

Les pollutions diffuses d'origine agricole comme processus de contamination de l'eau en France

NICOLAS DOMANGE

Chargé de mission pollutions diffuses

Direction de l'Action Scientifique et Technique

Nicolas.domange@onema.fr

COLLOQUE « ACTIVITES HUMAINES
ET POLLUTIONS » 30 mars 2011

Les contaminants de l'eau d'origine agricole

- De quels types de contaminants parle t-on ?
- ⇒ Azotes et composés (**Nitrates**, ammonium, nitrites),
- ⇒ **pesticides** (900 matières actives ont été ou sont encore vendues dont atrazine, glyphosate, Chlordecone, métabolites ...),
- ⇒ les formes du phosphore (phosphates...),
- ⇒ particules érodées...

Nitrates - normes

Normes sanitaires:

concentration maximale admissible pour l'eau potable fixée à 50 mg/l par l'OMS et réglementations française et européenne relatives à l'eau potable (*directive européenne 98/83/CE* et son application en droit français dans l'article *R.1321-1 du Code de la santé publique*)

La consommation d'une eau présentant une concentration entre **50 et 100 mg/L** temporairement acceptable, sauf pour nourrissons et femmes enceintes ou allaitantes

Au-delà de 100 mg par litre, l'eau ne doit pas être consommée

valeur guide = 25 mg/L

Normes de qualité environnementales (NQE pour la Directive Cadre sur l'Eau):

arrêté du 17/12/08 et arrêté ministériel du 25/01/10 => respectivement, NQE pour les eaux souterraines pour état chimique et NQE pour les eaux de surface pour état écologique:

eau de surface classée en **très bon état environnemental** si teneur \leq à **10 mg/L**

eau souterraine et de surface classée en **bon état** environnemental si teneur $<$ à **50 mg/L**

valeur guide indicative de 40 mg/L

Constat : nitrates dans les eaux de surface – évolution géographique

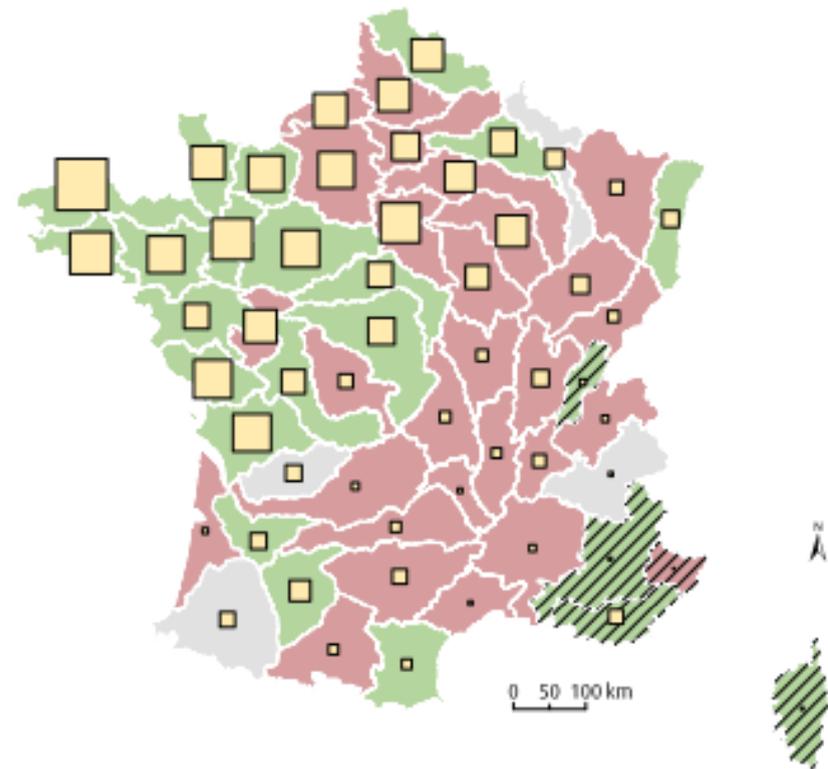
évolution plutôt favorable dans les bassins présentant des concentrations élevées en 1998 mais celles-ci restent élevées malgré tout en 2007

Parmi ces bassins majoritairement agricoles, **Bretagne avec les baisses les plus importantes** soit - 20 % depuis 1998 (baisse des apports azotés de 30 % sur la même période)

Les concentrations y restent cependant importantes en 2007 (**35,2 mg/l** pour le bassin versant Bretagne Nord)

contrario, deux tiers des 30 bassins en deçà de la moyenne ont vu leur qualité se dégrader.

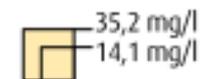
Évolution comparée par bassin versant RNDE de l'indice nitrates sur la période 1998-2007



Évolution des nitrates par bassin

- En baisse
- Relativement stable
- En hausse
- ▨ Tendence extraite sur une série de données incomplète

Concentration moyenne en nitrates par bassin en 2007



Source: agences de l'Eau, OIEau(BNDE), MEEDDM, traitements SOeS

Constat : nitrates dans les eaux souterraines à l'échelle nationale

ans **10%**, teneurs en nitrates incompatibles avec distribution de l'eau sans traitement spécifique (**de 50 à 100 mg/l**)

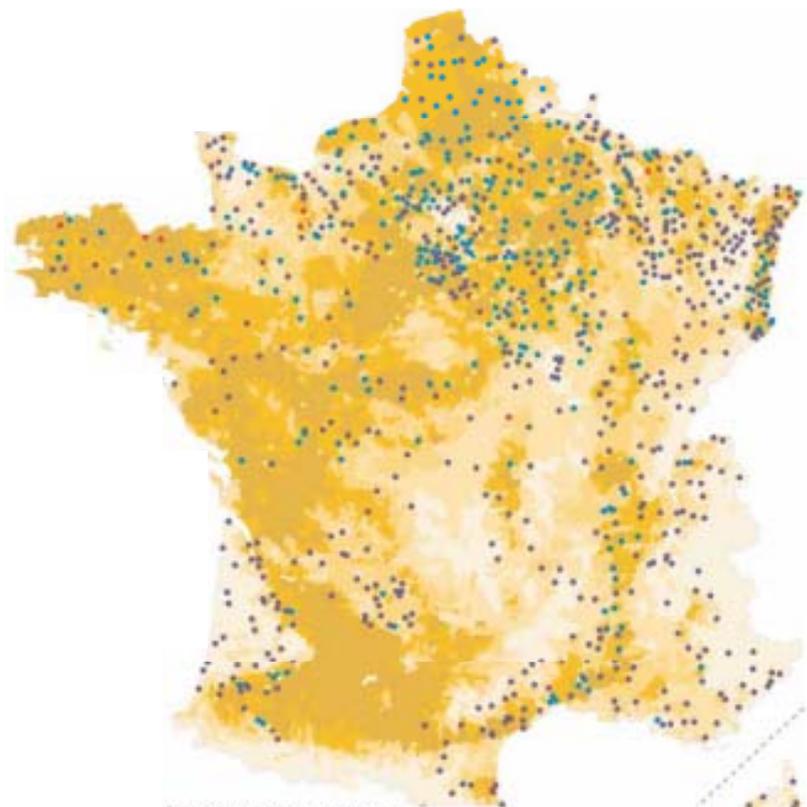
ans **1%**, eau inapte à la production d'eau potable (**> 100 mg/l**)

ans **62%** concentration en nitrates **> 10 mg/l** => **influence anthropique**

ans **32%** **augmentation** significative des concentrations entre 1992 et 2000-2001 (19% une diminution)

upart de ces stations situées dans le quart nord-ouest du territoire ainsi que dans la plaine d'Alsace

Figure 13 - Altération des eaux souterraines par les nitrates en 2002 par rapport à l'aptitude à la production d'eau potable



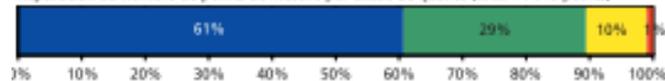
Évaluation réalisée par rapport à l'aptitude à la production d'eau potable

- Eau inapte à la production d'eau potable (> 100 mg/l)
- Eau non potable nécessitant un traitement (de 50 à 100 mg/l)
- Eau de qualité acceptable (de 25 à 50 mg/l)
- Eau de qualité optimale pour être consommée (< 25 mg/l)

Agriculture intensive dans les zones hydrographiques
Corine Land Cover, Valeurs cumulées (en %) des postes :
terres arables + cultures permanentes + zones agricoles hétérogènes

75 - 100% 55 - 75% 35 - 55% 15 - 35% 0 - 15%

Répartition du nombre de points de mesure par classe de qualité (total : 1 048 points)



Phosphore - normes

Pour le phosphore il n'existe pas de valeur limite de qualité dans les eaux superficielles destinées à la production d'eau potable. Cet élément est non toxique, mais participe en premier lieu à l'eutrophisation des cours d'eau

