



Guide technique

Quand les toxiques se jettent à l'eau...

En novembre 2002, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse publiait le " Guide technique n° 7 – Pollution toxique et écotoxicologie : Notions de base ". Nous la remercions, ainsi que les concepteurs et les rédacteurs, Claire **BOUCHESEICHE**, Etienne **CREMILLE**, Thomas **PELTE**, Katy **POJER**, de nous avoir permis de reprendre la base du document, c'est-à-dire essentiellement les parties 1 à 4, pour l'adapter au contexte du bassin Artois Picardie.

La version " Quand les toxiques se jettent à l'eau ... " a été conçue et rédigée par les services de l'Agence de l'Eau Artois Picardie avec la collaboration de la DRIRE Nord-Pas de Calais, de la DRIRE Picardie et de l'association ACORE.

Illustrations : **DELIZE** – COPYRIGHT AEAP

Cartographie : Agence de l'Eau Artois Picardie

Sommaire

1 Les toxiques : qu'est-ce-que c'est?	5		
1.1 Définition et origine	5		
1.2 Les différents micropolluants	5		
1.2.1 Les métaux et métalloïdes(micropolluants minéraux)	5		
1.2.2 Les micropolluants organiques	7		
1.3 Mode de contamination des milieux	11		
1.3.1 Eaux superficielles	11		
1.3.2 Eaux souterraines	11		
2 Qu'est ce que l'écotoxicologie : notions de base	14		
2.1 Définition	14		
2.2 Notions de danger	14		
2.3 Notions d'exposition	15		
2.3.1 La biodisponibilité	16		
2.3.2 La dégradation et la biodégradation	17		
2.3.3 La bioaccumulation	18		
2.4 Notions de risque	20		
3 Quels sont les outils de connaissance de la pollution toxique?	22		
3.1 Comment mesure-t-on la pollution toxique ?	22		
3.1.1 Le suivi de la pollution toxique dans les rejets	22		
3.1.2 Le suivi dans le milieu	23		
3.2 Comment mesure-t-on les effets ?	24		
3.2.1 Les bio essais	25		
3.2.2 Les bio marqueurs	28		
3.2.3 Les bio indicateurs écologiques de toxicité	29		
3.3 Des outils complémentaires pour une information cohérente	31		
3.3.1 Etablir un diagnostic	31		
3.3.2 Définir des objectifs	32		
3.3.3 Mise en œuvre de programmes d'actions	32		
4 La prise en compte des toxiques par la réglementation	34		
4.1 Rappel des principales réglementations sectorielles concernant la pollution toxique	34		
4.1.1 Les rejets industriels	35		
4.1.2 Les rejets des stations d'épuration urbaines	37		
4.1.3 Les déchets	37		
4.1.4 Les sites et sols pollués ou potentiellement pollués	38		
4.2 Les toxiques et l'eau potable : aspects sanitaires et évolutions réglementaires	39		
4.2.1 Evolutions réglementaires	39		
4.2.2 Les dérogations	39		
4.2.3 Les paramètres	40		
4.3 Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Artois Picardie (SDAGE)	41		
4.4 Directive cadre et substances prioritaires	42		
5 La pollution toxique dans le bassin Artois Picardie	47		
5.1 Situation du bassin et enjeux	47		
5.2 Pollution toxique d'origine industrielle	47		
5.2.1 Représentativité des données redevances	47		
5.2.2 Importance de la pollution toxique du bassin Artois Picardie et au niveau national	48		
5.2.3 Répartition par secteur d'activité dans le bassin Artois Picardie	49		
5.2.4 Quelle épuration pour ces pollutions ?	49		
5.2.5 Vers une approche plus fine de la pollution toxique	52		
5.3 Pollution toxique d'origine domestique (stations d'épurations, pertes des réseaux, rejets non collectés, boues...)	54		
5.3.1 Pollution en matières inhibitrices MI	55		
5.3.2 Pollution en composés organohalogénés : AOX	55		
5.3.3 Pollution en métaux : METOX	55		
5.3.4 Comparaison de la pollution toxique d'origine domestique à la pollution toxique d'origine industrielle du bassin Artois Picardie	55		
5.4 Pollution toxique liée à l'activité agricole	58		
5.4.1 La pollution par les fertilisants	58		
5.4.2 La pollution par les produits phytosanitaires	61		
5.5 Pollution toxique d'origine historique	62		
5.5.1 Les sites pollués	62		
5.5.2 Les sédiments pollués	63		
5.6 Niveau de contamination aquatique	64		
5.6.1 La surveillance des eaux souterraines	64		
5.6.2 La surveillance des eaux de surface	69		
5.6.3 Contamination des organismes biotiques	74		
6 Exemples et perspectives sur le bassin Artois Picardie	78		
6.1 Des moyens de réduction des rejets industriels:	78		
6.1.1 La modification des procédés :	78		
6.1.2 Le traitement des effluents des procédés :	79		
6.1.3 La mise en place d'un rejet zéro liquide sur site	80		
6.2 Des moyens de réduction des rejets dispersés : la récupération et la valorisation des Déchets Toxiques en Quantités Dispersées	81		
6.2.1 Terminologie et identification des DTQD	81		
6.2.2 Le Contexte réglementaire	82		
6.2.3 Des taux de collecte et de traitement encore très faibles	82		
6.2.4 Différents schémas de collecte sont possibles	83		
6.2.5 Quelques expériences réussies	84		
6.3 Lutter contre les pollutions toxiques diffuses	88		
6.3.1 La gestion des épandages	88		
6.3.2 Limiter l'impact des pollutions par les phytosanitaires	90		
6.4 Résorber les pollutions historiques	94		
6.4.1 Les sites pollués	94		
6.4.2 Les sédiments pollués	97		
6.5 Des exemples de traitement de potabilisation des eaux	100		
7 CONCLUSION	102		
8 GLOSSAIRE	103		
9 BIBLIOGRAPHIE	111		
10 SITES INTERNET	112		

Préambule

Les enjeux environnementaux et sanitaires, liés aux pollutions toxiques dans les milieux aquatiques sont au cœur de nombreux débats de société. La prise de conscience de la nécessité de réduire la pollution toxique est de plus en plus importante.

En effet, les polluants toxiques ont des impacts sur l'environnement, et sur la santé humaine, avec des conséquences économiques non négligeables. La pollution peut avoir des effets irréversibles sur les écosystèmes avec la disparition d'espèces, la contamination de la chaîne trophique...

Outre l'aspect patrimonial (appauvrissement de la diversité biologique), les conséquences sanitaires peuvent être importantes, voire même mortelles. Dans les décennies 1950/1960, au Japon, une pollution au cadmium dans les rizières a déclenché de nombreux troubles rénaux et osseux, entraînant une importante mortalité dans les populations de ces régions.

Enfin, les coûts économiques de la dépollution sont importants : construction de stations d'épuration pour les industries, mise au point de nouveaux procédés, décontamination de sites et sols pollués Ces coûts sont aussi être indirects lorsque les teneurs en toxiques empêchent des usages de l'eau, comme la production d'eau potable, ou en bloquent le fonctionnement de stations d'épuration urbaines...

La réglementation en vigueur reflète les exigences citoyennes sur ce sujet; elle affiche des objectifs ambitieux de protection ou de restauration des milieux aquatiques vis-à-vis des pollutions toxiques (loi sur l'eau relayée par le SDAGE, Directives Européennes, procédures d'homologation des substances synthétiques ...).

Les programmes d'actions engagés, pour lutter contre les pollutions toxiques, suivent une démarche cohérente qui passe par une phase de diagnostic, de définition des objectifs, de mise en œuvre des actions et de suivi de leur efficacité.

Ces différentes étapes impliquent de nombreux acteurs (services de l'Etat, collectivités, établissements publics, scientifiques, entreprises, usagers), lesquels interviennent sur les aspects techniques, et stratégiques, en s'appuyant sur une large gamme d'outils.

L'objet de ce guide est d'apporter des éléments de base à la compréhension des problèmes de pollutions toxiques.

Il expose les propriétés des polluants toxiques les plus fréquemment rencontrés.

Puis, les notions de base de l'appréciation de l'effet perturbateur de ces toxiques sur les milieux (notion d'écotoxicité).

Il est proposé également une présentation des outils de connaissance relatifs à la pollution toxique, lesquels permettent de dresser les diagnostics, préciser les objectifs d'action et de suivre l'évolution des milieux.

Un rappel de la réglementation, une présentation de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et des préconisations du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Artois Picardie (SDAGE) viennent compléter ces informations.

Enfin, quelques exemples de programmes de lutte contre les pollutions toxiques menés dans le bassin Artois Picardie sont décrits. Ils peuvent être des guides ou des repères pour le lancement d'actions de lutte contre la pollution toxique sur des problématiques similaires.

Ce guide est donc un document technique qui donne des repères pour aborder l'étude de pollutions toxiques et connaître les outils à utiliser.

Il a vocation à être actualisé au fur et à mesure de l'amélioration des connaissances et de la poursuite des actions de lutte contre la pollution toxique.

Il est précisé en préambule que ce document ne fera qu'évoquer à la marge les enjeux liés à la santé humaine tant sur les outils de connaissance que sur la réglementation et les actions. Cet aspect de la pollution toxique est généralement abordé d'une manière particulière, basée sur les principes de précaution et de protection des populations humaines.

Cet aspect ne sera abordé qu'au travers des normes et des objectifs qui sont fixés (norme eau potable, émissions, alimentation ...) et impactent directement la manière de gérer les pollutions toxiques.

La réflexion sur les enjeux en tant que tels est particulièrement complexe et va bien au delà des propos du présent document.

Abréviations

BCF	Facteur de bioconcentration (Bioconcentration factor)	MEED	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
Cd	Cadmium	MES	Matière En Suspension
CE 50	Concentration Efficace sur 50 % du peuplement	METOX	Métaux Toxiques
CI 50	Concentration d'Inhibition sur 50 % du peuplement	MI	Matières Inhibitrices
CL 50	Concentration Létale sur 50 % du peuplement	MO	Matières Oxydables
Cr	Chrome	NF	Norme Française
CTO	Composés Traces Organiques	Ni	Nickel
Cu	Cuivre	NOEC	Concentration sans effet observé (No Observed Effect Concentration)
DBO	Demande Biochimique en Oxygène	Pb	Plomb
DCE	Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE	PCB	Polychlorobiphényle
DCO	Demande Chimique en Oxygène	PCE	Perchloréthylène
DDAF	Direction Départemental de l'Agriculture et de la Forêt	PEC	Concentration Prévisible dans l'Environnement (Predictive Environmental Concentration)
DIREN	Direction Régionale de l'Environnement	PICT	Pollution Induced Community Tolerance
DHTP	Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire	PME	Petite et Moyenne Entreprise
DL 50	Dose Létale sur 50% du peuplement	PMI	Petite et Moyenne Industrie
DMS	Déchets Ménagers Spéciaux	PNEC	Concentration Prévisible sans Effet sur l'Environnement (Predictive Non Effect Concentration)
DRAF	Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt	PPNU	Produits Phytosanitaires Non Utilisés
DRIRE	Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement	RNB	Réseau National de Bassin
DTQD	Déchets Toxiques en Quantités Dispersées	SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
EDR	Etude Détaillée des Risques	SATEGE	Service d'Assistance TEchnique à la Gestion des Epanches
ET	Eléments Traces	SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
EROD	7-éthoxy-résorufine-O-dééthylase	SEQ	Système d'Evaluation de la Qualité
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	SEQ eau	Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau
Hg	Mercure	SIVOM	Syndicat à Vocation Multiple
ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement	SRPV	Service Régional de la Protection des Végétaux
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité	STEP	Station d'Épuration
IOBS	Indice Oligochète de Bioindication des Sédiments	TCE	Trichloréthylène
KOW	Coefficient de partage octanol/eau (Coefficient Octanol Water)	TCA	Trichloréthane
MATE	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement	Zn	Zinc

1 Les toxiques : *qu'est-ce que c'est ?*

1.1 Définition et origine

Désigne une substance naturelle ou de synthèse, minérale ou organique, que l'homme introduit dans un biotope donné dont elle était absente ou encore dont il modifie et augmente les teneurs lorsqu'elle est spontanément présente. Ces substances, pouvant être absorbées par voie foliaire ou racinaire chez les plantes, par inhalation, ingestion ou contact chez les animaux, présentent une nocivité pour les êtres vivants en provoquant une intoxication des organismes affectés en perturbant telle ou telle fonction vitale et en pouvant entraîner la mort. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE).

La pollution toxique de l'eau a plusieurs origines : elle peut provenir des rejets ponctuels (industries, stations d'épuration urbaines...), de rejets ponctuels dispersés (DTQD : déchets toxiques en quantités dispersés : rejets de nombreuses PMI, PME, artisans...) et/ou de rejets diffus moins bien connus (épandage de produits phytosanitaires en agriculture, retombées de micropolluants émis dans l'atmosphère, lessivages des voies routières et autoroutières,...). On dénombre environ cent mille molécules chimiques commercialisées sous plus d'un million de formes différentes. Toutes ne sont pas toxiques, mais leurs produits de dégradation peuvent l'être.

1.2 Les différents micropolluants

Les substances présentées ci-dessous peuvent être présentes dans le milieu naturel et dans les rejets sous plusieurs formes :

- dissoutes dans l'eau,
- adsorbées sur les matières en suspension et/ou les sédiments,
- accumulées dans les tissus des organismes aquatiques animaux ou végétaux.

1.2.1 Les métaux et métalloïdes (micropolluants minéraux)

Ce paragraphe n'a pas pour vocation d'être exhaustif, mais de donner quelques repères sur les métaux les plus fréquemment rencontrés et leurs origines.

Les caractéristiques des micropolluants métalliques sont généralement les suivantes :

- non biodégradables (pas de dégradation par des organismes vivants) (Cf. § 2.3.2)
- toxiques cumulatifs (accumulation dans les tissus des organismes vivants) (Cf. § 2.3.3)
- toxiques quand ils sont présents en grande quantité ; cependant, il existe 2 catégories de métaux : ceux qui sont indispensables à la vie lorsqu'ils sont en petite quantité (oligo-éléments), comme le cuivre dont la carence, aussi bien que l'excès, peuvent provoquer des maladies, et ceux qui ne sont pas indispensables à la vie comme le cadmium, qu'il faut éviter.

Généralement, lorsque l'on recherche des micropolluants minéraux dans le milieu et dans les rejets, ce sont l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel, le plomb et le zinc qui sont analysés. Ce sont, en effet, les 8 métaux identifiés dans la circulaire n° 90-55 du 18 mai 1990, comme "substances toxiques dont les rejets doivent être réduits entre 1985 et 1995 d'au moins 50%".

La présence de métaux dans le milieu peut être d'origine naturelle, du fait de la nature géochimique des terrains drainés par les cours d'eau ou l'aquifère. C'est le fond géochimique qui explique dans ce cas les teneurs observées, notamment dans les sédiments.

Les activités anthropiques peuvent conduire à une augmentation de ces concentrations naturelles.

○ **L'arsenic (As)** est un constituant naturel de la croûte terrestre. L'arsenic contenu dans les fonds géochimiques représente une des principales sources de contamination des cours d'eau et des eaux souterraines, mais il peut également pénétrer dans l'environnement par des processus d'origine anthropique. Il est essentiellement utilisé en métallurgie, tannerie, coloration des verres



Crédit Photo AEAP

et céramiques, dans la fabrication de pesticides et pour la conservation du bois. La toxicité de l'arsenic dépend essentiellement de sa forme chimique : ses composés minéraux sont plus toxiques que ses composés organiques. **Il est classé "substance très toxique pour l'environnement aquatique" par l'arrêté du 02/02/1998 relatif aux ICPE.**

○ **Le cadmium (Cd)** est un métal lourd peu répandu dans la croûte terrestre. Il ne se trouve pas à l'état élémentaire dans la nature ; il est généralement présent dans des minerais de zinc ou de plomb. Sa présence dans les eaux est surtout d'origine anthropique, notamment par les rejets industriels liés à la métallurgie, au traitement de surface, à la fabrication de céramique et à l'industrie des colorants, mais également à l'usure des pneumatiques sur les chaussées. **Il est bioaccumulable et répertorié comme toxique par l'INRS sous ses formes sulfure et oxyde de cadmium. C'est une substance classée "dangereuse prioritaire" par la DCE.**

○ **Le cuivre (Cu)** est assez fréquemment retrouvé dans la nature, par exemple sous forme de chalcopryte. Ses caractéristiques chimiques n'autorisent cependant pas l'existence de fortes concentrations dans les eaux naturelles. Elles sont donc plutôt d'origine anthropique. Le cuivre est utilisé dans les domaines de l'électricité et de la métallurgie. Les sels de cuivre sont utilisés dans l'industrie de la photographie, les tanneries (fabrication de pigments), l'industrie textile, les traitements de surface (circuits imprimés, galvanoplastie, dépôts chimiques...) et les fongicides... Il est également utilisé en agriculture, en particulier dans l'alimentation des porcs.

