

# Produits phytosanitaires et protection intégrée des cultures : l'indicateur de fréquence de traitement<sup>1</sup>

---

Nathanaël Pingault\*, Émilie Pleyber\*, Claire Champeaux\*\*, Laurence Guichard\*\*, Bertrand Omon\*\*\*

## Résumé

*Les pesticides et leurs risques sur la santé humaine et l'environnement sont devenus ces dernières années un sujet de préoccupation majeure. Cet article présente un nouvel indicateur de « pression phytosanitaire », l'indicateur de fréquence de traitement (IFT), qui mesure l'intensité du recours aux produits phytosanitaires et qui permet de promouvoir les pratiques plus économes en pesticides.*

*La première partie de cet article précise les risques liés à l'utilisation des pesticides, les actions engagées pour leur faire face et les indicateurs correspondants. La seconde décrit l'IFT, présente les premiers résultats obtenus pour cet indicateur à l'échelle nationale et en propose quelques utilisations possibles pour la conception et l'évaluation des politiques publiques. La troisième partie décrit les mesures agroenvironnementales fondées sur cet IFT et proposées aux agriculteurs depuis 2007.*

*Outre la construction d'un diagnostic commun de la situation initiale, l'IFT rend possible la définition d'une vision partagée de l'objectif à atteindre. À partir de cet indicateur, il est possible de concevoir des politiques finement adaptées aux conditions locales, fondées non plus sur une obligation de moyens mais sur un objectif de résultat qui permet à chaque chef d'exploitation de choisir librement sa stratégie. Enfin, l'IFT facilite l'évaluation de l'action publique et la rend ainsi plus transparente : en effet, il indique à la fois l'objectif à atteindre (IFT cible) et les progrès accomplis (IFT réalisé).*

## Mots clés

Indicateurs, pesticides, mesures agroenvironnementales

---

1. Cet article a été écrit en août 2007, avant les travaux du Grenelle de l'Environnement (octobre 2007). Ces travaux ont notamment abouti au lancement du plan « Ecophyto 2018 » qui vise à réduire de 50 % si possible en 10 ans l'usage de pesticides sur le territoire national. C'est pourquoi, malgré son importance, ce plan Ecophyto 2018 est peu abordé dans cet article.

Pour en savoir plus, le lecteur intéressé pourra consulter le site Internet dédié :

<http://agriculture.gouv.fr/> (rubrique Environnement/Prévention des pollutions) ou en accès direct :

<http://agriculture.gouv.fr/sections/magazine/focus/phyto-2018-plan-pour>

\* Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

\*\* Inra, UMR 211 Agronomie

\*\*\* Chambre d'agriculture de l'Eure

## Introduction

Depuis le rapport Brundtland (1987) et le Sommet de la Terre à Rio de Janeiro (1992), la nécessité d'adopter un mode de développement plus durable, c'est-à-dire « économiquement viable, écologiquement durable et socialement équitable », « répondant aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs », apparaît de plus en plus clairement, non seulement aux scientifiques mais aussi à la classe politique et à l'ensemble de la société civile.

Cette prise de conscience collective a contribué à mettre en lumière les impacts néfastes sur l'environnement de certaines pratiques agricoles. Ainsi, non seulement les risques environnementaux et sanitaires liés aux pesticides ne sont plus mis en doute, mais ils font l'objet d'une attention croissante. Des études scientifiques permettent de mieux les connaître. Les pouvoirs publics (aux niveaux européen et national) engagent de nouvelles actions pour les maîtriser. Sur le terrain, notamment au sein de groupes de réflexion et d'échanges de pratiques, agriculteurs et conseillers mettent au point de nouveaux itinéraires techniques pour limiter ces risques en réduisant le recours aux produits phytosanitaires<sup>1</sup>.

Parallèlement, de nouveaux indicateurs doivent être mis au point pour favoriser l'intégration des trois dimensions du développement durable (économique, environnementale et sociale) dans l'action concrète des pouvoirs publics<sup>2</sup>. En ce qui concerne les pesticides, parmi les indicateurs utilisables à une échelle nationale en France jusqu'à maintenant, on peut citer :

- la « quantité totale de substances actives vendues en une année », publiée chaque année par l'UIPP<sup>3</sup>, puis par les pouvoirs publics à partir de 2009 ;
- « le nombre de traitements réalisés au cours d'une campagne culturale », calculé tous les cinq ans pour les principales cultures à partir de l'enquête « Pratiques culturales » présentée plus en détail dans cet article ;
- la « superficie développée » (multiplication de la surface traitée par le nombre de traitements reçus), utilisée notamment dans les méthodes de diagnostic agroenvironnemental des exploitations agricoles<sup>4</sup> ;
- la « proportion des points de mesure sur lesquels des pesticides étaient détectés » ou « la fréquence de dépassement des normes concernant l'eau potable », indicateurs publiés chaque année dans les bilans IFEN.

Les limites de ces différents indicateurs, présentées dans cet article, ont conduit le ministère français de l'Agriculture et de la Pêche à développer un nouvel indicateur, l'indicateur de fréquence de traitement (IFT), en s'appuyant sur une étude de l'INRA (Champeaux, 2006 et 2007) et en s'inspirant de l'expérience danoise (Gravesen, 2003). Nous verrons que cet indicateur de « **pression phytosanitaire** », s'il ne décrit pas directement le risque potentiel pour l'environnement, permet d'orienter les actions publiques visant à promouvoir une agriculture économe en produits phytosanitaires et d'en évaluer directement l'efficacité. Cet indicateur viendra utilement compléter les indicateurs décrivant l'état des masses d'eau. C'est également en s'appuyant sur cet indicateur que seront bâties les mesures agroenvironnementales territorialisées du nouveau programme de développement rural hexagonal (PDRH 2007-2013), incitant les agriculteurs à réduire leur utilisation de produits phytosanitaires.

La première partie de cet article précise les risques liés à l'utilisation des pesticides, aborde les actions permettant de les limiter et les indicateurs actuellement utilisés dans le domaine des produits phytosanitaires. La seconde décrit l'indicateur de fréquence de traitement, présente les premiers résultats obtenus pour cet indicateur à l'échelle nationale et en propose quelques perspectives d'utilisation en termes d'évaluation des politiques publiques. Enfin, la troisième partie décrit les mesures agroenvironnementales conçues à partir de cet IFT et proposées aux agriculteurs au cours de la période de programmation 2007-2013.

1. L'exemple d'un groupe de l'Eure est présenté à la fin de cet article.

2. Cf. Pingault N. (2007), Indicateurs de développement durable : un outil de diagnostic et d'aide à la décision, *Notes et études économiques* n° 28, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, pp. 7-43.

3. Union des industries de protection des plantes.

4. Cf. notamment méthodes DIALECTE développée par l'association SOLAGRO ou méthode IDEA développée par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

# 1. Vers une réduction du recours aux produits phytosanitaires

## 1.1. Une prise de conscience des risques liés aux pesticides

Les produits phytosanitaires, ou pesticides, ont essentiellement pour objet de lutter contre les bioagresseurs des cultures (tels que les adventices, ravageurs, maladies). La France occupait en 2004, en quantités de substances vendues, le 3<sup>e</sup> rang mondial sur le marché des produits phytosanitaires et le premier rang européen (76 100 tonnes de substances actives vendues dont 90 % pour les usages agricoles). La France est également le plus gros consommateur de pesticides de l'Europe des 15. Si l'on ramène cette consommation à l'hectare cultivé (hors prairies permanentes), la France, avec 5,4 kg/ha, arrive en 4<sup>e</sup> position, derrière le Portugal, les Pays-Bas et la Belgique (Aubertot et al., 2005).

Au-delà de leur rôle en matière de lutte contre les adventices et autres organismes nuisibles pouvant affecter la quantité et la qualité des produits agricoles, l'utilisation de ces pesticides peut engendrer des risques directs ou indirects pour l'homme (l'utilisateur et la population en général dont l'exposition se fait par l'air, l'eau et l'alimentation) et les écosystèmes (biodiversité, qualité de l'eau).

L'utilisation des pesticides constitue aujourd'hui un enjeu de société majeur mis notamment en exergue par les résultats de l'expertise scientifique collective conduite par l'INRA et le CEMAGREF (Aubertot et al., 2005). Conscient de l'importance de cet enjeu, le gouvernement français a publié en juin 2006 un plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides (PIRRP 2006-2009)<sup>5</sup>. Ce plan :

- constate une contamination préoccupante et généralisée des eaux par les pesticides :
  - leur présence est détectée dans 80 % des stations de mesure en eau superficielle et 57 % en eau souterraine ;
  - requis pour 2015, au titre de la directive cadre sur l'eau, le bon état écologique et chimique n'est actuellement considéré comme atteint que pour un tiers des cours d'eau et la moitié des eaux souterraines ;
  - 99 % des analyses réalisées sur l'eau distribuée sont conformes aux normes en matière de teneur en pesticides ;
  - toutefois, 9 % de la population française ont été alimentés en 2003 par une eau du robinet dont la qualité a été au moins une fois non conforme aux normes en matière de pesticides ;
- relève la présence de certains pesticides dans d'autres compartiments de l'environnement : les sols (avec par exemple une rémanence forte d'organochlorés interdits depuis plus de 10 ans comme le DDT, le lindane ou encore le chlordécone) ou l'air ;
- souligne que des études épidémiologiques décèlent des effets potentiels des pesticides sur la santé humaine qui peuvent être chroniques (avec par exemple des malformations congénitales, des cancers, des lymphomes) ou bien aigus, mais sans qu'il soit systématiquement possible de prouver le lien de causalité : à titre d'exemple, on constate que les agriculteurs ont moins de cancers que les autres catégories de population, mais qu'il existe un risque accru pour certains cancers spécifiques.

Ces éléments montrent la nécessité :

- d'une part, d'agir sur les produits et les pratiques agricoles pour diminuer l'usage, la présence et les impacts des pesticides,
- d'autre part, de disposer des éléments scientifiques concernant ces produits et leurs impacts, pour mieux connaître leurs effets potentiels et contribuer à les prévenir.

5. Plan impliquant les ministères chargés de l'agriculture, de l'environnement, de la santé, de la consommation et de la répression des fraudes, dont le texte intégral peut être téléchargé sur le site de l'Observatoire des résidus de pesticides : <http://www.observatoire-pesticides.fr/> (rubrique : « Actions des pouvoirs publics »).

## 1.2. Comment limiter les risques liés aux produits phytosanitaires ?

Les risques environnementaux et sanitaires sont présents tout au long du cycle de vie des pesticides :

- en amont de l'exploitation agricole : au moment de leur fabrication, de leur transport et de leur stockage ;
- sur l'exploitation : avant l'application du produit au moment du remplissage du pulvérisateur, sur la parcelle traitée pendant l'application, après l'application lors de l'élimination des déchets occasionnés ;
- en aval de l'exploitation : on retrouve des résidus de pesticides dans le milieu (eau, air, sol) et sur les produits destinés à la consommation animale et humaine.

Il existe différentes voies pour réduire ces risques :

- agir sur les produits phytosanitaires et les denrées alimentaires ;
- agir sur les pratiques.

### **Agir sur les produits**

En amont, une première évaluation des risques associés à chaque produit phytosanitaire est réalisée avant même la délivrance d'une autorisation de mise sur le marché (AMM). Cette évaluation comprend :

- pour chaque substance active entrant dans la composition du produit, une étude des risques physiques ; de la toxicité pour l'homme ; des résidus dans les végétaux, les produits transformés et les denrées d'origine animale ; du devenir de la substance et son comportement dans l'environnement ; et du risque pour la faune et la flore ;
- une étude de la préparation commerciale (i.e. du pesticide que l'on s'apprête à distribuer) qui permet de définir ses conditions d'utilisation : mode d'application, délai avant récolte (pendant lequel aucun traitement phytosanitaire n'est autorisé), nombre d'applications, protections individuelles lors de l'application, zones non traitées...

En aval, après la mise sur le marché d'un produit, il s'agit de préserver la qualité des denrées alimentaires et de l'eau potable :

- en attribuant à chaque substance active une limite maximale de résidu (LMR) – i.e. une teneur maximale – au-delà de laquelle le produit alimentaire ne peut être distribué ; le délai avant récolte (DAR) attribué à chaque produit dans le cadre de son AMM vise à garantir le respect de la LMR ;
- en fixant une norme pour l'eau potable : pour être considérée comme potable, l'eau ne doit pas contenir plus de 0,1 µg/L pour chaque pesticide et plus de 0,5 µg/L pour le total des substances mesurées. Si ces normes sont dépassées par les eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable, ces eaux brutes doivent faire l'objet d'un traitement spécifique.

### **Agir sur les pratiques**

L'agriculture utilise 90 % des quantités de substances actives vendues en France (Aubertot et al., 2005). L'action sur les pratiques agricoles revêt donc un intérêt majeur et doit répondre à trois objectifs :

- limiter l'exposition des opérateurs ;
- limiter les pollutions ponctuelles ;
- limiter les pollutions diffuses liées à l'usage agricole des produits phytosanitaires.

Tout d'abord, la limitation de **l'exposition de l'opérateur** passe par la limitation de la fréquence à laquelle il utilise des pesticides, par son recours à des équipements de protection individuelle (masque, gants) et par un comportement adapté (ex : ne pas entreposer ses équipements de protection individuelle dans le local de stockage des produits phytosanitaires, limiter au maximum les descentes de tracteur en cours de traitement pour éviter une contamination de la cabine).

Par ailleurs, les **pollutions ponctuelles** correspondent à des accidents ou à des mauvaises pratiques essentiellement avant ou après le traitement, au siège de l'exploitation. Elles peuvent être limitées par la réduction de la fréquence d'utilisation des pesticides, par des équipements spécifiques (local de stockage, aire de remplissage et de lavage, cuve de rinçage du pulvérisateur, dispositif de traitement des fonds de cuve des pulvérisateurs) ou encore par l'organisation de collecte des emballages et des produits phytosanitaires non utilisés.

Enfin, la limitation des **pollutions diffuses** peut passer par la réduction des transferts de substances actives vers les eaux (en maintenant le couvert végétal sur les parcelles, en créant des zones tampons autour de la parcelle, en utilisant des buses anti-dérive, etc.). Les pollutions diffuses (à la parcelle) peuvent également être limitées par la réduction du recours aux produits phytosanitaires. Une telle réduction passe par un **raisonnement** des traitements dans le cadre d'une stratégie de **protection intégrée**.

**Raisonner** les traitements phytosanitaires revient à éviter les traitements systématiques. L'agriculteur ne décide de traiter que lorsque la population de ravageurs présents sur la parcelle dépasse un certain seuil d'intervention au-delà duquel des pertes économiques sont à craindre. Ce raisonnement des traitements peut conduire certaines années, par réduction du nombre de traitements ou des doses appliquées, à utiliser globalement moins de produits phytosanitaires. En revanche, il ne modifie ni le système de culture ni les caractéristiques du milieu à l'origine de ce « besoin » de traiter. Notons ainsi que le raisonnement des traitements ne conduit pas systématiquement à une réduction du nombre de traitements réalisés si l'évolution simultanée du système de culture considéré (par exemple un raccourcissement de la succession culturale) engendre pour sa part une augmentation de la pression exercée par les bioagresseurs sur les cultures.

Quant à la protection **intégrée**, elle vise à créer des conditions agronomiques défavorables au développement des populations de bioagresseurs par une combinaison de méthodes non chimiques<sup>6</sup>. La protection intégrée conduit ainsi à limiter ce besoin de traiter sans aller jusqu'à interdire totalement le recours aux produits phytosanitaires. Ces méthodes relèvent schématiquement de quatre catégories :

- La **lutte culturale** est certainement la méthode la plus ancienne : elle fait notamment appel à des modifications de la succession culturale, des adaptations de la nutrition azotée, des modifications de date de semis pénalisant le développement des bioagresseurs.
- La **lutte génétique** vise à accroître la résistance des variétés aux ennemis des cultures par sélection variétale ou par association de variétés différant par leur sensibilité aux pathogènes.
- La **lutte physique** consiste à utiliser un mode d'action « physique » pour lutter contre les bioagresseurs : le travail du sol, détruisant les mauvaises herbes, ou le désherbage mécanique s'inscrivent dans cette catégorie.
- La **lutte biologique** consiste à utiliser des organismes vivants (appelés auxiliaires) pour prévenir ou réduire les dégâts causés par les ennemis des cultures.