« Normes de qualité environnementale provisoires (NQE_p) » définies dans Circulaire du 7 mai 2007 pour définir bon état écologique = **200 µg/L**

Constat : matières phosphorées dans les eaux de surface à l'échelle nationale

En 2007, sur 2 372 points de mesure des agences de l'Eau, 2 % sont de qualité mauvaise, 4 % médiocre, 12 % moyenne, 55 % bonne et 27 % très bonne

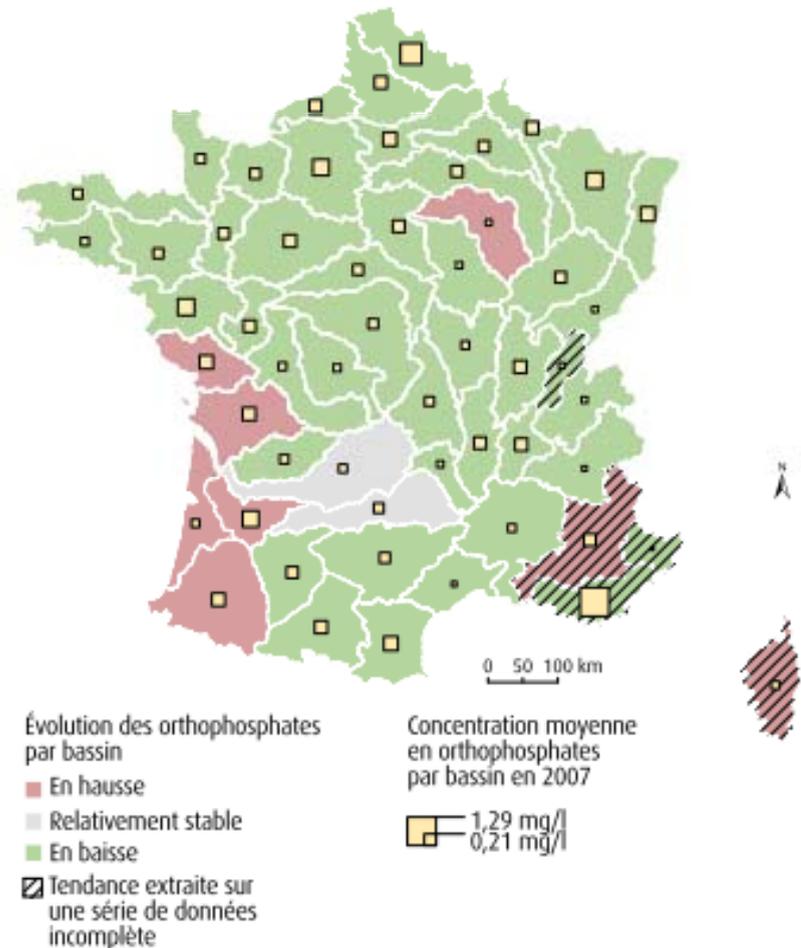
Les orthophosphates diminuent de moitié sur la période 1998-2007 (l'essentiel intervenant les trois premières années)

Les indices des bassins versants littoraux Côtiers vendéens et charentais augmentent jusqu'en 2005 mais décroissent depuis

Par contre, la hausse des indices bassins versants Côtiers aquitains et Adour se dessine tout au long de la période

Les concentrations restent peu importantes malgré tout en moyenne

Évolution comparée par bassin versant RNDE de l'indice orthophosphates sur la période 1998-2007



Source : agences de l'Eau, OIEau (BNDE), MEEDDM, traitements SOEs.

Produits phytosanitaires - *définitions*

au sens de la *directive 91/414/CEE*, les produits phytosanitaires = substances actives et préparations contenant une ou plusieurs substances actives destinées à :

- protéger les végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action,
- exercer une action sur les processus vitaux des végétaux,
- assurer la conservation des végétaux,
- détruire les végétaux indésirables,
- détruire les parties des végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable.

synonymes: pesticides, produits anti-parasitaires à usages agricoles, produits pour lutter contre les ennemis des cultures, produits de protection des plantes, produits agrisanitaires, produits agropharmaceutiques, produits phytopharmaceutiques....

spécialité commerciale = « mélange ou solution composé d'une ou plusieurs substances actives, destinés à être utilisés comme produits phytosanitaires ».

Les utilisations des substances actives sont nombreuses et variées mais la lutte contre les ennemis des cultures est, bien entendu, leur principale vocation. Selon leurs spécificités, elles sont classées en différentes catégories : **herbicides, insecticides, fongicides notamment mais aussi acaricides, bactéricides, nématicides, raticides...**

Pesticides – normes de qualité

maintien des usages :

Toutes eaux (surface/souterraines)

- Eau potable distribuée : 0,1µg/L (substances individuelles) et 0,5µg/L (totaux)
- Eau potabilisable : 2 (substances individuelles) et 5 µg/L (totaux)

risque environnemental (Après 2008 dans le cadre de la DCE)

➤ **Eaux de surface**

Utilisation de:

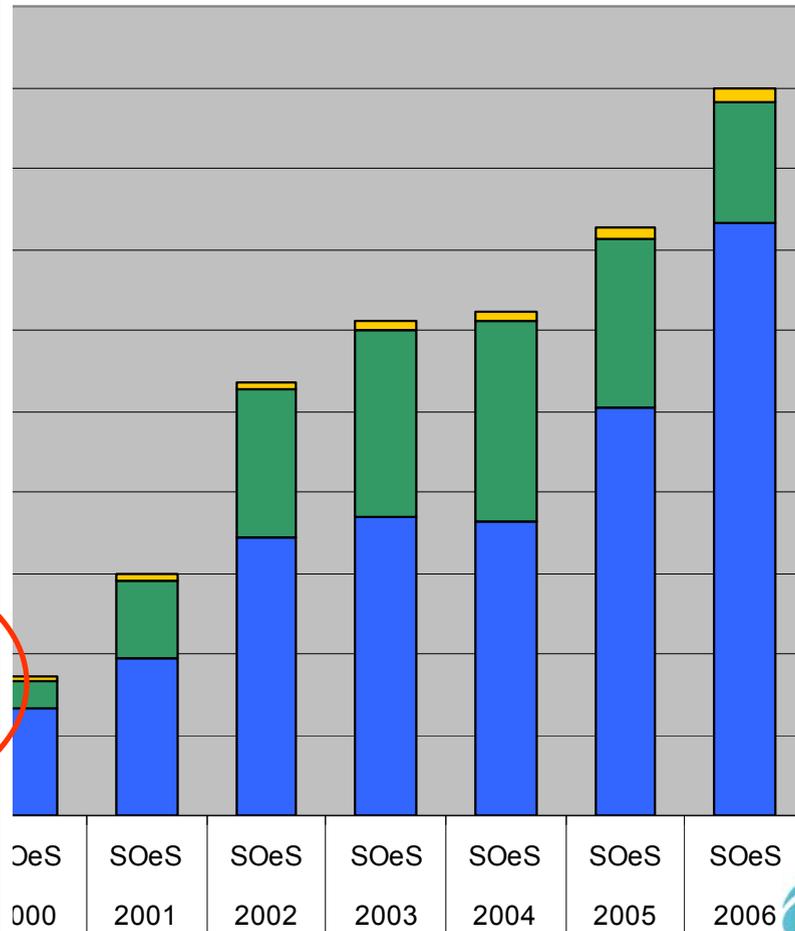
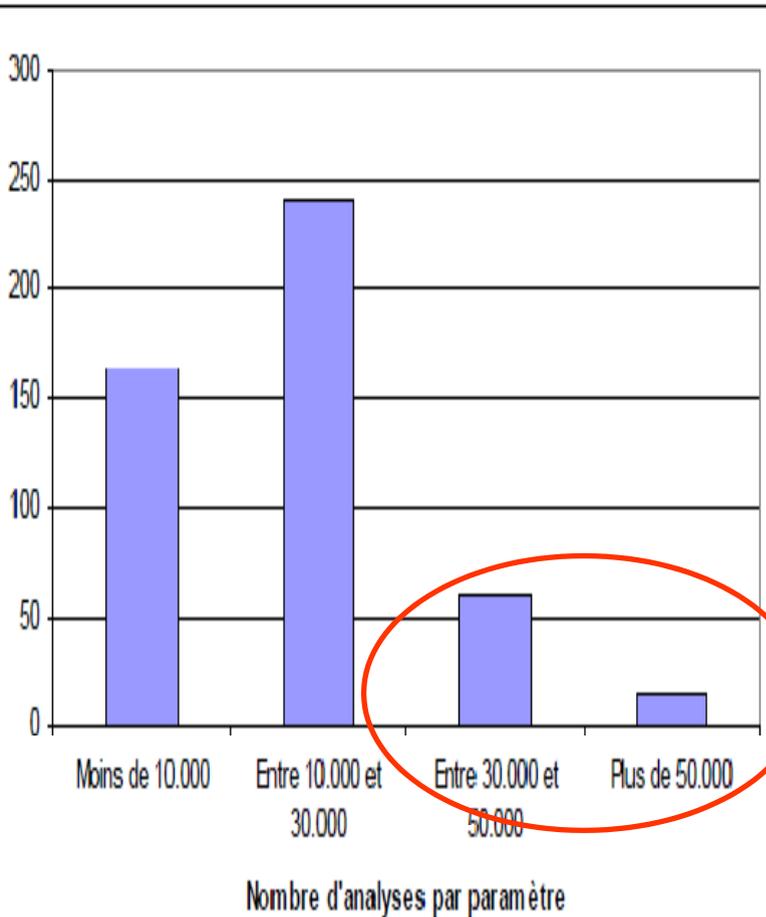
- NQE état chimique pour 33 substances prioritaires (15 pesticides notamment alachlore, atrazine, chlorpyrifos, Chlorfenvinphos, diuron, endosulfan, Isoproturon, lindane, simazine, trifluraline) et NQE provisoires INERIS
- NQE état écologique (5 pesticides)

