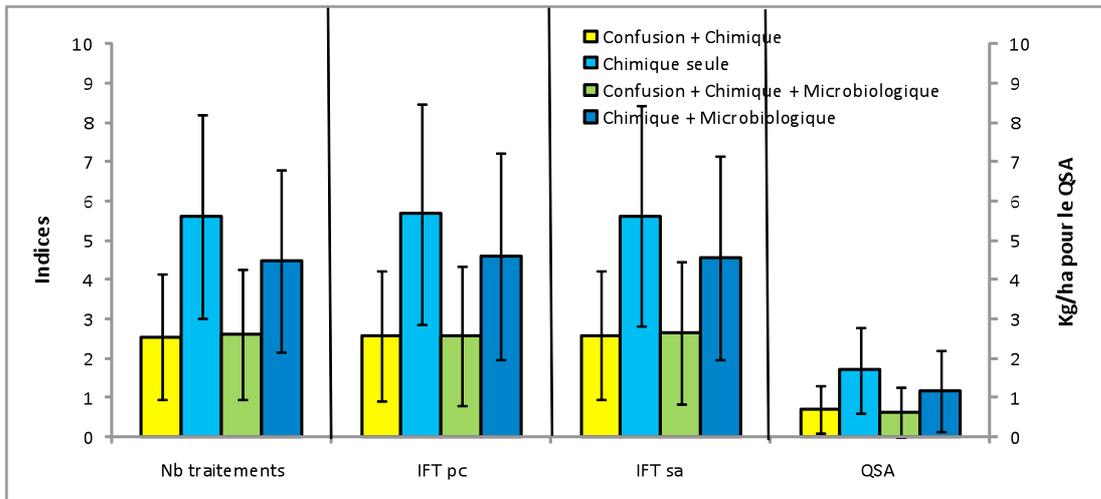


Figure 9 : Comparaison de quatre stratégies de lutte contre le carpopapse. Valeur des indicateurs pour les insecticides de synthèse.

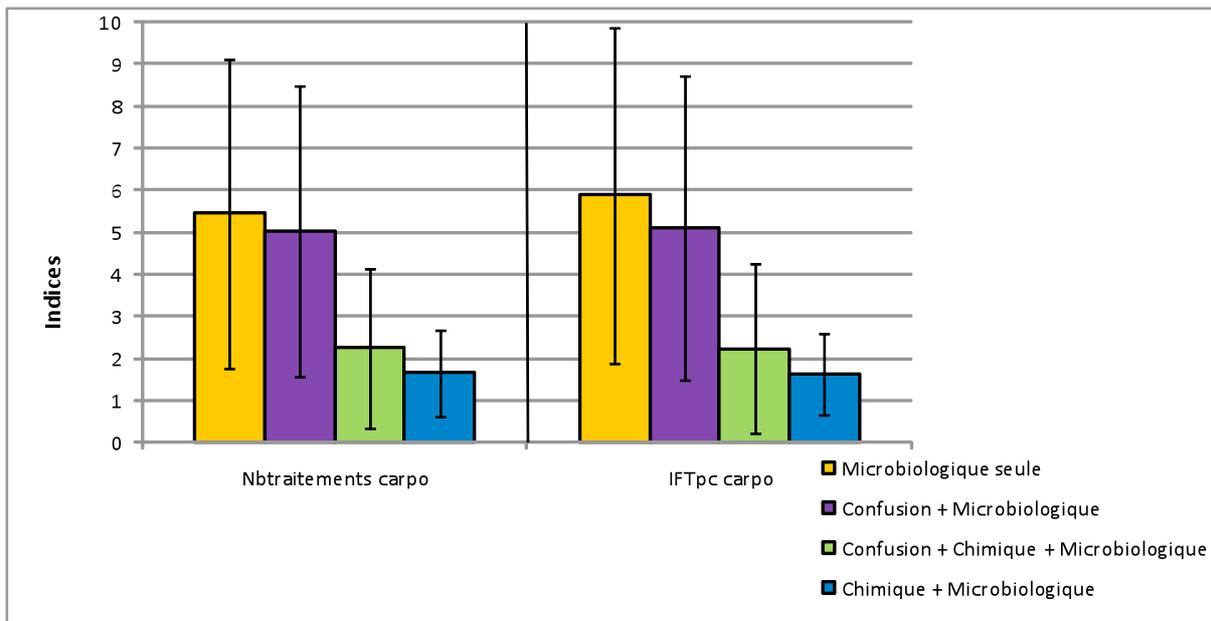


Figure 10 : Comparaison de quatre stratégies de lutte contre le carpopapse. Cas des insecticides microorganismes

### 3.4. Analyse de la diversité des modes de conduite et pistes pour l'action

#### 3.4.1. Les systèmes de culture du colza

A partir des données de l'enquête « pratiques culturales » du SSP de 2006, des analyses statistiques multi-variées<sup>5</sup> ont été menées afin de décrire la diversité des pratiques de protection du colza.

<sup>5</sup> Analyse en composantes principales et classification ascendante hiérarchique

Cette description différencie les stratégies agronomiques des parcelles enquêtées des conduites du colza sur ces parcelles. Les stratégies agronomiques sont décrites à partir de variables expliquant à la fois les choix réalisés sur un pas de temps long (succession de cultures, fréquence de labour sur les six dernières années) et les flux de matières autres que la récolte (apport de fumure organique et gestion des résidus du précédent). Les différentes conduites, quant à elles, sont étudiées en retenant des variables illustrant les choix techniques propres à la culture de colza et modulables chaque année (type de semence utilisé, densité et date de semis, quantité d'azote minéral apportée, labour du colza) que l'on pourrait qualifier de choix « tactiques ». Le détail des variables utilisées dans ces deux analyses figure en encadré. Les analyses statistiques multi-variées des stratégies agronomiques d'une part, et des conduites d'autre part, permettent de regrouper les parcelles similaires et d'identifier des groupes homogènes.

Les systèmes de culture du colza sont constitués de la combinaison des stratégies agronomiques et des conduites. Il est alors possible d'identifier les systèmes les plus fréquents, d'en connaître l'importance relative ainsi que les caractéristiques en termes de rendement moyen et d'utilisation de produits phytosanitaires, via l'indice de fréquence de traitement (IFT). Il est à noter que ces deux variables (rendement et IFT) sont illustratives et ne participent pas à la constitution des groupes obtenus.

Cette analyse a été réalisée sur les données nationales. Décliné par région, ce cadre générique permet de repérer des profils très différents selon les régions, avec des combinaisons de stratégies agronomiques et de conduites assez caractéristiques. Les principaux résultats sont présentés ci-dessous.

#### Encadré : Définitions des variables

Fréquence de céréales à paille : nombre de céréales à pailles cultivé sur six ans.

Fréquence de colza : nombre de colzas cultivé sur six ans.

Fréquence de culture de printemps : nombre de cultures de printemps cultivé sur six ans.

Fréquence de labour : nombre de labours sur six ans.

Fumure organique : apport (1) ou non (0) de fumure organique sur la parcelle de la récolte du précédent à la récolte du colza).

Ramassage des pailles : les pailles du précédent ont été laissées (0) ou ramassées (1).

Ecart de date de semis : écart de date de semis par rapport à la moyenne régionale exprimé en quinzaine. Une valeur négative (respectivement positive) signifie que les semis ont été réalisés en avance (respectivement en retard) par rapport à la moyenne régionale.

Densité : densité de semis exprimée en kg/ha.

Labour : colza implanté avec labour (1) ou sans labour (0).

Type de semence : les semences sont de ferme (0), un mélange de semences de ferme et certifiées (1), ou certifiées (2)

Quantité d'azote minérale : somme des quantités d'azote minéral apportées en kg/ha.

IFT : indice de fréquence de traitement

### **3.4.1.1. Résultats France entière**

#### **A - Analyse des stratégies agronomiques**

Les parcelles semées en colza en 2006 relèvent de sept stratégies agronomiques différentes. Le tableau 2 présente les sept groupes homogènes de stratégies agronomiques des parcelles conduites en colza en 2006.

Pour résumer, la moitié des surfaces en colza se trouve dans des parcelles labourées plus de trois années sur quatre en moyenne, situées dans des exploitations de taille relativement faible (moins de 190 ha en moyenne) avec des rotations qui ne sont jamais très courtes, sans être très diversifiées (stratégies C, D, E). Les rotations les plus longues et les plus diversifiées se trouvent plutôt chez des agriculteurs ramassant les pailles et apportant des matières organiques et qui alternent de façon équilibrée entre labour et non labour (stratégie A). Cette stratégie, dans laquelle on retrouve les éleveurs représente moins de 15 % des surfaces nationales. Enfin, les rotations les plus courtes sont pratiquées dans les plus grandes exploitations, dans des parcelles sans apports d'engrais organique et où le labour est rare (stratégie F). Elles représentent plus de 20% des surfaces cultivées en colza en France. Tout se passe comme si seul le non labour était en mesure de limiter la durée à l'hectare des chantiers de semis, et de rendre supportable les pointes de travail dans ces grandes exploitations où l'assolement tend à se résumer à deux cultures : le colza et le blé.

Stratégie	A	B	C	D	E	Fa	Fb	total
Libellé	Polyculture-élevage en rotations longues et diversifiées	Polyculture-élevage en rotations courtes céréalières	Rotations longues de grande culture	Rotations courtes, labour et pailles ramassées	Rotations courtes, labour et pailles laissées	Rotations très courtes, sans-labour et pailles ramassées	Rotations très courtes, sans labour et pailles laissées	
Nombre de parcelle	213	204	336	204	190	158	190	1495
% surface	14,3%	13,2%	22,9%	13,1%	14,2%	9,7%	12,5%	100,0%
Fréq Céréales paille	2,5	4,0	3,3	3,6	4,0	3,5	3,4	3,4
Fréq Colza	1,4	1,6	1,5	1,8	2,0	2,3	2,3	1,8
Fréq de labour	3,7	3,3	4,5	5,3	5,2	1,4	0,8	3,6
Fumure organique	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Ramassage pailles	0,6	0,6	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	0,4
Fréq Cult. de printemps	1,5	0,4	1,1	0,6	0,0	0,2	0,2	0,7
Surface parcelle (ha)	10,2	12,9	10,5	9,5	12,0	14,6	16,0	12,0
Surface exploit. (ha)	191	208	188	165	180	237	245	200
IFT	6,1	6,5	6,3	6,5	6,3	6,6	6,9	6,5

**Tableau 2** : Présentation synthétique des sept groupes homogènes de stratégies agronomiques (1495 parcelles pour 987917 ha de surface extrapolée). Seules les cinq premières variables ont permis de constituer les groupes. Les quatre dernières sont présentées à titre illustratif.

La description des caractéristiques des stratégies agronomiques est faite sur la base des règles de décision suivantes :

	Critère	Règle		Critère	Règle
Rotation	rotation longue et diversifiée	$(f_{colza} + f_{Cér/paille}) < 5$ ET $f_{cult/print} \geq 1,5$	Fréquence de labour	fréquent	plus de 5 sur 6
	rotation longue	$(f_{colza} + f_{Cér/paille}) < 5$ ET $f_{cult/print} < 1,5$		régulier	de 4 à 5 sur 6
	courte	$(f_{colza} + f_{Cér/paille}) \geq 5$ ET $f_{colza} < 2$		variable	de 2 à 4 sur 6
	très courte	$(f_{colza} + f_{Cér/paille}) \geq 5$ ET $f_{colza} \geq 2$		rare	moins de 2 sur 6

**Stratégie A** : Rotations diversifiées et longues de type Colza-Céréale-Culture de printemps-Céréale, alternant labour et non labour, d'exploitation de polyculture-élevage : 14,3% des surfaces

Avec un colza et une ou deux autres têtes de rotation de printemps dans la succession, les céréales à paille sont présentes moins de trois années sur six en moyenne. Les pailles de la céréale précédente sont ramassées, et il y a au moins un apport de matière organique dans 60% des parcelles : il s'agit le plus souvent de parcelles d'éleveurs. Le labour qui sert probablement à enfouir la fumure organique apportée, alterne avec le non labour dans la rotation.

**Stratégie B** : Rotations courtes et céréalières de type Colza-Blé-Orge en exploitation de polyculture-élevage: 13,2% des surfaces

La succession est de type triennal, avec du colza près d'une année sur trois, et des céréales à paille deux années sur trois en moyenne : dans ces parcelles, le colza est suivi de deux céréales avec parfois une culture de printemps. Les pailles de la céréale précédente sont ramassées dans 60% des parcelles, et il y a au moins un apport de matière organique dans 80% des parcelles : il s'agit le plus souvent de parcelles d'éleveurs. Comme dans la stratégie précédente, le labour qui sert probablement à enfouir la fumure organique apportée, alterne avec le non labour dans la rotation dans des proportions voisines.

**Stratégie C** : Rotations plutôt longues de grande culture de type Colza-Céréale-Culture de printemps-Céréale ou Colza-Blé-Orge : 22,9% des surfaces

Avec du colza et une autre tête de rotation de printemps dans la succession, les céréales à paille sont présentes un peu plus de trois années sur six en moyenne. Les pailles de la céréale précédente sont enfouies systématiquement, et il n'y a jamais d'engrais organique. Le labour domine dans la rotation : il est pratiqué en moyenne trois années sur quatre.

**Stratégie D** : Rotations courtes et céréalières avec labour et ramassage des pailles, de grande culture de type Colza-Blé-Orge : 13,1% des surfaces

La succession est de type triennal avec du colza près d'une année sur trois, et des céréales (dont la paille est ramassée) près de deux années sur trois en moyenne. On y rencontre parfois une autre tête de rotation (culture de printemps). Il n'y a jamais d'apport d'engrais organique. Le labour est presque systématique. Cette stratégie est présente dans des parcelles relativement petites (9,5 ha en moyenne), situées dans des exploitations de taille modérée (165 ha en moyenne).

**Stratégie E** : Rotations courtes et céréalières avec labour sans ramassage des pailles, de grande culture de type Colza-Blé-Orge : 14,2% des surfaces

La succession est de type triennal avec du colza une année sur trois, et ensuite deux céréales dont les pailles sont laissées. Comme pour la stratégie D, il n'y a jamais dans ce groupe d'engrais organique et le labour est presque systématique. En revanche, il n'y a jamais de culture de printemps dans la succession.

**Stratégies Fa et Fb** : Rotations simplifiées, très courtes et sans labour, de grande culture à tendance biennale de type Colza-Blé : 22,2% des surfaces

Avec du colza plus de deux années sur six, et des céréales plus de trois années sur six, les rotations sont très courtes en tendant vers des rotations biennales avec un colza tous les deux ans. Le labour est plutôt rare avec une moyenne de l'ordre d'un labour en six ans. Aucun apport de fumure organique n'est observé sur les parcelles. Ce groupe comporte deux variantes : les parcelles où les pailles du précédent sont ramassées (Fa) ou celles où elles sont laissées (Fb). Dans les deux cas, les parcelles cultivées sont, en moyenne, relativement grandes et situées dans les plus grandes exploitations.

## B - Analyse des conduites

L'analyse permet d'identifier six conduites principales pour le colza en 2006 : elle révèle des niveaux d'intrants variables où les conduites à bas intrants sont marginales. Le tableau 3 présente les six groupes homogènes de conduite culturale pour le colza en 2006.

En résumé, 39% des surfaces en colza sont conduites de façon intensive : caractérisées par un IFT élevé, elles présentent une fertilisation modérée (groupe 3) à forte (groupe 1). Ce sont des parcelles où le colza est implanté systématiquement sans labour.

56% des surfaces en colza sont conduites avec une fertilisation modérée et un IFT moins élevé (groupes 2, 4 et 5).

Enfin, seules 5% des surfaces nationales sont conduites à bas niveaux d'intrants (groupe 6) combinant fertilisation réduite et IFT faible.

Les conduites du colza sans labour sont les plus consommatrices d'intrants.

Conduite	1	2	3	4	5	6	total
Libellé	Fertilisation élevée, semences certifiées sans labour	Fertilisation modérée, semences certifiées sur labour	Fertilisation modérée, semences fermières sans labour	Fertilisation modérée, semences fermières sur labour	Semis tardif, fertilisation modérée, semences certifiée	Fertilisation très réduite	
nombre de parcelle	229	333	376	261	220	76	1495
% surface	14,4%	23,1%	24,6%	17,9%	14,9%	5,1%	100,00%
Ecart de date de semis	-0,14	-0,2	-0,15	-0,08	0,84	-0,05	0
Densité de semis	2,2	2,3	3	3,2	2,3	2,4	2,6
Labour du colza	0	1	0	1	0,6	0,4	0,5
Type de semence	2	2	0,7	0,5	1,9	1,7	1,4
Qté azote minéral	180	169	167	166	161	51	162
IFT	6,9	6,4	6,7	6,3	5,9	5,8	6,5

**Tableau 3** : Présentation synthétique des six groupes homogènes de conduite culturale (1495 parcelles pour 987 917 ha de surface extrapolée). Seules les cinq premières variables ont servi dans la constitution des groupes. L'IFT est présenté à titre illustratif.

La description des caractéristiques des conduites est faite avec les règles de décision suivantes :

	Critère	Règle		Critère	Règle		Critère	Règle
fertilisation	Elevée	≥180	date de semis	Précoce	≤ -0,1	densité	Modérée	<3
	Modérée	de 100 à 180		Normale	de -0.1 à 0.1		Forte	≥3
	Réduite	<100 kg/ha		Tardive	≥0,1			

**Conduite 1** : « Fertilisation élevée, semences certifiées sans labour » : 14.4% des surfaces

Le colza est semé sans labour dans une conduite qui combine systématiquement semences certifiées (à faible densité) et fertilisation élevée. Elle se caractérise aussi par un fort IFT de 6,9 en moyenne.

**Conduite 2** : « Fertilisation modérée, semences certifiées sur labour » : 23.1% des surfaces.

Implanté avec labour, ce colza est semé tôt avec une semence certifiée (à faible densité) et reçoit une fertilisation modérée. Cette conduite se caractérise par une utilisation moyenne de produits phytosanitaires (IFT moyen de 6,4).

**Conduite 3** : « Fertilisation modérée, semences de ferme sans labour » : 24.6% des surfaces.

Implanté sans labour, ce colza issu de semence de ferme (à forte densité) reçoit une fertilisation azotée de synthèse modérée. Cette conduite se caractérise par un fort IFT de 6,7 en moyenne.

**Conduite 4** : « Fertilisation modérée, semence de ferme sur labour » : 17.9% des surfaces

La conduite 4 reprend les caractéristiques de la conduite 3, à l'exception du mode d'implantation : implanté avec labour, ce colza issu de semence de ferme (à forte densité) reçoit une fertilisation azotée de synthèse modérée. Cette conduite se caractérise par un IFT moyen plus faible de 6,3 en moyenne.

**Conduite 5** : « Semis tardif, fertilisation modérée et semences certifiées » : 14.9% des surfaces

Semé avec 2 semaines de « retard » sur la moyenne régionale, ce colza est produit à partir d'une semence certifiée (à faible densité), et avec une fertilisation modérée. Il se caractérise par un faible IFT de 5,9 en moyenne. La préparation du semis du colza se fait de façon équilibrée avec ou sans labour (60% et 40% respectivement).

**Conduite 6** : « Fertilisation très réduite » : 5.1% des surfaces

Ce colza issu d'une semence certifiée (à faible densité) est conduit avec une fertilisation azotée de synthèse très réduite (58 unités en moyenne). Il se caractérise aussi par un recours aux pesticides moindre avec une moyenne d'IFT de 5.8. Pour la préparation du semis du colza, le labour alterne avec le non-labour (40% et 60% respectivement).

### C - Analyse des systèmes de culture : croisement des stratégies agronomiques et des conduites

#### Répartition des surfaces selon les systèmes de culture

La figure 11 représente la répartition des surfaces cultivées par système de culture, c'est-à-dire par combinaison entre stratégie agronomique et conduite. La taille de la bulle est proportionnelle à la surface occupée. Cette représentation permet d'identifier les combinaisons les plus significatives<sup>6</sup> en surface. Ainsi, sur les trente-six systèmes de culture possibles, treize systèmes principaux représentent les 2/3 des surfaces (bulles orange). Ce sont les systèmes de culture du colza F1, F3, E2, E4, D2, D4, C2, C3, C4, C5, B3, A2, A5.

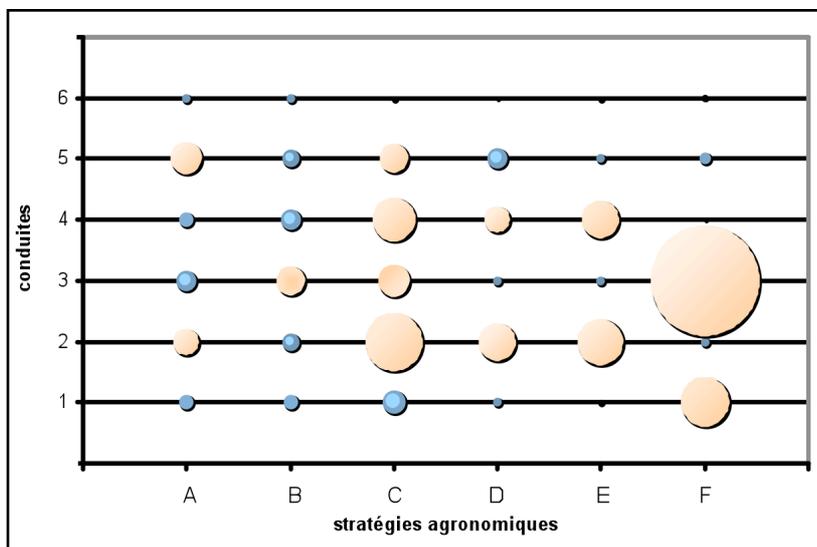


Figure 11 : représentativité en surface des systèmes de culture

<sup>6</sup> Surface supérieure à 3% du total.

