

Mars 2010

# Produits phytosanitaires risques pour l'environnement et la santé

Connaissances des usages en zone non agricole





# Produits phytosanitaires

## Risques pour l'environnement et la santé

Connaissances des usages en Zone non agricole

Mars 2010

### **IAU île-de-France**

15, rue Falguière 75740 Paris cedex 15  
Tél. : + 33 (1) 77 49 77 49 - Fax : + 33 (1) 77 49 76 02  
<http://www.iau-idf.fr>

Directeur général : François Dugeny  
Département : Christian Thibault, DEUR / Isabelle Grémy, ORS  
Étude réalisée par *Jean-Philippe Camard, chargé d'études à l'ORS et  
Christophe Magdelaine, chargé d'études à l'IAU île-de-France*  
Maquette réalisée par Christophe Magdelaine  
N° d'ordonnancement : 08.07.001

*Crédits photo(s) de couverture : RAOUX (Bruno)*

***Remerciements :***

nous tenons à remercier les personnes sollicitées pour la réalisation de cette étude, notamment :

- Mmes Isabelle Huguet et Céline Magen de la Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles (FREDON) d'Ile-de-France
- M. Georges Fouilleux de la Direction régionale et interdépartementale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt d'Ile-de-France
- M. Olivier Gratté, cadre maintenance plate-forme voies ferrées ligne B de la RATP
- M. Jean-Christophe Benoit, Responsable environnement de la SNCF

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	<b>05</b>
<b>Présentation des pesticides</b> .....	<b>07</b>
Définition .....	07
Les différents types de pesticides .....	07
Les principaux usages des pesticides .....	09
Données générales sur l'usage des pesticides en France .....	10
<b>La réglementation</b> .....	<b>07</b>
Généralités .....	11
Diminuer de moitié l'usage des pesticides en France .....	12
Ecophyto 2018 : le cas des zones non agricoles .....	13
<b>Exposition des populations</b> .....	<b>15</b>
Connaissance de l'exposition des populations aux pesticides .....	15
Les méthodes d'évaluation de l'exposition par inhalation .....	15
Les méthodes d'évaluation de l'exposition par ingestion .....	16
<b>Présence des pesticides dans les différents compartiments environnementaux</b> .....	<b>16</b>
Présence des pesticides dans les eaux de surface et souterraines .....	17
Présence des pesticides dans l'air .....	21
Présence des pesticides dans les sols .....	22
Présence des pesticides dans les aliments .....	22
Présence des pesticides dans l'eau de consommation .....	25
<b>Evaluation de la toxicité des produits</b> .....	<b>27</b>
Généralités .....	27
Les sources de données sur la toxicité .....	31
Revue des études épidémiologiques .....	34
Les effets aigus des pesticides .....	34
Les effets chroniques des pesticides .....	34
<b>Conclusion</b> .....	<b>40</b>

<b>L'utilisation des pesticides en zones non agricoles</b> .....	<b>40</b>
<b>Quelques données pour la France</b> .....	<b>41</b>
<b>Quelques données de cadrage pour l'Île-de-France</b> .....	<b>41</b>
<b>Les principaux utilisateurs en ZNA</b> .....	<b>43</b>
Les jardiniers .....	43
Les gestionnaires et responsables des infrastructures routières .....	45
Les gestionnaires et responsables des infrastructures de transport ferroviaire .....	47
Les collectivités territoriales .....	49
<b>Exemples de règles de bonnes pratiques mises en œuvre en ZNA</b> .....	<b>51</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>53</b>
<b>Références</b> .....	<b>55</b>

# Introduction

Les pesticides sont utilisés pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes jugés indésirables, qu'il s'agisse de plantes, d'animaux, de champignons ou de bactéries. Le terme pesticide désigne les produits phytosanitaires (ou phytopharmaceutiques lorsqu'ils sont accompagnés d'un adjuvant) destinés à protéger les végétaux contre tous les organismes nuisibles et les biocides qui sont, d'une manière large, destinés à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles. Ces derniers sont employés pour la protection des matériaux (bois de charpente par exemple), des animaux et des hommes.

L'utilisation des pesticides a connu un développement important au cours des dernières décennies. Elle a fortement contribué à l'amélioration des rendements agricoles et permis un énorme progrès dans la maîtrise des ressources alimentaires.

Avec plus de 80 000 tonnes des matières actives commercialisées en 2007, la France est le premier consommateur européen et le quatrième consommateur mondial de pesticides derrière les Etats-Unis, le Brésil et le Japon.

Cependant la nocivité des pesticides pour l'homme et son milieu soulève l'inquiétude des populations.

La dégradation des eaux et des milieux aquatiques est préoccupante. Ainsi, en Ile-de-France, la Direction régionale de l'environnement indique qu'en 2005 et 2006, plus de la moitié des stations de mesure des eaux de surfaces sont de médiocre ou mauvaise qualité. Il en est de même des eaux souterraines, preuve d'une pollution insidieuse et durable de l'eau.

La contamination de l'air par les pesticides commence à être aujourd'hui mieux connue grâce à des campagnes de mesures ponctuelles. Celles-ci mettent en évidence la présence de substances en zone urbaine (en dehors du transfert des zones agricoles vers les zones urbaines) montrant ainsi que l'utilisation de pesticides pour des usages non agricoles a un impact sur la qualité de l'air ambiant.

Du fait de leur usage étendu, aussi bien en zone agricole qu'en zone non agricole, de leur caractère persistant et de la présence de résidus dans les milieux et dans l'alimentation, les pesticides posent un réel problème de santé publique puisque l'ensemble de la population est susceptible d'être exposée. Les effets à court terme et pour des doses élevées sont bien connus, notamment grâce à de nombreuses études menées chez les agriculteurs. En revanche, les effets à long terme d'une exposition chronique sont plus difficiles à apprécier. Cependant, les travaux publiés mettent en avant des effets retardés sur la santé, essentiellement des cancers mais aussi des effets neurologiques et des troubles de la reproduction et du développement.

Les activités agricoles sont les principales utilisatrices de pesticides (environ 90%). Les 10 % restant correspondent à des usages non agricoles difficile à apprécier et à quantifier car très divers.

En effet les substances sont aussi bien utilisées par des professionnels pour les collectivités territoriales (entretien de la voirie, des parcs, des jardins, des terrains de sport...), les entreprises de travaux paysagers, la SNCF pour l'entretien des voies ferrées, les gestionnaires d'infrastructures routières que les jardiniers amateurs.

Les surfaces non agricoles traitées sont souvent imperméables (routes) et le ruissellement est important. Par ailleurs, en dépit des notices techniques et des précautions qui semblent évidentes, de nombreux utilisateurs ne respectent pas le bon dosage, épandent sans prendre en considération les conditions météorologiques (vent, précipitation...). L'impact de l'usage non agricole des pesticides sur l'environnement mais aussi sur la santé des

personnes exposées doit faire l'objet d'évaluation au même titre que l'usage des pesticides en milieu agricole.

La présente étude s'inscrit dans le cadre des travaux menés par l'Observatoire Régional de Santé d'Ile-de-France en collaboration avec le Département Environnement Urbain et Rural de l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Ile-de-France.

Elle a pour principal objectif de faire le point des connaissances sur l'impact de l'usage non agricole des pesticides sur l'environnement et sur la santé des personnes exposées. Seront notamment présentées :

- des données de cadrage sur les pesticides et leur utilisation ;
- la réglementation entourant l'usage des pesticides et des biocides ;
- l'évaluation de la toxicité des pesticides et les sources d'informations concernant leurs dangers ;
- une revue des études épidémiologiques des effets des pesticides sur la santé des populations ;
- quelques informations sur les bonnes pratiques et l'usage des pesticides en zones non agricoles.



# Présentation des pesticides

## Définition

Les pesticides<sup>1</sup> regroupent communément :

- les produits phytopharmaceutiques. Il s'agit de l'ensemble des substances utilisées pour lutter contre les maladies des plantes, les animaux ravageurs (insectes), les plantes adventices (« mauvaises herbes » qui colonise les cultures).
- Les biocides, produits utilisés pour la protection des animaux domestiques ou des éléments de construction (charpente).

La Directive 91/414/CE transposée en droit français par le décret 94-359 du 5 mai 1994 qui concerne la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques les définit comme « les substances, les préparations contenant une ou plusieurs substances actives et les produits composés en tout ou partie d'organismes génétiquement modifiés présentés sous la forme dans laquelle ils sont livrés à l'utilisateur, destinés à :

- protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action, pour autant que ces substances ou préparations ne sont pas autrement définies ci-après ;
- exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agit pas de substances nutritives (par exemple, les régulateurs de croissance) ;
- assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que ces substances ou produits ne font pas l'objet de dispositions particulières du Conseil ou de la Commission des communautés européennes concernant les agents conservateurs ;
- détruire les végétaux indésirables ;
- ou détruire des parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux ».

Les biocides et les produits à usage non agricole sont quant à eux classés en plusieurs groupes par la Directive 98/8/CE transposée en droit français par le décret 2004-187 du 26 février 2004 relatif à leur mise sur le marché. Il s'agit :

- des désinfectants et produits biocides généraux,
- des produits de protection,
- des produits antiparasitaires,
- des autres produits antiparasitaires (produits antisalissure par exemple).

---

<sup>1</sup> Le terme pesticide est progressivement remplacé, dans l'usage courant, par le terme « produit phytosanitaire ». Pour plus de transparence, nous employons ici l'appellation originelle.

# Les différents types de pesticides

Un pesticide est un produit chimique destiné originellement à la protection des cultures afin de lutter contre des tiers jugés nuisibles comme les parasites, mauvaises herbes, insectes et champignons... Utilisés depuis les années 1940, les pesticides ont contribué à l'amélioration des rendements agricoles tout en répondant aux besoins de l'aménagement de l'espace dans la lutte contre les « nuisibles ».

Traditionnellement, on classe les pesticides selon les cibles vers lesquelles ils sont plus particulièrement destinés :

- les herbicides pour lutter contre les "mauvaises herbes",
- les fongicides pour détruire les champignons, maladies virales et bactériennes,
- les insecticides pour tuer les insectes,
- les corvicides contre les oiseaux,
- les rodenticides pour lutter contre les taupes et les rongeurs,
- les molluscides contre les limaces,
- les nématicides contre les nématodes (vers).

Un pesticide commercialisé se compose d'une ou de plusieurs substances ou matières actives (que sont les molécules disposant des propriétés phytosanitaires requises), d'adjuvants destinés à accompagner les effets des substances actives, d'une charge inerte qui peut être de l'argile ou de la cellulose.

A ce titre, les pesticides sont également regroupés en fonction de leurs composants actifs : organochlorés (DDT, lindane...), triazines (atrazine, simazine...), acétamides (acetochlore, alachlore...),...

Les pesticides organochlorés sont des dérivés chlorés d'hydrocarbures cycliques et/ou aromatiques, ils sont parmi les plus anciens et les plus persistants (ex. DDT). Ils sont surtout utilisés comme insecticides en agriculture et dans les métiers du bois. Ils ont une action sur le système nerveux central.

Les pesticides organophosphorés sont des dérivés de molécules de phosphore, essentiellement utilisés comme insecticide. Leur action ne se prolonge pas dans le temps. Ce sont des neurotoxiques.

Le terme « pesticide » sert souvent à désigner le produit commercial ou bien seulement la ou les substances actives. Dans ces conditions, il conviendra d'être prudent face à des données statistiques de production ou de consommation qui différeront selon que l'on parle de pesticides « produit commercial » ou seulement de la ou des substances actives.

# Les principaux usages des pesticides

Le principal usage des pesticides est la protection des cultures, on parle alors de pesticide à usage agricole. Leur emploi est massif, ce qui génère des pollutions généralisées des écosystèmes. L'homme peut également être exposé aux pesticides, soit directement lors de l'utilisation, soit indirectement, par la présence de résidus dans les différents milieux (air, eau et sol) et dans l'alimentation.

Toutefois, les pesticides sont aussi utilisés pour des usages non agricoles, dans des zones dites non agricoles (ZNA), afin de lutter notamment contre des espèces végétales jugées envahissantes pour des raisons de sécurité (infrastructures de transport) ou d'aménagements paysagers (parcs et jardins).



*Photo 1 - Epinay-sur-Seine - 93 - Quartier d'Orgemont - intérieur jardin - rue de Dunkerque*

*Source : HUIJBREGTS (Frédéric)*

Ces produits chimiques sont notamment épanchés dans les lieux suivants :

- les jardins des particuliers ;
- la voirie et les infrastructures routières (DDE, sociétés d'autoroute) ;
- les infrastructures de transport ferroviaires (SNCF, RATP...) ;
- les parcs et jardins publics ;
- les cimetières, les terrains militaires, les aérodromes... ;
- les emprises mises en herbe dans des zones à vocation commerciale, industrielle, tertiaire... ;
- les terrains de sport : golfs, des parcours sportifs, hippodromes, tennis, stades...

# Données générales sur l'usage des pesticides en France

En France, c'est l'Union des industries pour la protection des plantes (UIPP<sup>2</sup>) qui fournit les données sur la vente des pesticides sur le territoire<sup>3</sup>. En 2006<sup>4</sup>, 71 600 tonnes ont été commercialisées dont 90 à 94% étaient destinées à l'agriculture, le reste se partageant équitablement entre les usages amateurs et les usages collectifs (voirie, SNCF...).

Les fongicides représentent 49% du volume de consommation, les herbicides 34% et les insecticides 3%. Un nombre restreint de cultures (céréales à paille, maïs, colza et vigne) utilisent 80% des pesticides utilisés en France alors qu'elles n'occupent que 40% de la SAU<sup>5</sup>

L'évolution de la consommation en France montre une diminution des tonnages de substances actives vendues depuis la fin des années 90. Ainsi, 120 500 tonnes de substances actives étaient commercialisées en 1999 contre 71 600 tonnes en 2006, soit une diminution de plus de 40 %. Toutefois, en 2007, 77 300 tonnes de substances actives ont été vendues, une hausse qui s'expliquerait notamment par des conditions climatiques défavorables, propices aux maladies<sup>6</sup>.

Cette baisse depuis quelques années peut s'expliquer par différents éléments, en effet :

- la forte diminution des usages de soufre et de cuivre (-40%) a beaucoup pesé sur la balance compte-tenu de leur part dans la consommation totale ;
- l'interdiction d'usage de molécules appliquées à de fortes quantités par hectare et la réduction des doses appliquées ont également contribué à cette observation ;
- l'apparition de nouvelles molécules actives à de très faibles doses/hectare également,
- différentes mesures ont été mises en œuvre pour réduire les usages.

Ainsi, la diminution observée est multifactorielle et doit être interprétée avec précaution.

---

2 L'UIPP regroupe les distributeurs de pesticides

3 Source : Observatoire des Résidus de Pesticides (<http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr>)

4 Source : Union des Industries de la Protection des Plantes (<http://www.uipp.org/>)

5 Source : Rapport d'information sur les pesticides présenté par Alain Gest - Assemblée Nationale, juin 2009

6 Source : rapport d'activité 2007/2008 - Union des Industries de la Protection des Plantes (UIPP).

# La réglementation

## Généralités

L'encadrement des pesticides est ancien puisque la première réglementation date de la loi du 2 novembre 1943, validée par une ordonnance du 13 avril 1945. Aujourd'hui c'est essentiellement le droit communautaire qui fixe les grandes orientations législatives.

La réglementation relative aux pesticides concerne en premier lieu **l'homologation des substances et leur mise sur le marché**. Tout produit phytopharmaceutique nouveau ne peut être commercialisé et utilisé s'il n'a pas fait l'objet d'une autorisation préalable appelée autorisation de mise sur le marché (AMM) dont les principes sont fixés par la Directive 91/414/CEE du 15 juillet 1991.

L'autorisation, valable durant une période maximale de 10 ans, est accordée si :

- les substances contenues dans les produits sont inscrites sur une liste positive des substances actives prévue par la directive ;
- l'instruction de la demande d'autorisation révèle l'innocuité du produit à l'égard :
  - de l'homme (utilisateur et consommateur),
  - de l'Environnement,
- le nouveau produit prouve son efficacité et sa sélectivité à l'égard des animaux et des produits végétaux.

La réglementation relative à la mise sur le marché des produits biocides relève de la Directive 98/8/CE. Son principal objectif est de protéger la santé de l'homme, des animaux et de l'environnement. L'autorisation de mise sur le marché des biocides est accordée au niveau national par le ministère en charge de l'environnement.

A travers l'autorisation de mise sur le marché des pesticides, la réglementation s'applique également à **leur distribution et leur utilisation**. Ainsi, l'étiquetage des produits doit informer l'acheteur des usages autorisés, de la dose homologuée, de la période de traitement et des délais d'attente avant récolte dans le cas des produits phytopharmaceutiques. Les symboles de risques, les phrases de risques et les conseils de prudence doivent aussi être mentionnés.

La réglementation vise également à protéger la santé des consommateurs en imposant des limites de qualité pour l'eau de consommation et des limites de résidus dans les aliments solides.

Ainsi, pour l'eau destinée à la production d'eau potable, les teneurs maximales autorisées sont de 2µg/l pour chaque pesticide recherché et de 5 µg/l pour l'ensemble des substances. Des limites sont ensuite imposées dans l'eau distribuée au robinet des consommateurs. Elles sont de 0,1µg/l, sauf pour l'aldrine, le dieldrine, l'heptachlore et l'heptachlorepoxyde pour lesquels les teneurs sont fixées à 0,03µg/l<sup>7</sup>. et de 0,5µg/l pour le total des matières actives recherchées.

---

<sup>7</sup> Décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif au x eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles

Pour les denrées alimentaires, les fabricants souhaitant commercialiser un nouveau produit, doivent proposer une limite maximale de résidus ou LMR<sup>8</sup> garantissant la santé du consommateur. Un dépassement de la LMR ne signifie pas automatiquement qu'il y a un risque pour la santé humaine. En revanche, il indique que les bonnes pratiques agricoles n'ont pas été respectées.

## Diminuer de moitié l'usage des pesticides en France

Au niveau européen, l'utilisation durable des pesticides est l'une des sept stratégies thématiques du sixième programme communautaire d'action pour l'environnement (2002-2012). Celle-ci vise « la réduction sensible des risques et de l'utilisation des pesticides dans une mesure compatible avec la protection nécessaire des cultures ». Cette stratégie a été notamment déclinée au niveau français en 2006 à travers le plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides, ayant permis d'améliorer et de sécuriser les conditions de mise sur le marché et d'utilisation des pesticides.

