



EcoLab

Laboratoire écologie fonctionnelle
et environnement

**Laboratoire Ecologie Fonctionnelle
et Environnement**

Projet BAG-PHYTOSAN

Etude de l'impact des produits phytosanitaires
sur le phytoplancton du bassin Adour-Garonne

Projet Recherche et Développement
Convention N° 310 31 0095



Etude cofinancée par l'Agence de bassin Adour-Garonne

Mars 2013

Responsables de projet : Alain Dauta et Benoit Mialet



Campus UPS : Université Paul Sabatier – EcoLab - Bâtiment 4R1 – 118 route de Narbonne 31062 Toulouse cedex 9 - France

Tél. +33 (0)5 61 55 89 10 – Fax +33(0)5 61 55 89 01 – Email : secretariat.ecolab@cict.fr – Site Internet : www.ecolab.ups-tlse.fr

Résumé

Cette étude avait pour but d'essayer de répondre à trois questions :

Est-ce que la pression phytosanitaire peut avoir un effet secondaire inattendu et non mesuré sur les communautés de producteurs primaires ? (estimation par la chlorophylle *a* du phytoplancton) ?

Le traitement des données disponibles apporte des éléments de réponse contradictoires.

Dans la majorité des cours d'eau, la biomasse algale estivale semble essentiellement contrôlée par des facteurs saisonniers (tels que la température ou le débit) et les concentrations en nutriments. Cependant, dans certains cas, une influence significative de certains pesticides est constatée

- Dans l'Adour, le ***lindane*** et la ***simazine*** montrent un effet significatif sur la concentration en chlorophylle *a*. Cet effet est par contre positif, contrairement à ce qui est attendu. L'utilisation de ces deux produits ayant été interdite respectivement en 1998 et 2003 (Annexe I), les plus grandes concentrations enregistrées correspondent aux années 1997 à 1999. Or, après consultation des données, ces années correspondent également aux plus fortes biomasses algales mesurées. Le résultat obtenu peut donc être dû à une simple coïncidence.
- De même, dans le Tarn, l'***aminotrazole*** montre un effet positif et presque significatif sur la concentration en chlorophylle *a*. Etant donné le faible nombre de données supérieures à 0 utilisées dans l'analyse (tableau 1), ce résultat ne peut être pour l'instant concluant.
- Pour la Garonne, le ***mécoprop*** et le ***tébutame*** montrent un effet négatif significatif sur la concentration en chlorophylle *a*. Le **2,4 MCPA** montre un effet négatif très proche de la significativité. Le faible nombre de données exploitables pour ces 3 molécules ne permet cependant pas d'avancer plus de conclusions. Un suivi de ces molécules dans la Garonne ne peut être que recommandé pour la suite.

Quelle est la dynamique des pesticides dans le bassin Adour-Garonne sur la période 2000-2010 (focus sur les bassins où les données sont les plus nombreuses) ?

Les concentrations estivales en pesticides montrent des tendances similaires entre les rivières. Par exemple, les concentrations en atrazine, interdit à l'utilisation depuis 2003, montrent une diminution très claire suite à son interdiction. Elles avoisinent le seuil zéro depuis les années 2003 à 2006 selon les rivières. Dans l'Aveyron cependant, des concentrations positives sont encore observées en 2008 et 2009. Les concentrations en diuron et en aminotriazole ne suivent pas de tendance claire sur la période étudiée. Mais globalement, il y a une nette baisse des concentrations en phytosanitaires sur l'ensemble des rivières. Périodiquement, il apparaît des concentrations non négligeables, observées par exemple sur l'Aveyron et le Tarn.

Les analyses de type RDA montrent que la majorité des concentrations en pesticides est essentiellement corrélée au débit (QJM) puis à la concentration en nitrates. Ceci rejoint les observations réalisées par Boithias (Boithias, 2012).

Peut-on proposer une nouvelle approche de contrôle visant à évaluer les effets globaux des phytosanitaires sur le fonctionnement des écosystèmes aquatiques ?

Il est évident que les phytosanitaires utilisés en agriculture ont les mêmes effets sur les organismes végétaux vivant des cours d'eau (phytoplancton, périphyton, macrophytes).

Etant donné le caractère parfois chaotique des proliférations d'algues ou de macrophytes et l'absence d'observations à long terme sur leur croissance (spécialement pour macrophytes ou périphyton) dans les cours d'eau, il est très difficile de déterminer si les phytosanitaires ont (ont eu) un effet négatif sur leur croissance. Par ailleurs, la mise en place de test de croissance *in-situ* semble peu réalisable.

La mise sur le marché de stations de mesures telles **Algae toximeter** ou **iTOX** (bactéries luminescentes), permet d'aborder le problème avec une approche différente : en ne pointant pas vers la cause, mais en surveillant l'effet (mesure par exemple de la fluorescence de la chlorophylle *a* pour détecter la présence de composés dangereux ou inhibiteurs) : un couplage avec un préleveur peut permettre éventuellement de rechercher la molécule impliquée.

Il faut noter qu'en raison du coût de ces stations, il est difficile d'appareiller de nombreux points d'un bassin. Cependant, placé en sortie de bassin sur un point de suivi identifié comme représentatif, ce type de station serait à même

- de renseigner sur le caractère chronique d'effets toxiques sur les organismes vivants,
 - de compléter le suivi spatiotemporelle par prélèvements sur l'ensemble du bassin par une approche locale orientée vers un bilan des effets cumulés.
-

Sommaire :

1. Présentation générale de l'étude BAG-PHYTOSAN	1
2. Objectifs	3
3. Les phytosanitaires dans le Bassin Adour-Garonne	5
a. Phytosanitaires et pollution de l'eau.....	5
b. Le cas du Bassin Adour-Garonne.....	7
c. Trouver un indicateur ou une relation entre la pression des phytosanitaires et le compartiment des producteurs primaires.	8
4. Méthodologie.....	11
a. Objectif 1 : effet potentiel des produits phytosanitaires sur les communautés de producteurs primaires des rivières du bassin AG.....	11
Données exploitées.....	11
Méthode d'analyse statistique	11
b. Objectif 2 : dynamique des pesticides dans le bassin Adour-Garonne (2000-2010)	12
Données exploitées.....	12
Méthode d'analyse statistique	13
c. Zone concernée par l'étude	13
d. Période étudiée	15
5. Résultats	17
1 ^{ère} étape de l'analyse	20
2 ^{ème} étape de l'analyse.....	25
6. Discussion - Conclusion.....	37
7. Références bibliographiques et sites web consultés	45
Annexe1. Tableau des Phytosanitaires.....	47
Substances déjà retirées.....	70
Retraits à venir et exemples de produits.....	70
Autres produits commerciaux	71

1. Présentation générale de l'étude BAG-PHYTOSAN

Durant les années 1980, un niveau d'eutrophisation parfois élevé a été constaté dans l'ensemble du bassin versant de l'Adour-Garonne. Ce phénomène s'est atténué après les années 1990 en conséquence d'une mise en place d'une politique de réduction des apports eutrophisants. Cependant, la période s'étalant de 1990 à nos jours correspond également à une augmentation des concentrations en phytosanitaires (herbicides, pesticides). Les concentrations en principales molécules phytosanitaires dans les eaux de surface ont fait l'objet d'un suivi de plus en plus précis (surtout depuis 2000) par les réseaux de surveillance de l'Agence de l'Eau.

La Directive Cadre Européenne sur l'eau (directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000) demande l'établissement d'un diagnostic de l'état des « masses d'eau » pour chaque grand bassin versant, permettant une évaluation de la pression et des impacts des différentes activités humaines. Il apparaît que l'une des sources majeures de pollution des eaux pouvant risquer d'entraîner une « non-atteinte de leur bon état » d'ici 2015 est l'activité agricole (IFEN, 2004).

Les enjeux liés à ces pollutions sont tout d'abord de l'ordre de la santé publique, notamment par les fortes présomptions de liens de causalité entre présence de pesticides, perturbations endocriniennes et certains cancers (Baldi et al., 1998; Baldi et al., 2005). L'établissement de seuils de concentration pour les eaux de consommation (fixés à $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ pour chaque molécule phytosanitaire et $0,5 \mu\text{g L}^{-1}$ pour l'ensemble des molécules) doit permettre de limiter ces risques sur la santé, malgré les fortes incertitudes sur les effets à long terme d'une assimilation régulière de faibles doses de composés xénobiotiques (Tron et al., 2001). Ces enjeux sont également environnementaux avec des risques écotoxicologiques liés à la contamination des milieux de vie, et économiques par les coûts générés par la décontamination des eaux.

Le dernier rapport produit par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne (Qualité des Eaux et produits phytosanitaires sur le Bassin Adour-Garonne, Bilan 2006-2008) fait apparaître que le bassin (données à partir d'un réseau de plus de 140 stations) est soumis à une pression phytosanitaire importante : de nombreuses molécules (parfois à des concentrations non négligeables) sont retrouvées dans les eaux du bassin.

La quasi-intégralité du bassin est concernée, certains départements, notamment le Lot-et-Garonne et le Gers sont gravement impactés. Les molécules les plus retrouvées sont les suivantes :

- le S-métolachlore (36 % des échantillons), herbicide utilisé principalement sur le maïs
- l'AMPA (29 %) et le glyphosate (17%), herbicide très répandu
- le diuron (26%), herbicide
- l'atrazine (25%), herbicide cependant interdit depuis 2003
- le betazone (25%), herbicide de contact utilisé au printemps
- l'acétochlore (15%), herbicide du maïs

Parmi les molécules non-herbicides considérées comme les plus toxiques, on retrouve :

- le zirame, fongicide pour les vergers
- le mancozèbe, fongicide utilisé en arboriculture et viticulture
- le carbofuran, insecticide utilisé pour le traitement des sols
- le tébuconazole, fongicide utilisé sur grandes cultures et fruitiers
- le méthaldéhyde, anti-limace.

Le premier insecticide est l'imadoclopride (molécule entrant dans la composition du *GAUCHO*) retrouvé dans 5 % des échantillons.

L'impact négatif de certains produits phytosanitaires sur la biomasse du phytoplancton et du périphyton a été démontré (Vallotton et al., 2008). Une implication de ces produits (herbicides et fongicides) dans une récente diminution de la biomasse phytoplanctonique (incluant éventuellement celle du périphyton et des macrophytes) dans le Bassin Adour-Garonne est donc envisageable sinon prévisible.

La connaissance du degré d'implication de ces produits dans la qualité de l'eau représente un besoin en matière de gestion de l'eau. L'important jeu de données développé par les réseaux de suivi et de contrôle de l'Agence de l'Eau dans le bassin Adour-Garonne permet, à travers des paramètres tels que les débits, la concentration en chlorophylle *a* et les concentrations en différentes molécules phytosanitaires, d'étudier l'impact des produits sur la production phytoplanctonique, et plus largement sur l'eutrophisation.

Cette étude propose de reconsidérer la diminution de l'eutrophisation en prenant en compte à la fois le processus de réduction des apports et le rôle éventuellement joué par les phytosanitaires en tant que réducteurs de la production primaire autochtone.

L'étude proposée sera basée essentiellement sur les bases de données de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, complétées par des données en provenance de l'Agriculture.

2. Objectifs

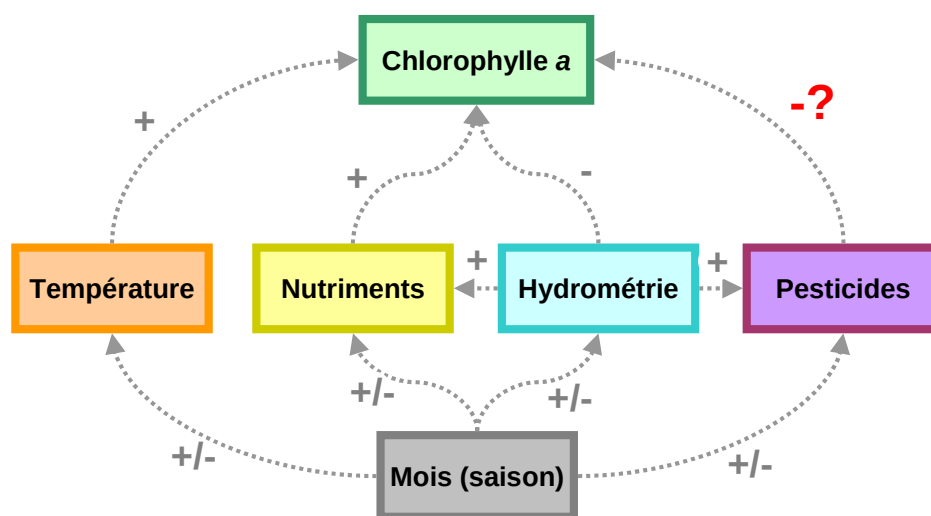


Fig.1.- Schéma conceptuel illustrant l'influence potentielle, directe ou indirecte, des paramètres environnementaux sur l'indicateur d'eutrophisation en milieu lotique.

L'étude BAG-PHYTOSAN a pour but de :

1. Déterminer si la pression phytosanitaire peut avoir eu un effet secondaire inattendu et non mesuré sur les communautés de producteurs primaires (essentiellement sur la biomasse du phytoplancton estimée par la concentration en chlorophylle *a*) des principales rivières du bassin, avec une comparaison de l'impact potentiel des produits phytosanitaires sur l'eutrophisation à celui des autres facteurs environnementaux (Fig. 1).
2. Décrire et analyser la dynamique des pesticides dans le bassin Adour-Garonne sur la période 2000-2010, en se focalisant sur plusieurs zones d'intérêt.
3. Proposer une nouvelle approche de contrôle visant à évaluer les effets globaux des phytosanitaires sur le fonctionnement des écosystèmes aquatiques.

3. Les phytosanitaires dans le Bassin Adour-Garonne

a. Phytosanitaires et pollution de l'eau

Si l'agriculture française a atteint des records de productivité, elle le doit en grande partie à une utilisation massive des engrais et des produits phytosanitaires. Les premiers permettent d'enrichir le sol en éléments nutritifs que les plantes vont ensuite mobiliser pour leur croissance. Les seconds les protègent contre les insectes, les animaux nuisibles, les mauvaises herbes et les maladies.

Le développement d'une production agricole à forts rendements, s'appuyant sur une utilisation massive des fertilisants et des phytosanitaires, a des conséquences directes sur la qualité des eaux superficielles et souterraines. Ces impacts sont de trois ordres :

- La contamination des eaux par les nitrates,
- L'eutrophisation provoquée par le phosphore,
- La contamination par les matières actives provenant des produits phytosanitaires.

Dans le Bassin Adour-Garonne, l'eutrophisation touche essentiellement la Charente, le Lot, l'Aveyron, le Tarn et les lacs de la côte aquitaine (Landes, Gironde).

En ce qui concerne les produits phytosanitaires, les premiers pesticides sont apparus sur le marché dans les années 1940. Leur utilisation a été multipliée par quatre dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle. La France est aujourd'hui le deuxième utilisateur de produits phytosanitaires dans le monde après les Etats-Unis. On estime que 80% des produits vendus en France sont utilisés par les agriculteurs, 10% sont utilisés par les particuliers, pour leurs jardins d'agrément et 10% par les collectivités (entretien des espaces verts et des voiries).

Regroupés aussi sous le terme générique de « pesticides », ils représentent une large gamme de produits destinés à protéger les cultures contre la concurrence des mauvaises herbes, des maladies (champignons, virus), des insectes, des limaces et des rongeurs. Ils contribuent ainsi à l'obtention de rendements élevés et réguliers.

Actuellement, on recense environ 800 « matières actives » présentes dans quelques 8000 produits homologués bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché délivrée par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Un produit phytosanitaire est autorisé pour un usage donné, c'est-à-dire pour une culture et une utilisation précise. Quelques 2700 usages sont aujourd'hui catalogués. A chaque usage correspondent des conditions d'emploi particulières qui portent sur la dose maximale autorisée, les délais d'emploi avant récolte, le nombre maximal d'applications, etc.

Depuis leur apparition, les produits phytosanitaires ont considérablement évolué. Les recherches ont notamment porté sur la mise au point de « matières actives » plus efficaces et mieux ciblées. L'évolution des connaissances et une meilleure prise en compte des problèmes environnementaux ont aussi conduit à l'interdiction de certaines matières actives qui, en leur temps, avaient pourtant été autorisées et très largement utilisées.

L'annexe 1 donne un tableau indicatif sur ces diverses molécules.

Ainsi, les insecticides organochlorés, qui provoquent des effets rémanents, comme le DDT, l'aldrine ou le dieldrine, sont désormais interdits en agriculture. Ils sont remplacés par des composés organophosphorés et des carbamates, qui sont plus toxiques mais n'ont pas d'effet rémanent. Depuis 1997, des restrictions sévères ont été imposées à l'emploi des herbicides comme l'atrazine, la simazine ou le diuron. Reste qu'en 1984, on trouvait encore des traces de DDT dans certains aliments, 20 ans après épandage.

Les produits phytosanitaires ne sont jamais entièrement utilisés par les plantes. On estime ainsi que 5% seulement de la dose de simazine épandue sur le maïs sont absorbés par la plante. Une fois répandues sur le sol, les molécules actives non utilisées par les plantes vont se diffuser et se disperser dans le milieu. Elles peuvent alors se volatiliser (passage à l'état gazeux). Elles peuvent aussi rester dans le sol et seront ensuite soit dégradées, soit entraînées vers les nappes souterraines par infiltration et atteindre le cours d'eau situé en aval de la zone d'épandage dans des délais relativement brefs.

L'eau apparaît bien comme un vecteur important, tant pour le transfert vers les eaux souterraines que pour celui vers les cours d'eau de surface. Lorsqu'une pluie survient juste après l'application d'un pesticide sur les cultures, des concentrations particulièrement élevées sont observées dans les cours d'eau situés à proximité immédiate. La relation de cause à effet entre utilisation de produits phytosanitaires et pollution de l'eau a été établie dès les années 1960. Des études menées aux Etats-Unis avaient en effet mis en évidence la toxicité directe des insecticides organo-chlorés pour les animaux aquatiques. Mais ce n'est que depuis quelques années que la présence de matières actives dans l'eau fait l'objet de recherches et de mesures systématiques.

En 1997 l'IFEN (Institut Français de l'Environnement) a réalisé un premier bilan des pesticides dans les eaux françaises, lequel montrait que près de « 50% des eaux de surface et 13% des eaux souterraines étaient affectées par une pollution excessive certaine ». Les bilans réalisés par la suite en 1998 et 1999 confirmaient largement ce premier constat. Cependant, ces résultats doivent être interprétés avec prudence. Ils révèlent un taux de pollution sur un échantillon de points de mesure forcément limité, dont la représentativité est toujours aléatoire.

Toutefois, même s'il est difficile d'évaluer le phénomène dans toute son ampleur, la pollution diffuse par les pesticides est un fait incontestable, et les bilans de l'IFEN ont sans nul doute contribué à accélérer la prise de conscience tant au niveau des pouvoirs publics que dans la profession agricole. Reste que les risques pour la santé humaine qui pourraient découler d'un tel phénomène demeurent difficiles à évaluer avec précision.

Avec 76 100 tonnes de matières actives commercialisées en 2004, la France est le 3^{ème} consommateur mondial de pesticides et le 1^{er} consommateur européen. Seulement, ces chiffres ne sont donnés que par l'UIPP.

b. Le cas du Bassin Adour-Garonne

En Adour-Garonne (FNE, 2006), des enquêtes menées auprès des acteurs non agricoles ont permis une estimation des quantités totales utilisées à l'échelle du bassin :

- 130 tonnes/an de glyphosate (dont 73 tonnes utilisées par les particuliers)
- 60 tonnes/an de diuron
- 50 tonnes/an d'aminotriazole.

A titre de comparaison, pour ces mêmes produits, les 227 000 ha de vignobles du territoire Adour-Garonne consommaient 110 tonnes/an de glyphosate, 92 tonnes/an de diuron et 147 tonnes/an d'aminotriazole (évaluation d'après une étude Cemagref datant de 1995).

Sur le Bassin Adour-Garonne, les taux les plus élevés de pesticides dans l'eau concernent les départements de grandes cultures : Pyrénées-Atlantiques, Haute-Garonne, Gers, Tarn et Garonne, Charente-Maritime et Charente. A l'inverse, les taux les plus faibles interviennent dans les zones d'élevages extensifs, en zone de piémont et de montagnes : Corrèze, Cantal et Aveyron.

Ainsi ce sont les pesticides qui sont principalement en cause dans le risque de non atteinte du bon état chimique des masses d'eau de cours d'eau (Fig. 2). Les résultats de mesures révèlent que 58% des points sont de bonne qualité, 32% de qualité moyenne et 10% de qualité médiocre ou mauvaise (évaluation très partielle).

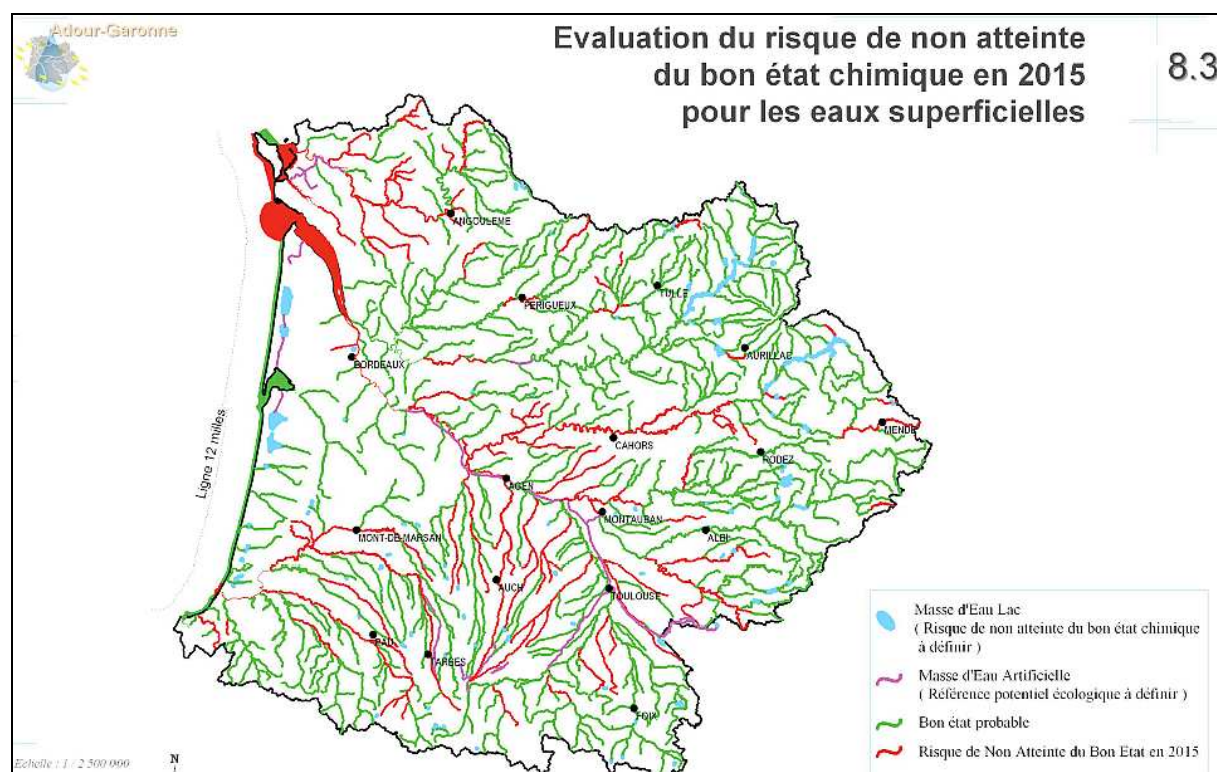


Figure 2. Produits sanitaires et Qualité de l'Eau. Horizon 2015. Ecobag, octobre 2006, L. Verdier (AEAG).

c. Trouver un indicateur ou une relation entre la pression des phytosanitaires et le compartiment des producteurs primaires.