➤ **Eaux souterraines**

= norme de potabilité

Constat : pesticides dans les eaux de surface

intensification du suivi
mais hétérogénéité spatiale et temporelle des données



Constat : pesticides totaux dans les eaux de surface

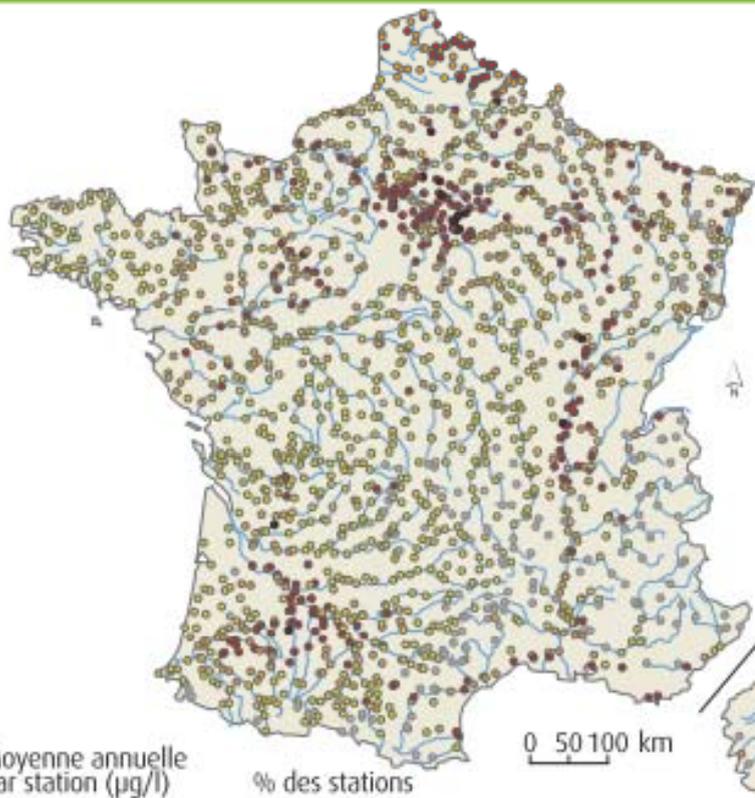
Aucune quantification de pesticide en 2007
un peu plus de 9 % des stations
> 91 % de points avec contamination

2% des stations avec concentrations totales
en pesticides en moyenne annuelle < 0,5
 $\mu\text{g/L}$

8% des stations problématiques pour
production eau potable

2% avec une moyenne annuelle > 5 $\mu\text{g/L}$

Concentration totale en pesticides en moyenne annuelle 2007
dans les cours d'eau



Moyenne annuelle par station ($\mu\text{g/l}$)	% des stations
• Plus de 5	(1 %)
• Entre 0,5 et 5	(17 %)
• Entre 0,1 et 0,5	(28 %)
• Entre 0 et 0,1	(45 %)
• Pas de pesticide quantifié	(9 %)

étude sur concentration totale en pesticides menée sur sélection de 1 781 stations (avec plus de 4 prélèvements dans l'année, suivi, si possible stable dans l'année, d'au moins 29 pesticides)

Constat: Pesticides dans les eaux souterraines

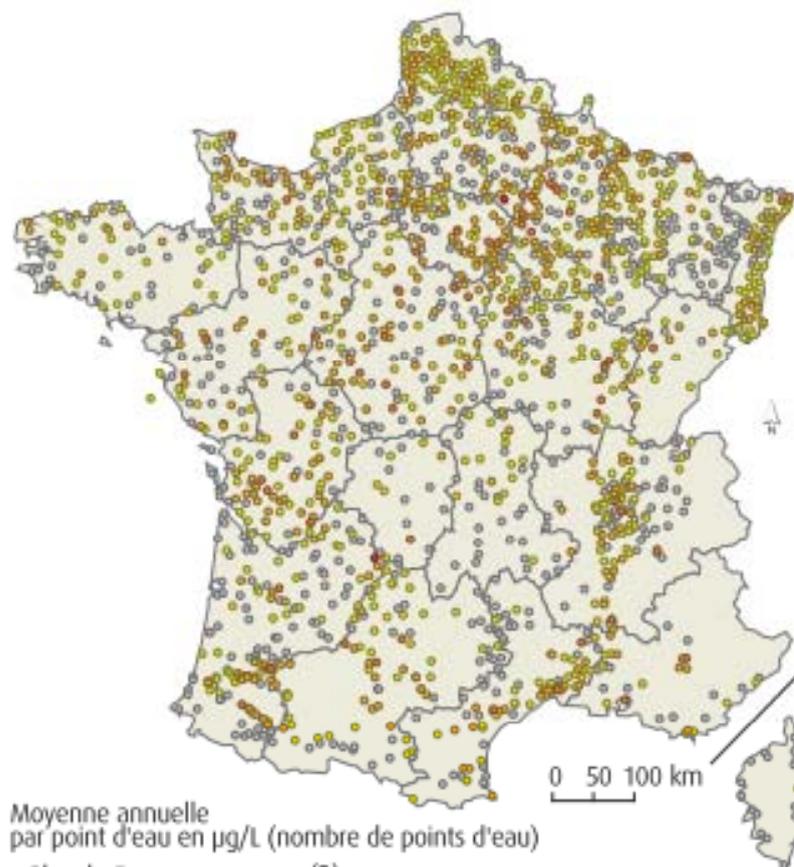
Pour 41 % des stations, toutes les mesures en pesticides de 2007 inférieures à la limite de quantification (LQ)

Pour 22,2 % des points d'eau, les pesticides détectés au moins une fois dans 59 % des points suivis, avec concentration totale moyenne faible ($< 0,1 \mu\text{g/l}$) dans moitié des cas

Pour 22,2 % des points d'eau, les concentrations moyennes en pesticides sont non négligeables (entre $0,1$ et $0,5 \mu\text{g/l}$)

Pour 3,8 % des stations, concentrations moyennes fortes ($> 0,5 \mu\text{g/L}$) et atteignant $5 \mu\text{g/l}$, pour 2 stations

Concentration totale en pesticides en moyenne annuelle 2007 dans les eaux souterraines



• Plus de 5	(2)
• Entre 0,5 et 5	(68)
• Entre 0,1 et 0,5	(405)
• Moins de 0,1	(603)
• Pas de quantification	(749)

Constat: Pesticides dans les eaux souterraines

Pour 41 % des stations, toutes les mesures en pesticides de 2007 inférieures à la limite de quantification (LQ)

Pour 59 % des points suivis, avec concentration totale moyenne faible (< 0,1 µg/l) dans moitié des cas

Pour 22,2 % des points d'eau, les concentrations moyennes en pesticides sont non négligeables (entre 0,1 et 0,5 µg/l)

Pour 3,8 % des stations, concentrations moyennes fortes (> 0,5 µg/L) et atteignant 5 µg/l, pour 2 stations

Les 15 pesticides les plus quantifiés dans les eaux souterraines en 2007

Nom du paramètre	Fréquence de recherche ¹ en %	Fréquence de quantification ² en %
Atrazine déséthyl	99,5	42,9
Atrazine*	99,6	27,0
Simazine*	99,0	9,1
Atrazine déisopropyl	96,5	6,7
Terbuthylazine déséthyl	80,0	6,5
Diuron	99,3	5,0
Bentazone	84,1	4,6
2,6-dichlorobenzamide	48,8	3,8
2-hydroxy atrazine	71,7	3,8
Oxadixyl*	84,8	2,7
Métolachlore*	97,2	2,7
Terbuthylazine*	98,9	2,4
A.M.P.A.	86,1	1,7
Chlortoluron	96,7	1,3
Déséthyl-terbuméton	35,9	1,3

¹ Nombre de stations sur lequel le pesticide concerné a été recherché rapporté à l'ensemble des stations de recherche des « pesticides », des réseaux RCS et RCQ.