Plusieurs pays européens se sont déjà engagés dans des programmes chiffrés de réduction d'utilisation des pesticides (dès 1986 pour le Danemark et la Suède, en 1991 pour les Pays-Bas, 1998 pour la Norvège...), même si tous n'ont pas abouti aux résultats escomptés (cas des Pays-Bas, par exemple)<sup>9</sup>.

Au terme du Grenelle de l'Environnement, la France s'est prononcée pour la réduction de moitié de l'usage des pesticides d'ici 10 ans, ainsi que pour la suppression progressive des molécules les plus dangereuses du marché (chapitre 3, article 28) : « L'objectif est, d'une part, de retirer du marché, en tenant compte des substances actives autorisées au niveau européen, les produits phytopharmaceutiques contenant les quarante substances les plus préoccupantes en fonction de leur substituabilité et de leur dangerosité pour l'homme, trente au plus tard en 2009, dix d'ici à la fin 2010, et, d'autre part, de diminuer de 50 % d'ici à 2012 ceux contenant des substances préoccupantes pour lesquels il n'existe pas de produits ni de pratiques de substitution techniquement et économiquement viables. De manière générale, l'objectif est de réduire de moitié les usages des produits phytopharmaceutiques et des biocides en dix ans en accélérant la diffusion de méthodes. » Le projet de loi Grenelle 2, déjà adopté en Conseil des ministres en février 2009 et dont le débat parlementaire est prévu pour octobre 2009, assure la protection de certaines aires d'alimentation de captages d'eau potable en cas de menace pour la qualité de l'eau potable. Dans le même temps, un plan d'action, dénommé Ecophyto 2018<sup>10</sup> a été présenté en conseil des ministres le 10 septembre 2008.

Les principaux objectifs du plan visent :

- la suppression progressive des 53 molécules les plus dangereuses (30 ont été retirées à la fin 2008) ;
- la réduction de 50 % de l'usage des pesticides dans la mesure du possible dans un délai inférieur à 10 ans.

<sup>8</sup> Une LMR ne doit pas entraîner un dépassement de la dose journalière admissible (DJA) du pesticide. Cette DJA représente la quantité qu'un être humain peut ingérer quotidiennement durant toute sa vie sans que cela ait une influence sur sa santé.

<sup>9</sup> Source : Rapport d'information sur les pesticides présenté par Alain Gest - Assemblée Nationale, juin 2009

<sup>10</sup> Source : <http://agriculture.gouv.fr/sections/magazine/focus/phyto-2018-plan-pour/#planECOPHYTO2018>

En complément du retrait du marché des produits phytopharmaceutiques comprenant les substances actives les plus préoccupantes, le plan d'action Ecophyto 2018 a vocation à :

- généraliser dans l'immédiat les meilleures pratiques agricoles économes en pesticides (axe 2) ;
- construire, grâce à la recherche, l'innovation de nouveaux systèmes de production viables et diffusables permettant d'aller plus loin dans la réduction (axe 3) ;
- former à et sécuriser l'utilisation des pesticides (axe 4, complétant le Plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides – PIRRP qui court de 2006 à 2009) ;
- renforcer, d'une part des réseaux de surveillance des bioagresseurs pour adapter au mieux les traitements, et d'autre part des effets indésirables de l'utilisation des pesticides sur les cultures et l'environnement (axe 5).

Enfin, du fait de la situation spécifique des départements d'outre-mer en matière de risque phytosanitaire, un axe du plan leur est dédié (axe 6).

Un dispositif de suivi quantitatif des progrès en matière de réduction de l'utilisation des pesticides (axe 1) est intégré au plan. Ce dispositif est basé en particulier sur un indicateur (NODU) proportionnel au nombre de doses de substances actives phytosanitaires vendues.

## **Ecophyto 2018 : le cas des zones non agricoles**

L'enjeu de réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires dépassant la sphère agricole, un axe stratégique du plan d'action Ecophyto 2018 est spécifiquement consacré aux enjeux de réduction et de sécurisation de l'usage des pesticides en zone non agricole (axe 7).

Ainsi, le plan souhaite mettre en place des actions spécifiques visant à réduire également le recours aux pesticides et à sécuriser les pratiques de distribution et d'application en particulier dans les lieux recevant du public, là où l'exposition est la plus problématique.

### **Améliorer la qualification des applicateurs professionnels en zone non agricole en matière d'usage des pesticides :**

- Mettre en place une certification des applicateurs en prestation de service de pesticides en ZNA, et un dispositif garantissant la qualification des services d'application internes aux structures (mairies, SNCF, bailleurs sociaux, etc.), en tenant compte de leurs rôles respectifs.
- Former spécifiquement les acteurs professionnels à la réduction et à la sécurisation de l'usage des pesticides en ZNA et à l'emploi de méthodes alternatives.

## **Sécuriser l'utilisation des pesticides par les amateurs**

- restreindre la cession à titre onéreux ou gratuit des produits phytopharmaceutiques ne portant pas la mention « emploi autorisé dans les jardins » aux professionnels agricoles et aux organismes détenteurs de l'agrément,
- revoir les conditions d'attribution de la mention « emploi autorisé en jardin » ; en particulier les substances extrêmement préoccupantes ne seront plus autorisées dans ces produits,
- réviser l'agrément des distributeurs et des applicateurs en prestation de service de produits phytopharmaceutiques destinés aux amateurs, le fondant, pour les produits classés, sur une certification d'entreprise garantissant la disponibilité permanente d'un conseiller qualifié.

## **Encadrer strictement l'utilisation des produits phytosanitaires dans les lieux destinés au public**

- Interdire l'utilisation des produits phytopharmaceutiques contenant des substances classées comme extrêmement préoccupantes dans les lieux publics, sauf dérogation exceptionnelle.

## **Développer et diffuser des outils spécifiques pour la diminution de l'usage des pesticides en ZNA**

- construire un indicateur spécifiquement destiné à suivre l'évolution des usages de produits phytosanitaires dans les zones non agricoles, décliné afin de distinguer usages amateurs et usages professionnels,
- développer la recherche et l'expérimentation sur les méthodes alternatives de protection des plantes spécifiquement applicables en ZNA, et promouvoir les solutions existantes,
- développer la recherche sur les impacts des solutions alternatives disponibles, et adapter les indicateurs d'impacts aux ZNA,
- développer et diffuser des outils de surveillance et de diagnostic,
- former et structurer des plates-formes techniques d'échange de bonnes pratiques en ZNA.

## **Développer des stratégies globales d'aménagement du territoire**

- sensibiliser et former les gestionnaires d'espaces verts en zone non agricole (Collectivités, autoroutes,) aux méthodes alternatives disponibles, à la modification du type de végétaux
- plantés, à l'organisation de l'espace et à la nécessité d'une meilleure utilisation des pesticides etc.,
- développer la recherche sur la conception d'espaces verts et d'espaces urbains limitant le recours aux pesticides,
- communiquer auprès du grand public sur la nécessité d'une diminution de l'usage des pesticides en ville et donc sur « une plus grande tolérance de l'herbe ».



# Exposition des populations

## Connaissance de l'exposition des populations aux pesticides

L'exposition aux pesticides peut être directe pour les utilisateurs professionnels que sont les agriculteurs, les maraîchers ou les horticulteurs mais aussi les personnes en charge de l'entretien des espaces verts, des routes, des voies ferrées, des golfs... L'exposition directe concerne également les particuliers pour l'entretien des jardins et potagers.

L'exposition aux pesticides peut aussi être indirecte ou secondaire et est susceptible de concerner dans ce cas l'ensemble de la population. Cette exposition peut provenir de la contamination<sup>11</sup> des milieux suivants :

- le sol avec le dépôt du produit,
- l'air (extérieur et intérieur),
- l'eau (de surface et souterraine),
- l'alimentation (eau, végétaux et animaux).

Les voies d'exposition sont :

- l'ingestion de particules de sol (poussières ou aliments cultivés mal lavés), d'aliments contaminés par des résidus de pesticides, essentiellement des fruits et légumes, mais aussi d'eau contaminée par des résidus de pesticides,
- l'inhalation d'air,
- le contact cutané, cette voie d'exposition est peu fréquente pour la population générale (non professionnelle).

## Les méthodes d'évaluation de l'exposition par inhalation

Les méthodes pour mesurer l'exposition aux pesticides présents dans l'air peuvent être directes par l'emploi de capteurs individuels portés par des personnes. Cette méthode est utilisée lors d'études s'intéressant à l'exposition des agriculteurs lors de différentes opérations : remplissage de cuves, pulvérisation et nettoyage. Les capteurs utilisés permettent ainsi de mesurer les doses de produits inhalées par les professionnels.

La mesure de l'exposition peut aussi être indirecte. Dans ce cas, elle est réalisée par des relevés ponctuels des concentrations dans l'air à partir de stations de mesure. Les réseaux de mesure de la qualité de l'air ne relèvent pas les teneurs en pesticides dans l'air de manière continue et celles-ci ne sont que partiellement connues au travers d'études particulières.

---

<sup>11</sup> La "contamination" est définie comme la présence anormale de substances, micro-organismes... dans un compartiment de l'environnement. Pour tous les pesticides de synthèse, on peut donc parler formellement de contamination, y compris pour les sols agricoles, même si la présence de pesticides y est attendue et volontaire (ce qui n'est pas le cas pour les milieux aquatiques, par exemple). Le terme de "pollution" désigne la présence de substances au-delà d'un seuil pour lequel des effets négatifs sont susceptibles de se produire.

## Les méthodes d'évaluation de l'exposition par ingestion

Plusieurs méthodes sont utilisées pour estimer l'exposition par ingestion de résidus de pesticides susceptibles d'être présents dans les aliments.

**Une première méthode mesure l'exposition réelle des individus.** Celle-ci est connue à l'aide d'études menées selon la méthode du repas dupliqué. Cela consiste à prélever une portion d'aliments identique à celle effectivement consommée et à en analyser la teneur en pesticides. Cette méthode prend donc en considération la transformation des aliments avant consommation : épluchage, cuisson... Elle nécessite de connaître quels sont les principaux aliments consommés par la population. Elle se base donc sur des enquêtes de consommation alimentaire. En France, ces enquêtes, compliquées à mettre en œuvre, sont réalisées tous les cinq ans par l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments. Il s'agit de l'étude individuelle nationale des consommations alimentaires (INCA) qui recense les consommations alimentaires de 5 500 personnes, adultes et enfants, en France métropolitaine.

**Une deuxième méthode mesure l'exposition maximale théorique des individus.** Celle-ci est calculée en considérant que les limites maximales de résidus autorisées dans les aliments sont atteintes dans plusieurs groupes d'aliments les plus consommés par la population. Dans le cas des aliments composés susceptibles de contenir des résidus de pesticides, les LMR fixées pour chacun des ingrédients sont utilisées en tenant compte des concentrations en ingrédients dans le mélange.

Pour l'eau de consommation, c'est la valeur de 0,1 µg/l de la directive relative à la qualité des eaux destinées à la consommation qui est prise comme limite maximale.

L'apport maximal théorique de chaque substance est ensuite comparé à la dose journalière admissible (DJA). Cette comparaison permet de savoir si, pour la consommation d'aliments courants, la DJA est dépassée ou non. Cette méthode qui ne reflète pas l'exposition réelle est dite sécuritaire car elle maximalise l'exposition. Elle permet surtout de hiérarchiser les substances entre elles en terme de risques pour la santé.

Enfin, des contrôles ciblés sont régulièrement effectués sur les végétaux et les denrées animales afin de mesurer les résidus de pesticides susceptibles d'y être présents.

## Présence des pesticides dans les différents compartiments environnementaux

### Présence des pesticides dans les eaux de surface et souterraines

Au début des années 1990, en particulier sous l'impulsion donnée par l'application en droit français de la directive CEE 80-778 relative à l'eau potable, des dispositifs de surveillance de la qualité des eaux ont été mis en place, et de nombreux travaux scientifiques et techniques ont été entrepris pour mieux décrire et comprendre les transferts des pesticides dans l'environnement ainsi que, dans une moindre mesure, leurs impacts sur des organismes non visés par leur utilisation. Les références scientifiques et les données de contamination sont donc nettement plus nombreuses pour l'eau que pour les autres compartiments de l'environnement.

Les eaux continentales sont les milieux pour lesquels les données sont les plus nombreuses, et font l'objet d'une compilation annuelle par le Service d'observation et des statistiques du ministère chargé de l'environnement. Ces données mettent en évidence une contamination quasi-généralisée des eaux de surface et des eaux souterraines par les pesticides, et la prépondérance des herbicides parmi les molécules les plus fréquemment détectées (du moins à l'échelle des "masses d'eau"<sup>12</sup> au sens de la Directive cadre sur l'eau).

Une contamination significative peut être générée par des pertes en pesticides très faibles : une fuite de moins de 1/1000e de la masse d'herbicide épandue sur une parcelle peut suffire par exemple pour contaminer l'eau (qui s'en écoule) au-dessus du seuil de potabilité.

Les données collectées ne permettent toutefois pas de quantifier avec précision les niveaux de contamination ou de calculer l'exposition des organismes. Elles sont en effet souvent :

- très hétérogènes et difficilement comparables, car produites par des réseaux de suivi divers (ayant des objectifs différents : surveillance de l'eau potable, suivi de bassin versant...), avec des méthodes analytiques et des listes de molécules recherchées différentes...
- non représentatives, car les prélèvements sont peu fréquents, et ne permettent notamment pas la détection des pics de pollution,
- très incomplètes, puisque les molécules suivies sont surtout des molécules-mères (les métabolites ou les molécules-mères employées à faible dose ne sont généralement pas recherchés de façon systématique), et les interactions possibles entre les substances ne sont pas prises en compte,
- peu adaptées pour des études écotoxicologiques, la présence d'une substance n'étant pas nécessairement indicatrice de sa biodisponibilité, et la mesure de contamination n'étant jamais assortie de mesures d'impact.

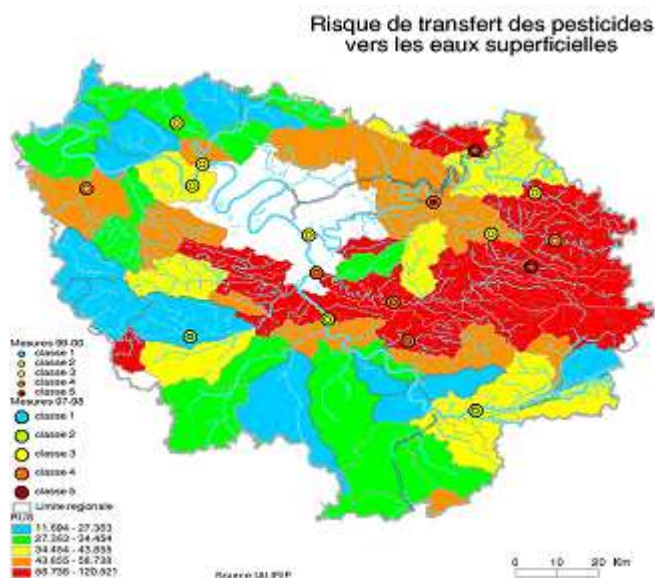


Figure 1 - Risque de transfert des pesticides vers les eaux superficielles

Source : IAU Ile-de-France

<sup>12</sup> Milieu aquatique homogène : un lac, un réservoir, une partie de rivière ou de fleuve, une nappe d'eau souterraine.

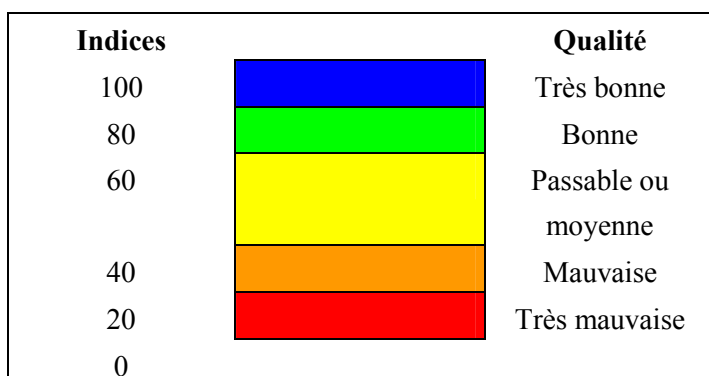


Figure 2 - Classes et indices de qualité

Source : Fournier Isabelle, 2001

## Données franciliennes

Une étude menée par l'IAURIF et la DIREN en 2001 a estimé les quantités théoriques de pesticides d'origine agricole et urbaine qui seraient transférées dans le réseau hydrographique francilien à une soixantaine de tonnes, pour une quantité globale épandue de 1 500 tonnes de pesticides.

La visualisation cartographique de l'évaluation des risques de transfert (figure 1) montre que ceux-ci sont les plus forts en centre nord de la Seine et Marne et dans une partie de l'Essonne au sud de l'agglomération. La disposition est celle d'une pince qui viendrait enserrer Paris et la petite couronne par l'Est.

## Le SEQ-Eaux, système d'évaluation de la qualité des eaux

La qualité générale des eaux de surface et souterraines est évaluée selon le système SEQ-Eaux. Il s'agit d'un calcul qui prend en compte l'aptitude des eaux à assurer certaines fonctionnalités :

- maintien des équilibres biologiques,
- production d'eau potable,
- loisirs et sports aquatiques,
- aquaculture,
- abreuvement des animaux,
- irrigation

Les évaluations réalisées sont conduites sur 15 indicateurs<sup>13</sup> appelés altérations parmi lesquels figurent les pesticides. Ce dernier indicateurs regroupe pour lui seul des analyses sur 36 substances ou paramètres différents.

La qualité est décrite, pour chaque altération, à l'aide de 5 classes et d'un indice variant de 0 à 100 (figure 2).

L'aptitude de l'eau aux différents usages est également établie sur 5 classes d'aptitudes déterminées à partir de la réglementation française et européenne, de recommandations internationales et d'avis d'experts scientifiques.

<sup>13</sup> Les 15 altérations : Matières organiques et oxydables ; Matières azotées hors nitrates ; Nitrates ; Matières phosphorées ; Particules en suspension ; Couleur ; Température ; Minéralisation ; Acidification ; Phytoplanton ; Micro-organismes ; Métaux ; Micropolluants minéraux ; Pesticides ; Micropolluants organiques.