L'étude proposée ici a pour objectif de confronter la pression liée à l'utilisation des pesticides par l'agriculture (Fig. 3), évaluée par un indicateur combinant l'assolement et le nombre moyen de passages de produits par culture, à une nouvelle carte de l'état d'eutrophisation des rivières (Fig. 4, donnant pour mémoire la carte éditée en 2001).

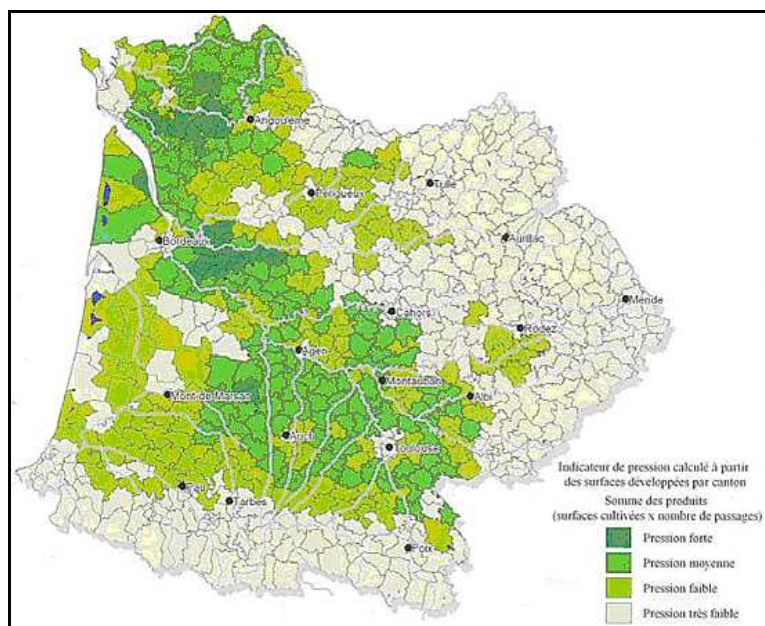


Figure 3. Principales zones à risque lié aux pesticides agricoles (FNE, 2006)

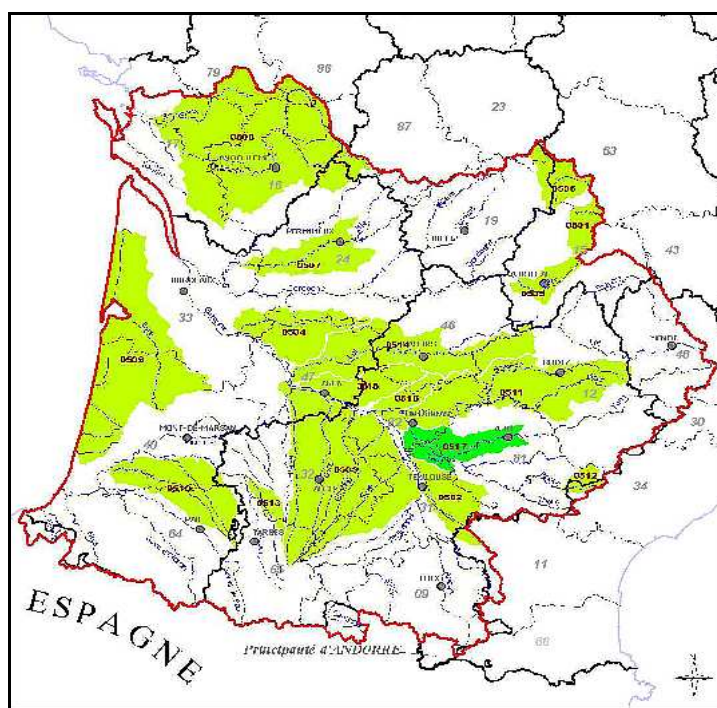


Figure 4. Carte zone eutrophisation, AEAG, 2001

Sources

"Les Pesticides dans les eaux de France", Office International de l'Eau (février 2002)
Courrier de l'environnement de l'INRA (N°31, août 1997)
Courrier de l'environnement de l'INRA (N°31, août 1997)
Courrier de l'environnement de l'INRA (N°31, août 1997) "Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement"
Courrier de l'environnement de l'INRA (N°37, août 1999)
Courrier de l'environnement de l'INRA (N°46, juin 2002)
Courrier de l'environnement de l'INRA (N°46, juin 2002)
IFEN "L'Environnement en France", édition 1999
Ministère de l'agriculture
SDAGE Adour-Garonne
www.environnement.gouv.fr
www.fertilisants.org

4. Méthodologie

a. Objectif 1 : effet potentiel des produits phytosanitaires sur les communautés de producteurs primaires des rivières du bassin AG

Données exploitées

Une liste indicative des facteurs environnementaux à considérer pour répondre à l'objectif est détaillée ci-dessous :

- Concentrations en chlorophylle *a*,
- Concentrations en molécules phytosanitaires dans l'eau,
- Concentrations en nutriments azotés et phosphorés dans l'eau,
- Données hydrométriques (débit moyen journalier, débit moyen hebdomadaire, etc.),
- Indicateurs saisonniers (température, mois).

Les données hydrométriques serviront d'indicateurs du degré de lessivage des pesticides dans les sols. Les indicateurs saisonniers permettront entre autres de tenir compte des variations dues aux usages anthropiques (épandages, etc.).

L'essentiel de la production phytoplanctonique et des épisodes d'eutrophisation a lieu durant la période estivale. Par conséquent, pour mettre en évidence un éventuel impact des produits phytosanitaires sur cette production, **seules les données comprises entre les mois de juin et septembre ont été sélectionnées pour les analyses.**

Le traitement des données se fera au moyen d'analyses statistiques multivariées. Ce type d'analyse requiert une gamme de données la plus étendue possible. Pour profiter du maximum de mesures des différents facteurs environnementaux, cette étude ne sera pas restreinte à des zones ou des périodes d'intérêt. C'est pourquoi l'ensemble des données disponibles dans les bases de données de l'Agence de l'Eau a été pris en compte.

Méthode d'analyse statistique

La Régression Linéaire Multiple (RLM) est le modèle le plus simple et le plus communément utilisé pour relier des variables explicatives ou « prédictors » (ici les facteurs environnementaux) à une variable à expliquer. Mais la RLM souffre de graves défauts:

- Incapacité à prendre en compte les données manquantes, ce qui conduit souvent à rejeter beaucoup d'observations incomplètes et pourtant contenant de l'information utile.
- Grande sensibilité à la colinéarité entre les variables explicatives.

- Indétermination lorsque le nombre d'observations est inférieur au nombre des variables explicatives, situation pourtant fréquemment rencontrée en pratique.

La régression PLS (Partial Least Squares) est une technique permettant de contourner ces obstacles (Höskuldsson, 1988). Elle peut être perçue comme une généralisation de la Régression Linéaire Multiple. La régression PLS crée, par des combinaisons linéaires des variables explicatives initiales, des facteurs dits « orthogonaux » (non corrélés). Elle informe ensuite de l'importance individuelle de ces facteurs pour prédire la variable à expliquer, minimisant ainsi l'effet de corrélation entre les variables initiales.

La régression PLS est la technique principale de modélisation prédictive dans les situations où les prédicteurs sont plus nombreux que les observations, fortement corrélés, et/ou avec de nombreuses données manquantes. Son champ d'application se développe rapidement dans tous les domaines (économie, médecine, psychologie, etc...). Il est à noter que la régression PLS est même utilisable sur des variables nominales (explicatives ou à expliquer).

Dans le cas de cette étude, les régressions PLS permettront d'obtenir une hiérarchisation des facteurs environnementaux dans l'explication de la variable à expliquer qui est la concentration en chlorophylle *a*. Il sera possible dévaluer l'effet indirect de ces facteurs en tenant compte de leurs interactions, comme par exemple l'effet du lessivage des sols lors de forts apports en pesticides.

Le logiciel SIMCA-P 9.0 (Umetrics AB, Umeå, Suède) sera utilisé pour traiter ces régressions.

b. Objectif 2 : dynamique des pesticides dans le bassin Adour-Garonne (2000-2010)

Données exploitées

La dynamique à long terme des concentrations en pesticides sera analysée sur les bassins versants suivants :

- Le Lot
- Le Tarn
- Le Gers
- La Garonne Moyenne

Les bassins concernés ont fait l'objet d'une discussion préalable avec l'Agence de l'Eau quant à leur pertinence.

Le suivi régulier des concentrations en molécules phytosanitaires dans le bassin Adour-Garonne a débuté à partir de l'année 1997. La première étape pour répondre à l'objectif a consisté à sélectionner des stations d'échantillonnage de manière à disposer d'un jeu de

données qui s'étale sur toute cette période, ce jeu de données incluant les facteurs environnementaux décrits dans la méthodologie propre à l'objectif 1. De même que pour l'objectif 1, seules les données comprises entre les mois de juin et septembre ont été sélectionnées pour les analyses.

Méthode d'analyse statistique

En supplément à l'analyse descriptive précédente, des analyses de redondance (RDA), similaires aux analyses canoniques des correspondances (CCA), ont été faites pour étudier la relation entre les concentrations en pesticides et les différents facteurs environnementaux. Pour chaque analyse RDA, deux indices sont données pour interpréter ces analyses : les « marginal effects » et les « conditional effects ». Les « marginal effects » sont la part qu'expliquent chaque facteur environnemental dans la variance totale des concentrations en produits, sans tenir compte des corrélations qu'il existe entre eux. Ainsi deux facteurs ayant une forte influence sur les concentrations en produits et par ailleurs fortement corrélés entre eux auront un marginal effect fort. Les « conditional effects » sont équivalents aux marginal effects, mais à chaque fois qu'un facteur est sélectionné dans le modèle, sa part de variabilité sur tous les suivants est déduite. Ainsi, si deux facteurs ont une forte influence sur les concentrations en produits et qu'ils sont fortement corrélés entre eux, le premier aura un conditional effect fort et le deuxième très faible. Dans les tableaux, les facteurs environnementaux sont listés en fonction de leur eigenvalue (valeur propre, notée Lambda). La somme de toutes les eigenvalues donne la part de la variance totale expliquée par ces facteurs. Les facteurs dont la valeur de P du test de permutation de Monte Carlo est inférieure à 0,05 sont significatifs dans l'explication des variables testées (ici les concentrations en pesticides). Les autres ne figurent pas sur les diagrammes 2D.

Des représentations graphiques de moyennes estivales seront utilisées pour appuyer la description de la dynamique des pesticides dans les différentes zones d'études.

c. Zone concernée par l'étude

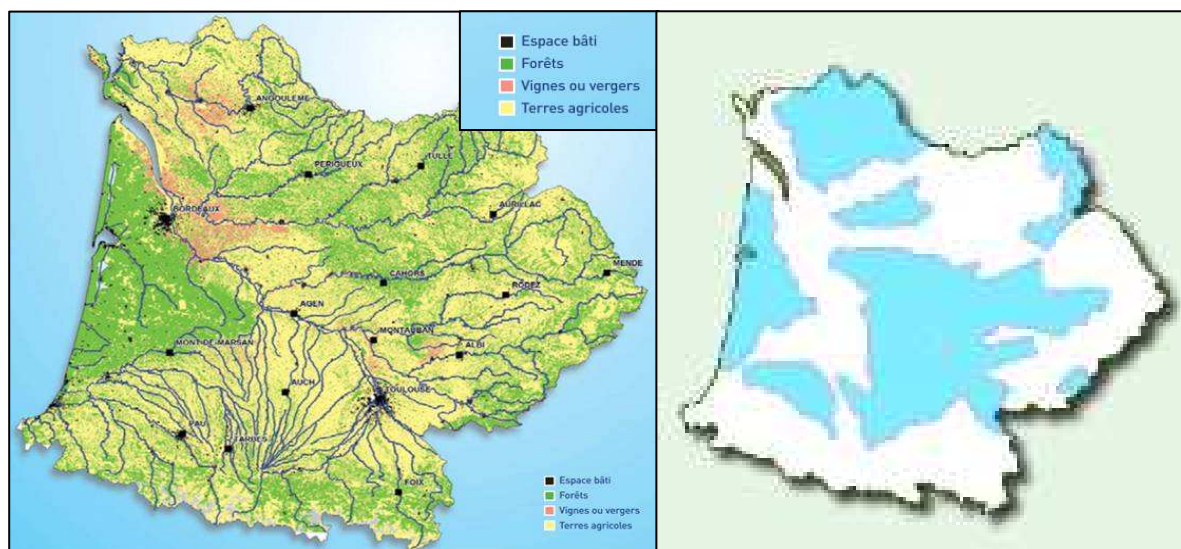


Figure 5. Le bassin Adour-Garonne et les zones sensibles à l'eutrophisation.

Les données prises en considération sont les suivantes:

- La carte des zones sensibles à l'eutrophisation (Fig. 5, on peut identifier 6 zones)
- La carte du réseau RCS (cf. annexe) et ses 347 points de contrôle
- La carte d'indicateur de pression relative d'utilisation des phytosanitaires (Fig. 6)
- Les indices biologiques de qualité tels que l'IBD, l'IBGN et l'IBMR (ex. Fig. 7)

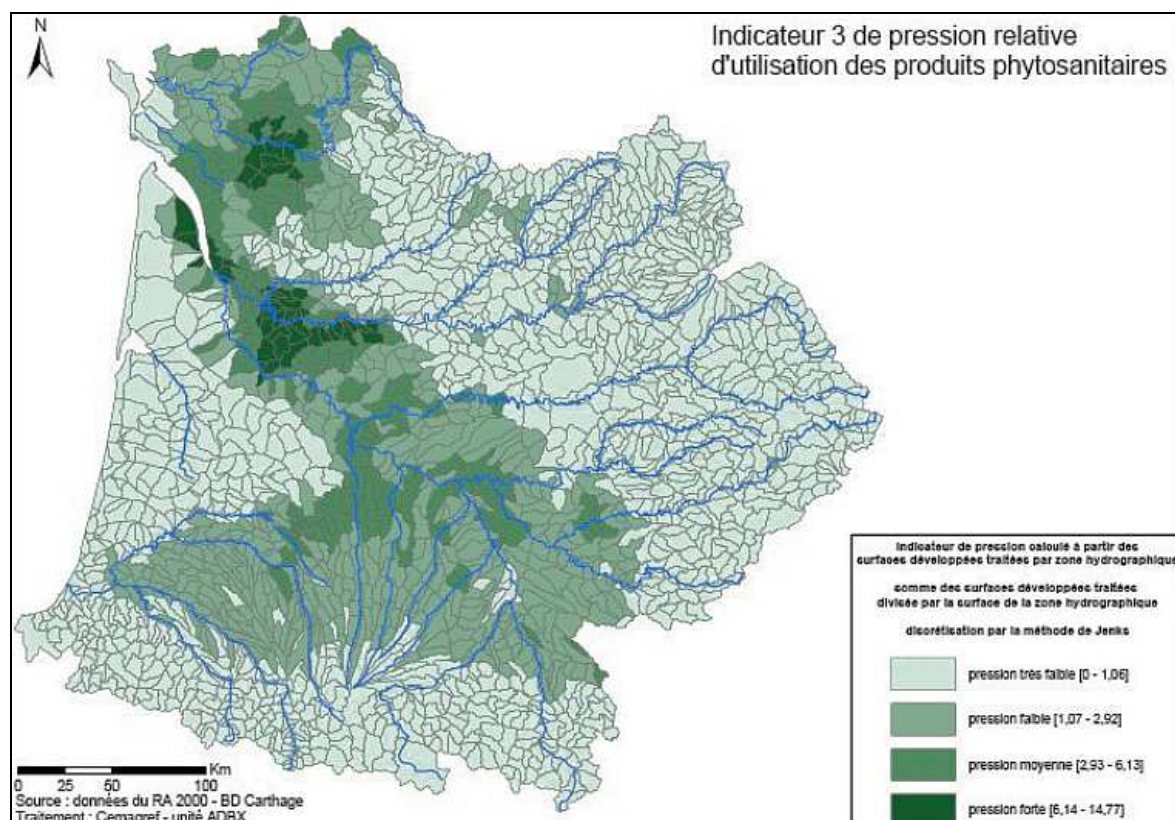


Figure 6. Indicateur de pression calculée à partir des surfaces développées traitées par zone hydrographique (étude Cemagref, 2006).

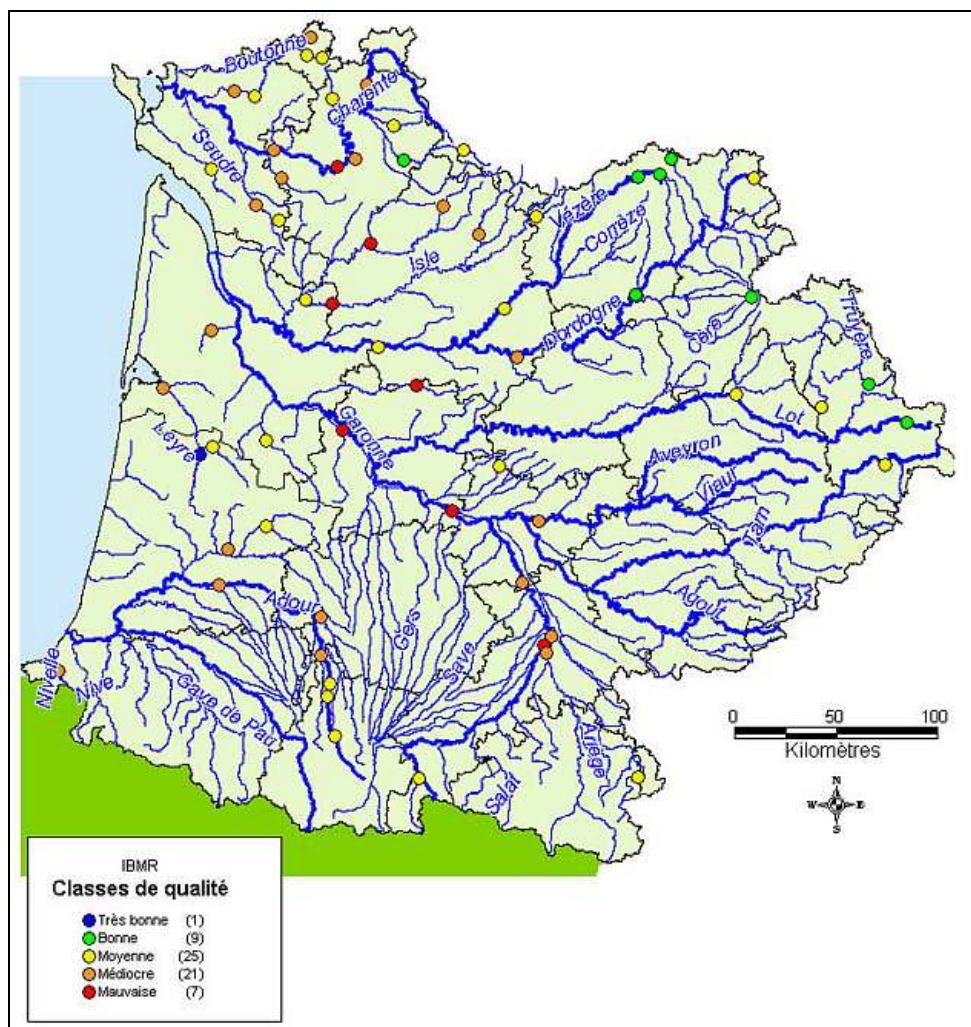


Figure 7. Indice macrophytes IBMR

d. Période étudiée

1997-2010 (du début des suivis réguliers des pesticides dans le bassin à nos jours).

Pour l'étude de l'impact des phytosanitaires sur la chlorophylle *a*, l'ensemble des données disponibles (dates et stations confondues) a été considérée sur la plus grande période possible (prise en compte des données les plus anciennes mesurées sur le réseau).

5. Résultats

Les résultats associés au projet BAG-PHYTOSAN sont essentiellement orientés sur la chlorophylle *a* en tant que marqueur de l'eutrophisation, sur les apports en nutriments d'origine agricole et sur la présence de molécules phytosanitaires. Les différents résultats obtenus par les analyses statistiques seront présentés selon l'organisation suivante :

- Evaluation de l'impact global des pesticides sur l'indicateur d'eutrophisation,
- Classement éventuel des molécules phytosanitaires selon l'importance de leur impact,
- Hiérarchisation des facteurs anthropiques ou naturels en fonction de leur impact sur l'indicateur d'eutrophisation,
- Etude comparative de l'évolution temporelle des concentrations en pesticides et de la concentration en chlorophylle *a* sur la période 1997-2010.

Les différentes analyses statistiques présentées dans ce rapport n'ont pu être réalisées que lorsque les données relatives aux concentrations de produits phytosanitaires dans les rivières étaient disponibles en quantité suffisante. La figure 8 montre une claire inégalité de la fréquence de suivi des pesticides entre les bassins versants et entre les différentes molécules, avec des mesures parfois très occasionnelles. De plus, les faibles concentrations en pesticides, associées à une faible sensibilité des appareils de mesure impliquent une grande dominance de valeurs mesurées nulles. Dans la majorité des cas, la quantité de données n'est donc pas suffisante pour effectuer un traitement statistique pertinent. Pour traiter la problématique de cette étude, il a donc été nécessaire de faire au préalable une sélection des rivières et des molécules présentant suffisamment de données pour faire l'objet des analyses statistiques.

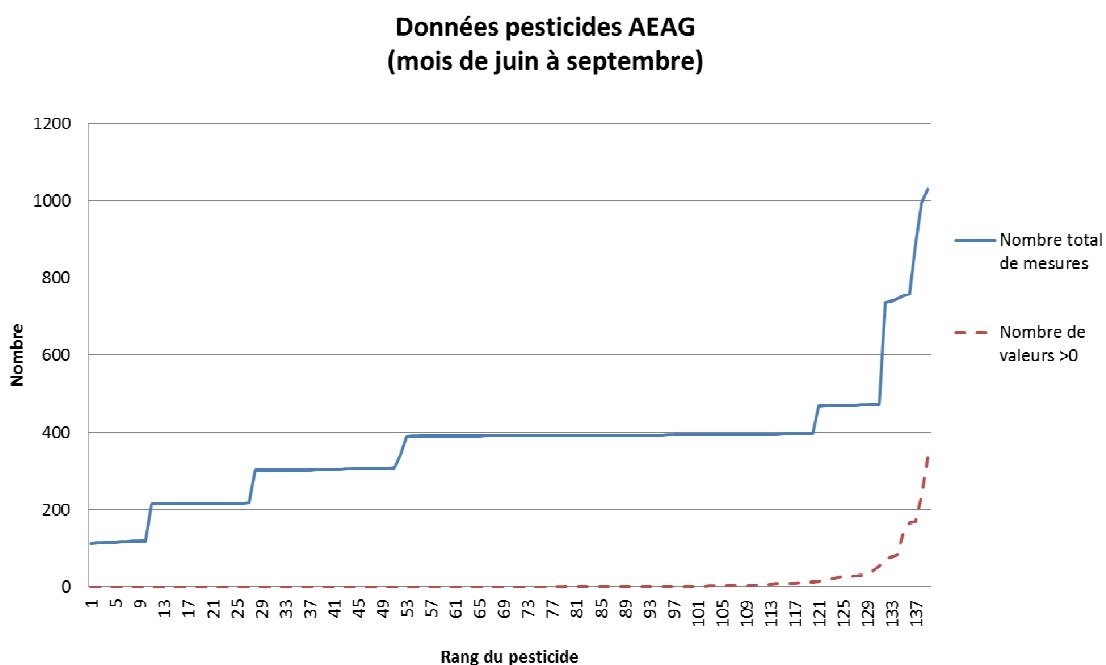


Figure 8 : Données de mesures en pesticides sur les périodes estivales (juin-septembre) fournies par l'AEAG, entre 1997 et 2009.