² Nombre d'analyses sur lequel le pesticide concerné a été quantifié rapporté à l'ensemble des analyses de ce paramètre réalisées.

Note : *molécules interdites en 2007, les métabolites apparaissent en violet.

Les contaminants d'origine agricole

De quel constat part-on pour justifier que c'est un problème ?

- ⇒ d'une présence non naturelle généralisée dans les eaux
- ⇒ l'impact sur le milieu est très probable même s'il est difficile de le dissocier d'autres causes (effets difficilement univoques)
- ⇒ Déclassement des masses d'eau française selon la DCE

Notamment la pollution des eaux par les nitrates présente un double risque:

Ingérés en trop grande quantité, les nitrates ont des effets toxiques sur la santé humaine (« syndrome du bébé bleu »)

les nitrates (+ phosphore) modifient l'équilibre biologique des milieux aquatiques en provoquant

- des phénomènes d'eutrophisation, à partir des années 60 (apparition régulière d'importantes proliférations végétales: les «blooms algaux » ou « algues vertes » en milieu lacustre, fluvial et estuarien)
- des développements de cyanobactéries => mortalité piscicole

Pollution chimique des eaux: constat global selon la DCE

Même si eau distribuée de bonne qualité, dégradation des eaux brutes des ressources brutes prélevées par les 33 000 captages d'eau potable (principaux paramètres déclassant nitrates et pesticides) (=> *captages prioritaires SDAGE et grenelle*)

au niveau des **eaux souterraines**, l'état des lieux 2009 DCE indique que 41 % des masses d'eau souterraine ne présentent pas un bon état chimique et risquent donc de ne pas atteindre le bon état en 2015 (essentiellement nitrates et pesticides).

au niveau des **eaux de surface**, à l'échelle nationale, 91 % des eaux de surface sont contaminées par les produits phytosanitaires et au moins 21 % des masses d'eau superficielles sont en **mauvais état chimique** défini par la DCE, notamment des pesticides

Origines de ces contaminations ?

Contamination des eaux par des composants d'origine agricole – pourquoi ?

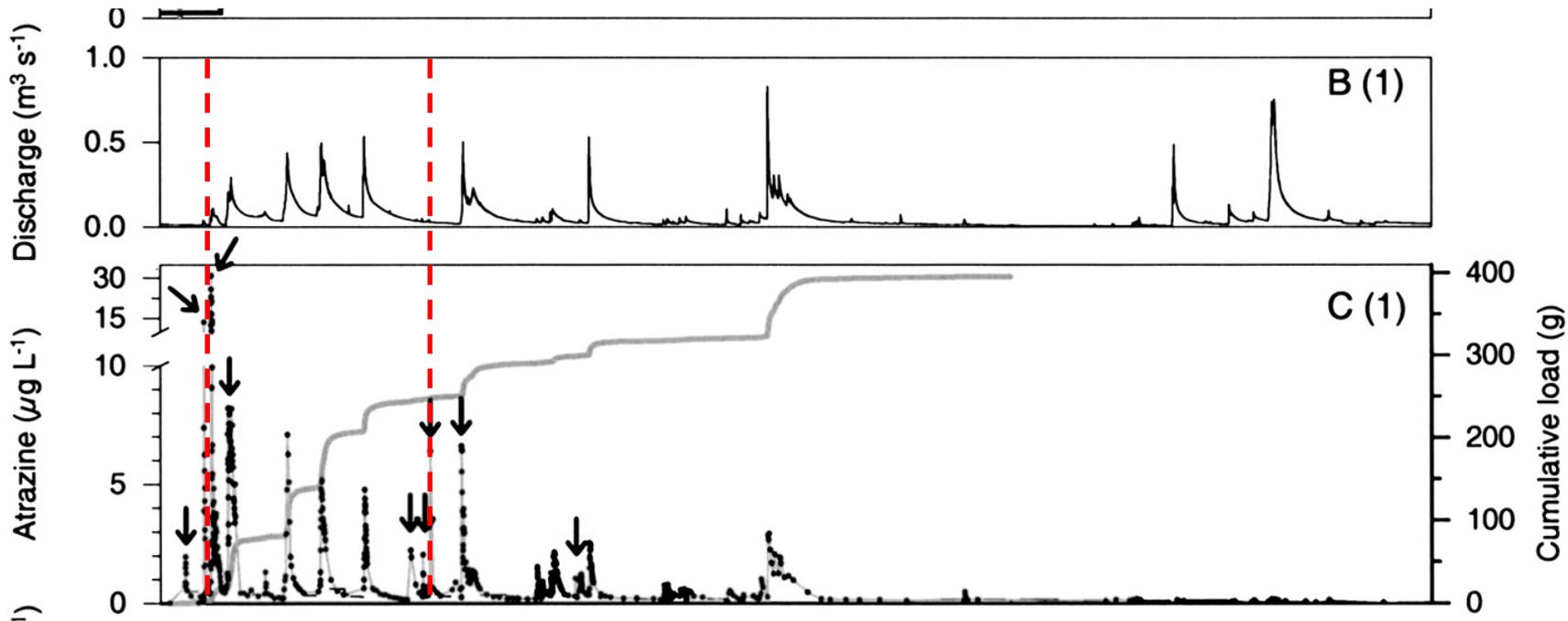
- Origine de ces contaminations ?
- Processus en jeu ?
- ⇒ **Pollutions diffuses ?**

Pollutions diffuses - définition

Du point de vue de la réglementation, on entend par " pollution diffuse " d'une nappe d'eau souterraine toute pollution dont l'origine ne peut être localisée en un point précis mais procède d'une multitude de points non dénombrables et répartis sur une surface importante.

=>ce type de transfert induit généralement des difficultés pour remonter aux sources (pressions), pour expliquer les contaminations et donc pour mettre en place des mesures pertinentes autres que la réduction de l'apport (de plus les échelles de temps d'action sont souvent trop longues pour le politique)

Pollutions ponctuelles vs diffuses ?



En général

- * difficile de faire la distinction sauf si données et études spécifiques (plus aisée à des échelles plus petites)
- * En terme de concentration, les PP engendrent des niveaux plus élevés mais sur un laps de temps plus limités
- * En terme de flux,
 - probablement que la part des PP diminue par rapport aux PD (actions plus aisées)
 - À des échelles plus importantes, la part des PD est prépondérante

Actions ?

Contexte réglementaire européen et français (+plans)

Directive nitrates (zone vulnérable, plan d'actions...)

DCE (états de lieux, surveillance, Programme de Mesure...)

Paquet « pesticides » au niveau européen (nouvelle directive 91/414, directive sur l'utilisation « durable » des pesticides, directive sur le machinisme),

Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (SDAGE...)

Grenelles I et II

PNSE

Plan Interministériel de Réduction des Risques lié aux Pesticides (PIRRP),

Plan Ecophyto 2018 (+ Ecophyto R et D)

Plan Chlordecone en Guadeloupe-Martinique

Plan micropolluants...