Par exemple une eau destinée à la consommation humaine sera jugé « acceptable » si elle est de très bonne qualité (bleue), nécessitera un « traitement simple » si elle est de bonne qualité (vert), un « traitement classique » si elle est passable (jaune), un « traitement complexe » si elle mauvaise (orange) et « inapte » si elle est très mauvaise (rouge) (figure 3).

	Classes d'aptitudes de l'eau				
	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
BIOLOGIE	Tous taxons présents	Taxons sensibles absents	Taxons absents nombreux	Diversité faible	Diversité très faible
EAU POTABLE	Acceptable	Traitement simple	Traitement classique	Traitement complexe	Inapte
LOISIRS	Optimal		Acceptable		Inapte
IRRIGATION	Plantes très sensibles Tous sols	Plantes sensibles Tous sols	Plantes tolérantes Sols alc/neut	Plantes très tolérantes Sols alc/neut	Inapte
ABREUVAGE	Tous animaux		Animaux matures		Inapte

Figure 3 - Classe d'aptitudes de l'eau

Source : Simonet, 2001

D'après la Direction régionale de l'environnement (DIREN) d'Ile-de-France [Info Phyto n°5]<sup>14</sup>, en 2005-2006, 60% des stations de mesure des eaux de surface sont de qualité médiocre à mauvaise. Sur l'ensemble des molécules quantifiées, 66 % étaient des herbicides (figure 4).

La DIREN a classé les résultats relevés lors des quatre campagnes de mesure effectuée en 2005-2006 sur l'ensemble de ses stations en fonction des limites :

- de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (de 0 à 0,5 µg/l),
- de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (0,5 à 5 µg/l),
- pour des teneurs supérieures à 5 µg/l.

Ce classement montre que peu de stations ont des concentrations cumulées inférieures à 0,5 µg/l, que la majorité des stations (70%) sont dans la classe 0,5 – 5 µg/l et que peu de stations ont des concentrations supérieures à 5 µg/l.

Pour connaître les pratiques phytosanitaires dans les zones non agricoles, la DIREN a demandé à ses partenaires (associations, comités de bassin) d'enquêter auprès des principaux utilisateurs de pesticides dans ces zones : communes, SNCF. Il ressort de cette enquête que les molécules utilisées sont essentiellement des herbicides et que les doses employées sont nettement plus importantes que celles utilisées en zones agricoles.

Si l'usage agricole de pesticides représente 71 à 91 % des apports dans les rivières en région Ile-de-France, il s'avère que l'usage urbain, pour le désherbage des jardins, des

<sup>14</sup> Document téléchargeable à l'adresse : <http://www.ile-de-France.ecologie.gouv.fr/>

espaces verts ou des voiries, peut fortement contribuer à la pollution des rivières en apportant 9 à 29 % de la contamination<sup>15</sup>.

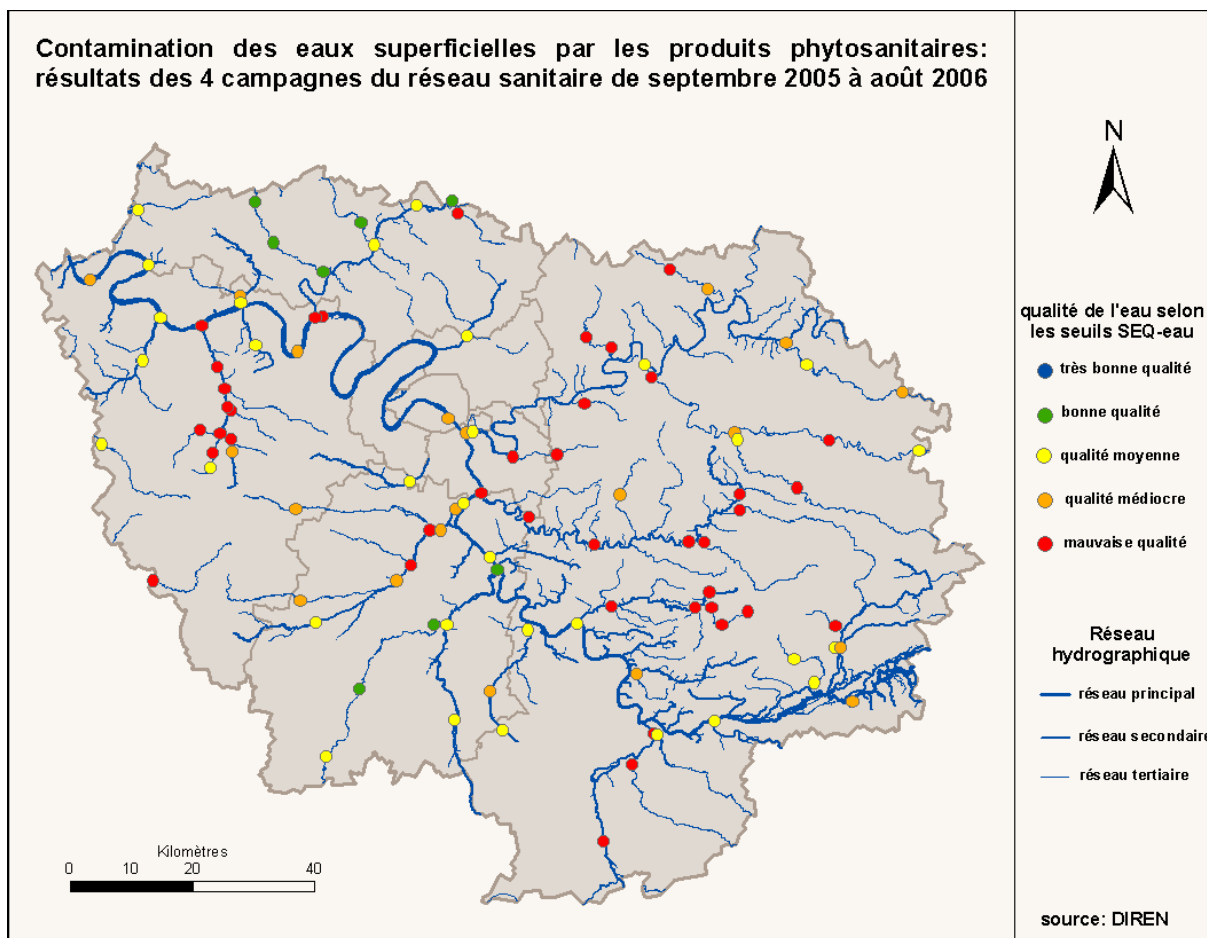


Figure 4

## Les eaux souterraines

La classification des eaux souterraines utilise la même méthodologie que celle des eaux superficielles. La contamination des nappes souterraines est le sujet de préoccupation principal dans la mesure où elle peut être l'indicateur d'une pollution insidieuse et durable de l'eau.

Les données sur la qualité des eaux souterraines proviennent du réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines du Bassin Seine-Normandie mis en place en 1997. Ce réseau possède aujourd'hui un peu plus de 400 points de mesure dont près de 100 situés sur le territoire francilien.

Le suivi de la qualité des eaux souterraines indique que plus de la moitié des points de prélèvement (58%) présente une qualité médiocre ou mauvaise alors que seulement 35% sont de bonne qualité (classe de qualité SEQ-EAUX) (figure 5). Les nappes du Champigny révèlent notamment une dégradation notable de la qualité des eaux au niveau de nombreux captages.

<sup>15</sup> Source : Phyt'Eaux Cités : Questions-réponses formations, mobilisation, septembre 2008.

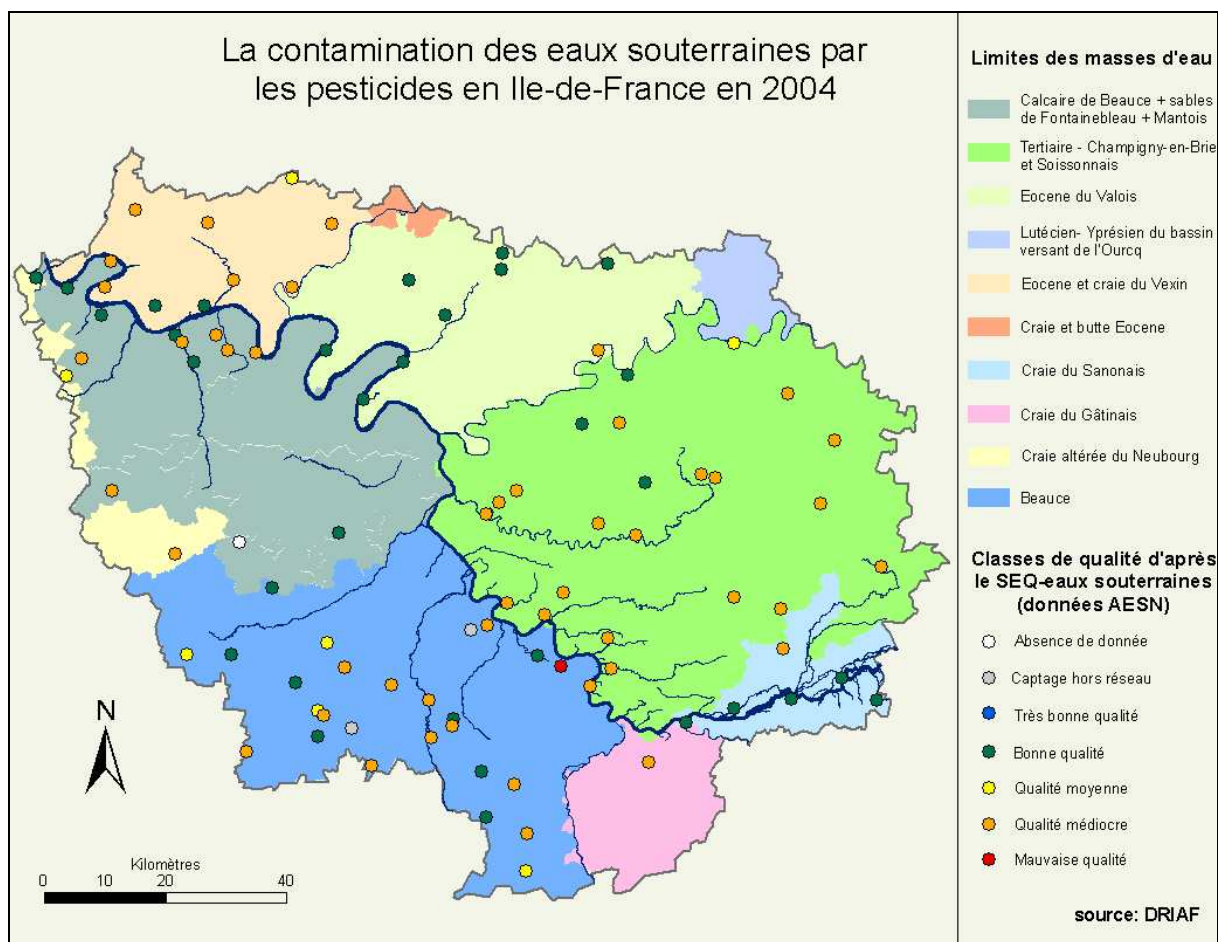


Figure 5

## Présence des pesticides dans l'air

### Pesticides dans l'air extérieur

Le transfert des pesticides dans l'air est variable (de 25 à 75 %) selon la nature du produit, les modes d'utilisation, la nature des sols, la climatologie. Le transfert dans l'atmosphère peut survenir au moment du traitement : par dérive (transport par le vent) ou par évaporation des gouttelettes, ou bien après traitement, par volatilisation depuis la surface d'application ou par érosion éolienne.

Des études émanant de divers groupes de recherche ont été menées en France depuis la fin des années 1980 et se poursuivent à l'heure actuelle. Des réseaux de surveillance gérés par des Associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) réalisent depuis peu des mesures, notamment dans le cadre de projets soutenus par l'ADEME, mais les données restent fragmentaires (campagnes de suivi ponctuelles dans le temps et dans l'espace) et les listes de molécules suivies sont limitées.

Les premières données permettent de constater la présence de pesticides dans toutes les phases atmosphériques, en concentrations variables dans le temps (caractère parfois saisonnier, lien avec les périodes d'application) et l'espace (proximité des sources). Des composés peu volatils ou interdits (lindane par exemple) sont parfois détectés.

Les difficultés méthodologiques sont nombreuses : absence jusqu'à présent de normes de prélèvements (en cours de définition), difficultés d'analyse (les concentrations étant relativement faibles, la partition gaz/particules reste difficile à estimer de manière fiable...), interprétation des observations (mise en relation avec les usages, corrélation avec les propriétés physico-chimiques...). Il convient toutefois de noter la mise en place, ces dernières années, de groupes de travail à l'échelle nationale sur ce sujet.

## **Données franciliennes**

En Ile-de-France, AIRPARIF a mené une étude pour évaluer les concentrations de pesticides dans l'air. Plus de 5 200 analyses ont été réalisées sur 80 pesticides.

Cette étude met notamment en évidence une présence de pesticides en zone rurale due aux activités agricoles mais aussi en zone urbaine confirmant ainsi l'importance de l'usage non agricole des pesticides [AIRPARIF, 2007].

## **Pesticides dans l'air intérieur**

Les données sur les teneurs en pesticides dans les lieux d'habitation sont peu nombreuses. En 2006, l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) a réalisé avec l'Université Paris V une campagne de mesure évaluant l'exposition d'enfants franciliens à certains pesticides présents dans l'environnement intérieur. Dans cette étude nommée EXPOPE [Bouvier, 2005], l'exposition a été évaluée à l'aide de questionnaires, de prélèvements d'air, de poussières déposées sur les sols du domicile, de résidus cutanés présents sur les mains et de recueils d'urines.

Les résultats de cette étude indiquent notamment la présence d'au moins un pesticide dans 94% des foyers, la majorité étant constituée par les insecticides.

## **Présence des pesticides dans les sols**

Il n'existe pas de dispositif équivalent à ceux relatifs à l'eau et à l'air pour la caractérisation de la contamination des sols par les pesticides. La pollution chronique par certaines substances minérales (cuivre) et l'existence éventuelle de "résidus liés" (c'est-à-dire non extractibles par les méthodes classiques d'analyse) entraînent un risque environnemental à long terme, notamment dans le cas d'une réallocation des terres agricoles à d'autres usages.

Ce risque est illustré par le cas du chlordécone, utilisé de 1972 à 1993 pour la lutte contre le charançon de la banane, en Guadeloupe et Martinique : resté stocké dans les sols, il pollue actuellement (et sans doute encore pour des décennies) les eaux et peut contaminer les productions dans certaines zones.

## **La présence des pesticides dans les aliments**

### **La surveillance et le contrôle des denrées végétales et animales**

Tous les produits phytosanitaires commercialisés doivent indiquer une limite maximale de résidus ou LMR garantissant la santé du consommateur. Elle correspond à « la quantité maximale de résidus d'un pesticide attendue dans un végétal lorsque les bonnes pratiques agricoles sont respectées ». Fixée au niveau français, européen et international selon le



cas, elle s'exprime en milligrammes de substance de pesticide par kilogramme de végétal. Une LMR ne doit pas entraîner un dépassement de la dose journalière admissible (DJA) du pesticide. Cette DJA représente la quantité qu'un être humain peut ingérer quotidiennement durant toute sa vie sans que cela ait une influence sur sa santé.

Le contrôle des résidus de pesticides dans **les produits d'origine végétale** fait l'objet de nombreuses actions menées en Europe par les États membres, dans le cadre des plans de contrôles nationaux et européens. En France, la surveillance et le contrôle des résidus de pesticides dans les denrées alimentaires sont réalisés par la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) avec le concours de la Direction générale de l'alimentation (DGAL).

Tous les ans, la DGCCRF met en œuvre un programme de surveillance des résidus de pesticides présents dans les denrées d'origine végétale et mises sur le marché national. Il s'agit de contrôler le respect des LMR dans des aliments choisis de façon aléatoire.

A ces plans s'ajoutent des actions particulières et ciblées sur certains aliments plus sensibles aux résidus de pesticides.

Les denrées concernées sont les fruits, les légumes, les céréales, les produits transformés d'origine végétale issus de l'agriculture conventionnelle ou biologique. Les prélèvements sont réalisés pour les deux tiers dans les produits nationaux et pour le reste dans les produits importés.

Années	Nombre d'échantillons analysés	Nombre d'échantillons non conformes (%)
1997	4861	478 (9,8 %)
1998	4279	467 (11 %)
1999	4632	541 (11,6 %)
2000	4093	306 (7,5 %)
2001	4177	226 (5,4 %)
2002	3773	338 (7,8%)
2003	3375	235 (7,5%)
2004	3323	126 (3,9%)
2005	3098	214 (6,7 %)
2006	3468	207 (6%)

Tableau 1 - Résultats des analyses de résidus de pesticides dans les fruits et légumes

Source : DGCCRF

D'après les données publiées par la DGCCRF<sup>16</sup>, ce sont 3 468 échantillons de fruits et légumes frais ou transformés, de céréales et de produits végétaux bio mis sur le marché français qui ont été analysés dans le cadre du plan de surveillance. Les résultats indiquent que plus de la moitié des échantillons analysés (55,6%) ne contiennent pas de résidus. Les molécules les plus souvent retrouvées sont des insecticides et des fongicides. Pour 38,4 % des échantillons des teneurs en pesticides ont été retrouvées mais elles sont inférieures à la limite maximale de résidus (LMR). Enfin les LMR ont été dépassées dans 6 % des cas (tableau 1). Parmi les légumes, 65,2 % ne contiennent pas de résidus et en moyenne, 6,3 % sont non conformes. Les dépassements concernent essentiellement les poivrons et piments, les lentilles et les aubergines.

Les contrôles de la production biologique (de fruits et légumes) ont porté sur 282 échantillons, avec un taux de non conformité de 1,4 %.

Aucune non conformité n'a été décelée sur les 49 échantillons de thés, d'infusions, d'épices et de plantes à sucre.

<sup>16</sup> <http://www.dgccrf.bercy.gouv.fr/actualites/breves/2008/brv0408b.htm>

Les céréales et les produits céréaliers présentent 0,4 % de non conformité sur 255 échantillons. Concernant les produits transformés, sur 202 échantillons prélevés, 1,5 % sont non conformes.

Les plans de surveillance conduits par la DGAL ont pour objectifs d'évaluer le niveau de contamination des produits destinés à la consommation humaine (et de vérifier leur conformité par rapport aux L.M.R.) afin d'estimer le niveau d'exposition des consommateurs. Les derniers résultats disponibles concernent le Programme national de surveillance mené en 2004 [DGAL, 2005].