On remarque par ailleurs que la stratégie C, de rotations plutôt longues avec labour fréquent, est associée de manière significative à de nombreuses conduites différentes (2, 3, 4 et 5) alors que les autres stratégies sont préférentiellement associées à une ou deux conduites uniquement. C'est particulièrement le cas pour la stratégie F, de rotations très simplifiées sans labour, associée aux conduites 1 et 3, conduites les plus intensives sans labour du colza. Les stratégies D et E (rotations courtes triennales et labour fréquent) sont reliées aux conduites 2 et 4 (labour du colza et niveau moyen d'intrants). Les parcelles en stratégie A s'associent surtout aux conduites 2 et 5. La stratégie B est uniquement associée à une conduite 3 intensive. Enfin, la conduite 6 à très bas niveaux d'intrants, très peu développée au niveau national (5% des surfaces), n'est de fait pas significativement associée à une stratégie donnée.

### Un IFT total dépendant du système de culture du colza

L'IFT total varie entre 5.6 et 7 pour les treize systèmes confondus (figure 12). Les systèmes F1 et F3 ont les IFT totaux les plus élevés en moyenne alors que les systèmes A5, C5 et D4 ont les plus faibles. En règle générale, l'IFT dépasse 6.5 pour les conduites systématiquement sans labour associées à des rotations avec labour rare (B3, F1, F3). Inversement, l'IFT des autres systèmes de culture du colza est inférieur ou égal à 6.5. Enfin dans les rotations longues et diversifiées l'IFT est particulièrement faible (A2 et A5).

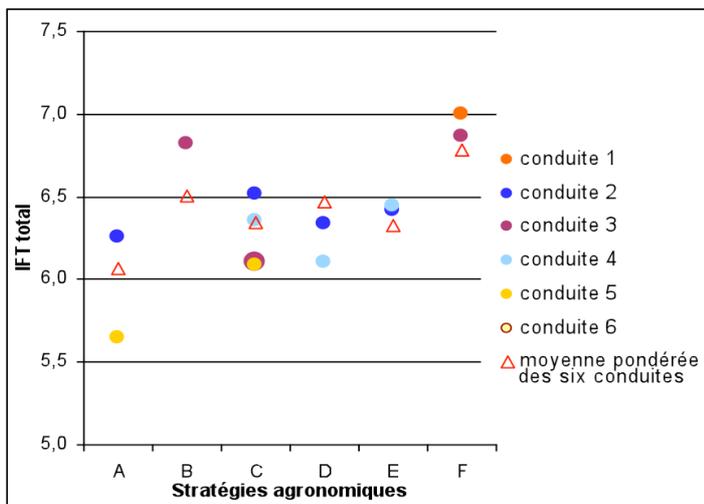


Figure 12 : IFT total moyen par système de culture

### Un IFT herbicides élevé dans les rotations courtes sans labour

L'IFT herbicides est inférieur à 1.5 dans les systèmes en rotation longue avec colza labouré (A5, C2, C5). En revanche, les systèmes associant rotations courtes, labour moins de 3.5 fois sur 6 en moyenne et colza non labouré (B3, F1 et F3) ont un IFT herbicide de plus de 2.

La combinaison d'une rotation courte de 3 ans et moins avec un colza non labouré semble ainsi s'accompagner d'un accroissement de l'usage des herbicides. A l'opposé, là où le colza est semé sur labour dans une rotation longue incluant des cultures de printemps, l'usage des herbicides est réduit. Ces pratiques traduisent une véritable réduction de l'application des herbicides consécutive à la baisse de la pression des adventices dans des rotations plus diversifiées incluant des cultures de printemps et l'usage du labour (figure 13).

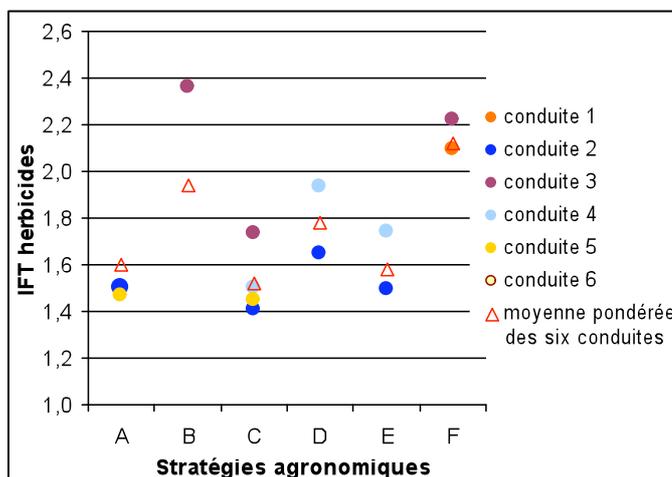


Figure 13 : IFT herbicides moyen par système de culture

### Un IFT hors herbicides corrélé à l'intensité globale de la conduite du colza

Les IFT hors herbicides varient selon les conduites plus que selon les stratégies (figure 14). En effet, il y a une assez forte corrélation entre le niveau d'intrants global et l'IFT hors herbicide. Les conduites 1 et 2, utilisant des semences certifiées associées à une fertilisation modérée à forte, sont les conduites avec les IFT hors herbicides les plus élevés. Les conduites 3 et 4 utilisant des semences de ferme, avec une fertilisation modérée ont un IFT hors herbicide dans la moyenne. Enfin, les conduites 5 et 6 avec semis tardif ou faible fertilisation azotée ont les IFT hors herbicides les plus faibles.

Cet IFT semble être géré à l'année, indépendamment des rotations. Tout se passe comme si lorsque le colza n'est pas semé tard ni sous-fertilisé, l'utilisation de semences certifiées s'accompagnait généralement d'un fort usage des insecticides et fongicides. Cela traduirait-il une forte dépendance de ces agriculteurs vis-à-vis des intrants, via l'utilisation d'un « paquet » associant semence certifiée et niveau élevé de pesticide (hors herbicides) ?

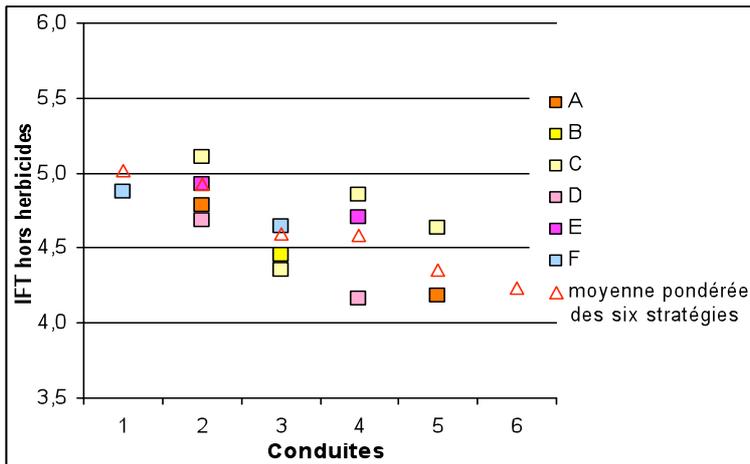


Figure 14 : IFT hors herbicides moyen par système de culture

### Efficacité des systèmes de culture

Pour chaque système de culture représentant des surfaces supérieures à 3% du total est calculé un indicateur d'efficacité du système correspondant au nombre de quintaux produits par unité d'IFT (= rendements moyens / IFT moyen). L'efficacité des pesticides est très corrélée aux stratégies agronomiques dans lesquelles s'insère le colza, quelle que soit la conduite qui lui est appliquée (figure 15).

Ainsi, les systèmes inscrits dans une stratégie A (rotations longues et diversifiées de A2 et A5) sont nettement plus efficaces que les autres systèmes avec plus de 5.5 qx de colza produit par point d'IFT. Les systèmes en rotation très courte (F1 et F3) ou courte avec colza semé sans labour (B3) ont les efficacités les plus faibles, inférieures à 4,5 qx/point.

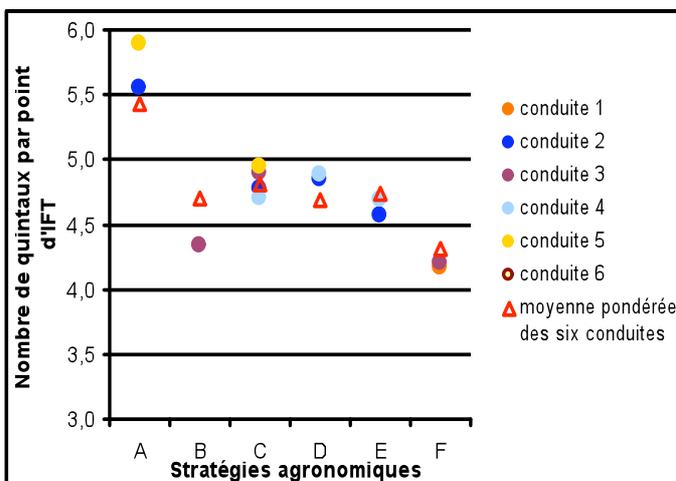


Figure 15 : efficacité des pesticides

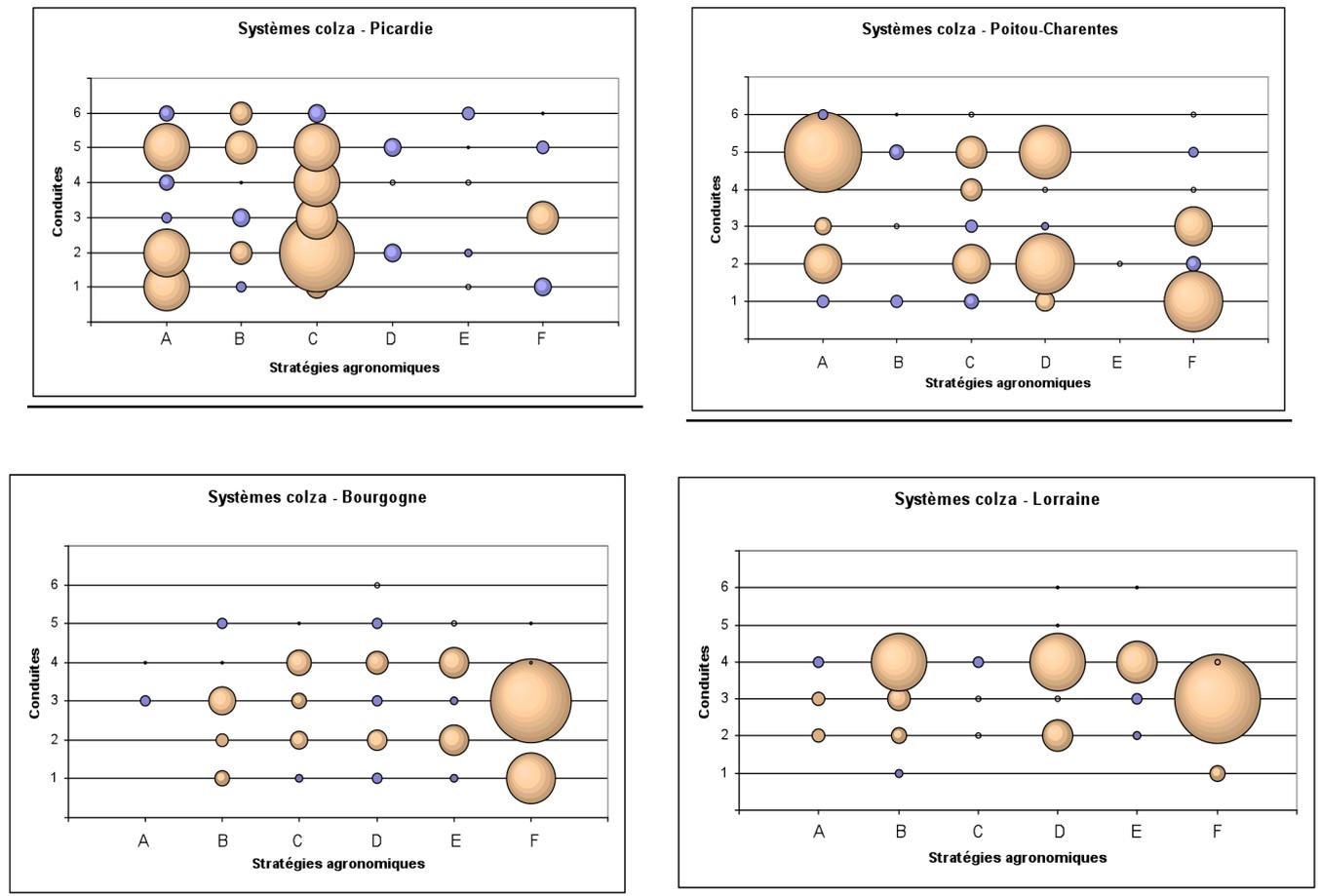
En 2006, les rotations biennales où le labour est rare et la dépendance aux pesticides est importante (F1 et F3) sont observées dans les exploitations les plus grandes. Dans leurs parcelles (plutôt grandes), l'efficacité des pesticides y est

particulièrement faible car non seulement les IFT sont importants, mais de surcroît les rendements obtenus ne sont pas élevés. Si à l'avenir, l'accroissement de la taille des exploitations se poursuit, on peut s'attendre à une progression des systèmes de culture de type F1 ou F3 qui occupent déjà 18.6 % des surfaces. On peut alors craindre une dégradation des IFT du colza dans les années à venir.

Il est donc important d'explorer et de développer des systèmes de culture en non labour, qui soient économes en intrants.

### Déclinaison régionale : quelques exemples

Ce cadre générique d'analyse des modes de conduites sur colza a été décliné au niveau régional. Cette déclinaison permet de repérer des profils très différents selon les régions, avec des accentuations du poids de certains systèmes, ou des absence d'autres, du fait des caractéristiques particulières en termes de milieu et de paysage agricole. Associée à une expertise locale, cette analyse permet de pallier pour partie l'absence dans la base « pratiques agricoles » du SSP de données caractérisant le milieu.



Figures 16 : comparaison du « profil systèmes de culture » de quatre régions administratives : Picardie, Poitou-Charentes, Bourgogne et Lorraine

### 3.4.2. Typologie de conduite sur blé

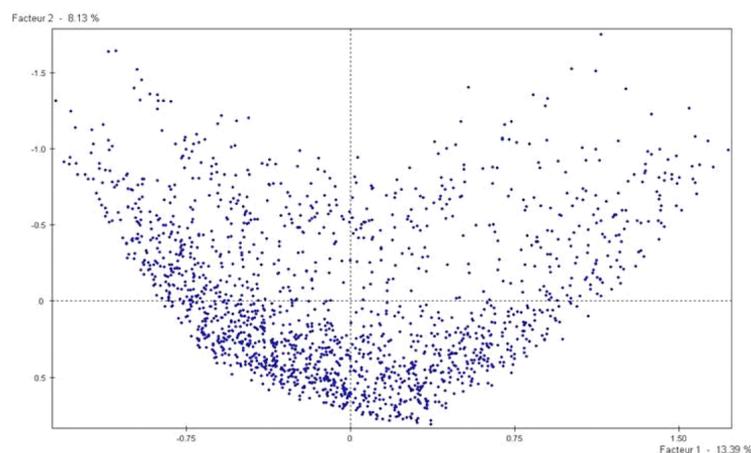
Pour rechercher les facteurs explicatifs des variations des IFT<sup>7</sup>, et identifier des stratégies agronomiques de protection du blé tendre d'hiver permettant de diminuer la pression parasitaire et donc le recours aux produits chimiques, une méthode proche de celle proposée par Champeaux (2006) a été mise en œuvre (Torloting, 2008), s'appuyant sur des Analyses Factorielles des Correspondances Multiples (AFCM) suivies d'une Classification Ascendante Hiérarchique

<sup>7</sup> Etude réalisée sur 5 départements de 1994 à 2006 : Seine et Marne, Yonne, Eure et loir, Marne et Somme

(CAH). Des hypothèses agronomiques de stratégie de protection du blé tendre d'hiver ont été établies pour créer des modalités pertinentes. Deux typologies ont été pratiquées : une typologie agronomique avec en variables actives les paramètres de la lutte agronomique, une typologie « chimique » avec en variables actives les paramètres se rapportant à la lutte chimique.

L'IFT s'est révélé un bon indicateur de lutte chimique. Le graphique obtenu montre une forme parabolique appelé l'effet Guttman (graphique 3). Cette configuration se rencontre lorsque les deux variables sont ordinales et classent les sujets de la même façon. Ainsi trois profils ressortent de cette typologie : les IFT forts, les IFT faibles et les IFT moyens qui correspondent à trois situations différentes :

- Objectif de rendement assuré par une utilisation intensive des produits phytosanitaires,
- Conditions de culture favorables à une pression parasitaire forte,
- Pratiques culturales favorables à une pression faible tendant l'IFT vers une valeur faible.



Graphique 3 : effet Guttman

Cette typologie « chimique » a aussi montré que le potentiel des terres et la taille de l'exploitation sont des paramètres importants dans la variation de l'IFT global par parcelle. En effet les grandes exploitations à fort potentiel de rendement principalement situées dans la Somme, la Marne et la Seine et Marne ont plus recours aux traitements chimiques que les terres à petit rendement (Yonne). Tous les types de traitements sont utilisés et en forte quantité pour assurer une protection totale de la culture (voir annexe 4).

En revanche, l'IFT ne s'est pas révélé être un bon indicateur des profils agronomiques. La relation entre les profils et l'IFT n'a pas pu être établie, car pour chaque profil la moyenne de l'IFT global est proche de la moyenne de l'IFT de l'échantillon, et les écarts-types associés sont élevés.

Dans un second temps, une analyse par segmentation de l'échantillon a été réalisée en répartissant les 5559 parcelles de l'échantillon selon le niveau d'IFT global et le rendement : ainsi les 5559 parcelles ont été réparties en quatre échantillons constitués de (tableau 4) :

- une 1<sup>ère</sup> segmentation des parcelles sur la base des IFT, conduisant à 2 groupes : celui des IFT parmi les 20% les plus élevés et celui des IFT parmi les 20% les plus faibles.
- ces échantillons ont ensuite été croisés avec les 20% de parcelles avec les meilleurs rendements et les 20% de parcelles avec les plus faibles rendements.

## Caractérisation des pratiques de protection des cultures

Echantillon	Paramètres	20% RDT max	20% des RDT mini	autre
Echantillon contenant les 20% d'IFT les plus forts	Nb parcelle	329	96	688
	IFT Global	7,26	7,15	7,17
	IFT Fongicide	2,89	2,55	2,77
	IFT Herbicide	1,69	2,03	1,82
	IFT Insecticide	1,28	1,21	1,25
	IFT RC	1,35	0,97	1,17
	Rendement	100	62	83
	Unité d'azote apportée/ha	199	191	197
Echantillon contenant les 20% d'IFT les plus faibles	Nb parcelle	95	482	533
	IFT Global	2,99	2,54	2,82
	IFT Fongicide	1,38	1,19	1,34
	IFT Herbicide	0,79	1,06	0,91
	IFT Insecticide	0,19	0,14	0,13
	IFT RC	0,65	0,15	0,46
	Rendement	97	57	80
	Unité d'azote apportée/ha	198	170	187

NB : IFTRC = IFT des régulateurs de croissance

**Tableau 4 :** Répartition des deux échantillons et valeurs des IFT en fonction des rendements les plus élevés et les plus faibles des 5559 parcelles. *Cadre rouge: groupe 1 (IFTfort et rendements forts) ; cadre bleu : groupe 2 : IFT faible et rendement forts ; groupe 3 : cadre orange : IFT forts et rendement faibles ; Groupe 3 : cadre vert : IFT faibles et rendement faibles*

On constate qu'il existe des parcelles à fort rendement et à faible IFT (95 parcelles) et des parcelles à faible rendement et à fort IFT (96 parcelles).

Les paramètres communs à ces deux échantillons sont que la majorité des parcelles de chaque échantillon a une surface inférieure à 15 hectares, et fait partie d'exploitations ayant une SAU totale comprise entre 100 et 200 hectares. Ces parcelles sont placées sur des terres à faible risque de fusariose et oïdium, tandis que le risque piétin verse est plus élevé. Au niveau des pratiques culturales, 70% des parcelles de chaque échantillon sont labourés et ont reçu entre 2 et 4 interventions de travail du sol. La date de semis est normale à tendance précoce, et la densité de semis se situe entre 140 et 180 grains au m<sup>2</sup>. Les variétés utilisées sont moyennement sensibles aux maladies. Plus de la moitié des exploitants n'utilisent pas de traitements Gaucho lors du semis, et ne consultent pas les Avertissements Agricoles pour raisonner les traitements fongicides.

Les paramètres qui les différencient :

- Pour l'échantillon à faible IFT et rendement élevé : la majorité des parcelles est située dans la Marne et la Somme et 70% d'entre elles sont des pratiques d'après 2001 montrant une tendance des exploitations à diminuer l'utilisation des produits phytosanitaires. Ce phénomène peut être expliqué aussi par une augmentation des prix des produits phytosanitaires depuis ces années. 70% des parcelles ont un précédent culture de printemps (pois, maïs ou betterave) et un anté-précédent blé (50%) ou escourgeon (10%). Toutes les parcelles reçoivent plus de 150 unités d'azote, dont la moitié sont à plus de 200. La majorité des parcelles est semée avec des variétés résistantes à la verse, ce qui expliquerait un IFT<sub>parcelle</sub> régulateur de croissance relativement faible pour la quantité d'azote apportée. L'IFT<sub>insecticide</sub> est relativement faible, en raison d'une faible pression parasitaire ces années-là. L'IFT<sub>fongicide</sub> contribue à 50% de la valeur de l'IFT global des parcelles. Bien qu'il soit en dessous de la moyenne des départements, il est encore possible de le faire diminuer. En effet, plus de la moitié des parcelles sont semées avec des variétés moyennement résistantes aux maladies du feuillage, sensibles au piétin verse et résistantes à l'oïdium, et la moitié des exploitants ne consultent pas les Avertissements Agricoles.
- Pour l'échantillon à faible rendement et à IFT global élevé : 50% des parcelles sont situées dans l'Yonne et 22% dans la Seine et Marne. L'Yonne présente beaucoup de terres à cailloux, ce qui expliquerait les faibles rendements. 75% de parcelles sont issues des années 1995, 1996, 2001 et 2006. L'année 2001 est caractérisée par de fortes pressions de maladies, d'insectes et d'adventices car elle fait suite à deux années pluvieuses. 70% des parcelles ont un précédent culture d'automne (blé ou colza), les autres ont un précédent pois et un anté-précédent soit printemps avec de l'orge soit automne avec du blé. Il est à noter que 10% des parcelles ont reçu pendant 3 ans une culture de blé tendre d'hiver. La pratique de ces successions favorise fortement la pression des adventices et des maladies. La succession orge et blé favorise les phénomènes de résistances des adventices vis-à-vis des produits (utilisation répétée de produits ayant les mêmes modes d'action) et le salissement des parcelles. Pour lutter contre les adventices, il faut diversifier et allonger la rotation avec l'introduction de cultures de printemps. En cas de présence de Ray-grass résistant, l'implantation d'orge de printemps reste toutefois difficile car les herbicides utilisables ont le même mode d'action que ceux appliqués sur

céréales d'hiver. Ces parcelles sont à forte pression de mauvaises herbes et à IFT<sub>herbicide</sub> élevé. On suppose que les exploitants ont dû mal gérer le désherbage et qu'il est difficile de diminuer la pression des mauvaises herbes.