Nitrates (NO_3^-) – transfert vers les eaux souterraines

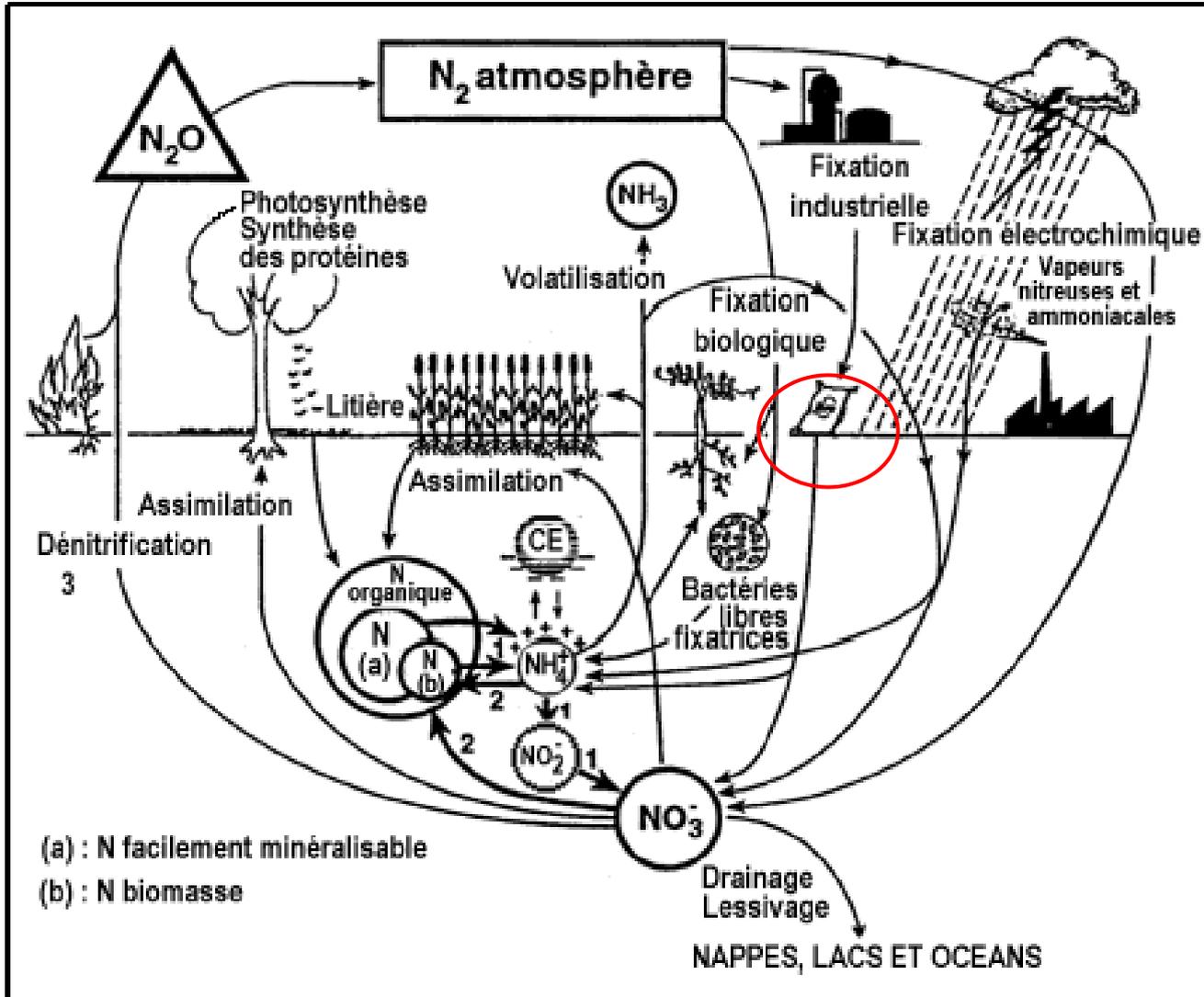


Figure 1. Le cycle de l'azote, d'après Mariotti.

1. Minéralisation

2. Réorganisation

3. Dénitrification

Nitrates – situation de la pollution

En France, on « évalue » que la présence de NO_3^- dans les eaux continentales provient à 66 % de l'agriculture (zones les plus atteintes étant souvent les plaines alluviales)

Le reste est issu des rejets des collectivités locales (22 %) et de l'industrie (12 %)

Nitrates - Réduction des transferts/impacts ?

Directive nitrates ≈45 % du territoire en zone vulnérable

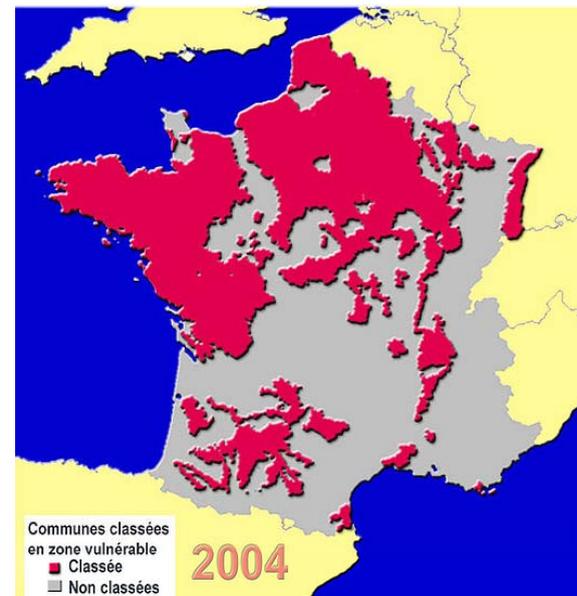
Actions pour Réduire les transferts:

Gestion de l'interculture : Implantation de CIPAN

règles de fractionnement des apports d'azote et périodes d'interdiction d'épandage

Réduction de l'apport à partir de bilan avec mesure de reliquats ou estimation (par modélisation)

Implantation de bandes enherbées le long de tous les cours d'eau (??)



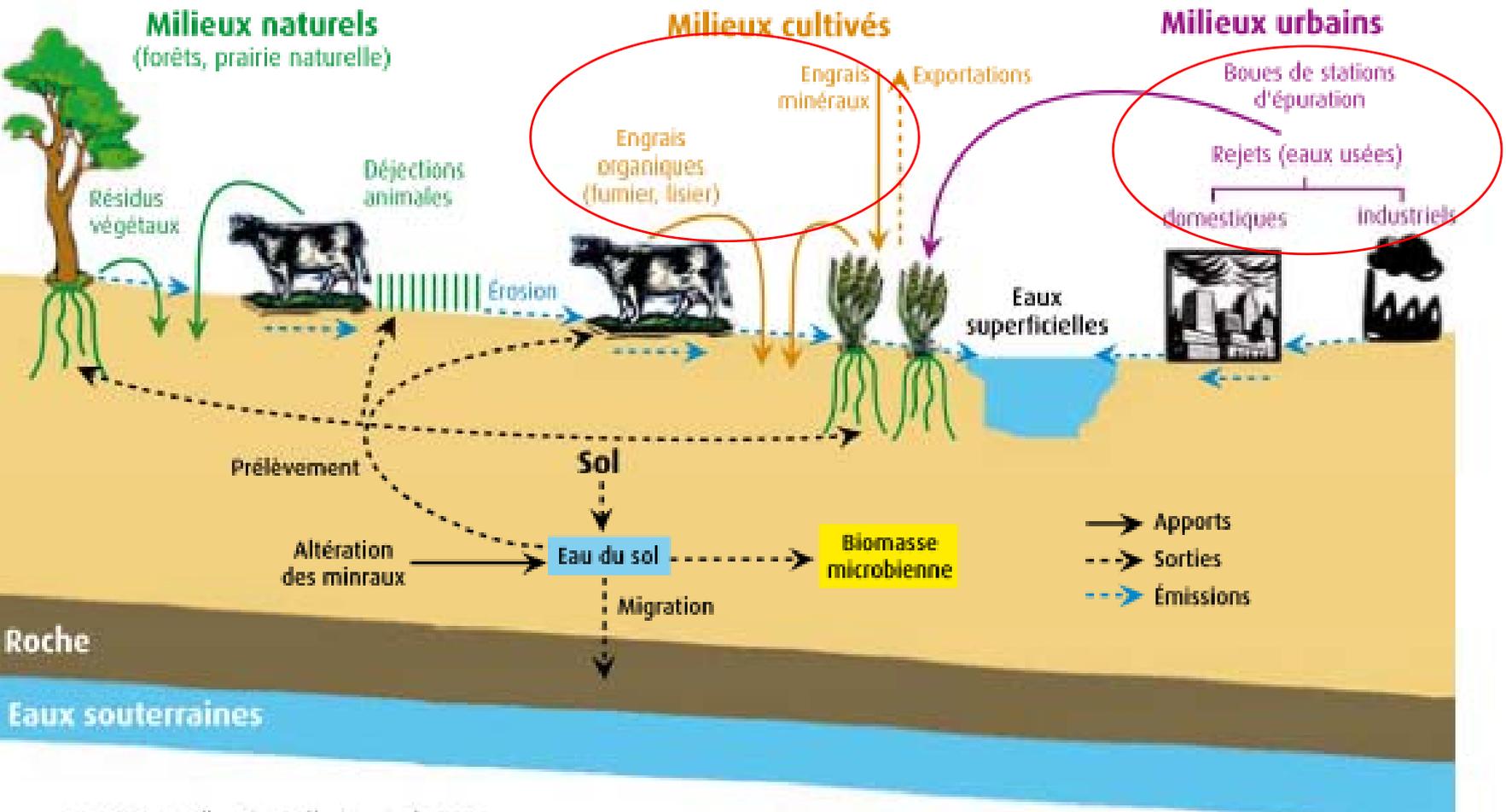
Réduction des impacts

Utilisation des zones humides (artificielles?)