### ***Différentes voies à combiner***

Qu'elles concernent les pratiques ou les produits, si elles sont mises en œuvre de façon isolée, les différentes stratégies de réduction des risques liés aux pesticides évoquées plus haut présentent toutes leurs propres limites. C'est pourquoi le Plan Interministériel de Réduction des Risques liés aux Pesticides (PIRRP 2006-2009) visait à combiner les différentes voies de réduction des risques liés aux produits phytosanitaires. Suite au Grenelle de l'environnement d'octobre 2007, le plan Ecophyto 2018 a pris la relève du PIRRP. Ce plan, qui vise à réduire de 50 % l'usage des pesticides dans un délai de dix ans si possible, s'organise en huit axes :

- Axe 1 - Évaluer les progrès en matière de diminution de l'usage des pesticides.
- Axe 2 - Recenser et généraliser les systèmes agricoles et les moyens connus permettant de réduire l'utilisation des pesticides en mobilisant l'ensemble des partenaires de la recherche, du développement et du transfert.

6. Pour plus d'informations, le lecteur pourra se reporter notamment à Altieri (1995), Boller et al. (1999), Delos et al. (2002).



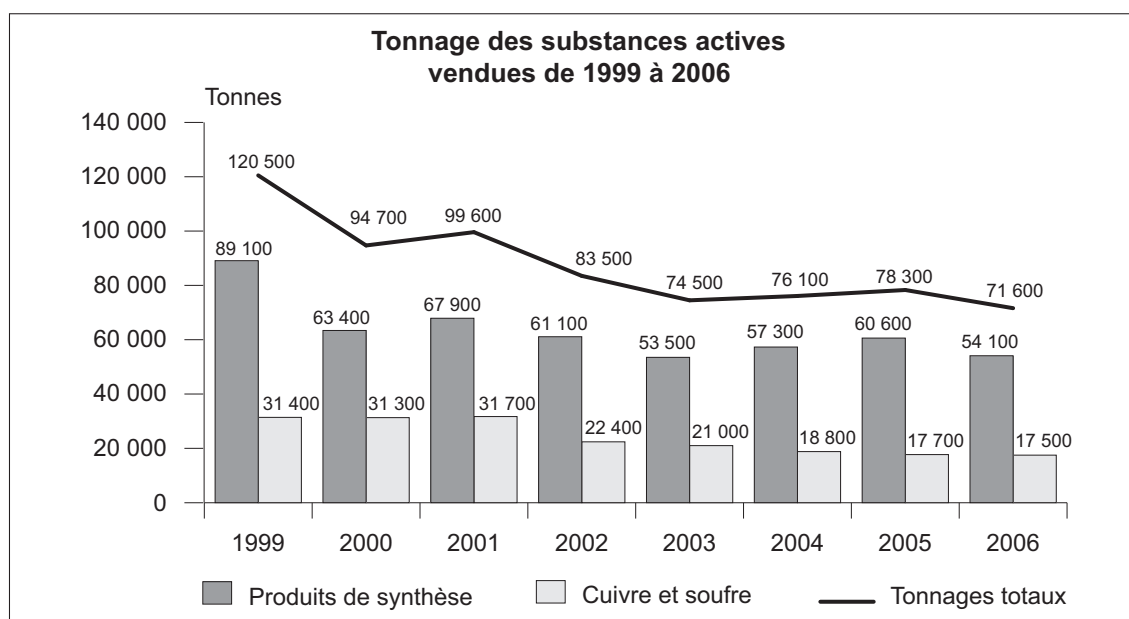
- Axe 3 - Innover dans la conception et la mise au point des itinéraires techniques et des systèmes de cultures économes en pesticides.
- Axe 4 - Former à la réduction et à la sécurisation de l'utilisation des pesticides.
- Axe 5 - Renforcer les réseaux de surveillance sur les bio-agresseurs et sur les effets non intentionnels de l'utilisation des pesticides.
- Axe 6 - Prendre en compte les spécificités des DOM.
- Axe 7 - Réduire et sécuriser l'usage des produits phytopharmaceutiques en zone non agricole.
- Axe 8 - Organiser le suivi national du plan et sa déclinaison territoriale, et communiquer sur la réduction de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques.

Pour répondre au principe de précaution et limiter simultanément à la source les différents risques (pollutions diffuses, pollutions ponctuelles et exposition des opérateurs), le plan Ecophyto 2018 prévoit d'encourager les pratiques et les systèmes de culture minimisant le recours aux pesticides (cf. notamment axes 2 et 3)<sup>7</sup>.

Au niveau communautaire, la Commission européenne a publié en juillet 2006 une proposition de directive<sup>8</sup> instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation « durable » des pesticides (COM(2006)373 final), qui accorde également une place importante à la protection intégrée.

### ***Pas de tendance à la réduction du recours aux produits phytosanitaires***

Figure 1 - **Évolution des tonnages de substances actives vendues en France entre 1999 et 2006**



Source : UIPP, « Les chiffres clés » 2006

La figure 1 ci-dessus met en évidence une nette diminution du tonnage des substances actives vendues depuis 1999. Mais la figure 2 ci-après replace cette observation dans une perspective plus large. Elle montre en effet que l'utilisation des pesticides reste relativement stable depuis le début des années 1990, avec un pic de consommation en 1999, alors même que des substances actives à faible grammage (doses homologuées libellées en g/ha) remplacent des substances actives à fort grammage (doses homologuées libellées en kg/ha). Ce constat est conforté par les résultats de l'étude INRA sur les IFT obtenus en 1994 et 2001, présentés plus bas (p. 76 et suivantes).

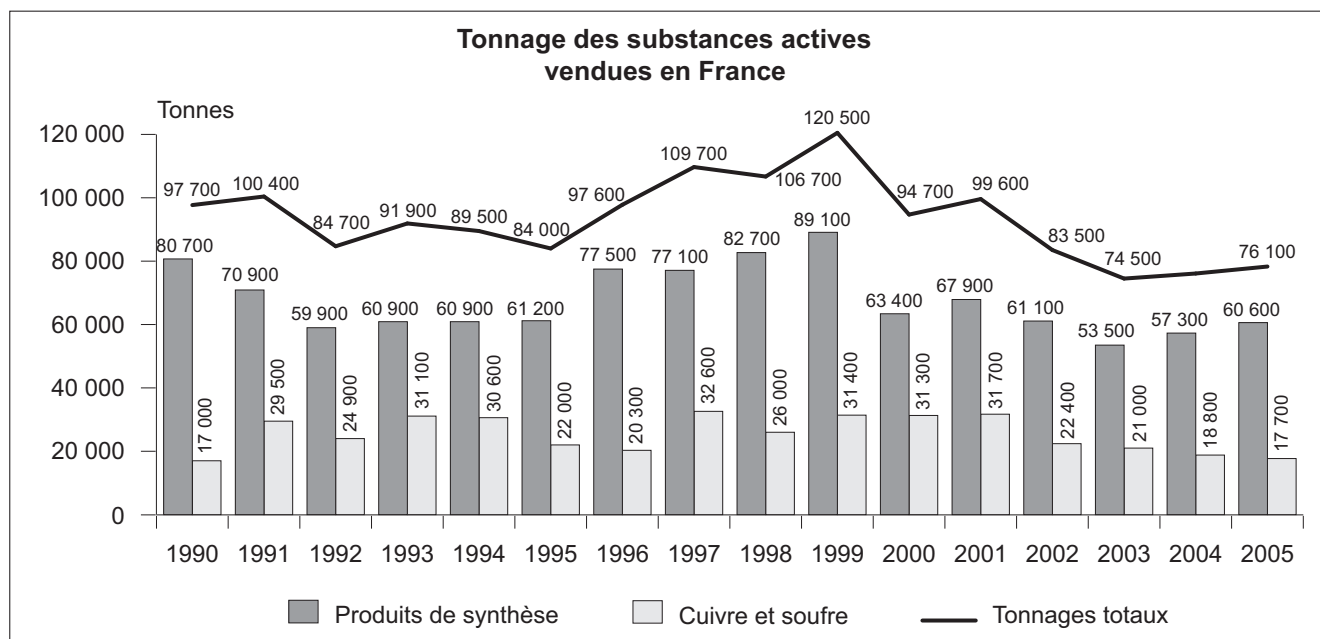
7. Le projet de plan Ecophyto 2018 a été remis au Président de la République à l'automne 2008. Le texte intégral du plan est disponible sur Internet sur le site du ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

<http://agriculture.gouv.fr/sections/magazine/focus/phyto-2018-plan-pour>

8. Cette proposition, adoptée en première lecture par le Parlement européen le 23 octobre 2007, a fait l'objet d'une position commune du Conseil du 17 décembre 2007.

Ainsi, jusqu'à maintenant, les pouvoirs publics semblent donc avoir concentré leur action sur l'encadrement de la mise sur le marché des produits phytosanitaires ainsi que sur l'amélioration de leurs conditions d'utilisation<sup>9</sup> plutôt que sur la réduction du recours aux pesticides par le développement d'une stratégie de protection intégrée.

Figure 2 - Évolution de tonnages de substances actives vendues en France entre 1990 et 2005



Source : UIPP, « Les chiffres clés » 2005

### Atouts et contraintes du développement d'une protection intégrée

Au-delà de son intérêt environnemental et sanitaire (limitation des différents risques à la source), le développement de systèmes de cultures économes en produits phytosanitaires permet de limiter les risques d'apparition de résistance des bioagresseurs aux pesticides. En effet, les cas de résistance augmentent fortement depuis les années 1970 (Aubertot et al., 2005). Ils peuvent conduire à des impasses techniques (absence de produit efficace contre un bioagresseur) et à une augmentation des coûts de traitement. De tels problèmes se posent déjà aux agriculteurs français au sein des principaux systèmes de culture<sup>10</sup>.

Une telle évolution vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires n'est d'ailleurs pas forcément contraire aux intérêts économiques à court terme des agriculteurs. En effet, les résultats du réseau d'essais (réseau « ITK ») mis en place par l'INRA, Arvalis et les chambres d'agriculture<sup>11</sup> ont montré qu'une conduite en production intégrée du blé tendre permettait :

- de réaliser une économie globale de produits phytosanitaires significative (de l'ordre de 30 %) ;
- tout en limitant le nombre de passages d'outils à réaliser et donc le temps de travail des agriculteurs ;
- et par conséquent de dégager une marge brute plus importante (environ 10 % de plus qu'en conduite raisonnée<sup>12</sup>) ;
- et en minimisant le risque économique : la marge brute est en effet moins variable qu'en itinéraire « raisonné ».

9. Protection des opérateurs, prévention des pollutions ponctuelles, limitation des transferts dans l'eau et l'air, limites maximales de résidus tolérées sur les denrées alimentaires, etc.

10. Ainsi, le *vulpin*, adventice courante dans les systèmes où les cultures d'hiver dominent, est devenu résistant aux *fops*. De même, l'*oidium* et la *septoriose* du blé développent des résistantes aux *triazoles* et aux *strobilurines*.

11. Cf. INRA (2006), Bouchard et al. (2008). Des études scientifiques sont toujours en cours sur ce thème.

12. Le mode de conduite raisonné, qui n'est pas adopté par tous les agriculteurs, vise déjà à optimiser le recours aux produits phytosanitaires sans modifier le système de culture (cf. définition donnée p. 64).

Les moyens mis en œuvre dans le cadre de la conduite en production intégrée du blé tendre pour limiter le recours aux produits phytosanitaires sont présentés dans l'exemple de l'Eure développé à la fin de cet article.

Les résultats du réseau ITK et la démarche adoptée dans le cadre du groupe de développement de l'Eure montrent qu'il est techniquement possible de réduire l'utilisation de pesticides en grandes cultures. Cela implique cependant de mettre à disposition des agriculteurs des références techniques correspondant à ce type de production intégrée, de les aider à acquérir les connaissances nécessaires à la mise en œuvre d'un tel mode de production et de les amener à modifier en profondeur leurs pratiques habituelles (développement de nouvelles cultures ou de nouvelles variétés, nouveaux repères techniques en termes de date de semis, de niveau de fertilisation, de rendement, etc.).

Il est vrai qu'en période de prix des céréales élevés, la production intégrée peut sembler moins attrayante aux agriculteurs qui, au-delà des charges inhérentes à toute modification des pratiques habituelles (références techniques à reconstruire, temps de surveillance des bioagresseurs accru, etc.), tendront avant tout à sécuriser leur rendement.

### 1.3. Quels indicateurs pour évaluer les risques liés aux pesticides ?

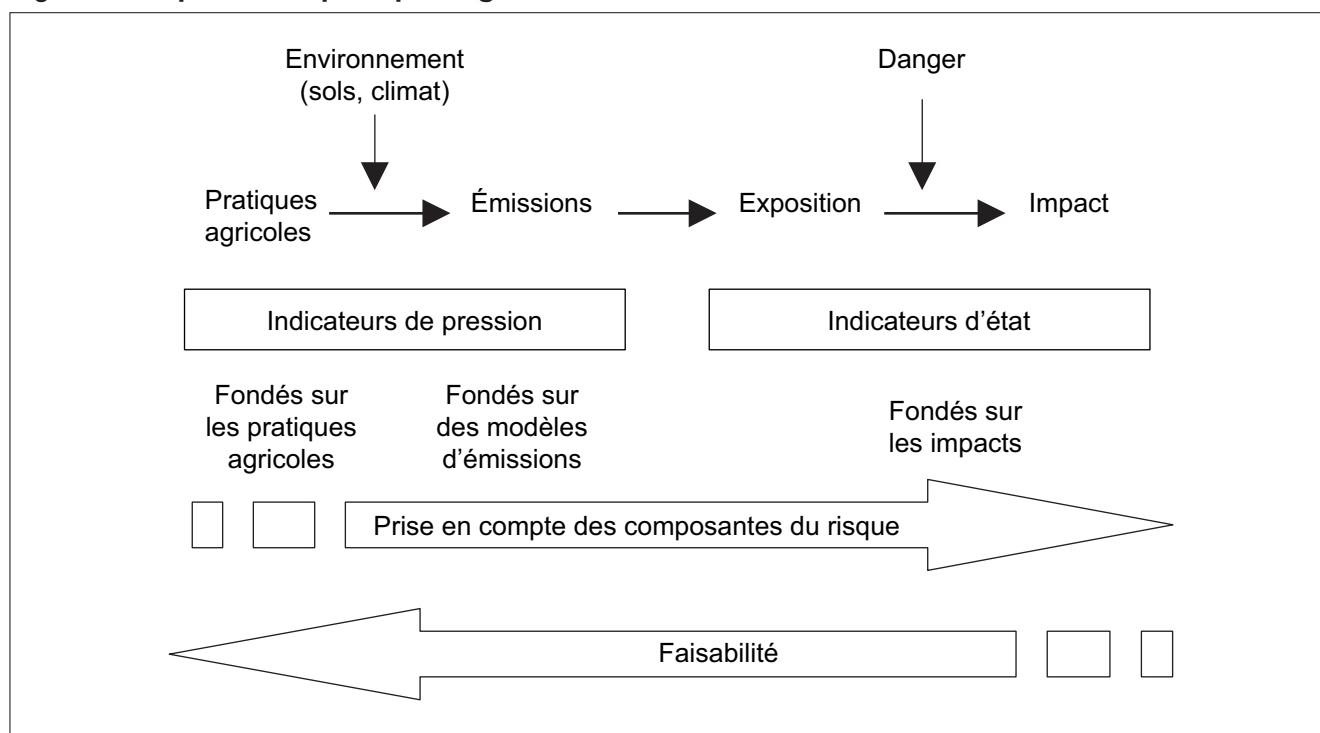
#### Les différents types d'indicateurs

Le risque est la probabilité qu'un événement dangereux se produise dans des conditions données. Dans le cas des pesticides, le risque résulte de la combinaison :

- d'une « exposition » à un pesticide (une certaine quantité d'une substance active est en contact avec les organismes présents dans le milieu) ;
- du « danger » (i.e. de la capacité de nuisance) que peut représenter cette substance active vis-à-vis de l'opérateur, ou d'autres organismes non cibles du traitement réalisé avec cette substance.

La figure ci-dessous permet de clarifier le statut des différents indicateurs disponibles. Cette représentation s'appuie sur les travaux de Payraudeau et al. (2005) et Bockstaller et al. (à paraître).

Figure 3 - Impacts des pratiques agricoles sur l'environnement





Cette figure montre comment les pratiques agricoles peuvent, selon les caractéristiques du milieu et les conditions locales, générer des risques et des impacts plus ou moins importants. Par exemple, les traitements phytosanitaires réalisés au cours d'une campagne culturale peuvent, en fonction des précipitations, du type de sol ou de la proximité d'un cours d'eau, par ruissellement d'une partie des substances actives appliquées, provoquer une pollution du cours d'eau récepteur de ces eaux de ruissellement qui affectera le développement des organismes aquatiques vivants dans celui-ci (ex : poissons, algues). L'impact de cette pollution dépendra de la nocivité des substances actives considérées et de leurs métabolites pour chacun de ces organismes.