Tableau 1 : Nombre de mesures en pesticides sur les périodes estivales (juin-septembre) fournies par l'AEAG, entre 1997 et 2009. Les cases vides signifient « moins de 4 valeurs ».

	Adour	Aveyron	Charente	Dadou	Garonne	Lot	Save	Tarn
Nombre total de dates incluant des mesures de concentrations en pesticides	186	86	74	10	313	130	35	124

	Adour	Aveyron	Charente	Dadou	Garonne	Lot	Save	Tarn
2,4,5,T					8			
2,4-D					7			
2,4-MCPA					20			
Acétochlore	16	6	8				14	
Acionifen								
Alachlore								
Aldicarbe								
Aldrine								
Aminotriazole								5
AMPA	26	11	16	4	29	10	10	15
Asulame								
Atrazine	91	33	21		115	13	11	37
Atrazine déséthyl	70	16	44		52	7	13	16
Azoxystrobine								
Benoxacor								
Bentazone	15	9	8		15		12	5
Biphényle								
Bromacil								
Bromoxynil								
Bromoxynil octano								
Cadusaphos								
Captane								
Carbaryl								
Carbendazime								
Carbofuran								
Chlorfenvinphos								
Chlormephos								
Chlorothalonil								
Chlorprophame								
Chlorpyrifos								
Chlortoluron	4							
Clomazone								
Clopyralid								
Cyanazine								
Cyfluthrine								
Cymoxanil								
Cyproconazole								
Cyprodinil								
DDD 24'								
Deltaméthrine								
Dicamba								
Dichloroprop-P								
Dichlorovos								
Dichloroprop								
Dieldrine								
Diflufénicanil								
Diméthénamide	13				9			
Dimethoate								
Diméthomorphe								
Dinocap								
Dinoterbe	7				5			
Diquat								
Diuron	25	9	13		69	13		31
Endosulfan								
Endrine								
Epoxiconazole								
Ethofumesate								
Ethoprophos								
Fenbutatin Oxydef								
Fenitrothion								
Fénoxicarbe								
Fenpropathrin								
Fenpropidine								
Fenpropimorphe								
Fenthion								
Fludioxonil								
Flumioxazine								
Fluquinconazole								
Fluroxypyr								
Fluzilazole								

Tableau 1 (suite)

	Adour	Aveyron	Charente	Dadou	Garonne	Lot	Save	Tarn
Folpel								
Formeténate								
Foséthyl-Aluminium								
Glufosinate								
Heptachlore								
Hexaconazole								
Hydroxyterbuthylazine								
Imazabéthabenz								
Imidaclopride								
Ioxynil								
Iprodione								
Isodrine								
Isoproturon								
Kresoxim Méthyl								
Lambda-cyhalothrine								
Lindane	7				11			5
Linuron								
Mancozebe								
Mécoprop				6	8			
Metadathion								
Métalaxyl								
Métaldéhyde	6							
Metamitron								
Métazachlore								
Méthabenzthiazuron								
Méthamidophos								
Méthomyl								
Métolachlore	35	11	9	5	43	7	20	11
Molinate								
Monolinuron								
Napropamide								
Nicosulfuron	4							
Norflurazon								
Omethoate								
Oryzalin								
Oxadiazon								
Oxadixyl								
Oxy-Demeton-Méthyl								
Paraquat								
Parathion Ethyl								
Parathion Methyl								
Pendiméthaline								
Phoxime								
Proctmidone								
Propargite								
Propyzamide								
Pyrazone								
Pyridate								
Pyrifénol								
Pyrimethanil								
Rimsulfuron								
Simazine	18	12			20			13
Sulcotrione								
Sulfosate	12		7		10			6
Tébuconazole			5				5	
Tebufenozide								
Tébutame					7			
Terbufos								
Terbuthylazine								
Terbuthylazinedéséthyl								
Tetraconazole								
Tolyfluanide								
Triadimefon								
Trichlorfon								
Triclopyr								
Trifluraline							4	
Vamidothion								
Vinclozoline								
Zirame	4				5			

1^{ère} étape de l'analyse

Pour les raisons évoquées plus haut, les analyses de type PLS n'ont pu être traitées que sur certaines rivières (Adour, Aveyron, Charente, Garonne, Lot, Save, Tarn) et sur 3 à 18 pesticides selon les cas.

Pour la majorité des cours d'eau, la biomasse algale estivale semble essentiellement contrôlée par des facteurs saisonniers (tels que la température ou le débit) et les concentrations en nutriments. Cependant, dans certains cas, une influence significative de certains pesticides est constatée.

Dans l'Adour, le ***lindane*** et la ***simazine*** montrent un effet significatif sur la concentration en chlorophylle *a*. Cet effet est par contre positif, contrairement à ce qui est attendu. L'utilisation de ces deux produits ayant été interdite respectivement en 1998 et 2003 (Annexe I), les plus grandes concentrations enregistrées correspondent aux années 1997 à 1999. Or, après consultation des données, ces années correspondent également aux plus fortes biomasses algales mesurées. Le résultat obtenu peut donc être dû à une simple coïncidence.

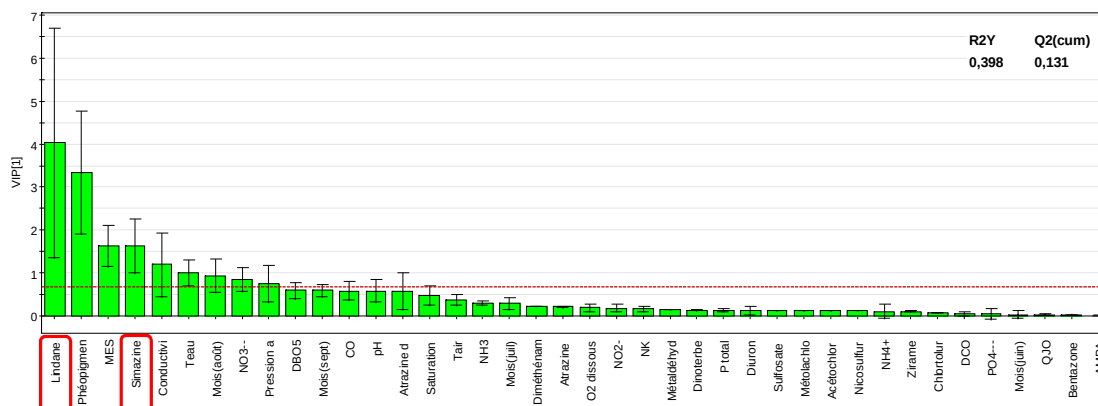
De même, dans le Tarn, l'***aminotrazole*** montre un effet positif et presque significatif sur la concentration en chlorophylle *a*. Etant donné le faible nombre de données supérieures à 0 utilisées dans l'analyse (tableau 1), ce résultat ne peut être pour l'instant concluant.

En revanche, dans la Garonne, le ***mécoprop*** et le ***tébutame*** montrent un effet négatif significatif sur la concentration en chlorophylle *a*. Le **2,4 MCPA** montre un effet négatif très proche de la significativité. Le faible nombre de données exploitables pour ces 3 molécules (tableau 1) ne permet cependant pas d'avancer plus de conclusions. Un suivi de ces molécules dans la Garonne ne peut être que recommandé pour la suite.

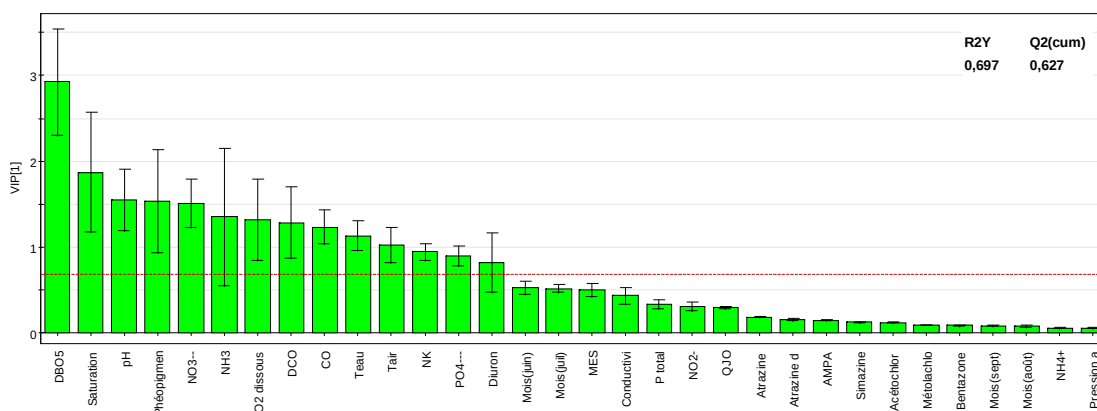
Variable Importance Parameter



ADOUR



AVEYRON



CHARENTE

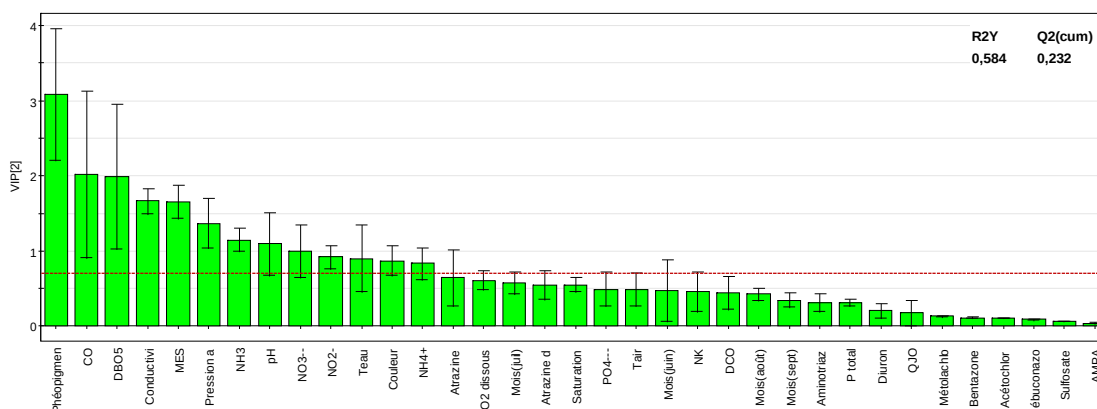
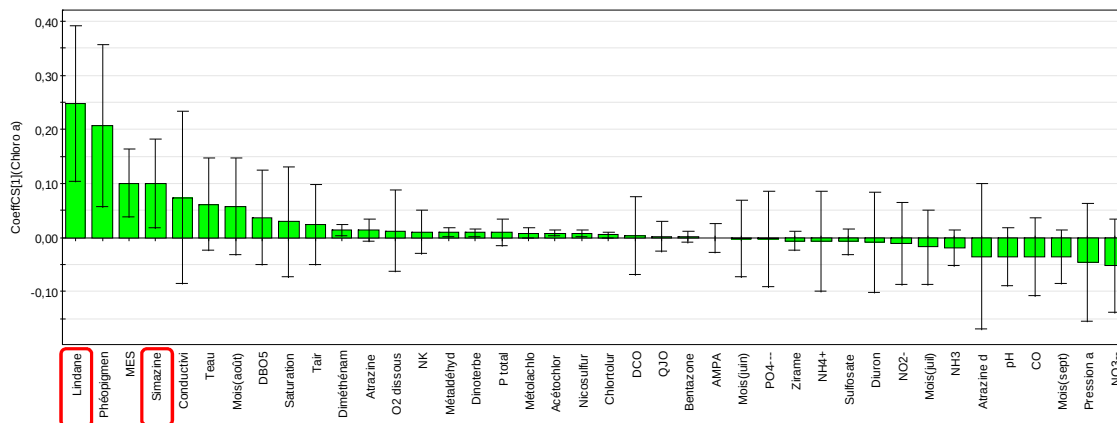


Figure 9 : Résultats de régressions multiples de type PLS ayant pour variable expliquée la chlorophylle a (relative à la biomasse phytoplanctonique) et pour variables prédictrices divers facteurs biotiques et abiotiques, ainsi que des concentrations en pesticides dans le milieu. Les pesticides pour lesquels les valeurs minimales des intervalles de confiance des VIP (paramètre d'importance de la variable) sont supérieures à 0,7 et pour lesquels l'intervalle de confiance du coefficient est compris au-delà ou en deçà de 0 ont un effet significatif sur la chlorophylle a.

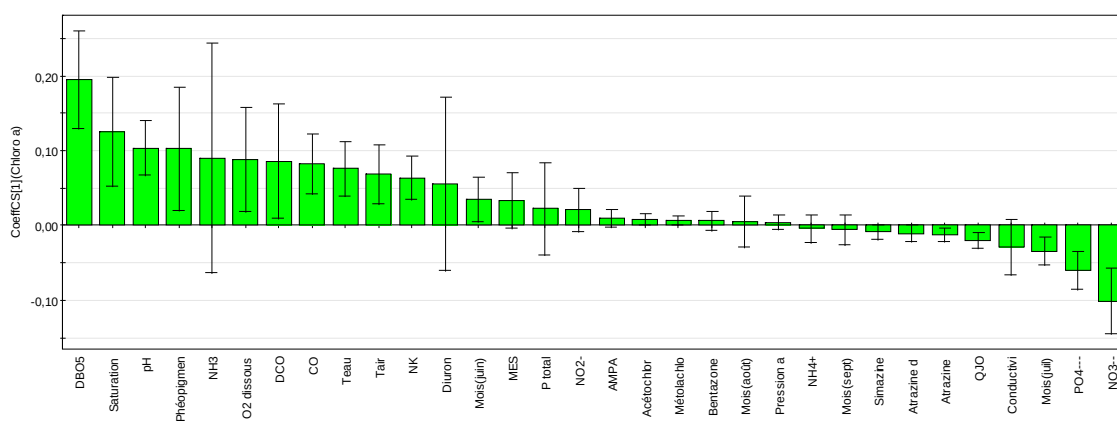
Coefficient



ADOUR



AVEYRON



CHARENTE

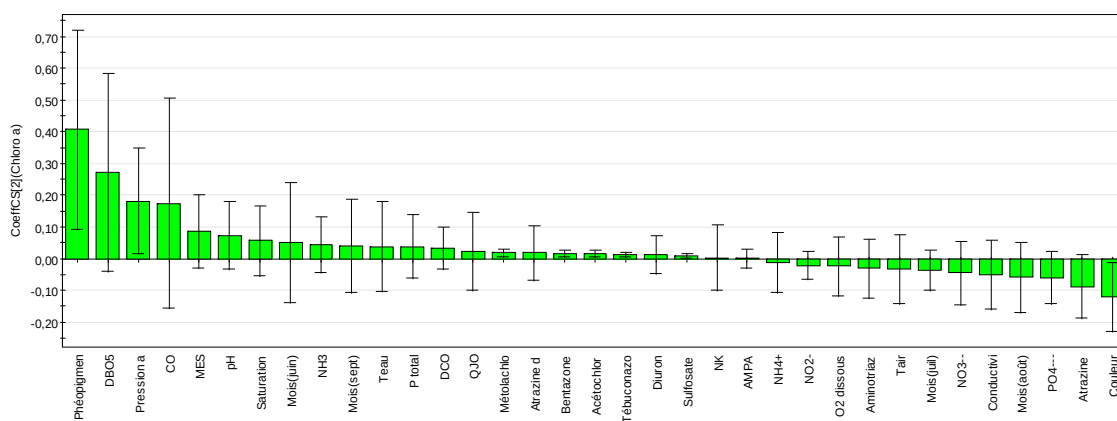
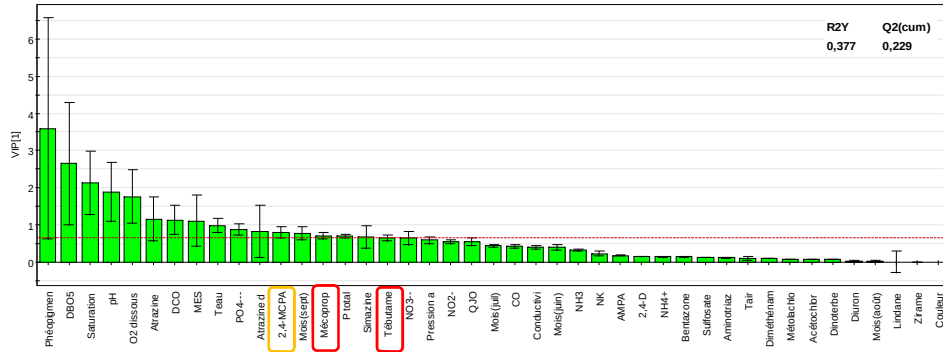


Figure 9 (suite)

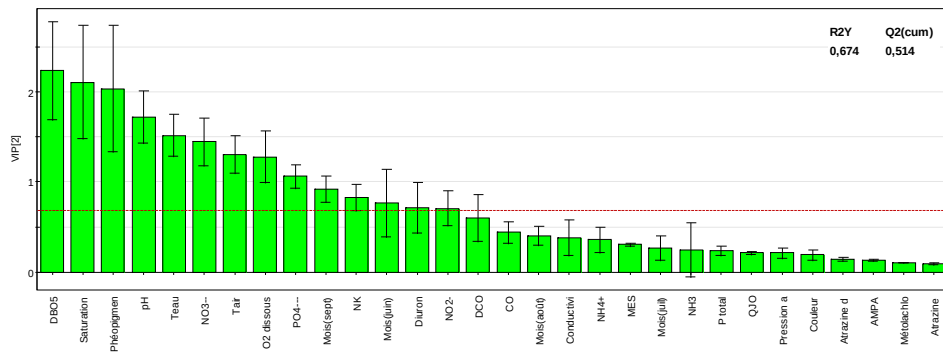
Variable Importance Parameter



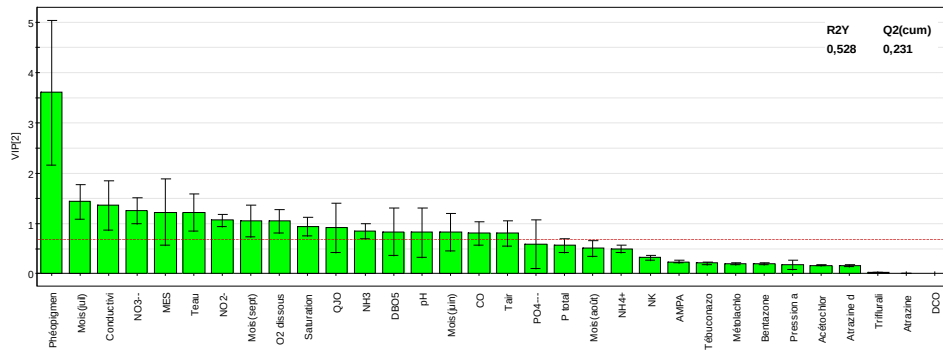
GARONNE



LOT



SAVE



TARN

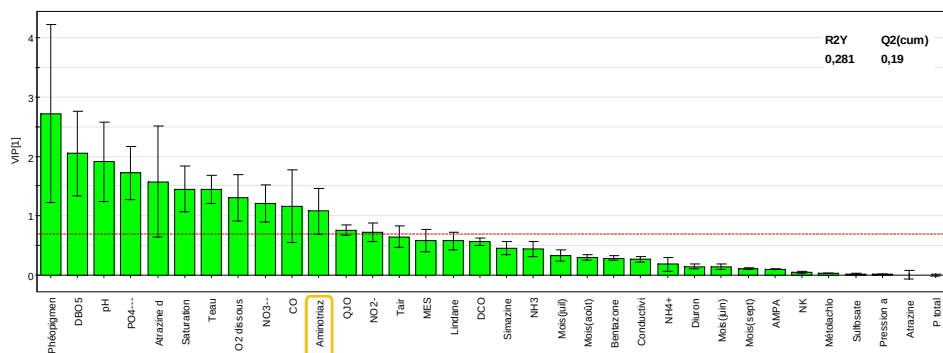
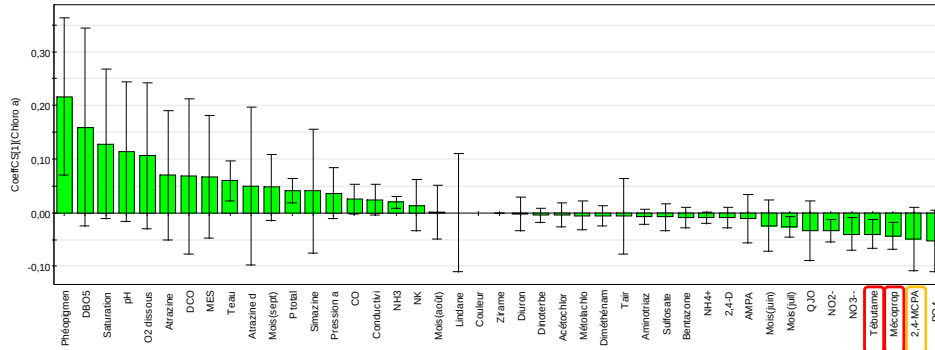


Figure 9 (suite)

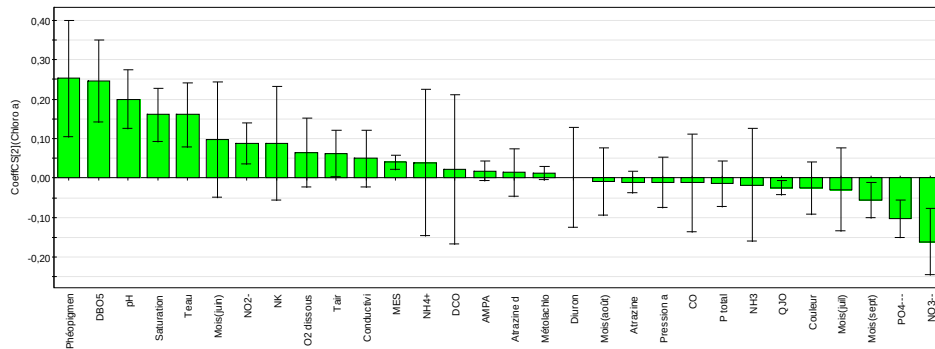
Coefficient



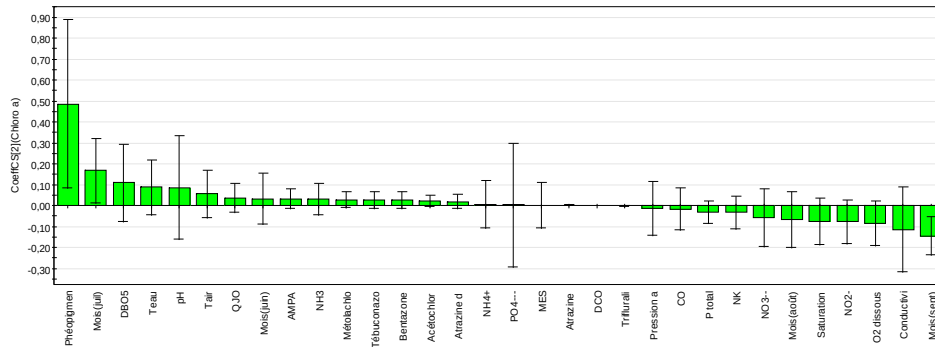
GARONNE



LOT



SAVE



TARN

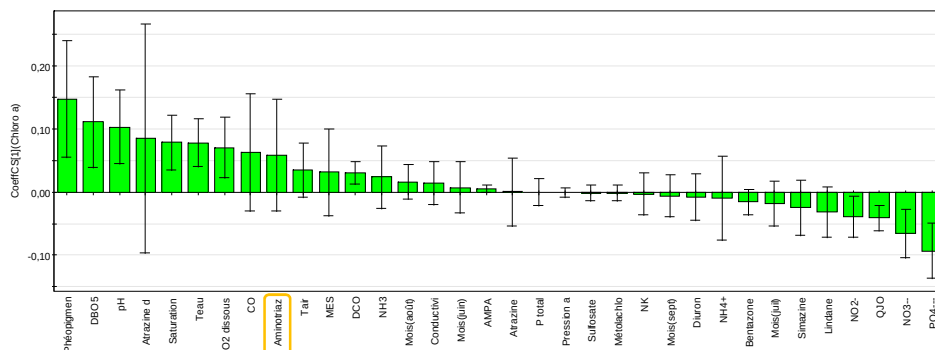


Figure 9 (suite)

2^{ème} étape de l'analyse

Sur l'ensemble des analyses RDA présentées, l'axe 1, expliquant la majorité des concentrations en pesticides (Fig. 10, voir le % cumulatif de la variance de relations espèces-environnement expliqué), est essentiellement corrélé au débit (QJM) puis à la concentration en nitrates (Fig. 11). Les valeurs de Lambda des Conditional Effects montrent clairement l'effet dominant de ces deux facteurs sur les autres dans l'explication des concentrations en pesticides, avec quelques spécificités pour chaque cours d'eaux. Dans la Garonne, la forte contribution de la concentration en phéopigments semble être le fait d'un artefact. La concentration en nitrates y étant fortement corrélée et étant fortement explicative (Fig. 11, voir les Marginal Effects), c'est l'influence de cette dernière qui est représentée par celle des phéopigments dans les valeurs des Marginal Effects.