Dans l'échantillon à rendement élevé et IFT élevé se trouvent des parcelles des départements de la Somme et de la Marne. Comparées aux parcelles de l'échantillon rendement élevé et IFT faible, on constate assez peu de raisonnement, que ce soit au niveau du choix des variétés ou de l'adaptation des itinéraires de protection des cultures. En revanche le dernier échantillon, niveau de rendement faible et IFT peu élevé, semble représenter des parcelles dont les agriculteurs ont adapté l'itinéraire technique au potentiel du milieu.

#### Interprétation

Cette segmentation permet de constater que des marges de progrès existent dans un grand nombre de cas pour diminuer l'utilisation des produits phytosanitaires. Ce qui paraît le plus facile à modifier concerne les pratiques de protection des cultures dans les parcelles à rendement élevé et IFT élevé. Il faudra néanmoins identifier les raisons de ces pratiques de protection intensive, mais en suivant l'exemple de l'échantillon à rendement élevé et IFT faible, on peut considérer que les marges de progrès dans le raisonnement des intrants chimiques pourront être facilement atteintes.

Il sera plus difficile de diminuer les IFT élevés des parcelles à faible rendement. Il s'agit de systèmes de culture dans des milieux à potentiel réduit avec des contraintes agronomiques fortes : terrains argilo-calcaires superficiels, terre à cailloux, rotations courtes et à base de cultures d'hiver où l'allongement peut être parfois difficile. Il serait néanmoins nécessaire d'allonger les rotations pour baisser la pression des mauvaises herbes et ainsi diminuer l'IFT<sub>herbicide</sub>. Les autres IFT pourraient plus facilement diminuer, notamment l'IFT<sub>fongicide</sub> qui est aussi élevé que celui des parcelles à rendement élevé et IFT important, et donc bien plus élevé que celui des parcelles à rendement élevé et à IFT faible.

### 3.4.3. Typologie de conduite en désherbage betterave

Des analyses statistiques multi-variées (ACP et CAH) ont été menées afin de typer les modes de conduite du désherbage en betterave. L'étude a été menée sur 450 parcelles, appartenant chacune à une exploitation différente, enquêtées en 2008. L'IFT a été utilisé comme variable complémentaire, c'est-à-dire n'est pas inclus dans l'analyse.

#### Encadré : Définitions des variables prises en compte pour définir l'itinéraire betterave

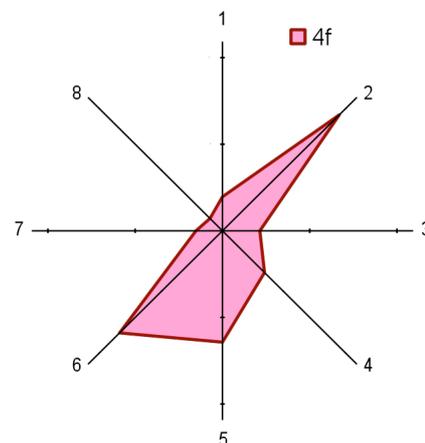
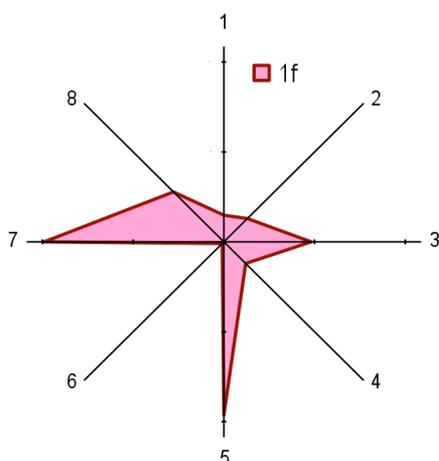
Nombre de passages de post levée hors antigaminées, antichardons et antilaïterons	Post_vrais
Nombre de passages en post semis prelevée	Pre
Au moins 1 binage sur toute la parcelle oui / non = 0/1?	Binage
Nombre d'Herbicides Non Sélectifs avant betterave	HNS
Au moins une adventice repérée à la récolte oui / non = 0/1	ADV
Quantité de phenmédiaphame apportée par passage	Dose_pmp
Nombre de passages en antigaminées ou antichardons	antigr_passages
Intervalle entre le semis et le premier passage herbicide en somme des températures moyennes	semis_T1
Nombre d'herbicides racinaires différents utilisés	nbre_non_standard
Type de pulvérisateur utilisés (porté, tracté, automoteur) (valeurs 1 ou 2 ou 3)	type_pulve
Type de buses utilisées (standard/réduction dérive) (valeur 0 ou 1)	type_buses
Volume de bouillie herbicide apportée à l'hectare	volume_herbi
Taux d'utilisation des phenmédiaphames génériques	%_pmp_generiques
Coût du programme de désherbage de post	coût_post_desh

Les outils statistiques utilisés ont permis de distinguer 5 groupes caractérisés par la mise en œuvre combinée des différents leviers que la technique betteravière a développé pour permettre aux agriculteurs betteraviers de gérer efficacement leur désherbage. Au sein de chacun des groupes la variabilité des IFT reste importante mais les écarts entre groupes sont significatifs (tableau 5). Chacun des groupes de la typologie désherbage peut ainsi être caractérisé par un IFT moyen ou un IFT médian, bien que de fortes variations subsistent au sein même de chacun des groupes.

	Groupes					Total échantillon
	1	2	3	4	5	
Nom des groupes	1f	2m	3m	4f	5F	
Niveau d'IFT relatif	faible	Moyen+	Moyen-	faible	fort	
Groupe (Duncan / Analyse des différences entre les modalités IC 95%)	C	B	B	C	A	
1er Quartile	1.505	1.652	1.583	1.475	2.038	1.623
Médiane	<b>1.855</b>	<b>2.117</b>	<b>1.895</b>	<b>1.752</b>	<b>2.372</b>	<b>2.011</b>
3ème Quartile	2.168	2.502	2.482	2.150	2.751	2.431
Moyenne	<b>1.787</b>	<b>2.137</b>	<b>2.080</b>	<b>1.823</b>	<b>2.398</b>	<b>2.068</b>

Tableau 5 : IFT et variations autour de la moyenne des 5 groupes

Les groupes 1f et 4f se caractérisent l'un et l'autre par un IFT faible. Mais les stratégies désherbage au sein de ces groupes sont très différentes, comme le montrent les radars suivants.



#### Légende des axes

- 1 IFT
- 2 %Binage
- 3 cout\_post\_desh
- 4 nbre\_non\_standard
- 5 volume\_herbi
- 6 %\_pmp\_generique
- 7 PRE
- 8 nbre\_antigr

Les valeurs sont données en indices centrés autour de la moyenne.

Les tirets sur les axes indiquent, du centre vers la périphérie, les valeurs les plus faibles, les valeurs moyennes et les valeurs les plus élevées, l'indice moyen et l'indice maximum

Par exemple le groupe 1f présente un IFT faible par rapport à la moyenne et un volume de bouillie élevé.

Le **groupe 1f** représente 10% de l'échantillon. Il est caractérisé par un recours important à la prélevée et aux produits pré-formulés, peu de passages de post, d'antigraminées et d'HNS. Les coûts du programme de post restent modérés et la première intervention de post est assez tardive. Les doses de phenmédiphame sont assez faibles. **Le temps passé** au désherbage est assez réduit qu'il s'agisse de la préparation des traitements (produits préformulés, peu de variété dans les produits) ou du nombre de passages, d'autant que le binage est peu pratiqué. La pratique de la prélevée permet une souplesse dans les dates d'intervention.

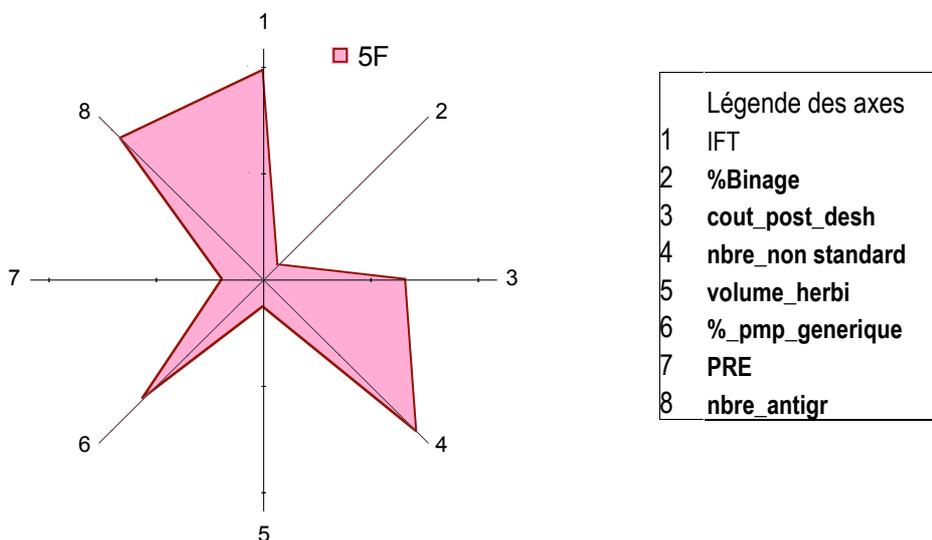
Ce groupe contient de nombreuses exploitations de polyculture élevage dont la SAU et la surface en betterave sont réduites. Les techniques employées (pré et produits préformulés), simples et sécuritaires, nécessitent peu de passages, ce qui traduit soit un salissement modéré des parcelles soit une moindre exigence dans le résultat. La structure de l'exploitation justifie ces choix techniques et le résultat est satisfaisant. Le facteur limitant est le temps disponible (peu de binage). Ce groupe est sureprésenté dans **le Nord Pas de Calais** (il représente 28% des agriculteurs betteraviers du Nord Pas de Calais de l'échantillon), il est totalement absent en Marne-Ardennes et peu présent dans l'Aisne.

**Le groupe 4f** représente 23% de l'échantillon. Il est caractérisé par un nombre de passages de post levée élevé. Le faible recours à la prélevée, aux antigraminées et aux HNS ainsi que l'utilisation de produits génériques permet là aussi une maîtrise des coûts. Un temps important est consacré au désherbage, préparation des traitements, passages herbicides et binage. Les doses de phenmédiophame sont assez élevées mais les programmes restent simples, ils ne mettent pas en jeu une grande diversité de produits.

Les exploitations de ce groupe sont de taille moyenne, on y trouve beaucoup de petites exploitations. Les cultures y sont diversifiées (pomme de terre en particulier) mais les betteraves reviennent assez souvent sur les mêmes parcelles. Ces exploitations sont efficaces en général comme le montre la moyenne de rendement, la plus élevée des 5 groupes. Le travail du sol est fréquent, labour, déchaumage, binage. Les choix techniques sont prudents (volume de bouillie, buses) et bien adaptés au résultat. Le faible taux d'antigraminées indique un salissement maîtrisé.

Ce groupe est surreprésenté en Marne Ardennes (49% des agriculteurs betteraviers de Marne-Ardennes appartiennent à ce groupe) mais peu présent en Aube-Yonne. Il est également peu représenté dans l'Oise-Val d'Oise.

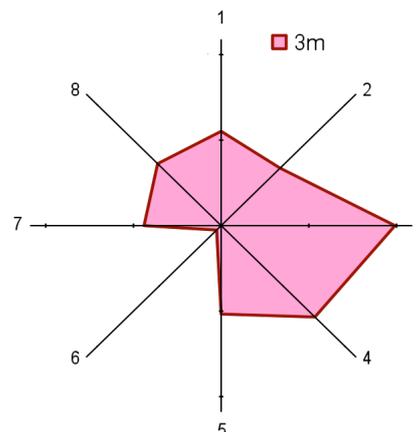
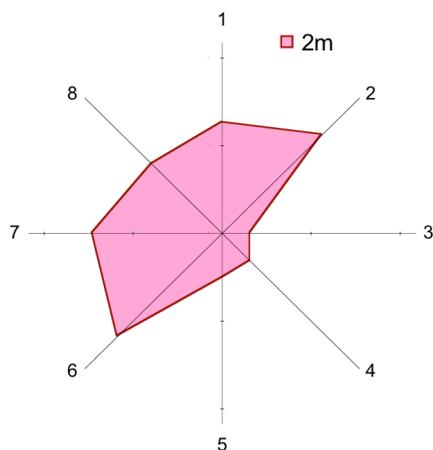
**Le groupe 5F présente le plus fort IFT<sub>PC</sub> des 5 groupes (2,34) soit 34% de plus que le groupe à l'IFT le plus faible.** Ce groupe est très typé puisque que pour 8 variables sur 14 il présente une des valeurs extrêmes.



Dans ce groupe qui compte 19% des agriculteurs de l'échantillon, la première intervention de post levée est la plus **précoce** et c'est le groupe qui fait le **plus de passages de post** et de passages d'**antigraminées**, conduisant à un coût global du désherbage de post parmi les plus élevés. Il présente le programme le plus complexe (nombre de non standard) et bine peu (mais à peine moins que le groupe 1f qui présente un IFT faible). Le recours important aux antigraminées montre des situations de salissement important et sans doute une flore adventice compliquée pour justifier le recours à une panoplie d'herbicides. Le matériel de pulvérisation est plutôt haut de gamme puisque c'est là qu'on trouve le plus d'automoteurs de pulvérisation mais l'utilisation de buses à limitation de dérive, qui ne sont pas toujours bien adaptées au désherbage betterave, peut limiter l'efficacité des traitements. Les volumes de bouillie sont les plus faibles (113 l / ha) ce qui rend là aussi les pulvérisations plus sensibles aux conditions climatiques. Les doses de phenmediphame sont assez élevées.

Le groupe 5F est présent dans toutes les régions et particulièrement bien représenté dans l'Aisne (il représente 30% des agriculteurs betteraviers de ce département dans l'échantillon). Il est peu représenté dans le Nord Pas de Calais mais il y est présent (9% des planteurs de la région). Dans ce groupe les très grandes surfaces sont surreprésentées. La diversification des cultures y est faible et cette spécialisation céréalière sur de grandes surfaces induit des contraintes liées au temps disponible. Les pratiques innovantes sont bien représentées : non labour, azote localisé, volume de bouillie, buses anti dérive. La recherche de limitation des coûts implique le recours à des fertilisations organiques et donc la mise en place de couverts d'interculture. Les graminées sont présentes, sans doute en lien avec la pratique du non labour, ce qui augmente les passages en herbicides non sélectifs et en antigraminées.

**Les groupes 2m et 3m, à IFT moyen** ont peu de caractéristiques marquées, ils sont proches de la moyenne (ou de la médiane) pour la majorité des variables et ne présentent des valeurs extrêmes que pour respectivement 3 et 2 variables. Ils sont cependant dissemblables et c'est au sein de chacun de ces 2 groupes que l'hétérogénéité est la plus forte.



**Légende des axes :** 1 : IFT - 2 : %binage – 3 : coût post desh – 4 : nbre non standard – 5 : volume herbi – 6 : % pmp générique – 7 : PRE – 8 : nb antigram

Le **groupe 2m (23% de l'effectif)** pratique fortement la pré levée, il utilise des produits simples, dans des programmes plutôt simples (peu de diversité dans les produits non standard) et obtient donc des coûts de programme herbicide faibles. Environ un tiers des agriculteurs de ce groupe bine. L'utilisation de doses élevées associée à la pré et à un nombre de passages d'antigraminés non négligeable entraîne un IFT supérieur à la moyenne (2,14) mais cet IFT reste inférieur à l'IFT du groupe 5F (2,4) essentiellement grâce à un nombre de passages de post « vrais », c'est-à-dire à base de phenmediphame inférieur à la moyenne. Ce nombre faible est sans doute à relier à la pratique du binage.

Ces agriculteurs sont sans doute dans des situations de salissement potentiel non négligeable nécessitant le recours à l'ensemble de la panoplie des méthodes disponibles : pré, doses, HNS, antigraminées, binage. L'association de l'ensemble de ces méthodes permet de maintenir l'IFT à un niveau moyen. Le recours supérieur à la moyenne aux buses anti dérive peut être facteur de moindre efficacité.

Ce groupe est surreprésenté en Alsace (64% des agriculteurs alsaciens de l'échantillon), en Normandie (45 % des agriculteurs normands de l'échantillon) et en Oise Val d'Oise (36 % des agriculteurs de cette région). Il est sous représenté en Marne-Ardennes. Dans ce groupe, les grandes exploitations sont nombreuses et les surfaces en betterave sont élevées, mais la charge en betterave n'est pas excessive. On y trouve des exploitations avec des assolements à risque, retour biennal des betteraves. Malgré un fort taux d'utilisation de la pré, on constate une conduite plutôt économe en post avec un programme de désherbage simple. La densité de semis traduit également la recherche d'un ajustement technique des coûts, de même que les apports limités d'engrais minéraux.

Le **groupe 3m (25% de l'échantillon)** est surtout caractérisé par son recours important aux **produits pré-formulés** ce qui, associé à un nombre de passages assez important, entraîne non seulement des coûts élevés mais aussi un IFT au dessus de la moyenne. Ce groupe complexifie également le désherbage par le recours à de nombreux produits différents, souvent plus coûteux. La pratique du binage y est moyenne ainsi que le recours à la pré. Le moindre recours au HNS peut indiquer un risque de salissement peu présent avant semis.

Ce groupe est surreprésenté dans l'Aube-Yonne (60% des agriculteurs de la région). Dans ce groupe, la SAU des exploitations est inférieure à la moyenne et les surfaces en betterave sont peu importantes, c'est le groupe où les betteraves reviennent le moins souvent sur les mêmes parcelles. Les cultures y sont cependant moyennement diversifiées. La maîtrise des coûts n'est pas la règle puisque aussi bien pour le désherbage (produits préformulés) que pour la fertilisation (apport azoté) et pour le semis (densité et TS) les choix majoritaires sont coûteux à l'hectare.

Cette typologie basée sur les pratiques de désherbage permet d'identifier non seulement des **marges de manœuvre techniques**, mais aussi d'intégrer les **logiques des exploitations** dans leur mise en œuvre pour une meilleure adéquation et chances de réussite.

Ainsi, les efforts de développement devraient se porter sur le groupe 5F. Dans ce groupe, la mauvaise maîtrise technique de certaines pratiques nouvelles est sans doute à l'origine d'une forte pression adventices qui induit donc une forte utilisation des produits de protection des plantes. Mieux appréhender les conditions de traitements, mieux gérer le salissement d'interculture lié au non labour sont des pistes qui peuvent impacter les IFT de ces exploitations. Par contre

la structure des exploitations se prête mal au binage à moins que des bineuses nouvelle génération n'augmentent la rapidité des chantiers.

Dans le groupe 1f, la conduite de la culture est en cohérence avec la structure d'exploitation. La betterave est marginale et l'investissement technique limité. Néanmoins les résultats sont satisfaisants par rapport aux investissements en temps et en coûts réalisés.

Le groupe 2m utilise la prélevée comme le groupe 1f pour sécuriser la protection herbicide. Un meilleur ajustement aux conditions de la parcelle pourrait être recherché et également un développement du binage, qui est déjà utilisé. Le salissement en graminées est source de pression herbicide. L'utilisation de buses anti-dérive est à surveiller, leur performance technique peut être insuffisante sur des adventices de petite taille. Il pourrait être recherché des solutions alternatives aux rotations biennales qui, bien que très marginales existent dans ce groupe.

Dans le groupe 3m, il semble que des gains économiques puissent être réalisés sur les postes de fertilisation, de semences et de désherbage. Pour le désherbage, la gestion des apports azotés par un meilleur ajustement aux besoins réels peut être une piste mais l'accompagnement technique de l'ensemble de l'itinéraire désherbage est à renforcer. Dans ce groupe le binage peut être développé puisque le temps disponible n'est pas le facteur limitant.

Le groupe 4f semble dans une situation satisfaisante en terme de pression adventices et donc d'IFT, situation due à la vigilance apportée au programme herbicide. Le faible taux d'antigraminées prouve un bon contrôle du salissement. Ce groupe pourrait encore développer le binage.

Cette typologie a permis de décrire 5 stratégies de conduite du désherbage betterave assez différentes. Bien que chaque stratégie peut être associée à des niveaux relatifs d'IFT faibles moyens et forts, il n'est pas possible de relier chaque stratégie à un niveau d'IFT car la variabilité des IFT est grande au sein de chaque groupe. La description des stratégies mises en œuvre ne permet pas de prédire le niveau d'IFT qui va être atteint car d'autres facteurs entrent en jeu qui n'ont pas été appréhendés par l'enquête en particulier la pression adventices à la parcelle.