Dans cette figure, les indicateurs sont classés en trois groupes (Capillon et al., 2005) :

- Les indicateurs **de pression fondés sur des modèles estimant les émissions de pesticides** dans les différents compartiments de l'environnement (eau, air, sol), modèles intégrant de façon plus ou moins sophistiquée les pratiques, les caractéristiques physico-chimiques des produits et les caractéristiques du milieu récepteur.
- Les indicateurs **d'état** regroupent les mesures directes d'état du milieu et leur interprétation en termes de qualité pour les organismes qui y vivent.
- Les indicateurs **de pression fondés sur les pratiques** de l'agriculteur peuvent être qualitatifs (ex : mise en œuvre de telle technique), ou bien quantitatifs (ex : utilisation de tel produit à telle dose).

### ***Indicateurs de pression estimant les émissions de pesticides***

Les **indicateurs de pression estimant les émissions de pesticides** visent à quantifier les effets de pratiques agricoles sur le milieu. Un travail récent, mené dans le cadre du programme de recherche « Évaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides » du ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables (Devillers et al., 2005), présente une synthèse de nombreux indicateurs de ce type déjà disponibles.

Le renseignement de ces indicateurs, très exigeants en termes de données et de modèles n'est pas simple : il suppose souvent l'utilisation d'un logiciel spécifique (rarement fourni par le concepteur). En outre, les nombreux paramètres qu'ils prennent en compte ne garantissent pas forcément leur plus grande pertinence environnementale. En effet la méthode d'agrégation des données revêt un poids crucial dans le résultat final et peut être à l'origine de biais importants<sup>13</sup>. Leur pertinence environnementale doit donc être validée en confrontant les résultats d'analyse de la qualité de l'eau avec les valeurs de ces indicateurs (Zahm, 2003). Peu d'indicateurs font aujourd'hui l'objet d'une telle validation qui reste, quand elle existe, réservée à des situations très particulières (et très bien documentées).

Le lien entre changement de pratiques agricoles et évolution des émissions de pesticides n'est pas simple à appréhender. Un objectif chiffré en termes d'émissions de pesticides ne suffirait pas pour piloter l'action publique et devrait être traduit en objectifs portant sur les changements de pratiques à réaliser. De la même façon, il est malaisé de relier a posteriori l'évolution constatée des quantités de pesticides émises dans l'environnement aux changements de pratiques agricoles observés.

Ces différentes difficultés contribuent à expliquer qu'aucun indicateur de pression estimant les émissions n'est aujourd'hui utilisé pour évaluer les politiques publiques en matière de pesticides. Notons que la situation au niveau communautaire est comparable. Aucun indicateur de ce type n'a pu être défini à ce jour de façon harmonisée pour l'ensemble de l'Union européenne. C'est d'ailleurs l'un des objectifs fixés par la proposition de directive instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation durable des pesticides, actuellement en cours de négociation.

Voilà pourquoi les indicateurs d'état et les indicateurs de pression fondés sur les pratiques agricoles présentés ci-dessous sont les plus couramment utilisés.

13. Ainsi, Gianinazzi (2002) met en évidence les biais importants de l'indicateur SYSCOR.

## **Indicateurs d'état**

Le réseau national de données sur l'eau (RNDE) permet de produire un état de la contamination des eaux par les produits phytosanitaires (cf. bilans annuels de contamination des eaux par les pesticides de l'IFEN). Pour l'air, des réseaux de surveillance ont vu le jour dans certaines régions au début des années 2000 mais ne sont pas encore présents sur tout le territoire national. Pour le sol, les résultats de contamination proviennent essentiellement des dossiers d'AMM et restent donc exclusivement prédictifs.

Il est important ici de souligner trois limites majeures de tous ces réseaux :

- toutes les molécules ne peuvent être recherchées (plus de 400 substances actives autorisées, avec chacune différents métabolites) : la pertinence du choix des molécules à rechercher et de la période à laquelle ces molécules sont identifiables est donc cruciale ;
- les interactions entre molécules détectées (« effets cocktail ») ne sont pas prises en compte dans l'analyse des résultats en termes d'impact écotoxicologique dans la mesure où l'on ne sait pas les évaluer ;
- ces dispositifs évoluent rapidement, rendant difficile la comparaison interannuelle des données mesurées.

Depuis 1998 (date du premier bilan IFEN), l'effort de connaissance de la contamination des eaux par les pesticides n'a cessé de croître. Le nombre de points de mesure et leur localisation, le nombre de substances actives recherchées, les seuils de détection, la pertinence du choix des substances à rechercher, la pertinence des dates de mesures pour ces substances actives, le nombre de mesures au cours d'une campagne évoluent dans le temps. C'est pourquoi ces bilans IFEN constituent une série de photographies de l'état de contamination des masses d'eau au plan national mais permettent difficilement une comparaison d'une année sur l'autre.

Au-delà de ces difficultés techniques, les écosystèmes possédant leur inertie (ex : temps de transfert des pesticides dans les eaux) et leur dynamique (ex : conditions climatiques) propres, le lien entre l'utilisation des produits phytosanitaires et l'état des milieux n'est pas simple à appréhender : il ne peut être établi qu'à long terme et sur un territoire suffisamment vaste (ex : bassin versant). De plus, l'usage de pesticides n'est pas le seul facteur influant sur la qualité des milieux.

L'efficacité des politiques publiques ne doit donc pas être évaluée uniquement par des **indicateurs d'état** du milieu, mais aussi par des **indicateurs de pression**, portant sur les pratiques agricoles, que cette politique cherche à améliorer. Autrement dit, il faut affiner notre connaissance de l'utilisation réelle des produits phytosanitaires et suivre son évolution, aux niveaux national, territorial ou à l'échelle d'une exploitation individuelle. Il s'agit de définir et de mesurer à tous les niveaux pertinents un (ou plusieurs) indicateur(s) de « pression phytosanitaire », fondé(s) sur les pratiques agricoles.

### **Indicateurs de pression fondés sur les pratiques agricoles**

Les **indicateurs de pression fondés sur les pratiques agricoles**, et notamment ceux qui sont évoqués plus bas, sont généralement plus simples à renseigner. Ils sont également relativement lisibles, dans le sens où ils permettent à l'utilisateur de repérer facilement les pratiques à modifier ou à améliorer. En revanche, compte tenu des éléments qu'ils prennent en considération dans leur calcul, ils ne permettent pas d'apprécier avec précision l'impact de ces pratiques (et des modifications suggérées) sur l'environnement. Dans cette catégorie, on peut citer en particulier les deux indicateurs suivants.

#### *La « quantité totale de substances actives »*

Utilisée de façon quasi générale en Europe et ailleurs, elle est emblématique de cette catégorie d'indicateurs. Elle comptabilise annuellement les quantités utilisées ou vendues de substances actives sur un territoire donné. Les données peuvent être présentées de manière globale ou agrégées par grandes familles de produits (herbicides, fongicides, insecticides, etc.).

L'indicateur peut se décliner à différentes échelles, France entière, région administrative, voire exploitation individuelle, sous réserve que l'on dispose aux mêmes échelles des tonnages de produits phytosanitaires utilisés ou vendus. En France, il compte parmi les 45 indicateurs de développement durable retenus au niveau national<sup>14</sup>. Il est inclus aussi dans la liste des indicateurs environnementaux pour l'agriculture de l'OCDE. Au niveau national, il est renseigné notamment par l'Union des industries de protection des plantes (UIPP) qui publie chaque année l'évolution des tonnages de substances actives vendues en France et analyse l'évolution sur des séries longues<sup>15</sup>. Dans le cadre de la traçabilité des substances actives imposées par la loi sur l'eau, ces données seront dorénavant collectées par les agences de l'eau sur leur territoire et publiées à partir de 2009 par les pouvoirs publics.

Cet indicateur présente cependant des faiblesses importantes qui expliquent pour partie les interprétations très différentes que l'on peut donner des mêmes chiffres de l'UIPP. En premier lieu, il ne tient pas compte des propriétés, ni de la toxicité, de chaque substance active. En effet, d'anciennes substances, correspondant à des doses homologuées élevées (libellées en kg/ha), sont remplacées au fil du temps par des substances beaucoup plus efficaces à doses beaucoup plus faibles (libellées en g/ha). Deuxièmement, plus le territoire considéré est petit, plus les quantités vendues risquent de s'éloigner des quantités consommées par le jeu des échanges commerciaux de produits phytosanitaires avec les territoires voisins. De plus, le stockage ou déstockage de produits d'une année sur l'autre entraînent un écart entre la vente et l'utilisation de pesticides une année donnée.

En conséquence, la quantité de produits phytosanitaires vendue peut baisser sans que diminuent ni la pression exercée sur le milieu, ni les risques potentiels pour l'environnement.

### *Le nombre de traitements phytosanitaires*

On définit ici un traitement comme l'application d'un produit commercial en un passage et l'on comptabilise le nombre de traitements appliqués sur une parcelle (ou un ensemble de parcelles) au cours d'une campagne culturale. Cet indicateur est pratiquement identique à la « surface développée » mentionnée en introduction qui pondère le nombre de traitements par les surfaces traitées. Un mélange de deux produits appliqués en un passage compte pour deux traitements, de même que l'apport fractionné d'un seul produit en deux passages. Les pratiques de protection phytosanitaire sont alors décrites par un nombre moyen de traitements qui peut être calculé pour un territoire, une culture donnée ou encore une catégorie de produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, etc.). L'enquête « Pratiques culturales » fournit au ministère français de l'Agriculture et de la Pêche les données nécessaires au calcul de cet indicateur pour les principales cultures.

Mais cet indicateur ne tient pas compte de la possibilité de traiter à dose réduite, ni des nouvelles pratiques de mélange associées à ces traitements à dose réduite : un traitement aura le même poids, que le produit soit utilisé à mi-dose, à pleine dose ou même avec une dose supérieure à la dose homologuée. Inversement, deux passages à mi-dose compteraient pour deux traitements tandis qu'un passage à pleine dose compterait pour un seul traitement alors que la pression phytosanitaire est la même dans les deux cas.

Ces deux indicateurs, « **quantité totale de substances actives** » et « **nombre de traitements phytosanitaires appliqués** », ont par ailleurs la faiblesse de ne pas intégrer les caractéristiques propres au produit phytosanitaire : s'agissant de l'indicateur « **quantité totale de substances actives** », un kg vendu de substance active à profil environnemental médiocre a le même poids qu'un kg vendu de substance active à profil très satisfaisant. Il en est de même en ce qui concerne l'indicateur « **nombre de traitements phytosanitaires appliqués** ».

14. Cf. Ayong Le Kama (2004), dans l'indicateur 12 « Éco-efficacité du secteur agricole ».

15. Les chiffres publiés par l'UIPP représentent les ventes réalisées par les 21 entreprises partenaires, soit 96 % du chiffre d'affaires du marché français, cf. figure 1 ci-dessus.

En conclusion, ces deux indicateurs de pression sont certes utiles pour dégager des tendances de fond (à long terme, sur un territoire suffisamment vaste), mais ils possèdent des limites fortes et leur interprétation doit être nuancée par :

- une analyse fine au niveau régional afin de relier la consommation de produits aux enjeux environnementaux locaux ;
- une étude de l'évolution des caractéristiques des produits proposés ou autorisés qui permet d'aller au-delà d'une analyse « brute » de tonnage.

L'objet de l'indicateur de fréquence de traitement présenté dans les pages suivantes est de fournir un **indicateur de « pression phytosanitaire »**, portant sur les pratiques agricoles, reflétant l'utilisation réelle de produits phytosanitaires et son évolution aux niveaux national, territorial ou à l'échelle d'une exploitation individuelle, en surmontant certaines limites des deux indicateurs décrits ci-dessus.

## 2. L'indicateur de fréquence de traitement (IFT)

### 2.1. L'IFT : un indicateur de l'intensité du recours aux produits phytosanitaires

L'indicateur de fréquence de traitement (IFT) correspond au **nombre de doses homologuées appliquées sur une parcelle pendant une campagne culturale**. La dose homologuée est définie comme la dose efficace d'application d'un produit sur une culture et pour un organisme cible (un bioagresseur) donné.

L'IFT reflète ainsi l'**intensité d'utilisation des produits phytosanitaires en agriculture**, autrement dit la « pression phytosanitaire » exercée sur l'environnement à l'échelle de la parcelle. Il mesure aussi indirectement la dépendance des agriculteurs vis-à-vis de ces produits.

En outre, cet indicateur ne présente pas les mêmes limites que les deux indicateurs présentés plus haut. En effet :

- l'unité employée (nombre de doses homologuées par ha) permet d'agréger des substances actives très différentes (i.e. possédant des doses efficaces d'application très différentes), ce que ne permet pas l'indicateur « quantité de substances actives vendues » ;
- il prend en compte les quantités réellement appliquées au cours d'une campagne et tient compte des traitements à dose réduite, ce que ne fait pas l'indicateur « nombre de traitements » : en effet, un IFT égal à 1 correspond aussi bien à un seul traitement appliqué à pleine dose qu'à deux traitements appliqués à demi-dose.

En revanche, il n'intègre pas non plus les propriétés de la spécialité commerciale utilisée : il ne tient compte en effet ni de certaines caractéristiques spécifiques de chaque produit phytosanitaire (comme le comportement dans l'environnement, la solubilité, la volatilité, la toxicité pour les organismes non ciblés, l'écotoxicité pour le milieu, etc.), ni de la vulnérabilité propre à chaque milieu (liée à la pédologie ou à l'hydrogéologie). **Il ne constitue donc pas un descripteur du risque potentiel pour l'environnement** (i.e. pour le milieu et pour les organismes non ciblés par le produit phytosanitaire utilisé).

Il s'agit d'un indicateur de « pression polluante », qui mesure l'évolution du recours aux pesticides. C'est un outil de pilotage pertinent pour évaluer directement l'efficacité des politiques publiques qui visent à réduire l'usage de produits phytosanitaires, et les risques liés à cet usage.

### 2.2. L'IFT : un éclairage méthodologique

#### *L'expérience danoise*

Un indicateur d'intensité de traitement (IIT) a été développé à partir du milieu des années 1980 au Danemark, pour répondre au fait que le recours croissant à des produits à faible grammage (dose homologuée libellée en g/ha) n'était pas reflété par les statistiques danoises portant sur les quantités totales de substances actives vendues (Gravesen, 2003).

Cet indicateur danois est calculé au niveau national de la façon suivante.

Pour chaque substance active (SA), et pour chaque culture principale, est définie une dose standard (DS). Cette dose repose sur des essais d'efficacité et exprime la dose nécessaire pour contrôler un bioagresseur donné à un certain degré pour une culture donnée, tout en limitant les risques toxicologiques et éco-toxicologiques pour la culture, la santé et l'environnement. Cette dose standard correspond à la dose homologuée du produit commercial lorsque celui-ci ne contient qu'une seule SA. Si, pour une culture donnée, il existe plusieurs doses standard de la même SA pour des bioagresseurs différents, la dose retenue pour le calcul de l'IIT est alors celle qui correspond au bioagresseur le plus courant pour la culture considérée.

Pour chaque substance active, en divisant sa quantité vendue **au niveau national** (QV) par sa dose standard (DS), on obtient une quantité normalisée, ce qui permet d'ajouter les quantités vendues de substances actives différentes (quelle que soit leur dose efficace d'application).

L'indicateur d'intensité de traitement est alors égal à la somme des quantités normalisées pour toutes les substances actives, divisée par la surface cultivée en terres arables (TA), autrement dit :

$$IIT = \frac{\sum_{SA} \left[ \frac{QV_{SA}}{DS_{SA}} \right]}{TA}$$

L'indicateur danois possède deux points forts :

- il est actualisé chaque année ce qui rend possible, d'une part, un suivi plus précis de l'évolution de la consommation de pesticides, d'autre part, le calcul de moyennes triennales glissantes qui permettent de s'affranchir des variabilités interannuelles (dues notamment aux variations du climat ou de la pression parasitaire) ;
- il concerne l'ensemble des substances actives et l'ensemble des cultures : il permet ainsi de mesurer une « pression » globale liée à l'utilisation des produits phytosanitaires à l'échelle nationale.

Cependant, un travail d'expertise important doit être conduit pour déterminer la dose standard pour chaque couple « culture x substance active ».

L'IIT danois est actuellement le principal indicateur d'évaluation de la politique publique de réduction des risques liés aux pesticides. D'une part, il permet d'afficher des objectifs de réduction au niveau national, précis et compréhensibles par les différents acteurs. D'autre part, il permet de mesurer l'évolution de la pression à l'échelle nationale et donc l'efficacité des politiques publiques dans ce domaine.