De manière générale, sur l'ensemble des analyses, les concentrations en **simazine**, l'**atrazine**, en **diuron** et en **trifluraline** ont une disposition différente des autres pesticides. Elles sont plutôt corrélées aux concentrations en nitrates, qu'aux valeurs de débits, alors que les concentrations des autres pesticides sont plutôt corrélées aux valeurs de débits ou sans affinité particulière suivant les jeux de données.

Les profils temporels des concentrations estivales en pesticides (Fig. 11) montrent des tendances similaires entre les rivières. Les concentrations en atrazine, interdit à l'utilisation depuis 2003, montrent une diminution très claire suite à son interdiction. Elles avoisinent le seuil zéro depuis les années 2003 à 2006 selon les rivières. Dans l'Aveyron cependant, des concentrations positives sont encore observées en 2008 et 2009.

Si les concentrations en simazine, définitivement interdite à l'utilisation en 2003, diminuent progressivement jusqu'à disparaître à partir de 2003 dans l'Adour, l'Aveyron, la Garonne et le Tarn, des valeurs positives et non négligeables sont occasionnellement observées par la suite dans l'Aveyron et dans le Tarn.

Le lindane, interdit depuis 1998, voit ses concentrations diminuer progressivement jusqu'à disparaître à partir de 2001 dans l'Adour, la Garonne et le Tarn.

Les concentrations en diuron et en aminotriazole n'ont pas montré de tendance claire sur la période étudiée.

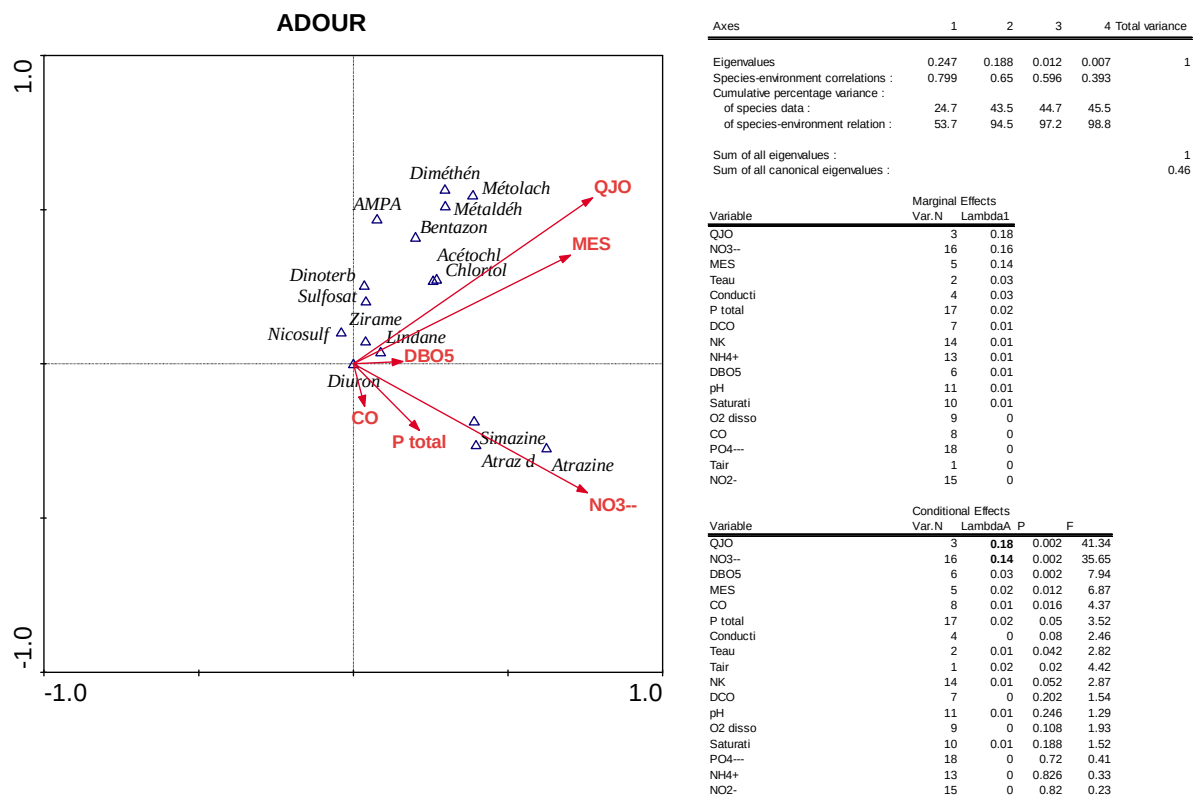
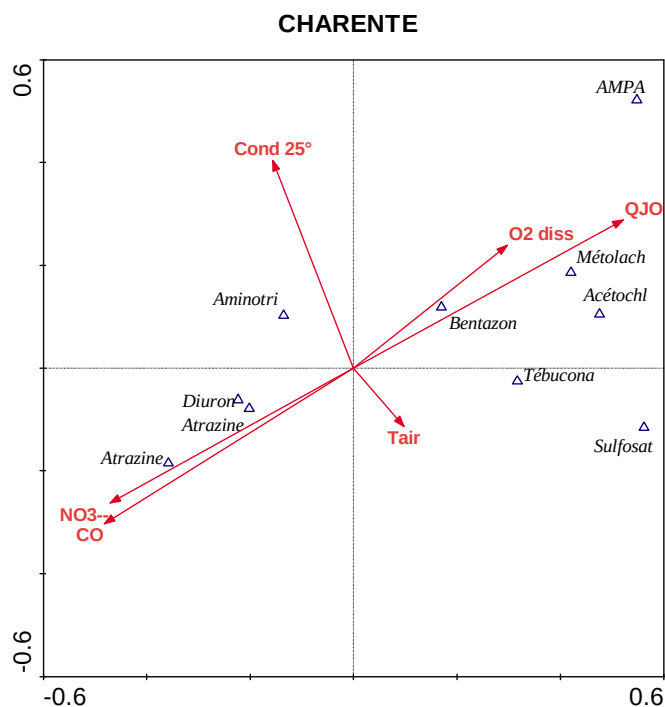


Figure 10 : Diagrammes et résultats des analyses de RDA (Redundancy analysis, axes 1 et 2) montrant la distribution des concentrations en pesticides en fonction des facteurs environnementaux dans différents cours d'eaux.

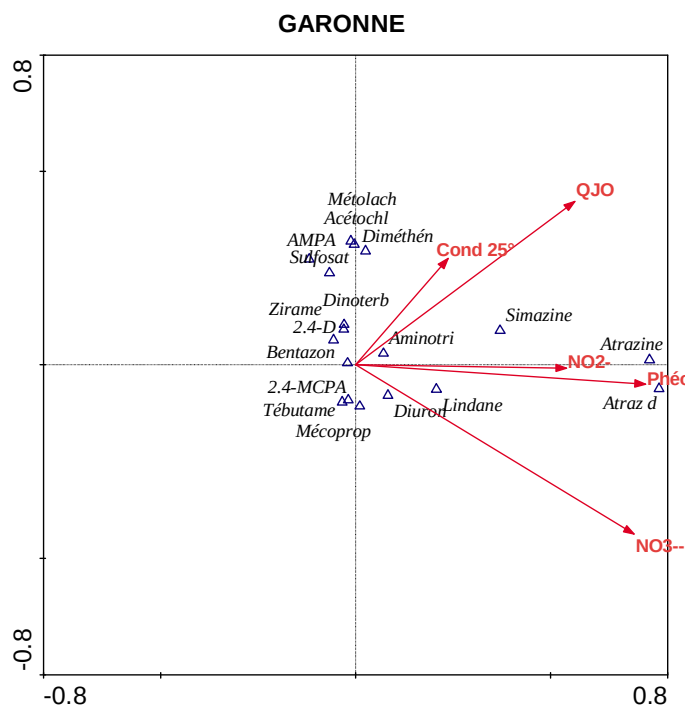


Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.302	0.073	0.031	0.01	1
Species-environment correlations :	0.676	0.6	0.757	0.57	
Cumulative percentage variance :					
of species data :	30.2	37.5	40.6	41.6	
of species-environment relation :	71.7	88.9	96.3	98.8	

Sum of all eigenvalues : 1
Sum of all canonical eigenvalues : 0.422

Marginal Effects		
Variable	Var.N	Lambda1
QJO	3	0.08
CO	10	0.07
NO3--	18	0.07
Phéopig	5	0.04
O2 diss	11	0.03
NK	16	0.03
Sat O2	12	0.02
Cond 25°	6	0.02
MES	7	0.02
DBO5	8	0.01
pH	13	0.01
Tair	1	0.01
Chloro a	4	0.01
Teau	2	0.01
P total	19	0
NO2-	17	0

Conditional Effects				
Variable	Var.N	LambdaA	P	F
QJO	3	0.08	0.02	6.26
NO3--	18	0.07	0.002	5.67
O2 diss	11	0.05	0.018	4.6
Cond 25°	6	0.06	0.024	5.04
Tair	1	0.05	0.02	5.29
CO	10	0.03	0.05	3.26
Phéopig	5	0.02	0.08	2.18
NO2-	17	0.01	0.128	1.18
Teau	2	0.01	0.296	1.08
NK	16	0.01	0.24	0.98
MES	7	0.01	0.356	0.89
pH	13	0.01	0.222	0.95
Sat O2	12	0.01	0.55	0.56
Chloro a	4	0	0.548	0.33
P total	19	0	0.884	0.1
DBO5	8	0	0.964	0.09



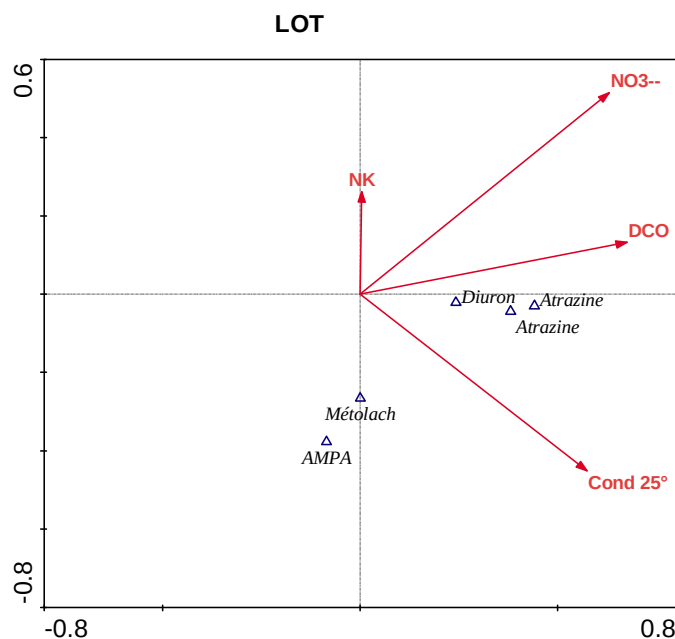
Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.335	0.021	0.005	0.001	1
Species-environment correlations :	0.778	0.384	0.176	0.144	
Cumulative percentage variance :					
of species data :	33.5	35.5	36	36.1	
of species-environment relation :	92.3	97.9	99.2	99.6	

Sum of all eigenvalues : 1
Sum of all canonical eigenvalues : 0.363

Marginal Effects		
Variable	Var.N	Lambda1
Phéopig	5	0.18
NO3--	18	0.17
QJO	3	0.1
NO2-	17	0.09
CO	10	0.03
Cond 25°	6	0.02
Chloro a	4	0.01
DBO5	8	0.01
pH	13	0
O2 diss	11	0
Sat O2	12	0
P total	19	0
MES	7	0
Teau	2	0
NK	16	0
DCO	9	0
Tair	1	0
NH4+	15	0
PO4--	20	0

Conditional Effects				
Variable	Var.N	LambdaA	P	F
Phéopig	5	0.18	0.002	67.37
QJO	3	0.1	0.002	45.3
NO2-	17	0.03	0.012	13.19
NO3--	18	0.02	0.002	8.12
Cond 25°	6	0.01	0.026	3.59
CO	10	0	0.122	1.65
Chloro a	4	0	0.114	1.29
P total	19	0.01	0.196	1.04
O2 diss	11	0	0.374	0.96
pH	13	0	0.23	1.37
Teau	2	0	0.188	1.64
Sat O2	12	0.01	0.17	1.19
Tair	1	0	0.582	0.63
DCO	9	0	0.436	0.61
MES	7	0	0.576	0.32
PO4--	20	0	0.378	0.41
DBO5	8	0	0.754	0.37
NK	16	0	0.892	0.2
NH4+	15	0	0.93	0.1

Figure 10 (suite)

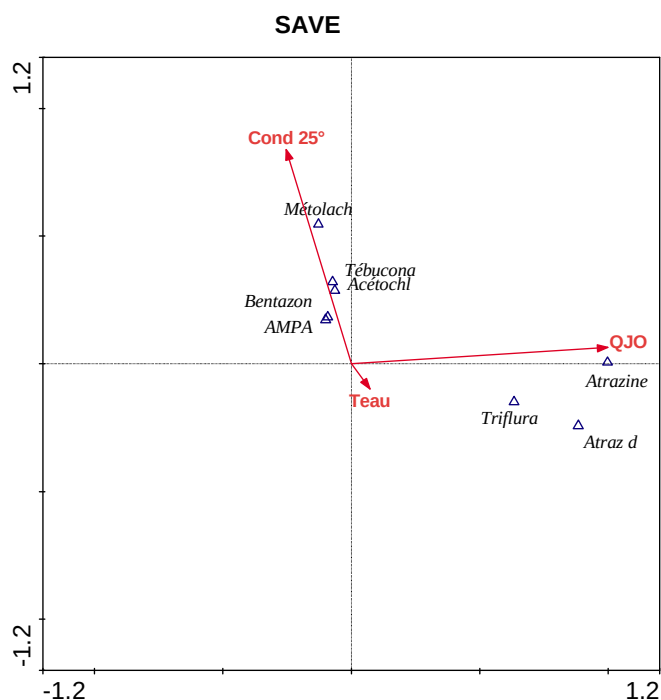


Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.186	0.078	0.009	0.008	1
Species-environment correlations :	0.568	0.54	0.388	0.304	
Cumulative percentage variance :					
of species data :	18.6	26.3	27.2	28	
of species-environment relation :	65.9	93.5	96.6	99.4	

Sum of all eigenvalues : 1
Sum of all canonical eigenvalues : 0.282

Variable	Marginal Effects	
	Var.N	Lambda1
NO3--	18	0.06
DCO	9	0.05
Cond 25°	6	0.05
CO	10	0.04
Phéopig	5	0.03
DBO5	8	0.02
Teau	2	0.02
P total	19	0.02
Tair	1	0.02
Chloro a	4	0.01
MES	7	0.01
pH	13	0.01
NK	16	0
O2 diss	11	0
QJO	3	0
Sat O2	12	0

Variable	Conditional Effects			
	Var.N	LambdaA	P	F
NO3--	18	0.06	0.002	7.94
Cond 25°	6	0.04	0.002	5.57
DCO	9	0.03	0.038	4.71
NK	16	0.03	0.03	4.78
P total	19	0.02	0.056	3.07
pH	13	0.02	0.062	2.25
Tair	1	0.03	0.018	4.35
CO	10	0.01	0.116	1.93
Phéopig	5	0.01	0.078	2.47
QJO	3	0.01	0.19	1.42
DBO5	8	0.01	0.562	0.65
Teau	2	0	0.494	0.85
O2 diss	11	0	0.542	0.67
Chloro a	4	0.01	0.372	0.85
Sat O2	12	0	0.924	0.19
MES	7	0	0.958	0.06



Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0.934	0.018	0.006	0.002	1
Species-environment correlations :	0.998	0.824	0.564	0.498	
Cumulative percentage variance :					
of species data :	93.4	95.2	95.8	96.1	
of species-environment relation :	97	98.9	99.5	99.8	

Sum of all eigenvalues : 1
Sum of all canonical eigenvalues : 0.963

Variable	Marginal Effects	
	Var.N	Lambda1
QJO	3	0.93
pH	13	0.08
Sat O2	12	0.07
O2 diss	11	0.07
Cond 25°	6	0.07
CO	10	0.02
MES	7	0.02
NO3--	18	0.01
NO2-	17	0.01
NK	16	0.01
Teau	2	0.01
Phéopig	5	0.01
Tair	1	0
DBO5	8	0
Chloro a	4	0

Variable	Conditional Effects			
	Var.N	LambdaA	P	F
QJO	3	0.93	0.002	415.89
Cond 25°	6	0.01	0.004	5.17
Teau	2	0	0.034	3.48
NO2-	17	0.01	0.076	3.13
DBO5	8	0	0.06	2.9
Sat O2	12	0.01	0.134	1.78
Phéopig	5	0	0.198	1.26
NK	16	0	0.458	0.58
pH	13	0	0.582	0.5
Tair	1	0	0.812	0.35
MES	7	0	0.752	0.38
CO	10	0	0.652	0.4
O2 diss	11	0	0.886	0.26
Chloro a	4	0	0.954	0.15
NO3--	18	0	0.938	0.11

Figure 10 (suite)

ADOUR

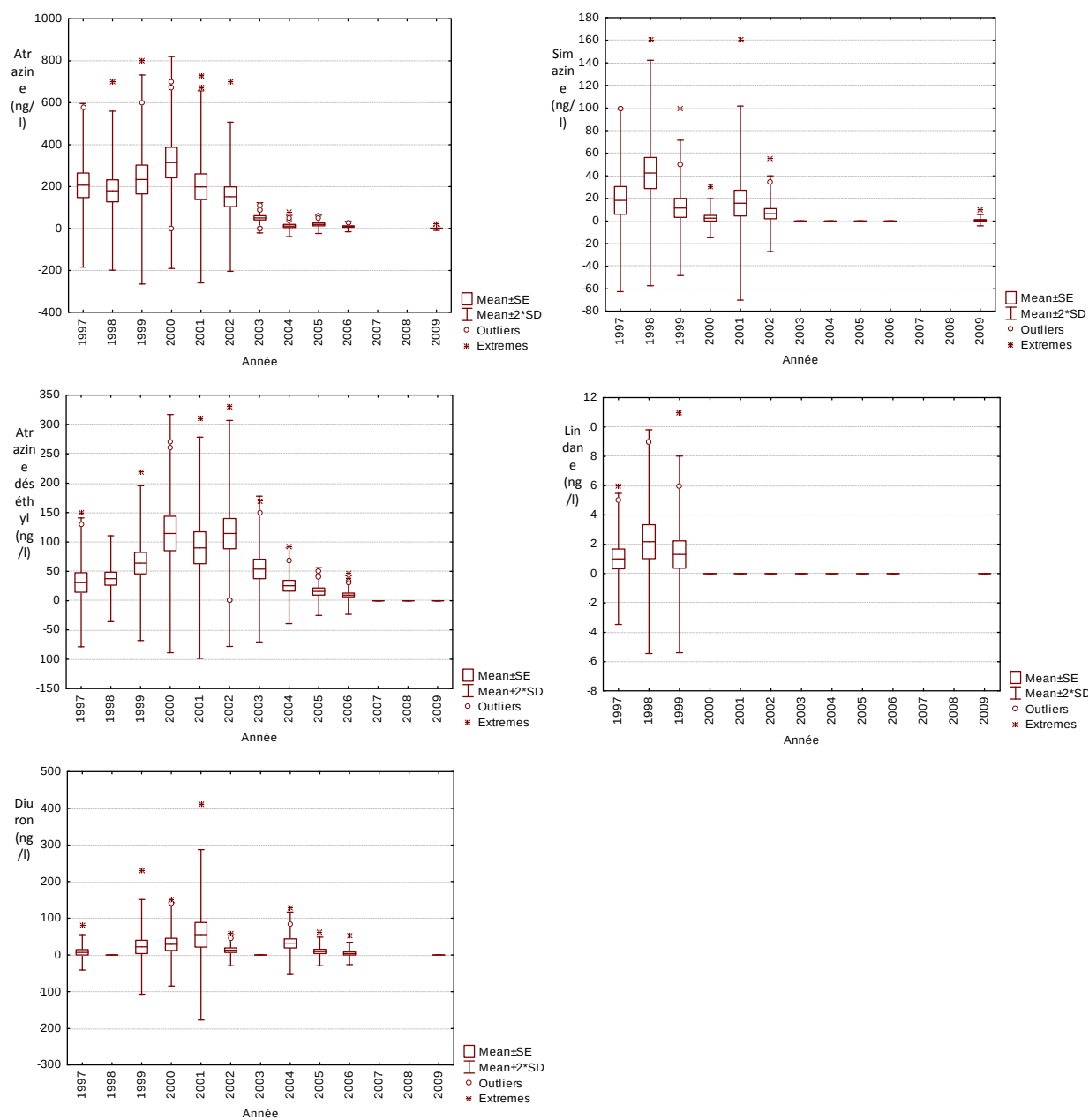


Figure 11 : Concentrations (moyennes, erreurs standards, écarts-types et maxima en pesticides sur différentes rivières. Seuls les pesticides présentant des données sur une période de 9 années ou plus sont représentés.