Au total, 754 analyses ont été effectuées dans le cadre de ces plans. Elles concernent les céréales en silos (maïs, orge et blé), les framboises et les haricots verts. Pour les céréales, 74% des analyses effectuées sont inférieures aux seuils de quantification, 26% se situent entre le seuil de quantification et la LMR et aucune substance active analysée ne dépasse la LMR.

Pesticides	AJM*	DJA	AJM/DJA
	<i>µg/jour/personne</i>	<i>µg/jour/personne</i>	<i>en %</i>
Phosalone	6,2	60	10,3
Triazophos	2,4	60	4
Dicofol	2,1	120	1,7
Parathion Ethyl	2,3	240	1
Procymidon	11,5	6 000	0,2
Vinchlozoline	3,3	600	0,6

Tableau 2 - Estimation de l'exposition moyenne journalière aux résidus de pesticides

\*AJM : apports journaliers moyens calculés par la méthode des repas dupliqués

Source : DGAL

Pour les framboises, sur les 95 analyses réalisées, 65 % sont inférieures aux seuils de quantification, 22 % se situent entre le seuil de quantification et la LMR et 7% dépassent la LMR.

Enfin sur les 328 analyses effectuées sur les haricots verts, 83 % sont inférieures aux seuils de quantification, 16% se situent entre le seuil de quantification et la LMR et 1% dépassent la LMR.

Le Contrôle des résidus de pesticides dans **les produits d'origine animale** est sous la responsabilité de la DGAL. Il est réalisé par les directions départementales des services vétérinaires (DSV) sur des prélèvements effectués dans les élevages, les abattoirs, les laiteries ou les usines de transformation laitières. Les denrées concernées sont principalement : la viande (bovins, porcins, volailles, lapins, gibiers...), le lait, les œufs, le miel, les poissons d'élevage, les produits de la pêche (poissons marins, crustacés, céphalopodes). En 2004, 1 513 prélèvements ont été effectués pour la recherche de résidus de pesticides. Une trentaine de molécules différentes sont recherchées [DGAL, 2005].

Des non conformités pour les LMR ont été détectées dans 3 des 740 analyses (0,4%) réalisées sur les animaux de boucherie, une des 95 analyses (1,1%) effectuées sur les poissons d'élevage.

Les analyses réalisées sur le gibier, les lapins, les volailles, le lait, les œufs et le miel se sont toutes révélées conformes à la réglementation.

## Le cas de la surveillance et le contrôle des aliments destinés aux enfants

Pour le cas particulier du contrôle des résidus de pesticides dans les aliments infantiles, la réglementation française stipule que « en matière de contaminants, les produits finis (aliments adaptés à l'enfant) doivent représenter des garanties supérieures à celles qu'offrent les aliments de consommation courante correspondants », selon l'article 6 de l'arrêté du 1er juillet 1976 relatif aux aliments destinés aux nourrissons et aux enfants en bas âge. Les contrôles sont effectués par les fabricants de ces aliments et par la DGCCRF. Un plan de surveillance des résidus de pesticides dans les aliments infantiles a été mis en place en 2000.

## Etudes d'estimation de l'exposition aux résidus de pesticides présents dans l'alimentation

La DGAL a mené une étude en 1998-1999 (DGAL, 2000) afin d'évaluer le niveau d'exposition des consommateurs français à certains contaminants (dont 10 pesticides) par leur alimentation. La méthode utilisée a été celle « du repas dupliqué ». Parmi les 10 résidus de pesticides recherchés, 6 ont pu être quantifiés. Les analyses ont montré que leur présence dans les aliments était peu importante et que l'exposition de la population aux pesticides ne dépasse pas 11% de la dose journalière admissible (tableau 2).

En 2007, L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) a lancé une Etude de l'alimentation totale (EAT) dont l'objectif premier est la surveillance de l'exposition des populations enfants et adultes à des substances d'intérêt en terme de santé publique.

Exposition annuelles de la population aux pesticides	Paris	Seine-et-Marne	Yvelines	Essonne	Hauts-de-Seine	Seine-St-Denis	Vale de Marne	Val d'Oise	Ile-de-France
Population en classe A	2 125 839	1 003 348	1 223 810	1 105 089	1 433 388	1 377 146	1 154 181	1 038 669	10 461 470
Population en classe B1	0	194 266	130 494	8 322	0	0	73 069	65 884	472 035
Population en classe B2	0	37 353	0	0	0	0	0	621	37 974

Tableau 3 - Répartition de la population francilienne dans les classes de qualité de l'eau destinée à la consommation

Source : DRASSIF

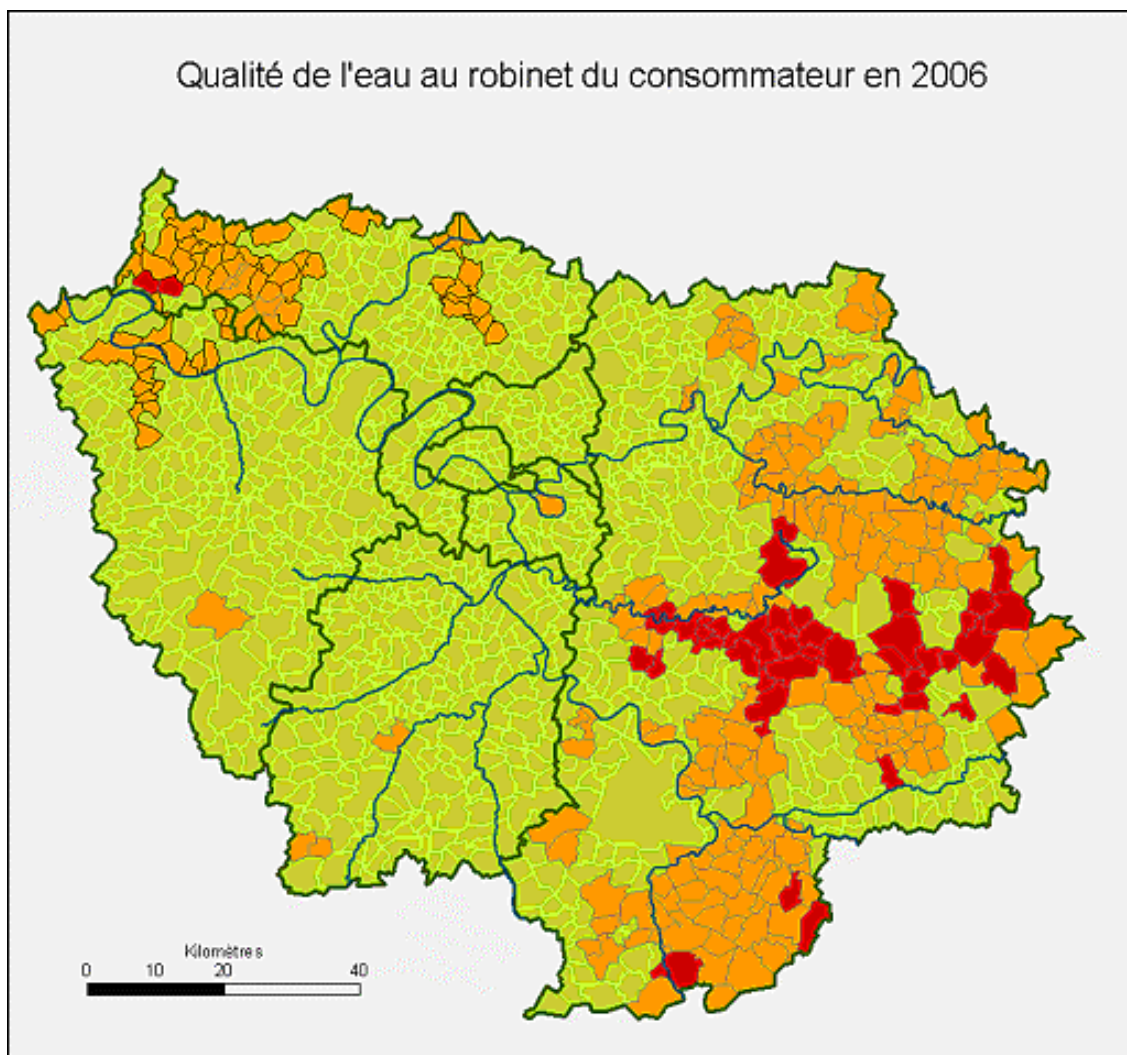
Cette première EAT s'intéresse aux pesticides" et est basée sur les listes de 70 substances actives prioritaires et d'aliments les plus contributeurs établies en 2006 par l'Afssa en fonction des premiers résultats d'AJMT. Les résultats de cette étude seront connus à partir de 2010.

L'Afssa a mené une étude (Afssa, 2002)<sup>17</sup> afin d'estimer l'exposition aux résidus de pesticides **des nourrissons et enfants en bas âge de moins de 18 mois** (522 individus). Deux approches ont été combinées. Dans la première approche, des apports journaliers maximum théoriques (AJMT) ont été calculés en multipliant les consommations des aliments par les limites maximales de résidus des aliments concernés. La seconde méthode a permis de calculer des expositions en multipliant des données de consommation de cette population par les teneurs en résidus de pesticides issus des plans de surveillance de la DGCCRF. Les résultats indiquent, dans le premier cas (AJMT), un

<sup>17</sup> <http://www.afssa.fr/ftp/basedoc/RapportPestienfants.pdf>

dépassement de la DJA pour 43 substances actives sur les 99 étudiées. Parmi les 43 substances figurent 27 insecticides, 11 fongicides, 3 herbicides et 2 divers. Le plus grand nombre de dépassement est observé chez les enfants âgés de 13 à 18 mois (diversification alimentaire).

La seconde méthode, qui concernait les fruits et légumes (source DGCCRF), a fait apparaître des dépassements de DJA pour 6 pesticides.



- Classe A
- Classe B1
- Classe B2

Figure 6

## Présence de pesticides dans l'eau de consommation

En France le contrôle de la qualité de l'eau de consommation est double. Le premier est officiel et ponctuel. Il est réalisé par les pouvoirs publics. Le second consiste en une surveillance permanente effectuée par les exploitants des services de distribution de l'eau.

Au niveau local, la qualité sanitaire de l'eau est assurée par les services des Directions départementales ou régionales des affaires sanitaires et sociales (DDASS et DRASS).

Les normes françaises de qualité sont rassemblées dans un arrêté du 11 janvier 2007, en application de la Directive européenne du 3 novembre 1998. Pour les pesticides recherchés, les teneurs maximales autorisées dans les eaux de consommation sont de 0,1µg/l sauf pour l'aldrine, le dieldrine, l'heptachlore et l'heptachlorepoxyde pour lesquels les teneurs sont fixées à 0,03µg/l. Enfin, la teneur maximale autorisée pour le total des matières actives recherchées est de 0,5µg/l.

L'eau de consommation (au robinet) est ordonnée en trois classes :

- Classe A : Eau conforme aux limites de qualité en permanence,
- Classe B1 : Eau épisodiquement non conforme, sans restriction d'utilisation de l'eau,
- Classe B2 : Eau non conforme ; présence fréquente ou importante d'un ou de plusieurs pesticides conduisant à une restriction d'utilisation de l'eau distribuée pour la boisson et la préparation des aliments.

En Ile-de-France, la DRASS indique que 96 % de la population a consommé une eau toujours conforme à la réglementation en 2006. Les situations de non conformité ont abouti à des restrictions d'usage de l'eau pour 0,3 % de la population francilienne, soit 38000 personnes (Tableau 3 et figure 6).

# Évaluation de la toxicité des produits

## Généralités

Lorsqu'un individu est exposé à un produit chimique, des effets néfastes pour sa santé peuvent apparaître. Ces effets vont dépendre de la durée de l'exposition, de la dose nécessaire à l'apparition des effets, de la voie d'absorption, du type et de la gravité des pathologies provoquées et du temps nécessaire pour l'apparition de ces effets.

## Évaluation de la toxicité

La méthode généralement employée pour évaluer la toxicité aiguë d'une substance est la détermination, lors d'études expérimentales, de la dose létale 50 (DL50) pour une exposition par voie orale ou dermale et de la concentration létale 50 (CL50) pour une exposition par inhalation. La DL50 ou CL50 correspondent à la dose d'une substance pouvant causer la mort de la moitié d'une population animale.

L'évaluation de la toxicité aiguë est insuffisante pour bien identifier la toxicité d'une substance. Elle est donc complétée par des études destinées à évaluer sa toxicité chronique. Ces études durent plusieurs mois avec des administrations de doses, généralement faibles, espacées dans le temps.

## Les effets

L'effet sur le corps humain peut être local et apparaître au point de contact. Si le produit pénètre dans le corps, puis rejoint la circulation sanguine et perturbe différents organes ou tissus, l'effet observé est alors appelé général ou systémique.

Une distinction peut être faite entre les effets aigus et les effets chroniques. Les effets aigus sont les effets d'apparition brusque et d'évolution rapide. Ils sont le plus souvent liés à une exposition courte mais à forte dose. Ils disparaissent en général spontanément quand cesse l'exposition. Les effets chroniques correspondent, quant à eux, à des manifestations cliniques persistantes se développant lentement. Ils sont souvent en rapport avec une exposition faible mais prolongée. Ils peuvent survenir plusieurs décennies après l'exposition (temps de latence) et sont habituellement irréversibles en l'absence de traitement.

## La dose

La relation dose-effet, spécifique d'une voie d'exposition, établit un lien entre la dose de substance mise en contact avec l'organisme et l'occurrence d'un effet toxique jugé critique. Elle se traduit par la valeur toxicologique de référence (VTR). Deux catégories de relations

dose-réponse sont considérées en évaluation des risques, selon le mécanisme de survenue des effets toxiques.

Les effets toxiques avec seuils (ou déterministes) correspondent aux effets non cancérogènes, non mutagènes, non génotoxiques, dont la gravité est proportionnelle à la dose. Pour une exposition par ingestion (voie orale), la VTR est appelée Dose journalière admissible (DJA) et s'exprime en mg/kg/jr. Pour la voie respiratoire, on parle de Concentration admissible dans l'air (CAA) exprimée en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette dose est obtenue expérimentalement ou à partir d'études épidémiologiques. Afin de tenir compte des variabilités intra et inter-espèces, suivant les conditions d'obtention de la valeur, elle est divisée par un facteur d'incertitude (au minimum de 10). Ces VTR sont définies pour un temps d'exposition donné : aigu (quelques heures à quelques jours), sub-chronique (quelques jours à quels mois) ou chronique (à partir d'une année).

Les effets toxiques sans seuil (ou stochastiques) correspondent pour l'essentiel aux effets cancérogènes génotoxiques, pour lesquels la fréquence de survenue est proportionnelle à la durée d'exposition. On parle alors d'excès de risque unitaire (ERU), c'est-à-dire de la probabilité supplémentaire pour un individu de développer la pathologie s'il est exposé toute sa vie à une unité de dose de la substance par rapport à un individu non exposé. Pour les voies ingestion et cutanée, l'ERU s'exprime en  $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$ . Pour la voie respiratoire, elle s'exprime en  $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ .

## Les voies d'atteintes des populations

Les populations peuvent être exposées à des substances chimiques de trois façons :

- Par inhalation des composés émis dans l'atmosphère (gaz, particules) ou remis en suspension après dépôt sur le sol ;
- Par ingestion d'aliments, d'eau ou de sol contaminés ;
- Par contact cutané avec les substances polluantes résultant du dépôt de particules, sur la peau ou les vêtements, ou de l'immersion dans un milieu liquide contaminé.

Cette dernière voie d'exposition est dans la plupart des cas considérée comme minoritaire par rapport aux voies d'exposition interne (inhalation et ingestion). Le devenir des toxiques dans l'organisme et leurs effets vont ensuite différer selon leurs propriétés (bio-disponibilité, bio-accumulation par exemple).

## La toxicité à court terme

Lors de la manipulation des pesticides par les applicateurs (dosage, préparation, pulvérisation), les risques d'intoxication aiguë sont élevés. La toxicité à court terme des matières actives est évaluée à partir de :

- la toxicité aiguë par voie orale (DL50 orale),
- la toxicité aiguë par voie dermale (DL50 dermale),
- la toxicité aiguë par voie inhalatoire (CL50 inhalatoire),
- le pouvoir irritant pour la peau,
- le pouvoir irritant pour les yeux,
- le pouvoir de provoquer une sensibilisation de la peau.

Concernant les risques d'exposition, la réglementation<sup>18</sup> tient aussi compte de l'air respiré par les applicateurs ainsi que par les personnes présentes lors de l'utilisation de produits. Trois expositions sont ainsi considérées dans ce cas précis :

- l'exposition de la personne appliquant les pesticides,
- l'exposition au moment du traitement d'une tierce personne présente sur les lieux,
- l'exposition, après traitement, d'une personne se rendant sur le lieu de l'application.

De ces différentes évaluations, effectuées en laboratoire, est déduite une classification des produits : « Très toxique », « Toxique », « Nocif »

## **La toxicité à long terme**

Certains pesticides sont souvent décrits comme étant des perturbateurs endocriniens. Ces derniers sont des substances chimiques (d'origine naturelle ou artificielle) susceptibles de modifier le fonctionnement d'une partie du système endocrinien et provoquer des conséquences sur la reproduction et le comportement.

Les autres effets sanitaires à long terme susceptibles d'être liés avec une exposition aux pesticides sont les cancers, les effets sur la reproduction et le développement et les effets neurologiques.

---

<sup>18</sup> Arrêté du 28 mars 1989 relatif aux conditions de classement, d'étiquetage et d'emballage des préparations pesticides.



# Les sources de données sur la toxicité des pesticides

De nombreux organismes nationaux et internationaux procèdent à l'évaluation de la toxicité des produits chimiques ou synthétisent l'information disponible (études expérimentales et épidémiologiques) sous forme de monographies. La liste des organismes présentée ci-après n'est pas exhaustive. Elle présente les principales voies d'accès à l'information disponible sur la toxicité des substances chimiques et des pesticides en particulier.

## La base de données AGRITOX

En 1986, l'Institut national de recherche agronomique (INRA) a débuté la réalisation d'une base de données toxicologiques sur les substances actives utilisées dans la composition des pesticides. Cette base est consultable sur Internet à l'adresse : <http://www.dive.afssa.fr/agritox/index.php>

AGRITOX apporte des informations sur les propriétés physiques et chimiques, la toxicité, l'écotoxicité, le devenir dans l'environnement, les données réglementaires des substances actives phytopharmaceutiques utilisées en France. Cette base présente actuellement l'évaluation de 386 substances actives.