Trois « Plans d'Action Pesticides » (PAP) se sont succédés depuis 1987. Le premier (1987-1997) visait une baisse de 50 % de l'utilisation des produits phytosanitaires, notamment par l'introduction progressive d'une taxe sur les pesticides, par une réforme du processus d'homologation et une réévaluation des SA, ou encore par le développement de l'agriculture biologique. Ce PAP I n'a pas atteint son objectif : l'IIT a diminué de « seulement » 8 % sur la période (de 2,67 à 2,45). Le PAP II (2000-2002), moins ambitieux a réalisé son objectif : atteindre un IFT inférieur à 2. Le PAP III (2004-2009) vise en fin de période un IIT de 1,7.

### ***L'adaptation française***

S'appuyant sur cette expérience danoise, le ministère de l'Agriculture et de la Pêche et l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) ont développé une méthode de calcul de l'indicateur de fréquence de traitement (IFT) en profitant des données détaillées qui sont disponibles en France (Champeaux, 2006).

L'IFT français est calculé à partir de deux bases de données nationales :

- L'enquête « Pratiques Culturelles » (PK) déjà mentionnée plus haut, donne des indications précises sur les pratiques agricoles et les itinéraires techniques mis en œuvre au cours de chaque campagne, de la récolte du précédent cultural à la récolte de la culture en place. Sont en particulier détaillés les pratiques phytosanitaires, le travail du sol, les apports de fertilisants organiques et minéraux, l'irrigation, etc.



- La seconde base (Phy2X ou e-phy), gérée par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche (DGAI et CERIT), est accessible sur Internet<sup>16</sup>. Elle rassemble les données concernant plus de 9 000 produits commerciaux. Elle associe à chaque produit ses différents usages<sup>17</sup> et les doses homologuées correspondantes. Elle permet de calculer pour chaque couple « produit x culture » la « dose homologuée » retenue pour l'IFT.

La méthode française de calcul de l'IFT pour chaque parcelle de l'enquête Pratiques Culturelles, par appariement de ces deux bases, est exposée ci-dessous.

Pour chaque traitement réalisé sur la parcelle, la quantité normalisée est obtenue en divisant la dose réellement appliquée par hectare (DA) issue de l'enquête PK par la dose homologuée par hectare (DH) pour le produit considéré tiré de la base e-phy. Lorsque, pour un même couple « culture x produit phytosanitaire », il existe plusieurs doses homologuées correspondant à des bioagresseurs différents, on retient, par convention, la dose homologuée minimale. Si la parcelle n'est pas traitée sur la totalité de sa surface (notamment pour les herbicides), on tient compte de la proportion de la parcelle traitée (PPT), ratio de la surface traitée sur la surface totale de la parcelle, dans le calcul de la quantité normalisée.

Au final, l'IFT de la parcelle est égal à la somme des quantités normalisées définies ci-dessus pour tous les traitements (T) réalisés sur la parcelle, autrement dit :

$$IFT_{\text{parcelle}} = \sum_T \left[ \frac{DA_T}{DH_T} \times PPT_T \right]$$

L'IFT ne tient compte que des produits phytosanitaires appliqués au champ : les traitements des semences et des produits récoltés ne sont pas pris en compte dans le calcul.

Cette équation de base peut se décliner de différentes manières en fonction de l'objectif poursuivi, du degré de précision attendu, des données disponibles, etc.

- L'IFT peut être calculé de façon globale ou par catégorie de produits phytosanitaires. Cette approche permet un suivi spécifique de certaines familles de traitement (insecticides, fongicides, herbicides) en fonction d'une problématique locale.
- L'IFT peut s'exprimer à la parcelle, à l'exploitation, à l'échelle régionale ou nationale, par culture ou toutes cultures confondues en calculant la moyenne des IFT des parcelles correspondantes, pondérée par la surface de ces parcelles.

La figure 4 (Champeaux, 2006) récapitule l'ensemble des niveaux de calcul de l'IFT, du niveau élémentaire (l'IFT correspondant à un traitement) au niveau le plus global (IFT calculé pour toutes les grandes cultures au niveau national) ainsi que les règles de calcul appliquées pour passer d'un niveau à l'autre.

### **Forces et faiblesses de l'IFT français**

À la différence de l'indicateur danois, le calcul de l'IFT français est basé :

- sur les spécialités commerciales et non plus sur les substances actives : la notion de dose homologuée (ou *dose standard* pour reprendre la terminologie danoise) par substance active n'existe pas en France ;
- sur les quantités appliquées au champ par l'agriculteur et non plus sur les quantités vendues.

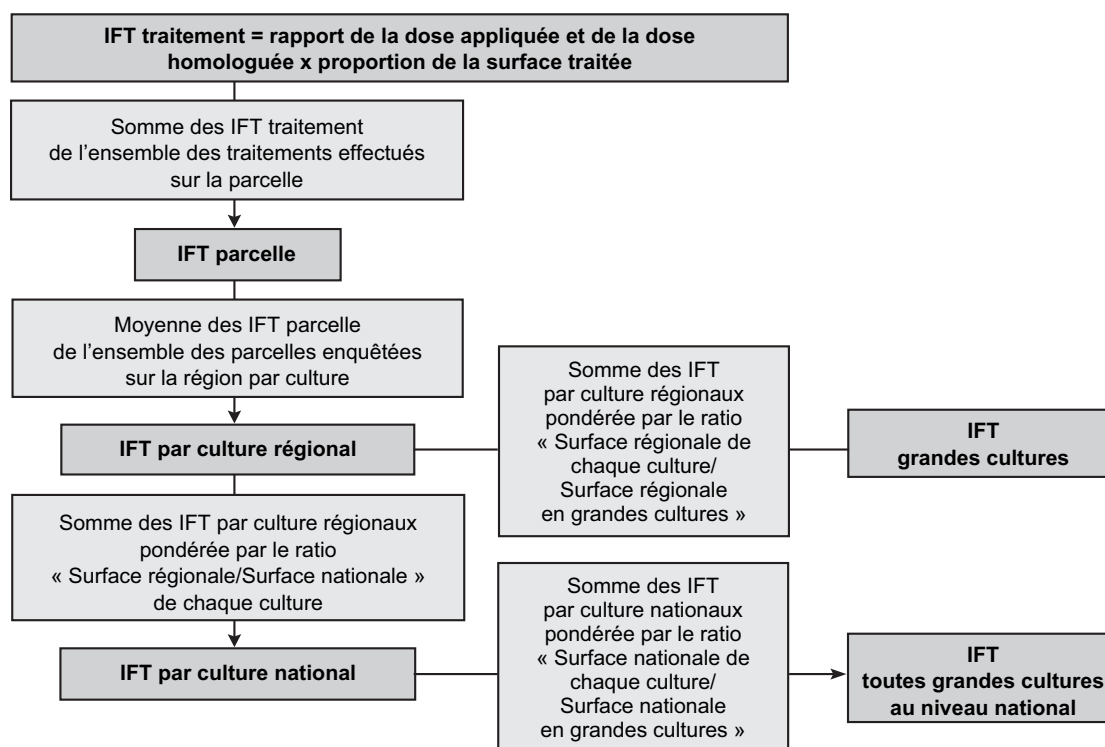
Le fait de s'appuyer sur les spécialités commerciales plutôt que sur les substances actives rend l'indicateur plus accessible et plus parlant pour les agriculteurs qui peuvent, dès lors, le calculer à l'échelle de leur exploitation à partir de la connaissance de leurs pratiques et des données figurant sur l'étiquette

16. <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>

17. Un usage est défini par une culture, une modalité de traitement, une cible (i.e. un bioagresseur). À chaque usage du produit considéré correspond une dose homologuée : dose efficace d'application du produit pour cet usage.



Figure 4 - Les échelles de calcul de l'IFT



du produit considéré. Le fait de partir des quantités appliquées par l'agriculteur, et non des quantités vendues (qui peuvent être stockées ou vendues sur un autre territoire) fait de l'indicateur un reflet plus direct, plus fidèle de la pression phytosanitaire exercée sur un territoire donné.

Par ailleurs, la méthode de construction de l'IFT français, ainsi que les données disponibles, permettent de calculer :

- l'IFT réalisé au niveau de chaque exploitation à partir des enregistrements des pratiques de l'exploitant : cet IFT permet à l'exploitant d'évaluer ses progrès réels et de se positionner par rapport à des références locales ou nationales ;
- l'IFT de référence au niveau d'un territoire à enjeu (comme une zone d'alimentation de captage pour l'eau destinée à la consommation humaine), à partir de la connaissance des caractéristiques de ce territoire (et notamment de son assolement) : cet IFT permet notamment de mettre au point des MAE véritablement adaptées au contexte local ; un exemple de ce type de calcul est développé dans la troisième partie de cet article.
- un IFT régional ou national à partir des bases de données nationales (PK et e-phy) : cet IFT permet de piloter globalement l'action de l'État et d'évaluer les progrès accomplis sur l'ensemble du territoire national. Une illustration de ce type de calcul est fournie dans la suite de cet article.

Ainsi, l'IFT permet à tous les acteurs, à tous les niveaux pertinents de décision, de partager non seulement un diagnostic commun de la situation initiale en matière d'intensité du recours aux produits phytosanitaires, mais aussi une vision commune de l'objectif à atteindre.

En revanche, les données de l'enquête pratiques culturelles du Scea<sup>18</sup> ne permettent pas de calculer l'IFT :

- pour toutes les cultures : en effet, seules les cultures les plus répandues<sup>19</sup> font l'objet de cette enquête ;
- tous les ans : en effet l'enquête « Pratiques Culturelles », qui nécessite des moyens humains et financiers assez lourds, n'est pas menée chaque année : les dernières enquêtes ont eu lieu en 1994 et 2001, les résultats de l'enquête 2006 sont disponibles depuis 2007.

18. Service central des enquêtes et études statistiques, renommé depuis juillet 2008 : SSP, Service de la Statistique et de la Prospective.

19. Betterave, blé dur, blé tendre, colza, maïs, orge, pois, pomme de terre, tournesol en 2001, plus vigne à partir de 2006.

Toutefois, les cultures concernées par le calcul de l'IFT correspondent à près de 70 % des terres arables. Par ailleurs, pour certaines cultures, des données annuelles correspondant à des échantillons moins importants sont disponibles<sup>20</sup>, permettant d'apprécier la variabilité annuelle de cet indicateur pour certaines cultures ou sur certains territoires. Une réflexion sur la valorisation des données de ventes, dont la traçabilité a été introduite par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques, fin 2006, est également à conduire dans cette optique.

### 2.3. Les résultats de l'étude INRA (campagnes culturales 1993-1994 et 2000-2001)

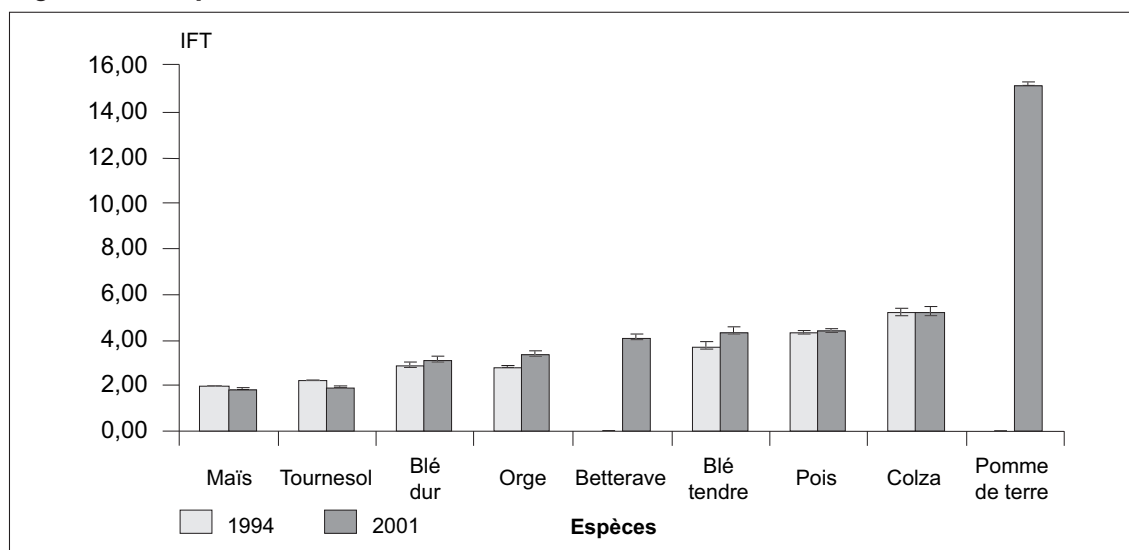
Le calcul de l'IFT à partir de la méthodologie décrite précédemment et des données des enquêtes « Pratiques culturales » de 1994 et 2001 nous apporte plusieurs enseignements concernant les pratiques de protection chimique des cultures et leur évolution.

#### **Un recours aux pesticides stable au niveau national entre 1994 et 2001**

En premier lieu, la pratique de réduction des doses appliquées par traitement se répand entre 1994 et 2001 : l'IFT moyen par traitement passe de 0,79 en 1994 à 0,67 en 2001 pour l'ensemble des grandes cultures. Autrement dit, les traitements sont en moyenne réalisés à 67 % de la dose homologuée.

Cependant, malgré cette réduction des doses assez généralisée, la figure ci-dessous montre une relative stabilité de l'IFT par culture au niveau national entre 1994 et 2001 : le recours aux produits phytosanitaires n'a pas sensiblement diminué entre ces deux dates.

Figure 5 - IFT par culture à l'échelle nationale, en 1994 et 2001



NB : Les barres d'erreur au-dessus et en dessous de chaque histogramme représentent l'amplitude de variation de l'IFT liée à l'incertitude dans le choix de la DH pour certains produits.

Source : Enquêtes « Pratiques culturales »

C'est l'augmentation du nombre de traitements qui vient compenser la réduction des doses utilisées par traitement et expliquer l'absence de diminution de l'IFT et donc de l'intensité du recours aux pesticides observée entre 1994 et 2001.

Ces résultats renforcent les conclusions de l'expertise collective pesticides (Aubertot et al., 2005) : la recherche d'un rendement élevé en grandes cultures et la quasi-absence de stratégies de prévention (mesures prophylactiques ou mise en œuvre d'itinéraires techniques ou de systèmes de cultures limitant en amont les attaques de bioagresseurs) conduisent à des programmes plus dépendants des pesticides.

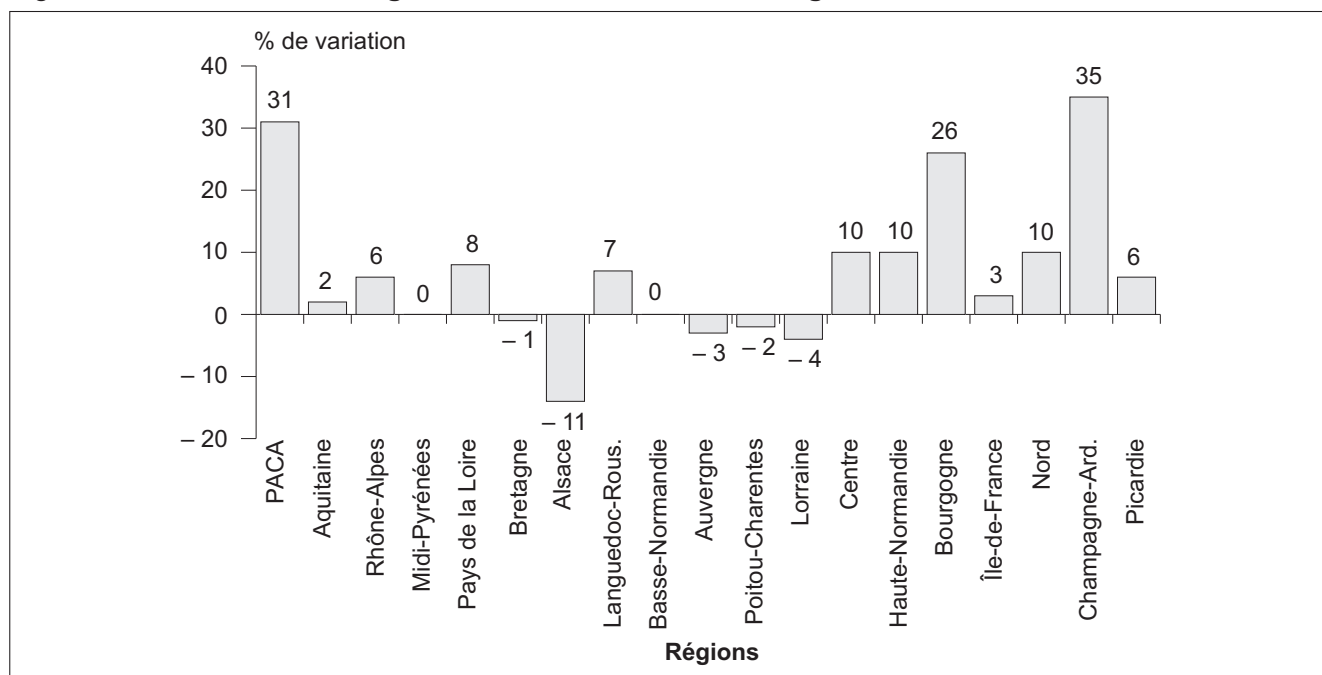
20. Voir enquêtes de l'OniGC pour le blé tendre, de l'ITB pour la betterave ou encore du CETIOM pour le colza.