AVERYON

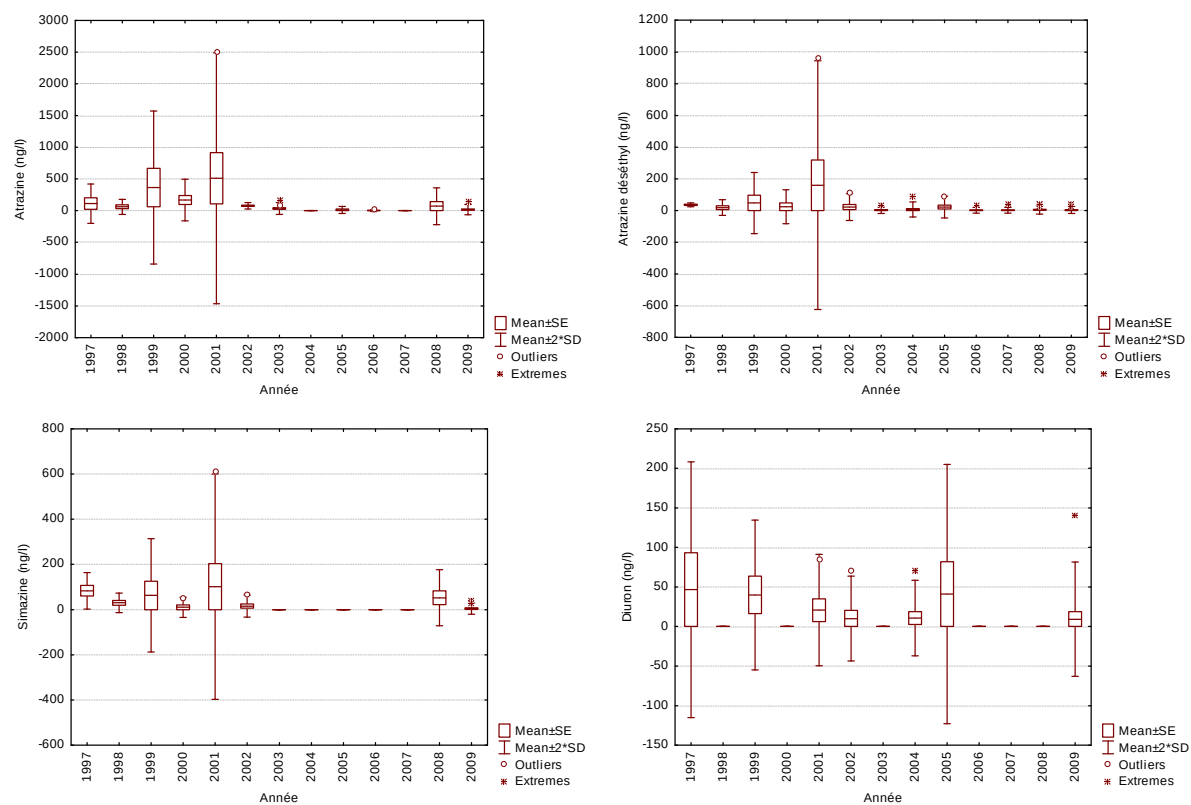


Figure 11 (suite)

CHARENTE

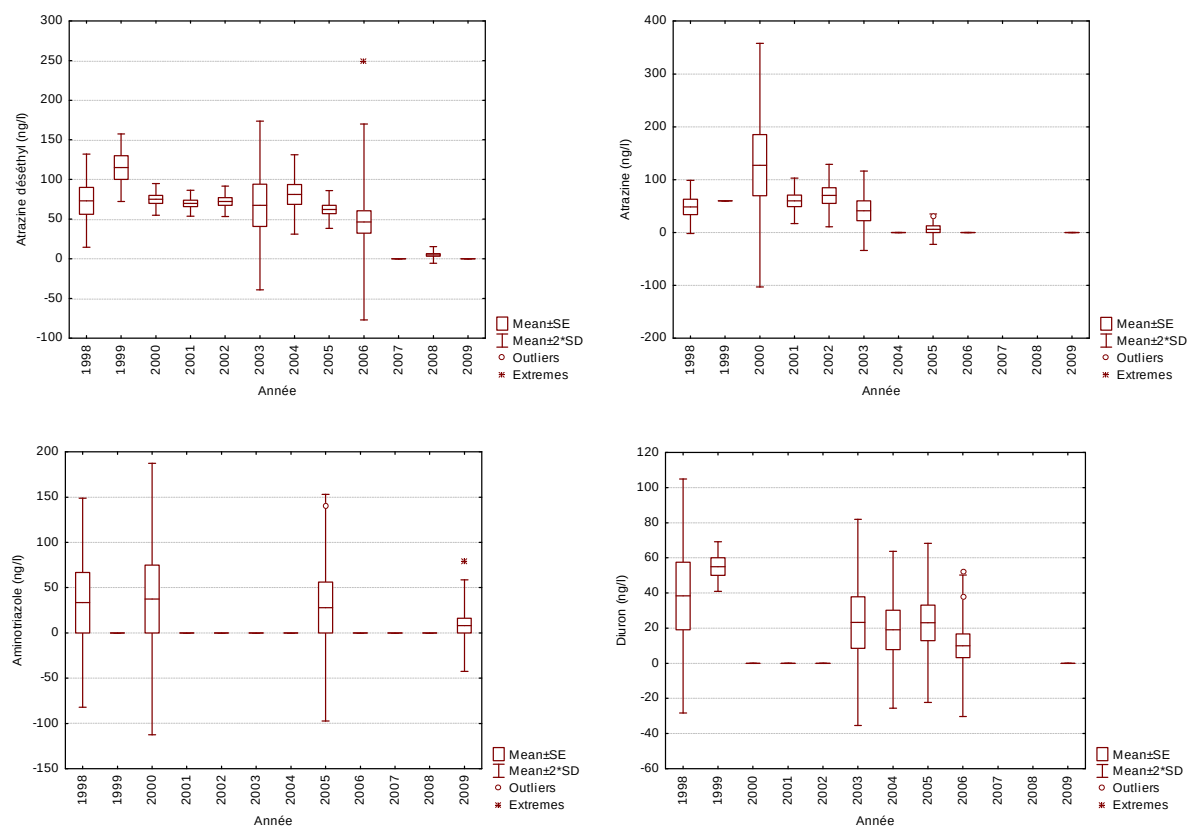


Figure 11 (suite)

GARONNE

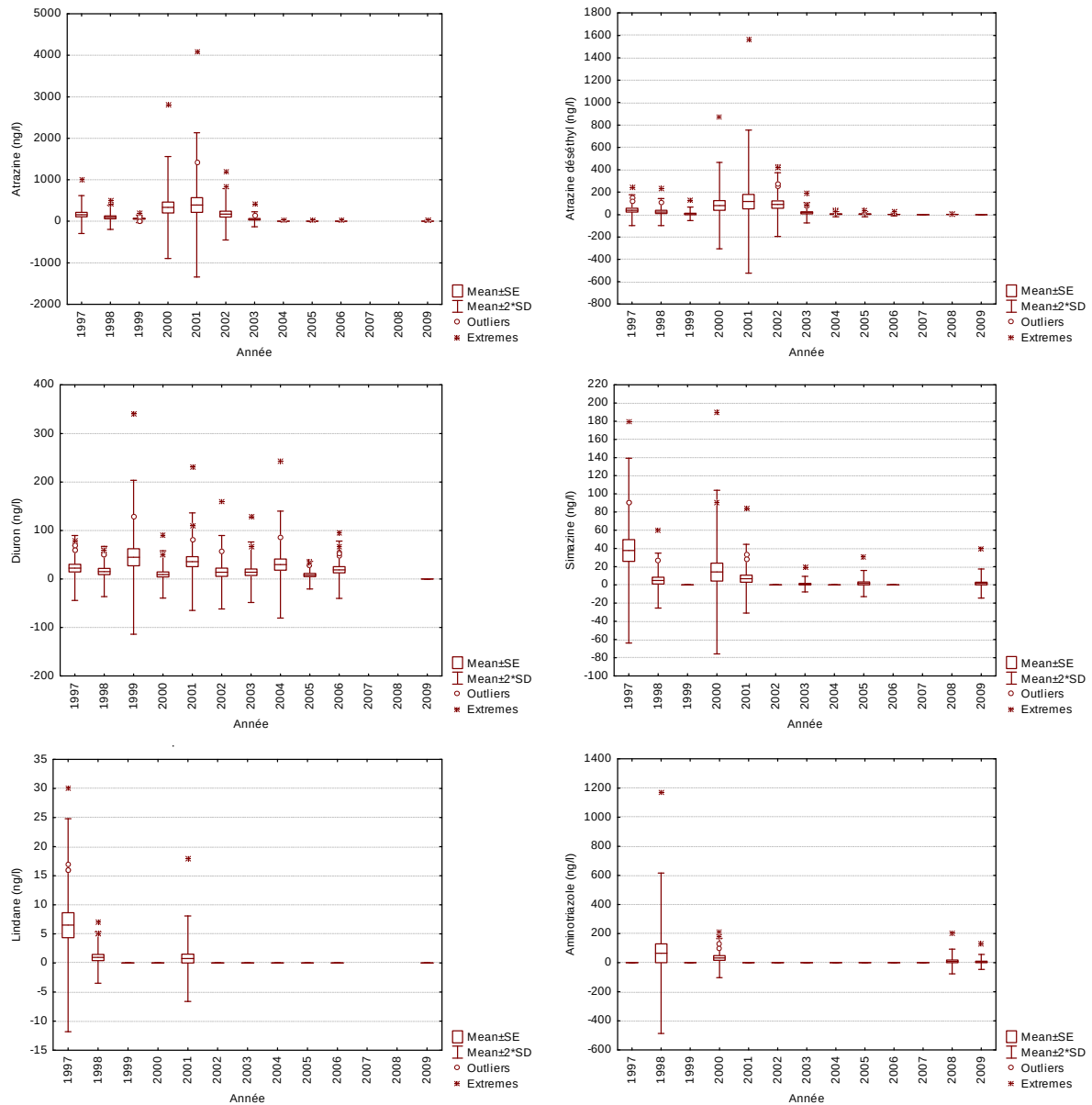
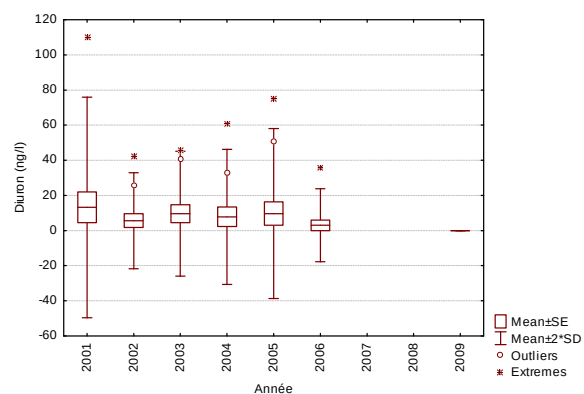
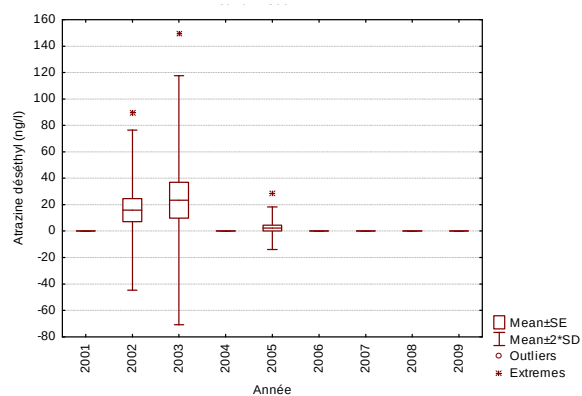
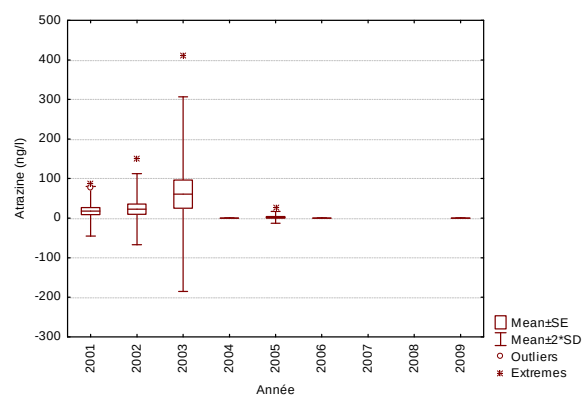


Figure 11 (suite)

LOT



SAVE

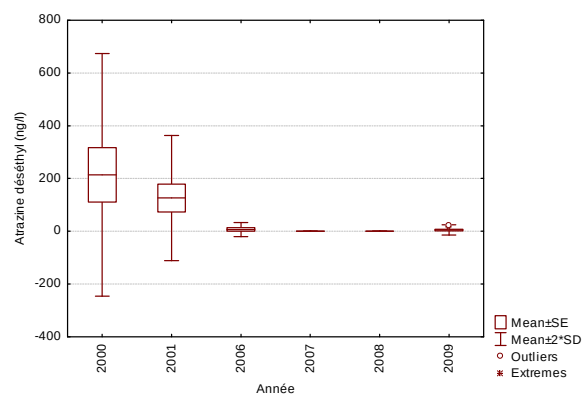


Figure 11 (suite)

TARN

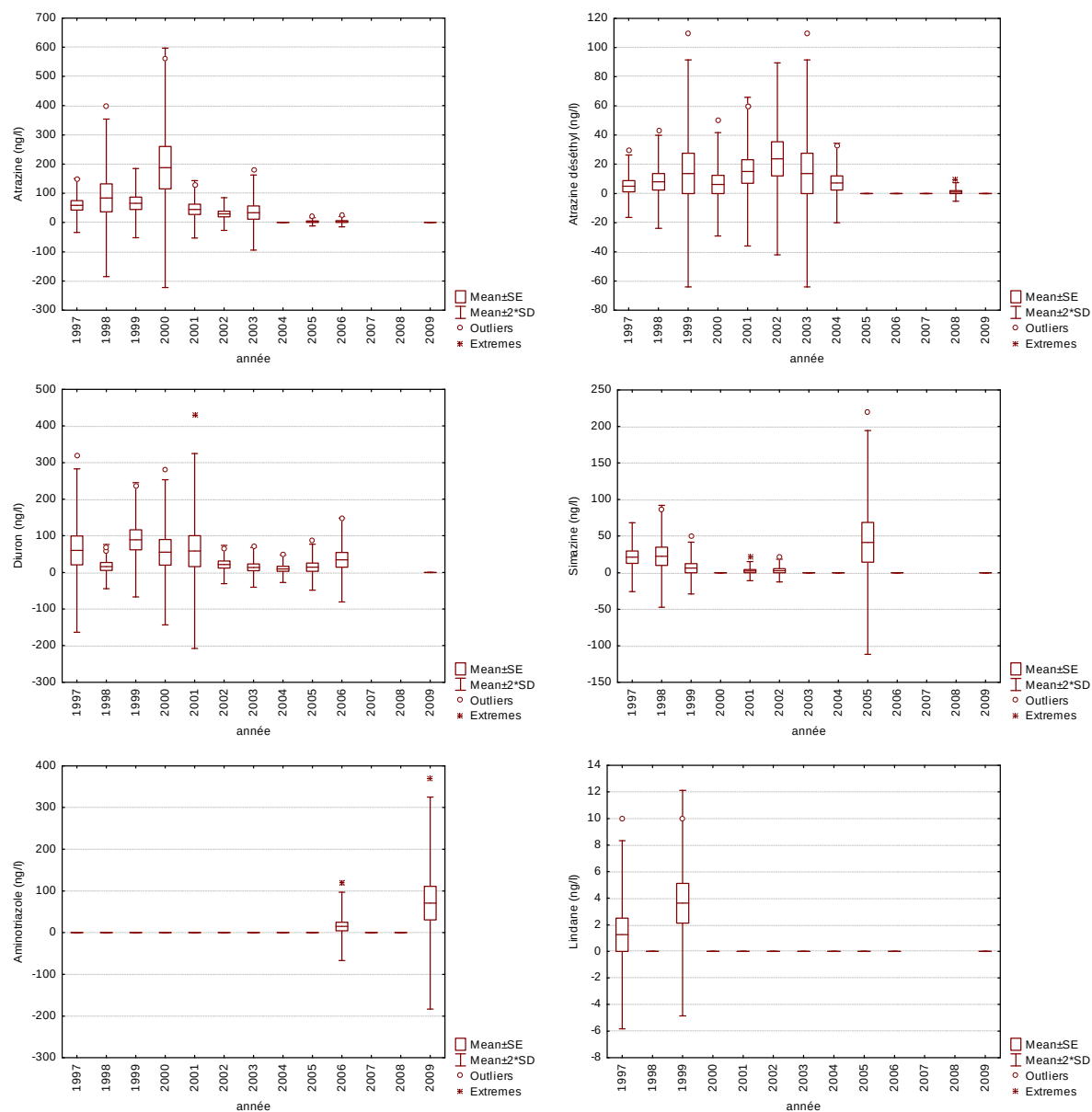


Figure 11 (suite)

6. Discussion - Conclusion

Cette étude avait pour but d'essayer de répondre à trois questions :

1. Est-ce que la pression phytosanitaire peut avoir un effet secondaire inattendu et non mesuré sur les communautés de producteurs primaires ? (estimation par la chlorophylle *a* du phytoplancton) ?

Dans la majorité des cas, la quantité de données n'est donc pas suffisante pour effectuer un traitement statistique pertinent. Pour traiter la problématique de cette étude, il a donc été nécessaire de faire au préalable une sélection des rivières et des molécules présentant suffisamment de données pour faire l'objet des analyses statistiques. Adour, Aveyron, Charente, Garonne, Lot, Save, Tarn, seuls ont été considérés.

Le traitement des données disponibles apporte des éléments de réponse contradictoires.

Dans la majorité des cours d'eau, la biomasse algale estivale semble essentiellement contrôlée par des facteurs saisonniers (tels que la température ou le débit) et les concentrations en nutriments. Cependant, dans certains cas, une influence significative de certains pesticides est constatée.

- Dans l'Adour, le ***lindane*** et la ***simazine*** montrent un effet significatif sur la concentration en chlorophylle *a*. Cet effet est par contre positif, contrairement à ce qui est attendu. L'utilisation de ces deux produits ayant été interdite respectivement en 1998 et 2003 (Annexe I), les plus grandes concentrations enregistrées correspondent aux années 1997 à 1999. Or, après consultation des données, ces années correspondent également aux plus fortes biomasses algales mesurées. Le résultat obtenu peut donc être dû à une simple coïncidence.
- De même, dans le Tarn, l'***aminotrazole*** montre un effet positif et presque significatif sur la concentration en chlorophylle *a*. Etant donné le faible nombre de données supérieures à 0 utilisées dans l'analyse (tableau 1), ce résultat ne peut être pour l'instant concluant.
- Pour la Garonne, le ***mécoprop*** et le ***tébutame*** montrent un effet négatif significatif sur la concentration en chlorophylle *a*. Le **2,4 MCPA** montre un effet négatif très proche de la significativité. Le faible nombre de données exploitables pour ces 3 molécules ne permet cependant pas d'avancer plus de conclusions. Un suivi de ces molécules dans la Garonne ne peut être que recommandé pour la suite.

2. Quelle est la dynamique des pesticides dans le bassin Adour-Garonne sur la période 2000-2010 (focus sur les bassins où les données sont les plus nombreuses) ?

Les concentrations estivales en pesticides montrent des tendances similaires entre les rivières. Par exemple, les concentrations en atrazine, interdit à l'utilisation depuis 2003, montrent une diminution très claire suite à son interdiction. Elles avoisinent le seuil zéro depuis les années 2003 à 2006 selon les rivières. Dans l'Aveyron cependant, des concentrations positives sont encore observées en 2008 et 2009. Les concentrations en diuron et en aminotriazole ne suivent pas de tendance claire sur la période étudiée. Mais globalement, il y a une nette baisse des concentrations en phytosanitaires sur l'ensemble des rivières. Périodiquement, il apparaît des concentrations non négligeables, observées par exemple sur l'Aveyron et le Tarn.

Les analyses de type RDA montrent que la majorité des concentrations en pesticides est essentiellement corrélée au débit (QJM) puis à la concentration en nitrates. Ceci rejoint les observations réalisées par Boithias (Boithias, 2012).

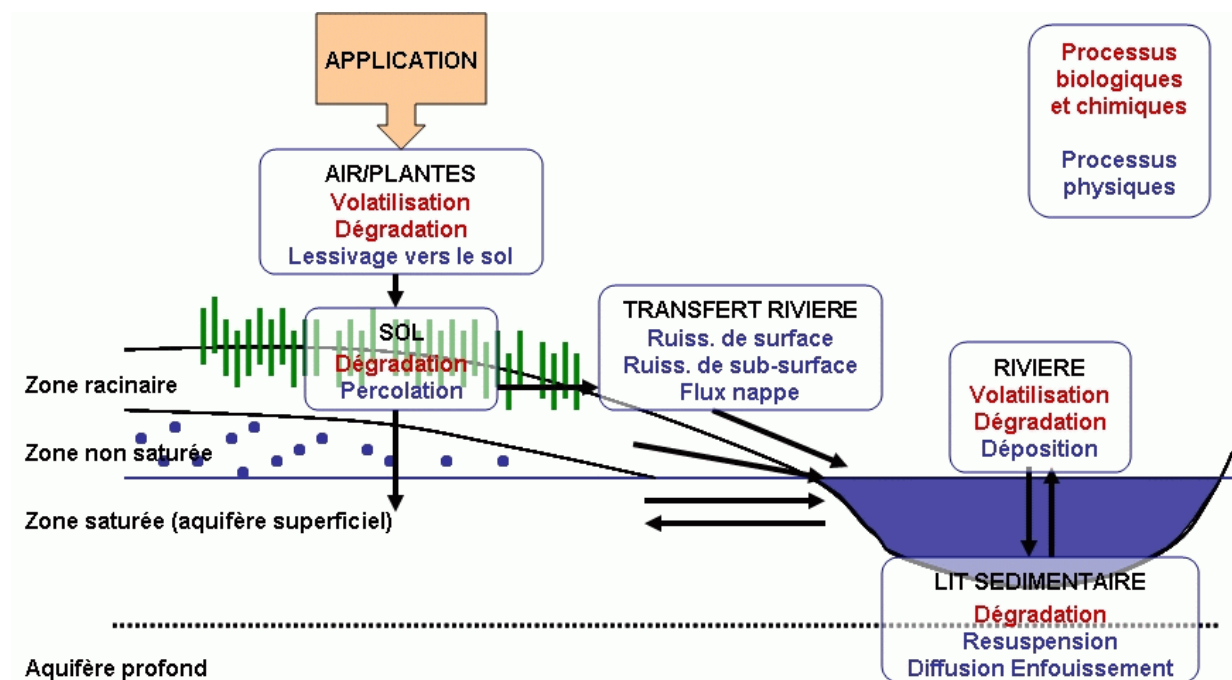


Figure 12. Les processus de transfert des pesticides du champ à la rivière (d'après Boithias, 2012)

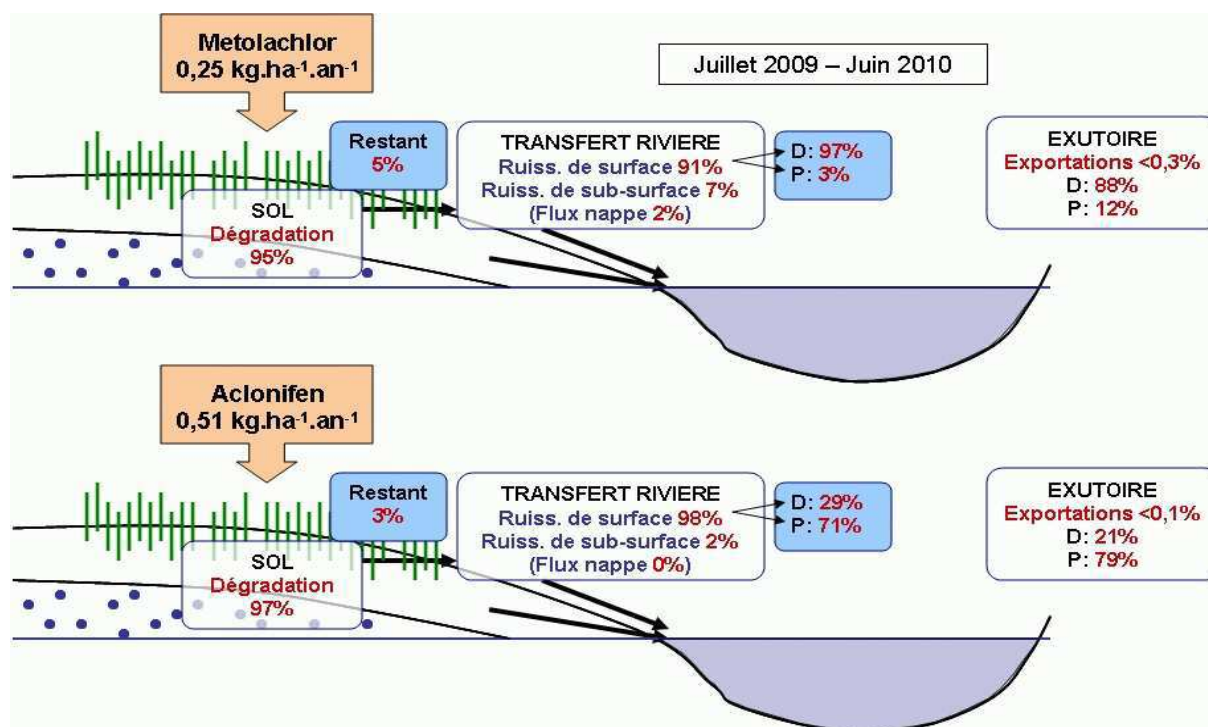


Figure 13 : Devenir des pesticides (metolachlor et aclonifen) : dégradation et transfert dans les différentes voies (d'après Boithias, 2012).