Le cuivre métallique est insoluble dans l'eau, mais la plupart de ses sels sont solubles : chlorures, nitrates, et sulfates de cuivre. Les carbonates, hydroxydes et sulfures de cuivre sont quant à eux insolubles.

○ **Le chrome (Cr)** est présent naturellement dans les roches magmatiques et dans les sédiments calcaires et argileux. Dans les eaux naturelles, il peut provenir essentiellement de filons métallifères (chromite). Cependant, la présence de chrome dans les eaux naturelles est assez rare, du fait de sa faible solubilité. Sa présence dans les eaux est en général due aux rejets d'eaux usées. A l'état pur, le chrome n'est utilisé que pour la fabrication d'aciers spéciaux, et pour le traitement de surface (dépôts anticorrosion dans l'industrie automobile et chromage). Ses sels sont utilisés comme pigments dans l'industrie textile, la céramique, la verrerie et la photographie. Les dérivés du chrome se retrouvent dans l'eau essentiellement sous forme oxydée : le chrome trivalent (Cr III) et le chrome hexavalent (Cr VI).

La classification CEE (étiquetage réglementaire des substances et préparations dangereuses) identifie ces deux dérivés du chrome comme "très toxiques pour les organismes aquatiques, et pouvant entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique".



○ **Le mercure (Hg)** est un métal lourd que l'on retrouve dans la croûte terrestre. Il est plus fréquent dans les zones volcaniques. Du fait de sa grande volatilité, le mercure peut être largement répandu dans la nature sous forme de traces. Il se concentre souvent sur les particules en suspension dans l'eau ou la matière organique; on peut le retrouver, de ce fait, dans les sédiments des rivières. Par contre, la présence de mercure dans les eaux souterraines est essentiellement d'origine anthropique, liée à son utilisation dans l'industrie électrique (piles, tubes fluorescents...), et dans l'industrie chimique du chlore. Sa présence dans le milieu est liée également à la combustion des combustibles fossiles et à l'élimination des déchets contenant du mercure : thermomètres,

piles, peintures..., ainsi qu'à sa présence dans les amalgames dentaires. Dans les sédiments, le mercure est transformé par des bactéries en méthylmercure. C'est sous cette forme, très soluble dans les lipides, qu'il s'accumule fortement dans les graisses animales donc sa concentration augmente au fur et à mesure que l'on s'élève dans la pyramide trophique.

Le mercure est une substance classée "dangereuse prioritaire" par la DCE. De plus, la classification CEE (étiquetage réglementaire des substances et préparations dangereuses) identifie le mercure comme "très toxique pour les organismes aquatiques, et pouvant entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique".

- **Le nickel (Ni)** : la source principale de nickel dans les eaux naturelles est l'oxydation de la pyrite contenant du nickel substitué au fer. La teneur en nickel est contrôlée par le pH et le potentiel d'oxydoréduction. La pollution des eaux par le nickel peut également être liée aux rejets des eaux industrielles car il est employé dans la préparation des alliages, la production d'aciers inoxydables, les dépôts chimiques et électrolytiques. Il sert également de catalyseur en chimie organique.

Le nickel est une substance classée prioritaire par la DCE.

- **Le plomb (Pb)** peut être présent naturellement même si des eaux naturelles avec présence de plomb sont assez rares. Les principales sources d'émission du plomb sont les industries du plomb et surtout le trafic routier. Il est utilisé dans l'imprimerie, la métallurgie (fonderie), dans l'industrie des batteries, dans les dépôts d'étain-plomb (connectique), les soudures dans l'industrie électronique. Par ailleurs, la présence de plomb dans l'eau distribuée pour la consommation humaine peut provenir de tuyauteries anciennes contenant du plomb. La source anthropique principale était, jusqu'à ces dernières années, sa présence dans les carburants automobiles.

La classification CEE (étiquetage réglementaire des substances et préparations dangereuses) identifie le plomb comme une substance "présentant des dangers d'effet cumulatif et présentant des risques possibles d'altérations de la fertilité". C'est de plus, une substance classée "prioritaire actuellement en examen" par la DCE.

- **Le zinc (Zn)** est un métal relativement courant, présent dans les filons métallifères, essentiellement sous forme de blende. On le trouve également dans le charbon, les bitumes et le pétrole. Il est couramment présent dans les zones minières. Il peut également avoir une origine anthropique. Le zinc et ses composés ont de très nombreuses applications industrielles : revêtement de métaux (galvanisation...), préparation d'alliages, imprimerie et teinture. Les sels de zinc sont eux utilisés dans la fabrication de pigments pour peintures, émaux, matières plastiques, caoutchouc, la préparation de produits pharmaceutiques et d'insecticides. Sa présence dans le milieu provient également de l'usure des pneumatiques sur les chaussées, des glissières de sécurité et des lampadaires galvanisés et de l'usure des chenaux (zinguerie) des bâtiments.

1.2.2 Les micropolluants organiques

Ce sont majoritairement des produits de synthèse issus de l'activité anthropique. Ce paragraphe n'a pas pour vocation d'être exhaustif, mais de donner quelques repères sur les grandes familles de toxiques et leurs caractéristiques.

- **PCB : PolyChloroBiphényles**. Ce sont des composés chlorés très stables (résistants au feu et non biodégradables). Ils étaient utilisés dans les transformateurs électriques comme isolants (les anciennes installations encore en fonctionnement en contiennent donc toujours). Ils entraient également dans la composition de vernis, encres, peintures, solvants... Leur combustion peut générer des dioxines et des furanes, substances cancérigènes et mutagènes.

Les PCB ont une très faible solubilité dans l'eau et une forte affinité pour les matières en suspension et les lipides. Ils s'accumulent donc dans le milieu naturel et se bioaccumulent fortement dans la chaîne alimentaire (par exemple dans la graisse des poissons).

Du fait de leur importante persistance dans le milieu et de leur forte aptitude à la bioaccumulation, ils font l'objet de restrictions d'usage importantes (utilisations limitées par l'arrêté du 8 juillet 1975). De plus, le décret du 02/02/87 interdit la mise sur le marché des appareils contenant des PCB.

- **HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques.** Ce sont des composés issus de la combustion incomplète des produits pétroliers : activités urbaines (chauffage), industrielles et de transports (gaz d'échappement des véhicules). Leur origine est donc généralement diffuse. Dans les eaux de ruissellement, les concentrations moyennes en HAP sont de 0,2 à 1,5 µg/l dans les zones urbaines et peuvent atteindre 7 µg/l aux abords des routes et des autoroutes (données Lyonnaise des eaux). Ce sont des composés peu solubles dans l'eau, ils s'adsorbent sur les matières en suspension et les sédiments et de ce fait se concentrent beaucoup dans le milieu naturel. Ils se bioaccumulent dans les graisses, notamment des poissons et des mollusques. Nombre d'entre eux (notamment le benzo(a)pyrène) sont reconnus cancérigènes.

Les HAP sont classés substances "dangereuses prioritaires" par la DCE.

Quelques exemples de molécules : benzo(a)pyrène, naphtalène, benzo(b)fluoranthène...

- **Solvants chlorés** : les solvants chlorés sont essentiellement utilisés pour le dégraissage des pièces métalliques (industries mécaniques), le décapage de peintures et le nettoyage à sec (pressings). Ils entrent également dans la formulation de différents solvants utilisés par le grand public. Certains dérivés servent à la fabrication de pesticides (hexachlorobutadiène, dichloropropène...).

La classification CEE (étiquetage réglementaire des substances et préparations dangereuses) identifie le chlore comme une substance "très toxique pour les organismes aquatiques, et dangereuse pour l'environnement".

Les propriétés de ces composés très volatils, de faible viscosité et de masse volumique élevée font qu'ils migrent rapidement au travers de la zone non saturée vers les nappes (lorsqu'ils sont déversés en volume suffisant). En revanche, ils subsistent peu de temps dans les eaux superficielles.

Quelques exemples de molécules : chloroforme ou trichlorométhane, dichlorométhane, 1-2 dichloroéthane : substances classées prioritaires par la DCE.

- **Dérivés du Benzène** : cette famille de composés regroupe des molécules très diverses utilisées presque exclusivement dans l'industrie comme solvant d'extraction (en particulier dans l'industrie des parfums) et intermédiaires de fabrication.

Le benzène est un composé toxique classé substance "prioritaire" par la DCE.

Quelques exemples de dérivés du benzène : toluène (solvant pour peintures, vernis, colles, encres - nocif), xylènes (solvants pour peintures, vernis, colles, encres, utilisés pour préparation d'insecticides, de colorants et de produits pharmaceutiques - nocifs), chlorobenzènes (1-2, 1-3 et 1-4 dichlorobenzène : fabrication d'insecticides anti-mites), pentachlorobenzène (substance classée dangereuse prioritaire par la DCE), nitro-benzènes...

- **Phénols et dérivés** : les phénols sont utilisés dans l'industrie des matières plastiques, des fibres synthétiques, dans l'industrie pharmaceutique. Ils servent également pour la fabrication de détergents, de colorants, de pesticides (notamment les chlorophénols).

Quelques exemples de molécules : chlorophénols (substances toxiques pour les organismes aquatiques), dichlorophénols (2,4 dichlorophénol : toxique pour les organismes aquatiques), méthylphénols, nonylphénols sont classés substances dangereuses prioritaires par la DCE.

- **Aniline et dérivés** : l'aniline est utilisée en synthèse organique pour la fabrication industrielle de nombreux produits, dans l'industrie des polymères, du caoutchouc, des matières colorantes, ainsi que des pesticides et des produits pharmaceutiques.



Crédit Photo J.P. DUPLAN-Light-Motion

La classification CEE (étiquetage réglementaire des substances et préparations dangereuses) identifie l'aniline comme "très toxique pour les organismes aquatiques, et dangereuse pour l'environnement".

Quelques exemples de molécules : chloroanilines, dichloroanilines, trichloroanilines...

- **Pesticides** : appelés également "Produits phyto-sanitaires". Ce sont des substances chimiques minérales ou organiques de synthèse utilisées à vaste échelle contre les ravageurs des cultures, les animaux nuisibles et les vecteurs d'affections parasitaires ou microbiologiques de l'homme et des animaux domestiques (extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE). On distingue notamment des insecticides utilisés contre les insectes nuisibles, des fongicides utilisés contre les champignons phytopathogènes, des herbicides qui détruisent les plantes adventices des cultures et, de façon plus générale, toute végétation jugée indésirable. Ils sont également utilisés pour le traitement du bois et de l'habitat. Les substances chimiques sont très diverses comme des composés minéraux (soufre, sulfate de cuivre), des molécules organiques de synthèse (carbamates, urées substituées, triazines, organophosphorés,...) mais aussi des molécules organiques naturelles (nicotine, pyrèthrine). On dénombre 8.800 spécialités commerciales dans la composition desquelles entrent plus de 900 matières actives.

Citons quelques exemples de produits phytosanitaires fréquemment retrouvés dans le bassin Artois Picardie : Atrazine, Simazine, Diuron, Lindane (gamma-isomère de l'hexachlorocyclohexane) ces substances étant classées prioritaires en examen par la DCE.

D'une manière générale, les pesticides contaminant fréquemment les milieux aquatiques (rivières ou eaux souterraines) sont soumis à des restrictions d'usage par décision du ministère chargé de l'agriculture afin de limiter leur impact, notamment sur la santé humaine via la consommation d'eau potable. C'est par exemple le cas de l'atrazine et de la simazine dont l'usage non agricole a été interdit par arrêté ministériel en 1998 et la dose épandue à l'hectare limitée pour les usages agricoles. Compte tenu de la persistance de la contamination dans les eaux françaises, ces deux triazines ont finalement été interdites en 2001.

Pour en savoir plus :

Sites Internet :

- INERIS, fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : <http://www.ineris.fr>
- INRS, mai 2002, fiches toxicologiques : <http://www.inrs.fr>
- Des renseignements actualisés concernant ces procédures de retrait et les listes de produits retirés peuvent être obtenus sur le site "e-PHY – Catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France" <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/wiphy/>

TYPOLOGIE SIMPLIFIÉE DES PRINCIPAUX AGENTS DE CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES PARMIS LES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES

Familles de polluants	Principales propriétés communes	Exemples	Activités génératrices
Hydrocarbures pétroliers courants	Plus légers que l'eau, Biodégradables, Globalement peu solubles mais fraction soluble possible, Volatils ou comportant une fraction volatile, Viscosité variable, Adsorption variable.	Essences, Gazole, Fuel-Oil domestique, Carburants aviation, Pétrole brut, Naphta...	Stations-service, Dépôts de stockage, Installations de transports (ports, pipes), Raffineries, Transport (Fer, route)...
Hydrocarbures lourds	Densité variable, Peu biodégradables, Peu solubles, Peu volatils, Visqueux, Adsorption en général forte.	Fuels lourds, Goudrons de houille, Goudrons de pétrole, Créosotes...	Chaudières, Centrales thermiques, Usines à gaz, Raffineries, Traitement de bois...
Hydrocarbures halogénés aliphatiques	Denses, Peu biodégradables, Relativement solubles, Volatils Fluides, Adsorption en général forte.	Nombreuses formules les plus courantes : TCE, TCA, PCE, bromoforme, chloroforme...	Traitement de surface, Mécanique, Industrie chimique, Nettoyage à sec, Très courants dans de nombreuses industries...
Autres organiques Hydrocarbures oxygénés Halogénés cycliques	Fortement solubles, Biodégradables, Autres propriétés variables Peu volatils, Nombreux pesticides, Très peu à pas biodégradables	Glycols, alcools, cétones, phénols, furane, additifs des carburants modernes (MTBE, TAME), PCB, Pentachlorophénol...	Variables
Produits minéraux	Très variables en fonction des sels incriminés et des propriétés physiques et chimiques des sols.	Sels de Chrome, Sels d'Arsenic, Autres métaux lourds, Nitrates, Cyanures, Chlorures, Sulfates...	Traitement de surface, Traitement de bois, Minéralurgie métallurgie, Explosifs, Usines à gaz, Electrolyse du sel, Dépôts et exploitation minière, Décharges d'ordures ménagères...

1.3 Mode de contamination des milieux

1.3.1 Eaux superficielles

Deux modes de contamination par les pollutions toxiques peuvent être distingués : les rejets directs dans le milieu et les pollutions dites "diffuses".

➔ Rejets directs

Généralement connus, car le plus souvent soumis à réglementation (déclaration ou autorisation), les rejets directs d'effluents domestiques, d'activités artisanales ou d'établissements industriels apportent une charge de polluants qui va se diluer dans le cours d'eau. La façon dont cette charge sera diluée et sa persistance dans la rivière vont définir le niveau d'exposition au toxique que subiront les organismes aquatiques. À chaque rejet, il sera possible d'établir une "zone d'influence" en son aval qui correspondra au tronçon de rivière sur lequel le polluant est présent avec un impact possible tant sur la vie aquatique que sur les autres usages du cours d'eau (notamment alimentation en eau potable). À noter que de manière générale, les polluants déversés dans un cours d'eau changent très rapidement de structure chimique en fonction des caractéristiques du cours d'eau (pH, température, dureté...). Ainsi, il n'est pas rare qu'une substance ou un élément dissous dans le rejet soit très vite adsorbé par les particules en suspension et les sédiments, ce qui contribue à alimenter des stocks de polluants, et inversement des polluants sous forme particulaire dans les rejets peuvent être remis en solution dès l'arrivée dans le milieu naturel, les rendant directement disponibles pour les organismes.

➔ Pollutions diffuses

À la différence des rejets directs, il est difficile de localiser précisément les sources d'apports diffus en dehors du repérage des secteurs de bassin versant contribuant aux apports. Cependant, ces apports subissent un transfert entre la source et le milieu durant lequel les polluants sont potentiellement fixés ou dégradés. Les facteurs influençant ce transfert sont très nombreux (conditions climatiques, topographie, pédologie...).

1.3.2 Eaux souterraines

La contamination des eaux souterraines par des composés toxiques organiques même à faible concentration peut compromettre l'exploitation de la ressource pour l'alimentation en eau potable pour de très longues périodes. Les temps de transfert des polluants de la surface du sol vers la nappe puis au sein de l'aquifère peuvent être très longs : ils sont fonction des capacités de rétention des différents matériaux traversés, de la vitesse d'écoulement des eaux souterraines et des possibilités de piégeage et de relargage en fonction du contexte hydrogéologique et des situations hydrologiques (battement de la nappe). Ainsi, certaines pollutions restent parfois ignorées durant plusieurs dizaines d'années.

Les principales causes de pollution toxique en nappe peuvent être attribuées :

- aux fuites ou aux déversements de produits toxiques liquides en nappe,
- au stockage ou au dépôt de déchets solides d'origine industrielle, sur des aires non étanches,
- au lessivage par les eaux de sites et sols pollués par des activités industrielles anciennes ou actuelles,
- à l'infiltration des eaux de ruissellement issues de surfaces imperméabilisées de parkings, routes et voiries, et contenant des polluants comme le plomb, les hydrocarbures (ou le sel de déneigement),
- au stockage ou à l'enfouissement de déchets chimiques dans des carrières ou des mines désaffectées (fûts, bidons, de produits de haute toxicité).