## La base de données EXTOKNET

EXTOKNET pour EXTension TOXicology NETwork est une base de données créée par cinq universités américaines. Consultable sur Internet à l'adresse : <http://extoknet.orst.edu/>, cette base apporte des informations sur la toxicité de 193 substances actives.

## La base de données e-phy

Il s'agit du catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages, des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France. Celui-ci dresse notamment la liste des Produits phytosanitaires retirés. Ce catalogue est géré, proposé et mis à jour par le ministère en charge de l'agriculture. Il est consultable à l'adresse Internet : <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>.

## La base de données TELETOX

TELETOX est une base de données sur les produits phytosanitaires gérée par l'Université Paris V accessible à l'adresse Internet : <http://www.uvp5.univ-paris5.fr/TELETOX/>.

## La base de données du Pesticide Action Network (PAN)

La base de données du PAN rassemble des informations provenant de plusieurs sources différentes concernant la toxicité de 6 400 substances actives et leurs produits de transformation ainsi que sur les adjuvants et solvants utilisés pour la fabrication des pesticides. Cette base est accessible sur Internet à l'adresse : <http://www.pesticideinfo.org/>.

## **L'index phytosanitaire ACTA (Association de Coordination Technique Agricole)**

Il s'agit d'un ouvrage sous forme de répertoire mis à jour annuellement. Il présente la totalité des substances actives des produits phytosanitaires utilisables en France (plus de 2 500 produits commerciaux répertoriés). Cet ouvrage décrit notamment la toxicité des substances actives.

## **The pesticide Manual**

Cet ouvrage, publié par le British Crop Protection Council (BCPC), recense toutes les substances actives homologuées dans le monde.

Il contient dans sa 14<sup>e</sup> édition la description détaillée de 881 produits. Il propose également une description plus succinctes de 643 produits qui ne sont plus commercialisés.

## **Les monographies du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)**

Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) est une agence faisant partie de l'OMS (Organisation mondiale de la santé). Il publie depuis 1972 une série de monographies sur les risques cancérigènes pour l'homme liés à divers agents et mélanges dont quelques pesticides.

Jusqu'à aujourd'hui, 935 substances chimiques ou mélanges ont été évalués. Ces substances sont classées en plusieurs groupes :

- groupe 1 : L'agent (le mélange) est cancérigène pour l'homme. Le mode d'exposition à cet agent entraîne des expositions qui sont cancérigènes pour l'homme.
- groupe 2 :
  - groupe 2A : L'agent (le mélange) est probablement cancérigène pour l'homme. Le mode d'exposition à cet agent entraîne des expositions qui sont probablement cancérigènes pour l'homme.
  - groupe 2B : L'agent (le mélange) est peut-être cancérigène pour l'homme. Le mode d'exposition à cet agent entraîne des expositions qui sont peut-être cancérigènes pour l'homme.
- groupe 3 : L'agent (le mélange ou le mode d'exposition) est inclassable quant à sa cancérigénicité pour l'homme.
- groupe 4 : L'agent (le mélange ou le mode d'exposition) n'est probablement pas cancérigène pour l'homme.

La liste des monographies sur CIRC est accessible à l'adresse Internet : <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/crthgr01.php>.

## **La base de données IRIS**

L'Agence de protection de l'environnement américaine (EPA) propose sur Internet la base de données IRIS (Integrated Risk Information System) accessible à l'adresse :

<http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/index.cfm>.

Cette base regroupe les effets sur la santé humaine de plus de 500 substances chimiques.

## **La base de données ITER**

La base de données ITER (International Toxicity Estimates for Risk) est accessible sur Internet à l'adresse : <http://www.tera.org/iter/>. Elle centralise les informations sur plus de 600 substances chimiques évaluées par plusieurs organisations internationales. Il s'agit de l'ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), Santé Canada, le RIVM (l'Institut national de la santé publique des Pays-Bas), la base IRIS et NSF International (groupement indépendant rassemblant divers acteurs : industriels, universitaires...).

## **La base de données FURETOX**

Furetox est une base élaborée par l'Institut de veille sanitaire et accessible à l'adresse : <http://www.furetox.fr/home.html>. Furetox propose, pour plus de 200 000 noms de substances, un accès rapide aux VTR (pour des expositions chroniques) et aux documents détaillant leur construction ainsi qu'à la classification de la cancérogénicité. Comme pour ITER, FURETOX synthétise les informations issues de plusieurs bases internationales.

A terme, FURETOX permettra d'accéder directement aux données relatives aux produits phytosanitaires.

# Revue des études épidémiologiques

## Les effets aigus des pesticides

En population générale, les effets aigus des pesticides, faisant suite à une exposition à de fortes doses, s'observent rarement. Ils surviennent en cas d'empoisonnements accidentels (jardiniers amateurs ; accidents chez des enfants) ou volontaires (suicides).

Chez les professionnels, le risque d'exposition est important chez les agriculteurs qui utilisent fréquemment des doses importantes de produits. Les effets observés sont des brûlures au niveau des yeux, des lésions cutanées, des troubles neurologiques et hépatiques, des manifestations digestives et respiratoires, des troubles cutanéomuqueux et rhino-pharyngiques. [OMS, 1991 ; ORS Bretagne, 2001].

Il semble que la protection des agriculteurs lors de l'utilisation de produits phytosanitaires ne soit pas systématique [Adjemian et al, 2002], de même que certains comportements, tel le fait de boire et de manger pendant la manipulation des produits qui augmente les risques de contamination.

La Mutualité sociale agricole (MSA) a mis en place en 1991 un réseau de toxicovigilance en agriculture nommé « Phyt'attitude ». Ce réseau a pour principales missions : l'identification des effets aigus et subaigus des pesticides sur la santé des agriculteurs et faire appliquer des mesures préventives.

Lors de l'année 2004 et du premier semestre 2005, le réseau a enregistré 319 signalements [Dupupet, 2007]. Pour plus des deux tiers des dossiers retenus, la relation entre les effets ressentis et les produits utilisés est causale. Plus de 40% des contaminations ont lieu en dehors des activités de préparation et d'application des produits : stockage, nettoyage du matériel de pulvérisation, transport du produit... Les symptômes cutanés sont les plus fréquents (24% des cas), suivis des troubles hépato-digestifs (20%), neurologiques et neuro-musculaires (19%). D'autres symptômes moins fréquents sont signalés : troubles neuro-sensoriels et de l'œil (10%), respiratoires (10%), ORL (8%) et généraux (5%).

## Les effets chroniques des pesticides

Le lien entre l'exposition aux pesticides et les problèmes de santé est mis en avant par de nombreux auteurs [OMS, 1991 ; Baldi, 1998 ; Even et al 2002]. Les pathologies principalement observées sont les cancers (lymphomes malins et cancer du cerveau principalement), les troubles neurologiques, dont la maladie de Parkinson, les troubles de la reproduction (infertilité, avortement, malformation congénitale), la perturbation du système endocrinien, les troubles de l'immunité, les troubles ophtalmologiques.

## Pesticides et cancers

L'hypothèse d'un lien entre cancers et exposition aux pesticides est née de l'observation du nombre élevé de cas de certains cancers chez les agriculteurs, comparativement à d'autres professionnels [Baldi, 1998]. Depuis, de nombreuses études ont été publiées sur ce sujet. Parmi l'ensemble des cancers, les lymphomes malins non hodgkiniens ont été plus particulièrement analysés. Dans la majorité des études, il est observé une augmentation du risque de ce cancer en relation avec une exposition aux pesticides, notamment les organochlorés aujourd'hui interdits dans de nombreux pays industrialisés

[Zahm et Ward, 1998 ; Baldi, 1998 ; Khuder et al, 1998 ; Zheng et al, 2001 ; Kato et al, 2004 ; Spinelli et al, 2007 ; Purdue et al, 2007 ; Eriksson et al, 2008].

D'autres localisations cancéreuses ont également fait l'objet de publications. Il s'agit des cancers du cerveau, des poumons, de la prostate, des testicules, des ovaires, du sein, du foie, de l'estomac et du colon [Dich et al, 1997 ; Baldi, 1998]. Pour tous ces cancers, les résultats des études sont contradictoires et ne permettent donc pas d'établir de conclusions formelles quant au rôle des pesticides dans la survenue de ces tumeurs.

Concernant les tumeurs cérébrales, une revue de la littérature réalisée par Bohnen [1995] conclut à l'absence de preuves suffisantes du rôle des pesticides. Les auteurs mettent notamment en avant des problèmes d'ordre méthodologique comme une quantification peu précise de l'exposition. Cependant, une étude réalisée dans 89 départements français, portant sur l'utilisation des pesticides dans les vignobles, a mis en évidence une mortalité par tumeur cérébrale plus élevée chez les agriculteurs par rapport à la mortalité attendue pour cette pathologie dans l'ensemble de la population [Viel et al, 1998]. Plus récemment, des auteurs ont examiné l'incidence de deux types de tumeur : gliome et méningiome chez des patients exposés à des herbicides et insecticides en comparaison avec des non-exposés. Les résultats ne montrent pas d'augmentation du gliome chez les hommes et chez les femmes exposés. Il n'y a pas non plus d'augmentation du méningiome chez les hommes. Cependant les auteurs observent une augmentation du méningiome chez les femmes utilisant des herbicides [Samanic et al, 2008].

Le rôle des pesticides dans le développement de cancers chez l'enfant a été largement étudié. En particulier chez les enfants d'agriculteurs qui seraient, de ce fait, susceptibles d'être exposés aux pesticides avant la naissance ou pendant l'enfance. Les études sur l'exposition des enfants à des pesticides ont montré une association avec des tumeurs cérébrales, des leucémies mais aussi un cancer du rein (tumeur de Wilms); [Sharpe, 1995 ; Cordier et al, 1994 Fear et al, 1998 ; Zahm et Ward, 1998 ; Meiner et al, 2000]. Fear et Zahm signalent que la concordance des résultats observés dans plusieurs études ainsi que la possibilité biologique de l'association militent en faveur d'une association probable, certainement liée à une sensibilité aux pesticides accrues chez les enfants.

Cependant dans la plupart des études, les auteurs signalent l'existence de nombreuses limites méthodologiques telles que le manque d'une évaluation précise de l'exposition des enfants, un nombre peu élevé de sujets exposés ou des biais de sélection possibles [Daniels, 1997 ; Colt et Blair, 1998].

Les études épidémiologiques menées en population générales sont moins nombreuses. Les difficultés d'ordre méthodologique rencontrées en milieu professionnel sont certainement accrues dans le cas de la population générale, notamment en raison de la difficulté à estimer de façon précise l'exposition aux pesticides dont l'usage est ici domestique.

Dans une étude portant sur la tumeur cérébrale chez l'enfant en population générale, une association positive a été trouvée avec l'utilisation de pesticides à l'intérieur de l'habitation et les herbicides utilisés pour le jardin, tempérée par l'existence d'un certain nombre de problèmes méthodologiques comme la faiblesse de l'effectif et des biais de classement possibles [Davis, 1993]. Néanmoins, des études plus récentes sur l'utilisation d'insecticides dans les habitations mettent en évidence une relation entre un risque accru de leucémie chez des enfants exposés durant la grossesse de leur mère ou durant leur enfance [Menegaux et al, 2006 ; Rudant, 2007].

Pour les autres localisations de cancer, une association est mise en évidence entre d'une part les pesticides utilisés pour le traitement des jardins et les Sarcomes des tissus mous et d'autre part l'utilisation de rubans insecticides et les leucémies [Leiss, 1995]. Une association est également trouvée entre le risque de cancer de la prostate et des activités de loisir dont l'utilisation de pesticides pour le jardin [Sharpe et al, 2001]. Cependant une

récente revue de la littérature conclue en l'absence de relation causale entre l'utilisation de pesticides (en agriculture) et le cancer de la prostate [Mink et al, 2008].

De nombreuses difficultés d'ordre méthodologique ne permettent pas d'établir de conclusion formelle concernant le rôle des pesticides dans l'augmentation du risque de cancer en population générale [Daniels, 1997]. Il se peut qu'ils en soient en partie responsables dans une faible proportion, mais les connaissances étant insuffisantes, les inquiétudes sur la relation entre exposition au pesticide et cancer persistent [ORS Bretagne, 2001 ; INSERM, 2008].

## **Les pesticides, perturbateurs endocriniens**

Les perturbateurs endocriniens peuvent interférer avec la synthèse, le stockage, le transport (dans l'organisme), le métabolisme, la fixation, l'action ou l'élimination des hormones naturelles. Le système endocrinien est composé de nombreux organes du corps humain (pancréas, surrénales, testicules, ovaires, thyroïde et parathyroïdes) qui sécrètent des hormones qui diffusent dans tout l'organisme par la circulation sanguine.

Les pesticides organochlorés tels que le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) ou le dibromochloropropane (DBCP) sont des perturbateurs endocriniens fortement suspectés d'altérer la santé, la fertilité et les facultés intellectuelles [Vandelac et al, 2000]. Mais les études menées jusqu'à présent ne permettent pas d'établir - excepté pour le DBCP - de relation certaine entre ces pathologies et les pesticides.

Les études sur l'effet des perturbateurs endocriniens sur la survenue de cancers, notamment hormonodépendants, concernent principalement les agriculteurs et plus particulièrement les applicateurs de pesticides. Ces études montrent généralement une absence d'association significative entre ces composés et les cancers étudiés :

Les pesticides organochlorés et en particulier le DDT (dichloro-diphényl-trichloroéthane) et son principal métabolite le DDE (1,1-dichloro-2,2-bis(p-chlorophényl) éthylène) constituent des facteurs possibles dans la survenue de cancers du sein. Les nombreuses études réalisées à ce jour, ne permettent pas de conclure à une augmentation du risque.

Des études ont mis en avant un rôle potentiel des pesticides sur la survenue du cancer du testicule mais n'ont pas permis, à ce jour, d'identifier des facteurs de risque patents.

De même, l'exposition à certains pesticides, en particulier chez les applicateurs et les employés des usines de production, serait responsable d'un risque accru de cancer de la prostate. Il semble que les herbicides ne majorent pas le risque de cancer de la prostate. Cependant, les études actuelles sont encore insuffisantes pour conclure [Institut National du Cancer, 2009].

## **Troubles de la reproduction**

Les principales pathologies étudiées sont le risque de stérilité masculine et féminine, un excès d'avortements spontanés, de morts-nés, de retards de croissance et de certaines malformations fœtales telles que les fentes labiopalatines, la non-fermeture du tube neuronal, des anomalies des membres, des tumeurs cérébrales et abdominales [Baldi, 1998].

### **Effets sur la fertilité**

Dans une étude sur l'influence de plusieurs facteurs rencontrés en milieu professionnel (conditions de travail, stress, contact avec des produits ayant un impact négatif potentiel sur la reproduction) sur la fertilité masculine, il est mis en évidence des relations positives, en particulier avec une exposition à certains pesticides tels les DBCP et DDT [Sheiner, 2003]. De même, chez des agriculteurs danois travaillant en serre une relation inverse

entre la concentration de spermatozoïdes et l'exposition aux pesticides est mise en évidence [Abell et al 2000].

Dans une étude menée chez des couples venus consulter pour infécondité, une association significative entre l'exposition aux pesticides et le seuil limite de fertilité chez l'homme est montrée [Oliva et al 2001].

Les pesticides ayant une action potentielle sur le système endocrinien ont été associés, dans certaines études épidémiologiques, à une augmentation du délai nécessaire à la conception chez les hommes [Petrelli, 2001, 2002].

Dans une étude comparant des agriculteurs travaillant en serre et exposés à des pesticides et un groupe non exposé, il n'est pas mis en évidence de différence dans le délai à la conception. En revanche lorsque la distinction est faite entre les individus n'ayant pas encore d'enfant et ceux en ayant déjà un ou plusieurs, le délai à la conception est plus important pour avoir un premier enfant chez les exposés par rapport au non exposés aux pesticides [Bretveld, 2008].

La relation entre une exposition aux pesticides et le délai à la conception n'est cependant pas retrouvée dans une étude multicentrique menée en France et au Danemark [Thonneau, 1999].

## **Effets sur le développement**

Des études animales et humaines ont démontré que les pesticides peuvent traverser la barrière placentaire et atteindre de cette manière le fœtus. Ainsi, les expositions aux pesticides chez les femmes avant ou après conception sont suspectées d'être à l'origine d'une augmentation d'avortements spontanés [Arbuckle, 2001 ; Bretveld, 2008], de mort-nés [Ronda, 2005], de retards de croissance et de certaines malformations fœtales telles que les fentes labio-palatines, la non-fermeture du tube neuronal, des anomalies des membres, des tumeurs cérébrales et abdominales [Baldi, 1998, Arbuckle, 1998 ; Petrelli, 2002].

Nurminen (1995) a étudié les risques de malformations du système nerveux central, du squelette et des fentes labio-palatines avec une exposition aux pesticides potentiellement tératogènes. Une relation significative a été mise en évidence entre une exposition durant le premier trimestre de grossesse et le risque de fentes labio-palatines. Pour les autres malformations étudiées, les risques ne sont pas significatifs.

En définitive, le lien entre exposition aux pesticides et fonction reproductive et malformations congénitales est difficile à affirmer. Les études menées souffrent des mêmes difficultés méthodologiques que pour les cancers. Il en résulte des conclusions contradictoires selon les études [Garcia, 1998].

## **Effets neurologiques**

Baldi et al (1998) considèrent que, à moyen et long terme, trois types d'effets peuvent se produire, en liaison avec l'exposition aux pesticides. Il s'agit :

- des polyneuropathies,
- des troubles neuropsychologiques
- de la maladie de Parkinson.

En milieu professionnel, des troubles neuropsychologiques spécifiques ont été étudiés. Il s'agit de troubles de l'humeur, de l'anxiété, de difficultés de concentration, de troubles de la mémoire et de suicide. Stallones et Beseler (2002) ont mis en évidence des relations significatives entre une exposition aux organophosphates et ces troubles ainsi qu'avec des difficultés de compréhension, un sentiment dépressif et des troubles du sommeil. Baldi et al (2001) ont mis en évidence une relation entre l'exposition aux pesticides (fongicides

principalement) d'ouvriers viticoles et une altération de leurs résultats à des tests neuro-comportementaux. Cette relation n'est pas démontrée pour des expositions à des doses faibles de pesticides [Kamel, Hoppin, 2004].