(Extrait de la thèse de Laurie Boithias)

Le transfert des pesticides apparaît comme une fonction des conditions hydrologiques : les concentrations à l'exutoire d'un bassin sont associées aux phases dissoute et particulaire (respectivement les nitrates et les matières en suspension). Il existe deux facteurs de contrôle, respectivement dépendant des pratiques agricoles :

- la date d'application des pesticides, (qui est un facteur anthropique) et intrinsèque aux molécules de pesticides
- le coefficient Kd de partition entre phases dissoute et particulaire.

Le lessivage et la contamination de l'eau par les pesticides dépendent de leur disponibilité dans le sol au cours du temps, de la topographie des parcelles et de l'éloignement au cours d'eau, des propriétés du sol, de l'intensité et de la durée du ruissellement induit par les précipitations et l'irrigation, et de la durée séparant le traitement et les premières pluies .

Les plus utilisés, comme le metholachlor et la triflurin peuvent être pris comme exemples :

- le metolachlor, très soluble ($S_w = 480 \text{ mg.L}^{-1}$, $\log(K_{ow}) = 2,9$),
- la trifluralin, très peu soluble ($S_w = 0,221 \text{ mg.L}^{-1}$, $\log(K_{ow}) = 4,83$), interdite d'utilisation en 2008 et remplacée en partie par l'usage de l'aclonifen, très peu soluble ($S_w = 1,4 \text{ mg.L}^{-1}$, $\log(K_{ow}) = 4,37$).

Le ruissellement de surface contribue à plus de 90% au transfert des pesticides entraînés vers la rivière en crue. 88% du metolachlor est exporté dans la phase dissoute tandis que 79% de l'aclonifen est exporté dans la phase particulaire.

La réponse du metolachlor, en termes de flux, était plus sensible que celle de l'aclonifen durant les trois mois de crue de printemps en 2010, tandis que la réponse de l'aclonifen était plus sensible que celle du metolachlor sur la période 2008-2010. Ceci est expliqué par les facteurs qui contrôlent le transfert.

Le metolachlor, plus soluble, a été transféré avec les ruissellements de surface et de sub-surface. Sa concentration dans la rivière dépendait donc principalement du délai entre épandage et premières précipitations. A l'inverse, l'aclonifen était plus présent dans la phase particulaire. Son transfert était donc tributaire de l'intensité des précipitations pour être exporté avec les particules de sol par le ruissellement de surface.

A eux seuls, les coefficients de partition entre phase dissoute et particulaire dans le sol et dans la rivière (respectivement les paramètres SKoc et CKoc dans SWAT) suffisent à expliquer les dynamiques différentes à l'exutoire des deux pesticides étudiés. La réponse des pesticides était variable selon la date d'épandage en entrée du modèle : entre 87 et 91% du metolachlor et entre 96 et 98% de l'aclonifen transférés de juillet 2009 à juin 2010 à l'exutoire ont été transférés durant la période de crue de printemps 2010 (3 mois).

92% des flux de matières en suspension exportés à l'exutoire sont exportés en crue et 29% des flux de nitrates exportés à l'exutoire sont exportés en crue. Concernant les pesticides, les crues sont responsables de 74% des exportations de metolachlor et de 95% des exportations d'aclonifen à l'exutoire.

Ainsi, le transfert des molécules solubles comme le metolachlor est contrôlé principalement par la date de la première pluie qui suit l'épandage, tandis que le transfert des molécules peu solubles comme l'aclonifen est tributaire de la combinaison de l'intensité de la pluie avec le délai entre application et pluie

Ceci amène à conclure que les flux de phytosanitaires sont très discontinus car associés soit aux épisodes pluvieux soit aux périodes d'irrigation intenses (été).

Ces informations permettent de mesurer la difficulté d'évaluer exactement les concentrations de phytosanitaires dans les milieux récepteurs = les mesures instantanées (réalisées en général sans tenir compte des divers facteurs évènementiels cités plus haut) restent donc très imparfaites sur le plan d'un échantillonnage représentatif, et donnent une image très biaisée de la situation.

3. Peut-on proposer une nouvelle approche de contrôle visant à évaluer les effets globaux des phytosanitaires sur le fonctionnement des écosystèmes aquatiques ?

Il est évident que les phytosanitaires utilisés en agriculture ont les mêmes effets sur les organismes végétaux vivant des cours d'eau (phytoplancton, périphyton, macrophytes).

Etant donné le caractère parfois chaotique des proliférations d'algues ou de macrophytes et l'absence d'observations à long terme sur leur croissance (spécialement pour macrophytes ou périphyton) dans les cours d'eau, il est très difficile de déterminer si les phytosanitaires ont (ont eu) un effet négatif sur leur croissance. Par ailleurs, la mise en place de test de croissance in-situ semble peu réalisable.

Une solution à tester serait celle proposée par BBE (par exemple) qui a développé une centrale fonctionnant en continu, effectuant des tests permettant de détecter la présence de substances toxiques au travers d'une mesure de stress de l'activité algale.

Cet appareil est basé sur la mesure de la fluorescence de la chlorophylle *a* pour détecter la présence de composés dangereux à très faible doses dans des échantillons d'eau. Pour une surveillance en continu, l'instrument enregistre la valeur et la durée du passage de l'élément toxique, et peut être utilisé pour une surveillance à long terme.



Algae toximeter, [www.bbe-moldaenke . de](http://www.bbe-moldaenke.de)

Une autre solution, est l'analyseur en ligne **TOXcontrol** de **microLAN** est utilisé depuis des années dans de nombreuses stations de mesures de la qualité de l'eau dans le monde. La nouvelle version de l'appareil, la version **iTOX**, est plus compacte, simple à utiliser et très polyvalente par son interface préconfiguré avec d'autres instruments. Cela permet les mesures en continu sur différentes qualités d'eau: les ressources, l'eau de boisson, les eaux de process industriels, durant le traitement des eaux usées et sur les effluents de STEP.

Le **iTOX** est un appareil compact avec la culture des bactéries luminescentes intégrée et une autonomie de fonctionnement prolongée. Il peut être couplé (préconfiguration dans le système) avec un Extracteur en Phase Solide (SPE) pour une détection assurée au ppb. Il peut également être couplé avec un Spectromètre UV pour une analyse en ligne et en simultanée des COTeq, CODEq, NO₃, SAC 254,...



Le **iTOX-SPE-UV** est alors une station de mesure en ligne compacte et puissante avec une analyse simultanée des paramètres Biologiques et Physico-chimiques pour un diagnostic robuste sur tous types d'eaux.

Caractéristiques :

- culture des bactéries luminescentes intégrée dans l'appareil
- autonomie de fourniture automatisée des bactéries prolongée
- système compact
- contrôles négatif et positif
- couplage automatisé avec une Extraction en Phase Solide (SPE)
- couplage automatisé avec la Spectrométrie UV
- une station de surveillance polyvalente, compacte et puissante, pour le suivi en continu de la qualité de l'eau
- choix large de connexions d'interfaçage: LAN, modem, USB, relay and 4-20 mA

Il faut noter qu'en raison du coût de ces stations, il est difficile d'appareiller de nombreux points d'un bassin. Cependant, placé en sortie de bassin sur un point de suivi identifié comme représentatif, ce type de station serait à même

- de renseigner sur le caractère chronique d'effets toxiques sur les organismes vivants,
 - de compléter le suivi spatiotemporelle par prélèvements sur l'ensemble du bassin par une approche locale orientée vers un bilan des effets cumulés.
-

7. Références bibliographiques et sites web consultés

- Baldi, I., Mohammed-Brahim, B., Brochard, P., Dartigues, J. & Salamon, R., 1998. Effets retardés des pesticides sur la santé: état des connaissances épidémiologiques. *Revue d'épidémiologie et de santé publique* 46, 134-142.
- Baldi, I., Lebailly, P., Jean, S., Rougetet, L., Dulaurent, S. & Marquet, P., 2005. Pesticide contamination of workers in vineyards in France. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 16, 115-124.
- Boithias, L., 2012, modélisation des transferts de pesticides à l'échelle des bassins versants en période de crue. Ph.D. Thesis, 220 pp.
- Höskuldsson, A., 1988. PLS regression methods. *Journal of Chemometrics* 2, 211-228.
- Tron, I., Piquet, O. & Cohuet, S., 2001. Effets chroniques des pesticides sur la santé: état actuel des connaissances. Rennes, Observatoire Régional de la Santé Bretagne. 88p.
- Vallotton, N., Eggen, R. I. L. & Chèvre, N., 2008. Cours d'eau et herbicides : effets de concentrations fluctuantes sur les organismes aquatiques. *Schweizerische Vereins des Gas-und Wasserfaches* 88, 787-795.

Sites web :

<http://www.terre-net.fr/observatoire-technique-culturelle/appros-phytosanitaire/article/retrait-produits-phytosanitaires-216-59939.html>

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

<http://www.capinov.fr>

<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/fr/index.htm>
(base PPDB: Pesticide Properties DataBase)

<http://www.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/>

Annexe1. Tableau des Phytosanitaires.

MOLECULE	Nbre mes.	Type	Cat	DT50	Données Eco-Toxicologiques
2,4,5,T	1 851	L'acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique est un herbicide de formule brute $C_8H_5Cl_3O_3$, acides chlorophénoxy alkanoïques. Il était un constituant de l'agent orange, herbicide utilisé à large échelle durant la guerre du Vietnam. C'est un herbicide utilisé pour le contrôle sélectif des mauvaises herbes dans les cultures céréalières, les pâturages et les gazons. Il est utilisé pour éliminer les plantes ligneuses qui ne peuvent être éliminées par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique. Usage de débroussaillant des végétaux ligneux et sélectif des cultures de graminées.	H	14-300	CL50 sur poissons : 10 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 1,5 mg·l ⁻¹ ,
2,4-D	2 450	$C_8H_6Cl_2O_3$, acide 2,4-dichlorophénoxyacétique, désherbant de formule brute sélectif contre les mauvaises herbes mais inactif sur le gazon et les céréales.. Herbicide des dicotylédones et sélectif des cultures de graminées. Il empêche la chute des fruits et agit comme une hormone de croissance (auxine) sur les plantes qui meurent. Il est classifié comme un perturbateur endocrinien ou suspecté de l'être, selon les pays. La Suède, la Norvège et le Danemark l'ont interdit et le Canada dans les espaces verts publics.	H	5 à 17	DL50 541 mg·kg ⁻¹ (poulet, oral) 100 mg·kg ⁻¹ (chien, oral) 500 mg·kg ⁻¹ (hamster, oral) 347 mg·kg ⁻¹ (souris, oral) 375 mg·kg ⁻¹ (rat, oral) [2]

2,4-MCPA	2 450	C ₉ H ₉ ClO, le 2,4 MCPA , aryloxyacides. de formule chimique, usage d'herbicide de nombreuses dicotylédones et sélectif des cultures de céréales, de lin, de riz. Sur le plan de la réglementation des produits phytopharmaceutiques, pour la France : cette substance active est autorisée dans la composition de préparations bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché.	H	25	pour l'Union européenne : cette substance active est en révision en vue de l'inscription à l'annexe I de la directive 91/414/CEE. CL50 sur poissons : 0,11 mg·l-1. Homme, la dose journalière acceptable (DJA) est de l'ordre de : 0,05 mg/kg/j.
Acétochlore	3 258	C ₁₄ H ₂₀ ClNO ₂ , chloroacétamides., à usage d'herbicide de certaines graminées et de certaines dicotylédones et utilisable dans les cultures de maïs . Est utilisé pour le désherbage avant levée du maïs (avril-mai). Avec l'interdiction d'emploi de l'atrazine, l'acétochlore est la substance la plus vendue (après le glyphosate) pour le désherbage du maïs (90 tonnes en 2005).	H	16	CL50 sur poissons : 0,36 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 8,4 mg·l-1, CL50 sur algues : 0,0013 mg·l-1. Homme, la dose journalière acceptable (DJA) est de l'ordre de : 0,02 mg·kg-1·j-1.
Aclonifen	2 450	C ₁₂ H ₉ ClN ₂ O ₃ , diphényl éthers. herbicide de nombreuses graminées et de nombreuses dicotylédones et utilisable dans les cultures de féverolle, pois, pomme de terre, ail, oignon, échalote, poireau et de quelques cultures de porte-graine (carotte, persil), de plante à parfum ou médicinale et même de vigne.	H	118	CL50 sur poissons : 0,67 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 1,2 mg·l-1, CL50 sur algues : 0,0067 mg·l-1. Homme, la dose journalière acceptable (DJA) est de l'ordre de : 0,02 mg·kg-1·j-1.
Alachlore	558	C ₁₄ H ₂₀ ClNO ₂ , chloroacétamides, (), à usage d'herbicide des graminées et de certaines dicotylédones et sélectif des cultures de maïs et de soja.	H	11	CL50 sur poissons : 1,8 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 0,05 mg·l-1, CL50 sur algues : 0,11 mg·l-1. pour l'homme, la dose journalière acceptable (DJA) est de l'ordre de : 0,0005 mg·kg-1·j-1.
Aldicarbe	1 072	C ₇ H ₁₄ N ₂ O ₂ S, carbamates, nématicide, usage en traitement des semences ou désinfection des sols, à usage d'insecticide endothérapie, d'acaricide, de nématicide et de lutte contre les myriapodes du sol.	P	30	CL50 sur poissons : 0,145 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 0,41 mg·l-1, CL50 sur algues : 42,4 mg·l-1. Homme, la dose journalière acceptable (DJA) est de l'ordre de : 0,001 mg·kg-1·j-1.

Aldrine	514	C ₁₂ H ₈ Cl ₆ , insecticide chloré non biodégradable. , considéré comme un POP (polluant organique persistant) () , à usage de désinsectisation des sols, contre le taupin, le ver blanc, etc.	P	20 à 100	Classification du CIRC Groupe 3 : Inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'Homme
Aminotriazole	7 568	C ₂ H ₄ N ₄ , triazoles Il assure la destruction du chiendent. à usage d'herbicide des graminées et des dicotylédones et qui n'est sélectif d'aucune culture. Est utilisé en viticulture et arboriculture (mars à mai) et en zones non agricoles de février à octobre.	H	4	Leur rémanence dans le sol est longue. Les triazines bloquent la respiration et inhibent la division cellulaire. L'aminotriazole empêche la formation de la chlorophylle. CL50 sur poissons : > 1 000 mg·l ⁻¹ ; CL50 sur daphnies : 1,54 mg·l ⁻¹ ; CL50 sur algues : 2,3 mg·l ⁻¹ . Homme : la dose journalière acceptable (DJA) est de l'ordre de : 0,001 mg·kg ⁻¹ ·j ⁻¹ .
AMPA	2 462	Acide aminométhylphosphonique (produit de dégradation du glyphosate), serait plus dangereux pour l'environnement que la molécule-mère. Cette molécule est également produite par dégradation d'autres substances	H	32 (14 à 111)	CE50 AMPA daphnie 48h 690 mg/l
Asulame	2 406	C ₈ H ₁₀ O ₄ N ₂ S, carbamates. à usage d'herbicide des fougères et des rumex et utilisable dans les cultures de légumineuses fourragères, les prairies, et dans les cultures d'œillette et de canne à sucre ainsi que dans certaines cultures légumières (chicorée, épinard, salsifis, scorsonère) et même, pour détruire les fougères, dans les forêts.	H	7	CL50 sur poissons : 5 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 32 mg·l ⁻¹ , Homme, la dose journalière acceptable (DJA) est de l'ordre de : 0,5 mg·kg ⁻¹ ·j ⁻¹ .
Atrazine	6 092	L'atrazine, 2-chloro-4-(éthylamine)-6-(isopropylamine)-s-triazine présente un effet herbicide. Alors qu'elle a été interdite dans l'Union Européenne , l'atrazine est utilisée dans un grand nombre de pays pour le traitement en pré et post-émergence des mauvaises herbes dans de nombreuses cultures annuelles ou pérennes. L'atrazine se lie à la plastoquinone, une protéine de transport du système de photo-synthèse, inhibant le transport d'électrons. L'atrazine a été utilisée massivement en France et dans de nombreux autres pays comme un herbicide d'une grande efficacité pour le désherbage du maïs.	H	15 à 100	En France, parmi les pesticides, l'atrazine est le principal polluant des eaux. Pour cette raison, les herbicides contenant de l'atrazine ont été interdits à l'utilisation à partir du 30 juin 2003. CL50 sur poissons : 0,22 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 0,24 mg·l ⁻¹ , CL50 sur algues : 0,043 mg·l ⁻¹ . Herbicide ~ Utilisation interdite depuis le 1er octobre 2003.

Atrazine déséthyl	7 936	Produit de dégradation de l'atrazine (herbicide) qui se dégrade essentiellement en atrazine-déséthyl, molécule présente en grande quantité dans les eaux souterraines et superficielles. Cette dégradation est lente et le sol en contient une grande quantité puisque 7 ans après l'interdiction, l'eau de consommation en contient encore un taux important.	H	15 à 100	L'atrazine-déséthyl est plus toxique que l'atrazine. Le seuil à ne pas dépasser est de 0,1 µg/l.
Azoxystrobine	2 446	L'azoxystrobine (C ₂₂ H ₁₇ N ₃ O ₅) appartient à la famille chimique des strobilurine et présente un effet fongicide,. Période d'utilisation : avril à mai Ce fongicide était essentiellement commercialisé en zones viticoles (large spectre sur les champignons pathogènes de la vigne : le mildiou, l'oïdium, le black-rot, le rougeot parasitaire, l'excoriose.). Toutefois, il est également autorisé sur grandes cultures (céréales d'hiver, lupin,...), sur cultures légumières (haricots,...). L'azoxystrobine n'est désormais que très peu utilisée sur vignes.	F	18	CL50 sur poissons : 0,47 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 0,13 mg·l ⁻¹ , CL50 sur algues : 0,36 mg·l ⁻¹ .
Benoxacor	2 446	Le benoxacor (C ₁₁ H ₁₁ Cl ₂ NO ₂ ,) à usage de phytoprotecteur du maïs contre la phytotoxicité du S-métolachlore, donc utilisé en combinaison avec les herbicides métolachlore ou S-métolachlor dans les préparations commerciales « Duelor + Safeneur », « Dual Gold safeneur » ou « Primextra + safeneur ». Désherbage du maïs et du maïs doux.	H	50	CL50 sur poissons : 2,4 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 4,8 mg·l ⁻¹ , CL50 sur algues : 0,63 mg·l ⁻¹ .
Bentazone	2 450	C ₁₀ H ₁₂ N ₂ O ₃ S, à usage d'herbicide efficace sur de nombreuses dicotylédones et très sélectif des cultures de céréales et de lin. Il est utilisable dans les cultures de luzerne, de maïs, de pois, de soja, de sorgho, de haricot et de certaines porte-graine. herbicide de contact autorisé sur céréales de printemps et d'hiver, sur légumineuses, sur pois, etc... Il est, est plutôt utilisé sur pois en Poitou-Charentes.	H	3 à 21	un Inhibiteur de la photosynthese par blocage de la proteine d1 du photosysteme II CL50 sur poissons : > 100 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 120 mg·l ⁻¹ , CL50 sur algues : 62 mg·l ⁻¹ .

Biphényle	1 920	hydrocarbure aromatique de formule brute C ₁₂ H ₁₀ . ; Il se présente sous la forme d'un solide cristallin incolore. Il est entre autres utilisé comme conservateur alimentaire (numéro E230) pour éviter la formation de moisissures. insoluble dans l'eau. Le biphényle est utilisé comme conservateur, le plus souvent en combinaison avec l'orthophénylphénol E231 et l'imazalil) sur les peaux des agrumes pour empêcher la croissance des moisissures. Les peaux ainsi traitées ne sont néanmoins plus consommables. Il est également employé comme biocide.	F	1 à 7	
Bromacil	1 891	Le bromacil appartient à la famille chimique des uraciles et présente un effet herbicide. Substance phytosanitaire, de formule chimique C ₉ H ₁₃ N ₂ O ₂ Br, à usage d'herbicide de certaines graminées et dicotylédones et utilisable dans les vergers de pêcher et dans les cultures de lavande et de lavandin.	H	60	pour la France : cette substance active n'est pas autorisée dans la composition de préparations bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché CL50 sur poissons : 36 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 119 mg·l ⁻¹ , CL50 sur algues : 0,013 mg·l ⁻¹ .
Bromoxynil	2 404	C ₇ H ₃ Br ₂ NO ₂ , à usage d'herbicide de certaines dicotylédones et très sélectif des cultures de graminées, en particulier de céréales. Il est utilisable sur le lin. Peut apporter un complément d'efficacité dans le cadre d'associations de substances actives. Des adventices parfois un peu plus difficiles telles que gaillet, matricaire repiqué, mercuriale, coquelicot, renouée persicaire, renouée liseron,... y sont sensibles. Utilisé en postlevée.	H	8	CL50 sur poissons : 0,06 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 0,06 mg·l ⁻¹ , CL50 sur algues : 0,22 mg·l ⁻¹ .
Bromoxynil octano	1 851	Effet herbicide, et qui appartient à la famille chimique des hydroxy-benzonitriles.	H	8	CL50 sur poissons : 0,06 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 0,06 mg·l ⁻¹ , CL50 sur algues : 0,22 mg·l ⁻¹ .
Cadusaphos	3 206	Effet insecticide et nématicide, et qui appartient à la famille chimique des organophosphorés.	P	9 à 18	Du fait de sa toxicité, le cadusafos est interdit en France depuis le 15 décembre 2008[2]. CL50 sur poissons : 0,13 mg·l ⁻¹ ,

Captane	2 450	(C ₉ H ₈ Cl ₃ NO ₂ S) à usage de fongicide de diverses maladies cryptogamiques de diverses cultures (à l'exception notable des rouilles).	F	25	CL50 sur poissons : 0,034 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 1,5 mg·l ⁻¹ ,
Carbaryl	2 446	(C ₁₂ H ₁₁ NO ₂). Effet insecticide, et de régulateur de croissance agissant sur la chute des fruits, à usage d'insecticide sur de nombreux insectes, et particulièrement sur le doryphore, le carpocapse, les tordeuses du pêcher et de la grappe. Il est, en outre, utilisable dans l'éclaircissage des pommes.	P	10	CL50 sur poissons : 0,75 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 0,005 mg·l ⁻¹ , CL50 sur algues : 0,03 mg·l ⁻¹ .
Carbendazime	2 458	C ₉ H ₉ N ₃ O ₂ , à usage de fongicide systémique contre les maladies vasculaires comme les fusarioses, le piétin-verse, mais aussi maints parasites cryptogamiques (botrytis, tavelures, cercosporioses, anthracnoses, - grandes cultures : mars à mai - arboriculture : mai à octobre □ La carbendazime est un fongicide utilisé sur les arbres fruitiers (abricotiers, amandiers, pruniers,...), sur les cultures légumières (choux, fraisiers,...) ainsi que sur les grandes cultures (colza, tournesol, blé, orge,...) et sur vigne. Certaines spécialités contenant de la carbendazime peuvent localement être employées en zones non agricoles (jardinage amateur,...).	F	22	CL50 sur poissons : 0,019 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 0,087 mg·l ⁻¹ , CL50 sur algues : 0,34 mg·l ⁻¹ .
Carbofuran	2 446	C ₁₂ H ₁₅ NO ₃ , à usage de traitement des semences et de désinfection des sols. Il a une action d'insecticide systémique sur de nombreux insectes, de nématocide, et de lutte contre les myriapodes du sol. utilisée comme insecticide.	P	26 à 110	Du fait de sa toxicité, le carbofuran est interdit en France depuis le 13 décembre 2008 □ CL50 sur poissons : 0,1 mg·l ⁻¹ , □ CL50 sur daphnies : 0,015 mg·l ⁻¹ , □ CL50 sur algues : 19,9 mg·l ⁻¹ .
Chlorfenvinphos	562	C ₁₂ H ₁₄ O ₄ Cl ₂ P, à usage d'insecticide sur le doryphore et la mouche du chou. Cette substance interdite a profité néanmoins pour ces usages essentiels d'une dérogation jusqu'au 31/12/2007. Les usages maintenus sont les traitements sur les champignons, les asperges, le cresson, les radis, les épinards, la mâche, les cornichons	P	36	CL50 sur poissons : 0,039 mg·l ⁻¹ , CL50 sur daphnies : 1×10 ⁻⁴ mg·l ⁻¹ , CL50 sur algues : 1,6 mg·l ⁻¹ .