Crédit Photo AEAP

LE TRANSPORT DES POLLUANTS DANS LE MILIEU SOUTERRAIN (MILIEU POREUX)

Les caractéristiques des polluants vont conditionner leur migration dans le sous-sol et les eaux souterraines ; la densité, la viscosité, la solubilité, les conditions d'équilibre entre phase liquide ou dissoute et phase vapeur et la biodégradabilité (Cf. § 2.3.2).

Migration des polluants dans la zone non saturée

Lorsqu'un polluant liquide s'infiltré dans le sol, il se forme un corps d'imprégnation, c'est-à-dire une zone contenant du polluant à saturation résiduelle. Si la quantité infiltrée suffit pour atteindre la nappe, le polluant liquide s'étale sous forme de "galette" s'il est léger, ou continue à s'infiltrer s'il est plus dense que l'eau.

Le cheminement des produits dans la zone non saturée peut être complexe sous l'effet des variations verticales de perméabilité et des hétérogénéités du sous-sol.

L'air environnant le corps d'imprégnation en zone non saturée contient des polluants gazeux en équilibre avec le liquide.

Migration des polluants dans la zone saturée

Le polluant, partiellement ou totalement miscible ou soluble, après s'être infiltré à travers la zone non saturée dans laquelle une partie de son volume est retenue, atteint le toit de la nappe et s'y dissout ou s'y mélange progressivement, formant un panache de pollution qui s'oriente parallèlement à la direction d'écoulement.

En fonction de la solubilité dans l'eau du produit infiltré, une certaine quantité sera dissoute dans l'aquifère. Le transport concerne, selon les cas, la fraction dissoute d'un contaminant immiscible, ou la totalité du contaminant miscible. Le panache de polluant migrera latéralement sous l'effet du gradient hydraulique, selon l'écoulement naturel de la nappe.

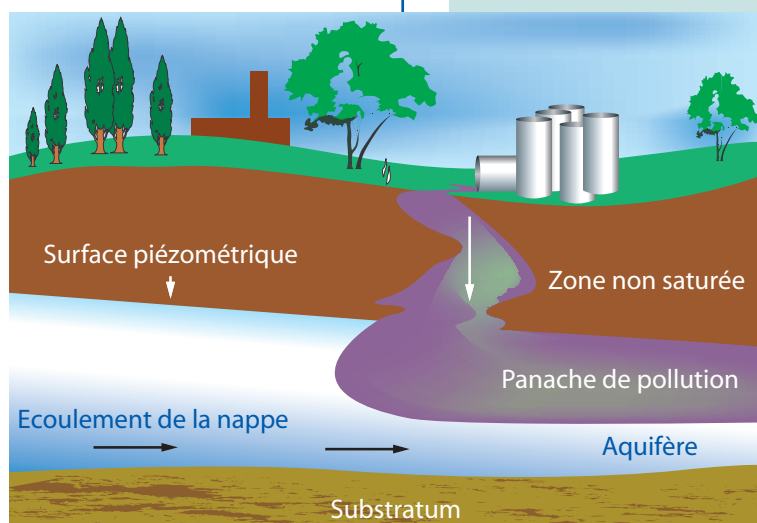
Pour l'appréciation de la migration du polluant, deux phénomènes principaux doivent être considérés: l'écoulement de la nappe qui entraîne les polluants (transport convectif, dispersion et diffusion moléculaire) et la rétention des polluants par la matrice (facteur retard : adsorption, complexation, précipitation, dégradation) ou leur volatilisation.

Exemples

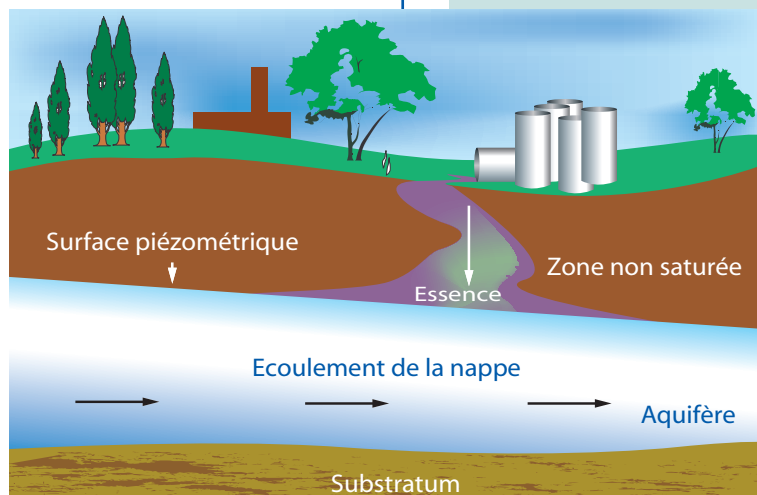
En dehors des pesticides, les polluants organiques les plus fréquemment rencontrés dans les eaux souterraines sont les hydrocarbures légers et les composés organo-halogénés volatils. Nous présentons ci-dessous les comportements assez différenciés de ces deux familles de produits.

Exemple des hydrocarbures courants moins denses que l'eau

Le volume de produits non piégé dans la zone non saturée va atteindre la nappe, et s'étalera progressivement à son toit en phase flottante : une fraction de ces composés migrera avec l'eau souterraine suivant le gradient hydraulique (phase libre), une autre sera adsorbée au matériau aquifère et/ou biodégradée à divers degrés, une autre pourra se volatiliser dans les pores de la zone non saturée (phase gazeuse), une dernière se solubiliser dans l'eau souterraine (phase dissoute). Cette



Propagation d'un polluant dissous dans l'eau souterraine ($d=1$)



Polluant flottant à la surface de la nappe ($d<1$)

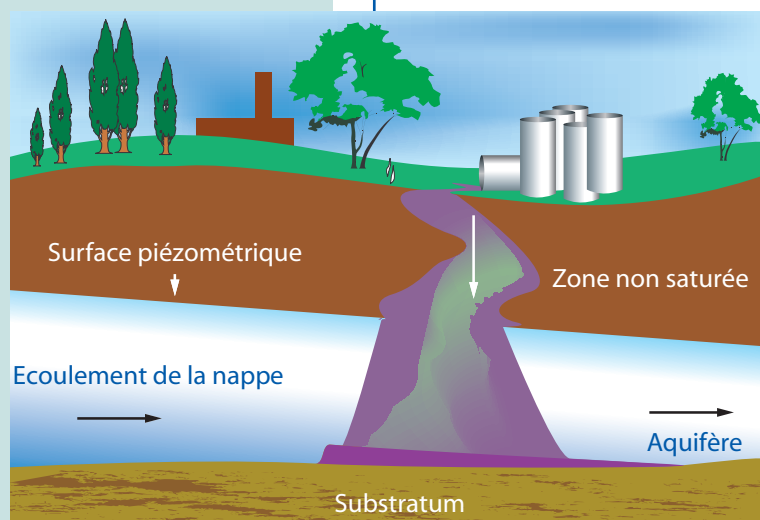
dernière phase formera ainsi un panache de contamination qui pourra migrer et se disperser à l'intérieur de l'aquifère.

Exemple des solvants halogénés plus denses que l'eau

Les solvants halogénés plus lourds que l'eau vont traverser le sol verticalement en constituant des corps d'imprégnation. Ces composés ayant une densité supérieure à celle de l'eau auront tendance à migrer verticalement à l'intérieur de la zone non saturée jusqu'à rencontrer une barrière imperméable, sur laquelle ils vont s'accumuler. Le mouvement de ces produits est alors lié à la fois à la forme (pente éventuelle) du substratum et aux conditions d'écoulement (direction, vitesse) de la nappe, ces 2 facteurs étant indépendants l'un de l'autre.

Le produit constitue alors une poche de pollution particulièrement difficile à délimiter verticalement et horizontalement. Compte tenu de leur faible biodégradabilité, les produits piégés peuvent relarguer durant des décennies de faibles concentrations en composés toxiques, constituant ainsi une source continue de contamination.

Une autre caractéristique des solvants halogénés est d'être particulièrement volatils : cela entraîne une large pollution de la zone non-saturée par des vapeurs qui seront progressivement remobilisables par l'eau interstitielle sous l'effet des pluies ou sous l'effet des battements de la nappe.



*Polluant plus dense que l'eau
qui s'enfonce à la base de la
nappe ($d > 1$)*

2 Qu'est-ce que l'écotoxicologie : *notions de base*

2.1 Définition

L'écotoxicologie étudie **les impacts des agents polluants sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes**.

Un agent polluant est une substance naturelle ou de synthèse que l'homme introduit dans l'environnement ou dont l'homme modifie la répartition dans les différents compartiments de la biosphère.

Les effets d'un agent polluant dépendent de plusieurs facteurs, comme par exemple l'évolution du polluant dans le milieu, le mode et la voie d'administration du polluant.

L'objectif de l'écotoxicologie est avant tout la **prévention**. Pour cela, l'écotoxicologie caractérise le **risque d'une substance** qui est fonction :

- du **danger** de la substance,
- de la **probabilité d'exposition** à cette substance.

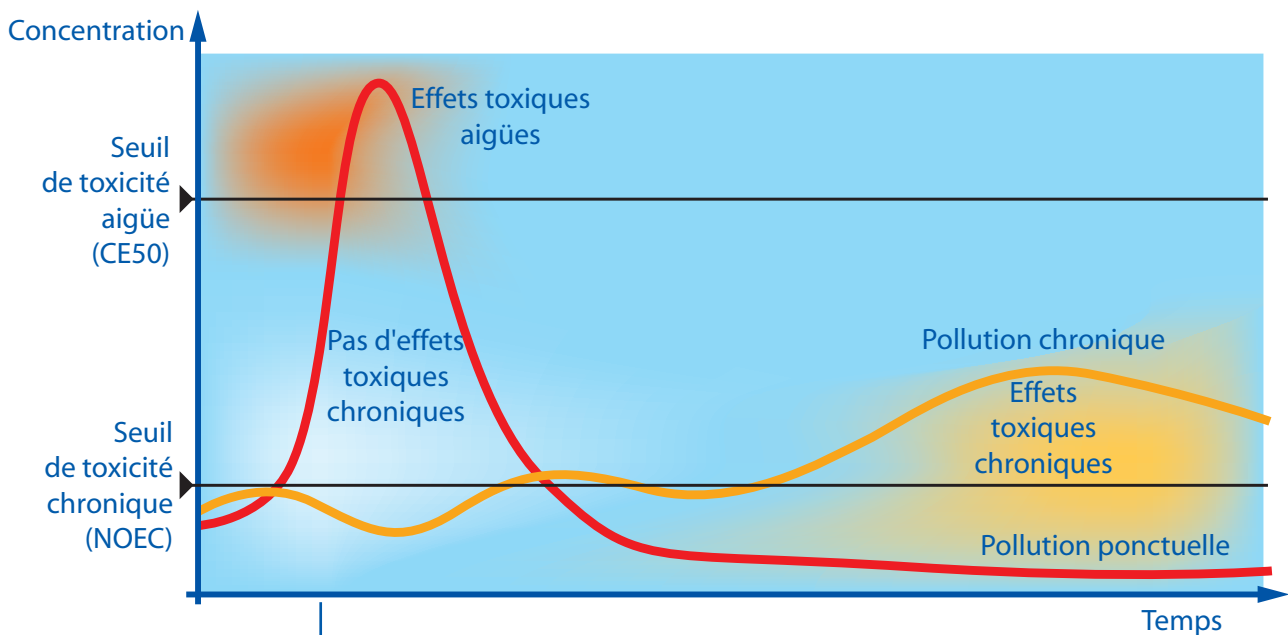
2.2 Notions de danger

Le danger est fonction de la toxicité intrinsèque de la substance. Cette toxicité est évaluée en laboratoire à l'aide de tests sur différents organismes de la chaîne trophique, et permet de déterminer une **concentration en dessous de laquelle la substance n'a pas d'effets nocifs** sur l'organisme testé.

On distingue deux types de toxicité:

- la **toxicité aiguë** dont les **effets** sont rapides et **généralement mortels**,
- la **toxicité chronique** dont les effets apparaissent **après une exposition prolongée à la substance**, mais sont imperceptibles sur une courte échelle de temps

Ce schéma illustre la différence entre toxicité aiguë et chronique. **Le seuil de toxicité aiguë est toujours plus élevé que le seuil de toxicité chronique.**

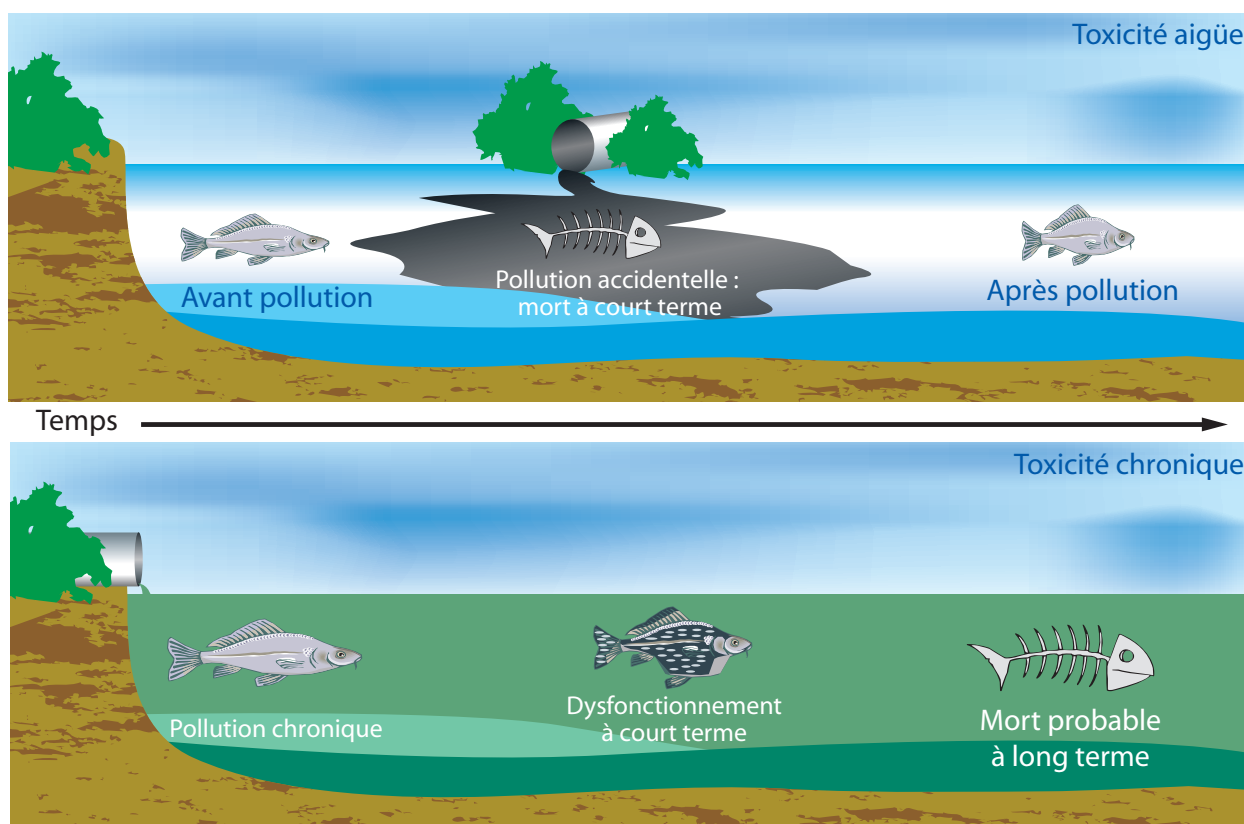


Principes des toxicités aiguës et chroniques

La **toxicité aiguë** se manifeste après une exposition très courte à une concentration élevée de substance toxique (la notion de concentration élevée est à relativiser, les polluants toxiques sont toxiques à des doses de l'ordre du microgramme par litre. La concentration conduisant à des effets toxiques aigus est forte par rapport à celle conduisant à des effets toxiques chroniques).

De ce fait, cette exposition entraîne généralement la mort de l'organisme exposé.

La **toxicité chronique** se manifeste après une exposition longue à une concentration faible de



la substance toxique. La substance peut exprimer sa toxicité de différentes façons. Elle peut se bio accumuler dans les tissus de l'organisme. Après un temps de latence suffisamment long, la concentration accumulée dépasse le seuil de toxicité chronique et les effets toxiques s'expriment. La substance peut également provoquer à de faibles concentrations de légers symptômes. Lorsque ces symptômes se prolongent dans le temps, ils entraînent un dysfonctionnement de l'organisme beaucoup plus important.

Pour **évaluer la toxicité** d'une substance, des **tests de laboratoire** standardisés sont utilisés (cf. § 3.2). Le principe est de déterminer à quelle concentration une substance est toxique sur un organisme, afin d'appréhender les effets de cette substance sur les populations du milieu. Des organismes vivants sont mis en contact avec les substances à tester et les effets de cette exposition sont observés.