### 3.4.3. Typologie de conduite en vergers de pommiers

A partir des enquêtes en 2008 auprès de 63 producteurs dans trois régions productrices de pommes : le Sud Ouest, le Sud Est et le Val de Loire, nous avons tenté de dégager des groupes de producteurs qui conduisent des stratégies de protection similaires et pour lesquels certaines variables semblent explicatives.

Vingt-quatre critères de diversité ont été choisis parmi les informations recueillies à travers les enquêtes et les calendriers de traitements. Il s'agit de variables quantitatives ou qualitatives, regroupées en classes, comme par exemple, la surface en pommier de l'exploitation, le recours à la confusion sexuelle, etc.. Elles sont listées dans l'annexe 5. L'analyse statistique a été conduite comme pour les autres cultures à partir d'une ACM et d'une CAH (Voir démarche scientifique).

Dans le cas de la **lutte contre le carpocapse**, dix variables ont été étudiées : la région de production qui définit la pression du carpocapse, le type de lutte contre la carpocapse (conventionnel, conventionnel combiné à la confusion sexuelle, production en Agriculture Biologique), la mise en place ou non de mesures prophylactiques contre le carpocapse, la façon de gérer les fruits tombés au sol, le nombre d'ovicides et de larvicides employés sur une saison, ainsi que les valeurs des quatre indicateurs de pression d'utilisation des produits phytosanitaires ciblés contre le carpocapse. Deux groupes se dégagent où la valeur des indicateurs de pression d'utilisation des produits phytosanitaires est en relation avec la pression du ravageur, et le type de protection (tout chimique, confusion sexuelle et micro-organismes, confusion sexuelle et traitements chimique). Un troisième groupe ressort, sans que la pression carpocapse soit une variable explicative. Les deux critères qui se retrouvent dans ce groupe mettent en avant la mise en œuvre de mesures prophylactiques et la confusion sexuelle. Dans ce cas, les quatre indicateurs de pression d'utilisation des produits phytosanitaires ciblés contre le carpocapse sont faibles.

Caractéristique des 3 groupes « stratégie carpocapse »

- **Groupe 1** : dans les situations à pression carpocapse plus importantes, avec une protection contre le carpocapse uniquement chimique ou conduite selon le cahier des charges Agriculture Biologique en combinant la confusion sexuelle et des produits à base de microorganismes, le nombre de larvicides appliqués se situe entre 5,5 et 8 et les quatre indicateurs de pression d'utilisation des produits phytosanitaires ciblés contre le carpocapse sont les plus élevés.

- **Groupe 2** : il regroupe les producteurs qui mettent en place une protection contre le carpocapse combinant les traitements chimique et la confusion sexuelle. Dans ce cas, le calcul des quatre indicateurs de pression d'utilisation des produits phytosanitaires ciblés contre le carpocapse donne des valeurs moyennes. Il s'agit généralement des situations à pression carpocapse plutôt moyenne.
- **Groupe 3** : il correspond aux producteurs qui mettent en œuvre le plus possible de mesures prophylactiques pour réduire les populations de carpocapse, qui utilisent maximum deux larvicides sur une campagne et mettent en œuvre la confusion sexuelle. Dans ce cas, les quatre indicateurs de pression d'utilisation des produits phytosanitaires ciblés contre le carpocapse sont faibles.

L'analyse des **stratégies tavelure** repose sur l'analyse de quinze variables : la région de production avec sa pression potentielle en tavelure, le type de raisonnement pour la stratégie fongicide, l'alternance des familles chimique et le choix entre les fongicides à mode d'action « contact », « pénétrant » ou/et « systémique », le fait ou non de continuer la protection sur les contaminations secondaires, la mise en œuvre ou non de moyens pour réduire l'inoculum, la sensibilité variétale, ainsi que les quatre indicateurs de pression d'utilisation phytosanitaire. Trois autres groupes de producteurs sont identifiés. Pour deux d'entre eux, la pression de tavelure semble également être déterminante et en lien avec la valeur des indicateurs de pression. Par contre, les indicateurs de fongicides les plus élevés se retrouvent chez les producteurs qui basent leur raisonnement sur l'observation et leur connaissance du verger, qui mettent en œuvre une alternance des familles de fongicides et qui réalisent également la réduction de l'inoculum de tavelure à l'automne. Et d'autre part, ceux qui ont des indicateurs fongicides moyens sont également ceux qui maintiennent une protection fongicide sur les contaminations secondaires. Le troisième groupe est celui qui associe les résistantes tavelure et des faibles indicateurs de pression.

Caractéristique des 3 groupes « stratégie tavelure » :

- **Groupe 1** : dans les situations à pression de tavelure forte, les producteurs qui basent leur raisonnement sur l'observation et leur connaissance du verger, qui mettent en œuvre une alternance de plus de cinq familles de fongicides et qui en conséquent utilisent de nombreux produits à mode d'action « contact » (plus de 30), « pénétrants » (plus de 5) et/ou « systémiques » (plus de 5), mais qui réalisent également la réduction de l'inoculum de tavelure, sont ceux qui ont les indicateurs fongicides les plus élevés.
- **Groupe 2** : il regroupe les producteurs qui emploient un nombre moyen de produits à mode d'action « contact » (entre 15 et 30) et « systémique » (entre 1 et 5), mais qui maintiennent une protection anti-tavelure au mois de juillet sur les contaminations secondaires. Le calcul des indicateurs fongicides donne des indices de valeur moyenne. La pression de tavelure ne semble pas être déterminante.
- **Groupe 3** : dans ce troisième groupe, quand la pression de tavelure est plutôt faible et sur des vergers à variétés résistantes Tavelure, on retrouve des producteurs qui alternent peu les familles de fongicides (moins de 5), qui emploient peu de produits de contact (moins de 15) et pénétrants (maximum 2). Les indicateurs fongicides sont alors faibles.

Une dernière typologie, relative au **choix des produits phytosanitaires** a été réalisée sous l'angle de neuf variables, portant à la fois sur la région de production, la taille des exploitations, la part en pommier par rapport à la SAU, la répartition des parcelles d'une exploitation, le type de production (conventionnel ou en Agriculture Biologique), la prise en compte des aspects toxicologiques ou écotoxicologiques d'un produit, le nombre de substances actives employées sur une campagne et classées toxiques ou néfastes pour le milieu aquatique, le pourcentage de substances actives classées d'un point de vue ECOTOX par rapport au nombre de substances actives non classées, le pourcentage de substances actives d'origine « naturelle » ou « minérale » sur l'ensemble des substances actives utilisées.

La typologie du choix des produits phytosanitaires décrit quatre groupes :

- **Groupe 1** : Dans ce groupe, se retrouvent à la fois les exploitations avec des surfaces plutôt importantes en pommier (> 25 ha), avec des situations de pression de tavelure aussi plus importantes, des indicateurs globaux élevés, l'emploi d'un nombre plus élevé de produits phytosanitaires avec un profil écotoxicologique plus élevé et une utilisation de produits d'origine minérale, voire naturelle plus faible.
- **Groupe 2** : Cela concerne les exploitations moyennement spécialisées en pomme, qui ont des indicateurs globaux faibles, et qui choisissent leur produit en fonction de leur toxicité. La part des produits d'origine minérale et/ou naturelle est plutôt importante.
- **Groupe 3** : Ce groupe correspondant à la production en Agriculture Biologique, avec des exploitations de petite taille, qui présentent des indicateurs globaux faibles, à l'exception de l'indicateur QSA, qui utilisent peu de produits classés dangereux pour l'environnement et beaucoup de produits d'origine minérale ou naturelle.

- **Groupe 4** : Se dégagent dans ce groupe les exploitations avec des vergers en pommier de faible taille (< 10 ha) et peu spécialisés en pomme, à pression tavelure plus faible, avec des indicateurs globaux faibles à moyens, qui utilisent peu de substances actives classées dangereuses pour l'environnement et qui appliquent un nombre moyen de produits d'origine minérale ou naturelle.

### 3.4.5. Typologie de conduite en systèmes d'élevage

L'analyse a été réalisée sur les conduites du maïs ensilage de 54 exploitations d'élevage enquêtées entre 2005 et 2006 dans trois bassins de production laitière différents : Bretagne-Pays de la Loire, Nord-Picardie et Pyrénées-Atlantiques. Afin d'analyser les données, il a été choisi de les classer en deux groupes égaux de 27 exploitations chacun. Ces groupes ont été réalisés en fonction du pourcentage de maïs ensilage dans la SFP de l'exploitation, soit :

- Groupe 1 : < 37 % de maïs dans la SFP
- Groupe 2 : > 37 % de maïs dans la SFP

#### 3.4.5.1 Analyse des différences entre les deux groupes

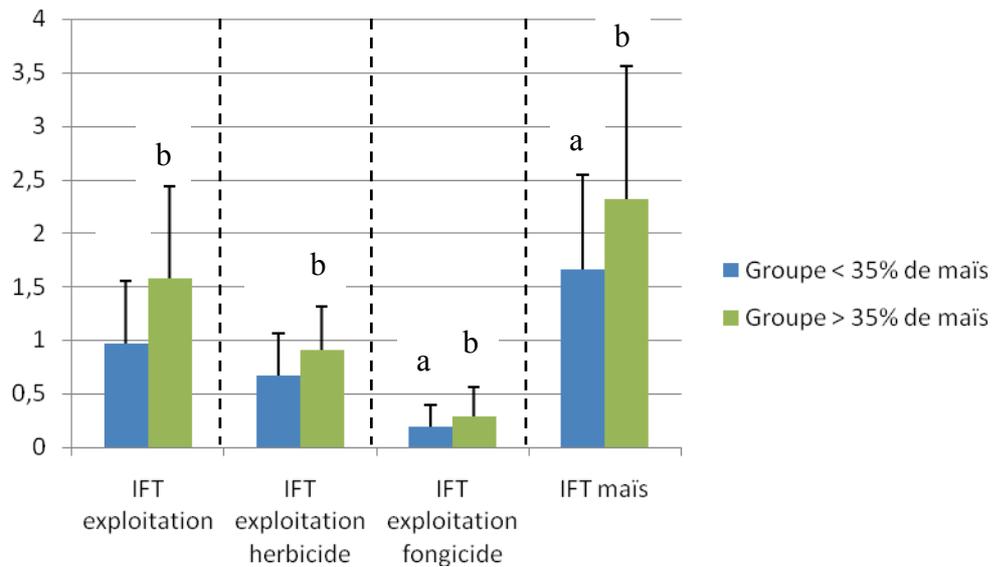
Les exploitations du groupe 1 ont une surface agricole plus faible que le groupe 2 (Tableau 6). Cependant la surface de la SFP par rapport à la surface totale de l'exploitation est significativement supérieure à celle du groupe 2 (78% contre 57 % pour le 2<sup>ème</sup> groupe). La surface en maïs ensilage est plus faible pour le groupe 1 (12,39 ha  $\pm$  5,34 contre 19,43  $\pm$  7,52). De ce fait, les exploitations du groupe 1 ont une part de prairies plus importante dans la SFP et un système plus herbager que les exploitations du groupe 2.

	Groupe 1 : Maïs < 37 % SFP		Groupe 2 : Maïs > 37 % SFP	
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type
SAU (ha)	68.78	$\pm$ 44.42	84.56	$\pm$ 48
SFP (ha)	49.35	$\pm$ 17.91	42.52	$\pm$ 17.41
Maïs ensilage (ha)	12.35	$\pm$ 5.34	19.43	$\pm$ 7.52
Grandes cultures (ha)	19.86	$\pm$ 30.91	39.12	$\pm$ 43.48
% maïs dans la SFP	25.15	$\pm$ 6.87	47.36	$\pm$ 10.53
Lait / VL (L / VL)	6 596	$\pm$ 1 105	7 558	$\pm$ 837
Chargement (UGB / ha)	1.52	$\pm$ 0.21	1.99	$\pm$ 0.57

Tableau 6 : Caractéristiques des deux groupes

#### 3.4.5.2 Analyse à l'échelle de la conduite des différences significatives des IFT selon le % de maïs dans la SFP

Au niveau de l'utilisation des pesticides, on remarque un IFT exploitation significativement plus faible pour le groupe 1 (Figure 17). Ce groupe utilise moins d'herbicides et moins de fongicides. L'IFT de la culture de maïs est également plus faible pour ce 1<sup>er</sup> groupe, cependant, l'IFT insecticide du maïs est équivalent pour les deux groupes et la répartition (herbicide / fongicide) des produits utilisés est semblable. Ainsi, la différence sur l'IFT maïs s'explique en grande partie par les herbicides utilisés en dose plus importante dans les exploitations à plus de 37 % de maïs dans la SFP.



**Figure 17** : Valeurs moyennes des IFT entre groupes selon différentes échelles d'analyse

La différence retrouvée sur l'IFT exploitation s'explique par le rôle de dilution des prairies. Le groupe 1 ayant une part plus importante de SFP (composée majoritairement de prairies), la dilution est plus forte et l'IFT de l'exploitation plus faible. Globalement, les IFT herbicide du maïs sont inférieurs à la référence nationale pour le groupe avec moins de 37 % de maïs ensilage dans la SFP (IFT herbicide de  $1,48 \pm 0,66$ ) tandis qu'ils sont supérieurs pour le groupe à plus de 37 % (IFT herbicide de  $2,07 \pm 1,12$ ). En outre, les IFT du blé sont largement supérieurs à la référence pour les deux groupes.

### 3.4.5.3 Réalisation d'une typologie en fonction de la part du maïs dans la SFP

Cette typologie (tableau 7) présente une catégorie moyenne (avec la totalité de l'échantillon) et un quart supérieur correspondant aux 25 % des exploitations ayant le plus de maïs dans la SFP ainsi qu'un quart inférieur regroupant les 25 % des exploitations ayant le moins de maïs dans la SFP.

Le groupe à faible part de maïs regroupe des exploitations ayant un système fourrager principalement basé sur l'herbe. Pour le groupe supérieur, le maïs représente 55 % de la SFP et les exploitations ont un système plus basé sur le maïs comme fourrage et comme base de l'alimentation des animaux.

Ramené à la surface totale de l'exploitation, l'IFT exploitation du quart inférieur est 3 fois inférieur à l'IFT exploitation de la moyenne. Le groupe supérieur présente l'IFT exploitation le plus élevé (1,28 contre 0,77) mais qui est cependant égal à la moyenne du panel enquêtés.

Mais cette typologie montre surtout des valeurs d'IFT sur maïs et blé relativement différentes en fonction des types d'exploitation, sur la base de la part de maïs dans la SFP. On note ainsi une intensification importante de ces 2 cultures (au regard de leur IFT) dans les exploitations à « système maïs » (1/4 supérieur) et à l'inverse des IFT assez faible sur ces 2 cultures dans les « systèmes herbe » (1/4 inférieur).

	¼ inférieur	Moyenne	¼ supérieur
Nb exploitations	13	55	13
SAU (ha)	51	76	63
SFP (ha)	42	46	38
% SFP / SAU	83	68	60
Surface grandes cultures (ha)	13	29	22
% Mais dans SFP	16	36	55
Chargement (UGB/ha)	1.49	1.75	2.07
Production laitière (L/VL)	6 234	7 076	7 282
IFT exploitation	0.77	1.27	1.28
Dont IFT herbicides	0.59	0.77	0.94
Dont IFT fongicides	0.10	0.24	0.20
Dont IFT insecticides	0.06	0.16	0.10
IFT maïs	1.63	1.99	2.68
Dont herbicides	1.55	1.78	2.41
Dont insecticides	0.07	0.19	0.17
IFT blé (Nb exploitations)	2.31 (9)	3.38 (41)	3.24 (9)
Quantité SA	3 263	5 000	4 155
Panel de traitement	7.5	9.6	8.5
Traitements sur exploitation			
▪Herbicides	82	60	67
▪Fongicides	11	23	19
▪Insecticides	5	12	8
Traitements herbicides sur maïs (%)	95	87	89

**Tableau 7** : stratification de l'échantillon selon la part de SAU dans la SFP et valeur des indicateurs

### 3.5. Voies de progrès et perception des agriculteurs : le cas des arboriculteurs

Pour mieux connaître les pratiques phytosanitaires en verger de pommier, évaluer la place qu'occupent aujourd'hui les méthodes de lutte dites « alternatives » ou « complémentaires » contre les maladies et ravageurs et mesurer les freins et contraintes à l'adoption de ces techniques, une enquête a été conduite en 2008 auprès d'un échantillon de 63 producteurs de pommes répartis dans les trois régions productrices : le Sud Ouest, le Sud Est et le Val de Loire (voir questionnaire en annexe 6).

#### 3.5.1. Connaissance et place des méthodes de lutte dites « alternatives » ou « complémentaires »

La pose de diffuseurs de phéromones pour lutter contre le carpocapse est pratiquée par la majorité des exploitations enquêtées, seules 6 % ne l'ont pas mise en œuvre. De plus, 68 % des vergers sont entièrement « confusés ». Les raisons évoquées pour ne pas mettre en place la confusion sexuelle sont décrites dans la figure 18. 10 % ont exprimé une insatisfaction sur les résultats obtenus, principalement due à la présence d'autres ravageurs.

Les autres freins à la confusion sexuelle sont principalement la configuration morcelée des parcelles (40 %), le voisinage de vergers abandonnés source d'une pression plus importante de carpocapse (20 %), mais aussi pour 15 % le temps d'installation et le coût (produit et main d'œuvre). Pour 10 %, l'efficacité est remise en cause avec la présence d'autres problèmes, comme la Capua, autre ravageur sur lequel la confusion sexuelle contre le carpocapse n'a pas d'impact. 15 % jugent qu'il n'est pas nécessaire de couvrir certains vergers, ceux-ci étant des jeunes plantations sans fruit à protéger.

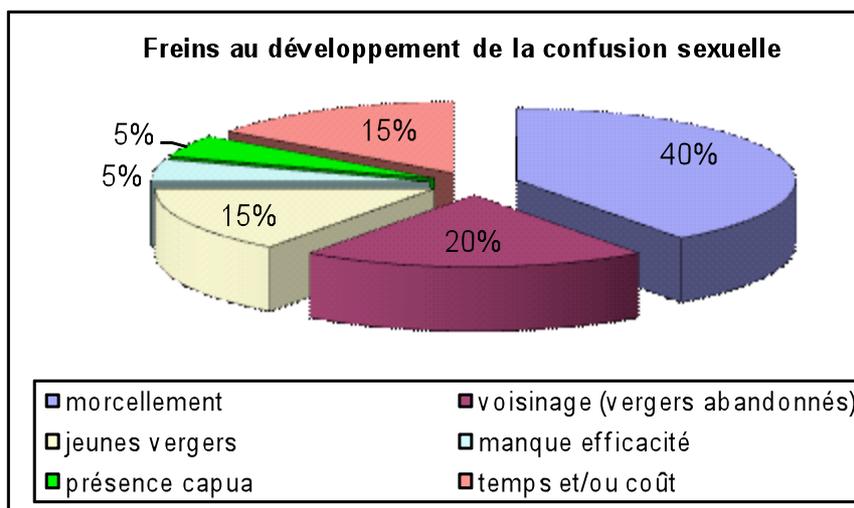


Figure 18 : Résultats d'enquête sur les freins au développement de la confusion sexuelle à l'échelle d'une exploitation

Pour limiter le développement des populations de carpocapse, différentes **mesures prophylactiques** sont conseillées :

- La **pose de bandes pièges** sur la base des troncs de l'arbre pour inciter les chenilles à se réfugier dans le carton et éviter qu'elles entrent en diapause dans le sol en fin de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> génération. Les pièges sont alors relevés en fin de saison.
- Le **broyage ou l'enlèvement des fruits tombés au sol** au cours de l'été et proche de la récolte, pour éliminer une source potentielle de chenilles de carpocapse.
- **L'éloignement du lieu d'entreposage des palox** par rapport aux vergers ou **l'emploi de palox plastiques** pour réduire la source de recontamination à partir de chenilles diapausantes.

L'enquête relève que la pose de bandes pièges comme moyen de lutte est rarement pratiquée (15 %). Deux tiers estiment qu'ils n'ont pas les pressions de carpocapse suffisantes pour réaliser ce type de travail. 22 % justifient leur choix par rapport au temps qu'il faut y consacrer et des coûts de main d'œuvre et 7 % pensent que les bandes pièges ne sont pas efficaces.

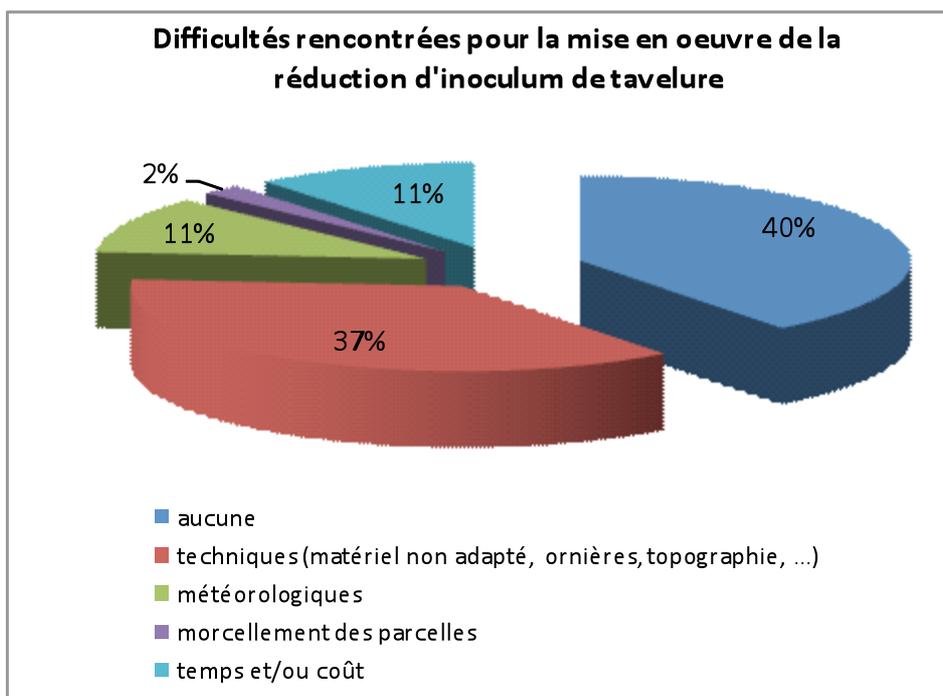
Quand les bandes pièges ne sont pas posées, les mesures prophylactiques reposent principalement sur le broyage des fruits tombés au sol. Dans de très rares cas, les fruits sont retirés du verger. La gestion des fruits semble globalement (82 %) n'apporter aucun souci particulier.