Chlormephos	2 410	C6H12ClO2PS2 , organophosphorés , à usage d'insecticide du sol sur de nombreuses larves d'insectes, et de myriapodes (scutigérelles).	P	20	CL50 sur poissons : 32 mg·l-1, Homme, la dose journalière acceptable (DJA) est de l'ordre de : 0,000195 mg·kg-1·j-1.
Chlorothalonil	1 116	C8Cl4N2 , à usage de fongicide de contact d'un large spectre d'activité. La même protection fongicide employée dans la lutte contre le mildiou est en général efficace contre l'alternariose. Il est utilisé comme biocide pesticide, en substance active de produit phytosanitaire (ou produit phytopharmaceutique), entrant dans la composition de certains antifouling en raison de ses propriétés fongicides. C'est aussi un antigerminatif de contact. Il appartient à la famille chimique des organochlorés dérivés du benzène.	F	30	CL50 sur poissons : 0,018 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 7,8 mg·l-1, CL50 sur algues : 0,07 mg·l-1. Il est classé toxique pour les poissons,
Chlorprophame	1 847	C10H12NO2Cl, à usage d'herbicide de certaines graminées et de certaines dicotylédones et sélectif des cultures de poireau, d'oignon, de glaïeul, de céleri, chicorée et endive, de salsifis et scorsonère, et à usage d'antigerminatif pour les pommes de terre. effet herbicide, et qui appartient à la famille chimique des carbamates.	H	40	CL50 sur poissons : 10 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 4,1 mg·l-1, CL50 sur algues : 3,3 mg·l-1.
Chlorpyrifos	562	C7H7Cl3NO3PS , organophosphoré insecticide et acaricide utilisé pour contrôler les parasites du sol et des feuillages incluant les Coleoptères, Diptères et Lépidoptères	P	2 à 65	(Chlorpyrifos méthyl DT50 = 2 à 7 j) CL50 sur poissons : 0,0033 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 0,0017 mg·l-1, CL50 sur algues : 0,23 mg·l-1.
Chlortoluron	3 246	effet herbicide, et qui appartient à la famille chimique des urées substituées (C10H13ClN2O). herbicide des graminées et de certaines dicotylédones, et utilisable dans certaines cultures de céréales (blés, orges..etc.) et sur l'œillette.	H	40	CL50 sur poissons : 20 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 67 mg·l-1, CL50 sur algues : 0,024 mg·l ⁻¹ .
Clomazone	1 847	herbicide, et qui appartient à la famille chimique des isoxazolidines. C12H14ClNO2, à usage d'herbicide de nombreuses graminées et utilisable dans les cultures de certaines plantes dicotylédones (colza, féverole, pois, soja, œillette, pomme de terre, carotte, courge, courgette, pastèque, tabac, épinard).	H	24	CL50 sur poissons : 19 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 5,2 mg·l-1, CL50 sur algues : 2,9 mg·l-1.

Clopyralid	2 450	herbicide, et qui appartient à la famille chimique des dérivés picoliniques. d'herbicide de certaines dicotylédones (composées, légumineuses, polygonacées, ombellifères) et utilisable dans les cultures de céréales, de maïs, de lin, de colza, de chou, de radis, de fraisier, de betterave, de ciboulette, d'oignon, de poireau et dans les vergers de pommier.	H	40	CL50 sur poissons : 103,5 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 225 mg·l-1, CL50 sur algues : 7 mg·l-1.
Cyanazine	6 575	herbicide, et qui appartient à la famille chimique des triazines. C ₉ H ₁₃ ClN ₆ , à usage d'herbicide de certaines graminées et de certaines dicotylédones et sélectif des cultures de pois et de maïs.	H	14	CL50 sur poissons : 5 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 42 mg·l-1, CL50 sur algues : 0,02 mg·l-1.
Cyfluthrine	1 076	C ₂₂ H ₁₈ Cl ₂ FNO ₃ , insecticide, et qui appartient à la famille chimique des pyréthriinoïdes de synthèse. insecticide effectif contre des parasites tels les Lépidoptères, Coléoptères et Hémiptères.	P	30	CL50 sur poissons : 2×10 ⁻⁴ mg·l-1, CL50 sur daphnies : 1×10 ⁻⁴ mg·l-1, CL50 sur algues : > 9 mg·l-1.
Cymoxanil	2 458	effet fongicide, et qui appartient à la famille chimique des acétamides. C ₇ H ₁₀ N ₄ O ₃ , à usage de fongicide systémique contre les Péronosporacées (mildious).	F	F	CL50 sur poissons : 13,5 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 27 mg·l-1, CL50 sur algues : 5,2 mg·l-1.
Cyproconazole	2 446	C ₁₅ H ₁₈ ClN ₃ O, à usage de fongicide systémique contre de nombreux champignons parasites (oïdiums, rouilles, septorioses, rhynchosporiose, cercosporiose, moniliose, tavelure) sur diverses espèces de plantes cultivées, famille chimique des acétamides.	F	5	CL50 sur poissons : 13,5 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 27 mg·l-1, CL50 sur algues : 5,2 mg·l-1.
Cyprodinil	2 458	C ₁₄ H ₁₅ N ₃ , à usage de fongicide translaminaire et systémique contre certains champignons parasites (piétin-verse, oïdium, helminthosporiose, rhynchosporiose) des céréales et la tavelure du pommier. famille chimique des anilinopyrimidines.	F	25	CL50 sur poissons : 0,98 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 0,1 mg·l-1, CL50 sur algues : 0,75 mg·l-1.
DDD 24'	1 891				
Deltaméthrine	2 462	C ₂₂ H ₁₉ Br ₂ NO ₃ , insecticide et répulsif pour les insectes ou les serpents en raison de ses propriétés neurotoxiques. C ₂₂ H ₁₉ Br ₂ NO ₃ , à usage d'insecticide sur de nombreux insectes (sauf les pucerons) parasites de nombreuses cultures.	P	7 à 28	

Dicamba	2 446	désherbant, qui fait partie des pesticides, eux-mêmes regroupés dans la grande famille des biocides. C'est un dérivé toxique du benzène ou plus précisément de l'acide benzoïque. Il pourrait remplacer le Roundup de Monsanto auxquelles diverses adventices (mauvaises herbes) commencent à s'accoutumer. C8H6O3Cl2, à usage d'herbicide de certaines dicotylédones, particulièrement de l'ortie royale, la lampsane, les renouées, la stellaire intermédiaire, les matricaires, les spergules, la fumeterre et les rumex et utilisable dans les cultures de graminées.	H	2 à 25	CL50 sur poissons : 30 mg·l-1, EC50 7 j sur macrophytes : 0,98 mg·l-1, EC50 72 h sur algues : 1,8 mg·l-1.
Dichloroprop-P (Sel de DMA)	1 732	C9H8Cl2O3, Un herbicide de post-émergence des annuelles et vivaces à feuilles larges et certaines espèces adventices pinceau,	H	21 à 25	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50, : 1100 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,5 mg/l
Dichlorovos	2 406	C4H7Cl2O4P, Un contact et un insecticide fumigène utilisé dans un éventail de situations de culture et de la non-récolte. Peut aussi être un produit de transformation des pesticides, Insecticide, Acaricide,	P	1	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50, : 52,8 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,55 mg/l
Dichloroprop	2 410	C9H8Cl2O3, à usage d'herbicide de certaines dicotylédones et sélectif des cultures de graminées et en particulier des céréales. Herbicide organochloré interdit en France. L'autorisation de mise sur marché des substances contenant du Dichloroprop a été retirée le 21 Décembre 2003, ces substances ne peuvent plus être utilisées,	H	21 à 25	DL50 rat: 800 mg/kg DL50 souris: 400 mg/kg[5]. Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50, : 1100 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,5 mg/l
Dieldrine	514	C12H8Cl6O , à usage d'insecticide sur divers insectes. La dieldrine est un insecticide organochloré qui a été utilisé comme une alternative au DDT. On a découvert par la suite que c'est une substance hautement toxique pour les organismes aquatiques et très persistante dans le milieu naturel. En outre, elle provoque également de sérieuses intoxications chez l'homme. Son utilisation doit donc rester aussi limitée que possible. Son emploi dans l'agriculture en France fut interdit par arrêté le 2 octobre 1972.	P		Sa dose létale 50 est de 40 mg·kg-1 (rat, oral).

Di flufénicanil	2 398	C19H11F5N2O2, à usage d'herbicide de nombreuses dicotylédones, avec une faible action sur de rares graminées, et utilisable dans les cultures de céréales. Famille Carboxamide.	H	224 à 621	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50, : 0.00025 mg/l
Diméthénamide	2 443	Le diméthénamide-P (C12H18ClNO2S) a remplacé en 2004 le diméthénamide (arrêté en 2006), famille des chloroacétamides. On l'utilise à des doses de 1440 g/ha (Springbok, Dakota-P, Isard, Spectrum, ...), à usage d'herbicide de nombreuses graminées et dicotylédones et utilisable dans les cultures de maïs et de sorgho.	H	2 à 16	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50, : 0,017 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 6,3 mg/l
Dimethoate	2 446	C5H12O3PS2N, à usage d'insecticide endotherapique sur de nombreux insectes, avec une certaine action acaricide. . insecticide à large spectre apparu en 1948. Il est efficace contre les mouches et les diptères.	P	5 à 10	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50, : 90,4 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 30,2mg/l
Diméthomorphe	2 456	C21H22ClNO4, famille des morpholine, fongicide systémique contre les Péronosporacées (mildious) dans vignes et tomates.	F	35 à 54	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50, : 29,2 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 3,4mg/l
Dinocap	1 076	C18H24O6N2, amille chimique des phénols. , à usage de fongicide contre les oïdiums de diverses cultures (vignes, vergers, légumes).	F	2 à 24	Le Dinocap est interdit dans l'Union européenne[4] par le règlement (CE) n° 1107/2009 du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques Effets sur le milieu aquatique: Dinocap est très fortement toxique Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50, : 0,32 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,0053mg/l
Dinoterbe	2 410	C10H12N2O5, à usage d'herbicide de nombreuses dicotylédones et sélectif des cultures de céréales et accessoirement des légumineuses fourragères. Il est utilisable en outre comme insecticide de contact contre la cochenille des vignes et des arbres fruitiers durant le repos végétatif.	H	10	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50, : 7,4 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,0034mg/l

Diquat	2 410	C ₁₂ H ₁₂ N ₂ , à usage d'herbicide de certaines graminées et de nombreuses dicotylédones et pas sélectif des cultures en végétation. Il est utilisable pour le défanage des pommes de terre, la dessiccation du lin, du tournesol, des légumineuses porte-graines ; pour le désherbage en traitement dirigé ou en pré-levée de la culture			Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 0,005 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 21 mg/l
Diuron	5 937	C ₉ H ₁₀ N ₂ OCl ₂ , à usage d'herbicide de certaines graminées et de certaines dicotylédones et sélectif de position des vignes, des vergers d'arbres fruitiers à pépins, des aspergeraies et des cultures de certaines légumineuses fourragères, canne à sucre et d'ananas.	H	20 à 230	En 2002. en France, il a été interdit pour les usages non-agricole du 1er novembre au 1er mars[4]. Le 30 juin 2003, il a été interdit comme « produit non associé » à pour les usages agricoles. L'Union européenne l'a interdit en 2007 [6] suite a un examen prévu par l'inscription à l'annexe I de la directive 91/414/CEE. Il a ensuite été réautorisée en 2008, mais relève des substances dangereuses qui seront progressivement interdites. Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 0,0027 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 6,7 mg/l
Endosulfan	562	C ₉ H ₆ Cl ₆ O ₃ S , organochlorés., à usage d'insecticide de contact et d'ingestion sur de nombreux insectes, particulièrement le doryphore, les pucerons, le tarsonème du fraisier et du cyclamen et la mouche grise des céréales en désinfection du sol.	P	120	□ pour l'Union européenne : cette substance active est interdite à la suite de l'examen relatif à l'inscription à l'annexe I de la directive 91/414/CEE, en application de la décision communautaire 2005/864/CE du 2 décembre 2005. □ pour la France : cette substance active n'est pas autorisée dans la composition de préparations bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché. L'avis paru au Journal officiel du 22 février 2006 retire les autorisations de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques contenant de l'endosulfan, pour tous les usages agricoles et non agricoles, avec un délai d'écoulement des stocks : CL₅₀ sur poissons : 0,0003 mg·l⁻¹, CL₅₀ sur daphnies : 0,06 mg·l⁻¹, CL₅₀ sur algues : 0,56 mg·l⁻¹.

Endrine	562	C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O, à usage d'insecticide sur de nombreux insectes, avec une certaine action rodenticide.	P	> 12 ANS	L'ensemble des usages de l'endrine a été interdit au 4 octobre 1992 mis à part quelques exceptions pour lesquelles l'interdiction est entrée en vigueur au plus tard le 4 octobre 1994 (décret 92-1074 du 2 octobre 1992 relatif à la mise sur le marché, à l'utilisation et à l'élimination de certaines substances et préparations dangereuses).
Epoxiconazole	562	C ₁₇ H ₁₃ ClFN ₃ O, famille Triazole, à usage de fongicide systémique contre de nombreuses maladies cryptogamiques du feuillage des céréales (oïdiums, rouilles, helminthosporioses, septorioses, rhynchosporioses, etc.) et des betteraves (cercosporiose, ramulariose, etc.). Action est à la fois curative et préventive. Il agit par inhibition de la synthèse de l'ergostérol, l'un des constituants de la paroi cellulaire propre aux Champignons.	F	44 à 124	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ , : 1,19 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ 3,14 mg/l
Ethofumesate	1 847	C ₁₃ H ₁₈ O ₅ S, amille des benzofuranes, à usage d'herbicide de nombreuses graminées et de certaines dicotylédones et sélectif des cultures de betteraves.	H	15 à 250	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ , : 3,9 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ :11 mg/l
Ethoprophos	1 072	C ₈ H ₁₉ O ₂ PS ₂ , famille organo-phosphorés, à usage de nématicide en traitement de sol, avec une certaine action insecticide contre les insectes du sol.	P	2 à 52	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ , : 28,3 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ :0,32 mg/l
Fenbutatin Oxydef	1 072	C ₆₀ H ₇₈ OSn ₂ , famille des Organotin, acaricide utilisé pour contrôler un large éventail d'instes phytophages	P	243 à 795	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ , : .0036mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ :0,001mg/l
Fenitrothion	1 851	C ₉ H ₁₂ NO ₅ PS, Organophosphaté, insecticide large spectre	P	2	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ , : 1,3 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ :1,3 mg/l
Fénoxicarbe	2 446	C ₁₇ H ₁₉ NO ₄ , carbamates, Un régulateur de croissance des insectes spécifiques utilisés pour contrôler les mites, les cochenilles et autres insectes sur les fruits, vignes et plantes ornementales	P	4 à 9	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ , : 0.38 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ 0.66 mg/l
Fenpropathrin	1 076	C ₂₂ H ₂₃ NO ₃ , Pyrethroïde, un acaricide et insecticide utilisé pour contrôler de nombreuses espèces d'acariens et autres insectes	P	28	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ , : 2 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ 0.0023 mg/l

Fenpropidine	2 450	C19H31N , morpholines. , à usage de fongicide systémique contre les oïdiums et accessoirement contre les rouilles; dans les cultures de céréales.	F	7 à 116	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50, : 0,0057 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 ; 3,6 mg/l
Fenpropimorphe	2 446	C20H33NO , morpholine, à usage de fongicide systémique contre les oïdiums et les rouilles; et accessoirement contre les septorioses et la rhynchosporiose, dans les cultures de céréales.	F	49 à 411	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50, : 0,327 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 ; 2,3 mg/l
Fenthion	1 076	C10H15O3PS2 , organophosphatés, à usage d'insecticide de contact et d'ingestion sur de nombreux insectes, particulièrement les pucerons, la mouche de l'olive, la mouche méditerranéenne des fruits, la mouche de la cerise, la mouche de la betterave, le carpocapse et les insectes des bâtiments d'élevage (mouches, moustiques, etc.).	P	34	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 1,78 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,8 mg/l
Fludioxonil	2 450	C12H6F2N2O2 , Phenylpyrrole, à usage de fongicide contre le Botrytis, agent de la pourriture grise et en traitement des semences de céréales contre les fusarioses, la carie, la septoriose, l'helminthosporiose, et des semences de tournesol contre la sclérotiniose.	F	8 à 43	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0,024 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,23 mg/l
Flumioxazine	1 084	C19H15FN2O4, N-phenylphthalamides , à usage d'herbicide de certaines graminées et dicotylédones annuelles et bisannuelles et utilisable dans les vignes installées.	H	12 à 28	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0.000852mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 0.00035 Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 2,3 mg/l
Fluquinconazole	1 072	C16H8Cl2FN5O, Triazole , à usage de fongicide pénétrant contre nombre de champignons parasites des feuilles et des épis des cultures de blé.	F	17 à 777	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0.046 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 1,4 Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 1,9 mg/l
Fluroxypyr	1 891	C7H5Cl2FN2O3, Pyridine , à usage d'herbicide de nombreuses dicotylédones et utilisable dans les cultures de graminées : céréales (blé dur, blé tendre, orge, escourgeon, seigle, avoine, triticales), maïs et prairies (brome, dactyle, fétuque, fléole, ray-grass), voire dans les cultures d'oignon et certains vergers implantés.	H	34 à 68	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 49,8 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 12,3 Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 14,3 mg/l

Fluzilazole	2 446	C16H15F2N3Si , Triazole, Un fongicide utilisé pour contrôler une gamme de pathogènes, y compris les Ascomycètes, les Basidiomycètes et Deutéromycètes	F	63 à 240	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 6,4 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 1,2 mg/l
Folpel	2 462	C9H4O2NSCl3, Phthalimide , à usage de fongicide contre les mildious et diverses maladies des cultures légumières (pourriture grise), des arbres fruitiers (tavelures) et de la vigne (excoriose, black-rot, rougeot parasitaire).	F	0,7 à 13	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 1,2 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,233 mg/l
Formeténate	1 072	C11H15N3O2 , Formamidine, Un acaricide et insecticide utilisé pour contrôler une gamme d'insectes, les thrips et les acariens	P	6 à 13	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : >10 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 4,3 mg/l
Foséthyl-Aluminium	2 462	C2H7O3P , Organophosphate , fongicide pour les cultures horticoles diverses utilisées pour contrôler un éventail de maladies, y compris Phytophthora, Pythium et Plasmopara. Habituellement utilisé en tant que variante de l'aluminium.	F	1	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 5,9 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : > 122mg/l
Glufosinate	2 450	C5H15N2O4P, organophosphoré , à usage d'herbicide non-sélectif sur graminées et dicotylédones annuelles. Il est utilisable avant la levée ou après la récolte, ou en traitement dirigé dans les vignes et les vergers, et pour le défanage de la pomme de terre.	H	6 à 10	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 46 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 710 mg/l
Heptachlore	3 250	C10H5Cl7 , à usage de désinsectisation des sols contre de nombreux insectes. Du fait de leurs propriétés lipophiles et de leur persistance dans l'environnement, l'heptachlore et les composés apparentés présentent une bioaccumulation et une bioamplification au long de la chaîne alimentaire. un insecticide obsolètes autrefois utilisée pour tuer les termites, fourmis et autres insectes dans des situations agricoles et domestiques	P	9 à 24 MOIS	insecticide organochloré non systémique (non absorbé par la plante). L'heptachlore est connu pour faire partie de la dirty dozen[3] ou douzaine de polluants majeurs à l'échelle mondiale, selon la Convention de Stockholm. Sa production a été arrêtée aux États-Unis en 1987.
Hexaconazole	2 442	C14H17Cl2N3O , à usage de fongicide systémique contre de nombreux champignons parasites des ordres des Basidiomycètes, des Ascomycètes et de Deutéromycètes, sur de nombreuses cultures (vigne, arbres fruitiers, cultures légumières).	F	49 à 200	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 1,7 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 3,4 mg/l

Hydroxyterbuthylazine	1 847	seconde métabolite de dégradation de la terbuthylazine (herbicide) voir terbuthylazine	H		voir terbuthylazine
Imazabéthabenz	2 446	C15H18N2O3, Imidazolinone, Un herbicide post-levée pour une utilisation dans les céréales d'hiver et d'autres cultures pour contrôler les graminées et les dicotylédones certaines mauvaises herbes	H	45 à 57	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 78 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 100 mg/l
Imidaclopride	2 446	C9H10ClN5O2, effet insecticide, et qui appartient à la famille chimique des chloronicotiniles et à la famille des néonicotinoïdes. Pour la France : cette substance active est autorisée dans la composition de préparations bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché. Toutefois, elle a fait l'objet de mesures : de suspension d'emploi pour le traitement des semences de tournesol, d'interdiction d'utilisation pour le traitement des semences de maïs.	P	180	Constituant du produit commercial GAUCHO Utilisé aussi comme anti-puces (FRONTLINE) CL50 sur poissons : > 82 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 84 mg·l-1, CL50 sur algues : > 9 mg·l-1.
Ioxynil	2 450	C7H3I2ON, à usage d'herbicide de certaines dicotylédones et sélectif des cultures de céréales après le stade trois-feuilles, d'oignons, de poireaux et d'ails.	H	1,5 à 2,5	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 24 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 8,5 mg/l
Iprodione	1 891	C13H13Cl2N3O3, Dicarboximide, fongicide de contact contre de nombreux champignons (Botrytis, Monilia, Sclerotinia, Alternaria, Helminthosporium, etc.), parasites de nombreux végétaux cultivés.	F	42 à 126	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 3,7 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 3,2 mg/l
Isodrine	514	C12H8Cl6, Cyclodiène, Insecticide organochloré persistant qui est obsolète, principalement utilisé pour contrôler les moustiques paludéens	P	Très persistant	Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,012 mg/l
Isoproturon	558	C12H18N2O, famille des urées substituées, actif comme herbicide des graminées, avec une action sur certaines dicotylédones, et utilisable sur certaines cultures de céréales d'hiver (blés, orges,) et de graminées fourragères (brome, dactyle, fétuques, ray-grass).	H	1 560	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0,013 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 3,2 mg/l Il limite la croissance de certaines plantes aquatiques (CEb50 : 0,013 mg·l-1 à CEb50 : 0,035 mg·l-1 sur 72h sur 4 espèces différentes).