De même, pour des expositions chez les agriculteurs, des troubles de la vision suite à une dégénérescence de la rétine ont été mis en relation avec l'exposition à certains pesticides [Karrane et al, 2005]

La relation entre la maladie de Parkinson et l'exposition aux pesticides a davantage été étudiée.

Dans certaines études, les auteurs mettent en évidence une association mais celle-ci est alors très faible voire non-significative [Engel et al, 2001 ; Petrovitch et al, 2002]. Une autre étude [Baldi et al 2003] s'intéresse à l'impact d'une exposition aux pesticides chez des personnes de plus de 65 ans du sud ouest de la France. Une relation significative a été montrée entre une exposition professionnelle passée et la maladie de Parkinson ainsi que la maladie d'Alzheimer. Cette relation n'est pas observée chez les femmes. Une étude sur 250 personnes atteintes de la maladie de Parkinson ne met pas en évidence de relation entre cette pathologie et une exposition professionnelle aux pesticide [Firestone et all, 2005].

Cependant, une revue de littérature réalisée sur des études publiées entre 1983 et 2003 conclut en une probable association entre la maladie de Parkinson et l'utilisation de pesticides [Brown et all, 2006].

Les contradictions existantes entre les différentes études menées jusqu'à ce jour ne permettent pas d'affirmer avec certitude la relation entre l'exposition aux pesticides et cette maladie. Par ailleurs, Lang et Lozano (1999) précisent que si l'on accepte le rôle des pesticides, la proportion de patients exposés est faible et l'importance en terme de santé publique est limitée à environ 10% de la population souffrant de la maladie de Parkinson.



# Conclusion

L'impact des pesticides sur la santé des professionnels est relativement bien connu au travers d'études menées notamment chez les agriculteurs. En revanche les connaissances sont encore lacunaires en ce qui concerne le lien entre les teneurs en pesticides présent dans l'environnement et la santé de la population générale. Beaucoup de résultats sont encore contradictoires à cause, notamment, de difficultés d'ordre méthodologique telle une estimation peu précise de l'exposition des individus dans les études (réalisée le plus souvent de manière rétrospective et par questionnaire).

Pour les cancers chez l'adulte, les résultats sont encore controversés excepté pour les lymphomes. Chez l'enfant, plusieurs pathologies sont suspectées telles que les tumeurs cérébrales et les leucémies. Chez les enfants d'agriculteurs, une augmentation de la survenue de ces cancers est fréquemment retrouvée.

Concernant les troubles du développement et de la reproduction, un lien entre le DBCP (Dibromochloropropane) et une diminution de la fertilité masculine a été mis en évidence.

Par ailleurs, une association entre l'exposition aux pesticides et des malformations congénitales, en particulier les malformations orofaciales, a été montrée dans plusieurs études.

Une action neurotoxique des pesticides est fortement suspectée avec une augmentation probable de la survenue de la maladie de Parkinson.

Afin d'évaluer l'impact potentiel des pesticides sur les populations, il est essentiel d'avoir une connaissance précise de l'exposition. L'utilisation de biomarqueurs permettrait de connaître précisément l'exposition réelle des personnes afin d'étudier de façon plus précise l'impact sanitaire de ces substances actives (ou de leurs métabolites) et de repérer le cas échéant les individus les plus exposés.

En Ile-de-France, le Plan Régional Santé Environnement (PRSE), déclinaison locale du Plan National Santé Environnement, a retenu l'action 36 qui vise à « organiser l'exploitation des données existantes pour estimer l'exposition de la population aux pesticides ». L'objectif étant de rassembler les informations et résultats des contrôles et des mesures de résidus de pesticides dans les différents milieux et produits consommés par l'homme et à estimer les niveaux d'exposition des populations.

# L'utilisation des pesticides en Zones non agricoles

Dans un éditorial de la e-lettre semestrielle de Phyt'Eaux Cités<sup>19</sup>, Guy Fradin, Directeur de l'Agence de l'eau Seine-Normandie soulignait que « la pollution de nos ressources en eau par les pesticides agricoles et non agricoles est une préoccupation majeure, car elle constitue l'un des facteurs de risque de non atteinte du bon état chimique fixé par la directive cadre européenne sur l'eau d'ici 2015. » De plus, « le recours aux pesticides doit être réduit en agissant sur les pratiques de tous les utilisateurs : agriculteurs, collectivités, jardiniers amateurs, gestionnaires de voiries et espaces verts... ».



Photo 2 - Paris - 75 - Aménagement de trottoir ; de jeunes arbres ont été plantés

Source : PREVOST (Frédéric)

En effet, la pollution générée par ces usages n'est pas négligeable puisque des études ont montré que les herbicides utilisés en milieu urbain sans précaution suffisante, polluent

<sup>19</sup> La e-lettre semestrielle de Phyt'Eaux Cités a pour objectif d'aider les collectivités pour limiter l'emploi des produits phytosanitaires sur les bassins de la Seine, l'Orge et l'Yvette. L'action Phyt'Eaux Cités vise à prévenir les pollutions par les produits phytosanitaires d'origine urbaine sur les bassins de la Seine, l'Orge aval et l'Yvette. Il s'agit d'un programme d'aide pour limiter l'emploi des produits phytosanitaires.

directement les rivières. Ainsi, leur concentration en aval d'une agglomération pouvait être 20 fois plus importante que la concentration en amont<sup>20</sup>.

La diversité des utilisateurs de pesticides dans le domaine non agricole rend difficile le suivi des pratiques, des substances et des tonnages utilisés.

Les Fédérations régionales de défense contre les organismes nuisibles (FREDON) ont réalisé plusieurs enquêtes au niveau régional afin de réunir des informations sur les produits utilisés, les usages, la gestion des produits phytosanitaires.

L'enquête réalisée dans la région Poitou-Charentes [Chambon, 2003] montre :

- une grande diversité dans les produits utilisés avec 489 produits commerciaux différents dans les communes,
- une consommation plus importante pour les communes de plus de 2 000 habitants, liée probablement à la superficie à traiter,
- une utilisation très soutenue des herbicides pour l'entretien des communes puisque les fongicides, les insecticides et autres ne représentent que 5 % de la consommation des pesticides,
- quelle que soit la taille de la commune, les substances actives les plus utilisées sont le glyphosate, le diuron, le thiocyanate d'ammonium et la terbuthylazine,
- certaines substances pourtant interdites depuis quelques années continuent d'être utilisées comme la simazine, ce qui, selon l'étude, serait dû à une mauvaise compréhension de l'homologation de la part des communes.

## Quelques données pour la France

Selon une estimation fournie par Aurélien Gouzy<sup>21</sup>, de l'Ineris (Institut National de l'environnement industriel et des risques), 5 % des pesticides sont utilisés hors agriculture en France.

Il s'agit essentiellement d'herbicides, utilisés par les communes, la SNCF, les services de l'équipement... auxquels s'ajoutent les particuliers.

Dans la littérature, la part attribuée aux pesticides utilisés dans les zones non agricoles est inférieure à 10 %.

## Quelques données de cadrage pour l'Ile-de-France

Selon une étude exploratoire d'Airparif sur les concentrations de pesticides dans l'air francilien, rendue publique en juin 2007, les pesticides ne se retrouvent pas seulement en zone rurale mais également en milieu urbain à cause notamment de leur utilisation non-agricole pour l'entretien des jardins, de la voirie... Plusieurs dizaines de pesticides ont été identifiés dont certains présentent des caractères inquiétants pour la santé.

Menée au printemps 2006 à la demande de la Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales (DRASS) dans le cadre du plan cancer, la Seine-et-marne, le Val d'Oise et l'association Ile-de-France Environnement, cette étude donne un premier état des lieux de la contamination en produits phytosanitaires de l'air francilien. Notons qu'il n'existe pas (encore) d'obligation réglementaire de mesurer les pesticides dans l'atmosphère.

---

<sup>20</sup> Les pesticides, supplément à Cadre de Vie n°150 janvier/février/mars 2006. Union départementale CLCV du Finistère.

<sup>21</sup> Colloque de l'Observatoire des résidus de pesticides, 11 mars 2009

C'est justement pour mieux évaluer cette pollution qui n'est pas connue et suivie que plus de 5 200 analyses réparties sur 5 sites de mesures ont mis en évidence la présence de pesticides aussi bien en zone rurale que dans l'agglomération parisienne y compris à Paris.

En zone rurale, une trentaine de pesticides ont été identifiés et ils sont liés à l'usage de produits phytosanitaires pour la protection des cultures intensives notamment. Par exemple, le site de mesure de Bois-herpin dans la Beauce a relevé 12 herbicides, 5 insecticides, 11 fongicides et 1 nématicide.

En zone urbaine, une vingtaine de pesticides ont été identifiés et trouvent leurs origines dans les activités liées à l'entretien de la ville et des jardins des particuliers. Par exemple, le site de mesure des Halles au coeur de Paris a relevé 8 herbicides, 4 insecticides et 7 fongicides.

L'étude d'Airparif note également la concordance entre la période de traitement et la détection des pesticides dans l'air. Ainsi, en zone rurale, pour trois pesticides appliqués sur les cultures, les concentrations les plus élevées dans l'atmosphère correspondent avec leurs périodes d'application.

En zone urbaine, le constat est identique : pour l'entretien des parcs, voiries et jardins, le dichlobenil est utilisé en mars/avril puis en juin/juillet, au moment où les franciliens profitent de l'arrivée du printemps pour "s'aérer" dans les espaces verts publics... Le risque est donc d'autant plus élevé que l'exposition des personnes (et notamment des enfants) concorde avec l'application des pesticides.

Les résultats de cette étude renforcent d'autres travaux menés dans des zones urbaines comme Lille ou Orléans.



Photo 3 - Asnières-sur-Seine - 92 - Quartier du centre : jardins de l'hôtel de ville

Source : HUIJBREGTS (Frédéric)

Le CEREVERE<sup>22</sup> a mené une étude [Guivarch', 2001] sur le bassin versant de la Marne, en Ile-de-France. Celle-ci évalue, à partir d'enquêtes et de modélisation des taux de ruissellement, que 30 à 40% des pesticides qui migrent vers la Marne seraient d'origine non agricole, alors que l'étude a été réalisée dans une zone d'agriculture intensive.

**Les pesticides sont donc utilisés par de nombreux acteurs pour différents usages.**

<sup>22</sup> Centre d'Enseignement et de Recherche Eau Ville Environnement

# Les principaux utilisateurs en ZNA

## Les jardiniers

Selon l'Union des entreprises pour la Protection des Jardins et des espaces verts (UPJ) et l'UIPP<sup>23</sup>, l'utilisation de pesticides par les particuliers est largement majoritaire puisqu'elle représenterait 86% du tonnage en zone non agricole, contre 10% pour les communes, 2% pour la SNCF et 1% pour les DDE. Les produits utilisés sont en très grande majorité des herbicides.

## Données de cadrage concernant les jardiniers franciliens

L'Île-de-France compte environ 1 463 milliers de maisons individuelles<sup>24</sup>, ce qui correspond à 27,7 % des logements, contre 56,1% au niveau national. Cette différence significative peut à priori jouer en faveur de la région quant à l'épandage de pesticides par les particuliers.

D'après le MOS<sup>25</sup> de l'IAU Île-de-France, la surface occupée par les jardins des particuliers de plus de 1 000 m<sup>2</sup> sur la région Île-de-France est de 201,38 km<sup>2</sup>. A ce chiffre, il faut y ajouter la superficie occupée par les maisons individuelles dont le terrain est inférieur à 1000 m<sup>2</sup>, celle-ci est estimée à 777,28 km<sup>2</sup> (habitat compris<sup>26</sup>).

Les surfaces potentiellement exposées aux traitements des particuliers représentent donc près de 1 000 km<sup>2</sup>.

## Substances actives utilisées

Selon l'étude de Pierre Chambon sur la région Poitou-Charentes, les substances actives les plus utilisées par les particuliers sont le glyphosate, le diuron, le foséthyl aluminium, le sulfate d'ammonium, le Manèbe et la Mancozebe : en majorité des herbicides.

Or, 90 % des jardiniers surdosent les pesticides selon la CLCV<sup>27</sup> qui estimait à 8 000 tonnes le dosage de pesticides employés pour des usages non agricoles en 2006.

## Les pratiques

Une enquête CSA / UPJ de 2007<sup>28</sup> note que la majorité des possesseurs de potagers / vergers dit ne rencontrer aucun problème pour obtenir de bons résultats (68 %). Seuls 32 % estiment avoir des difficultés, notamment dues aux maladies (66 %), insectes (64 %) et nuisibles (60 %).

De plus, une très forte majorité des jardiniers amateurs (84 %) se dit très respectueux des dosages et autres prescriptions mentionnées sur les conditionnements.

Les recommandations de dosage sont particulièrement bien respectées par les jardiniers de 25 à 50 ans. En matière d'utilisation de protections (gants, masques, etc.), les recommandations sont suivies par les 2/3 des jardiniers amateurs et les femmes sont particulièrement respectueuses de ces consignes (73% vs 67%). Ces déclarations sont à

<sup>23</sup> Distribution des tonnages de produits phytosanitaires vendus en France en 2000.

<sup>24</sup> Insee, recensement de la population de 1999 et enquêtes annuelles de recensement de 2004 à 2007

<sup>25</sup> Mode d'Occupation du Sol

<sup>26</sup> Il n'est pas possible de différencier dans cette surface la part de l'habitat et celle du jardin proprement dit

<sup>27</sup> Les pesticides, supplément à Cadre de Vie n°150 ja nvier/février/mars 2006. Union départementale CLCV du Finistère.

<sup>28</sup> Enquête menée par l'Institut CSA pour l'UPJ, les 9 et 10 mai 2007 auprès d'un échantillon représentatif de la population française de 18 ans et plus constitué de 1007 personnes. Source UPJ - Clinique des Plantes.

relativiser lorsque l'on sait que peu de consommateurs lisent les modes d'emploi en général.

Pour les aider à entretenir leurs potagers / vergers, deux foyers sur cinq (41%) utilisent des produits spécifiques de traitement et 12% des produits génériques.

Les produits spécifiques sont plus particulièrement utilisés par les jardiniers rencontrant des problèmes pour cultiver leurs fruits et légumes (54%) et ceux sachant les identifier (45%). Parmi les produits spécifiques, engrais, insecticides et désherbants sont utilisés respectivement par 34%, 31% et 29% des jardiniers, tandis que 45% leur préfèrent des « remèdes de grand-mère » toujours selon l'enquête CSA / UPJ de 2007.

Les jardiniers, peu ou pas formés, utilisent des pesticides sur des surfaces souvent imperméables, favorisant le ruissellement vers le sol.

Si l'utilisation des pesticides agricoles est de plus en plus contrôlée et raisonnée, les particuliers :

- ne suivent pas toujours les indications formulées sur les produits,
- méconnaissent la fonction réelle du produit et même son statut de pesticide,
- n'utilisent pas toujours les bons produits pour traiter,
- ne sont pas forcément protégés lors du maniement des produits,
- surdosent,
- exposent involontairement leurs proches, et notamment les plus jeunes.

Selon une étude menée par le Cnam-IHI Ouest<sup>29</sup>, sur la base d'entretiens réalisés auprès d'une trentaine de volontaires et sur le recensement des produits stockés dans 23 logements, les trois principaux usages concernent :

- le traitement du jardin (44,5% des produits),
- les produits d'entretien ménagers (33%),
- les antiparasitaires pour les logements (15%),
- les produits d'entretien des bois et textiles, pour le soin des animaux domestiques et le traitement des plantes d'intérieur (7,3%).

Ces produits sont stockés majoritairement dans les garages pour un tiers d'entre eux, mais aussi dans les cuisines (21%) et les chaufferies / buanderies (18%).

L'utilisation non raisonnable de ces produits expose davantage les membres d'une famille, et notamment les plus jeunes qui peuvent évoluer dans les zones traitées en toute confiance.

L'épandage systématique de pesticides dans les jardins est d'autant plus inquiétant que les dosages ne sont souvent pas respectés, que le geste n'est pas pertinent au regard des lutttes biologiques qui existent et que les enfants évoluant dans les jardins sont les premiers touchés.

A titre d'exemple, le plan d'actions Phyt'Eaux Cités propose différentes initiatives pour les particuliers :

- distribution de plaquettes de sensibilisation,
- articles dans les bulletins municipaux des communes,
- sensibilisation lors de journée à thème sur les territoires communaux,
- information dans des jardinerie du territoire de Phyt'Eaux Cités.

---

<sup>29</sup> G. Auburtin, J. Lecomte, L'utilisation des biocides en milieu domestique et la perception des risques liés à cette utilisation dans une population française, Angers 2006

# Les gestionnaires et responsables des infrastructures routières

Pour maintenir en état le réseau routier, l'épandage de pesticides est coutumier. Si l'exposition de la population à une chaussée traitée ne présente pas véritablement de danger immédiat, ces épandages sur un sol imperméable concentrent les matières actives qui se retrouvent ensuite dans les cours d'eau, les stations d'épuration ne pouvant tout éliminer. Ainsi, une même quantité de pesticide sur un sol perméable sera moins toxique car plus diluée et pourra être partiellement dégradée.

L'entretien du réseau routier est de la compétence de plusieurs acteurs.



Photo 4 - Châtillon - 92 - Tracé du futur tram Châtillon-Viroflay. Avenue de Verdun, RD906, direction Clamart-Versailles.

Source : DOUTRE (Caroline)

**La direction générale des infrastructures, des transports et de la mer**, au sein du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire, est notamment chargée de la construction et de l'entretien du réseau routier national, c'est-à-dire du réseau routier appartenant à l'Etat (autoroutes et routes nationales).

**Les Directions Interdépartementales des Routes** sont des nouveaux services de l'Etat, chargés de gérer les routes nationales et les autoroutes sans péages restant sous la responsabilité de l'Etat, après le transfert d'une partie du réseau routier national aux départements. Elles se sont substituées aux Directions Départementales de l'Équipement (DDE) pour l'exercice de ces missions en janvier 2007.

**Des sociétés d'autoroute** gèrent certains axes concédés par l'Etat, il s'agit par exemple de l'APPR, SANEF, SAPN, Cofiroute...

Enfin, **les collectivités territoriales** sont également en charge de l'entretien de leur réseau : départements, communes...