Il convient toutefois de rappeler que cette évolution du recours aux pesticides est déduite des résultats de deux enquêtes à cinq ans d'intervalle. Lorsqu'une tendance est extrapolée à partir de deux points seulement, elle dépend fortement des caractéristiques conjoncturelles de ces deux points (climat, pression parasitaire, etc.). C'est pourquoi un projet de recherche prévoyant d'approfondir cette analyse sur des séries temporelles plus fournies a été sélectionné suite à l'appel à propositions de recherche 2006 dans le cadre du Programme « Évaluation et Réduction des Risques liés à l'Utilisation des Pesticides » du ministère chargé de l'Environnement. Au-delà de cette légitime réserve, la question est bien de savoir quelle est l'évolution probable du recours aux pesticides dans un contexte où les surfaces de certaines cultures comme le colza, plus intensives en produits phytosanitaires, augmentent sensiblement, entraînant de facto une augmentation de la pression de bioagresseurs liée à ces cultures. Les résultats de l'enquête « Pratiques Culturelles » de 2006 devraient apporter quelques éléments de réponse intéressants<sup>21</sup>.

La figure 6 montre une augmentation moyenne du recours aux pesticides de près de 10 % : l'IFT toutes cultures confondues passe de 3,07 en 1994 à 3,35 en 2001. Ce résultat s'explique par le jeu combiné de l'évolution des IFT par culture (cf. figure 5) et par l'évolution de l'assolement. En effet, entre 1994 et 2001, les superficies consacrées à des cultures fortement consommatrices de pesticides (IFT élevé), comme le colza, se sont sensiblement étendues.

Cette figure souligne par ailleurs la grande variabilité des situations régionales examinée plus en détail dans le paragraphe suivant avec l'exemple du blé tendre. L'IFT grandes cultures augmente dans plus de la moitié des régions, notamment les régions de la moitié nord de la France, et reste stable dans les autres régions (augmentation de moins de 10 % entre les deux années).

Figure 6 - **Variation de l'IFT grandes cultures à l'échelle régionale entre 1994 et 2001**



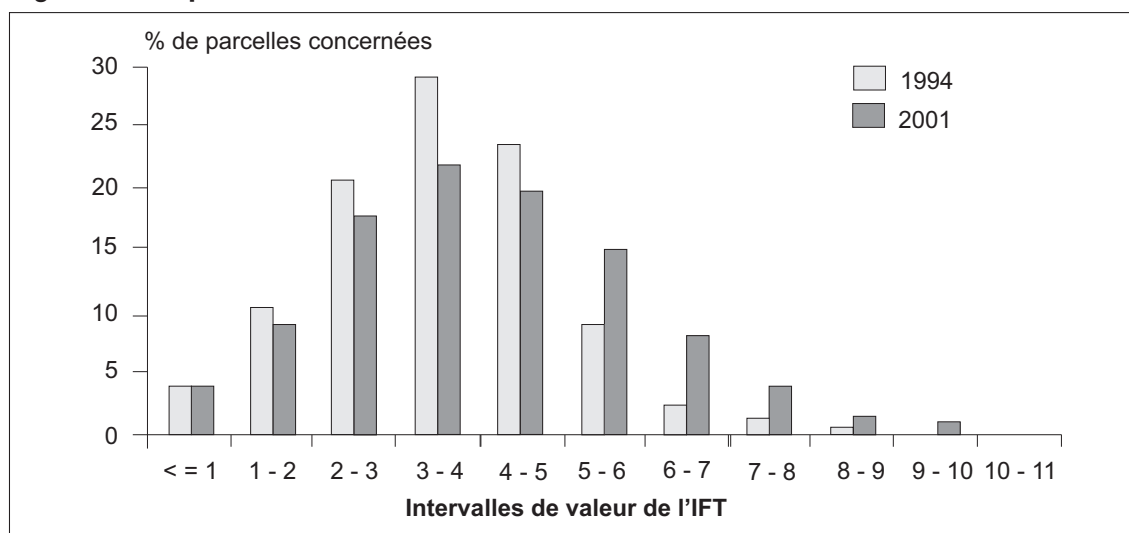
Source : Enquêtes « Pratiques culturelles »

### **Une grande variabilité locale et régionale : l'exemple du blé tendre**

La figure 7 illustre, avec l'exemple du blé tendre, la variabilité des pratiques phytosanitaires au niveau national du fait de la grande diversité des conditions agronomiques, pédologiques et climatiques locales : l'IFT blé tendre varie de moins de 1 à plus de 9, pour une valeur moyenne nationale de 4,3 en 2001 [cf. Champeaux (2006) pour une analyse plus approfondie].

21. Ces résultats 2006, qui n'étaient pas disponibles lors de la rédaction de cet article, sont commentés dans un article paru dans le *Courrier de l'environnement* de décembre 2008.

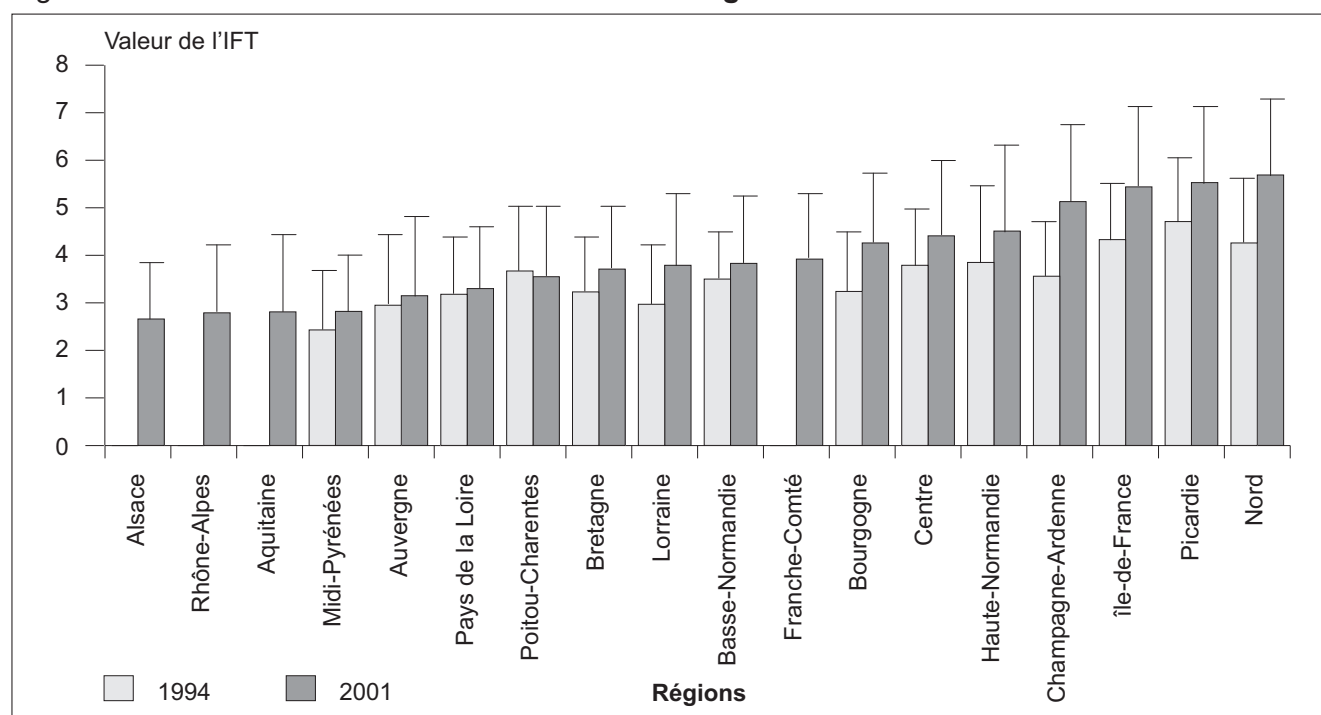
Figure 7 - Dispersion des valeurs de l'IFT blé tendre à l'échelle nationale



Source : Enquêtes « Pratiques culturales »

De la même manière, la figure 8 souligne la variabilité interrégionale des IFT blé tendre. Les valeurs les plus élevées sont localisées dans les régions à fort potentiel agronomique. Les barres d'écart-types mettent en évidence une forte dispersion intrarégionale de l'IFT et donc une importante diversité des itinéraires techniques adoptés pour le blé tendre au sein d'une même région. Enfin, cette figure montre que l'augmentation de l'IFT blé tendre constatée à l'échelle nationale entre 1994 et 2001 (cf. figure 5) se vérifie dans la plupart des régions. Les régions pour lesquelles la dégradation est la plus forte sont celles du nord de la France où l'IFT est déjà le plus élevé.

Figure 8 - Évolution de l'IFT blé tendre à l'échelle régionale entre 1994 et 2001



NB : Les barres au-dessus des histogrammes représentent les écart-types observés à l'intérieur de chaque région. Dans les régions Alsace, Rhône-Alpes, Aquitaine et Franche Comté, l'enquête « Pratiques Culturelles » n'a pas porté sur le blé tendre en 1994.

Source : Enquêtes « Pratiques culturales »

Comme le montre la figure 9 ci-après, les traitements herbicides et fongicides expliquent, dans toutes les régions, une grande part de l'IFT blé tendre. Ce recours important aux fongicides en 2001 est certainement à relier aux conditions climatiques de l'hiver qui furent, cette année-là, très favorables au développement de maladies (Champeaux, 2006). La variabilité interrégionale de l'IFT blé tendre s'explique quant à elle par les fongicides (bien plus utilisés dans les régions du nord que dans le sud de la France) mais aussi par les insecticides et les autres catégories de produits (molluscicides, acaricides, nématicides). Le recours important à cette dernière catégorie de produits peut s'expliquer partiellement par un automne 2001 doux et pluvieux favorable à l'infestation de limaces.

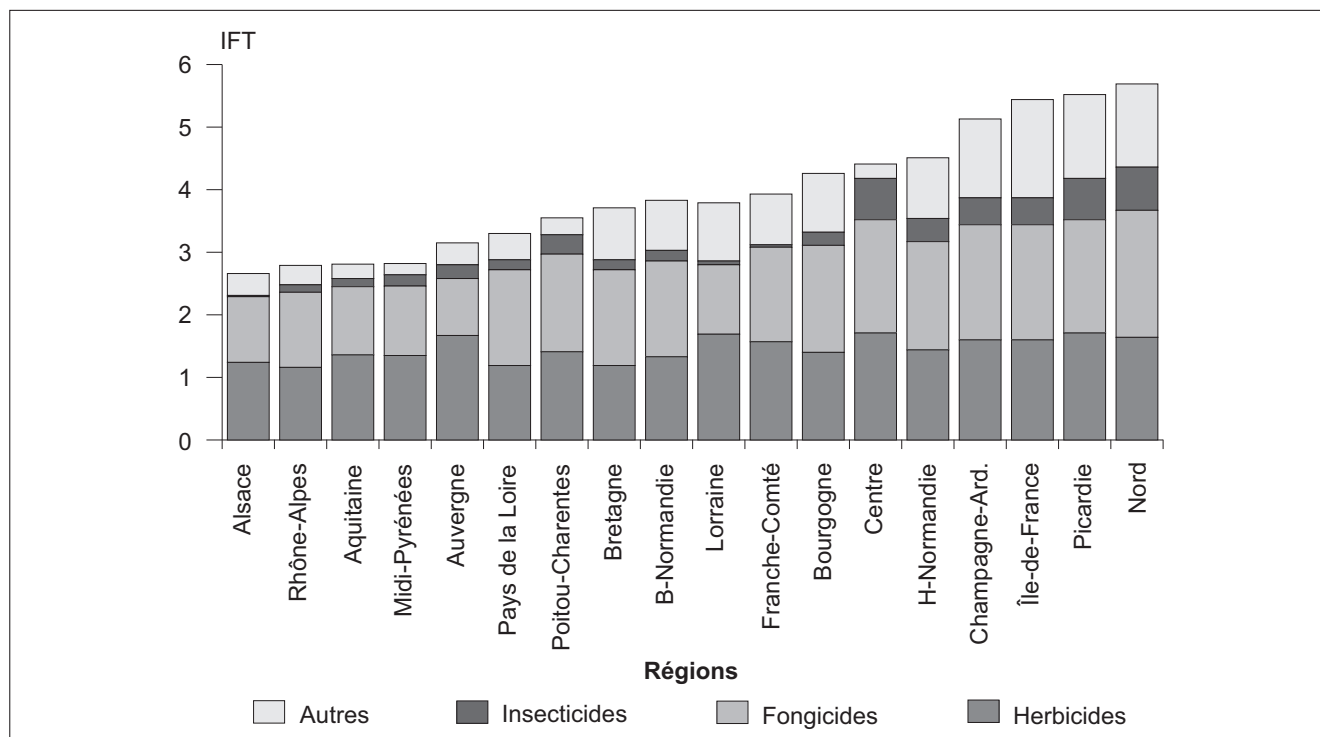
## 2.4. L'IFT : un outil de connaissance et d'évaluation des politiques publiques

### L'IFT : un outil de connaissance

Au-delà des résultats qui viennent d'être décrits, cette étude de l'INRA souligne l'importance de l'IFT comme outil de connaissance de la pression et des pratiques phytosanitaires. Avec l'exemple du blé tendre, l'INRA (Champeaux, 2007) a montré que l'IFT permet :

- d'une part, de définir une typologie des stratégies de protection chimique contre différentes catégories de bioagresseurs et contre la verse ;
- d'autre part, d'identifier les marges de progrès possibles en termes de réduction de la pression phytosanitaire.

Figure 9 - Poids des différents types de traitement dans l'IFT blé tendre régional en 2001



Source : Enquêtes « Pratiques culturales »

Le tableau 1 ci-après présente brièvement les résultats obtenus en ce qui concerne les stratégies de lutte contre les maladies.

Tableau 1 - Stratégies de lutte contre les maladies (blé tendre 2001)

Répartition des parcelles en fonction de l'IFT et de la vulnérabilité aux maladies

En %

Combinaison de pratiques culturales...	IFT fongicide faible à moyen	IFT fongicide élevé à très élevé
...défavorable aux maladies	16,3	46,0
...favorable aux maladies	7,6	30,1

Source : Enquêtes « Pratiques culturales »

Ce tableau croisé est riche d'enseignements à plusieurs égards.

Tout d'abord, il montre qu'en 2001, 16 % des parcelles de blé tendre associent de manière cohérente des pratiques agronomiques limitant la pression « maladie » locale avec des pratiques de lutte chimique peu consommatrices de fongicides, par exemple le choix de variétés résistantes aux maladies associé à un retard de la date de semis, une fertilisation azotée non excédentaire, une réduction de la densité de semis du blé, etc.

À l'inverse, 30 % des parcelles associent « logiquement » une forte utilisation de fongicides à la mise en œuvre de pratiques agronomiques provoquant une forte vulnérabilité aux maladies. Dans ces parcelles, la diminution de la pression liée à l'utilisation de produits phytosanitaires doit très probablement passer par une remise en question profonde de l'itinéraire technique (choix variétal, date et densité de semis, pratiques de fertilisation azotée, etc.).

Par ailleurs, un petit nombre de parcelles (moins de 8 %) présentent une stratégie de protection plutôt risquée, combinant une faible utilisation de fongicides à des pratiques agronomiques propices au développement de maladies. Ces parcelles sont dans 70 % des cas associées à des rendements faibles.

Enfin, dans les autres parcelles, un fort recours aux fongicides sert « d'assurance complémentaire » à des pratiques (ou des conditions locales) qui réduisent déjà la vulnérabilité aux maladies. Dans ces parcelles (qui représentent près de la moitié de l'échantillon), les marges de progrès pour réduire l'usage des produits phytosanitaires semblent importantes et relativement « faciles » à mettre en œuvre dans la mesure où l'emploi de fongicides paraît plus répondre à une stratégie d'assurance (ou de routine) qu'à un véritable besoin.