Mécanisme de transferts du phosphore (P)

Cycle du phosphore préservé dans les milieux naturels, modifié dans les milieux anthropisés



Mécanisme de transferts du phosphore (P)

Transferts vers les eaux de surface sont de l'ordre de 0,1 à 2,5 kg/ha/an selon le type d'occupation du sol

9 % du phosphore apporté serait rejeté en moyenne dans les eaux chaque année : $\approx 50\%$ d'origine agricole et $\approx 50\%$ d'origine urbaine/industrielle (proportions variant en fonction de la prédominance de l'agriculture ou de l'urbanisation)

Transfert à la surface érosion essentiellement

Rejets industriels et domestiques

- Plutôt ponctuels
- diminuent depuis les années 90, suite à la réduction des phosphates dans les lessives destinées aux ménages et à leur interdiction en France en juillet 2007

Emissions agricoles

- plutôt diffuses,
- liées à l'intensité des pluies, aux facteurs de transfert (pente, type de sol, occupation du sol, etc.) et aux connexions des écoulements avec les eaux superficielles (maximales en période de crue et résultent des écoulements à la surface du sol et dans le sol)

pollution du phosphore – *actions*

techniques préventives permettant de réduire le transfert du P agricole vers les eaux (par érosion)

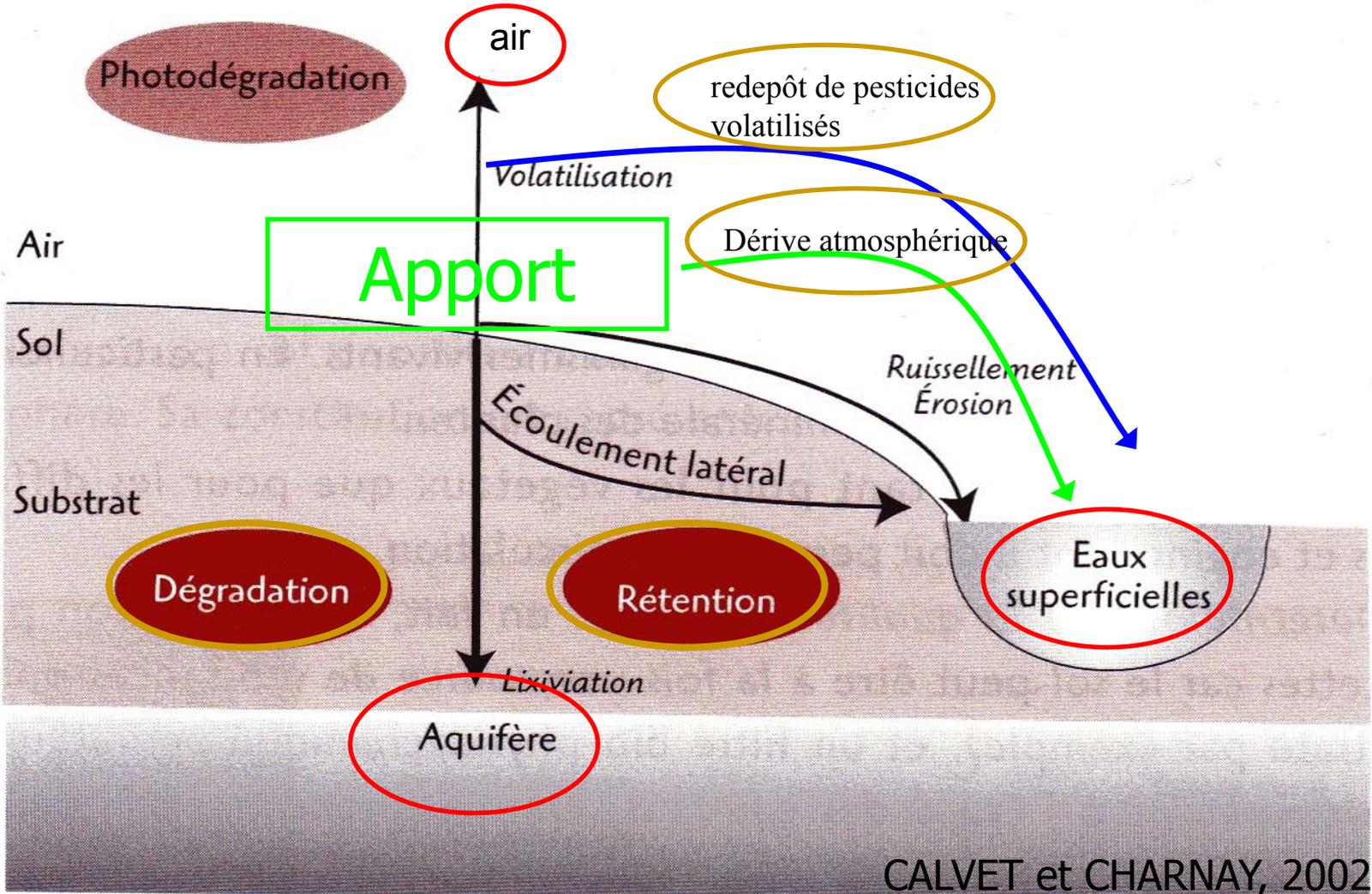
l'échelle de la parcelle :

- réduction ou fragmentation des apports
- techniques culturales limitant l'érosion des sols,
- choix de l'occupation du sol dans les zones à risque

l'échelle du bassin versant:

- implantation de haies le long des versants,
- entretien de zones tampons et de bandes enherbées en bas de parcelle à risque
- curage des plans d'eau.

Les transferts de pesticide vers les eaux : un ensemble complexe de processus



CALVET et CHARNAY, 2002

Transfert de pesticides vers les eaux - *Facteurs en jeu*

u niveau climatique :

- le délai entre la première pluie ruisselante et l'application,
- l'intensité de pluie,
- la durée de pluie,
- le temps de déclenchement du ruissellement,

u niveau du sol :

- la texture et le contenu en matière organique,
- la compaction du sol et les possibilités de battance,
- le contenu en eau,
- la topographie,
- le degré d'agrégation et de stabilité.

u niveau des pratiques et aménagement:

- Les pratiques de contrôle de l'érosion,
- la fréquence d'application,
- les zones tampons végétalisées,
- la couverture du sol (les sols nus sont, par exemple, favorables au ruissellement) et la gestion des résidus,
- le travail du sol

es facteurs liés à la molécule favorisant les transferts sont notamment :

Caractéristiques molécules (**pression de vapeur saturante et constante associée de Henry, solubilité, K_d , K_{oc}**)

- le type de formulation de la spécialité commerciale
- le taux d'application,
- le type d'application et la localisation spatiale

Transfert de pesticides vers les eaux – actions ?

Réduire globalement l'utilisation (selon quels critères?)

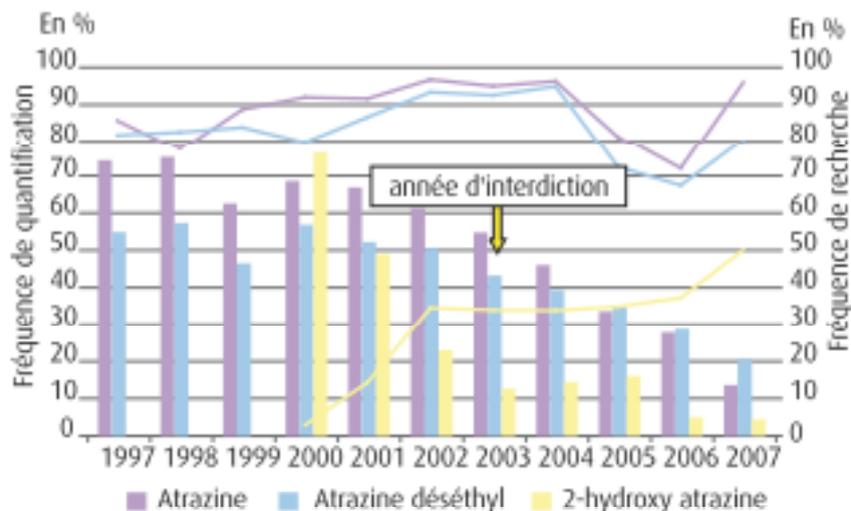
- Selon un indice de fréquence de traitement IFT : Ecophyto
- Un indice de danger ?

Réduire les transferts

- **Adapter les usages aux conditions de milieu**
 - * assortir les AMM de restrictions d'usage
- **Limiter les transferts à l'application**
 - * Améliorer caractéristiques et formulation des matières actives
 - * Améliorer les techniques et conditions d'application
- **Limiter les transferts post-application dans la parcelle**
 - * Caractéristiques et formulation des matières actives
 - * Dates d'épandage en fonction de l'état du milieu
 - * Travail du sol et techniques associées
 - * Amendements organiques
 - * Gestion des intercultures
 - * Stratégies de substitution
- **Gestion des éléments du paysage**
 - * Implantation de zones tampons enherbées et boisées
 - * Implantation de haies
 - * Fossés
 - * Zones humides
 - * Gestion bords de champ
 - * zones non traitées (ZNT)

Effets de l'interdiction sur les concentrations de pesticides dans les eaux

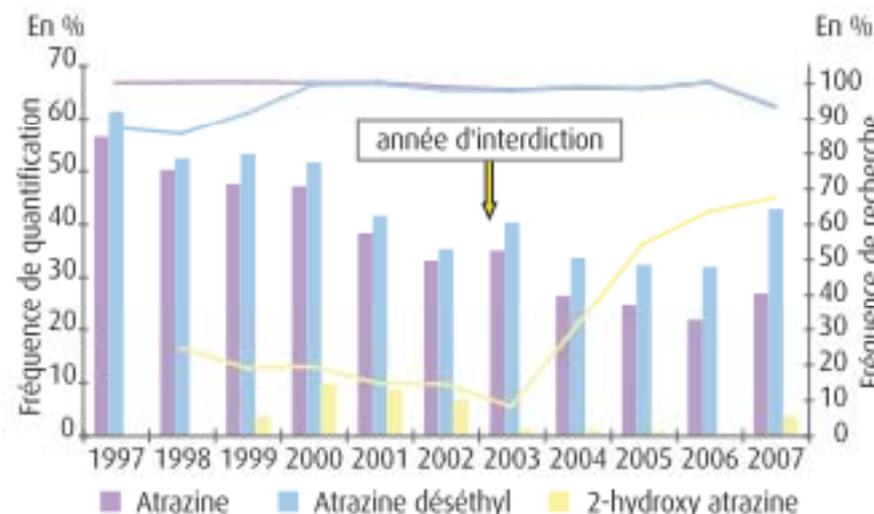
Évolution de la quantification de l'atrazine et de ses métabolites dans les cours d'eau depuis 1997



N.B. : fréquence de quantification en diagramme à bâtons et fréquence de recherche en courbe.