Kresoxim Méthyl	1 847	Substance phytosanitaire, issu du champignon <i>Strobilurus tenacellus</i> , de formule brute $C_{18}H_{19}NO_4$, à usage de fongicide systémique contre de nombreux champignons parasites des familles des Ascomycètes, des Basidiomycètes, de Deutéromycètes et des Oomycètes, dans de nombreuses cultures (céréales, betterave, vigne, verger pommes, poires, etc.) .	F	1 à 4	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0,063 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,19 mg/l
Lambda-cyhalothrine	2 462	$C_{23}H_{19}ClF_3NO_3$, Pyrethroid, insecticide à action rapide utilisé pour contrôler un large spectre de parasites dont les pucerons et les thrips	P	6 à 40	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : >0,3 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0.00021 mg/l
Lindane	5 873	$C_6H_6Cl_6$, organochloré, à usage de la désinsectisation des sols ou des grains, contre de nombreux insectes.	P	15 MOIS	Utilisation interdite depuis 1998
Linuron	3 246	$C_9H_{10}O_2Cl_2N_2$, urées substituées, à usage d'herbicide de certaines graminées et de certaines dicotylédones et sélectif des cultures de carotte, céleri repiqué, asperge, poireau repiqué, tournesol, maïs en post-levée; pomme de terre après le buttage.	H	13 à 82	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0,016mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 3,15 mg/l
Mancozebe	2 410	$(C_4H_6MnN_2S_4)_x(Zn)_y$ Dithiocarbamate, fongicide, contre de nombreuses maladies foliaires des arbres fruitiers, de la vigne, des cultures légumières. Il est utilisable en traitement de semences et en traitement des sols.	F	1 à 3	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0,044 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,074 mg/l
Mécoprop	2 450	$C_{10}H_{11}ClO_3$, Aryloxyalkanoic acid, à usage d'herbicide de certaines dicotylédones dont le gaillet-gratteron et la stellaire intermédiaire, et sélectif des cultures de céréales.	H	21	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 237 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 240 mg/l
Metadathion (Methidation ?)	1 076	$C_6H_{11}N_2O_4PS_2$, Organophosphate, à usage d'insecticide par contact et ingestion sur de nombreux insectes, particulièrement les pucerons, le carpocapse, la tordeuse de la grappe, la tordeuse orientale du pêcher, le doryphore, les cochenilles ; avec une certaine action acaricide.	P	3 à 18	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 22 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,01 mg/l
Métalaxyl	2 446	$C_{15}H_{21}NO_4$, Phenylamide, à usage de fongicide translaminaire contre les champignons de l'ordre des Péronosporales (mildious).	F	70	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 100 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 10 mg/l

Métaldéhyde	2 410	(CH ₃ CHO) ₂ , Cyclo-octane , phytosanitaire molluscicide (employé pour tuer des limaces et autres gastéropodes).	P	3 à 10	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 75 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 75 mg/l
Metamitrone	1 887	C ₁₀ H ₁₀ N ₄ O, Triazinone , à usage d'herbicide de rares graminées (vulpin) et de certaines dicotylédones et sélectif des cultures de betterave et de certaines plantes aromatiques, à parfum ou médicinales.	H	6 à 20	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 0,4 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 190 mg/l
Métazachlore	3 246	C ₁₄ H ₁₆ ClN ₃ O, Chloroacetamide , à usage d'herbicide de nombreuses graminées et dicotylédones et utilisable dans les cultures de colza, de chou, et de certaines crucifères cultivées.	H	3 à 21	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 0,0161 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 8,5mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC ₅₀ , biomasse (mg l ⁻¹) : 0.0023
Méthabenzthiazuron	2 446	C ₁₀ H ₁₁ N ₃ O ₂ S, Urea , à usage d'herbicide de certaines graminées et de certaines dicotylédones et utilisable sur les cultures de blé et de pois et sur quelques culture de porte-graine.	H	180 à 360	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 0,033 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 15,9 mg/l
Méthamidophos	1 072	C ₂ N ₈ NO ₂ PS , amille des organophosphorés utilisée en particulier pour la protection des cultures de riz. , à usage d'insecticide endothérapie sur certains insectes, particulièrement les pucerons, l'aleurode et les insectes broyeurs ; avec une certaine action acaricide.	P	2 à 6	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ :178mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 25 mg/l
Méthomyl	2 458	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₂ S , carbamates, à usage d'insecticide endothérapie sur de nombreux insectes, avec une certaine action acaricide et nématicide. Il fut introduit en 1966, mais son utilisation a été restreinte à cause de sa toxicité élevée pour l'homme. Il est utilisé principalement sur les cultures de luzerne pour l'alimentation animale	P	5 à 30	L'utilisation du méthomyl est interdite dans l'Union européenne depuis le 21 février 2009 En juillet 2011, dans l'île de La Réunion, à Bras-Fusil, quartier de Saint-Benoît, des oiseaux (passereaux) sont tombés en nombre, intoxiqués, selon les services vétérinaires, par un insecticide utilisé en maraîchage et contenant du méthomyl, le « Lannate ». Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ :60 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 0,63 mg/l

Métolachlore	3 246	C15H22ClNO2, organochloré, à usage d'herbicide de certaines graminées et de certaines dicotylédones et utilisable dans les cultures de maïs.	H	40 à 70	il est interdit en France depuis 2003, et remplacé par un produit très proche le S-métolachlore . Depuis l'interdiction de l'atrazine, le S-métolachlore est devenu l'un des produits les plus vendus pour le désherbage chimique du maïs Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 :57 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 3,9 mg/l
Molinate	1 072	C9H17NOS, Thiocarbamate , à usage d'herbicide des graminées (Panicum) et des Typha dans les rizières.	H	12	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 :0,5 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 16 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 7,7
Monolinuron	2 446	C9H11O2N2Cl, Urea , à usage d'herbicide de certaines graminées et de certaines dicotylédones et sélectif des cultures de pomme de terre et d'asperge.	H	33 à 66	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 :0,001 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 42 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 2,4
Napropamide	1 887	C17H21NO2, Alkanamide , à usage d'herbicide, au cours de leur germination, de certaines graminées et de certaines dicotylédones et utilisable sur les cultures de colza et de chou de porte-graine, ainsi que sur les vignes et vergers installés et sur quelque autres plantes ligneuses.	H	31 à 127	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 :3,4 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 6,6 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 0,24
Nicosulfuron	2 446	C15H18N6O6S, Sulfonylurea , à usage d'herbicide de nombreuses graminées et de certaines dicotylédones et utilisable dans les cultures de maïs.	H	9 à 63	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 :7,8 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 65,7 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 0,02
Norflurazon	2 446	C12H9ClF3N3O, Pyridazinone , herbicide de pré-émergence utilisé pour le contrôle des graminées, des carex et les mauvaises herbes à feuilles larges	H	90 à 270	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 :0,017 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 8,1 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 0,086
Omethoate	1 887	C5H12NO4PS , Organophosphate , à usage d'insecticide endotherapique sur de nombreux insectes, particulièrement les insectes suceurs (pucerons, thrips, aleurode, cochenilles, etc.) avec une certaine action acaricide.	P	14	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 :167 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 9,1 mg/l

Oryzalin	2 462	C ₁₂ H ₁₈ N ₄ O ₆ S, groupe des phénylamine, à usage d'herbicide de nombreuses graminées et de certaines dicotylédones et utilisable dans les vignes, les vergers et sur les cultures d'asperge.	H	10 à 113	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 18,1 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 2,86 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC ₅₀ , biomasse (mg l ⁻¹) : 0,015
Oxadiazon	510	C ₁₅ H ₁₈ O ₃ N ₂ Cl ₂ , à usage d'herbicide de certaines graminées et de certaines dicotylédones (dont le lisier des champs) et utilisable dans les vignes et vergers et sur les cultures d'œillet.	H	90 à 330	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 0,004 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 1,2 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC ₅₀ , biomasse (mg l ⁻¹) : 0,057
Oxadixyl	1 899	C ₁₄ H ₁₈ N ₂ O ₄ , Phénylamid, fongicide utilisé, en combinaison avec d'autres agents, notamment pour contrôler Péronosporales mildiou et la brûlure tardive	F	60 à 90	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 46 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 300 mg/l
Oxy-Demeton-Methyl	1 847	C ₆ H ₁₅ O ₄ PS ₂ , organophosphate, Un insecticide et acaricide pour le contrôle de nombreux insectes, principalement les pucerons, les acariens et les thrips	P	1,5 à 4	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 100 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 17 mg/l
Paraquat	2 410	C ₁₂ H ₁₄ N ₂ , pyridines, à usage d'herbicide de nombreuses graminées et de nombreuses dicotylédones non ligneuses et pas sélective des cultures en végétation. Il est utilisable pour le défanage et la dessiccation des cultures, le désherbage de la luzerne hors période de végétation, dans les techniques de faux-semis	H	7 à 8 ANS	Il est aussi de plus en plus utilisé pour préparer le semis direct, notamment là où les adventices sont devenues résistantes au glyphosate Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 0,00023 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 19 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC ₅₀ , biomasse (mg l ⁻¹) : 0,037
Parathion Ethyl	3 250	C ₁₀ H ₁₄ O ₅ NPS, organophosphoré, à usage d'insecticide sur de nombreux insectes, sauf de doryphore, et avec une certaine action acaricide	P	14	Le parathion est connu pour faire partie de la dirty dozen ou douzaine de polluants majeurs à l'échelle mondiale pour l'Union européenne : cette substance active est interdite à la suite de l'examen relatif à l'inscription à l'annexe I de la directive 91/414/CEE, en application de la décision communautaire 2001/520/CE du 10 juillet 2001. CL ₅₀ sur poissons : 0,58 mg·l ⁻¹ , CL ₅₀ sur daphnies : 0,00037 mg·l ⁻¹ , CL ₅₀ sur algues : 0,5 mg·l ⁻¹ .
Parathion Methyl	3 250	C ₈ H ₁₀ O ₅ NPS, organophosphoré, à usage d'insecticide sur de nombreux insectes, sauf de doryphore, et avec une certaine action acaricide.	P	19	CL ₅₀ sur poissons : 2,7 mg·l ⁻¹ , CL ₅₀ sur daphnies : 0,007 mg·l ⁻¹ , CL ₅₀ sur algues : 3 mg·l ⁻¹ .

Pendiméthaline	2 446	C13H19O4N3, Dinitroaniline , à usage d'herbicide de nombreuses graminées et dicotylédones annuelles et utilisable dans les cultures de céréales, de maïs, de pois, de féverole, dans plusieurs cultures légumières de repiquage et dans les vignes et vergers implantés.	H	27 à 190	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0,006mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,138 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 0,012
Phoxime	1 847	C12H15N2O3PS , Organophosphate , à usage d'insecticide sur les insectes du sol (taupin, ver blanc, noctuelles). Il est utilisable en traitement des parties aériennes contre la pyrale du maïs.	P	7	Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,22 mg/l
Proctmidone	2 450	C13H11Cl2NO2 , Dicarboximide , fongicide largement utilisé en horticulture comme tremper un traitement des semences, de pré-récolte par pulvérisation ou post-récolte pour le contrôle de diverses maladies	F	17 à 158	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 2,6 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 7,2 mg/l
Propargite	2 446	C19H26O4S , Sulfite ester , à usage d'acaricide spécifique sur les larves et adultes d'acariens	P	29 à 430	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : >1,8mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,043 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 0,64
Propyzamide	1 847	C12H11Cl2NO, Benzamide , à usage d'herbicide de certaines graminées annuelles (vulpin, ray-grass, bromes, phalaris, folles avoines) ou vivaces (chiendent rampant, pâturin des prés, avoine à chapelet) et de nombreuses dicotylédones et utilisable dans les cultures de colza, pois, soja, tournesol, féveroles d'hiver; sur les vignes et vergers installés ; sur certaines cultures légumières (salade, artichaut, cardon, salsifis, scorsonère, ciboulette, lentille, chicorée) et sur certaines plantes ligneuses.	H	60 à 140	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 2,8mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : >4,7 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 1,4
Pyrazone (choridazone)	1 847	C10H8N3ClO, pyridazine, à usage d'herbicide sur les très jeunes plantules de rares graminées et de nombreuses dicotylédones et utilisable dans les cultures de betterave. herbicide,	H	21	CL50 sur poissons : 27 mg.l-1, CL50 sur daphnies : 0,18 mg.l-1, CL50 sur algues : 0,73 mg.l-1.
Pyridate	2 446	C19H23ClN2O2S, Phenylpyridazine, herbicide de postlevée utilisé pour contrôler annuelles adventices dicotylédones	H	1,5 à 7,7	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : > 2 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : >1,2 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : >2

Pyrifénox	2 446	C ₁₄ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O, Pyridine, fongicide pour lutter contre l'oïdium, la tavelure et à d'autres agents pathogènes fongiques sur une gamme de cultures	F	66	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 0,095 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 6,6 mg/l
Pyriméthanyl (Pyriméthanyl)	2 446	C ₁₂ H ₁₃ N ₃ , Anilinopyrimidine, à usage de fongicide systémique contre les Botrytis, les tavelures et l'alternariose, de nombreuses cultures.	F	23 à 54	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : > 1,2 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : >10,5 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC ₅₀ , biomasse (mg l ⁻¹) : 7,8
Rimsulfuron	1 847	C ₁₄ H ₁₇ N ₅ O ₇ S ₂ , Sulfonylurea, à usage d'herbicide de certaines graminées et de certaines dicotylédones et utilisable dans les cultures de maïs,	H	6 à 18	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 0,029mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : >390 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC ₅₀ , biomasse (mg l ⁻¹) : 0,009
Simazine	6 060	C ₇ H ₁₂ ClN ₅ , triazines, à usage d'herbicide de certaines graminées et de certaines dicotylédones et utilisable dans les cultures de maïs, d'asperge et dans toute une série de cultures de plantes ligneuses implantées, comme les vignes, les vergers, le framboisier, le groseillier et cassissier.	H	27 à 102	France : cette substance active n'est pas autorisée dans la composition de préparations bénéficiant d'une autorisation de mise sur le marché. Par l'avis publié au Journal Officiel du 27 novembre 2001, la date limite d'écoulement des stocks a été fixée à la distribution au 30 septembre 2002, et à l'utilisation au 30 septembre 2003. Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 0,04mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : >90 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC ₅₀ , biomasse (mg l ⁻¹) : 0,3
Sulcotrione	2 450	C ₁₄ H ₁₃ ClO ₅ S, Triketone, à usage d'herbicide de quelques graminées et de nombreuses dicotylédones et utilisable dans les cultures de maïs, de ray-grass, de lin.	H	1,2 à 14	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 1,2 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 227 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC ₅₀ , biomasse (mg l ⁻¹) : 0,051
Sulfosate (voir glyphosate et cation triméthylsulfonium)	2 410	C ₆ H ₁₆ NO ₅ PS, à usage d'herbicide de nombreuses graminées et dicotylédones, annuelles ou vivaces ; il n'est sélectif d'aucune culture et est utilisable avant l'implantation ou après la récolte, ou en traitement dirigé dans les vignes et les vergers. A faible dose, il est utilisé comme régulateur de la pousse et de la fructification des plantes des jachères.	H	14 à 111	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC ₅₀ : 4,4 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC ₅₀ : 38 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC ₅₀ , biomasse (mg l ⁻¹) : 12 (données pour Glyphosate, PPDB)

Tébuconazole	2 458	C16H22ClN3O , triazoles. , à usage de fongicide systémique contre de nombreux champignons parasites du feuillage et des grains ou des fruits, sur de nombreuses cultures.	F	62	CL50 sur poissons : 4,4 mg·l-1, CL50 sur daphnies : 2,79 mg·l-1, CL50 sur algues : 1,96 mg·l-1.
Tebufenozide	2 446	C22H28N2O2 , Diacylhydrazine , insecticide utilisé pour lutter contre les larves lépidoptères dans une grande variété de situations culturales	P	10 à 81	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0,23 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 3 mg/l
Tébutame	3 246	C15H23NO , Benzamide, Un herbicide de pré-émergence utilisé pour contrôler les mauvaises herbes à feuilles larges et les graminées dans choux et autres cultures	H	15 *	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 82 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 19 mg/l
Terbufos	1 076	C9H21O2PS3 , insecticide organophosphoré utilisé dans la lutte contre les insectes terricoles, principalement dans la culture du maïs, de la betterave à sucre et du rutabaga.	H	12	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 82 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 19 mg/l
Terbuthylazine	3 243	C9H16ClN3 , à usage d'herbicide de nombreuses graminées et dicotylédones, même vivaces, et utilisable dans la culture de la vigne.	H	10 à 36	Utilisation interdite depuis le 30 juin 2004 sur la vigne, et depuis le 1er octobre 2003 sur les autres cultures et les zones non agricoles. Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0,012 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 2,2 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 0,0128
Terbuthylazinedés éthyl	2 446	Produit de dégradation de la Terbuthylazine	H		
Tetraconazole	2 446	C13H11Cl2F4N3O , Triazole , à usage de fongicide systémique contre de nombreux champignons parasites (oïdiums, rouilles, septoriose, black-rot, brenner, cercosporiose, ramulariose, etc.) de plusieurs cultures (céréales, vigne, pommier, betterave, etc.)	F	136 à 1 688	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 2,4 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 4,3 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l-1) : 0,52
Tolyfluanide	2 110	C10H13Cl2FN2O2S2 , Sulphamide, fongicide à large spectre utilisé pour le traitement des parties aériennes en viticulture, arboriculture fruitière et légumière.	F	2 à 9	Dans l'intérêt de la santé publique et de l'environnement, eu égard au risque possible de contamination du sol, des eaux souterraines ou des eaux de surface par un produit de dégradation du tolylfluanide, le N,N-diméthylsulfamide , susceptible d'être converti en N-nitroso-diméthylamine consécutivement à un traitement des eaux de

					boisson par ozonisation, la mise sur le marché et l'utilisation des produits phytopharmaceutiques contenant la substance active dénommée «tolylfluamide» sont interdites. Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 1,5 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,045 mg/l
Triadimefon	2 446	C ₁₄ H ₁₆ ClN ₃ O ₂ , Triazols, Utilisés sur les céréales, la betterave et les crucifères pour contrôler une gamme de maladies, notamment l'oïdium et la rouille. Il est également un produit de transformation des pesticides	F	26	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 2,01 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 4,08 mg/l
Trichlorfon	2 406	C ₄ H ₈ Cl ₃ O ₄ P, à usage d'insecticide, acaricide de contact et d'ingestion sur de nombreux insectes (cafards, poissons d'argent, les puces, les mouches et les tiques), et particulièrement les diptères.	P	7 à 30	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 3,2 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,7 mg/l
Triclopyr	2 442	C ₇ H ₄ Cl ₃ NO ₃ , Pyridine, à usage d'herbicide débroussaillant de nombreuses dicotylédones vivaces et ligneuses et utilisable en débroussaillage et la dévitalisation des souches ou à plus faible dose, dans les plantations de conifères.	H	30	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 75,8 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 117 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l ⁻¹) : 0,8
Trifluraline	6 001	C ₁₃ H ₁₆ O ₄ F ₃ N ₃ , Dinitroaniline, à usage d'herbicide, par inhibition de la germination, de nombreuses graminées et dicotylédones et utilisable dans les cultures de colza, de tournesol, de chou, d'ail, d'artichaut et dans toutes les cultures de plantes ligneuses replantées ou repiquées.	H	35 à 375	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0,012 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,088 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l ⁻¹) : 0,043
Vamidotion	2 446	C ₈ H ₁₈ O ₄ PS ₂ N, Organophosphate, à usage d'insecticide endotherapique sur de nombreux insectes (pucerons, psylles, thrips), avec une certaine action acaricide.	P	0,2	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 1525 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 590 mg/l
Vinclozoline	1 076	C ₁₂ H ₉ Cl ₂ NO ₃ , Oxazole, fongicide utilisé principalement sur le colza, la vigne, les fruits et légumes pour contrôler Botrytis, Monolinia et Sclerotinia spp.	F	34 à 94	Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 1,02 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 2,84 mg/l Plantes aquatiques - Toxicité aiguë 7 jour EC50, biomasse (mg l ⁻¹) : 0,9

Zirame	1 076	C ₆ H ₁₂ N ₂ S ₄ Zn , Dimethyldithiocarbamate , à usage de fongicide contre les tavelures, la rouille du prunier, la cloque du pêcher, les monilioses, les rouilles, alternarioses, les septorioses et anthracnoses des arbres fruitiers. Également utilisé comme répulsif pour oiseaux et animaux	F	30	La teneur maximale autorisée en résidus de zirame est de 0,1 mg·kg⁻¹ dans les céréales ^[9]. Cette valeur correspond au seuil de quantification, ce qui revient à en interdire l'usage. Algues - Toxicité aiguë 72 heure EC50 : 0,066 mg/l Poissons - Toxicité aiguë 96 heure LC50 : 0,001 mg/l
---------------	--------------	--	----------	-----------	--

Substances déjà retirées

Alachlore, Endosulfan, Paraquat, Aldicarbe, Fenbutatin Oxyde, Parathion-Methyl, Azinphos-Methyl, Fenpropathrine, Procymidone, Azocyclotin, Fenthion, Terbufos, Cadusaphos, Fenarimol, Tolyfluanide, Carbofuran, Trifluraline, Chlorfenvinphos, Méthamidophos, Vinchlozoline, Coumafène, Méthidathion, Dichlorvos, Methomyl, Diuron, Oxydemeton-Methyl, Carbendazime, Molinate, Dinocap. « Le Fluquinconazole avait fait l'objet d'un retrait mais le recours de la firme aurait abouti. On ne sait pas si cette substance sera à nouveau commercialisée. »

Retraits à venir et exemples de produits

- Triflumizole, propachlore, diniconazole-M, dicloran, dichlobenil, cyanamide, bromure de méthyl, avec un délai d'utilisation fixé au 18 mars 2010
- Buprofézine, dicofol, tricyclazole, propanil, Beauveria brongniartii, permanganate de potassium, avec un délai d'utilisation fixé au 30 mars 2010
- Butraline, avec un délai d'utilisation fixé au 20 avril 2010
- Bromuconazole (Feroe, Sakura, soleil, Edenor) avec un délai d'utilisation fixé au 3 mai 2010
- Chlorate, avec un délai d'utilisation fixé au 10 mai 2010
- Triflumoron (Baycidal WP 25, Flyguard L, Larvicide dipt, Larvistop) avec un délai d'utilisation fixé au 16 septembre 2010
- Acide sulfurique avec un délai d'utilisation fixé au 5 juin 2010

- Nicotine avec un délai d'utilisation fixé au 8 juin 2010
- Huile d'os avec un délai d'utilisation fixé au 12 juin 2010
- Monoxyde de carbone avec un délai d'utilisation fixé au 12 juin 2010
- Anthraquinone (Celest rev, Effidia gold, Jockey plus AB, Celest, Austral, Sibutol, Ferial, Gaucho blé, Seman TS, Kinto TS, Manolate corbeaux) avec un délai d'utilisation fixé au 15 juin 2010
- Flurprimidol avec un délai d'utilisation fixé au 13 juillet 2010
- Acide naphtyloxyacétique 2 avec un délai d'utilisation fixé au 26 juillet 2010
- Triflumuron avec un délai d'utilisation fixé au 16 septembre 2010

Autres produits commerciaux

- Amistar pro avec un délai d'utilisation fixé au 30 juin 2010
- Cortale fasnet betanal avec un délai d'utilisation fixé au 31 août 2010
- Ioniz GT avec un délai d'utilisation fixé au 31 décembre 2010
- Cycocel CL avec un délai d'utilisation fixé au 31 décembre 2010
- Boscor, Rush, Sponsor avec un délai d'utilisation fixé au 31 décembre 2010
- Round Up max, Tdi et turbo avec un délai d'utilisation fixé au 31 mars 2011
- Medax (à ne pas confondre avec Medax Top) avec un délai d'utilisation fixé au 28 février 2011
- Star 100 (produit d'import) est retiré depuis le 22 mai 2009.