Pour une évaluation correcte de la toxicité, il est nécessaire d'effectuer ces tests sur plusieurs organismes de la chaîne trophique (en général : bactéries, algues, daphnies (microcrustacés), poissons...).

Exemple : le toluène

- *Seuil de toxicité aiguë = 6,3 mg/l (tests effectués sur poissons, *Oncorhynchus kisutch*, pendant 96 heures).*
- *Seuil de toxicité chronique = 1,4 mg/l (tests effectués sur poissons, *Oncorhynchus kisutch*, pendant 40 jours).*

2.3 Notions d'exposition

La **probabilité d'exposition** à une substance est relative à tout ce qui peut déterminer le devenir de la substance dans l'environnement. Ainsi, elle dépend essentiellement de ses **propriétés physico-chimiques** qui vont influencer le devenir et la persistance du polluant dans le milieu naturel,

*Pollution chronique ou aiguë :
une toxicité différente*

mais également des **caractéristiques du milieu récepteur**.

La probabilité d'exposition prend également en compte la **durée d'exposition** (continue, occasionnelle), la **voie d'exposition** (per-cutanée, ingestion, inhalation...) et **l'individu exposé** (sexe, âge...).

L'exposition est donc la résultante d'un couple "concentration en polluants/durée" auquel les organismes sont exposés.

Le paragraphe suivant détaille certains facteurs influençant le devenir et la persistance des polluants dans le milieu naturel.

2.3.1 La biodisponibilité

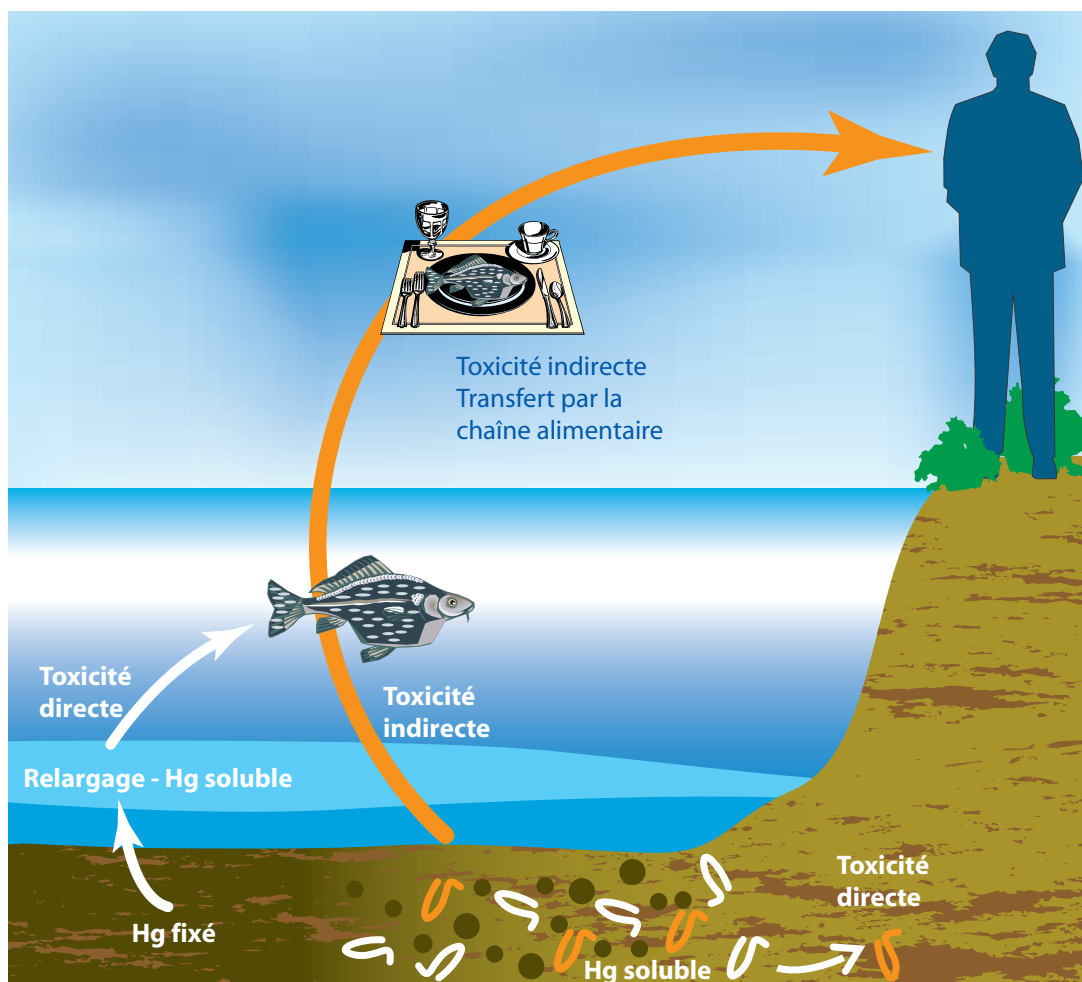
La biodisponibilité se définit comme la propriété d'un élément ou d'une substance d'atteindre les membranes cellulaires des organismes vivants. Il s'agit d'un des paramètres essentiels de la toxicité car **un changement de la biodisponibilité d'un polluant équivaut à un changement de toxicité**.

C'est le statut physique (adsorbé, solubilisé) ou chimique (complexé, ionisé) dans lequel se trouve un polluant qui conditionne son écotoxicité.

Un polluant bio disponible est un polluant auquel les organismes sont exposés.

Au contraire, un polluant non bio disponible est un polluant auquel les individus ne sont pas exposés. Par exemple, des polluants stockés dans les sédiments présentent un risque important pour les organismes en contact direct avec le sédiment (organismes fouisseurs comme les vers ou les larves) alors que les organismes de pleine eau (zooplancton, algues, poissons de pleine eau) ont peu de risques d'y être exposés.

La biodisponibilité, paramètre essentiel de la toxicité : le cas du mercure. Ce schéma figure l'importance de la notion de biodisponibilité dans le risque toxique. Un polluant, dans un compartiment, peut-être à la fois toxique et non toxique pour un organisme s'il est ou non bio disponible. Si nous prenons l'exemple du mercure (Hg) fixé dans les sédiments, il est, sous cette forme, non toxique pour les organismes qui vivent dans les sédiments car non bio disponible. A l'inverse, le Hg en solution dans les sédiments est toxique car bio-disponible pour les organismes des sédiments.



Cependant, même si la probabilité d'exposition ne concerne, dans un premier temps, que certains organismes de la chaîne trophique, les substances toxiques des sédiments sont à surveiller, d'une part en raison de leur risque de remise en solution suite à un changement d'équilibre entre leur forme libre dans l'eau et leur forme stockée dans les sédiments (par exemple lors de crues ou d'opérations de curage), d'autre part en raison du risque de transmission par la chaîne alimentaire.

2.3.2 La dégradation et la biodégradation

Ce sont les principaux facteurs qui régissent le devenir des substances chimiques dans l'environnement.

La **dégradation** désigne toute action physico-chimique aboutissant à la minéralisation plus ou moins complète d'une molécule.

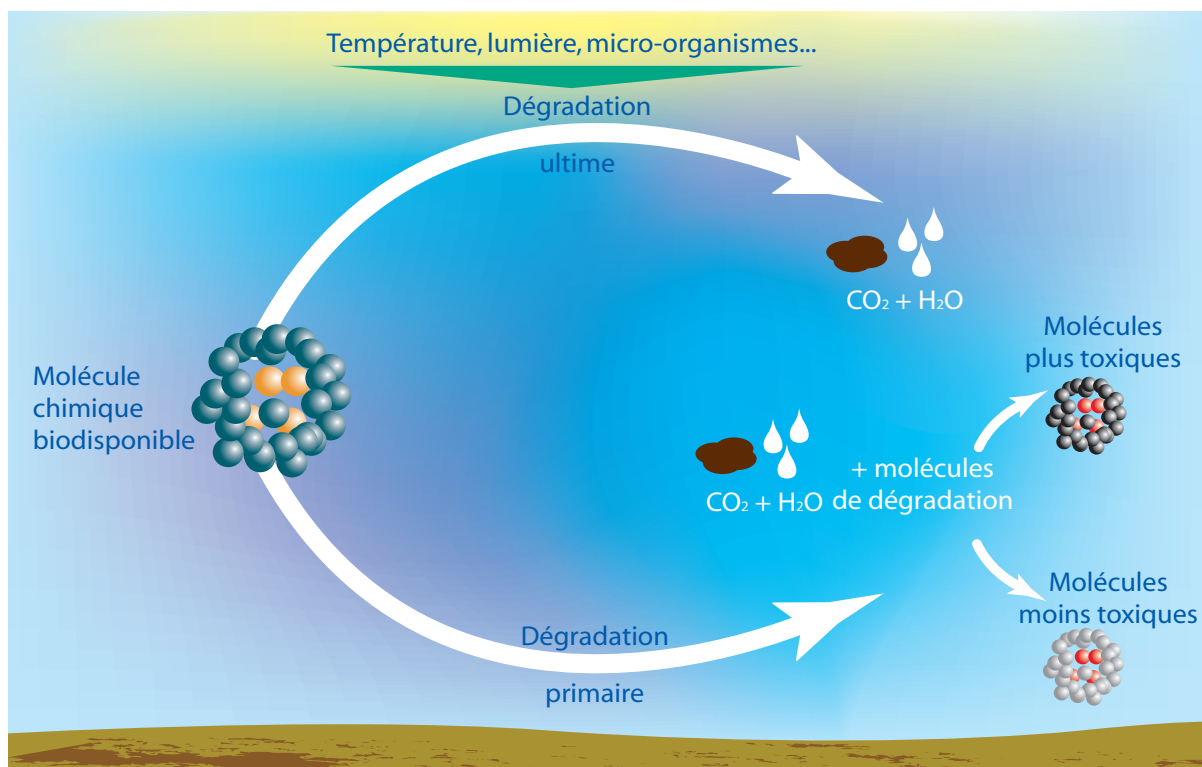
La **biodégradation** est une dégradation biologique effectuée par les êtres vivants (bactéries, champignons...). Elle est fonction de l'abondance et de la variété des micro-organismes dans le milieu considéré. L'attaque d'une molécule chimique par des micro-organismes a pour aboutissement sa minéralisation et l'obtention de métabolites de faibles poids moléculaires (également appelés " sous-produits ").

Deux types de biodégradation sont distingués :

- la biodégradation primaire qui est une attaque partielle de la molécule. Dans certains cas, elle peut aboutir à l'apparition de métabolites persistants, plus bio disponibles et/ou plus toxiques que la molécule initiale.
- la biodégradation ultime qui est une dégradation complète conduisant à la formation de dioxyde de carbone, méthane, eau, éléments minéraux. Cette biodégradation, si elle se fait rapidement, conduit à l'élimination du polluant dans le milieu.

Une substance qui subit une biodégradation ultime est une substance qui présente moins de risque pour l'environnement aquatique qu'une substance qui subit une biodégradation primaire.

*Dégradation primaire ou ultime :
un risque différent*



Pour évaluer la biodégradabilité d'une substance, il existe des méthodes normalisées basées sur des suivis de cinétique de dégradation bactérienne en conditions standards de laboratoire.

Cependant, à défaut, 2 paramètres facilement mesurables peuvent être utilisés pour avoir une appréciation de l'aptitude à la biodégradation des molécules :

- DBO (Demande Biologique en Oxygène) : quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour dégrader toutes les matières organiques fermentescibles, ou substances biodégradables.
- DCO (Demande Chimique en Oxygène) : quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder par voie chimique tous les éléments oxydables.

On utilise en général la DBO_5 qui est la demande en oxygène des micro-organismes sur 5 jours de test. Une substance est facilement biodégradable si $DBO_5/DCO \geq 0,5$

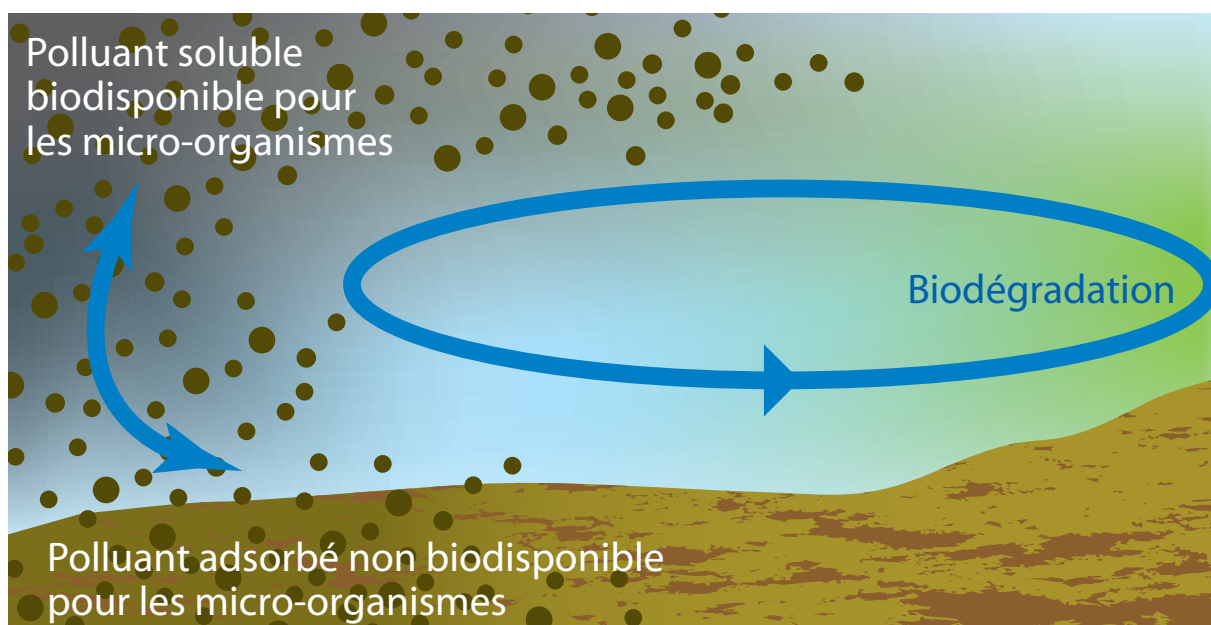
La mesure de ces deux paramètres fait également l'objet d'une procédure normalisée.

Exemples :

Substances peu biodégradables : organochlorés (DDT), PCB...

2.3.3 La bioaccumulation

La bioaccumulation est l'accumulation de substances toxiques dans les tissus des organismes vivants.



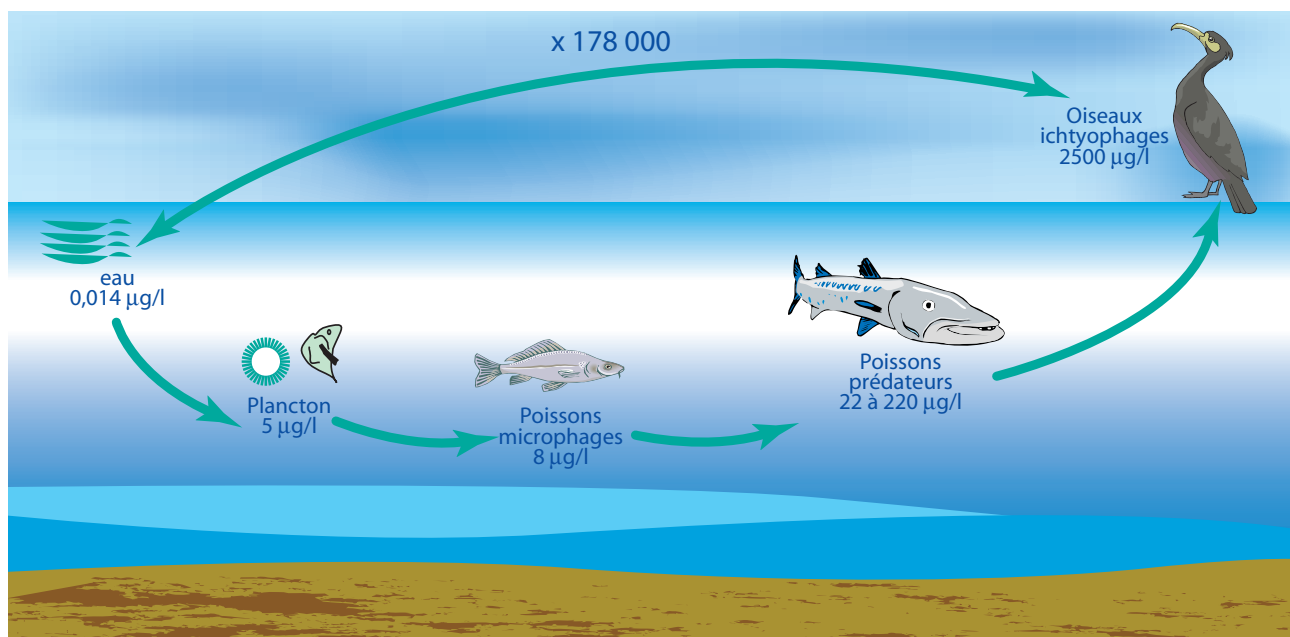
Lien étroit entre adsorption/ biodisponibilité/biodégradation

C'est le cas par exemple des toxiques cumulatifs qui vont s'accumuler dans les tissus des organismes et dont les effets toxiques ne se produiront que lorsque leur dose d'effets sera atteinte.