## Données de cadrage sur ces utilisateurs en Ile-de-France

L'Ile de France compte environ :

- 596,4 km d'autoroutes,
- 259,3 km de voies rapides,
- 1 204,6 km de nationales,
- 8 491, 1 km de départementales,
- 2 691,1 km de voies secondaires importantes,
- 26 420,4 km d'autres voies,
- 572 km de bretelles d'accès aux voies rapides,
- 117,7 km de bretelles nationales.

Ainsi, la Région compte 40352,6 km de voiries qui sont potentiellement à entretenir. De plus, selon le MOS, la superficie occupée par la voirie<sup>30</sup> (parkings extérieurs compris) est de 183,1 km<sup>2</sup>

L'étude de Pierre Chambon sur la région Poitou-Charentes note qu'en 2000, 3,5 kg de pesticides étaient utilisés par km d'autoroute, ce qui correspondrait pour l'Ile-de-France à un tonnage annuel potentiel de plus de 2 tonnes.

Il est très difficile d'obtenir davantage de données chiffrées sur l'Ile-de-France, les acteurs, comme les pratiques étant pluriels.

## Substances actives utilisées

Une étude de l'Ineris menée en 2007-2008 auprès de 120 organismes de voiries montre la prédominance des herbicides (73 %), et parmi eux le glyphosate. Les insecticides n'arrivent qu'à 6 %, les adjuvants à 5 %. Côté formulation, l'essentiel se fait en liquide ou concentrés solubles, appliqués par pulvérisateurs (38 % étant portés).

Selon l'étude de Pierre Chambon sur la région Poitou-Charentes, les produits les plus utilisés par les DDE sont des herbicides (95%), mais en nombre de produits différents plus restreint que les communes. Pour celles-ci, comme pour les services de l'équipement, les tonnages ont nettement diminué entre 1996 et 2000.

De plus,

- 75 % des produits utilisés par les sociétés autoroutières sont des herbicides.
- les substances les plus utilisées sont le glyphosate, le fosamine ammonium et l'oryzalin.

La multiplicité des acteurs conduit à des pratiques et des prises en compte différentes en matière d'environnement. Et les informations à ce sujet restent très peu disponibles.

## Les pratiques

Aucune information précise n'a pu être recueillie à ce sujet. Cependant, l'Etat, par l'intermédiaire de Dominique Bussereau, Secrétaire d'Etat chargé des transports a déclaré<sup>31</sup> réduire « l'utilisation des produits phytosanitaires » sur le réseau routier national non concédé.

---

<sup>30</sup> Voies de plus de 25 m d'emprise

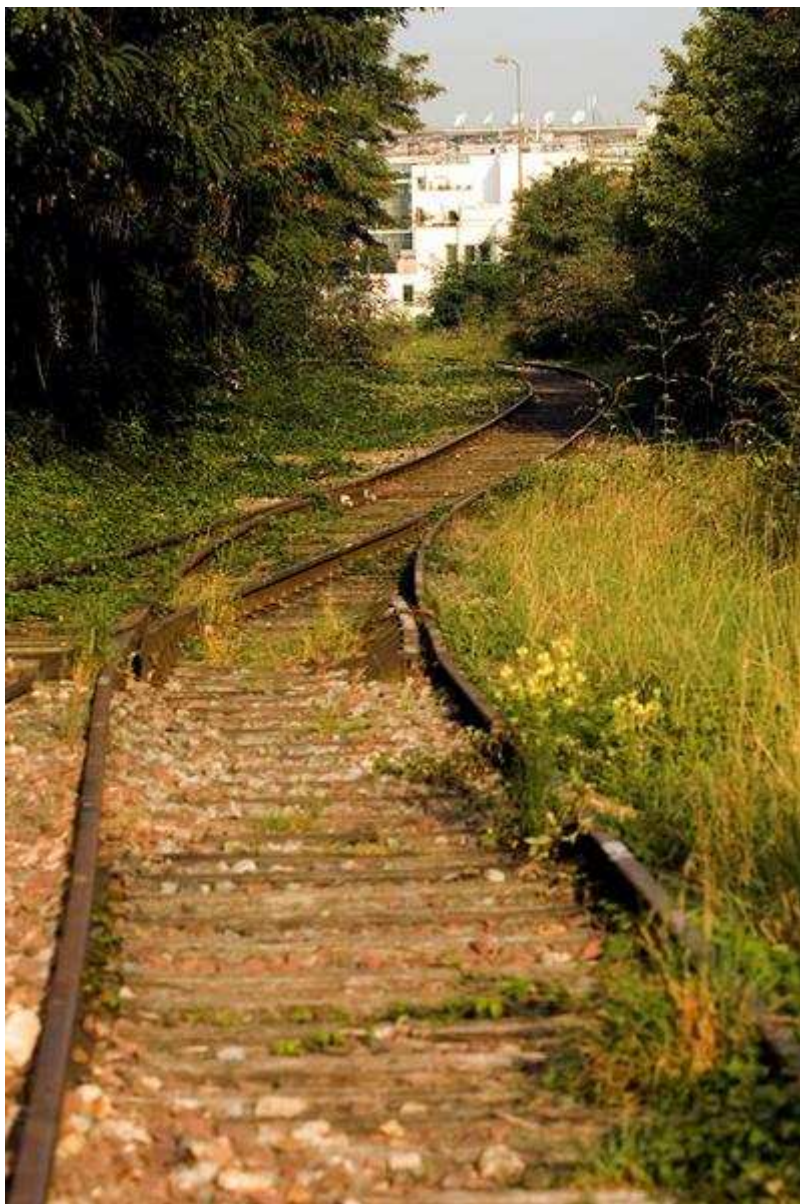
<sup>31</sup> 19 janvier 2010 : [http://www.developpement-durable.gouv.fr/article.php?id\\_article=6669](http://www.developpement-durable.gouv.fr/article.php?id_article=6669)



Quant aux autoroutes qui traversent l'Île-de-France, aucune des 5 sociétés concessionnaires autoroutières présentes le 25 janvier 2010 au ministère de l'Écologie<sup>32</sup>, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer n'ont mentionné d'engagements relatifs aux pratiques actuelles en matière des pesticides.

## Les gestionnaires et responsables des infrastructures de transport ferroviaires

La maîtrise de la végétation dans les emprises ferroviaires, voies et abords est indispensable pour des raisons évidentes de sécurité.



*Photo 5 – Voie de chemin de fer non entretenue*

*Source : PATTACINI (Jean-Claude)*

---

<sup>32</sup> Signature des nouveaux « engagements verts » par 5 sociétés concessionnaires d'autoroutes en présence de Jean Louis Borloo

La **SNCF** intervient en tant que gestionnaire délégué de Réseau Ferré de France, propriétaire de l'infrastructure. Selon une note<sup>33</sup> de la SNCF, celle-ci utilise uniquement des traitements chimiques homologués par le Ministère de l'Agriculture... Ce qui ne signifie pas qu'ils sont sans conséquences sur l'environnement et la santé.

Sont utilisés des produits homologués pour le traitement des zones non agricoles, exempts de classement toxicologique (EC) ou classés nocifs (Xn). Notons que les produits classés toxiques (T) ne sont pas utilisés par la SNCF.

L'entretien du réseau est différencié suivant la configuration de la voie ferrée. Ainsi, la zone de voie, centrale doit être exempte de végétation, tandis que les abords pourront accepter plus ou moins de végétaux.

Un traitement annuel a lieu au printemps, éventuellement complété par un traitement à l'automne si besoin.

Les produits sont appliqués par des trains désherbeurs équipés de dispositifs de mélange continu, asservis à la largeur traitée ce qui permet d'appliquer des dosages différenciés selon les parties traitées (partie ballastée et piste).

La **RATP**, qui transporte plus de 10 millions de voyageurs par jour, utilise également des pesticides pour l'entretien de son réseau ferré<sup>34</sup>.

Les lignes de chemin de fer ballastées en extérieures sont traitées deux fois par an. Pour les lignes de RER (A et B), un train désherbeur spécialement équipé passe deux nuits, à faible vitesse, au printemps et en automne. Les lignes enterrées et sous tunnel ne sont pas traitées, ce qui évite donc d'éventuels problèmes de dispersion.

Pour le métro, le traitement est manuel et limité aux ateliers d'entretien<sup>35</sup> extérieurs des métros, comme l'atelier d'Italie par exemple.

Les usagers de la RATP ne sont donc pas exposés aux traitements effectués.

## Données franciliennes

L'Ile-de-France, via le Réseau ferré de France (RFF), dispose d'environ 3 900 km de voies ferrées qui sont en partie entretenues et gérées par la SNCF.

La RATP gère près de 316 km de voies ferrées (RER A, B et lignes de Métro) mais seulement 80 km sont traitées : environ 10 km pour le métro, 20 km pour le RER B et 50 km pour le RER A.

Selon le MOS, les infrastructures ferroviaires<sup>36</sup> en Ile-de-France couvrent une surface de 84,36 km<sup>2</sup>.

## Substances actives utilisées

Selon la note de la **SNCF**, les dosages utilisés dans la campagne nationale de désherbage de 2004 correspondent pour :

- les herbicides curatifs foliaires, à un dosage moyen de 2,16 g par hectare,
- les herbicides préventifs résiduels, à un dosage moyen de 1,055 g par hectare.

Soit un total de 3,215 g par hectare.

<sup>33</sup> La maîtrise de la végétation dans les emprises ferroviaires, SNCF, juin 2005

<sup>34</sup> RER A, B et lignes de Métro

<sup>35</sup> Ces ateliers sont exploités pour les travaux de maintenance, de révision et pour garer les rames de Métro

<sup>36</sup> Faisceaux de triage, les gares, les installations d'entretien du matériel, voies ferrées y compris les remblais et déblais.

En extrapolant à la Région Ile-de-France, un peu plus de 27 kg de substances actives seraient épanchées par an dans la région, si l'on considère l'emprise au sol des infrastructures ferroviaires estimée par le MOS.

Notons que les achats d'herbicides par la SNCF sont en nette diminution. Ainsi, ils ont diminué de près de 50% depuis 1984.

Pour limiter la présence de végétation sur ce patrimoine de lignes qui totalise près de 100 000 hectares au niveau national, l'entreprise a utilisé en 2007 quelque 173 tonnes de matières actives herbicides sur le territoire métropolitain.

**La RATP** utilise exclusivement des herbicides, qui sont homologués par le Ministère de l'Agriculture. La société paysagiste prestataire qui a en charge l'entretien des voies ferrées utilise notamment du Roundup Turbovert dont la substance active est du glyphosate.

## Les pratiques

En application d'un accord-cadre signé récemment avec le ministère chargé de l'écologie, **la SNCF** a engagé la modernisation des trains désherbeurs à grand rendement.

Un projet de 4,7 millions d'euros a été mis en place concernant les 7 convois nationaux construits dans les années 70 pour l'épandage de printemps et qui ne répondaient plus aux normes de sécurité. Equipés de système de dosage des herbicides et de récupération des effluents, ils seront équipés d'un outil de localisation automatisée pour visualiser l'avancée du traitement et l'adapter aux particularités des zones traversées. En outre, un système de vidéodétection permettra une modulation selon la densité de la végétation<sup>37</sup>.

Il est à noter que les périmètres de protection définis par arrêtés préfectoraux bénéficient de mesures de restriction, voire d'une interdiction totale des traitements chimiques.

En cas d'interdiction totale, un traitement mécanique se substitue au traitement chimique sur les abords mais selon la SNCF, aucune alternative n'a été trouvée pour la voie en elle-même.

**La RATP** n'a, pour le moment, pas de politique de réduction d'usage des pesticides mais les quantités déposées sont limitées à la fois en quantité et géographiquement puisque seuls les ballasts extérieurs sont concernés.

A titre d'exemple, le plan d'actions Phyt'Eaux Cités propose différentes initiatives pour les gestionnaires d'infrastructure ferroviaire :

- participation à des formations,
- la mise en place d'actions spécifiques de protection de l'eau (sites pilotes avec la SNCF),
- réunion d'échange entre ces différents acteurs pour valoriser les solutions de gestion de des espaces,
- envoi de brochures techniques...

## Les collectivités territoriales

L'épandage de pesticides pour l'entretien des voies communales et des espaces sous la responsabilité de la mairie est très variable en fonction de l'implication de celle-ci dans le domaine. De bonnes pratiques aboutissant à une très bonne efficacité peuvent être mises en place comme en témoignent quelques exemples cités à la page suivante.

---

<sup>37</sup> Environnement magazine n°1667 mai 2008, p52

En outre, les collectivités ont en charge l'entretien des espaces publics : cimetières, terrains de sport.

## **Les entreprises paysagères**

Elles interviennent pour l'entretien des espaces verts des espaces publics ou privés. Elles épandent également des pesticides sur des surfaces imperméables et dans des fossés.

Les parcs et jardins publics et privés<sup>38</sup> en Ile-de-France couvrent une superficie de 268,55 km<sup>2</sup> et les jardins de l'habitat continu bas<sup>39</sup> 5,75 km<sup>2</sup>. Au total, ce sont 274,3 km<sup>2</sup> de jardins qui sont potentiellement exposés à un traitement par les pesticides.

Les cimetières, les terrains militaires, les aérodromes... couvrent, selon le MOS<sup>40</sup>, 45 km<sup>2</sup>.

Les emprises mises en herbe dans des zones à vocation commerciale, industrielle, tertiaire... couvrent quant à elles 352 km<sup>2</sup> (toujours selon le MOS).

## **Les terrains de sport : golfs, des parcours sportifs, hippodromes, tennis, stades...**

Là aussi, les gestionnaires sont multiples et les méthodes très dépendantes de leur formation et de leur sensibilité.

Il n'existe pas, à notre connaissance, d'information centralisée qui permette de dégager des tendances et de préciser quels sont les pesticides les plus utilisés.

## **Données franciliennes**

La superficie estimée des terrains de sport en Ile-de-France est de 107,53 km<sup>2</sup> selon le MOS.

## **Les campings**

Là aussi, les usages sont très variables en fonction de la sensibilité et du type de camping.

En Ile-de-France, le MOS estime la surface couverte par les campings à 8,17 km<sup>2</sup>

---

<sup>38</sup> superficie supérieure à environ 5000 m<sup>2</sup>

<sup>39</sup> Jardins d'agrément, potagers ou vergers liés à l'habitat et d'une superficie inférieure à 5000 m<sup>2</sup> et supérieure à 1000 m<sup>2</sup> par parcelle.

<sup>40</sup> Le MOS ne permet pas d'isoler les terrains militaires

# Exemples de règles de bonnes pratiques mises en œuvre en ZNA

L'usage des pesticides en ZNA se caractérise bien souvent par un usage inadapté avec du surdosage et des mauvaises conditions d'utilisation en conséquence de l'absence de formation et d'information.

Cependant, on constate une prise de conscience de plus en plus importante de la pollution engendrée par ces produits, notamment dans les entreprises et les collectivités.

Pour limiter le recours au désherbant, deux méthodes traditionnelles peuvent être utilisées : le paillage et le brûlage thermique, ce qui a permis par exemple de diminuer de plus de 90% la quantité de désherbants épanchés dans la commune de Baldersheim (Haut-Rhin, 2206 habitants).

Quelques solutions préventives peuvent être mises en place afin de minimiser ensuite les interventions techniques qui réclameraient l'usage de pesticides :

- mettre en place des paillages ou des plantes couvre-sol au pied des arbres avec les résidus de la taille des arbres, ce qui permet une double économie. En occultant la lumière, ces protections empêcheront les graines des autres plantes de germer,
- tolérer la végétation spontanée sur les espaces pavés. Bien souvent, le passage répété des piétons et des véhicules suffit à désherber et sécurise l'espace de circulation ;
- sur les voiries, balayer les dépôts de terre dans les caniveaux afin qu'ils ne deviennent pas un support pour le développement d'herbes et plantes. De plus, un balayage manuel est plus respectueux de l'environnement et génère moins de nuisances pour les riverains ;
- côté fleurs et plantes, choisir des variétés annuelles moins consommatrices en eau, adaptées au lieu d'implantation (zone d'ombrage...), plus résistantes aux maladies. Mener une réflexion sur les annuelles pour privilégier des espèces naturelles et faciles d'entretien avec un aspect plus champêtre : graminées, vivaces, bulbes...
- Intégrer la lutte biologique contre les parasites.

Quelques exemples illustrent les efforts entrepris par les collectivités appuyées par des associations.

C'est le cas de l'association de l'aquifère des calcaires de Champigny en Brie<sup>41</sup>.

Dans le cadre de la reconquête de la qualité des eaux de la nappe des calcaires de Champigny, l'Association de l'aquifère des calcaires de Champigny en Brie (AQUI'Brie) a mis en œuvre des actions de prévention des pollutions en collaboration avec les collectivités territoriales, les gestionnaires d'infrastructures, les industriels et les agriculteurs.

Fin 2007, 93 communes ont été diagnostiquées et 53 formées sur de meilleures pratiques en terme d'épandage et sur des techniques préventives et alternatives.

D'après les données de surveillance, des herbicides (diuron, glyphosate, aminotriazole...) ont été détectés dans les eaux superficielles et souterraines. Or, ces produits sont utilisés par les collectivités pour le désherbage des espaces publics.

En vue de diminuer la pollution de l'eau induite, des conseils ont porté sur :

---

<sup>41</sup> LOSINGER I. (2008) – Indicateurs de suivi de l'action Prévention phytosanitaires sur la nappe du Champigny auprès des collectivités. Bilan au 31 décembre 2007. 25p +1 annexe.

- des traitements plus adaptés et ciblés en réduisant voire supprimant l'usage de produits phytosanitaires complexes (qui sont censés agir sur plusieurs cibles) inadaptés
- des modes de traitements alternatifs en ce qui concerne les herbicides.

Les résultats sont très encourageants. Par exemple, 84% des communes formées et suivies n'utilisent plus d'herbicide complexe sur la voirie après formation.

Et 69% des communes formées et suivies n'utilisent plus de produits phytosanitaires complexes sur cimetière.

Zéro pesticides dans les espaces publics c'est possible ? Oui, comme pour des communes du Loiret depuis fin 2006<sup>42</sup>, mais aussi pour la ville de Rennes qui compte plus de 200 000 habitants !

Après quelques années de réduction progressive de l'usage des pesticides, depuis novembre 2006, l'opération « zéro phyto » s'est élargie à l'ensemble de la métropole avec succès<sup>43</sup> !

De nombreux guides existent pour assurer un meilleur emploi des pesticides afin que le traitement soit plus efficace, mieux dosé et pertinent tout en protégeant au maximum la santé des utilisateurs.