Le choix de palox plastiques est encore restreint (14 %), mais vraisemblablement lié à l'échantillonnage enquêté.

Si en 2008, pratiquement tous les enquêtés connaissent les filets comme moyen mécanique contre le carpocapse, leur implantation est encore restreinte. Depuis, les surfaces de **vergers « fermés »** par un filet ont augmenté, mais ce type de dispositif demande encore l'acquisition de références pour que d'autres exploitations l'adoptent. Le principal frein est d'ordre économique, mais il véhicule une image positive de la production de la pomme.

Enfin, l'application de **nématodes** par pulvérisation au sol et sur le tronc des arbres à l'automne pour parasiter les chenilles et ainsi couper le cycle biologique est un moyen biologique connu par la moitié des producteurs enquêtés. 17 % utilisent ce type de produit, mais très peu (2 producteurs sur 63) disent vouloir l'employer. Les raisons invoquées sont une mauvaise connaissance du produit.

Concernant la **tavelure**, la mise en œuvre d'une intervention spécifique pour en **réduire l'inoculum** est réalisée par 60 % des producteurs enquêtés. Les interventions consistent à appliquer de l'urée ou/et à broyer les feuilles. Les difficultés rencontrées sont décrites dans la figure 19.



**Figure 19** : Résultats d'enquête sur les difficultés à mettre en œuvre la gestion des feuilles tavelées à l'automne

Si dans 40 % des cas les producteurs enquêtés déclarent ne pas rencontrer de difficultés particulières pour mettre en œuvre des mesures prophylactiques, pratiquement 50 % relèvent des problèmes d'ordre technique : l'absence de matériel pour rassembler efficacement l'ensemble des feuilles et les broyer le plus finement possible, la formation d'ornières lors de la récolte rendant le travail de collecte des feuilles tombées plus difficile, la pente des parcelles ne permettant pas une intervention visant directement la litière, l'impossibilité de rentrer dans les parcelles en conditions pluvieuses et sur un sol détrempé. 11 % évoquent également les aspects économiques (le coût du passage et l'investissement en matériel spécifique). Ainsi, certaines exploitations regroupent le broyage du bois de taille avec celui des feuilles, mais l'effet sur la réduction de l'inoculum n'est pas le même : le broyage des feuilles étant fait tardivement et de manière grossière.

### 3.5.2. Difficultés et contraintes de mise en œuvre de la protection phytosanitaire du verger

Tous les producteurs enquêtés déclarent que des observations sont réalisées sur leurs vergers. Dans 52 % des cas, l'exploitant réalise lui-même le suivi complété par un service technique, mais 20 % conduisent seuls leurs observations ou ont un salarié attiré à cette tâche (11 %). Dans 7 % des cas, le service technique assure le suivi seul. Les contraintes que posent les observations sur le terrain sont principalement (61 %) liées au temps que l'on doit y consacrer. Si 10 % évoquent les conditions météorologiques comme frein au suivi du verger, l'enquête a mis en avant que 10 % des exploitants rencontrent aussi des difficultés pour reconnaître les maladies ou ravageurs. Ces derniers mériteraient d'être accompagnés par des formations au diagnostic.

De manière « libre » (question ouverte), les producteurs ont pu exprimer les contraintes qu'ils rencontrent pour mener à bien la protection phytosanitaire de leurs vergers (figure 20). Il en résulte qu'un tiers considère que les conditions météorologiques rendent difficile la mise en œuvre des traitements. Le principal facteur est le vent, d'autant que depuis l'arrêté du 12 septembre 2006, les applications phytosanitaires sont interdites à des vitesses de vent supérieures ou égales à 19 km/heure. Dans certaines régions, il s'avère que ces conditions sont très rares. Au printemps s'ajoute à cela le nombre de jours de pluie et donc de périodes à risque tavelure.

Un quart des producteurs enquêtés pensent que leurs difficultés proviennent de la moindre disponibilité en substances actives, conséquence du processus de réévaluation des substances actives à l'échelle européenne en vue d'une réinscription à l'Annexe I de la Directive 91/414. Cette situation pourrait s'accroître compte tenu de la révision des critères d'évaluation des substances actives.

A noter que 17 % mettent en avant les contraintes liées aux délais de réentrée (DRE) qui selon les produits phytosanitaires varient entre 6 et 48 heures. Dans cette période, aucune intervention manuelle ne doit être réalisée dans la zone qui a reçu un traitement phytosanitaire.

D'autre part, 7 % sont confrontés à des difficultés pour choisir les produits phytosanitaires et respecter les ZNT (zones non traitées).

Dans une moindre mesure, sont cités : le respect des mélanges de produits phytosanitaires, le coût de la protection phytosanitaire, les contraintes liées au voisinage (principalement les habitations et la gêne occasionnée par le bruit des pulvérisateurs), les délais avant récolte, l'efficacité des produits, la mise en œuvre spécifique de l'éclaircissage chimique. L'image véhiculée par les médias sur l'emploi des produits phytosanitaires n'est citée que dans 1 % des cas.

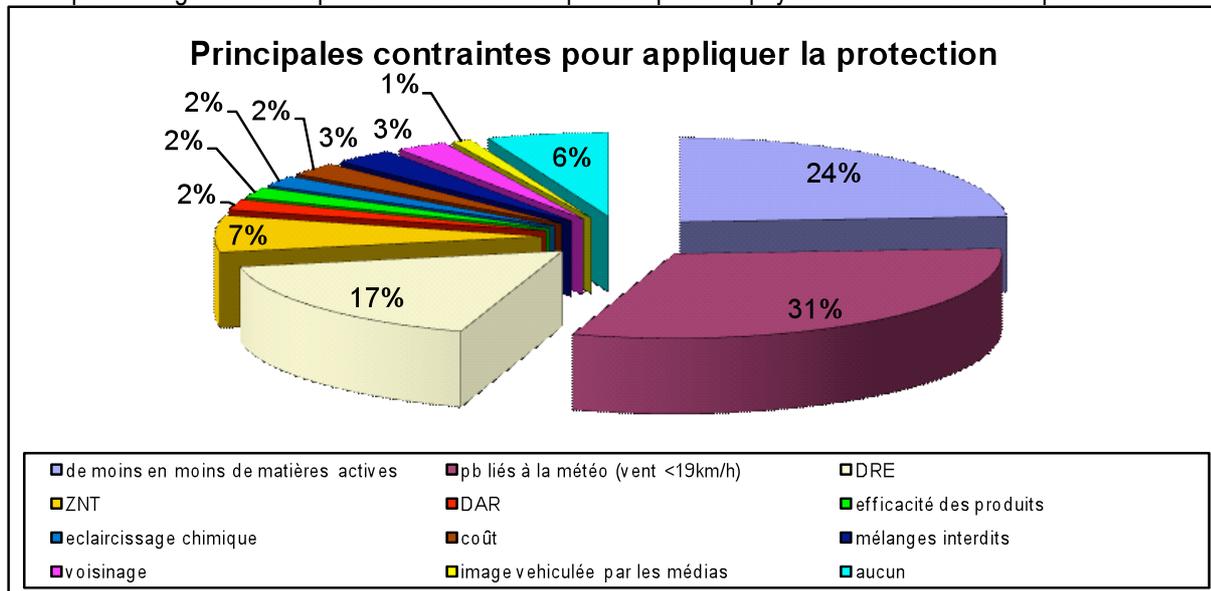


Figure 20 : Résultats d'enquête sur les contraintes pour réaliser une protection des vergers de pommiers

### 3.5.3. Limites des techniques et produits « alternatifs » ou « complémentaires »

En dehors du coût de mise en œuvre de ces techniques, assez régulièrement cité par les producteurs (cf supra), il ressort de l'enquête une attente forte de leur part vis-à-vis de techniques « alternatives » qui auraient une efficacité comparable à celles basées sur le chimique, dans un contexte où l'exigence en matière d'efficacité est maximale.

En effet, en verger de pommier, la tavelure, le carpocapse, mais aussi d'autres ravageurs (comme les tordeuses orientales du pêcher, les tordeuses de la pelure, les pucerons, les cochenilles...) sont des maladies et ravageurs majeurs qui requièrent une surveillance permanente et une stratégie de protection adaptée à la situation du verger et de l'année. Les enjeux sont d'ordres économiques (perte de récolte et diminution de la qualité) et influent sur la viabilité d'un verger. Face aux exigences du marché, aucune prise de risque n'est possible. Globalement, la pression phytosanitaire en pommier reste soutenue, voire progresse, comme par exemple la tavelure dans le Sud Est, qui jusqu'à présent était une région moins affectée par cette maladie, en particulier sur fruits.

A cela s'ajoutent des impasses techniques, comme par exemple des situations de contournement de la résistance sur les variétés dites résistantes à la tavelure, ou l'apparition de souches résistantes aux insecticides, qu'ils soient de synthèse et aussi à base de micro-organismes. Dans le premier cas, il est nécessaire de maintenir des traitements fongicides sur les pics de projections. Dans le deuxième cas, les préconisations portent plus que jamais sur l'alternance des familles chimiques d'une génération à une autre et d'une année à une autre, et cela pour tout type de produit, qu'il soit de synthèse ou biologique.

Or de manière générale, l'emploi de techniques ou de produits dits « alternatifs » ou « complémentaires », qui ont tous une efficacité partielle, doit s'intégrer dans une stratégie globale, et être géré de manière complémentaire à la lutte chimique. Les trois exemples suivants illustrent ces propos :

-Le filet comme moyen de protection mécanique contre le carpocapse, est comme d'autres moyens dits « alternatifs », une technique à raisonner en fonction des niveaux de populations de carpocapse dans la parcelle. Dans les vergers à forte pression, il est nécessaire de maintenir une stratégie insecticide sur plusieurs campagnes pour assainir la situation. En situation de faible pression, le risque est moins important. Dans la plupart des cas, la confusion sexuelle n'est plus

mise en œuvre dans les vergers entièrement protégés par des filets, mais les traitements « de fond », sur la première génération, sont appliqués. D'autres aspects, comme la maîtrise de la charge ou la biodiversité dans les vergers entièrement protégés par les filets, voire l'approche environnementale plus globale (gestion des filets, image dans le paysage,) doivent être pris en considération dans le développement de cette technique.

-Les niveaux d'efficacité des produits dits « alternatifs » peuvent s'avérer très intéressants en conditions contrôlées, et être plus difficiles à atteindre en verger. Ainsi par exemple les conditions d'application, à savoir l'humidité, l'hygrométrie et la température au moment du traitement, sont essentielles pour la bonne réussite d'un traitement à base de nématodes entomophages. Les niveaux d'efficacité obtenus étant très variables, cette technique doit être considérée comme un moyen complémentaire, sur des vergers très infestés, permettant de limiter l'inoculum de la première génération, sans pour autant avoir un effet sur l'ensemble de la saison. Les références au verger, comme l'incidence de la température à l'automne, doivent être développées et les conditions d'application améliorées (plusieurs mouillages par aspersion).

-De nombreuses études et applications en verger existent et montrent des niveaux d'efficacité très variables, selon les mesures prophylactiques mises en œuvre pour réduire l'inoculum de tavelure. Les observations montrent que si l'inoculum a été réduit, le nombre de traitements en cas de pression moyenne à forte ne peut pas être diminué. Plusieurs causes sont possibles pour expliquer la variabilité des résultats : des conditions climatiques défavorables aux applications d'urée à l'automne (pluies lessivantes) ou/et au broyage des feuilles (sols gelés, détremés, pierreux...), des difficultés techniques pour mettre en œuvre l'exportation des feuilles, du matériel non adapté pour un broyage optimal des feuilles. De plus, cela implique un investissement en temps pour l'exploitant. Cette méthode de lutte s'avère donc également complémentaire à une stratégie chimique préventive pour maîtriser la tavelure.

En conclusion, l'acquisition de références est nécessaire pour élaborer des recommandations et pour que les producteurs puissent s'approprier une nouvelle technique dite « alternative » ou « complémentaire » et la mettre en œuvre chez eux, en connaissance de cause. Cette phase requiert du temps. De plus, les méthodes d'évaluation ne sont pas comparables à celles de produits de synthèse et doivent être adaptées aux spécificités de chacun de ces moyens. Les niveaux d'efficacité constatés sont actuellement plus faibles que ceux obtenus avec les produits chimiques (inférieur à 50 % d'efficacité) et les expérimentations sont longues parce que les résultats sont très variables. Les nouvelles pistes de travail restent rares.

### 3.6. Vers une mise en réseau des exploitations d'élevage

Les fermes expérimentales de Derval et Trévarez sont représentatives des systèmes laitiers spécialisés de l'Ouest. Dans le cadre d'une adaptation globale du système de production pour réduire l'impact global de ces deux exploitations sur l'environnement, des techniques pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires ont été mises en place depuis 2 ans. La ferme de Trévarez étudie trois systèmes fourragers différents et l'impact de chacun sur l'utilisation des produits phytosanitaires :

- un système à base de maïs avec un parcours de 15 ares / Vache Laitière (VL)
- un système herbe – maïs avec un pâturage de 45 ares / VL
- Un système biologique qui est en train de se mettre en place

Ces fermes font donc l'objet d'un enregistrement détaillé des pratiques et de calculs d'IFT, pour permettre une évaluation. L'objectif de ces expérimentations est surtout d'ajouter une dimension système d'exploitation d'élevage et non plus seulement « parcelle » aux techniques économes en pesticides. La ferme de Derval est aussi pilote au niveau de la région des Pays de Loire pour le stockage et l'aire de remplissage des pulvérisateurs.

Un projet CASDAR a été déposé dans le cadre de l'appel à projet d'innovation et de partenariat 2010, qui proposait les objectifs suivants :

La réalisation d'un diagnostic initial, la production de références et la mise en œuvre sur le terrain :

- **la caractérisation**, mais aussi la compréhension des pratiques phytosanitaires des éleveurs sous la forme d'un état zéro, afin de produire une première base d'informations, qui permettra de mesurer les évolutions des pratiques dans le temps,
- **le test en expérimentations** de techniques ponctuelles économes en pesticides (diminution de doses, adaptation du matériel..) mais aussi de changements plus profonds d'itinéraires techniques (succession de cultures, ..) à l'échelle des systèmes de culture, voire une remise en cause des systèmes en place avec reconfiguration à l'échelle de l'exploitation d'élevage, qui permettront de produire de la connaissance sur les

avantages et limites de ces techniques pour une exploitation d'élevage et de contribuer à l'avancée des connaissances scientifiques dans ce domaine,

- **la mise en œuvre** de systèmes de culture plus économes sur un réseau de fermes pilotes qui permettra de comprendre les performances des systèmes de culture économes dans le cadre de fermes réelles et d'étudier la faisabilité des systèmes de culture également testés en station expérimentale à la réalité du terrain et de pouvoir tester ces pratiques sur une grande diversité de systèmes d'élevage. Il s'agira ainsi de relayer plus largement les connaissances acquises dans les fermes expérimentales.

Ce projet sera discuté et revu, de façon à être présenté à un prochain appel à projets.

Pour la mise en place d'un réseau de fermes pilotes, l'Institut de l'Elevage a fait une proposition pour participer au réseau de fermes pilote Ecophyto qui se met en place actuellement, sur les exploitations polyculture-élevage.

## 4. Productions issues du projet

### 4.1. Productions à caractère technique

Bertrand S., Morin C., Caractérisation de l'utilisation des produits phytosanitaires en élevages bovins lait, Collection résultats Institut de l'Elevage, 2010

Bettinelli M., 2008. Comparaison d'indicateurs phytosanitaires en verger de pommiers en vue de leur choix, mémoire de fin d'études Montpellier SupAgro, Ctifl, 55 p. Rapport confidentiel.

Bouveris N. et Muchembled C., 2010. Nouvelles pistes de réflexion sur la gestion des adventices en culture de betteraves, 21<sup>ème</sup> COLUMA, Dijon

Couillot G., CAP Elevage décembre 2008, la protection des cultures a la ferme laitière de DERVAL.

CTIFL, 2010. Synthèse des travaux sur les indicateurs de pression d'utilisation des produits phytosanitaires, application à la protection du pommier. Septembre 2010.

CTIFL, 2010. Note technique globale des travaux du Ctifl sur les indicateurs de pression d'utilisation des produits phytosanitaires. Octobre 2010.

CTIFL (Prévu) : Publication d'un article dans Info Ctifl pour l'année 2011.

Delavault M., 2007. Analyse d'un indicateur de fréquence de traitement (IFT) pesticides et de ses variantes, mémoire de fin d'étude Master 2 Administration Générale des Entreprises, Institut des Administrations et des Entreprises, Bordeaux, Arvalis, 70 p. Rapport confidentiel.

Escoffier A., décembre 2009, Caractérisation des pratiques phytosanitaires en exploitations laitières, Rapport de stage de césure AgroParisTech, 52p

INRA, 2010. Caractérisation et évolution de l'utilisation des pesticides en grande culture au cours des campagnes 1994, 2001 et 2006 : exploitation des données « enquêtes Pratiques culturelles » du SSP. Disponible en téléchargement à l'adresse [www.versailles-grignon.inra.fr/agronomie/productions/publications/rapports](http://www.versailles-grignon.inra.fr/agronomie/productions/publications/rapports)

ITB, 2008. Les actions de l'ITB pour un désherbage durable, Betteravier Français n°182 du 11 mars 2008

Schmidt A., mars 2008. Méthodologie de classification des substances actives et des produits phytosanitaires selon leur dangerosité. Document de travail INRA, 32 pages.

Schmidt A., juin 2008. Comparaison des doses homologuées retenues durant la période 1994-2006. Document de travail INRA, 6 pages.

Schmidt A., 2008. Caractérisation des pratiques de protection des cultures et de leur évolution : construction d'une base de référence pour le calcul d'indicateurs, rapport de stage de 2<sup>e</sup> année AgroParisTech, INRA, 43 p.

Schmidt A. Guichard L., Reau R., 2010. Le colza est très dépendant des pesticides dans les rotations courtes sans labour, Agreste synthèse. Août 2010. 7 pages.

Torloting J., 2008. Etude des stratégies de protection du blé tendre d'hiver au travers de l'Indicateur de Fréquence de Traitement, mémoire de fin d'études ENSAIA, Arvalis, 78 p. Rapport confidentiel.

## 4.2. Productions à caractère scientifique

Meynard JM., Halska J., Guichard L., Schmidt A. (en cours, pour 2011). Pesticide use reduction in France : how field crops stakeholders support alternative techniques.

## 4.3. Outils et méthodes

**Base de données « de référence » relatives aux produits phytosanitaires** diffusée sous excel 97-2003. Compatible avec les outils de bureautique les plus fréquemment utilisés par les partenaires, et convertissable simplement en format Access. Accessible à tous les partenaires.

**Guides d'utilisation et de requêtes des bases de données** : Un guide d'utilisation de la BDD ONIGC a été rédigé. Une interface entre la BDD ONIGC, la BDD Phytcom a été créée, ainsi qu'un logiciel de calcul automatique des IFT<sub>PC</sub> et des IFT<sub>SA</sub>. Cette interface permet de faire un certain nombre de requêtes automatiques. Un guide d'utilisation de cette interface a été rédigé.

**Outil de calcul des IFT** : Outil sous Visual Basic permettant le calcul des IFT à différentes échelles (parcelle, culture et exploitation) pour tous les types de produits. Ils proposent les IFT<sub>PC</sub> et les IFT<sub>SA</sub> ainsi que les quantités de substances actives par hectare et le nombre de traitements réalisés. Cet outil est réutilisé dans le cadre de différents projets d'évaluation environnementale des élevages herbivores.

## 4.4. Communications

### Arvalis :

- Réunion de présentation au Comité de Direction de la première synthèse de l'évolution des pratiques sur blé tendre d'hiver sur 10 ans, Paris, 14/09/2007
- Présentation de l'évolution des IFT blé tendre au Conseil Scientifique ARVALIS, Paris, 28/03/2008
- Présentation de l'évolution des IFT blé tendre au Comop Ecophyto 2018 présidé par Monsieur Paillotin, Paris, 01/04/2008
- Présentation de l'évolution des IFT blé tendre à la DGER, au Président du CORPEN (Monsieur Dedieu), à la DGPAT, La Jaillière, 17/09/2009
- Présentation IFT aux ingénieurs régionaux ARVALIS, Paris (08/10/2008 - 13/10/2009 - 05/10/2010)
- Comité de pilotage MFE Mélanie Delavault, Boigneville, 30/07/2007
- Soutenance MFE Mélanie Delavault, Bordeaux, 26/09/2007
- Comités de pilotage MFE Julie Torloting, Boigneville (20/03/2008 - 25/04/2008 - 02/06/2008 - 18/07/2008)
- Soutenance MFE Julie Torloting, ENSAIA Nancy, 24/09/2008,
- Participation au groupe « Indicateurs » d'Ecophyto 2018

**Ctifl :**

- Présentations de l'avancement des travaux aux réunions du Comité de pilotage Ctifl sur les indicateurs de pression d'utilisation des produits phytosanitaires fruits et légumes, composé de représentants professionnels des filières pomme, noix, carotte, melon et tomate, ainsi que les ingénieurs Ctifl en charge des espèces. Décembre 2008, avril 2010, juin 2010, septembre 2010.
- Point étape équipe Ctifl. Juin 2009.
- Présentation en réunion annuelle des équipes Fruits et Légumes du Ctifl. Mars 2010.
- Présentation à la Commission des programmes du Ctifl. Octobre 2008.
- Présentation au groupe indicateurs d'ECOPHYTO 2018. Octobre 2010.
- Présentation au groupe Projet ECOPHYTO Tarn et Garonne. Avril 2009.
- Présentation aux professionnels OP Sicoly – novembre 2008.
- Soutenance mémoire de fin d'étude de Marielle Bettinelli. 25 septembre 2008

**INRA :**

- Présentation conjointe avec CTIFL au groupe indicateurs d'ECOPHYTO 2018. Octobre 2010.
- Présentation en séminaire interne d'Unité : « Changement de pratiques culturales : caractérisation des conduites du colza et analyse des freins et des forces motrices à la mise en œuvre de pratiques économes en pesticides ». 09 novembre 2009.
- Interventions dans des modules de formations avec présentation pour partie des travaux et résultats du projet :
  - \* Formations AgroParisTech : Module « s'adapter au changement », PIST option Cigales (Changement et Innovation : Gérer et Accompagner L'Evolution des Systèmes techniques), 3èmes années APT. Février 2009 et février 2010. Prévu en février 2011.
  - \* Formation IFORE, cycle de formation Police de l'Eau, septembre 2010 : « Réduire l'utilisation de pesticides ? Pratiques actuelles et marges de manœuvre ».
  - \* Cycle de 3 conférences auprès d'agriculteurs de l'Orne, ADEAR 61, Novembre 2010 : « Plus d'agronomie pour moins d'intrants : quelles possibilités de réduire l'usage des pesticides en agriculture ? ».
- Colloque de restitution des travaux de l'Observatoire des Résidus de Pesticides 2006-2008 de mars 2009 « Mieux connaître les usages de pesticides pour comprendre les expositions ». Titre de l'intervention « Utilisation des produits phytosanitaires en France en grandes cultures ».
- Prévu en novembre 2010 : intervention au colloque des 23-24/11/2010 « réduction de l'emploi des pesticides » organisé par la confédération paysanne (Toulouse). Titre de l'intervention : « Méthodologie de mesure de l'utilisation des pesticides ». Intervention orale + résumé.