Tous les organismes vivants sont ainsi capables, à divers degrés, d'accumuler des substances toxiques, ce qui peut, dans un certain nombre de cas, entraîner des phénomènes de transfert et d'amplification dans la chaîne alimentaire, avec des teneurs observées d'autant plus fortes que l'organisme est élevé dans la chaîne trophique.

Le paramètre utilisé est le facteur de bioconcentration (BCF) qui mesure la concentration du polluant dans l'organisme.

Cependant, très couramment on s'appuie sur le coefficient de partage octanol/eau (ou K_{ow}) pour prédire la capacité d'un polluant à se bio accumuler. Cette valeur est une estimation du partage de la substance entre l'eau et les graisses des tissus, elle est donc utilisée pour évaluer l'accumulation de la substance dans les tissus graisseux.



Le Kow est souvent exprimé par son logarithme, log Kow. **Il est généralement considéré qu'une substance est bioaccumulable si $Kow \geq 1000$, ou $\log Kow \geq 3$.**

Par ailleurs le BCF représente la concentration de polluant dans l'organisme rapportée à la concentration de polluant dans le milieu. Il est appréhendé par le calcul suivant :

$BCF = Kow \times \text{concentration de la substance dans les lipides}$

Une substance s'est bio accumulée si $BCF > 100$. Ce paramètre confirme qu'une substance qui est potentiellement bioaccumulable s'est effectivement bio accumulée.

Exemples :

- Pentachlorophénol $\log Kow = 5,12$: substance bioaccumulable
- Chloroforme $\log Kow = 1,97$: substance non bioaccumulable

Cependant, certaines interactions entre polluants peuvent entraîner des modifications physiologiques responsables de variation dans les phénomènes de bioaccumulation.

Exemples :

- Mélange cuivre + cadmium : ils se bio accumulent plus lorsqu'ils sont en mélange que lorsqu'ils sont seuls. C'est le phénomène de **synergie** entre polluants.
- Mélange DDT + dieldrine + méthoxychlore : Le DDT et la dieldrine réduisent la bioaccumulation de méthoxychlore. C'est le phénomène d'**antagonisme** entre polluants.

2.4 Notions de risque

Le **risque** est la probabilité d'apparition d'un événement (maladie) pour un individu ou dans une population pendant une période donnée (Lellouch, dictionnaire d'épidémiologie). La notion de risque est fonction du danger et de la probabilité d'exposition.

Le **danger** est une propriété intrinsèque d'un agent chimique, biologique ou physique à générer un effet néfaste ou indésirable. Il peut être évalué par des tests de laboratoire.

Le risque résulte donc de l'exposition à un facteur de danger. Cette exposition est fonction de l'intensité, du nombre de contacts et voies par lesquels ont lieu ces contacts (peau, muqueuses...)

La **probabilité d'exposition**, dans l'environnement, est évaluée par diverses méthodes : calculs de dilutions, mesures directes dans le milieu, modèles de pollution diffuse, modèles d'évolution des pollutions dans les milieux...

Mesure des différentes concentrations en DDD (pesticides) dans la chaîne trophique du Clear Lake (USA)

Dans le cas de l'impact d'un rejet en rivière, le risque peut être évalué par le rapport **PEC/PNEC**.

La **PEC** (Predictive Environmental Concentration) est la **concentration prévisible dans l'environnement**. La PEC est une évaluation de l'exposition. Elle est calculée à partir du flux de polluant rejeté et du débit de la rivière :

PEC = flux d'un micropolluant dans le milieu/débit de la rivière.

La **PNEC** (Predictive Non Effect Concentration) est la **concentration prévisible sans effet sur l'environnement**. Elle est déterminée à partir des deux concentrations mesurées en laboratoire, la CE 50 (mesure de la toxicité aiguë) et la NOEC (mesure de la toxicité chronique) (Cf. § 3.2.1).

La concentration la plus basse d'un composé qui a un effet sur un des organismes de la chaîne trophique est retenue, que cela soit une CE 50 pour un organisme ou une NOEC pour un autre organisme. Elle est divisée par un facteur d'incertitude évalué en fonction de l'information disponible: le facteur d'incertitude sera d'autant plus élevé si l'information disponible provient de tests de toxicité aiguë.

La PNEC représente le danger d'une substance dans un contexte environnemental précis et pour des organismes donnés.

Exemples :

Substances	PNEC	Données utilisées	Facteur d'incertitude	Amélioration de la pertinence de la PNEC
Acétone cyanohydrine	0,13 µg/l	CE 50 poissons = 0,22 mg/l CE 50 daphnies = 0,13 mg/l CE 50 algues = 4,1 mg/l	1000	Essais long terme
Toluène	80 µg/l	NOEC poissons = 1,4 mg/l NOEC daphnies = 0,8 mg/l NOEC algues = 10 mg/l	10	

Le rapport PEC/PNEC est un outil indispensable à l'évaluation du risque, mais qui a ses limites : compte tenu du mode de calcul de la PNEC, basé sur la qualité et la quantité de données de laboratoire, intégrant des facteurs d'incertitude, cette valeur n'est pas complètement représentative des phénomènes se déroulant dans le milieu. Cependant **c'est une donnée essentielle pour appréhender le risque généré par une substance**, et indispensable pour les gestionnaires (définition des autorisations de rejets, priorisation des actions pour la maîtrise des rejets polluants...).

Le rapport PEC/PNEC peut donc être calculé pour un rejet pour estimer le risque d'impact sur l'environnement.

Le milieu est menacé lorsque $PEC/PNEC > 1$, c'est-à-dire dès que la concentration mesurée dans un milieu est supérieure à la PNEC.

Pour qu'il n'y ait pas d'impact sur le milieu, il faut que **PEC soit inférieur à PNEC** donc:

- le flux d'un micropolluant dans le milieu rapporté au débit de la rivière est inférieur à la PNEC,
- ou le flux d'un micropolluant dans le milieu est inférieur à la PNEC multiplié par le débit de la rivière.

Il est donc possible de définir un " Flux admissible par le milieu " = $PNEC \times \text{débit de la rivière}$. Ainsi, si le flux d'un micropolluant rejeté dans le milieu / flux admissible par le milieu > 1 , c'est à dire si le flux d'un micropolluant rejeté dans le milieu est supérieur au flux admissible par le milieu, il y a risque d'impact du rejet sur le milieu.

Cette approche reste une appréciation du risque par rejet et ne tient pas compte du fait que des polluants peuvent déjà être présents dans le milieu récepteur. La prise en compte de la pollution existante en amont du rejet conditionne à la baisse l'appréciation du flux admissible.

Pour éviter ce biais, il faut travailler sur un secteur hydrographique cohérent (par exemple de même débit) en additionnant les flux des rejets pour chaque polluant. Pour déterminer ensuite quel est le rejet qui a le plus d'influence sur le milieu, on calcule la part relative de chaque rejet dans le flux total.

Cette méthode, considérant le flux rejeté dans sa globalité (somme des rejets individuels), ne permet pas de prendre en compte la répartition des rejets sur un gradient amont-aval du secteur considéré. Cependant, il est primordial de prendre en compte le flux arrivant en amont du secteur par la rivière dans le calcul du flux admissible.



Pour en savoir plus sur l'écotoxicologie

- Centre international des congrès de Metz, 31 mai au 1er juin 2001, colloque eau et santé, compte rendu des interventions et des débats. <http://www.eau-rhin-meuse.fr/somactua.htm>.
- Centre des Sciences de l'environnement, 8 au 12 mars 1999, conférence sur les essais d'écotoxicité et de cancérogénicité des produits chimiques.
- FORBES V.E. et T.L., 1997, Écotoxicologie : théorie et applications, INRA éditions, 256 pages.
- RAMADE F., 1995, Éléments d'écologie : écologie appliquée, Édiscience international, 632 pages.
- RAMADE F., 1994, Éléments d'écologie : écologie fondamentale, Édiscience international, 580 pages.
- RAMADE F., 1992, Précis d'écotoxicologie, Masson, 300 pages.

3 Quels sont les outils de connaissance de la pollution toxique ?

3.1 Comment mesure-t-on la pollution toxique ?



Crédit Photo AL24P

Le suivi de la pollution toxique dans le milieu, pour les rejets industriels ou urbains, se fait essentiellement au moyen de **mesures de concentration des micropolluants et par des tests de toxicité aiguë**.

Jusqu'à très récemment, l'analyse de ces micropolluants se limitait à celle des métaux lourds et de quelques substances organiques. Grâce à des avancées techniques dans les méthodes analytiques, il est maintenant possible de balayer un large spectre de substances et de rechercher simultanément plusieurs centaines de micropolluants.

Ce sont des techniques appelées "multi-résidus/multi-détection" qui consistent à croiser plusieurs techniques différentes (chromatographies, spectrométries de masse...) et d'assurer ainsi une meilleure sûreté dans l'identification et le dosage des substances.

Ces analyses, majoritairement utilisées, présentent cependant certaines limites quant à leur fiabilité et du fait de leur caractère très ponctuel. En effet, les analyses réalisées par chromatographie peuvent parfois présenter des interférences entre molécules recherchées et rendre l'interprétation délicate. C'est pour cette raison que peu de laboratoires sont compétents et agréés, et que les coûts de ces analyses sont élevés.

3.1.1 Le suivi de la pollution toxique dans les rejets

➤ Les analyses par substance

Réglementairement, le suivi de la pollution toxique dans les rejets est effectué en fonction d'une liste de 132 substances, identifiées comme substances dangereuses par la directive 76/464/CEE du 4 mai 1976, et dont il convient de réduire les rejets dans le milieu (Cf. annexe I de la circulaire n° 90-55 du 18 mai 1990). Ce suivi a été renforcé dans le cadre de la circulaire du 4 Février 2002, qui vise à organiser une action nationale de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau par les installations classées (Cf. § 5.2.5).

Il est important de noter la difficulté de caractérisation de la micropollution toxique dans les rejets urbains et dans certains rejets industriels, du fait de leur très grande dilution. L'analyse de la micropollution nécessite donc l'emploi de techniques analytiques avec des seuils bas, comparables à celles utilisées maintenant sur le milieu naturel.

ÉCHANTILLONNAGE DANS LES REJETS ET CALCULS DE FLUX : MODE OPÉATOIRE

L'évaluation des flux de pollution toxique dans les rejets est étroitement liée au mode opératoire appliqué lors de l'échantillonnage et aux données annexes permettant les calculs.

La méthodologie utilisée dans la plupart des cas (notamment calcul des redevances des Agences de l'Eau) consiste à :

- prélever un jour représentatif d'une activité normale de l'industrie ou de la station d'épuration,
- procéder à un prélèvement moyen sur 24h d'effluent brut.

Cette procédure implique donc des contraintes techniques importantes. Le prélèvement est l'un des paramètres essentiels de la mesure et conditionne la représentativité de l'échantillon par rapport au rejet. De plus, certaines molécules se dégradent très rapidement: il convient donc d'assurer les conditions de transport et de conservation des échantillons nécessaires au maintien des substances (obscurité, réfrigération, délais de livraison au laboratoire inférieurs à 24h...).

Le calcul d'un flux nécessite la connaissance du débit du rejet. La mesure du débit moyen journalier correspondant au jour du prélèvement doit donc être renseignée.

➔ Les données issues des redevances des Agences de l'Eau

Les Agences de l'Eau perçoivent, entre autres, des redevances sur la pollution toxique. Les sommes perçues permettent notamment l'attribution d'aides aux établissements pour faciliter le financement des investissements nécessaires à la lutte contre la pollution.

L'assiette de la redevance est la quantité de pollution rejetée un jour normal du mois d'activité maximale. Pour les établissements industriels, la redevance est déterminée soit par mesure directe de la pollution rejetée, soit par estimation forfaitaire.

En ce qui concerne la pollution toxique, les éléments retenus pour calculer les redevances sont des paramètres synthétiques :

○ Les MI : Matières Inhibitrices

Ce paramètre représente la charge de substances toxiques présente dans l'effluent. La mesure de ce flux de toxicité est déterminée à partir d'un test de toxicité aiguë : le test daphnies (Cf. § 3.2.1), en tenant compte du débit du rejet. Les matières inhibitrices sont exprimées en "équitox".

Pour compléter cette mesure de toxicité aiguë, il est envisagé d'ajouter un test de toxicité chronique sur végétaux aquatiques aux paramètres redevances existants : le test algue (Cf. § 3.2.1).

○ Les METOX : Métaux TOXiques

Les METOX concernent 7 métaux et 1 métalloïde : l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel, le plomb et le zinc. Après analyses, la masse de chacun des métaux contenus dans les rejets est additionnée en tenant compte d'un coefficient de pondération qui dépend de la toxicité du métal retrouvé. Le mercure, par exemple, qui est l'un des métaux les plus toxiques, a un coefficient de pondération 50 fois supérieur à celui du zinc qui est nettement moins toxique.

○ Les AOX : Composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif

Les AOX sont une mesure de la quantité d'halogènes (chlore et brome) contenue dans les composés organiques. Cette quantité est exprimée en masse équivalente de chlore.

Le paramètre AOX étant un paramètre "global" rassemblant une large gamme de substances dont les propriétés toxiques sont très différentes, il semble, à dire d'experts, qu'il ne s'agit pas d'une mesure pertinente de la quantité d'halogènes effectivement contenue dans les rejets. Il a été envisagé de supprimer ce paramètre de redevances. Le test algue (Cf. § 3.2.1), qui réagit surtout aux métaux, est proposé comme nouveau paramètre de redevances. La nouvelle loi sur l'eau devrait valider ce changement.

3.1.2 Le suivi dans le milieu

Le suivi régulier des pollutions toxiques (parallèlement à celui des autres formes de pollutions) dans les milieux aquatiques a été initié en 1971 avec des mesures systématiques des concentrations en métaux dans le cadre des Réseaux Nationaux de Bassins (RNB) gérés conjointement par l'État (au travers des DIREN) et les Agences de l'Eau.

Les pesticides et les autres micropolluants organiques ont été progressivement intégrés dans ce suivi pérenne dès le début des années 90, et en 2000 pour les eaux souterraines.

Les sites de prélèvements sont répartis **sur les principaux cours d'eau et nappes**, de manière stratégique dans l'objectif de recueillir des mesures **en aval des principaux bassins hydrographiques ou hydrogéologiques, en aval immédiat des principales sources de pollution** mais également **dans des secteurs de référence** peu contaminés.

Les substances sont recherchées sur différents supports afin de bien cerner la contamination :

- l'eau brute (eaux de surface et eaux souterraines),
- les sédiments (eaux de surface),
- les matières en suspension (eaux de surface),
- les mousses aquatiques (bryophytes) (eaux de surface).



Credit Photo J.P. Duplan - Light marine

La nature des cours d'eau du bassin Artois Picardie fait que les gisements de mousses aquatiques sont rares et peu denses ce qui limite les possibilités d'application. L'université de Lille 2 propose une alternative basée sur l'utilisation de mousses cultivées qui présente l'avantage de travailler avec des mousses standardisées dont on connaît le faible niveau de contamination initiale.

Il est important d'avoir des mesures sur chacun de ces compartiments, car ils fournissent des informations complémentaires sur l'état de contamination du milieu :

- **Les sédiments** sont des pièges à micropolluants, ils donnent une indication sur la pollution historique du cours d'eau.

- **Les mousses aquatiques** (bryophytes) bio accumulent les métaux. Leurs concentrations dans les bryophytes donnent une indication sur la pollution métallique chronique du milieu sur une période plus ou moins longue selon la durée de l'exposition (transferts de mousses). Elles peuvent également être utilisées pour la détection de micropolluants organiques (PCB, pesticides...) ou de radioéléments.

- Les mesures sur **eau et matières en suspension** donnent une indication sur la pollution du milieu au moment du prélèvement. Ces deux mesures se complètent: certains polluants sont adsorbés (fixés) sur les matières en suspension alors que d'autres sont solubilisés dans l'eau.

À partir des concentrations mesurées dans le milieu, la qualité de l'eau est évaluée par le Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ Eau), outil d'interprétation qui fournit des grilles de qualité pour les différents paramètres. La qualité de l'eau est décrite par cinq classes (très bonne, bonne, moyenne, médiocre, mauvaise).

Cette information est complétée par la conformité de la qualité de l'eau avec les grilles d'usages (production d'eau potable, irrigation...) ou le bon fonctionnement biologique dans le cours d'eau. Cinq classes d'aptitude sont ainsi déterminées pour chacun des usages ou fonction.

Le RNB est complété sur de plus petits cours d'eau par le réseau complémentaire financé par les départements et l'Agence de l'Eau.

Par ailleurs, des groupes de travail régionaux ont été mis en place autour des Services Régionaux de Protection des Végétaux (SRPV), sur le thème de la contamination des eaux par les pesticides (Cf. § 6.3.2). Suite au travail d'état des lieux, d'identification des zones vulnérables et d'appréciation des risques, des réseaux de suivi des pesticides ont été mis en place sous maîtrise d'ouvrage des DIREN sur les eaux superficielles et les eaux souterraines.