Ces différents résultats, qui n'auraient pu être mis en évidence par l'indicateur « nombre de traitements » jusqu'alors utilisé, confirment l'intérêt de l'IFT. De la même manière, la tendance actuelle à la baisse des quantités vendues traduit en réalité une évolution des produits, qui garantit aujourd'hui, pour un usage donné, une même efficacité à plus faible dose, mais ne reflète pas forcément une baisse de la dépendance aux pesticides. En ce sens, l'IFT permet bien de pallier les limites des indicateurs de pression actuellement disponibles.

Le tableau 2 présente de façon un peu plus détaillée pour le lecteur intéressé les pratiques agronomiques prises en compte dans l'analyse présentée ci-dessus et leurs conséquences en termes de vulnérabilité aux maladies.

### ***L'IFT : un outil d'évaluation des politiques publiques***

L'IFT semble donc un indicateur pertinent pour mesurer la « pression » phytosanitaire et évaluer directement l'efficacité des politiques publiques visant à réduire l'utilisation de produits phytosanitaires. La mise au point et le renseignement de cet indicateur s'inscrivent de ce fait dans l'axe 5 (évaluer les progrès accomplis) du Plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides 2006-2009.

Les données sur l'IFT présentées dans les sections précédentes sont basées sur l'enquête « Pratiques culturales 2001 ». La nouvelle enquête en cours de traitement permettra au ministère de l'Agriculture et de la Pêche d'actualiser ses chiffres sur l'IFT pour la campagne 2005-2006. Pour cela, le ministère s'appuiera sur le guide technique élaboré par l'INRA afin de garantir la continuité de la méthode de calcul. La nouvelle enquête « Pratiques culturales » concerne plus de 14 700 parcelles en grandes cultures (blé tendre, blé dur, orge, maïs, colza, pois, tournesol, betterave, pomme de terre) sur l'ensemble du territoire métropolitain. Pour la première fois, l'enquête est étendue à la vigne avec 5 500 parcelles concernées dans 10 régions.



Tableau 2 - Pratiques agricoles sur blé et conséquences sur la vulnérabilité aux maladies

Pratiques agricoles	Conséquences sur la vulnérabilité aux maladies
Précédent cultural	Éviter le précédent « céréale à paille » permet de réduire la pression de maladies locales de la parcelle, essentiellement pour les maladies telluriques. Éviter le précédent « maïs » peut limiter la présence de fusariose dans le blé.
Gestion des repousses de la culture précédente	Ne pas laisser repousser le précédent cultural permet de limiter la pression de maladies, d'autant plus lorsqu'il s'agit d'une céréale à paille.
Déchaumage	L'enfouissement des résidus grâce au déchaumage constitue un moyen efficace dans le cas de parasites pour lesquels la contamination est liée à l'émission de spores, ascospores (fusariose) ou conidies.
Labour	Effet plutôt positif mais variable sur les champignons en fonction de la mobilité de leur inoculum et de leur capacité à se développer ou à se maintenir sur des résidus de cultures. L'effet est également variable en fonction des précédents culturaux : effet positif derrière un précédent blé, grâce à l'enfouissement des résidus, effet négatif si l'anté-précédent est un blé, car le labour favorise alors la remontée de l'inoculum en surface.
Choix variétal	Le choix de variétés résistantes aux maladies des feuilles (rouilles, septoriose...) permet de s'affranchir de certains traitements fongicides
Date de semis	Un retard de la date de semis permet de réduire le nombre de cycles possibles de maladies, par une diminution de la durée de végétation ou par un décalage de la phase sensible de la plante.
Densité de semis	Une réduction de la densité de semis limite la pression fongique, notamment pour l'oïdium et la septoriose (favorisés par un microclimat humide).
Fertilisation azotée	Limiter les apports d'azote permet de diminuer l'infestation par les champignons (réduction de la source nutritive).

Les caractéristiques de cette enquête « Pratiques culturales » induisent les deux limites majeures de l'IFT déjà mentionnées plus haut :

- la périodicité de réalisation de l'enquête est généralement de cinq ans minimum, l'IFT ne peut donc pas être renseigné tous les ans ;
- l'enquête ne couvre pas toutes les cultures : ainsi l'IFT n'est opérationnel pour le moment que sur les grandes cultures et la vigne. Des travaux sont en cours afin d'étendre le calcul de cet indicateur à d'autres filières : une première enquête « Pratiques culturales » devrait être réalisée pour le maraîchage et l'arboriculture en 2012.

Ces deux limites expliquent en partie pourquoi l'IFT n'a pas été retenu comme indicateur de suivi du plan national « Ecophyto 2018 », lancé à la suite du Grenelle de l'Environnement afin de réduire de 50 % en 10 ans si possible l'usage des produits phytosanitaires. Les membres du comité Paillotin qui a conçu ce plan ont préféré à l'IFT un indicateur intitulé NODU (nombre de doses « unités ») dont la définition est très proche de celle de l'IFT mais qui, contrairement à l'IFT :

- est basé sur les substances actives et non pas sur les produits commerciaux ;
- est calculé à partir de données de vente disponibles annuellement au niveau national et non pas de données d'utilisation, fondées sur les pratiques agricoles, qui peuvent être territorialisées mais qui ne sont pas publiées chaque année.

Il faut noter que le plan Ecophyto 2018 examine aussi les possibilités d'étendre l'enquête « Pratiques culturales » à d'autres cultures et d'en améliorer la fréquence.

Malgré leurs limites, ces deux indicateurs, IFT et NODU, pourraient inspirer la construction d'**indicateurs de développement durable** sur ce thème aux niveaux régional, national, voire européen. Il pourrait être proposé au niveau européen comme indicateur de suivi de la stratégie européenne de

développement durable (SEDD) à la place des quantités totales de substances actives vendues qui ne permettent pas d'évaluer correctement la pression phytosanitaire exercée sur les milieux. Les travaux déjà réalisés en France et au Danemark, qui proposent deux approches différentes pour le calcul de cet indicateur, pourraient certainement être adaptés à d'autres pays ou groupes de pays.

Enfin, en tenant compte des limites rappelées ci-dessus, l'IFT présente l'avantage de permettre à tous les acteurs, à tous les niveaux pertinents de décision, de partager non seulement un diagnostic commun de la situation initiale en matière d'intensité du recours aux produits phytosanitaires, mais aussi une vision commune de l'objectif à atteindre. C'est cette qualité essentielle qui a permis de bâtir sur cet indicateur de nouvelles mesures agro-environnementales territorialisées présentées dans la section suivante.

### 3. L'IFT : un indicateur pour l'action publique

#### 3.1. Les MAE 2007-2013 et la réduction des risques liés aux pesticides

En France, le nouveau Programme de Développement Rural Hexagonal (PDRH 2007-2013) comprend différentes mesures agro-environnementales (MAE) visant à répondre principalement aux deux enjeux suivants<sup>22</sup> :

- préserver la biodiversité dans les zones remarquables (réseau Natura 2000) ;
- améliorer la qualité de l'eau pour répondre aux objectifs de la directive cadre eau.

##### **Les MAE nationales**

Certaines MAE, dont le cahier des charges est élaboré au niveau national, sont proposées sous la même forme à toutes les régions. Il s'agit en particulier des mesures suivantes :

- *prime herbagère agro-environnementale (PHAE2)* qui est, de loin, la mesure qui draine le plus de crédits ;
- *système fourrager polyculture-élevage économe en intrants* : ce cahier des charges vise à développer les systèmes fourragers herbagers et à limiter le recours aux produits phytosanitaires (hors herbicide) sur céréales ;
- *conversion à l'agriculture biologique* ;
- *maintien de l'agriculture biologique*.

##### **Les MAE territorialisées**

Par ailleurs, les régions ont la responsabilité :

- de délimiter au niveau local des territoires d'action en fonction de leurs enjeux prioritaires (notamment Eau et Biodiversité) afin de cibler les crédits publics européens et nationaux sur les zones prioritaires (comme par exemple les bassins d'alimentation de captage pour l'enjeu Eau) ;
- de concevoir, pour chaque territoire d'action, des MAE, qualifiées de « **MAE territorialisées** », spécifiquement adaptées aux enjeux jugés prioritaires en fonction des conditions locales (environnement, systèmes de production et pratiques agricoles).

Ces MAE territorialisées sont construites en combinant des **engagements unitaires** (EU) définis au niveau national (même si certains éléments techniques – notamment des valeurs de référence ou des seuils d'éligibilité – sont à préciser localement).

---

22. D'autres enjeux prioritaires plus localisés peuvent être identifiés sur certains territoires.

On peut distinguer dans le PDRH différentes catégories d'engagements unitaires répondant à l'enjeu de réduction des risques liés aux pesticides :

- les EU qui fixent une obligation de moyens en bordure de parcelle comme la *création de zones tampons* (limitant le ruissellement des produits phytosanitaires vers les eaux superficielles) ou de *zones de régulation écologique* (jouant le rôle de réservoirs d'auxiliaires des cultures) ;
- ceux qui imposent des obligations de moyens sur la parcelle comme l'*enherbement sous cultures pérennes* ou le *recours à la lutte biologique* ;
- et ceux qui se traduisent par une obligation de résultat sur la parcelle comme les engagements unitaires, *basés sur l'IFT et visant à limiter le recours aux produits phytosanitaires*.

L'objectif de ces derniers EU est de réduire significativement le recours aux produits phytosanitaires. Les moyens employés pour atteindre l'objectif sont laissés à l'appréciation de l'agriculteur. Ces engagements, basés sur le respect d'une valeur cible pour l'indicateur de fréquence de traitement, constituent le principal levier d'action à la parcelle. Ils sont décrits dans le paragraphe suivant.

### 3.2. Principes des engagements unitaires s'appuyant sur l'IFT

#### **Description**

L'agriculteur s'engage à réduire progressivement, durant les cinq années du contrat, son recours aux produits phytosanitaires. En grandes cultures par exemple, l'**IFT réalisé** en cinquième année d'engagement sur les parcelles engagées ne doit pas dépasser 60 % de l'**IFT de référence** pour les herbicides et 50 % pour les autres produits phytosanitaires. L'**IFT de référence**, fixé dans le cahier des charges, correspond aux pratiques agricoles les plus fréquentes sur le territoire à enjeu sur lequel est proposé l'engagement unitaire. Par ailleurs, sur ses parcelles non engagées, l'agriculteur s'engage à ne pas dépasser cet IFT de référence, dans un double souci de cohérence et de contrôlabilité de la mesure.

Ces EU sont systématiquement couplés au suivi d'une formation et à la réalisation d'un bilan annuel des pratiques phytosanitaires (engagement PHYTO\_01). Deux de ces bilans au moins doivent être réalisés avec un technicien afin d'accompagner l'agriculteur dans sa démarche. Les bilans annuels réalisés avec un technicien ont vocation :

- à situer les résultats de l'agriculteur par rapport à l'objectif à atteindre en fin de contrat ;
- à définir avec lui la stratégie de protection des cultures à mettre en place ;
- et à suivre la mise en œuvre de cette nouvelle stratégie qui s'inscrit dans le cadre d'une protection intégrée (cf. définition donnée dans la première partie de l'article).

Quant à la formation, elle vise à le familiariser avec les solutions agronomiques auxquelles il pourra recourir.

Pour permettre à l'agriculteur de tirer pleinement parti de cet accompagnement, aucun objectif concernant l'intensité du recours aux produits phytosanitaires n'est fixé pour la première année du contrat.

#### **Avantages**

Ces engagements unitaires ouvrent une voie intermédiaire entre le *statu quo*, i.e. le maintien d'une utilisation intensive des pesticides avec les conséquences que l'on connaît pour l'environnement, et l'approche « *zéro phyto* » qui semble difficilement généralisable à court terme. Ils sont le résultat d'un compromis entre le taux de contractualisation visé et le niveau d'exigence de la mesure. Ils supposent la mise en œuvre d'une combinaison de solutions agronomiques et non d'une solution alternative isolée, dont l'efficacité généralement partielle limiterait fortement la portée.

Ces engagements reposent sur une obligation de résultats et non de moyens. C'est la première fois qu'un tel dispositif est proposé en France. Pour atteindre le résultat auquel il s'est engagé, l'agriculteur pourra donc, exerçant pleinement son rôle de chef d'exploitation, choisir librement la combinaison de solutions agronomiques la plus adaptée à son projet d'exploitation : introduction de nouvelles cultures dans la rotation, choix de variétés résistantes, décalage de la date de semis, diminution de la densité de semis ou autres modifications de son itinéraire technique, etc.

Ces nouveaux EU proposent une approche pédagogique pour l'agriculteur, alliant progressivité, accompagnement important, meilleure connaissance des conditions d'utilisation des produits phytosanitaires et valorisation des enregistrements réalisés au titre de la conditionnalité des aides PAC.

L'objectif à atteindre est fixé en fonction d'un IFT de référence territorial, ce qui permet de soutenir les agriculteurs déjà bien engagés dans l'amélioration de leurs pratiques. Ceux-ci, en fournissant leurs références techniques et en démontrant ce qu'il est possible de faire localement pour réduire significativement le recours aux produits phytosanitaires, peuvent jouer un rôle d'entraînement important dans la contractualisation de ces MAE et l'amélioration des pratiques agricoles.

La définition d'une obligation de résultat permet également de limiter les effets d'aubaine : l'engagement unitaire ne peut correspondre à la pratique habituelle sur le territoire considéré. Par ailleurs, elle garantit la transparence et l'efficacité du dispositif. En effet, ces engagements, fondés sur un indicateur quantitatif (l'IFT), proposent un objectif clair et précis qui facilite à la fois :

- l'apparition d'un consensus entre les parties concernées (administrations, agriculteurs, environnementalistes) ;
- et, en corollaire, l'acceptation de ces mesures, non seulement par les agriculteurs mais aussi par le grand public ;
- l'évaluation de l'efficacité de ces engagements : en effet, l'IFT indique à la fois l'objectif à atteindre (IFT de référence) et les progrès accomplis (IFT réalisé) ;
- la communication autour de ce dispositif.

La double exigence en matière d'IFT, d'une part sur les parcelles engagées et, d'autre part sur les parcelles non engagées permet de prendre en compte l'ensemble des traitements réalisés sur l'exploitation et de faciliter le contrôle de la mesure (vérification possible de la fiabilité des enregistrements des traitements réalisés en comparant les quantités achetées établies à l'aide de la comptabilité de l'exploitation avec celles utilisées d'après ces enregistrements et les stocks présents sur l'exploitation).

### **Définition de l'IFT de référence territorial**

Le calcul de l'IFT de référence territorial s'effectue en deux étapes.

#### *Calcul d'un IFT de référence par culture et par région*

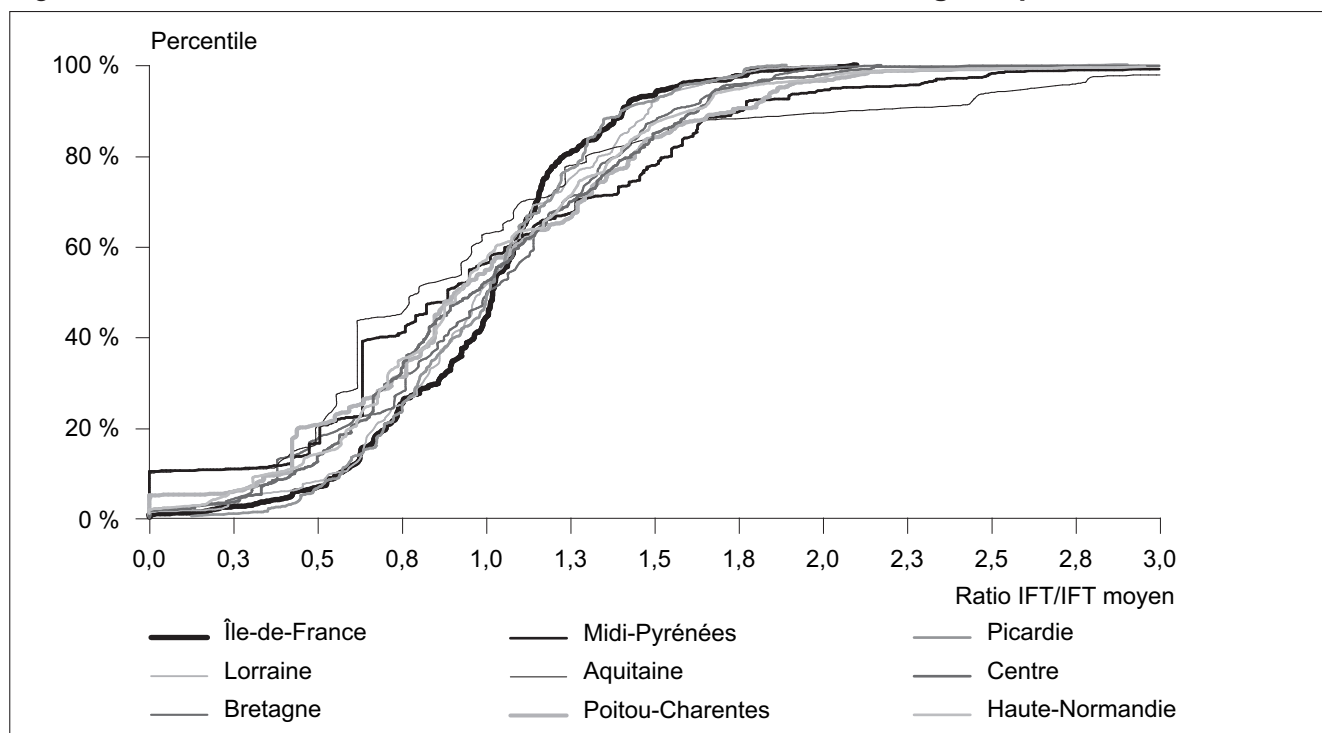
Les bases de données nationales et la méthode de calcul présentées dans les chapitres précédents permettent au ministère de l'Agriculture de calculer un **IFT de référence par culture** (pour chacune des grandes cultures couvertes par l'enquête « Pratiques culturelles ») **au niveau régional**.