Le ministère de l'Agriculture et de la pêche a ainsi édité un dossier (Pesticides Modes d'emploi – Protéger les végétaux, garantir la sécurité des utilisateurs et des consommateurs, préserver l'environnement, Direction générale de l'Alimentation, novembre 2001) où il est souligné en introduction « qu'aucune utilisation de pesticides n'est anodine, qu'il s'agisse de traiter un rosier, un jardin public ou un champ de blé. »



<sup>42</sup> Fabrice Nicolino, François Veillerette. Pesticides, révélations sur un scandale français, février 2007.

<sup>43</sup> <http://www.mce-info.org/Pesticides/programmepesticides.php>

# Conclusion

La majorité des pesticides est utilisée par le secteur agricole (environ 90% selon les estimations). Les 10% restant sont employés par de nombreux utilisateurs que sont : les communes, la SNCF, les services de l'équipement (DDE), les sociétés d'autoroutes, et sur des sites disparates tels que les aéroports, les sites industriels ou commerciaux, les zones aéroportuaires, les parcs, les terrains de sport, les golfs, les hippodromes... et les particuliers.

Cette multitude d'acteurs fait qu'il est extrêmement difficile de connaître précisément quelles sont les substances utilisées, les doses utilisées, les modes d'épandages, les modes de stockage des produits, les modes de nettoyage des appareils utilisés...

Or si les quantités de substances mises en jeu sont bien moindres que pour l'agriculture, les utilisations sont très différentes. Ainsi, les produits sont le plus souvent épandus sur des surfaces imperméables (routes, trottoirs) et ruissellent ainsi rapidement.

Les professionnels qui appliquent des pesticides sont soumis à des conditions d'agrément qui ne s'appliquent pas aux collectivités locales. La formation est seulement recommandée. Ainsi, les enquêtes auprès de celles-ci montrent souvent que les doses épandues sont excessives.

Pour les jardiniers amateurs, la situation est sans doute pire dans la mesure où il n'y a pas de formation à l'utilisation des produits et qu'il n'y a pas d'information particulière mise à part la notice présente sur l'emballage. Les particuliers sont donc très peu avertis des précautions à suivre et le surdosage et des comportements dangereux (comme verser les contenus des bidons dans les égouts ou les caniveaux) sont certainement fréquents.

A ce titre, les efforts de réduction de consommation des pesticides consentis par les professionnels risquent de ne pas être suivis par les particuliers.

Un des objectifs de cette étude était de présenter des données franciliennes sur l'utilisation de pesticides en zones non agricoles. Si nous avons pu estimer à partir du mode d'occupation des sols, les surfaces susceptibles de recevoir des pesticides, nous n'avons pas pu obtenir des informations (sauf pour la SNCF) concernant les quantités utilisées par les nombreux utilisateurs potentiels et les pratiques d'épandages.

L'utilisation de biocides dans les habitations n'a pas été considérée dans cette étude car peu de données existent. Si nous disposons aujourd'hui de beaucoup de données sur l'exposition des professionnels, la connaissance de l'usage des produits domestiques est très lacunaire. Par exemple, nous n'avons pas de données sur les ventes de produits et sur les teneurs rencontrées dans l'habitat. Cependant, la revue de la littérature sur les effets sanitaires des pesticides met en évidence un risque accru de certaines pathologies (leucémie chez l'enfant notamment) avec l'utilisation de pesticides (insecticides essentiellement) dans les habitations.

Pesticides, impacts sur l'environnement et la santé, usages en zones non agricoles

Par ailleurs le public est très peu informé des risques pour la santé et pour l'environnement des produits à usage domestique. Des études ou enquêtes afin de mieux connaître l'exposition aux pesticides utilisés dans les habitations sont à envisager.

Enfin, comme en témoigne l'augmentation de 8% du tonnage des substances actives vendues en 2007 par rapport à 2006, des conditions climatiques défavorables (douceur et humidité) favorisent l'apparition et la persistance de maladies et nuisibles.

Or, les changements climatiques en cours se traduisent dans nos latitudes par des températures plus douces et une modification des régimes pluviométriques. Ces nouvelles conditions climatiques constituent un terreau favorable à la migration et l'apparition de certains parasites. Les efforts consentis risquent d'être en partie compromis par cette nouvelle donne.

L'accroissement de l'utilisation des pesticides en milieu agricole mais aussi et surtout en milieu résidentiel doit motiver la poursuite de travaux sur les effets sanitaires de ces produits. En effet, s'il apparaît que certaines catégories professionnelles (agriculteurs) les plus exposées développent plus facilement certaines pathologies (cancer, troubles de la reproduction), il est difficile de distinguer les effets sur la population générale.

Cependant, des présomptions ont été portées concernant le rôle des pesticides dans le développement de pathologies, tel que les troubles neuro-dégénératifs (maladie de Parkinson), les troubles de la reproduction, des problèmes de fertilité, des effets hématologiques (leucémies, lymphomes...).

Pour améliorer la connaissance des effets des pesticides sur la population générale, des études doivent être menées pour mieux caractériser la manière dont les populations sont exposées.

Ce thème est repris dans le deuxième plan national santé-environnement (PNSE2) 2009-2013 avec l'action n°6 dont l'objectif est « Améliorer les connaissances sur les expositions aux pesticides (phytosanitaires et biocides) ».



# Références

**Abell A., Ernst E., Bonde JP. (2000).** Semen quality and sexual hormones in greenhouse workers. *Scand. J. Work. Environ. Health* ; 26 : 492-500.

**Adjemian A., Grillet J-P., Delemotte B (2002).** Utilisation des produits phytosanitaires chez les exploitants agricoles : pratiques, effets indésirables et aspects évolutifs. *Archives des maladies professionnelles et de médecine du travail* 2002 ; 63(2) : 77-82.

**AIRPARIF (2007).** Des pesticides dans l'air francilien. *Airparif Actualité*, n°29.

**Arbuckle TE., Sever LE (1998).** Pesticide exposures and fetal death : a review of the epidemiologic literature. *Critical reviews in toxicology* ; 28(3) : 229-270.

**Arbuckle TE., Lin Z., Mery LS. (2001).** An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. *Environ Health Perspect* ; 109(8) : 851-7.

**Baldi I. Lebailly P., Mohammed-Brahim B., Letenneur L., Dartigues JF., Brochard P. (2003).** Neurodegenerative diseases and exposure to pesticides in the elderly. *American Journal of Epidemiology* ; 157(5) : 409-414.

**Baldi I., Filleul L., Brahim M-B. (2001).** Neuropsychologic effects of long-term exposure to pesticides : results from the French phytoner study. *Environmental Health Perspective* ; 109 : 839-844.

**Baldi I., Mohammed-Brahim B., Brochard P., Dartigues J-F., Salomon R. (1998).** Effets retardés des pesticides sur la santé : état des connaissances épidémiologiques. *Revue d'épidémiologie et de santé publique* ; 46 : 134-142.

**Bohnen NI., Kurland LT. (1995).** Brain tumor and exposure to pesticides in humans : a review of the epidemiologic data. *Journal of the neurological Sciences* ; 132 : 110-120.

**Bouvier G. (2005).** Contribution à l'évaluation de l'exposition de la population francilienne aux pesticides. Thèse de doctorat. INERIS, Faculté des sciences pharmaceutiques et biologiques, Service santé publique et environnement. Université René Descartes. Paris

**Bretveld RW., Hooiveld M., Zielhuis GA., Pellegrino A., Van Rooij IA., Roeleveld N. (2008).** Reproductive disorders among male and female greenhouse workers. *Reprod Toxicol* ; 25(1) : 107-14.

**Brown TP., Rumsby PC., Capleton AC., Rushton L., Levy SL. (2006).** Pesticides and Parkinson's disease-is there a link?. *Environ Health Perspect* ; 114 : 156-64.

**Chambon P. (2003).** Enquête sur les utilisations de produits phytosanitaires en Poitou-Charentes.

**Colt JS., Blair A. (1998).** Parental occupational exposures and risk of childhood cancer. *Environmental health perspectives* ; 106(suppl.3) : 909-925.

**Cordier S., Iglesias MJ., Le Goaster C., Guyot MM., Mandereau L., Hemon D. (1994).** Incidence and risk factors for childhood brain tumors in the Ile-de-France. *International Journal of Cancer* ; 59(6) : 776-782.

**Daniels JL., Olsham AF., Savitz DA. (1997).** Pesticides and childhood cancers. *Environmental health perspectives* ; 105(10) : 1068-1077.

**Davis JR., Brownson RC., Garcia R., Bentz BJ., Turner A. (1993).** Family pesticide use and childhood brain cancer. *Archives of environmental contamination and toxicology* ; 24(1) : 87-92.

**DGAL (2000).** (Direction générale de l'alimentation). Données d'exposition de la population française aux résidus de pesticides, plomb, cadmium, arsenic et radionucléides par la voie alimentaire. *Notre alimentation* ; 24.

**DGAL (2005).** Bilan des plans de surveillance et de contrôle mis en œuvre par la DGAL en 2004. Ministère de l'agriculture et de la pêche – Direction générale de l'alimentation.

**Dich J., Zahm SH., Hanberg A., Adami HO. (1997).** Pesticides and cancer. *Cancer Causes Control* ; 8(3) : 420-43.

**Dupupet et al. (2007).** Phyt'attitude : le réseau de toxicovigilance en agriculture. *La revue du praticien, suppl.*, 57(15).

**Engel LS., Checkoway H., Keifer MC., Seixas NS., Longstreth WT., Scott KC., Hudnell K., Anger WK., Camicioli R. (2001).** Parkinsonism and occupational exposure to pesticides. *Occupational and Environmental Medicine* ; 58(9) : 582-589.

**Eriksson M., Hardell L., Calberg M., Akerman M. (2008).** Pesticide exposure as risk factor of non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. *Int J Cancer* ; 123(7) : 1657-63.

**Even I., Berta J-L., Volatier J-L. (2002).** Evaluation de l'exposition théorique des nourrissons et des enfants en bas âge aux résidus de pesticides apportés par les aliments courants et infantiles. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. 2002.

**Fear NT., Roman E., Reeves G., Pannett B. (1998).** Childhood cancer and paternal employment in agriculture : the role of pesticides. *British Journal of Cancer* ; 77(5) : 825-829.

**Firestone JA., Smith-Weller T., Franklin G., Swanson P., Longstreth WT Jr., Checkoway H. (2005).** Pesticides and risk of Parkinson disease : a population based case-control study. *Arch Neurol* ; 62(1) : 91-5.

**Fournier I. (2001).** Le SEQ-EAUX souterraines. Adour Garonne, revue de l'agence de l'eau ; 81 : 19-22.

**Garcia AM. (1998).** Occupational exposure to pesticides and congenital malformations : a review of mechanisms, methods, and results. *American Journal of Industrial Medicine* ; 33 : 232-240.

**Gest A. (2009).** Rapport d'information sur les pesticides. Assemblée Nationale

**Guivarch' Blanchoud H., (2001).** Apports et transferts de pesticides en milieux agricole et urbain dans le bassin versant de la Marne : vers une évaluation globale. Mémoire de thèse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.

**INSERM 52008°.** Cancers et environnement. Expertise collective. Editions INSERM. Oct 2008, 907p.

**Institut National du Cancer.** Risques de cancers et perturbateurs endocriniens. Coll. Fiches repère, juillet 2009.

**Kamel F., Hoppin JA. (2004).** Association of pesticide exposure with neurologic dysfunction and disease. *Environmental Health Perspectives* ; 112(9) : 950-8.

**Kato I., Watanabe-Meserve H., Koenig KL., Baptiste MS., Lillquist PP., Frizzera G., Burke JS., Moseson M., Shore RE. (2004).** Pesticide product use and risk of non-Hodgkin lymphoma in women. *Environmental Health Perspectives* ; 112(13) : 1275-81.

**Khuder SA., Schaub EA., Keller-Byrne JE. (1998).** Meta-analyses of non-Hodgkin's lymphoma and farming. *Scand J Work Environ. Health* ; 24(4): 255-261.

**Kirrane EF., Hoppin JA., Kamel F., Umbach DM., Boyes WK., Deroos AJ., Alavanjas M., Sandler DP. (2005).** Retinal degeneration and other eye disorders in wives of farmer pesticide applicators enrolled in the agricultural health study. *American Journal of Epidemiology* ; 161(11) : 1020-9

**Lang AE., Lozano AM. (1999).** Parkinson's disease, first of two parts. *N. Engl. J. Med.* ; 339(15) : 1044-53.

**Leiss JK., Savitz DA. (1995).** Home pesticide use and childhood cancer : a case-control study. *American Journal of Public Health* ; 85(11) : 1586-1587.

**Meiner R., Schuz J., Kaletsch U., Kaatsch P., Michaelis J. (2000).** Leukemia and non-Hodgkin's lymphoma in childhood and exposure to pesticides : results of a register-based case-control study in Germany. *American Journal of Epidemiology* ; 151(7) : 639-646.

**Menegaux F., Baruchel A., Bertrand Y., Lescoeur B., Leverger G., Nelken B., Sommelet D., Hémon D., Clavel J. (2006).** Household exposure to pesticides and risk of childhood acute leukaemia. *Occup Environ Med* ; 63(2) : 131-4.

**Mink PJ., Adami HO., Trichopoulos D., Britton NL., Mandel JS. (2008).** Pesticides and prostate cancer : a review of epidemiologic studies with specific agricultural exposure information. *Eur J Cancer Prev* ; 17(2) : 97-110.

**Nurminen T., Rantala K., Kurppa K, Holmberg PC. (1995).** Agricultural work during pregnancy and selected structural malformations in Finland. *Epidemiology*; 6(1) : 23-30.

**Oliva A., Spira A., Multigner L. (2001).** Contribution of environmental factors to the risk of male infertility. *Human reproduction* ; 16(8) : 1768-1776.

**OMS (1991).** Organisation mondiale de la santé. L'utilisation des pesticides en agriculture et ses conséquences pour la santé publique.

**ORS BRETAGNE (2001).** Effets chroniques des pesticides sur la santé : Etat actuel des connaissances.

**Petrelli G., Figa-Talamanca I. (2001).** Reduction in fertility in male greenhouse workers exposed to pesticides. *European Journal of Epidemiology* ; 17(7) : 675-677.

**Petrelli G. Mantovani A. (2002).** Environmental risk factors and male fertility and reproduction. *Contraception* 2002 ; 65(4) : 297-300.

**Petrovitch H., Ross GW., Abbott RD., Sanderson WT., Sharp DS., Tanner CM., Masaki KH., Blanchette PL., Poppers JS., Foley D., Launer L., White LR. (2002).** Plantation work and risk of Parkinson disease in a population-based longitudinal study. *Archives of Neurology* ; 59(11) : 1787-1792.

**Purdue MP., Hoppin JA., Blair A., Dosemeci M., Alavanja MC. (2007).** Occupational exposure to Organochlorine insecticides and cancer incidence in the Agricultural Health Study. *Int J Cancer* ; 120(3) : 642-9.

**Rondat E., Regidor E., Garcia AM., Domingez V. (2005).** Association between congenital anomalies and paternal exposure to agricultural pesticides depending on mother's employment status. *J Occup Environ Med* ; 47(8) : 826-8.

**Rudant J., Menegaux F., Leverger G., Baruchel., Nelken B., Bertrand Y., Patte C., Pacquement H., Vérité C., robert A., Michel G., Margueritte G., Gandemer V., Hémon D., Clavel J. (2007).** Household exposure to pesticides and risk of childhood hematopoietic malignancies : the ESCALE study (SFCE). *Environ Health Perspect.* ; 115(12) : 1787-93.

**Samanic CM., De Roos AJ., Stewart PA., Rajaraman P., Waters MA., Inskip PD. (2008).** Occupational exposure to pesticides and risk of adult brain tumors. *Am J Epidemiol* ; 167(8) : 975-85.

**Sharpe CR., Franco EL., De Camargo B., Lopes LF., BarretoJH. (1995).** Parental exposures to pesticides and risk of Wilm's tumor in Brazil. *American Journal of Epidemiology*; 141(3) : 210-217.

**Sharpe CR, Siemiatycki J, Parent ME. (2001).** Activities and exposures during leisure and prostate cancer risk. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* ; 10(8) :855-60.

**Sheiner EK. (2003).** Effect of occupational exposures on male fertility : literature review. *Industrial health* ; 41(2) : 55-62.

**Simonet F (2001).** Le nouveau système d'évaluation de la qualité de l'eau des rivières : le SEQ-Eaux. Adour Garonne, revue de l'agence de l'eau, n°81.

**Thonneau P., Abell A., Larsen SB., Bonde JP., Joffe M., Clavert A., Ducot B., Multigner L., Danscher G. (1999).** Effects of pesticide exposure on time to pregnancy : results of a multicenter study in France and Denmark. ASCLEPIOS Study Group. *Am J Epidemiol* ; 150(2) : 157-63.

**Sharpe CR. (1995).** Parental exposures to pesticides and risk of Wilm's tumor in Brazil. *American Journal of Epidemiology* ; 141(3): 210-217.

**Spinelli jj., Ng CH., Weber JP., Connors JM., Gascoyne RD., Lai AS., Brooks-Wilson AR., Le ND., Brry BR., Gallagher RP. (2007).** Organochlorines and risk of non-Hodgkin lymphoma. *Int J Cancer*; 121(12) : 2767-75.

**Stallones L., Beseler C. (2002).** Pesticide illness, farm practices, and neurological symptoms among farm residents in Colorado. *Environmental Research* ; 90(2) : 89-97.

**Vandelac L., David G., Tubiana M., Delaveau P., Arthuis M., Battin J. (2000).** Perturbateurs endocriniens : environnement, santé, politiques publiques et principe de précaution. Discussion. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine* ; 184(7) : 1477-1490.

**Viel J-F., Challier B., Pitard A., Pobel D. (1998).** Brain cancer mortality among French farmers : the vineyard pesticide hypothesis. *Archives of environmental health* ; 53(1) : 65-70.

**Zahm SH., Ward MH. (1998).** Pesticides and childhood cancer. *Environmental Health Perspectives* ; 106(suppl.3) : 893-908.

**Zheng T., Zahm SH., Cantor KP., Weisenburger DD., Zhang Y., Blair A. (2001).** Agricultural exposure to carbanate pesticides and risk of non-Hodgkin lymphoma. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* ; 43(7) : 641-649.