Pour en savoir plus sur les réseaux de mesure :

- Annuaire de la qualité des eaux de surface - Edition 2003 – CD Rom.

Site Internet : <http://www.eau-artois-picardie.fr>

3.2 Comment mesure-t-on les effets ?

Afin de gérer les enjeux liés à la présence de substances toxiques et de leurs effets sur le milieu aquatique, il est nécessaire de développer des outils de mesure qui permettent d'évaluer les conséquences des contaminations.

Ce type d'outils vient compléter les informations qui peuvent être recueillies par les mesures de concentration dans le milieu, lesquelles permettent d'évaluer le niveau d'exposition.

Les outils d'évaluation de l'écotoxicité renseignent quant à eux les niveaux de danger ou même d'effets dans le milieu aquatique.

Les collaborations entre scientifiques et gestionnaires ont permis de développer des outils d'évaluation de l'écotoxicité des polluants sur l'écosystème aquatique.

Plusieurs gammes sont actuellement disponibles, allant du simple test en laboratoire aux mesures plus complexes menées sur les organismes aquatiques **in situ**.

3.2.1 Les bio essais

➔ Principe

Les essais de toxicité sont des tests en laboratoire au cours desquels une population d'organismes aquatiques est exposée à un polluant dont on veut estimer la toxicité afin d'évaluer les niveaux de concentration provoquant des effets toxiques (mortalité, baisse de reproduction, baisse de respiration, ...).

Ces tests sont menés dans des conditions contrôlées de lumière, température, milieu de culture ou support d'élevage. L'accent est mis sur la standardisation et la reproductibilité des mesures réalisées, de manière à obtenir une information fiable sur le phénomène de toxicité.

Pour autant, les multiples facteurs influant en milieu naturel ne sont pas pris en compte, ce qui ne permet pas une extrapolation directe à l'échelle de l'écosystème.

Ce type d'outils permet d'évaluer le danger lié à une substance toxique. En ce sens, ils ont un rôle préventif dans la gestion des risques.

➔ Les essais de toxicité aiguë

Ce sont des **essais à court terme** : les effets doivent se révéler dans un court laps de temps (de quelques heures à quelques jours en fonction du cycle de vie de l'animal) après administration d'une dose unique de substance. Si aucun effet n'est observé, la substance n'a pas de toxicité aiguë (ce qui ne veut pas dire que cette substance ne présente pas de toxicité chronique).

Ces essais permettent d'établir une **relation entre la concentration d'exposition et l'intensité de l'effet**.

Les résultats sont généralement exprimés par une **CE 50** (Concentration Efficace). La CE 50 est la concentration pour laquelle les effets sont observés pour 50 % des individus testés. Les effets observés sont, par exemple, la létalité (le "E" est alors remplacé par le "L" CL50) ou l'inhibition de la mobilité (le "E" est alors remplacé par le "I" CI 50).

Des CE 10 et CE 20 pour lesquelles les effets sont observés, respectivement, pour 10 et 20 % des organismes testés sont plus rarement utilisées.

Exemples : test daphnies, test bactéries luminescentes

LE TEST DAPHNIES

- ISO 6341

Qualité de l'eau – Détermination de l'inhibition de la mobilité de *Daphnia magna* Straus – Essai de toxicité aiguë

- Champs d'application :

Le test daphnie appliqué selon la norme ISO 6341 est applicable pour déterminer la toxicité aiguë vis-à-vis de *Daphnia magna* des substances chimiques solubles ou pouvant être maintenues en suspension ou en dispersion stable dans les conditions d'essai, des effluents industriels et urbains épurés ou non et des eaux de surface ou souterraines naturelles.

- Principe :

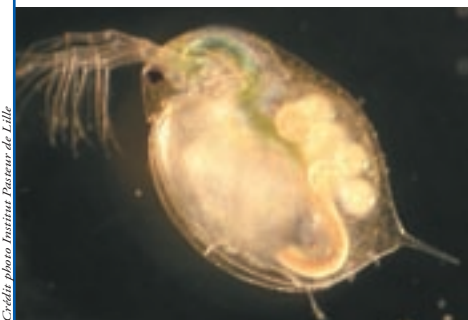
Détermination de la concentration qui en 24h (ou 48h) immobilise 50% de *Daphnia magna* mises en expérimentation.

Cette concentration, dite concentration efficace inhibitrice, est désignée par CE50i-24h (ou CE50i-48h).

- Protocole de test :

Les tests doivent être réalisés en condition de lumière maîtrisée, soit en obscurité, soit sur un cycle jour/nuit de 16h/8h et à une température maintenue à 20°C±2°C.

Les daphnies utilisées pour l'essai doivent être âgées de moins de 24h et provenir d'un élevage aux conditions bien définies. Les solutions testées (substances chimiques, effluents ou eaux naturelles) sont versées selon des volumes croissants dans une série de récipients et complétées avec une eau de dilution dont la composition est définie par la norme, de manière à obtenir les concentrations souhaitées pour l'essai.



Crédit photo Institut Pasteur de Lille

Les daphnies sont placées, sans dépasser plus de 20 individus par récipient, ni 5 daphnies pour 10 ml de solution.

Les animaux ne sont pas nourris durant l'essai.

Après 24 h (ou 48 h), les daphnies encore mobiles sont dénombrées. Pour chaque concentration, un pourcentage d'immobilité est calculé. La CE50i-24 h (ou CE50i-48h) est ensuite calculée par une méthode statistique appropriée.

LE TEST SUR BACTÉRIES LUMINESCENTES ("Microtox®" étant le plus utilisé)

- ISO 11348 (parties 1,2 et 3)

Qualité de l'eau – Détermination de l'effet inhibiteur d'échantillons d'eau sur la luminescence de *Vibrio fischeri* (Essai de bactéries luminescentes)

- Champs d'application :

Le test sur bactéries luminescentes est applicable pour déterminer l'inhibition de luminescence en présence d'eaux usées, d'extraits et lixiviats aqueux, d'eaux douces, salées ou saumâtres et d'eaux interstitielles.

- Principe :

Détermination d'un effet inhibiteur de l'échantillon d'eau, sur des lots de cultures de bactéries luminescentes.

Cet effet inhibiteur peut être déterminé sous forme des valeurs de DMSE (dilution minimale sans effet) ou des valeurs de CE20 et/ou CE50 (valeur de dilution provoquant une diminution de luminescence de 20% ou 50% par rapport au témoin).

- Protocole de test :

Les souches de bactéries utilisées appartiennent à l'espèce *Vibrio fischeri* et peuvent être utilisées fraîches (partie 1 de la norme), déshydratées (partie 2) ou lyophilisées (partie 3).

Des séries de dilutions sont préparées, mélangeant l'eau testée, l'eau de dilution et la suspension de bactéries.

La mise en contact est de 15 minutes, à la suite de quoi la luminescence est mesurée par un luminomètre.

Après application d'un facteur de correction calé sur les témoins, les valeurs de CE sont déterminées.



Les essais de toxicité chronique

Deux types d'essais permettent de déterminer la toxicité chronique, les essais à moyen terme et les essais à long terme. L'observation des effets se fait sur un laps de temps beaucoup plus long que pour les essais aigus. Si aucun effet n'est observé, la substance ne présente pas de toxicité chronique.

Les essais à moyen terme mesurent les effets résultant de l'administration répétée d'une substance, pendant 1/10^{ème} de la vie de l'animal.

Les essais à long terme déterminent la toxicité à la suite d'une exposition répétée et prolongée à une substance, au delà de 8/10^{ème} de la vie de l'animal.

Ils peuvent permettre d'évaluer **la latence d'apparition des effets et leur réversibilité**.

Les essais à moyen et long terme permettent de déterminer une concentration expérimentale en dessous de laquelle aucun effet toxique n'est observé sur l'espèce étudiée dans les conditions de l'essai : **NOEC** (No Observed Effect Concentration).

Exemple : test algue.

LE TEST ALGUE

- NF T 90-375

Détermination de la toxicité chronique des eaux par inhibition de la croissance de l'algue d'eau douce *Pseudokirchneriella subcapitata* (*Selenastrum capricornutum*).

- Champs d'application :

Le test algue est une méthode de détermination de la toxicité chronique applicable aux effluents aqueux industriels et urbains, aux lixiviats ou extraits aqueux ainsi qu'aux eaux douces de surface ou souterraines.

- Principe et protocole :

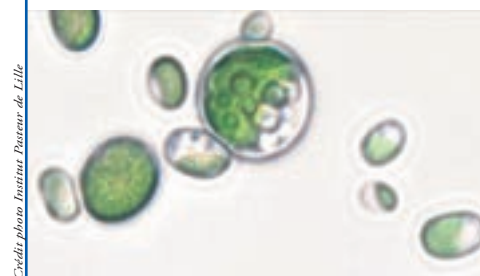
Des algues de l'espèce *Pseudokirchneriella subcapitata* issues d'une culture en phase exponentielle de croissance sont placées dans chacune des concentrations de l'échantillon à examiner, en présence de milieu nutritif.

Les solutions d'essai ainsi constituées et les solutions témoins, maintenues en agitation, sont placées à température et sous illumination constante, pendant 72h.

Les concentrations cellulaires de chaque récipient sont déterminées toutes les 24h ou seulement à la fin de la période d'essai.

Les pourcentages d'inhibition de la croissance sont calculés par rapport aux solutions témoins réalisées dans les mêmes conditions.

Un tableau présentant ces pourcentages est établi et permet de tracer une droite correspondante: la courbe d'inhibition. La CE50 est déterminée graphiquement. Il s'agit de la concentration de la solution d'essai correspondante à un pourcentage d'inhibition de 50%.



Credit photo Institut Pasteur de Lille

Exemples d'utilisations de bio essais :

○ Contrôle des rejets polluants (Cf. § 3.1.1)

Le calcul des redevances payées par les industriels à l'Agence de l'Eau est basé sur une gamme de paramètres dont le test Daphnies qui permet de calculer le paramètre MI (Matières Inhibitrices) en reflétant la charge en substances toxiques dans l'effluent.

Il est envisagé que le test algue vienne compléter cette gamme de paramètres afin de prendre en compte la toxicité sur le compartiment végétal et intégrer la notion de toxicité chronique.

○ Homologation des substances chimiques de synthèse

L'autorisation de mise sur le marché de nouvelles substances (pesticides, molécules organiques de synthèse, substances minérales...) est conditionnée par la prise en compte de leur niveau de toxicité sur toute une gamme d'organismes aquatiques ou terrestres. L'utilisation de bio essais permet de quantifier cette toxicité.

○ Établissement de grilles de danger

En réalisant des bio essais pour différentes substances susceptibles de contaminer le milieu naturel aquatique, il est possible de définir une concentration seuil sans effet probable, ainsi qu'une concentration seuil à partir de laquelle on peut s'attendre à un effet. Ces deux niveaux d'information permettent plusieurs niveaux d'interprétation.

Ceci introduit la notion de concentrations seuils qui permettent d'établir une grille d'interprétation des concentrations que l'on peut observer dans les milieux naturels aquatiques.

C'est ce principe qui a été adopté dans la conception des grilles de risque du Système d'Evaluation de la Qualité des eaux (SEQ-Eau) (Cf. § 3.1.2).

○ Contrôle de toxicité de prélèvements en milieu naturel

Pour les secteurs sur lesquels une pollution est suspectée, il est possible de tester le niveau de toxicité de l'eau brute, des sédiments ou des matières en suspension en utilisant des bio essais sur des prélèvements issus du milieu naturel.

Avantages	Inconvénients
• Applicables pour une large gamme de substances • Application facile • Tests normalisés • Temps de réponse courts • Tests pour tout niveau de la chaîne trophique (algues, invertébrés, poissons) • Facteurs environnementaux maîtrisés (lumière, température,...)	• Signification écologique limitée • Effets longue exposition peu révélés • Pollutions passées non révélées

3.2.2 Les bio marqueurs

➔ Principe

Le principe des bio marqueurs est de mesurer les molécules biochimiques produites (en général des molécules de détoxication) ou inhibées dans l'organisme en présence de toxiques.

Ainsi, on mesure la réaction des organismes aquatiques à l'échelle de la cellule, avant que les effets

toxiques ne soient létaux ou sub-létaux.

Le plus souvent ces mesures sont réalisées sur des poissons, parfois sur des mollusques.

Les bio marqueurs permettent des mesures de phénomènes de défense à des expositions toxiques.

Ce sont donc bien des effets qui sont mesurés, au même

titre que les bio indicateurs (Cf. § 3.2.3), ce qui en fait de bons outils de diagnostic. De plus, la toxicité étant démontrée avant perturbation notable du métabolisme, il est possible d'exploiter cette information en terme de gestion des risques.

Exemples de bio marqueurs parmi les plus utilisés

○ Inhibition de l'activité Acétylcholinestérase

L'acétylcholinestérase est une enzyme qui est un médiateur chimique assurant la transmission de l'influx nerveux. Son activité est inhibée lorsqu'un organisme est exposé en particulier à des pesticides de type organophosphorés ou carbamates qui ont des propriétés neurotoxiques.

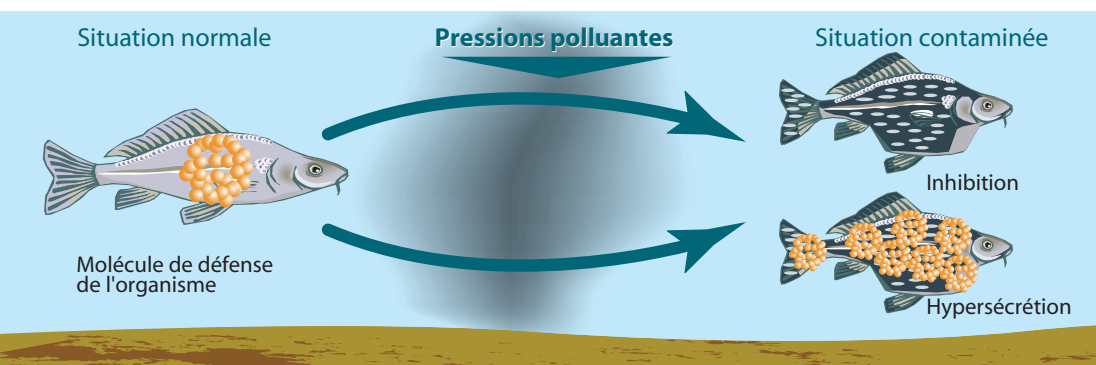
○ Induction du cytochrome P450 (activité EROD)

Les cytochromes P450 sont une famille d'enzymes qui existent dans tout organisme vivant. Pour les individus vertébrés, ils sont particulièrement abondants dans le foie où ils métabolisent la plupart des molécules organiques toxiques et les éliminent. L'exposition d'un organisme à des micropolluants organiques (notamment HAP ou PCB) induira la production de ces enzymes.

Exemple d'utilisations de bio marqueurs

○ Etude d'impact de rejets polluants à caractère toxique

Dans les secteurs contaminés par une pollution toxique, la mesure de bio marqueurs sur poissons ou invertébrés benthiques permet de mettre en évidence une exposition ou non.



Principe d'un biomarqueur : sa concentration dans l'organisme reflète que celui-ci est exposé à un polluant

○ Bilan sanitaire des peuplements piscicoles

Pour une bonne gestion des peuplements piscicoles dans les rivières ou plans d'eau, il est parfois nécessaire de s'assurer que les conditions de milieu sont globalement favorables au bon développement des poissons.

La mesure d'un bio marqueur est l'un des paramètres qui reflète les éventuels stress subis par les poissons du fait de contaminations.