Cet IFT de référence correspond au 70<sup>e</sup> percentile dans la distribution des IFT pour la culture et la région considérées. La référence est donc fixée au niveau des pratiques courantes dans la région ce qui rend les MAE accessibles au plus grand nombre d'agriculteurs. En outre, peu d'agriculteurs<sup>23</sup> sont en mesure de respecter l'objectif à atteindre dans les cinq ans (50 % de réduction pour l'IFT hors herbicides) sans rien changer à leurs pratiques, ce qui limite les effets d'aubaine.

#### *Calcul de l'IFT de référence territorial*

23. Environ 20 % pour le blé tendre selon le tableau 2.

Figure 12 - Distribution de l'IFT hors herbicides dans différentes régions pour le blé tendre



Source : Enquêtes « Pratiques culturales »

### 3.3. L'IFT de référence qui fonde les engagements unitaires est un IFT toutes cultures confondues, calculé pour le territoire sur lequel s'applique l'engagement unitaire.

Cet IFT de référence est obtenu en calculant la moyenne des IFT régionaux par culture obtenus à l'étape précédente, pondérée par l'importance de chacune de ces cultures sur le territoire considéré. La part de chaque culture dans la SAU du territoire peut être estimée à partir des données du RA 2000 pour les cantons correspondant au territoire considéré, ou de façon plus précise à l'aide des déclarations de surfaces des agriculteurs du territoire sur la ou les trois dernières campagnes<sup>24</sup>.

Le choix d'une référence toutes cultures confondues et non par culture présente les avantages suivants :

- ne pas écarter les cultures pour lesquelles on ne peut calculer d'IFT de référence régional faute de données suffisantes ;
- ne pas figer l'assolement des exploitations puisque c'est au niveau de la rotation que se gère la lutte contre les bioagresseurs, notamment contre les adventices, et donc que se joue la limitation du recours aux pesticides<sup>25</sup> ;
- faciliter le contrôle de la mesure en ne calculant que deux IFT à l'échelle de l'exploitation (l'un sur l'ensemble des parcelles engagées et l'autre sur les parcelles non engagées) pour l'ensemble des pesticides utilisés sur toutes les terres labourables de l'exploitation.

#### **Calcul de l'IFT réalisé à l'échelle de l'exploitation**

Dans le cadre de la conditionnalité des aides, les agriculteurs sont tenus d'enregistrer leurs pratiques phytosanitaires : culture, surface traitée, dose appliquée, produit utilisé (et donc dose homologuée).

24. Ces données pourraient être obtenues par extraction des données PACAGE pour les communes constituant le territoire considéré.

25. En effet, la réduction de l'utilisation de pesticides peut passer notamment par un allongement de la rotation.

À partir de ces données d'enregistrement, les exploitants sont en mesure de calculer l'IFT réalisé sur chaque parcelle en utilisant la formule déjà présentée plus haut :

$$IFT_{\text{parcelle}} = \sum_T \left[ \frac{DA_T}{DH_T} \times PPT_T \right]$$

En fin de campagne, l'agriculteur calcule les deux IFT moyens mentionnés plus haut : le premier sur l'ensemble des parcelles engagées, l'autre sur l'ensemble des parcelles non engagées.

Le ministère de l'Agriculture et de la Pêche a construit un outil Excel de calcul de l'IFT destiné à faciliter le travail des agriculteurs et de leurs conseillers agricoles. Cet outil est disponible sur le site Internet du ministère<sup>26</sup>.

### ***Une structuration des engagements unitaires fondée sur des principes agronomiques***

Trois engagements unitaires complémentaires ont été construits en appliquant les principes développés dans les paragraphes précédents :

- réduction progressive du nombre de doses homologuées de traitements herbicides (PHYTO\_04) ;
- réduction progressive du nombre de doses homologuées de traitements phytosanitaires hors herbicides (PHYTO\_05) ;
- réduction progressive du nombre de doses homologuées de traitements phytosanitaires hors herbicides avec une part importante de maïs, tournesol et prairies temporaires (PHYTO\_06).

Il était nécessaire de distinguer PHYTO\_04 des deux autres engagements car la réduction des traitements herbicides ou hors herbicides suppose des modifications de pratiques de natures différentes. En effet, en grandes cultures, l'amélioration des pratiques phytosanitaires dans une démarche de « production intégrée » s'effectue généralement en deux étapes, comme l'illustre la démarche du groupe de développement agricole de l'Eure présentée à la fin de cet article :

- la première consiste à réduire l'IFT hors herbicides par des modifications situées essentiellement à l'échelle de l'itinéraire technique annuel propre à chaque culture ;
- dans un deuxième temps, l'agriculteur s'attache à réduire l'IFT herbicides, par des modifications complémentaires à l'échelle du système de culture.

Les deux engagements unitaires PHYTO\_05 et PHYTO\_06 diffèrent uniquement par la proportion de maïs, tournesol et prairies temporaires (PT) à ne pas dépasser sur les parcelles contractualisées. Ces trois cultures sont exclues du calcul de l'IFT hors herbicides réalisé sur l'exploitation et des engagements de réduction de cet IFT pour les raisons suivantes :

- avec un IFT hors herbicides beaucoup plus faible que ceux des autres cultures, le maïs, le tournesol et les PT sont moins concernés par l'enjeu de réduction de l'utilisation de cette catégorie de pesticides ;
- il suffirait de raccourcir la rotation et d'augmenter la proportion de maïs et de tournesol dans l'assolement pour respecter l'engagement de réduction de l'IFT hors herbicides : cette solution n'est pas souhaitable du fait de ses conséquences potentielles sur l'environnement (érosion des sols, lessivage des nitrates, augmentation des prélèvements d'eau, etc.).

Ainsi, plus la proportion de ces cultures est importante sur les surfaces contractualisées, plus le respect des objectifs est aisé. Cependant, il fallait que ces trois cultures restent éligibles à ces engagements pour ne pas exclure les rotations qui les intègrent. C'est pourquoi il a été décidé d'adapter le niveau de rémunération de chacun de ces engagements à l'importance de ces cultures :

26. Cf. <http://agriculture.gouv.fr> : rubrique : Accueil et Thématiques > Environnement > Prévention des Pollutions > Les fondamentaux > Les produits phytosanitaires.

Accès direct : <http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/environnement/prevention-des-pollutions/produits-phytosanitaires>



- l'engagement PHYTO\_05 : moins de 30 % de ces cultures dans la surface contractualisée, mieux rémunéré ;
- de l'engagement PHYTO\_06 : jusqu'à 60 % de ces cultures dans la surface contractualisée, moins bien rémunéré.

### 3.4. Une illustration de la démarche permettant de répondre à ces engagements dans le département de l'Eure

Ces engagements PHYTO\_04, 05 et 06 ont été testés en décembre 2006, sur la base des enregistrements des pratiques de la campagne 2005-2006, dans deux bassins d'alimentation de captage (BAC) du département de l'Eure.

Ce test devait permettre de montrer sur un exemple que :

- *l'IFT de référence correspond bien aux pratiques courantes du territoire* : une référence trop élevée permettrait à une majorité d'agriculteurs d'atteindre les objectifs sans améliorer leurs pratiques ; une référence trop basse aurait finalement le même effet car elle rendrait les engagements difficilement accessibles et découragerait la plupart des exploitants de s'engager dans une démarche de réduction des traitements phytosanitaires ;
- *l'objectif de réduction correspond aux pratiques les plus économes en pesticides* (i.e. aux systèmes de production « intégrés ») : les agriculteurs ayant développé de tels systèmes de production économes en produits phytosanitaires montrent par leur exemple que l'objectif de réduction est accessible et réaliste ; un objectif moins ambitieux ouvrirait la porte aux effets d'aubaine (i.e. à la possibilité pour un grand nombre d'agriculteurs de percevoir des crédits publics sans une réelle amélioration de leurs pratiques en contrepartie).

Les prairies temporaires et le maïs sont quasiment absents du BAC du Val d'Iton à dominante « grandes cultures » (GC), alors qu'elles occupent une part significative de l'assolement du BAC des Moulineaux à dominante « polyculture-élevage » (PE). Trois exploitations ont été sélectionnées dans chacun de ces BAC en fonction de l'intensité de leur recours aux produits phytosanitaires : « intensif », « raisonné » ou « intégré ». Les deux exploitations « intégrées » participent au groupe de développement « agriculture intégrée » animé par Bertrand Omon de la Chambre d'agriculture de l'Eure. Les exploitations « intensives » et « raisonnées » qui, bien sûr, ne participent pas à ce groupe ont, elles aussi, été sélectionnées par M. Omon avec l'aide de ses collègues de la Chambre d'agriculture.

Tableau 3 - **Assolement des six exploitations testées**

Unité : en %

	BAC Moulineaux	PE intensif	PE raisonné	PE intégré	BAC vallée Iton	GC intensif	GC raisonné	GC intégré
Blé	46	43	43	66 <sup>27</sup>	56	45	51	52
Colza	10		13	12	11	8	28	13
<b>Maïs</b>	<b>12</b>	<b>57</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	
Orge	7				9	3	17	
Pois	11		6	5	12			11
Betterave	3		4		3	13		
Pomme de terre	0				0	11		
<b>Prairie temporaire</b>	<b>6</b>		<b>7</b>		<b>1</b>	<b>9</b>		
Féverole			17					6
Lin textile						11		8
Lin oléagineux								10
<b>Total</b>	<b>95</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>93</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Source : Chambre d'agriculture de l'Eure - 2006

27. On peut être surpris par la place prépondérante du blé dans l'assolement d'une exploitation qualifiée d'intégrée. Mais cet exemple montre qu'en travaillant uniquement sur l'itinéraire technique, culture par culture, on peut déjà diminuer sensiblement le recours aux produits phytosanitaires hors herbicides. La réduction du recours aux herbicides implique, quant à elle, une réflexion globale sur l'assolement et la rotation. Cette réflexion, plus complexe, est souvent engagée dans un deuxième temps par les agriculteurs déjà convaincus par la première étape (cf. infra).

## De fortes économies de pesticides dans les exploitations intégrées

Le tableau 4 ci-dessous montre que l'IFT « toutes cultures, hors herbicides » des exploitations « intégrées » est inférieur de plus de 70 % à l'IFT de référence de leurs territoires respectifs. Ces exploitations dépassent ainsi largement l'objectif de réduction (de 50 %) du recours aux produits phytosanitaires hors herbicides fixé dans le cadre des engagements unitaires PHYTO\_05 et PHYTO\_06 présentés ci-dessus.

Tableau 4 - IFT « toutes cultures, hors herbicides » réalisé sur les différentes exploitations<sup>28</sup>

Exploitations	IFT hors herbicides de référence	IFT hors herbicides réalisé	Ratio (%)
« PE intensif »	4,1	3,64	89
« PE raisonné »	4,1	2,96	72
« PE intégré »	4,1	0,63	15
« GC intensif »	5,3	6,19	116
« GC raisonné »	4,1	2,57	63
« GC intégré »	4,1	1,16	28

NB : L'IFT de référence est adapté en fonction de la proportion de pomme de terre de l'exploitation dans la mesure où il s'agit d'une culture très consommatrice en produits phytosanitaires (notamment fongicides), cf. figure 5. C'est pourquoi l'IFT de référence de l'exploitation « GC intensif », au sein de laquelle la pomme de terre est cultivée, diffère de l'IFT de référence des autres exploitations, au sein desquelles la pomme de terre n'est pas cultivée.

Source : Chambre d'agriculture de l'Eure - 2006

Le tableau 5 ci-dessous montre que l'effort de réduction des traitements phytosanitaires réalisé dans les deux exploitations « intégrées » porte sur chacune des cultures : autrement dit, il traduit une réflexion globale, une démarche qui touche l'ensemble du système de production. Les économies de pesticides sont particulièrement visibles sur le blé et le colza avec des IFT réalisés pour ces cultures inférieurs à 20 % de la référence régionale.

Tableau 5 - IFT « par culture, hors herbicides » réalisé sur les différentes exploitations

	IFT de référence	PE intensif	PE raisonné	PE intégré	GC Intensif	GC raisonné	GC intégré
Blé	4,4	3,6	2,8	0,5	4,8	2,6	0,6
Colza	4,7		2,8	0,8	5,4	3,4	0,8
<b>Maïs</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,0</b>	
Orge	3,0				2,8	1,0	
Pois	3,4		2,1	2,2			4,2
Betterave	3,2		1,0		2,1		
Pomme de terre	15,2				21,1		
<b>Prairies temporaires</b>	<b>0,0</b>		<b>0,0</b>		<b>0,0</b>		
Féverole			4,1				1,3
Lin textile					3,1		1,4
Lin							
Lin oléagineux							0,9

Source : Chambre d'agriculture de l'Eure - 2006

Il peut arriver, comme le montre le cas du pois pour l'exploitation « GC intégré », que les habitudes acquises et la faible priorité accordée à certaines situations (cultures, parcelles) concernant en particulier les ravageurs conduisent à des IFT médiocres.

28. Rappel : les surfaces en maïs, tournesol et prairies temporaires sont exclues ici du calcul de l'IFT « hors herbicides » conformément aux règles de calcul retenues au niveau national (notamment pour le calcul des IFT de référence utilisés dans les mesures agroenvironnementales).

## Les pratiques mises en place dans les exploitations intégrées

La forte diminution du recours aux produits phytosanitaires (hors herbicides) observée dans ces exploitations est le fruit d'une démarche engagée depuis au moins cinq ans dans le cadre de ce groupe de développement. Les six ou sept réunions annuelles de ce groupe rassemblant une vingtaine d'agriculteurs ont permis d'échanger des pratiques ou des références techniques entre agriculteurs et de découvrir de nouvelles avancées agronomiques permettant de réduire l'utilisation de pesticides.

Les premières modifications de l'itinéraire technique ont d'abord été réalisées sur blé, en s'appuyant sur les références techniques produites par le réseau « blé rustique »<sup>29</sup>, puis sur colza et enfin sur les autres cultures des exploitations. Chacune de ces étapes a fait l'objet d'une validation économique qui a permis de montrer qu'en diminuant l'utilisation de pesticides on pouvait maintenir et même améliorer sa marge. En outre de telles pratiques plus économes en pesticides permettent de réduire le temps de travail des agriculteurs : une motivation supplémentaire pour aller plus loin dans cette voie.

### Sur le blé

Les modifications apportées à l'itinéraire technique pour réduire le recours aux produits phytosanitaires (autres qu'herbicides), reposent notamment sur le semis tardif et à densité réduite de variétés tolérantes à la *verse* (comme Cap Horn ou Atlass) et aux maladies du feuillage. Ces choix techniques permettent :

- d'esquiver les attaques de pucerons d'automne, tout en contribuant à limiter les opérations de désherbage chimique ;
- de réduire la dose d'azote apportée, ce qui réduit le rendement (de 15 % maximum) mais aussi les risques de maladies fongiques (donc le recours aux fongicides) et de *verse* (donc le recours aux régulateurs de croissance).

Ces modifications sont accompagnées d'un raisonnement strict des traitements insecticides (traitement uniquement en cas de dépassement du seuil et face à une population en augmentation, échappant à la régulation des auxiliaires et non plus à vue).