Source : agences de l'Eau, Orléans, 2007. Traitements SOeS, 2006

Évolution de la quantification de l'atrazine et de ses principaux métabolites dans les eaux souterraines depuis 1997



N.B. : fréquence de quantification en diagramme à bâtons et fréquences de recherche en courbe.

Source : agences de l'Eau, ministère chargé de la Santé, BGRM, banque de données Ad. Traitements : SOeS, 201

Les pollutions diffuses ? Des questions opérationnelles

Evaluer la problématique ?

- Quoi chercher ?
- Quelles mesures faire (Concentrations /Flux)?
- Comment ? Selon quelle méthode ? (problématique technique, économique....)
- Quelle confiance dans l'évaluation ?

Processus en jeu ?

- Comment interpréter les données ?
- Distinction Pollutions diffuses vs pollutions ponctuelles ?
- Type de transfert prédominant? Ruissellement, drainage, dérive ...?

Sources ?

- Agriculture intensive vs urbain ?
- Localisation ?

Solutions/actions ?

- Réduction source? (en se basant sur quel paramètre ?)
- Pratiques culturelles spécifiques ?
- Aménagements ?
- Acceptabilité / couts

Conséquences/impacts ? (hors de ce atelier) :

- Écotoxicologie/Écologie/toxicologie....

Les missions de l'ONEMA à travers concernant la problématique des pollutions diffuses

L'Onema : chiffres-clés

- Établissement public sous tutelle du MEDDTL
- Créé par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 et le décret du 25 mars 2007
- Présent sur l'ensemble du territoire français
- Moyens 2010 : 907 personnes temps plein, budget 130 M€



Les services territoriaux

Les neuf délégations interrégionales

- organisent le recueil et la valorisation des données sur l'état des milieux et des espèces,
- apportent appui technique aux services de l'Etat et aux gestionnaires de l'eau,
- encadrent et animent, aux plans technique et réglementaire, l'activité de contrôle et de police exercée par les **services départementaux**



Les services départementaux (Services de 5 à 8 agents)

avec deux missions principales :

le contrôle des usages et la police de l'eau et de la pêche

le recueil de données sur l'état des milieux aquatiques et des espèces



L'Onema, une stratégie au service de l'état des eaux

1. Améliorer la connaissance de l'état et des usages de l'eau et des milieux aquatiques
2. Développer l'expertise pour atteindre le bon état des eaux et apporter l'appui technique aux acteurs des politiques de l'eau
3. Contribuer avec ses partenaires à une mise en œuvre plus efficiente de la politique de l'eau

Recherche et développement, expertise et formation- Quelques exemples de R&D sur la restauration du bon état des eaux (zones tampons)

**Zone tampon
"réglementaire" :**
- bande
- rivulaire
- enherbée



ZT de versant :
non rivulaire



Prairie :
pas une bande



Boisement :
pas enherbé

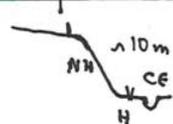
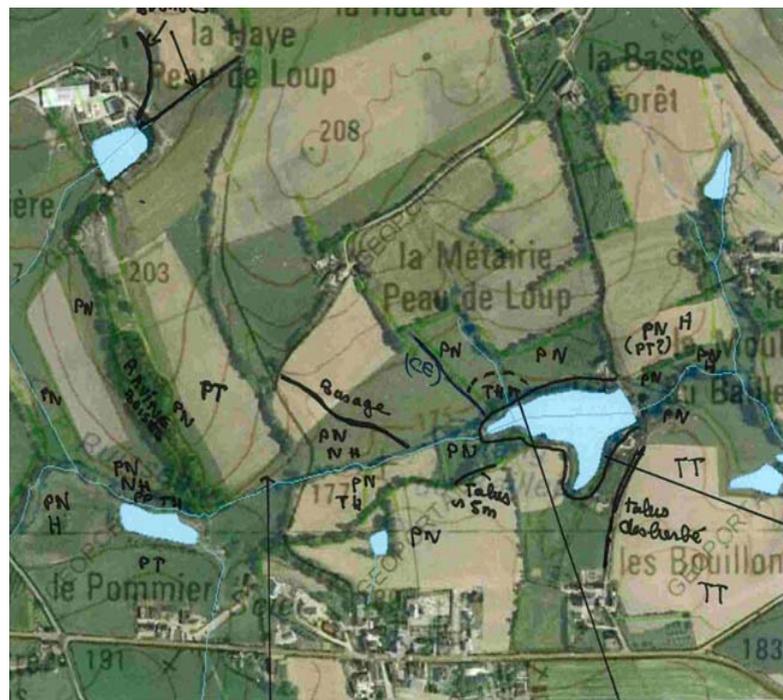


Mais aussi ZT "humide"
Ici, lagune,
"zone humide artificielle"

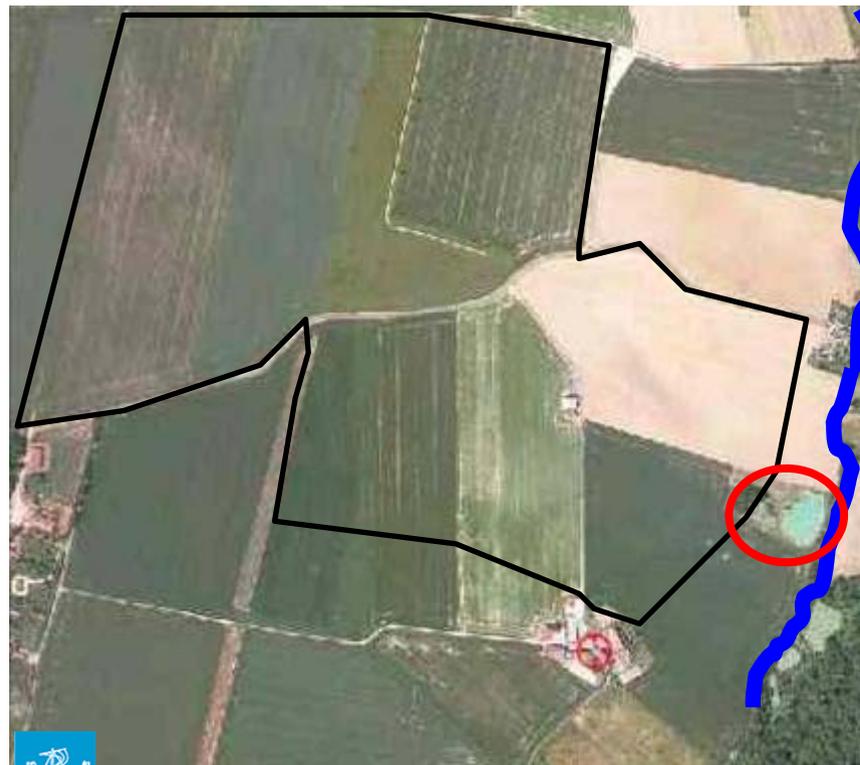
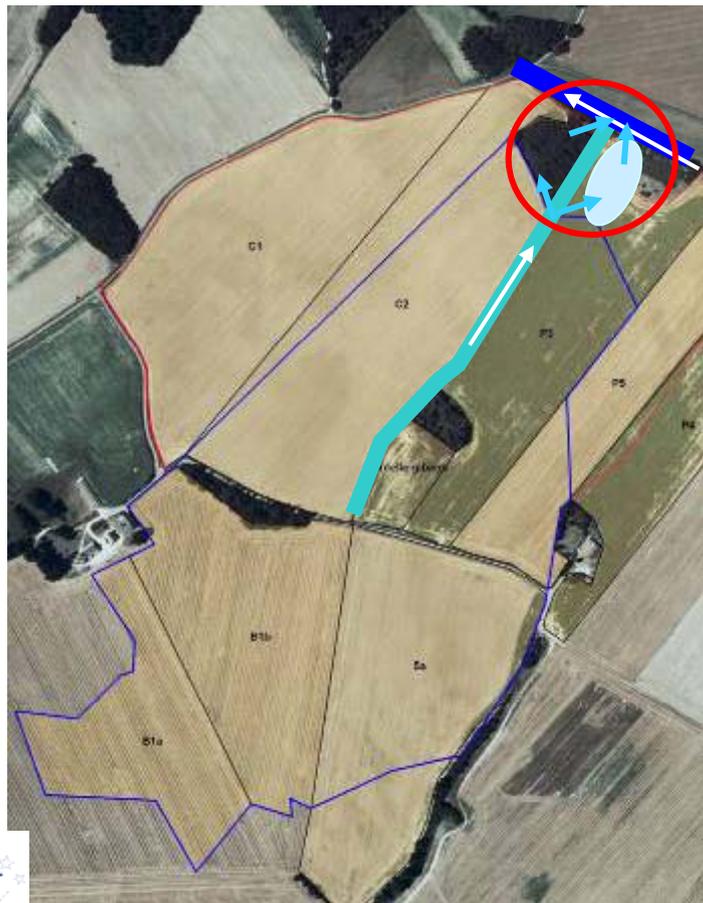
Recherche et développement, expertise et formation- Quelques exemples de R&D sur la restauration du bon état des eaux (zones tampons)