Avantages	Inconvénients
• Bonne signification écologique • Pollution caractérisée avant effets létaux	• Souvent difficile à interpréter (absence de grilles, forte influence des facteurs environnementaux naturels, mobilité des organismes prélevés...) • Délicat à mettre en place ou à prélever

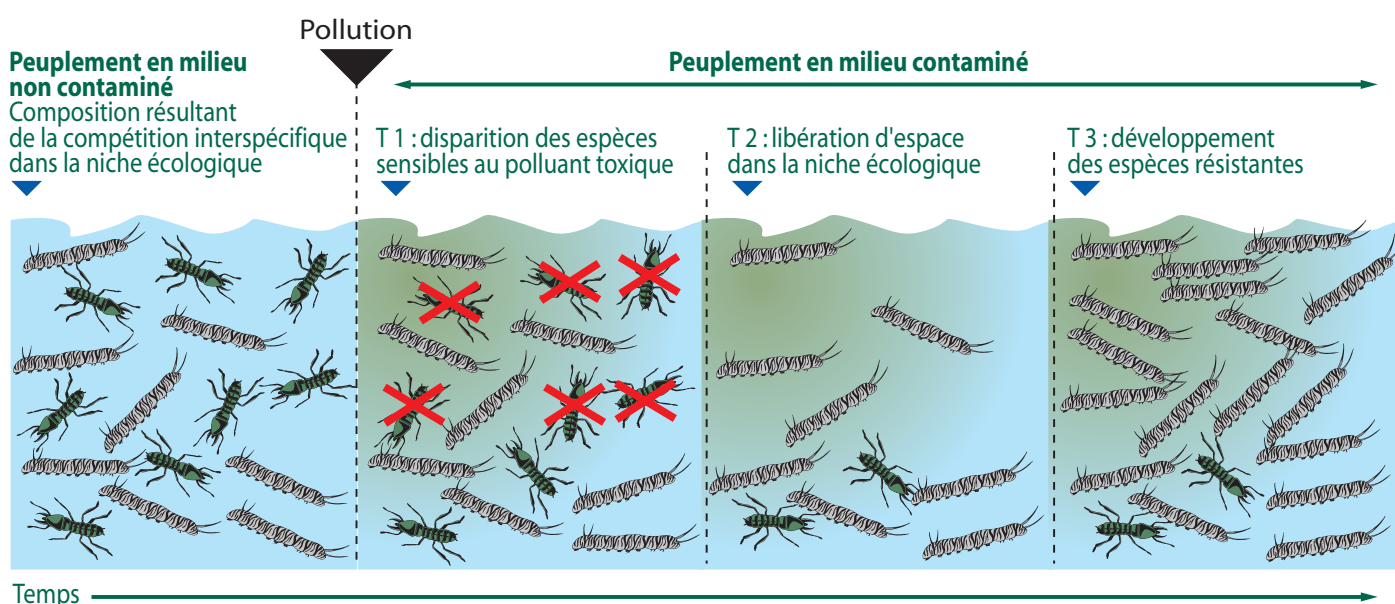
3.2.3 Les bio indicateurs écologiques de toxicité

➡ Principe

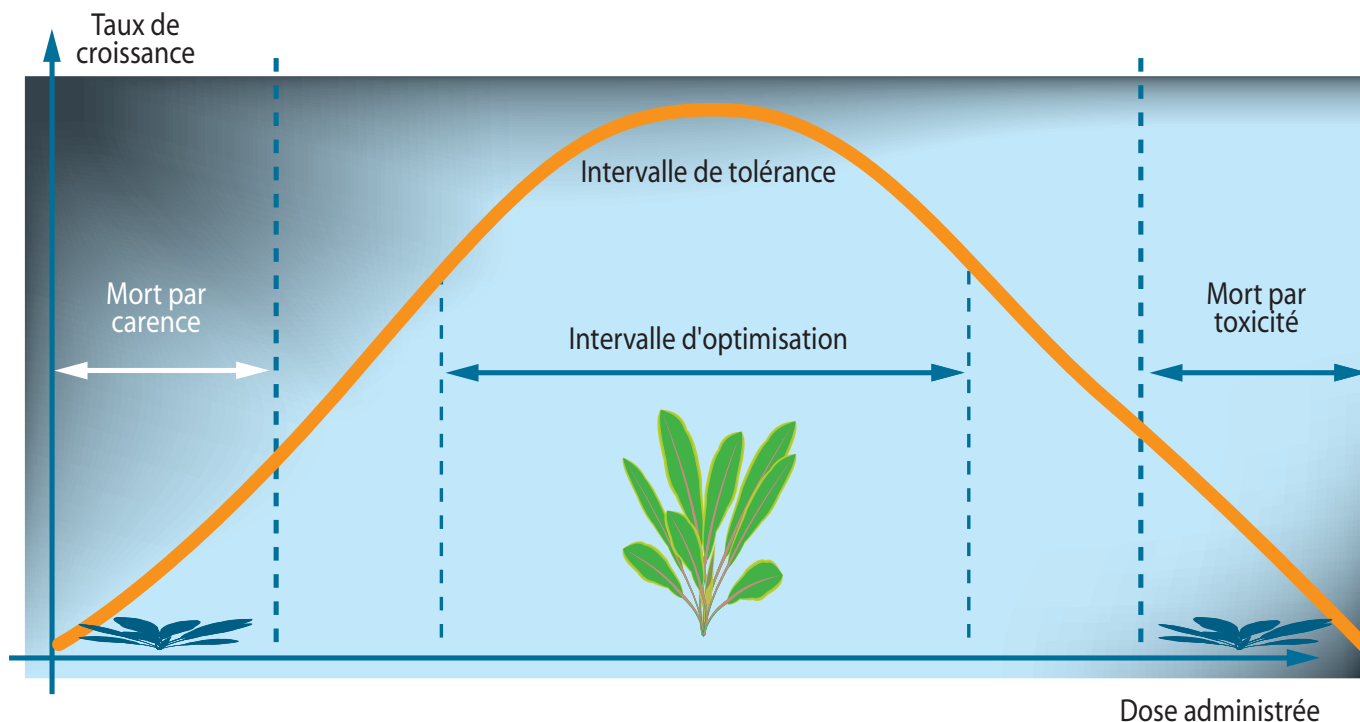
L'utilisation de bio indicateurs écologiques de toxicité repose sur le principe de sélection des organismes aquatiques résistants aux pollutions au détriment des organismes sensibles.

En effet, à l'échelle d'un peuplement, les individus ou les espèces les plus faibles vont disparaître sous la pression du polluant (mort ou fuite), laissant la possibilité aux espèces résistantes de se développer davantage. Ce phénomène entraîne l'établissement de peuplements dont la structure reflète la qualité de l'eau, notamment au travers de l'analyse des présences/absences.

L'inventaire des organismes aquatiques indicateurs de pollution présents dans un milieu permet d'évaluer le niveau de contamination de ce milieu. Il s'agit dans ce cas d'outils permettant de mesurer l'effet des substances toxiques. Ils ne peuvent donc pas être utilisés à titre préventif, mais plutôt comme outils de diagnostic



Principe d'un bioindicateur : sa population dans le peuplement reflète la contamination du milieu.



Les bioindicateurs : espèce pollusensible ou pollutolérante ?

Une espèce bio indicatrice traduit la contamination du milieu par son abondance ou son absence.

Prenons l'exemple d'un élément minéral indispensable pour illustrer la "dose administrée" de la courbe. Une espèce va mourir si cet élément manque ou au contraire si celui-ci est en concentration trop élevée. Entre ces 2 concentrations, de carence ou d'excès, elle va vivre dans un intervalle de tolérance plus ou moins important en fonction des limites déterminées par ces concentrations (avec un maximum de développement pour l'intervalle d'optimisation).

Une espèce bio indicatrice va être choisie par l'étendue de son intervalle de tolérance :

- étroit : espèce pollusensible,
- large : espèce pollutolérante.

Exemples de bio indicateurs : *Indice oligochètes (vers vivant dans les sédiments des cours d'eau)*

L'INDICE OLIGOCHÈTES

- Norme NF T 90-390

Détermination de l'indice oligochète de bio indication des sédiments (IOBS).

- Principe :

L'indice oligochètes permet d'évaluer la qualité biologique des sédiments fins ou sableux et indique des tendances fortes sur l'incidence écologique des micropolluants organiques et métalliques.

- Mode opératoire :

L'étude des oligochètes passe par un prélèvement sur un tronçon de cours d'eau, selon un protocole d'échantillonnage tenant compte du type dominant de sédiment fin ou sableux présent : carottage, filet Surber, benne ou filet Haveneau.

Les oligochètes sont fixés au formol et colorés à l'éosine aqueuse pour être ensuite extraits par tamisage sur une maille de 0,5 mm.

Les individus sont alors montés entre lame et lamelle puis identifiés et dénombrés si possible au niveau de l'espèce.

Un indice IOBS est calculé selon une formule définie par la norme. Il peut évoluer entre 0 en l'absence d'oligochètes et 10 pour un sédiment de qualité excellente.

- Complément :

La présence dans le peuplement d'oligochètes de plus de 60 % de Tubificidae sans soies capillaires (famille d'oligochètes) est un indice de perturbation du milieu par les micropolluants.



Crédit photo Institut Pasteur de Lille

Exemples d'utilisation de bio indicateurs

○ Étude de l'impact de rejets toxiques sur les organismes aquatiques

Dans les secteurs contaminés, l'application d'un bio indicateur permet d'évaluer l'effet réel de la pollution identifiée sur les organismes et de mesurer le niveau de perturbation de l'écosystème.

○ Suivi de l'état écologique des masses d'eau

La Directive Cadre sur l'Eau (Cf. § 4.4) donne comme objectif à atteindre le bon état écologique des masses d'eau. L'utilisation d'un bio indicateur permet d'estimer la qualité des peuplements aquatiques, toutes pressions polluantes confondues et de révéler d'éventuelles perturbations a priori non visibles et sur lesquelles il convient d'agir.

Avantages	Inconvénients
• Conséquences des pollutions passées • Bonne signification écologique • Normalisation en cours	• Difficulté d'interprétation des résultats (absence de grilles, forte influence des facteurs environnementaux naturels...) • Nécessite des spécialistes • Forte influence de l'échantillonnage • Difficulté de standardisation

Pour en savoir plus sur les indicateurs biologiques

- Lafont M., Bernoud S. & Rosso-Darmet A., 2000. Bilan sur les indices oligochètes (IOBS et % de Tubificidae sans soies capillaires)- phase B : élaboration d'un guide méthodologique. Rapport d'étude Inter Agences. 21 pp. + annexes
- J.Prygiel et Al, 2000. Use of oligochaete communities for assesment of ecotoxicological risk in fine sediment of rivers and canals of the Artois-Picardie water basin (France). Hydrobiologia 12 pp.
- Lagadic L., Caquet T.,Amiard J.C. & Ramade F., 1998. Utilisation de bio marqueurs pour la surveillance de la qualité de l'environnement. Ed. Lavoisier Tec&Doc. 320 pp.
- Vindimian E & Garric J, 1993. Bio Essais et bio indicateurs de toxicité dans le milieu naturel. Etude Inter-Agences. 54pp.
- Garric J., Férad J.F. & Vindimian E., 1992. Essais biologiques pour l'évaluation de la toxicité chronique des rejets. Étude Inter Agences Hors Série.111 pp.
- Sites internet :
 - AFNOR : <http://www.afnor.fr>
 - études inter agences : <http://www.eaufrance.com>

3.3 Des outils complémentaires pour une information cohérente

Compte tenu de la diversité des outils utilisés pour appréhender la pollution toxique et ses effets, l'impression de complexité peut dominer.

Pour autant, les informations apportées par chaque approche sont complémentaires et alimentent un système de gestion des pollutions toxiques cohérent.

La lutte contre la pollution toxique peut être engagée de la manière suivante :

- une phase d'état des lieux et de diagnostic de la pollution,
- une phase de choix de stratégie (définition des objectifs à atteindre),
- une phase d'action pour réduire la pollution.

Pour appréhender chacune de ces phases, des outils pertinents existent.

3.3.1 Etablir un diagnostic

Lors du diagnostic, différents niveaux d'information sont recherchés :

➡ **Evaluation du risque**

Évaluation du danger – Appréciation du degré de toxicité des substances.

Le caractère nocif des substances pour l'écosystème est apprécié au travers de tests de laboratoires, visant à mesurer leur degré de toxicité pour les organismes vivants (bio essais, évaluation de la PNEC d'une substance...). La finalité de ces tests est de mesurer la toxicité des substances dans des conditions comparables et fiables.

Exposition – Évaluation du niveau de pollution auquel est exposé l'écosystème.

L'information relative à "l'exposition" concerne d'une part l'importance des sources de pollutions et d'autre part le niveau de contamination résultant dans les milieux.

L'appréciation de l'exposition passe par des analyses chimiques effectuées soit dans les rejets (auto surveillance, évaluation de la PEC d'une substance dans les rejets pour les campagnes 132 substances...), soit directement dans le milieu (suivi du Réseau National de Bassin).

Risques d'effets toxiques – Évaluation des risques de perturbation de l'écosystème.

En croisant l'information du danger d'une substance et de la probabilité d'exposition à cette substance, les gestionnaires évaluent le risque de perturbation de l'écosystème.

[danger x exposition = risque]

Ce diagnostic sur le risque peut porter sur les émissions de polluants, selon le principe PEC/PNEC (Cf. § 2.4) qui est applicable autant sur des rejets que sur des sources diffuses, ou encore sur la contamination du milieu qui est traduite en niveau de risque au travers de grilles d'interprétation telles que le SEQ-Eau.

➡ **Observation des effets réels sur l'écosystème**

Le niveau de perturbation réel de l'écosystème est la conséquence de la combinaison de la pollution à laquelle il est exposé et des facteurs environnementaux naturels (température, lumière...). Les bio indicateurs et bio marqueurs sont des outils exprimant ce niveau de perturbation. Ils sont complémentaires aux outils d'évaluation du risque.

3.3.2 Définir des objectifs

Une fois le diagnostic établi, c'est à dire le niveau de perturbation du milieu estimé, il est nécessaire de préciser les objectifs qu'il est souhaitable d'atteindre pour le milieu et de les traduire en objectifs de réduction au niveau des sources de pollutions.

Pour cela, la démarche consiste à considérer le niveau de perturbation "acceptable" par le milieu pour que les risques d'effets écotoxiques soient négligeables, compte tenu du danger que représentent les substances polluantes. Cette analyse s'appuie, comme pour le diagnostic, sur l'interprétation croisée [danger x exposition = risque], traduite pour le milieu par l'outil SEQ-Eau et pour les rejets par l'approche PEC/PNEC.

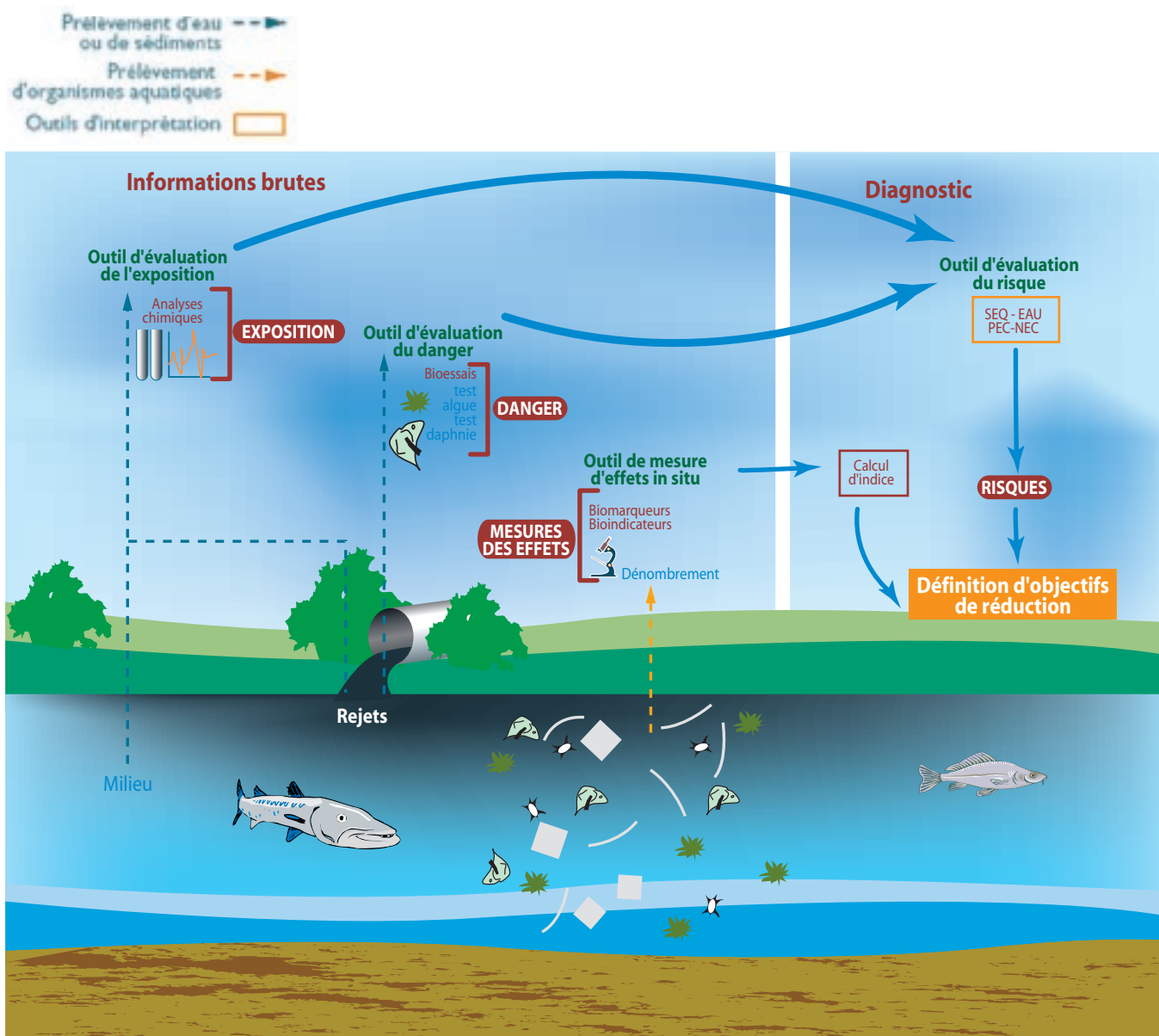
Pour les rejets, par exemple, il s'agit de définir des valeurs de PEC acceptables pour que le rapport PEC/PNEC soit inférieur à 1.