## Conclusions et perspectives

Ce projet à vocation opérationnelle très affirmée a permis d'apporter un éclairage sur les pratiques agricoles et leur évolution. A partir d'un travail collectif de partage de références et d'échanges méthodologiques, il a débouché sur un jeu d'indicateurs ainsi que leurs modes de calcul formalisés permettant à l'avenir de calculer en routine ces indicateurs sur des jeux de données divers. Le « pari » initial de travailler pour et sur des systèmes de culture très divers (cultures annuelles en systèmes céréaliers, cultures annuelles et pluriannuelles en systèmes d'élevage et cultures pérennes) a été relevé, proposant des adaptations aux indicateurs retenus permettant de prendre en compte les spécificités de certains systèmes (notamment les cultures pérennes) et justifiant la pertinence et la sensibilité de ces indicateurs pour des systèmes pour lesquels ils n'avaient pas été pensés. En ce sens notre travail contribue largement à l'aide à la décision publique et s'inscrit dans le plan Ecophyto 2018 qu'il contribue à éclairer (groupe indicateur).

Les résultats obtenus montrent une très grande variabilité des pratiques selon les régions et entre régions, que les analyses multivariées réalisées ont permis d'expliquer pour partie : elles apportent une meilleure appréhension de la diversité des conduites des cultures, et permettent d'identifier des conduites « logiquement » peu économes qui mettent en exergue d'éventuelles priorités pour les années à venir en termes de conseils, mais aussi de recherche et développement (cas des rotations courtes d'hiver en non labour).

Concernant les évolutions de pratiques agricoles, les analyses sur de longues chroniques montrent des tendances liées à des aléas climatiques (exemple de la canicule de 2003 et de la baisse importante de l'utilisation des fongicides et régulateurs sur blé) ou économiques (l'augmentation du prix des denrées agricoles a un effet sur l'augmentation des consommations de pesticides l'année suivante), mais qui sont d'amplitude variable. Ce constat renforce l'intérêt d'une part d'une évolution du conseil et des méthodes d'accompagnement des agriculteurs si l'objectif du plan Ecophyto 2018 doit être atteint et d'autre part de la recherche des autres sources de variation du recours aux produits phytosanitaires. Cette évolution est en marche : le conseil et la communication auprès des agriculteurs délivrés par certains Instituts techniques sont désormais complétés par les valeurs d'IFT<sub>PC</sub> et IFT<sub>SA</sub>, et délivrés gratuitement par mise à disposition des brochures (initialement vendues) par voie électronique. On mesure également des conséquences directes de ces évolutions dans la R&D au travers de nouveaux modules de formation sur la réduction de la dépendance aux intrants proposés au catalogue des instituts. Des actions ont également été développées dans les instituts techniques pour quantifier les pressions des bioagresseurs.

Un travail particulier d'enquête a été conduit sur les pratiques phytosanitaires en verger de pommiers et sur la place qu'occupent les méthodes de lutte dites « alternatives » ou « complémentaires ». Cette enquête a permis de dégager de nombreux éléments sur les pratiques et les freins à l'utilisation de certaines techniques permettant une économie d'intrants. Ces freins sont d'ordre multiples : économiques, mais aussi techniques (au sens fiabilité des méthodes proposées) et de connaissances (par exemple, des difficultés de reconnaissance des ravageurs dans les vergers par un certain nombre d'arboriculteurs), laissant entrevoir des voies de progrès : il ressort en particulier nettement de ce travail la nécessité d'intégrer ces techniques dites « alternatives » ou « complémentaires » dans une stratégie de gestion globale.

Les enjeux actuels (environnementaux, de santé publique, agronomiques...) portés par le contexte réglementaire renforcent le besoin de veille active dédiée aux pratiques agricoles, permettant d'en suivre l'évolution, d'en comprendre les déterminants principaux par des analyses diagnostiques. Assurer cette veille, c'est disposer de compétences partagées sur la question des indicateurs et de leur interprétation, ce auquel notre projet a contribué. C'est aussi fournir aux acteurs de cette veille des outils et référentiels leur permettant de s'approprier les méthodes développées et les mettre en œuvre en « routine ». Dans ce cadre, les perspectives qui se dessinent, auquel le travail mené dans le cadre du projet MEEDDM pesticides aura servi d'amorce, sont de mettre à disposition sur l'extranet d'Arvalis-institut du végétal une calculatrice automatique des IFT<sub>PC</sub> et IFT<sub>SA</sub> (conforme aux définitions des modes de calcul élaborés dans ce projet) reliée à la Base Phytcom (actualisée annuellement et qui répertorie tous les pesticides autorisés sur blé tendre). A terme, cette base de données sera complétée par des produits utilisables sur d'autres cultures en collaboration avec les ICTA.

## Références bibliographiques

ACTA. (2005). Index Phytosanitaire.

Aubertot, J., Barbier, J., Carpentier, A., Gril, J., Guichard, L., Lucas, P., et al. (2005). Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Expertise scientifique collective, synthèse de rapport. INRA et Cemagref (France).

Base Agritox. (mise à jour Novembre 2005). Récupéré sur <http://www.dive.afssa.fr>

Bockstaller, C., Guichard, L., Makowski, D., Aveline, A., Girardin, P., & Plantureux, S. (2007). Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems. A review.

Bockstaller C., Guichard L., Keichinger O., Girardin P., Galan M.B., Gaillard G., 2009. A comparison of methods to assess the sustainability of agricultural systems, a review. Agron. Sustain. Dev., 29, 223-235 .

Bockstaller C., Gaillard G., Baumgartner D., Freiermuth Knuchel R., Reinsch M., Brauner R., Unterseher E., 2006. Méthodes d'évaluation agri-environnementale des exploitations agricoles : Comparaison des méthodes INDIGO, KUL/USL, REPRO et SALCA. ITADA, Colmar, p. 112.

BOD numéro 6421. (Avril 2000).

Champeaux, C. (2007). Les stratégies de protection du blé tendre contre ses bioagresseurs et la verse, Valorisation des données de l'enquête "pratiques culturelles" du SCEES en 2001.

Champeaux, C. (2006). Recours à l'utilisation de pesticides en grandes cultures, Evolution de l'indicateur de fréquence de traitement au travers des enquêtes "pratiques culturelles" du SCEES entre 1994 et 2001.

Chassin Pierre, Jambert Corinne, 2005. Dynamique des pesticides dans l'environnement in : Pesticides, comment réduire les risques associés ? Colloque, Avignon.

CORPEN. (2003). Mesures réglementaires concernant les produits phytosanitaires et leur incidence sur l'environnement.

CORPEN, 2003. Des indicateurs pour des actions locales de maîtrise de pollution de l'eau d'origine agricole : éléments méthodologiques. Application aux produits phytosanitaires.

[http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/CORPEN/Indicateurs\\_CORPEN\\_Partie1.pdf](http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/CORPEN/Indicateurs_CORPEN_Partie1.pdf)

Deville J., Farret R., Girardin P., Rivière J.-L., Soulas G., 2005. Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides, Lavoisier, Londres, Paris, New-York, 278 p.

INERIS. (s.d.). Récupéré sur <http://www.ineris.fr/siris-pesticides/>

Le Gall, A. (2007). Mise à jour et amélioration de la méthode SIRIS et développement d'un outil informatique pour son application. INERIS.

Meynard et al., 2010. Ecophyto R&D, vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. Volet 1, tome VII : Analyse des jeux d'acteurs. INRA, 74 pp.

MAP, D. (s.d.). Base e-phy : Le catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France. Consulté le 2008, sur <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>

Pussemier L., Steurbaut W., 2004. Instruments de mesure de l'utilisation de produits phytosanitaires dans un contexte de développement durable. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement **8** (3), 177-185.

Schmidt A., mars 2008. Méthodologie de classification des substances actives et des produits phytosanitaires selon leur dangerosité. Document de travail INRA, 32 pages.

Schmidt A., juin 2008. Comparaison des doses homologuées retenues durant la période 1994-2006. Document de travail INRA, 6 pages.

Van der Werf H.M.G., Zimmer C., 1998. Un indicateur d'impact environnemental de pesticides basé sur un système d'expert à logique floue. Le courrier de l'environnement de l'INRA **34**, 47-66.

Van der Werf H.M.G., 1996. Assessing the impact of pesticides on the environment. Agriculture, Ecosystems and Environment **60**, 81-96.

Zahm F., 2003. Méthodes de diagnostic des exploitations agricoles et indicateurs : panorama et cas particuliers appliqués à l'évaluation des pratiques phytosanitaires. Ingénieries **33**, 13-34

## Liste des abréviations

**AMM** : Autorisation de Mise sur le Marché  
**CAS** : Chemical Abstract Service  
**CL50** : Concentration létale pour 50% d'un lot d'organisme  
**CTIFL** : Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes  
**DGAL** : Direction générale de l'alimentation  
**DH** : Dose Homologuée  
**DJA** : La dose journalière admissible  
**DU** : Dose Unité  
**IE** : Institut de l'élevage  
**IFT** : Indicateur de fréquence de traitement  
**INERIS** : Institut National de l'Environnement industriel et des Risques  
**INRA** : Institut national de la recherche agronomique  
**ITB** : Institut technique de la Betterave  
**ITK** : Itinéraire technique  
**MAAP** : Ministère de l'agriculture, de l'Alimentation et de la pêche  
**MEEDDM** : Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la Mer  
**ONIGC** : Office national interprofessionnel des grandes cultures  
**OP** : Organisation de Producteurs  
**PFI** : Production fruitière intégrée  
**PIRRP** : Plan Interministériel de Réduction des Risques liés aux Pesticides  
**Qsa** : Quantité de substances actives  
**SA** : Substance Active  
**SAU** : Surface Agricole Utile  
**SCEES** : Service central d'enquêtes et d'études statistiques  
**SdC** : Système de culture  
**SDQPV** : Sous direction de la qualité et de la protection des végétaux  
**SFP** : Surface Fourragère Principale  
**SSM** : Service Scientifique Mixte  
**SSP** : Service de la Statistique et de la Prospective  
**SRPV** : Service régional de la protection des végétaux  
**UMR** : Unité Mixte de Recherche

## Annexes

A1. Extrait de la réponse à l'APR

A2. Extrait de la base de données phytosanitaires commune

A3. Performance des indicateurs pour les cultures pérennes : résultats des tests statistiques

A4. Typologie blé tendre, profils de lutte chimique (extrait rapport Torloting 2008)

A5. Typologie des pratiques sur vergers de pommier. Critères de diversité retenus pour l'ACM

A6. Questionnaire sur les pratiques phytosanitaires des arboriculteurs

## Annexe A1. Extrait de la réponse à l'APR

### Programme Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides APR mars 2006

#### Volet 2.1. Stratégies innovantes de protection et production intégrées

Thème 2.1. Stratégies innovantes : protection et production intégrées

Thème 2.2. Adoption d'alternatives à l'utilisation des pesticides et de pratiques économes en pesticides

**Caractérisation des pratiques de protection des cultures et de leur évolution** : méthodologie de diagnostic et propositions visant à améliorer l'impact environnemental des systèmes de culture et d'élevage

## A – RÉCAPITULATIF DU PROJET

### Résumé

Améliorer l'impact environnemental de l'agriculture suppose de connaître les pratiques mises en œuvre par les agriculteurs et ce dans des délais qui permettent d'être réactifs. Or aujourd'hui, malgré le grand nombre de données recueillies et disponibles, la valorisation qui en est faite n'est pas de nature à participer à cet objectif, que ce soit à l'échelle locale, régionale ou nationale.

Ce projet vise à définir un cadre méthodologique (choix d'indicateurs, harmonisation du recueil de données...) permettant de valoriser les données actuellement disponibles en vue de faciliter une veille sur les pratiques agricoles à partir de données collectées chaque année.

Ce cadre méthodologique sera appliqué sur les principales grandes cultures des systèmes de culture et d'élevage, ainsi que sur une culture pérenne, le verger de pommiers.

Un 1<sup>er</sup> volet, descriptif, permettra de caractériser les pratiques et leur diversité par la mise en œuvre d'indicateurs pertinents. Un 2<sup>ème</sup> volet, plus analytique, sera développé sur une grande culture pour identifier à l'échelle nationale, une typologie des principaux modes de conduite mis en œuvre, à partir des données SCEES 2001. Un travail de compréhension du raisonnement sera en outre conduit sur 4 couples culture / bio-agresseur afin de comprendre les déterminants agronomiques des pratiques mis en œuvre dans ces situations très diverses, au regard en particulier de la pression sanitaire et de l'histoire de la parcelle. Cette étape permettra d'appréhender les marges de manœuvre / marges de progrès technique encore disponibles. La motivation et les freins à l'adoption seront étudiés dans une 3<sup>ème</sup> étape dans l'objectif de mieux orienter le conseil et sa diffusion pour favoriser des changements de pratiques.

Enfin, le dernier volet du projet vise, à l'image de ce qui se met en place dans le cadre d'autres projets en grandes cultures, l'initiation d'une mise en œuvre en vraie grandeur de pratiques alternatives en système d'élevage.

[...]

## B - DESCRIPTIF DU PROJET

### Justifications du projet de recherche

Malgré des dispositifs de recueil de données relatifs à l'agriculture riches et variés (Durand, 2003), la **connaissance réelle des pratiques** des agriculteurs en matière de protection des cultures est assez limitée (Aubertot et al., 2005). Un travail mené par l'INRA dans le cadre d'une convention avec le MAP est en cours (Champeaux, 2006) : il vise à valoriser les données des enquêtes « pratiques culturales » du SCEES pour renseigner un « indicateur de fréquence de traitement » (IFT). Ce travail est circonscrit aux 8 grandes cultures enquêtées dans le cadre de l'enquête quinquennale « pratiques agricoles » menée par le SCEES. Ces enquêtes, malgré leur richesse, sont donc très dépendantes des années d'observation.

Différents Instituts techniques (ITB, CETIOM) mènent depuis une dizaine d'années un travail de recueil de données par enquête annuelle ou bisannuelle sur les pratiques des agriculteurs. Le caractère annuel voire bisannuel de ces données

pallie fortement les limites évoquées dans le cas des enquêtes quinquennales du SCEES. Mais hormis pour la betterave, leur valorisation est souvent incomplète, ou peu développée sur le volet phytosanitaire.

En cultures pérennes, la situation est encore plus pauvre. Les seuls enregistrements qui existent sont ceux rendus obligatoires dans le cadre de chartes de production (Production Fruitière Intégrée) et à ce jour ces données n'ont été que très peu valorisées dans le sens d'une meilleure connaissance des pratiques agricoles mises en œuvre et d'un suivi de leur évolution.

Enfin, cette question de l'utilisation des pesticides est jusqu'à présent peu abordée également dans les systèmes d'élevage. Quelques informations existent déjà sur l'utilisation des produits phytosanitaires dans les fermes d'élevage, au travers d'études menées sur le bassin versant de la Fontaine du Theil (Bassin versant de la Fontaine du Theil, bulletin d'information, bilan 2001), d'enquêtes sur des élevages en Bretagne (Enquête EDE/Institut de l'Élevage sur 113 exploitations laitières bretonnes, 1999), d'un travail de typologie des conduites de cultures (Construction de typologies de conduites de cultures à partir d'enquêtes des pratiques et des dire d'experts, 2000, projet ACTA-ICTA), mais aussi à l'occasion d'une étude auprès d'éleveurs du groupe Danone (Evaluation environnementale d'exploitations laitières Danone, Institut de l'Élevage, 2005). Cependant les résultats de ces études sont ponctuels dans le temps et dans l'espace et n'ont pas été valorisés, ni rassemblés pour dégager des conclusions plus générales. De plus, le type de données recueillies est aussi divers que le nombre d'études.

En résumé, cet inventaire montre que les pratiques phytosanitaires régionales sont fréquemment décrites de façon ponctuelle, mais assez rarement analysées en terme d'évolution de la pression d'utilisation de produits phytosanitaires à l'échelle régionale. Leur évolution dans le temps est parfois analysée, mais uniquement à l'échelle locale.

Or les décideurs ont de plus en plus besoin de connaître comment évolue globalement la pression en produits phytosanitaires, et identifier où agir en priorité pour améliorer la situation. Pour cela, ils ont besoin non seulement d'**outils permettant de décrire globalement la pression** régionale et son évolution, mais aussi des outils permettant de mieux comprendre les pratiques agricoles, puis de les analyser dans la perspective de **réaliser un diagnostic débouchant sur l'action** (Fichot, 2002, Capillon, 1993 ; Sebillotte et al., 1989).

Cela pose clairement la question du choix des outils d'évaluation de la pression phytosanitaire. Quel(s) indicateur(s) est pertinent en matière d'utilisation de pesticides pour caractériser le recours à ces produits ? Le même indicateur peut-il se décliner à différentes échelles (parcelle, exploitation), pour des cultures très différentes (cultures annuelles, cultures pérennes)... Il ressort de ces questions un besoin assez général d'y voir clair sur les outils disponibles aux échelles parcelle et exploitation et ce qu'on peut en dire. Répondre à ce besoin de méthode en matière d'évaluation et de suivi des pratiques est nécessaire pour ajuster le conseil, diminuer l'utilisation et proposer des techniques alternatives utilisables.

Mieux comprendre les pratiques agricoles, c'est étudier la logique de décision des agriculteurs dans leur diversité : leurs objectifs, leurs contraintes, leurs stratégies de production et de protection, et leurs modes d'action en liaison avec les réseaux de conseils et les réseaux d'agriculteurs. Analyser, c'est être capable de faire le lien entre les pratiques mises en œuvre, les conseils diffusés (et leur diversité), la pression sanitaire de la campagne, l'apparition éventuelle de résistances de certains bio-agresseurs aux pesticides et de mesurer l'adéquation de l'ensemble.

Dans la bibliographie (Aubertot et al., 2005), plusieurs hypothèses sont avancées plus ou moins implicitement pour expliquer le faible développement des pratiques économes en phytosanitaires :

- les conseillers ne proposent pas de solutions alternatives opérationnelles et viables, notamment parce que cela « gêne » aujourd'hui les technico-commerciaux,
- les solutions proposées sont peu compatibles avec les logiques d'actions actuelles des agriculteurs (problème d'acceptabilité),
- inscrire l'agriculture dans une logique de moindre utilisation de pesticides nécessite de nouvelles formes d'accompagnement du conseil (Stoneman, 2002).

Par exemple, on peut constater que, malgré les différents travaux menés sur le sujet, peu de références sont aujourd'hui disponibles et opérationnelles pour les agriculteurs sur les moyens de réduire l'utilisation de pesticides sur leurs fermes. Les éleveurs par exemple sont demandeurs de plus d'informations opérationnelles, mais peu de références existent aujourd'hui sur les possibilités d'évolutions des systèmes d'élevages classiques vers des systèmes moins dépendants des pesticides et leurs conséquences. Les informations existent à l'échelle de la parcelle ou de la culture (Manceau O., Blondel R., 2000), mais pas à l'échelle de l'exploitation d'élevage. La cohérence des différentes techniques et leur mise

en œuvre simultanée sur une exploitation selon plusieurs scénarios n'ont pas été étudiées sur des systèmes d'élevage en conditions réelles.

**Le projet vise donc dans ce contexte à utiliser les bases de données et/ou les données disponibles pour caractériser les évolutions récentes des pratiques de protection des cultures, à mettre au point une méthode de suivi de ces pratiques basée sur des indicateurs, à identifier les déterminants majeurs des pratiques, à appréhender les freins au changement de pratiques et à proposer de nouvelles pistes en matière de conseil pour diminuer l'utilisation des pesticides en encourageant par exemple le recours à des méthodes alternatives de protection des cultures.**

Il sera l'objet d'une forte articulation avec d'autres projets en cours ou à venir :

- L'étude « IFT » en cours réalisée dans le cadre d'une convention avec le MAP, et dont les sorties sont attendues pour mai 2007,
- Le projet ADAR « systèmes de culture innovants »,
- Le travail du groupe Corpen « systèmes et pratiques agricoles économes en produits phytosanitaires », dont l'objectif est de produire des référentiels de systèmes de cultures économes en produits phytosanitaires, établis de façon distincte en grandes cultures, arboriculture, viticulture et maraîchage.
- Le projet MEDD 2002 « conduite intégrée du colza pour réduire l'utilisation des pesticides »,
- L'étude de l'impact des pratiques phytosanitaires sur la qualité des eaux : suivi des eaux de drainage, de ruissellement et de percolation des sites expérimentaux instrumentés d'ARVALIS (La jaillière, Parisot, Geispitzen, Le Magneraud, Lyon Saint Exupéry) et suivis de bassins versants en polyculture-élevage (La Fontaine du Theil).