- Thalweg
- Chemin
- ① Bande intra-parcellaire
- ②a Zone tampon à l'aval d'une parcelle
- ②b Zone tampon à l'aval d'une parcelle et en bordure d'un chemin
- ③ Ccin aval d'une parcelle
- ④ Chenal enherbé de thalweg
- ⑤ Prairie en travers du thalweg
- ⑥ Zone tampon en bordure de cours d'eau



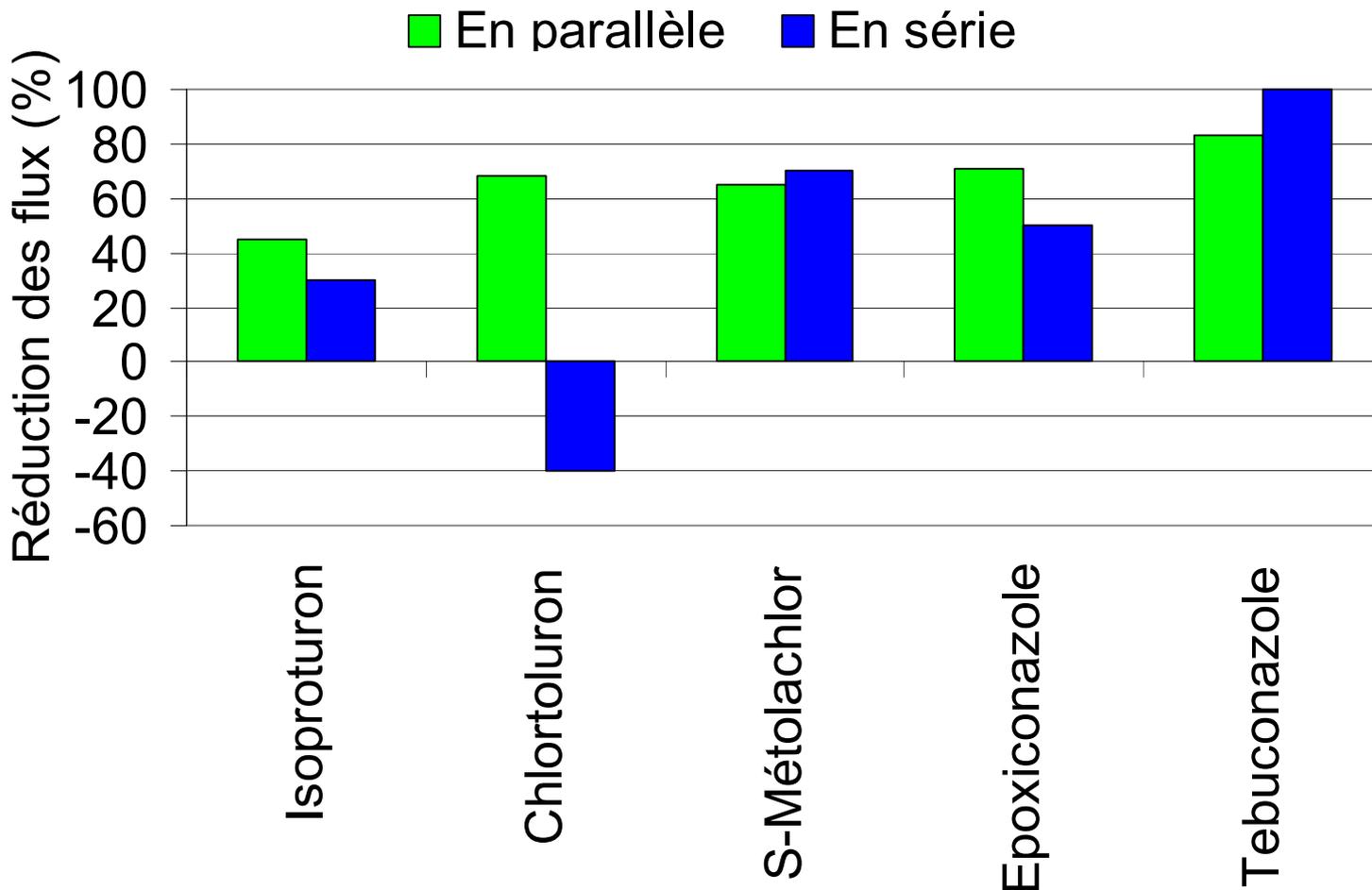
Recherche et développement, expertise et formation- Quelques exemples de R&D sur la restauration du bon état des eaux (zones tampons)



000133

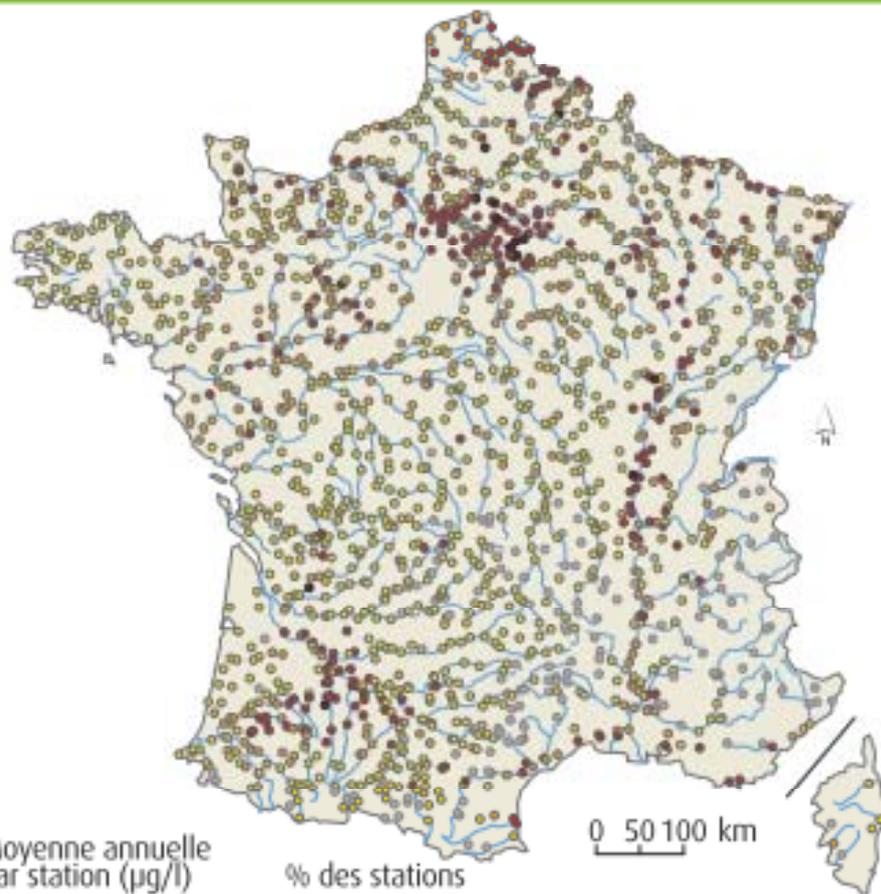


Recherche et développement,
expertise et formation- *Quelques exemples de R&D sur la
restauration du bon état des eaux (zones tampons)*



2-Connaissance : l'Onema coordonnateur technique du système d'information national sur l'eau

Concentration totale en pesticides en moyenne annuelle 2007 dans les cours d'eau



Moyenne annuelle par station ($\mu\text{g/l}$)

% des stations

- Plus de 5 (1 %)
- Entre 0,5 et 5 (17 %)
- Entre 0,1 et 0,5 (28 %)
- Entre 0 et 0,1 (45 %)
- Pas de pesticide quantifié (9 %)

3- Police de l'eau et des milieux aquatiques

Exemples de contrôle de police de l'eau

2002, avec phyto



2004, sans phyto





Merci de votre attention
(Nicolas.domange@onema.fr)