Au final, les impasses de traitement ainsi autorisées sont les suivantes :

- élimination des traitements d'automne contre les pucerons, alors qu'un ou deux traitements insecticides sont réalisés en système conventionnel ;
- suppression de l'application d'un régulateur de croissance ;
- réalisation d'un seul traitement fongicide contre deux à trois en système conventionnel ;
- limitation des traitements contre les pucerons de printemps (raisonnement du traitement).

### Sur le colza

Les modifications d'itinéraires sont globalement de même nature, à l'exception du décalage de la date de semis qui conduit cette fois à un semis précoce afin d'esquiver les attaques d'insectes d'automne et de limaces, et afin de favoriser un développement rapide de la plante, propice à l'étouffement des mauvaises herbes. Le raisonnement des traitements est encore plus poussé que sur blé en ce qui concerne la maladie *sclérotinia* (recours à la grille de risque du CETIOM) et les *mélégèthes* (pour cet insecte, les seuils d'intervention sont adaptés en fonction des conditions de croissance et de développement de la culture).

### Sur le lin

Le choix variétal et la réduction des apports azotés permettent de supprimer les traitements fongicides et les régulateurs de croissance, tandis que le nombre des traitements insecticides est réduit grâce à un raisonnement strict des pratiques.

29. Ce réseau fédère l'INRA, Arvalis et différentes chambres d'agriculture : cf. INRA et al. (2006)

### *Sur la féverole*

Le déclenchement des traitements contre l'*anthracnose* et la *rouille*, uniquement après observation, et pour la *rouille* au moins cinq semaines environ avant récolte, autorise une réduction du recours aux fongicides.

### *Sur le pois*

Le choix d'un débouché « alimentation animale » permet d'utiliser des seuils huit fois plus élevés de déclenchement du traitement phytosanitaire en fonction de la population de *tordeuse* du pois. En cas de croissance et de développement rapide de la culture, une impasse de traitement contre la *sitona* est réalisée, ce qui permet d'économiser un traitement insecticide par rapport à une conduite conventionnelle des cultures.

Ainsi, nombreux sont les savoirs agronomiques mobilisés dans le cadre d'une telle démarche. Aujourd'hui, satisfaits des modifications opérées jusqu'à présent et souhaitant diminuer leurs charges en herbicides, les agriculteurs de ce groupe s'engagent dans une modification plus profonde de leurs systèmes de culture de façon à limiter leur recours aux herbicides.

Le cas de ces deux bassins versants de l'Eure montre bien toute l'utilité d'un indicateur tel que l'IFT comme outil de réflexion, d'évaluation et même de pilotage pour tous les acteurs (agriculteurs, conseillers, collectivités) qui souhaitent promouvoir la mise au point et la diffusion de pratiques agricoles plus économes en produits phytosanitaires ou les mettre directement en œuvre.

## **Conclusion**

L'exemple développé dans cet article montre que le lien entre l'objectif final d'une politique publique (ici la réduction des risques liés aux pesticides) et les moyens mis en œuvre pour l'atteindre (ici l'amélioration des pratiques agricoles) est souvent complexe à appréhender. Ainsi, pour une évaluation correcte de ces politiques, les indicateurs décrivant l'état du milieu doivent être complétés par des indicateurs portant sur les pratiques agricoles que l'on cherche à améliorer.

L'indicateur de fréquence de traitement (IFT), présenté dans cet article, permet de répondre à ce besoin et présente beaucoup d'avantages.

Il reflète la pression phytosanitaire exercée sur un territoire plus fidèlement que les indicateurs traditionnels (quantité de substance active vendue ou nombre de traitements phytosanitaires appliqués sur une parcelle durant une campagne).

Il possède certaines des qualités d'un bon indicateur : précisément quantifié, lisible et compréhensible à la fois pour les décideurs, les agriculteurs et le grand public, facilement calculable. Il devrait d'ailleurs être possible de calculer un IFT ou un indicateur similaire (comme NODU) sur un ensemble de pays (Union européenne ou OCDE) sur la base des quantités nationales de substances actives vendues et ainsi de comparer les évolutions constatées dans les différents pays afin de permettre des échanges d'expériences entre les pays les plus avancés (dans la diminution de leur IFT) et les autres.

L'IFT français, calculé à partir de données individuelles, puis agrégé à l'échelle territoriale ou nationale, reste pertinent à tous les niveaux et chaque acteur peut s'y retrouver.

Au niveau national, l'IFT, calculé à partir de l'enquête « Pratiques culturelles », présente évidemment les mêmes limites que cette enquête :

- il n'est pas calculé annuellement ;
- il ne couvre pas toutes les cultures.

Mais la réflexion se poursuit, notamment dans le cadre du plan Ecophyto 2018, afin d'améliorer la fréquence de cette enquête et de l'étendre à d'autres cultures, ce qui renforcerait la qualité de l'IFT.

Calculé au niveau local, comme l'illustre le cas de l'Eure présenté plus haut, il permet d'adapter finement l'action publique aux conditions locales et de mettre en lumière les enjeux et les possibilités qui se présentent sur le territoire considéré. Avec l'IFT, il devient possible :

- d'établir un diagnostic précis de la pression phytosanitaire exercée sur un territoire donné ;
- d'atteindre un consensus des acteurs concernés autour de ce diagnostic ;
- de construire un outil de suivi et de pilotage des politiques adoptées pour améliorer la situation.

Outre la construction d'un diagnostic commun de la situation initiale, l'IFT rend possible la définition d'une vision commune de l'objectif à atteindre. À partir de cet indicateur, les pouvoirs publics peuvent construire des MAE finement adaptées aux conditions locales, fondées non plus sur une obligation de moyens mais sur un objectif de résultat qui permet à chaque chef d'exploitation de choisir librement sa stratégie. Enfin, l'IFT facilite l'évaluation de l'action publique et la rend ainsi plus transparente : en effet, il indique à la fois l'objectif à atteindre (fixé par rapport à l'IFT de référence initial) et les progrès accomplis (IFT réalisé).

Toutes les qualités de l'IFT relevées ici pourraient inspirer les chercheurs et les pouvoirs publics pour construire, de la même façon, d'autres indicateurs de suivi de l'évolution des pratiques agricoles en fonction de leur impact sur une thématique environnementale particulière (comme l'eau ou la biodiversité).

## Bibliographie

Altieri M.A., 1995, « Toward sustainable agriculture. In : Agro-ecology. The Science of Sustainable Agriculture », *Westview Press, Boulder, CO*, pp. 367-379.

Aubertot J., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savini I., Voltz M., 2005, « Pesticides, agriculture et environnement : réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux », *Expertise scientifique collective, synthèse du rapport*, INRA et Cemagref (France), 84 p.

Ayong Le Kama A. et al., 2004, « Indicateurs nationaux de développement durable : lesquels retenir ? », *Réponses environnement*, ministère de l'Écologie et du Développement Durable. La documentation française, 236 p.

Benoit P., Souiller C., Madrigal I., Pot V., Real B., Coquet Y., Argoum C., Laillet B., Dutertre A., Gril J.J., Barriuso E., 2003, « Fonctions environnementales des dispositifs enherbés en vue de la gestion et de la maîtrise des impacts d'origine agricole : cas des pesticides », *Étude et Gestion des Sols 2003*, n° 10, pp. 299-312.

Bockstaller et al., Development of agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems : a review, À paraître dans *Agronomy for Sustainable Development*.

Boller E.F., El Titi A., Gendrier J.P., Avilla J., Jörg E., Malavolta C., 1999, « Integrated Production. Principles and Technical Guidelines », 2nd édition, *Bulletin IOBC-OILB/SROP*, n° 22, 30 p.

Bouchard C, Bernicot MH, Felix I, Guerin O, Loyce C, Omon B, Rolland B., 2008, « Associer des itinéraires techniques de niveaux d'intrants variés à des variétés rustiques de blé tendre : évaluation économique, environnementale et énergétique », *Courrier de l'environnement de l'INRA*, n° 55, février, pp. 53-77.

Brundtland G.H. et al., 1987, *Notre Avenir à tous*, Commission des Nations unies pour l'Environnement et le Développement (CNUED), publié en France aux Éditions du Fleuve.

Brunet N., Guichard L., Omon B., Pingault N., Pleyber E., Seiler A., 2008, « L'Indicateur Fréquence de Traitements (IFT) : un indicateur pour une utilisation durable des pesticides », *Courrier de l'environnement*, n° 56, décembre.



- Capillon et al., 2005, « Méthodologies d'évaluation d'impacts environnementaux des pratiques agricoles », Institut national de la recherche agronomique, *Rapport pour le Département Environnement et Agronomie*, 50 p.
- Champeaux C., 2006, *Recours à l'utilisation de pesticides en grandes cultures. Évolution de l'indicateur de fréquence de traitement au travers des enquêtes « Pratiques Culturelles » du Scees entre 1994 et 2001*, ministère de l'Agriculture et de la Pêche. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), UMR 211 Agronomie Grignon, septembre 2006, 101 p.
- Champeaux C., 2007, *Recours à l'utilisation de pesticides en grandes cultures. Évolution de l'indicateur de fréquence de traitement au travers des enquêtes « Pratiques Culturelles » du Scees. Guide technique : algorithme de calcul de l'IFT à partir de données PK du Scees et PHY2X*, ministère de l'Agriculture et de la Pêche. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), UMR 211 Agronomie Grignon, janvier 2007, 72 p.
- 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*, ministère de l'Agriculture et de la Pêche. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), UMR 211 Agronomie Grignon, 91 p.
- Corpen, 1997, *Produits phytosanitaires et dispositifs enherbés ; état des connaissances et propositions de mise en œuvre*, ministères de l'Agriculture et de l'Environnement, 88 p.
- Delos M., Caron D., Penaud A., Naibo B., Faure A., 2002, *La lutte prophylactique, approche transversale des moyens de lutte permettant de réduire ou d'éviter le recours à la lutte chimique contre les ravageurs et les maladies des grandes cultures : un nouveau regard sur des méthodes anciennes*, 2e conférence internationale sur les moyens alternatifs de lutte contre les organismes nuisibles aux végétaux, 4-7 mars 2002, Lille, France, pp. 14-22.
- Devillers J., Farret R., Girardin P., Rivière J-L et Soulas G., 2005, *Indicateurs pour évaluer les risques liés à l'utilisation des pesticides*, Lavoisier, Éditions TEC et DOC, 278 p.
- European Environment Agency, 2005, *Agriculture and environment in EU-15 : the IRENA indicator report*, Report n° 6/2005, Copenhague, 128 p.
- Eurostat, 2005, *Mesure des progrès accomplis sur la voie d'une Europe plus durable. Les indicateurs de développement durable de l'Union européenne. Données 1990-2005*, Commission européenne, Eurostat. Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg, 13/12/2005, 258 p.
- Une version 2007 en anglais est disponible sur le site Internet d'Eurostat : <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/> (rubrique : Domaines spécifiques/Développement durable).
- Falconer K., 2002, « Pesticide environmental indicators and environmental policy », *Journal of Environmental Management*, n° 65, pp. 285-300.
- Gianinazzi N., 2002, *Indicateur de risques aquatiques SYSCOR : mise au point et test dans le cadre des travaux de l'OCDE*, Mémoire de fin d'étude d'IUP ingénierie de la santé - option stratégies industrielles, environnement et santé encadré par Claude Casellas de l'université de Montpellier, Thomas Mousseau (MEDD/DPPR/BSPC) et Elisabeth Poitrineau (MEDD/DE/SCORPEN), 55 p.
- Gravesen L., 2000, *OECD survey of national pesticide risk indicators, 1999-2000, Denmark*, Copenhague, Danish Environmental Protection Agency.
- Gravesen L., 2003, *The Treatment Frequency Index : an indicator for pesticide use and dependency as well as overall load on the environment*, Pesticide Action Network Europe, Pure conference, Copenhague, pp. 28-30.
- Gravesen L., 2003, *Reducing Pesticide Dependency in Europe to Protect Health, Environment and Biodiversity*, Pesticide Action Network Europe, Pure Conference, Copenhagen.
- Hertwich E.G., Pease W.S., Koshland C.P., 1997, «Evaluating the environmental impact of products and production processes : A comparison of six methods», *The Science of the total environment*, n° 96, pp. 13-29.



ITCF, Agences de l'eau, 1998, *Étude de l'efficacité des dispositifs enherbés*, Publication de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne.

INRA et Chambres d'agriculture (2006), « Essais blé tendre : sécuriser la marge en couplant variétés rustiques et réduction d'intrants », *La France agricole*, 20 octobre 2006, pp. 36-37.

Levitan L., 2000, « "How to" and "why": assessing the enviro-social impacts of pesticides », *Crop Protection*, n° 19, pp. 629-636.

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, 2007, *Programme de développement rural hexagonal 2007-2013*, Version définitive du 20 juin 2007, 5 tomes, 991 p.

Disponible sur le site Internet du ministère :

[http://agriculture.gouv.fr/spip/IMG/pdf/pdrh\\_juin\\_2007.pdf](http://agriculture.gouv.fr/spip/IMG/pdf/pdrh_juin_2007.pdf)

OCDE, 1997, *Indicateurs environnementaux pour l'agriculture. Volume 1 : Concepts et cadre d'analyse*, Paris, réimprimé en 1999, 50 p.

OCDE, 1998, *Vers un développement durable : Indicateurs d'environnement*, Paris, 130 p.

OCDE, 1999, *Indicateurs environnementaux pour l'agriculture. Volume 2 : Questions clefs et conception. Le séminaire à New-York*, Paris, 221 p.

OCDE, 2000, *Indicateurs environnementaux pour l'agriculture. Méthodes et résultats. Résumé*, Paris, 57 p.

OCDE, 2001, *Indicateurs environnementaux pour l'agriculture. Volume 3 : Méthodes et résultats*, Paris, 439 p.

OCDE, 2008, *Indicateurs environnementaux pour l'agriculture. Volume 4*, Paris.

cf. [www.oecd.org/agr/env/indicators.htm](http://www.oecd.org/agr/env/indicators.htm)

Patty L, Real B, Gril J.J., 1997, « The use of grassed buffer strips to remove pesticides, nitrates and soluble phosphorus compounds from runoff water », *Pesticide Science*, n° 49, pp. 243-251.

Payraudeau S., Van Der Werf H.M.G., 2005, « Environmental impact assessment for a farming region : a review of methods », *Agriculture, ecosystems and environment*, n° 107, pp. 1-19.

Pesticide Action Network Europe, 2004, *Pesticide use reduction is working : An assessment of national reduction strategies in Denmark, Sweden, the Netherlands and Norway*, february.

cf. <http://www.pan-europe.info/>

Pesticide Action Network Europe, 2005, *Danish Pesticide Use Reduction Programme - to Benefit the Environment and the Health*, june.

Pingault N., 2007, *Improving water quality : an indicator to promote the sustainable use of pesticides*, ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Communication donnée à l'atelier OCDE sur les Indicateurs de développement, de suivi et d'analyse des politiques agroenvironnementales, 19 - 21 mars, Washington.

Pingault N., 2008, « Indicateurs de développement durable : un outil de diagnostic et d'aide à la décision », *Notes et études économiques*, n° 28, ministère de l'Agriculture et de la Pêche, pp. 7-43.

Pussemier L. et al., 2004, « Instruments de mesure de l'utilisation de produits phytosanitaires dans un contexte de développement durable », *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, n° 8(3), pp. 177-185.

Sattler C. et al., 2007, « Assessing the intensity of pesticide use in agriculture », *Agriculture, ecosystems and environment*, n° 119, pp. 299-304

Vilain L., 2003, *La méthode IDEA, indicateurs de durabilité des exploitations agricoles. Guide d'utilisation. Deuxième édition enrichie et élargie à l'arboriculture, à la viticulture, au maraîchage et à l'horticulture*, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires Rurales. Bergerie nationale de Rambouillet. Educagri éditions, 2003, 151 p.

Union européenne, 2000, *Indicateurs d'intégration des préoccupations environnementales dans la politique agricole commune*, Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen COM(2000)20. Bruxelles, 26/01/2000, 29 p.

Union européenne, 2001, *Informations statistiques nécessaires à l'élaboration d'indicateurs d'intégration des préoccupations environnementales dans la politique agricole commune*, Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen COM(2001)144. Bruxelles, 20/03/2001, 25 p.

Union européenne, 2002, *Analyse de la « liste ouverte » d'indicateurs-clés environnementaux*, Rapport de la Commission au Conseil COM(2002)524. Bruxelles, 20/09/2002, 39 p.

Union européenne, 2005, *Indicateurs de développement durable pour suivre la mise en œuvre de la stratégie de développement durable de l'UE*, Communication de M. Almunia aux membres de la Commission SEC(2005)161. Bruxelles, 09/02/2005, 20 p.

Union européenne, 2006, *Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation durable des pesticides*, COM(2006)373 final, 46 p.

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