Cette articulation sera fortement facilitée par le fait que les partenaires du projet ont pour la plupart une longue expérience de travail en commun, et participent également aux autres projets cités ci-dessus.

## **Plan de recherche détaillé**

L'objectif général du projet est de proposer et tester une méthode de diagnostic des pratiques de protection des cultures pratiquées en France en système grandes cultures, polyculture-élevage et vergers de pommiers, en liaison avec les conseils prodigués, afin d'identifier les marges de manœuvre et les voies d'améliorations permettant une diminution du recours aux pesticides. Ce projet porte sur la valorisation d'un grand nombre de données parcellaires diverses à des fins de diagnostic aux échelles locale, régionale ou nationale.

Le projet prévoit également l'amorce d'un réseau de fermes dans lesquelles des tests en vraie grandeur seront réalisés, afin d'appréhender les conditions de mise en œuvre de méthodes alternatives et d'acquérir des références.

L'organisation du travail s'articulera autour de quatre volets dont les résultats attendus sont de l'ordre de l'acquisition de méthodes et de connaissances à vocation opérationnelle :

- Volet 1 : il visera à proposer et à tester une méthode pour décrire et analyser l'évolution dans le temps de la lutte chimique contre les bio-agresseurs, à partir de la mise en œuvre d'indicateurs calculés sur les données existantes.
- Volet 2 : il s'agira de réaliser un diagnostic des pratiques de protection des cultures pratiquées, permettant de resituer la place cette lutte chimique parmi les autres méthodes de contrôle des bio-agresseurs et de protection des cultures, de comprendre les logiques d'actions des agriculteurs, d'identifier les déterminants de la lutte chimique (pression régionale en bio-agresseurs, systèmes de cultures dans lesquels ils s'insèrent...) et les liens avec les conseils prodigués.
- Volet 3 : il permettra ici d'imaginer les solutions les mieux adaptées aux résultats du diagnostic par une identification des marges de manœuvre, en y intégrant une connaissance des freins et motivations des acteurs aux propositions qui pourraient être faites. Les résultats attendus porteront sur des méthodes de raisonnement plus économes en quantités de pesticides utilisés et des méthodes alternatives issues de l'expertise des participants permettant d'envisager dans le cadre d'autres projets leur test et leur diffusion massive à l'échelle d'exploitations agricoles représentatives des systèmes de culture abordés dans le projet.
- Volet 4 : il s'agira d'amorcer la construction d'un réseau d'exploitations d'élevage pilotes ou expérimentales qui pourraient être demain le support de test en vraie grandeur, de démonstrations et d'acquisition de références.

Le caractère innovant de ce projet repose sur la pluralité des cultures et des systèmes qu'il se propose de couvrir, mais aussi sur l'effort de synthèse des informations diverses sur ces différents systèmes. En effet, le projet concerne les

grandes cultures, une culture pérenne (vergers de pommiers), mais également les systèmes de polyculture-élevage, ces derniers ayant jusqu'à présent rarement fait l'objet d'études sur l'utilisation des pesticides. Par ailleurs, il nous semble que la réflexion sur l'harmonisation des enquêtes pour une valorisation rapide et conjointe permettant une meilleure connaissance des pratiques agricoles et de leur diversité au niveau national est de nature à permettre une réactivité des différents acteurs, jusqu'à présent entravée par le manque d'information et les délais de leur obtention.

### **Sites et cas retenus**

Le projet s'appuiera sur des données d'enquêtes déjà disponibles (ONIC, SCEES, Instituts Techniques) enrichies de données recueillies pour l'occasion. Pour le volet 4, le site de la ferme de DERVAL en Loire Atlantique et 10 fermes pilotes seront mobilisés.

[...]

## Annexe A2. Extrait de la base de données phytosanitaires commune

## Extrait du référentiel PC

Num_ AMM	NOM_PC	CATEGORIE	CULTURE	DHm In	DHmax	Dhmoy	DHmin_ conserve	Unite	Nom_SIRIS	Teneur en SA	Unité	Somme teneur en SA (g)	Validation_ DHmin	Nombre_ SA_dans_ PC	Nombre_ PC_ contenant_ SA	PC_ frequent
2020421	LENAXYL	HERBICIDE	BETTERAVE	1	1	1	1	KG/HA	lenacile	80	%	800		1	18	oui
2000050	LENAZAR	HERBICIDE	BETTERAVE	0	0	0	0	NON DEF	lenacile	80	%	800		1	18	oui
2000447	LENAZAR	HERBICIDE	BETTERAVE	1	1	1	1	KG/HA	lenacile	80	%	800		1	18	oui
9900328	LENS 80 WP	HERBICIDE	BETTERAVE	0,5	0,5	0,5	0,5	KG/HA	lenacile	80	%	800		1	18	oui
8000011	LENTAGRAN	HERBICIDE	CHOU	2	2	2	2	KG/HA	pyridate	45	%	450		1	14	
8000011	LENTAGRAN	HERBICIDE	LUZERNE	2	2	2	2	KG/HA	pyridate	45	%	450		1	9	
8000011	LENTAGRAN	HERBICIDE	MAIS	2	2	2	2	KG/HA	pyridate	45	%	450		1	24	
8000011	LENTAGRAN	HERBICIDE	TREFLE	2	2	2	2	KG/HA	pyridate	45	%	450		1	9	
9900281	LENTAVIGNE	HERBICIDE	VIGNE	0	0	0	0	NON DEF	diuron	300	g/L	950		3	76	
9900281	LENTAVIGNE	HERBICIDE	VIGNE	0	0	0	0	NON DEF	pyridate	450	g/L	950		3	1	
9900281	LENTAVIGNE	HERBICIDE	VIGNE	0	0	0	0	NON DEF	simazine	200	g/L	950		3	79	
2060175	LENTILLES ANTILIMACES	ANTILIMACE	TRAITEMENTS GENERALX	6	6	6	6	KG/HA	metaldéhyde	3	%	30		1	242	
8500532	LERMOL 3	HERBICIDE	TRAITEMENTS GENERALX	15	15	15	15	L/HA	2,4-D-diméthylammonium	120	g/L	300		3	48	
8500532	LERMOL 3	HERBICIDE	TRAITEMENTS GENERALX	15	15	15	15	L/HA	dichlorprop-sel-d'ammine	120	g/L	300		3	6	
8500532	LERMOL 3	HERBICIDE	TRAITEMENTS GENERALX	15	15	15	15	L/HA	triclopyr	60	g/L	300		3	38	
2030338	LERMOL 3 P	HERBICIDE	TRAITEMENTS GENERALX	15	15	15	15	L/HA	2,4,5-T-sel-de-diméthylamine	120	g/L	240		3	3	
2030338	LERMOL 3 P	HERBICIDE	TRAITEMENTS GENERALX	15	15	15	15	L/HA	dichlorprop-sel-de-diméthylamine	60	g/L	240		3	4	
2030338	LERMOL 3 P	HERBICIDE	TRAITEMENTS GENERALX	15	15	15	15	L/HA	triclopyr-triéthylamine	60	g/L	240		3	10	
9200422	LEVTO	HERBICIDE	MAIS	5	5	5	5	L/HA	bensultap	192	g/L	392		2	18	
9200422	LEVTO	HERBICIDE	MAIS	5	5	5	5	L/HA	terbuthylazine	200	g/L	392		2	12	
9600433	LEXIC FLASH	FONGICIDE	VIGNE	3	3	3	3	KG/HA	cymoxanil	4	%	790		3	118	

## Extrait du référentiel SA

CAS SIRIS	Nom_SIRIS	CATEGORIE	CULTURE	Nom_PC	Num_ AMM	Teneur en SA	Unite	Dsa	Unité	cau se_ i nde ter m	Val idat io n_ Ds a	Ratio min/ max	dose unité	Class e_ CL 50	Classe_ DJA	Class ement	Interdic tion_ 2006	Interdic tion_ 2008	Nombre_ SA_dans_ PC	Nomb re_ PC_ cont enant_ la_ SA	SA_ frequ ente	val idat io n_ DU
411 98-08-7	profenophos	INSECTICIDE	MAIS	PRIZOL SUPER 3G	8300068	3	%	750	G/HA			1	750	c	D		Oui	non	1	1		
411 98-08-7	profenophos	INSECTICIDE	MELON	SELECRON SPECIAL 500 EC	8600663	500	g/L	50	G/HA			1	50	c	D		Oui	non	1	1		
602 07-90-1	propiconazole	FONGICIDE	AVOINE	MENARA	2060114	250	g/L	125	G/HA			1	125	d	D		Non	non	2	2		
602 07-90-1	propiconazole	FONGICIDE	AVOINE	ROMBUS	9900035	125	g/L	125	G/HA			1	125	d	D		Non	non	2	2		
602 07-90-1	propiconazole	FONGICIDE	BETTERAVE	ARMURE	9000678	150	g/L	90	G/HA			0,72	125	d	D		Non	non	2	3	oui	
602 07-90-1	propiconazole	FONGICIDE	BETTERAVE	PRACTIS GELUOSE	9000337	62,5	%	125	G/HA			0,72	125	d	D		Non	non	1	3	oui	
602 07-90-1	propiconazole	FONGICIDE	BETTERAVE	VERDANA	9700306	62,5	g/L	125	G/HA			0,72	125	d	D		Non	non	2	3	oui	
602 07-90-1	propiconazole	FONGICIDE	BLE TENDRE	AGROTECH-PROCHLORAZE PLUS EC	2050125	90	g/L	112,5	G/HA			0,6	125	d	D		Non	non	2	40	oui	OK
602 07-90-1	propiconazole	FONGICIDE	BLE TENDRE	ARCHER	8700484	125	g/L	125	G/HA		OK	0,6	125	d	D		Non	non	2	40	oui	OK

**Annexe A3. Performance des indicateurs pour les cultures pérennes : résultats des tests statistiques**

Variable	Modalités	Effectifs	Moyennes	test Mann-Whitney
				P-value
nb traitements	non	107	16,3	0,00***
	oui	260	30,1	
IFT pc	non	107	15,7	0,00***
	oui	260	28,1	
IFT sa	non	107	13,9	0,00***
	oui	260	24,4	
QSA	non	107	31,4	0,00***
	oui	260	45,2	

**Tableau 1 :** Résultats des tests statistiques (Mann et Whitney, test bilatéral) pour les indicateurs calculés sur la base des fongicides/bactéricides selon si les **contaminations secondaires de la tavelure** (juillet) ont été traitées ou non

Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	test Kruskal Wallis	Test Chi 2 (valeur critique : 5,938)
				P-value	X2 observé
Nb traitements	bio	26	2,7	0,00***	101,079
	conv	74	10,3		
	conv conf	263	7,4		
IFT	bio	26	2,9	0,00***	95,742
	conv	74	10,0		
	conv conf	263	6,8		
IFT sa	bio	26	2,5	0,00***	90,102
	conv	74	9,8		
	conv conf	263	6,9		
QSA	bio	26	28,5	0,00008081***	18,847
	conv	74	13,0		
	conv conf	263	12,1		

**Tableau 2 :** Résultats des tests statistiques (Kruskal Wallis et Chi 2) pour les indicateurs calculés sur la base des insecticides/acaricides de synthèse et minéraux selon le **mode de production** (Agriculture Biologique, Conventionnel, Conventionnel avec confusion sexuelle)

				test Mann-Whitney
Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	P-value
Nb traitements	conv	74	10,3	0***
	conv conf	263	7,4	
IFT pc	conv	74	10,0	0***
	conv conf	263	6,8	
IFT sa	conv	74	9,8	0***
	conv conf	263	6,9	
QSA	conv	74	13,0	2,10E-01
	conv conf	263	12,1	

				test Mann-Whitney
Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	P-value
Nb traitements	bio	26	2,7	0***
	conv	74	10,3	
IFT pc	bio	26	2,9	0***
	conv	74	10,0	
IFT sa	bio	26	2,5	0***
	conv	74	9,8	
QSA	bio	26	28,5	1,11E-04
	conv	74	13,0	

				test Mann-Whitney
Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	P-value
Nb traitements	bio	26	2,7	0***
	conv conf	263	7,4	
IFT pc	bio	26	2,9	0***
	conv conf	263	6,8	
IFT sa	bio	26	2,5	0***
	conv conf	263	6,9	
QSA	bio	26	28,5	0,00001009***
	conv conf	263	12,1	

**Tableau 3** : Résultats des tests statistiques (Mann et Whitney) comparant deux à deux les indicateurs calculés sur la base des insecticides/acaricides de synthèse et minéraux selon le **mode de production** (Agriculture Biologique, Conventionnel, Conventionnel avec confusion sexuelle)

Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	test Kruskal Wallis	Test Chi 2 (valeur critique : 5,938)
				P-value	X2 observé
Nb traitements	bio	28	7,8	0,00***	53,486
	conv	27	1,7		
	conv conf	110	2,4		
IFT	bio	28	8,3	0,00***	54,909
	conv	27	1,7		
	conv conf	110	2,3		

**Tableau 4** : Résultats des tests statistiques (Kruskal Wallis et Chi 2) pour les indicateurs calculés sur la base des insecticides « micro-organismes » selon le **mode de production** (Agriculture Biologique, Conventionnel, Conventionnel avec confusion sexuelle)

Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	test Mann-Whitney
				P-value
Nb traitements	conv	27	1,7	0,011*
	conv conf	110	2,4	
IFT pc	conv	27	1,7	0,010*
	conv conf	110	2,3	
Nb traitements	bio	28	7,8	0***
	conv	27	1,7	
IFT pc	bio	28	8,3	0***
	conv	27	1,7	
Nb traitements	bio	28	7,8	0***
	conv conf	110	2,4	
IFT pc	bio	26	2,9	0***
	conv conf	110	2,4	

**Tableau 5** : Résultats des tests statistiques (Mann et Whitney) comparant deux à deux les indicateurs calculés sur la base des insecticides « micro-organismes » selon le **mode de production** (Agriculture Biologique, Conventionnel, Conventionnel avec confusion sexuelle)

				Test Kruskal Wallis	Test Chi 2 (valeur critique : 7,777)
Variable	Modalités	Effectifs	Moyennes	P-value	CHI2 observé
Nb traitements	Chimique + Microbiologique	19	4,5	0***	61,395
	Chimique seule	50	5,6		
	Confusion + Chimique	129	2,6		
	Confusion + Chimique + Microbiologique	82	2,6		
IFT PC	Chimique + Microbiologique	19	4,6	0***	55,813
	Chimique seule	50	5,7		
	Confusion + Chimique	129	2,6		
	Confusion + Chimique + Microbiologique	82	2,6		
IFT SA	Chimique + Microbiologique	19	4,5	0***	53,581
	Chimique seule	50	5,6		
	Confusion + Chimique	129	2,6		
	Confusion + Chimique + Microbiologique	82	2,6		
QSA	Chimique + Microbiologique	19	1,2	0***	41,272
	Chimique seule	50	1,7		
	Confusion + Chimique	129	0,7		
	Confusion + Chimique + Microbiologique	82	0,6		

**Tableau 6** : Résultats des tests statistiques (Kruskal Wallis et Chi 2) pour les indicateurs calculés sur la base des insecticides de synthèse « cible carpocapse » selon la **stratégie de lutte contre le carpocapse**

				Test Kruskal Wallis	Test Chi 2 (valeur critique : 7,77)
Variable	Modalités	Effectifs	Moyennes	P-value	CHI2 observé
Nb traitements	Chimique + Microbiologique	20	1,65	0,000003832***	27,889
	Confusion + Chimique + Microbiologique	90	2,24		
	Confusion + Microbiologique	30	5,03		
	Microbiologique seule	9	5,44		
IFT PC	Chimique + Microbiologique	20	1,62	7,27E-06	26,562
	Confusion + Chimique + Microbiologique	90	2,24		
	Confusion + Microbiologique	30	5,10		
	Microbiologique seule	9	5,88		

**Tableau 7** : Résultats des tests statistiques (Kruskal Wallis et Chi 2) pour les indicateurs calculés sur la base des insecticides à base de microorganismes « cible carpocapse » selon la **stratégie de lutte contre le carpocapse**

				test Kruskal Wallis	Test Chi 2 (valeur critique : 5,938)
Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	P-value	X2 observé
Nb traitements	Situation 1	162	27,9	0***	72,042
	Situation 2	92	18,2		
	Situation 3	106	29,7		
IFT	Situation 1	162	25,8	0***	60,202
	Situation 2	92	17,7		
	Situation 3	106	27,7		
IFT sa	Situation 1	162	22,0	0***	56,17
	Situation 2	92	15,8		
	Situation 3	106	24,8		
QSA	Situation 1	162	39,5	0,0003056***	16,186
	Situation 2	92	36,0		
	Situation 3	106	48,3		

**Tableau 8** : Résultats des tests statistiques (Kruskal Wallis et Chi 2) pour les indicateurs calculés sur la base des fongicides selon **trois situations de pression tavelure**

Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	test Kruskall Wallis	Test Chi 2 (valeur critique : 5,938)
				P-value	X2 observé
Nb traitements	Situation 1	161	7,7	0,34	2,164
	Situation 2	92	7,3		
	Situation 3	105	7,9		
IFT	Situation 1	161	6,9	0,494	1,409
	Situation 2	92	7,4		
	Situation 3	105	7,3		
IFT sa	Situation 1	161	6,7	0,043*	6,287
	Situation 2	92	7,9		
	Situation 3	105	7,3		
QSA	Situation 1	161	9,9	0***	49,619
	Situation 2	92	19,8		
	Situation 3	105	13,9		

**Tableau 9** : Résultats des tests statistiques (Kruskall Wallis et Chi 2) pour les indicateurs calculés sur la base des insecticides de synthèse et minéraux selon **trois situations de pression carpocapse**

Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	test Kruskall Wallis	Test Chi 2 (valeur critique : 5,938)
				P-value	X2 observé
Nb traitements	Situation 1	84	3,3	0,30	2,433
	Situation 2	50	3,4		
	Situation 3	30	2,6		
IFT	Situation 1	84	3,2	0,561	1,155
	Situation 2	50	3,7		
	Situation 3	30	2,7		

**Tableau 10** : Résultats des tests statistiques (Kruskall Wallis et Chi 2) pour les indicateurs calculés sur la base des insecticides à base de micro-organismes selon **trois situations de pression carpocapse**

Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	test Kruskall Wallis	test Chi 2 (valeur critique : 7.777)
				P-value	Chi 2 observé
Nb traitements	2005	56	26,8	0,004**	13,32
	2006	63	24,5		
	2007	135	23,9		
	2008	113	29,3		
IFT pc	2005	56	25,4	0,011*	11,22
	2006	63	23,4		
	2007	135	22,5		
	2008	113	27,1		
IFT sa	2005	56	22,4	0,007**	12,091
	2006	63	20,3		
	2007	135	19,5		
	2008	113	23,7		
QSA	2005	56	40,0	0,0005523***	17,52
	2006	63	37,0		
	2007	135	37,3		
	2008	113	49,0		

**Tableau 11** : Résultats des tests statistiques (Kruskall Wallis et Chi 2) pour les indicateurs calculés sur la base des fongicides selon **les quatre années d'étude**

Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	test Mann-Whitney
				P-value
nb traitements	Années à faible pression (2005-2006-2007)	254	24,7	78,96E-05***
	Année à forte pression (2008)	113	29,3	
IFT pc	Années à faible pression (2005-2006-2007)	254	23,3	0,002**
	Année à forte pression (2008)	113	27,1	
IFT sa	Années à faible pression (2005-2006-2007)	254	20,3	0,003**
	Année à forte pression (2008)	113	23,7	
QSA	Années à faible pression (2005-2006-2007)	254	37,9	16,98E-06***
	Année à forte pression (2008)	113	49,0	

**Tableau 12** : Résultats des tests statistiques (Mann et Whitney) en comparant les indicateurs « fongicides » entre les années à plus faible pression tavelure (2005-2006-2007) et à forte pression (2008)

Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	test Kruskal Wallis	test Chi 2 (valeur critique : 7.777)
				P-value	Chi 2 observé
Nb traitements	2005	56	8,6	0,090	6,50
	2006	63	8,1		
	2007	134	7,5		
	2008	112	7,1		
IFT pc	2005	56	8,3	0,22	4,42
	2006	63	7,4		
	2007	134	7,0		
	2008	112	6,7		
IFT sa	2005	56	8,1	0,46	2,583
	2006	63	7,2		
	2007	134	7,0		
	2008	112	6,9		
QSA	2005	56	14,5	0,68	1,514
	2006	63	13,1		
	2007	134	13,8		
	2008	112	12,7		

**Tableau 13** : Résultats des tests statistiques (Kruskal Wallis et Chi 2) pour les indicateurs calculés sur la base des insecticides de synthèse et minéraux selon les quatre années d'étude

Variable	Modalité	Effectif	Moyenne	test Kruskal Wallis	test Chi 2 (valeur critique : 7.777)
				P-value	Chi 2 observé
Nb traitements	2005	25	3,2	0,837	0,85
	2006	29	3,7		
	2007	63	2,9		
	2008	48	3,3		
IFT pc	2005	25	3,2	0,99	0,10
	2006	29	3,4		
	2007	63	2,9		
	2008	48	3,5		

**Tableau 14** : Résultats des tests statistiques (Kruskal Wallis et Chi 2) pour les indicateurs calculés sur la base des insecticides à base de micro-organismes selon les quatre années d'étude

## Annexe A4. Typologie blé tendre, profils de lutte chimique (extrait du rapport Torloting 2008)

- *Objectif de rendement assuré par une utilisation intensive des produits phytosanitaires :*

Les parcelles des profils 2 et 4 font partie de grandes exploitations sur des terres à forts potentiels. Pour valoriser au maximum le potentiel du milieu, les produits phytosanitaires sont utilisés de manière intensive pour assurer une bonne protection des plantes. De plus, la conduite de ces parcelles tend à avoir une pression élevée en bioagresseurs. A titre d'exemple, l'utilisation de variétés sensibles aux maladies sans recours aux Avertissements Agricoles Régionaux et sur des terres à pression élevée (niveau de risque=9) favorise les traitements intensifs en fongicide. Dans ce cas, l'utilisation de variétés résistantes à la verse n'est pas dans le but de substituer les régulateurs de croissance, mais plutôt de pouvoir mettre plus d'azote pour assurer les rendements. L'ensemble de ces paramètres fait tendre les IFT vers une valeur forte (6,7), nettement supérieure à l'IFT moyen de l'échantillon (4,92). La différence entre ces deux profils vient du poids des herbicides et fongicides dans la valeur de l'IFTp global. Dans l'un (profil 2), ce sont les fongicides qui sont raisonnés et dans l'autre (profil 4) les herbicides.

- *Conditions de culture favorables à une pression parasitaire forte*

Ce profil (1) est caractérisé par des parcelles à fort risque de maladie. Toutes les conditions sont réunies pour avoir une pression forte sur la culture. L'utilisation de variétés sensibles aux maladies et à la verse, l'absence d'utilisation d'Avertissement Agricole Régional favorise un IFTp fongicide (3) très élevée tendant l'IFTp global vers une valeur élevée. L'utilisation de régulateur de croissance et d'insecticide augmente l'IFTp global. Au niveau de la lutte contre les adventices, il y a une incohérence entre la lutte chimique et agronomique. Ces parcelles sont fortement traitées en herbicides bien qu'il y ait un labour et une succession culturale printemps-automne. Ce profil présente peut-être des parcelles à fort salissement ou à résistance.

- *Pratiques culturales favorables à une pression faible tendant l'IFT vers une valeur faible*

Ces parcelles sont regroupées dans les profils 9 et 10. La conduite de la culture du blé s'est faite de manière à limiter la pression des bio agresseurs sur les parcelles. A titre d'exemple l'utilisation d'un traitement de semence Gaucho permet de substituer le traitement insecticide en automne. L'utilisation d'Avertissement Agricole Régional et de variétés moyennement sensibles aux maladies permettent d'ajuster les traitements fongicides aux pressions et d'avoir moins recours aux fongicides (IFT parcelle = 3.25). L'utilisation d'un semi tardif permet de faire un désherbage mécanique avant le semi et l'utilisation d'un semi dense augmente la concurrence du blé vis-à-vis des adventices.

- *Les IFTp globaux moyens*

L'IFTp global va fortement varier lorsqu'il y a la présence ou non de traitements insecticides et régulateurs de croissance. Dans ces profils, il y a une grande variabilité de conduites qui vont faire diminuer un type d'IFTp et pas l'autre. On suppose qu'un exploitant va être pointilleux dans un type de pression et moins dans l'autre. Son raisonnement va dépendre des pressions, de l'histoire de la parcelle, de la facilité à raisonner un type de traitement plutôt qu'un autre. En généralisant beaucoup, des parcelles de petites surfaces et à rendement inférieur à 65 quintaux par hectare reçoivent peu de traitement, afin de maintenir une marge nette convenable. Dès que l'on passe à des rendements plus élevés, des traitements se rajoutent à l'itinéraire chimique de la culture.

**Tableau 1 : Titres des profils issus de la typologie de la lutte chimique de l'IFT global parcelle**

Profils	IFT	Effectif
1 : Condition de culture favorable à une grande pression parasitaire	5,96	164
2 : Profil à fort potentiel agronomique à méthode de protection chimique intensive et à pression parasitaire élevée	6,41	437
3 : Profil caractérisé par une protection chimique moyennement forte	5,42	551
4 : Similaire au profil 2	6,71	574
5 : Profil caractérisé par des départements à fort potentiel de rendement avec une protection chimique moyennement intensive	5,73	806
6 : Stratégie de protection chimique sur les grandes exploitations dans la Seine et Marne après les années 2000	5,16	562
7 : Parcelles à IFT moyen	4,31	739
8 : Profil caractérisé par des petites surfaces recevant plus de 3 traitements fongicides	4,39	634
9 : Profil caractérisé par des IFT faibles tout en assurant un rendement	3,2	132
10 : Conditions de culture favorable à une faible pression	3,5	576
11 : Très faible IFT dû à l'année 2003 (sécheresse)	2,58	392

## Annexe A5. Typologie des pratiques sur vergers de pommier. Critères de diversité retenus pour l'ACM

	Critère de Diversité	Variable	Classes créées	Modalités	Effectif	Fréquence
Caractérisation de la Structure Exploitation	Répartition par Région	Reg		SO	31	30,10%
				SE	36	34,95%
				VL	36	34,95%
	Surface en Pommier	Surf_Ha		-10Ha ( <i>moins de 10 Ha</i> )	22	21,36%
				10-25Ha ( <i>entre 10 et 25 Ha</i> )	35	33,98%
				+25Ha ( <i>plus de 25 Ha</i> )	46	44,66%
	Spécialisation Arbo Pomme	%_Pom_SAU	<b>quanti</b>	% pommier / SAU totale de l'EA		
			<b>[0-25]</b>	faible	20	19,42%
			<b>]25-75]</b>	moyen	40	38,83%
			<b>&gt;75</b>	fort	43	41,75%
Type de production	Typ_produc		conv ( <i>conventionnel</i> )	100	97,09%	
			bio ( <i>biologique</i> )	3	2,91%	
Type de Répartition des parcelles	Re_parc		1bloc ( <i>1 seul bloc</i> )	20	19,42%	
			blocs+rapprochées ( <i>en plusieurs blocs ou rapprochées</i> )	58	56,31%	
			éloignées ( <i>éloignées</i> )	25	24,27%	
Indicateurs reflétant l'utilisation des produits phyto Insecticides	Indicateurs Globaux	Nb_trait_g	<b>[0-40]</b>	faible	38	36,89%
			<b>]40-60]</b>	moyen	40	38,83%
			<b>&gt;60</b>	fort	25	24,27%
		IFT_pc_g	<b>[0-35]</b>	faible	31	30,10%
			<b>]35-45]</b>	moyen	41	39,81%
			<b>&gt;45</b>	fort	41	39,81%
		IFT_sa_g	<b>[0-35]</b>	faible	47	45,63%
			<b>]35-45]</b>	moyen	27	26,21%
			<b>&gt;45</b>	fort	29	28,16%
	QSA_g	<b>[0-55]</b>	faible	32	31,07%	
		<b>]55-75]</b>	moyen	33	32,04%	
		<b>&gt;75</b>	fort	38	36,89%	

## Caractérisation des pratiques de protection des cultures

Toxicité & Ecotoxicité : Choix & Utilisation / Origine	Ecotoxicité des Substances Actives utilisées	nb_MA_util_R50/53	[0-25]	Nb d'utilisation de MA classés R50-53	35	33,98%	
			faible	35	33,98%		
			[25-45]	moyen	44	42,72%	
		>45	fort	24	23,30%		
		%_util_MA_Ecotox	% d'utilisation de MA classées Ecotox sur celles non classées	[0-60[	faible	24	23,30%
			[60-70]	moyen	55	53,40%	
			>70	fort	24	23,30%	
		Prise en compte de tox & écotox dans le choix du produit	Choix_prdt	tox	15	14,56%	
				écotox	13	12,62%	
	tox & écotox			27	26,21%		
	autres			48	46,60%		
	Origine des produits utilisés	Orig_prdt	quanti	% d'utilisation des MA d'origine naturelle & minérale sur le total			
			[0-15]	faible	35	33,98%	
			]15-25]	moyen	45	43,69%	
			>25	fort	23	22,33%	
Choix des familles chimiques anti-carpo	alternance des familles chimiques	altern_fam_chim	quanti	Nb de fam chim utilisées			
			[0-4]	faible	42	40,78%	
			>4	fort	61	59,22%	
Stratégie Insecticides	Stratégie de Raisonnement Insecticide	Cal_pré_i	oui	44	42,72%		
			non	59	57,28%		
		obs_conn_i	oui	95	92,23%		
			non	8	7,77%		
		recom_i	oui	93	90,29%		
			non	10	9,71%		
Indicateurs reflétant l'utilisation des produits phyto Insecticides	Indicateurs Insecticides	Nb_trait_i	[0-5]	faible	19	18,45%	
			]5-8]	moyen	49	47,57%	
			>8	fort	35	33,98%	
		IFT_pc_i	[0-6[	faible	34	33,01%	
			[6-8]	moyen	34	33,01%	
			>8	fort	35	33,98%	
		IFT_sa_i	[0-6[	faible	44	42,72%	
			[6-8]	moyen	32	31,07%	
			>8	fort	27	26,21%	
	QSA_i	[0-5]	faible	46	44,66%		
		]5-20]	moyen	29	28,16%		
		>20	fort	28	27,18%		

## Caractérisation des pratiques de protection des cultures

Caractérisation des pratiques contre le Carpocapse	Type de lutte contre le carpocapse	Type_lutte		conv conf ( <i>conventionnel confusé</i> )	88	85,44%	
				conv ( <i>conventionnel</i> )	10	9,71%	
				bio ( <i>biologique</i> )	3	2,91%	
	Gestion des fruits tombés au sol	Gest_fruits		oui ( <i>broyés et/ou exportés</i> )	66	64,00%	
				non	37	36,00%	
	Mesures prophylactiques	M_Alter		oui ( <i>pose de bandes pièges ou/et utilisation de nématodes</i> )	38	37,00%	
				non	65	63,00%	
	mode d'action de la substance active contre le carpo	nb_util_ov	<b>quanti</b>		Nb d'utilisation d'ovicides		
				[0-1]	faible	44	42,72%
				>1	fort	59	57,28%
		nb_util_larv	<b>quanti</b>		Nb d'utilisation de larvicides		
				[0-2]	faible	43	41,75%
>2				fort	60	58,25%	
Indicateurs reflétant l'utilisation des produits phyto Carpocapses	Indicateurs Carpocapses	Nb_trait_carpo	[0-1]	faible	27	26,21%	
			[1-4]	moyen	51	49,51%	
			>4	fort	25	24,27%	
		IFT_pc_carpo	[0-1]	faible	25	24,27%	
			[1-4]	moyen	49	47,57%	
			>4	fort	29	28,16%	
		IFT_sa_carpo	[0-1]	faible	34	33,01%	
			[1-4]	moyen	51	49,51%	
			>4	fort	18	17,48%	
	QSA_carpo	[0-0,10]	faible	27	26,21%		
		]0,10-0,70]	moyen	44	42,72%		
		>0,70	fort	32	31,07%		
Stratégie Fongicides	Stratégie de Raisonnement Fongicide	Cal_pré_f		oui	54	52,43%	
				non	49	47,57%	
		obs_conn_f		oui	77	74,76%	
				non	26	25,24%	
		recom_f		oui	87	84,47%	
				non	16	15,53%	
Caractérisation des pratiques contre la Tavelure	Protection de la contamination Fongique Secondaire	Protec_cont2	<b>quanti</b>	oui	74	71,84%	
				non	29	28,16%	
	Sensibilité Variétale de résistance à la Tavelure	Sens_Var		Rés ( <i>Variété résistante</i> )	17	16,50%	
				Sens ( <i>Variété sensible</i> )	86	83,50%	
	Type de lutte pour réduire l'inoculum d'automne	Red_ino		oui ( <i>broyage ; broyage + urée ; urée</i> )	89	86,41%	
				non	14	13,59%	

<b>Type de produits phyto Fongicides</b>	alternance des familles chimiques	altern_fam_fong	<b>quanti</b>	Nb de fam chim utilisées				
			<b>[0-5]</b>	faible	45	43,69%		
			<b>&gt;5</b>	fort	58	56,31%		
	mode d'action de la substance active	nb_util_prdt_cont		<b>quanti</b>	Nb d'utilisation de produits de contact			
				<b>[0-15]</b>	faible	26	25,24%	
				<b>]15-30]</b>	moyen	45	43,69%	
				<b>&gt;30</b>	fort	32	31,07%	
		nb_util_prdt_syst		<b>quanti</b>	Nb d'utilisation de produits systémiques			
				<b>[0-1]</b>	faible	28	27,18%	
				<b>]1-5]</b>	moyen	44	42,72%	
		nb_util_prdt_pén		<b>quanti</b>	Nb d'utilisation de produits pénétrants			
				<b>[0-2]</b>	faible	35	33,98%	
				<b>]2-5]</b>	moyen	39	37,86%	
		<b>Indicateurs reflétant l'utilisation des produits phyto Fongicides</b>	Indicateurs Fongicides	Nb_trait_f	<b>[0-20]</b>	faible	25	24,27%
					<b>]20-30]</b>	moyen	29	28,16%
<b>&gt;30</b>	fort				49	47,57%		
IFT_pc_f	<b>[0-20]</b>			faible	24	23,30%		
	<b>]20-30]</b>			moyen	36	34,95%		
	<b>&gt;30</b>			fort	43	41,75%		
IFT_sa_f	<b>[0-20]</b>			faible	33	32,04%		
	<b>]20-30]</b>			moyen	39	37,86%		
	<b>&gt;30</b>			fort	31	30,10%		
QSA_f	<b>[0-40]</b>			faible	39	37,86%		
	<b>]40-60]</b>			moyen	32	31,07%		
	<b>&gt;60</b>			fort	32	31,07%		

**Annexe A6. Questionnaire sur les pratiques phytosanitaires des arboriculteurs**

**Objectif : Etudier les pratiques phytosanitaires en verger de pommiers et évaluer la place qu'occupent aujourd'hui les méthodes de lutte alternative contre les maladies et ravageurs, ainsi que les freins et marges de manœuvre pour les développer.**

**I) Caractéristiques de votre exploitation et du verger de pommiers :**

▪ **Généralités :**

- 1) *Activité dominante de l'exploitation :* .....
- 2) *Nombre de salariés permanents :* .....
- 3) *Superficie agricole de l'exploitation (en hectares) :* .....
- 4) *Superficie totale du verger de pommiers (en hectares) :* .....
- 5) *Adhérez-vous à une organisation de producteurs :*  
c Oui c Non
- 6) *Au sein de l'exploitation, le verger de pommiers est-il :*  
c *Dispersé en parcelles éloignées les unes des autres*  
c *Découpé en parcelles proches les unes des autres*  
c *Groupé en un seul bloc*

▪ **Mode de production :**

- 7) *Le verger est-il conduit en agriculture biologique (y compris en conversion) ?*  
c Oui  
c *Oui, pour une partie seulement (Précisez la surface : .....Ha)*  
c Non
- 8) *Le verger répond-il à un (des) cahier(s) des charges particulier(s) ?*  
c *Oui (Q9) c Non (Q10)*
- 9) *Si oui, listez l'ensemble des cahiers des charges (Nature choice, BRC, Globalgap, PFI) :*  
.....

**II) Place des méthodes de lutte alternative dans votre stratégie :**

**Contre le carpocapse :**

**Confusion sexuelle :**

- 19) *Sur quelle surface du verger la confusion sexuelle est-elle mise en œuvre ? ---- Ha*
- 20) *Quels sont les freins au développement de cette technique sur vos parcelles non confusées ?*.....

**Filets anti-insectes :**

- 21) *Avez-vous déjà entendu parler de l'emploi de filets (sur chaque rangée ou sur toute la parcelle d'un seul tenant) comme barrière physique contre les carpocapses ?*  
c *Oui (Q22) c Non (Q24)*
- 22) *Si oui, Disposez-vous de parcelles équipées ainsi ?*  
c *Oui (Précisez la surface : .....Ha) (Q24) c Non (Q23)*
- 23) *Si non, pensez-vous que vous pourriez adopter cette méthode à l'avenir ?*  
.....

**Nématodes entomopathogènes :**

- 24) *Avez-vous déjà entendu parler de l'utilisation de nématodes (*Steinernema carpocapsae*) pour lutter contre le carpocapse ?*

c Oui (Q25) c Non (Q27)

25) Si oui, employez-vous cette méthode ?

c Oui (Q27) c Non (Q26)

26) Si non, pensez-vous que vous pourriez adopter cette méthode à l'avenir ?

**Mesures prophylactiques :**

27) Posez-vous des bandes pièges contre le carpocapse en quantité suffisante pour faire baisser les populations ?

c Oui (Q29) c Non (Q28)

28) Si non, quelles sont les contraintes ? .....

29) Les fruits tombés au sol au cours de la saison sont-ils :

c Exportés du verger puis détruits

c Broyés sur place

c Laissés dans le verger

30) Quelles difficultés posent la gestion des fruits tombés ?.....

31) Evitez-vous l'entreposage de palox en bois à proximité de parcelles de pommiers ?

c Oui c Non

32) Est-ce que vous conditionnez vous-même les fruits ?

c Oui (Q33) c Non (Q34)

33) Si oui, comment gérez-vous les fruits éliminés lors du tri ?.....

• **Contre la tavelure :**

34) Quelle est votre stratégie de traitement des feuilles tombées au sol à l'automne ?

c Aucune intervention (Q36)

c Intervention qui ne vise pas directement la litière (broyage des bois de taille)

c Broyage

c Enfouissement

c Autre (précisez) :

35) Quelles difficultés rencontrez-vous ?.....

36) Si aucune intervention n'est faite, envisagez-vous de le faire à l'avenir ?

c Oui (Q42) Préciser de quelle manière : .....

c Non (Q37)

37) Si non, pourquoi ?

*Dans le cas d'une intervention spécifique contre la tavelure:(questions 38 à 41)*

38) Sur quelle surface ? .....Ha

39) A quelle époque ? .....

40) Quelles parcelles choisissez-vous?

c Toutes

c Seulement là où l'inoculum d'automne est de niveau moyen ou élevé

c Autre (Précisez) : .....

41) Rassemblez-vous l'ensemble des feuilles (à l'aide d'un souffleur ou d'une brosse) ?

c Oui c Non

• **Contre les pucerons et l'oïdium :**

42) Eliminez-vous manuellement les pousses infestées au printemps ?

Par les pucerons :

c Oui c Non (Q44)

43) Par l'oïdium :

c Oui c Non (Q44)

44) Si non, pourquoi ?.....

• **Contre les acariens :**

45) Avez-vous des acariens prédateurs naturellement présents ?

c Oui c Non

46) Faites vous des lâchers d'acariens prédateurs ?

c Oui (Q48) c Non (Q47)

47) Si non, pourquoi ?.....

48) Envisagez-vous de changer votre stratégie dans l'avenir ?

c Oui (Q49) c Non (Q50)

49) Si oui, comment ?.....

.....

**III) Raisonnement de la protection phytosanitaire de votre verger :**

a) Evaluation de la pression de maladies et de ravageurs au verger :

50) Dans votre verger, les observations sont-elles faites par :

c Un service technique ? Précisez : .....

c Votre structure ? Précisez qui s'en charge : .....

c Aucune observation sur le terrain

51) Si des observations sont faites, le sont-elles :

c Ponctuellement

c A intervalles de temps plus ou moins régulier. Précisez : .....

52) Quelles sont les observations ?

c Carpocapse

c Tavelure

c Pucerons

c Oïdium

c Acariens

c Autres (précisez).....

53) Utilisez-vous des outils de diagnostic et de prédiction de risque ?

c Pièges à phéromones

c Carpocapse

c Tordeuses

c Autres (précisez).....

c Bandes pièges

c Modèle de prédiction des risques ou des vols / des émergences

54) Quelles contraintes vous posent les observations de maladies et ravageurs sur le terrain ?

.....

b) Raisonnement du déclenchement de la protection phytosanitaire :

55) Raisonnez-vous les interventions phytosanitaires :

	carpocapse	Tavelure	pucerons	oïdium	acariens
A la parcelle					
Pour un bloc de parcelle (avec la même stratégie)					
A la variété en fonction de sa sensibilité					
A la variété en fonction de sa phénologie					
Autres					

56) Sur quoi est basée votre stratégie phytosanitaire ? (Cochez, pour chaque colonne, les trois cases reflétant le mieux votre raisonnement)

	Insecticide (Et/ou acaricide)	Fongicide
Selon un calendrier préétabli		
D'après vos observations au verger (comptages, pièges)		
D'après vos connaissances sur l'historique des parcelles		
D'après vos connaissances sur l'environnement des parcelles		
D'après les recommandations d'un distributeur de produits phytosanitaires		
D'après les recommandations d'un technicien		
D'après les recommandations des avertissements agricoles des services de la protection des végétaux		
Autre (Précisez)	.....	.....

57) En règle générale, comment choisissez-vous une spécialité commerciale ?

*c Sur conseil*

*c En fonction de :*

*c Son efficacité*

*c Son coût*

*c Sa ZNT (Zone non traitée)*

*c Son DAR (Délai avant récolte)*

*c Son profil écotoxicologique*

*c Son DRE (Délai de réentrée)*

*c Son mode d'action*

*c Risque de développer des résistances*

*c Sa dangerosité (pour le personnel)*

*c Autre (précisez) : .....*

58) Quelles difficultés principales rencontrez-vous pour appliquer votre stratégie phytosanitaire sur le terrain ?.....

.....

.....

.....

#### IV) Evaluation de la protection

59) Sur les parcelles qui ont fait l'objet de calculs d'indicateurs, avez-vous rencontré des problèmes liés à la tavelure du pommier, au carpocapse,... ? (Préciser l'année et les parcelles)

.....

.....

.....

.....

60) En 2008, sur les parcelles qui ont fait l'objet de calculs d'indicateurs, quelles stratégies avez-vous adopté ?

.....

.....

.....

.....

61) Avez-vous été satisfait du résultat de votre stratégie de protection ?

*c Oui c Non*

*Si non, pourquoi ?.....*

.....

**Merci beaucoup pour le temps passé à répondre à cette enquête !**