3.3.3 Mise en œuvre de programmes d'actions

Les objectifs étant définis, des programmes d'actions peuvent être engagés pour réduire les sources de pollutions identifiées comme responsables de la perturbation des écosystèmes.

Compte tenu des enjeux techniques et financiers engagés dans ces programmes, il est important de s'assurer en parallèle de l'adéquation de ces actions avec les objectifs définis, tout au long de leur mise en œuvre, en s'appuyant sur des indicateurs d'évolution.

Ces indicateurs sont par exemple les bio indicateurs pour apprécier la réactivité du milieu en lui-même, mais peuvent également être des indicateurs d'évolution de la pression polluante, avec le suivi des concentrations dans les rejets et dans le milieu.



Principe de définition d'objectifs de réduction : croiser l'information de gestion du risque (exposition danger) avec l'observation d'effets sur le milieu

4 La prise en compte des toxiques *par la réglementation*

Au travers des différents textes réglementaires traitant de la qualité des milieux aquatiques ou plus spécifiquement des rejets industriels, la prise en compte des pollutions à caractère toxique implique deux modes d'actions :

- limiter l'exposition des milieux aquatiques aux polluants en agissant sur la source (autorisations de rejets, règles d'homologation des substances produites, maîtrise des émissions...),
- concilier les usages de manière à préserver un milieu de qualité satisfaisante (programme d'actions territoriales notamment).

Historiquement l'accent a été mis, dans un premier temps, sur la limitation des expositions, avec en particulier plusieurs textes législatifs identifiant des substances considérées comme dangereuses et justifiant une limitation des rejets. Différentes réglementations sectorielles attachées à certains secteurs d'activités ou usages (textes régissant les installations classées, les déchets..., Cf. § 4.1) sont intervenues, sans pour autant fixer des objectifs par milieu.

Depuis la loi sur l'eau de 1992 et avec la définition des **SDAGE**, la volonté de **concilier les usages de manière à préserver ou restaurer la qualité des écosystèmes aquatiques** a davantage modifié la manière d'appréhender la pollution toxique : le constat d'une contamination notable sur un secteur amène à considérer l'ensemble des sources de pollution possibles pour envisager des actions spécifiques sur celles-ci afin de retrouver un milieu de bonne qualité, tout en respectant les usages.

Plus récemment (Cf. § 4.4), **la DCE a renforcé ce principe en affichant un objectif de "bon état" des milieux aquatiques**, lequel implique notamment un "bon état chimique", au regard d'une part des effets biologiques et d'autre part des diverses normes existantes (eau potable, rejets...). Plus particulièrement, cette directive préconise de fixer des niveaux seuils de contamination des milieux par les substances toxiques (quality standards – QS) au delà desquels des mesures devront être prises pour permettre de retrouver un état satisfaisant.

En parallèle de cet objectif global, des substances prioritaires ont été définies, sur lesquelles les actions de réduction, voire de suppression des rejets, émissions et pertes devront être engagées quel que soit le milieu récepteur.

Nota :

En parallèle des outils réglementaires présentés ci-après, il convient de rappeler qu'il existe une réglementation pour protéger les usagers et les consommateurs d'eau. Cette réglementation essentiellement motivée par les enjeux sanitaires se base sur les principes de précaution, ce qui justifie des normes très strictes.

Ces textes réglementaires, à l'interface entre les consommateurs d'eau et les sources de pollutions, fixent les normes qu'il convient de respecter avant d'exposer les consommateurs. D'autre part, ces normes conditionnent étroitement (voire "deviennent") les objectifs à respecter dans le milieu.

Le non-respect de ces normes peut avoir des conséquences socio-économiques non négligeables. Pour l'exemple, de nombreux captages d'eau potable ont dû être fermés car non conformes aux normes fixées pour protéger les consommateurs. Outre l'aspect purement financier du coût qu'implique la non exploitation d'un site (et la recherche d'une autre source d'eau), ceci occasionne de réels problèmes de ressources en eau pour la collectivité dans certains secteurs.

Les textes réglementaires présentés ci-après ne sont donc pas de simples "cadres de fonctionnement" pour les producteurs de rejets ou d'émissions toxiques, avec toutes les contraintes qu'ils imposent. Ce sont avant tout **des outils visant à préserver, protéger et restaurer**.

4.1 Rappel des principales réglementations sectorielles concernant la pollution toxique

Ce paragraphe récapitule les principaux textes de lois qui s'appliquent aux micropolluants toxiques. Il donne quelques repères sur la réglementation des rejets de substances dangereuses, des installations classées pour la protection de l'environnement, de la gestion des sites et sols pollués, du raccordement à une station d'épuration communale, de la gestion des déchets...

4.1.1 Les rejets industriels

➔ Substances dangereuses

Plusieurs textes législatifs concernent la limitation de rejets en substances dites toxiques, persistantes et bioaccumulables dans le but de protéger les milieux aquatiques contre cette pollution. Ces textes établissent des listes de substances classées en fonction de leur dangerosité et dont les rejets sont à diminuer voire à supprimer.

On citera notamment :

- **Directive 76-464 du 4 mai 1976** relative à la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la Communauté (dite directive "substances dangereuses"). Cette directive est déclinée elle-même par de nombreuses "directives filles" fixant des valeurs propres à telle ou telle substance. Les actions à engager pour atteindre les objectifs de ces directives ont été transcrites en droit français, et précisées notamment par la **circulaire du 18 mai 1990** relative aux rejets toxiques dans les eaux. Cette circulaire a été suivie de campagnes d'analyses dans les rejets des principaux établissements industriels pour rechercher 132 substances (programmes pilotés par les DRIRE).
- **DCE du 23 octobre 2000** établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (dite "Directive Cadre") et la **décision du 20 novembre 2001** (Cf. § 4.4). Une **circulaire du 4 février 2002** précise les actions à mener pour la prise en compte des préconisations de la Directive Cadre sur l'Eau relatives aux 33 substances ou familles de substances considérées comme prioritaires (article 16, annexe X de la DCE).

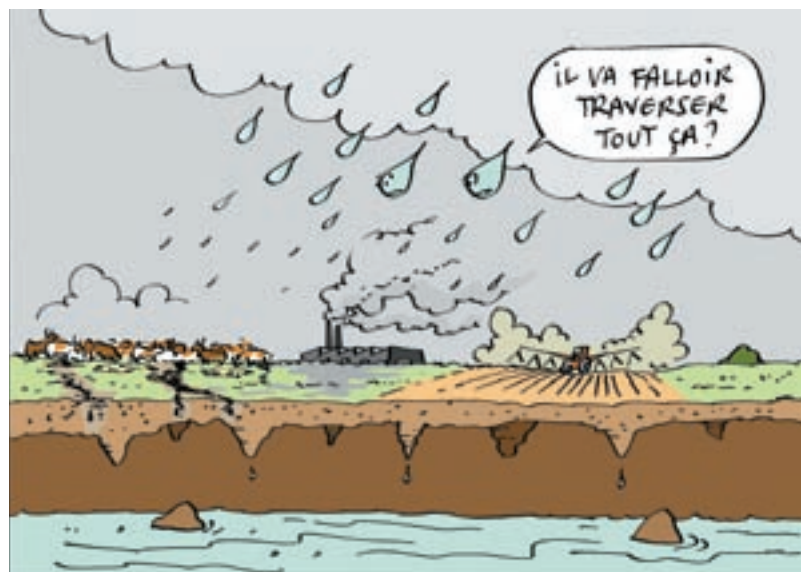
➔ Installations classées pour la protection de l'environnement

Le régime des installations classées concerne les usines, ateliers, chantiers et toutes installations exploitées qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publique, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature et de l'environnement, soit pour la conservation des sites et des monuments.

Ces installations sont soumises, au regard de la loi, à un régime de déclaration ou d'autorisation en fonction de seuils d'émissions fixés. Ces textes déterminent également les prescriptions techniques applicables aux installations classées soumises à autorisation préfectorale (règles d'éloignement par rapport à d'autres usages, au lit mineur, mode de traitement à utiliser, valeur limite des rejets...). En particulier, chaque installation soumise à autorisation préfectorale doit respecter un certain nombre de prescriptions minimales fixées par arrêtés ministériels (le préfet pouvant décider d'édicter des normes plus sévères dans l'arrêté préfectoral d'autorisation). Ces arrêtés ministériels, dont certains sont spécifiques à une activité donnée, reprennent les prescriptions édictées par les directives européennes mentionnées ci-dessus.

La loi du 19 juillet 1976, refondue aujourd'hui dans la partie législative du Code de l'Environnement, et son décret d'application du 21 septembre 1977 s'inscrivent dans la continuité des textes de 1810 et 1917.

Depuis, la réglementation issue de la loi de 1976 continue à régir de larges aspects de l'intervention des pouvoirs publics à l'égard de la protection de l'environnement, après de multiples rénovations qui n'ont aucunement bouleversé ses principes de base. L'approche, dite "intégrée", retenue au niveau communautaire dans le cadre de la directive IPPC du 24 septembre 1996, s'en inspire d'ailleurs fortement. L'articulation de la loi 1976 et d'autres législations "satellites" (déchets, eau, risques industriels...) illustre également le rôle fédérateur qui lui est aujourd'hui dévolu dans la hiérarchie des textes.



Credit: Photo AEAP

La prévention de la pollution de l'eau due aux installations classées est un volet particulier de l'approche intégrée des risques, des pollutions et des nuisances, au sens de la directive 96/61/CE du 24 septembre 1996, dite "IPPC".

De nombreux textes réglementaires d'origine communautaire ou nationale encadrent les usages de la ressource en eau. En ce qui concerne la pollution des eaux d'origine industrielle, les règles applicables sont exclusivement fixées dans le cadre de la législation sur les installations classées.

Des modifications sont proposées au Code de l'environnement pour rendre la mise en œuvre de la police de l'eau plus efficace, comme par exemple la prise en compte des effets cumulés de plusieurs installations sur la même unité hydrographique, la possibilité pour l'autorité compétente de s'opposer à des opérations soumises à déclaration et susceptibles de porter gravement atteinte à l'environnement, le renforcement du pouvoir des préfets en matière de sanction administrative et de consignation, la définition des conditions de remise en état d'installations abandonnées et l'accès aux locaux des agents commissionnés pour la recherche et le constat d'infractions à la police de l'eau.

L'article L. 211-1 du Code de l'environnement vise une gestion équilibrée de la ressource en eau, pour assurer notamment la préservation des écosystèmes aquatiques, la protection des eaux et la lutte contre toute pollution par tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux, la restauration de la qualité des eaux et la protection de la ressource. Ces objectifs doivent être pris en considération dans le cadre de la législation des installations classées. L'article L. 214-8 de ce code prévoit en effet que, au plan des procédures, les installations classées ne relèvent que du décret du 21 septembre 1977.

La réglementation des rejets aqueux des installations classées vise à :

- réduire au maximum les émissions de polluants par la mise en place de procédés de fabrication alternatifs permettant de réduire la consommation d'eau, de la recycler, d'utiliser les circuits fermés,
- traiter les effluents afin de rendre les rejets compatibles avec la sensibilité du milieu récepteur (débit d'étiage, biodiversité, capacité auto épuratrice...),
- intégrer les effets induits des traitements de l'eau et notamment éviter les transferts d'un rejet aqueux vers un rejet atmosphérique
- suivre la qualité des rejets et leur impact sur le milieu (prélèvements à l'amont et l'aval des points de rejet),
- réduire également le risque de pollution accidentelle par la mise en place de rétentions sous stockage, de bassins de confinement d'eaux potentiellement polluées et l'interdiction des systèmes de refroidissement en circuit ouvert.

In fine, l'élaboration des prescriptions applicables tient compte du respect des dispositions nationales, des meilleures techniques disponibles et des orientations du SDAGE. En particulier, les valeurs limites d'émission contenues dans les arrêtés ministériels résultent d'un compromis qui intègre les performances des meilleures techniques disponibles à un moment donné. La prise en considération des impératifs de protection d'un milieu récepteur peut donc conduire l'Inspection à imposer des prescriptions techniques localement plus contraignantes.



L'arrêté ministériel du 2 février 1998

L'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux rejets de toute nature des installations classées soumises à autorisation transpose en droit français les dispositions communautaires relatives aux rejets industriels, en particulier celles qui concernent la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique. Il s'applique à toutes les installations classées soumises à autorisation, à l'exception de celles qui relèvent des catégories explicitement indiquées dans son article 1er.

Les autres arrêtés ministériels

Les arrêtés ministériels relatifs aux secteurs exclus de l'arrêté du 2 février 1998 comprennent également des dispositions intéressant les milieux aquatiques :

- le traitement de surface (arrêté du 26 septembre 1985),
- l'incinération de résidus urbains (arrêté du 25 janvier 1991),
- l'incinération de déchets industriels (arrêté du 10 octobre 1996),
- les cimenteries (arrêté du 3 mai 1993),
- l'industrie du verre (arrêté du 14 mai 1993),
- l'industrie papetière (arrêté du 3 avril 2000).

4.1.2 Les rejets des stations d'épuration urbaines

Pour les stations d'épuration (STEP), la législation touche aussi bien la collecte et le traitement des eaux usées que les sous-produits d'épuration.

En ce qui concerne la collecte, le raccordement d'effluents non domestiques au réseau d'assainissement collectif doit être autorisé par le propriétaire de ce réseau (une commune ou un groupement de communes, syndicat, communauté urbaine, communauté d'agglomération... le plus souvent). Des règles ont été fixées par différents textes réglementaires sur les conditions que doivent impérativement respecter les effluents pour pouvoir être acceptés dans un réseau d'assainissement collectif. Il est à noter qu'indépendamment de ces règles qui ont trait aux caractéristiques qualitatives et quantitatives des effluents pour garantir un traitement efficace, le propriétaire du réseau a la possibilité de fixer lui-même des conditions complémentaires, par exemple dans le cadre d'une convention de raccordement passée avec l'industriel.

Les stations d'épuration sont, comme les établissements industriels, soumises à un régime d'autorisation ou de déclaration en fonction du flux polluant journalier ou de la capacité de traitement journalière. Des objectifs de réduction des flux de substances polluantes, ainsi que les moyens d'analyses, de mesures, de contrôle de l'ouvrage et les moyens de surveiller leurs effets sur l'eau et les milieux aquatiques sont prévus par les textes réglementaires.

Pour les sous-produits d'épuration, les textes fixent les teneurs limites en éléments traces dans les boues à épandre avec des modalités d'échantillonnage et d'analyses de ces boues, les distances d'isolement et les délais de réalisation des épandages.

- Article L 35-8 du code de la santé publique
- Directive du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines
- Loi sur l'eau du 3 janvier 1992
- Décret du 29 mars 1993 concernant la police des eaux
- Décret du 3 juin 1994 relatif à la collecte et au traitement des eaux usées
- Arrêté ministériel du 22 décembre 1994 relatif à la surveillance des ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées
- Arrêté du 8 janvier 1998 relatif aux techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles.

4.1.3 Les déchets

La politique française des déchets est pour l'essentiel dérivée des directives transcrites en droit national et des règlements communautaires, applicables de droit. La loi du 15 juillet 1975, aujourd'hui intégrée au Code de l'environnement, transcrit la directive également datée du 15 juillet 1975. Elle a fixé les grands principes de la gestion des déchets :



Crédit Photo Ph. FRUTTER - Alinage

○ **Principe de responsabilité** : toute personne qui produit ou détient des déchets est tenue d'en assurer l'élimination dans des conditions propres à éviter les effets préjudiciables à l'environnement.

○ **Droit à l'information** : toute personne a droit à l'information sur les effets pour la santé et l'environnement du ramassage, du transport, du traitement et du stockage des déchets, ainsi que toutes les mesures prises pour prévenir ou compenser ces effets.

○ **Planification** : les communes et leurs groupements assurent l'élimination des déchets ménagers et assimilés dans le cadre de plans départementaux ou interdépartementaux. Des plans régionaux ou nationaux organisent les conditions d'élimination des déchets industriels. Une évolution importante a été introduite par la loi du 13 juillet 1992. Ses objectifs sont :

- de produire **moins de déchets** (en s'appuyant sur les études déchets),
- de **valoriser plus** (en favorisant les actions de tri),
- d'**éliminer mieux**, en respectant l'environnement,
- de **limiter la mise en décharge** aux seuls déchets ultimes, à partir du 1er juillet 2002,
- de **limiter les transferts** et transports de déchets (principe de proximité).

Outre la réduction "à la source" des déchets produits, un effort doit être fait pour les valoriser au mieux. L'idée, adoptée de longue date au niveau européen, est de faire participer à la valorisation (qui est parfois coûteuse) tous les acteurs : du concepteur au consommateur final, en passant par les distributeurs, les pratiques sont réglementées (tri à la source, obligation de traitement...).

Le premier décret "filère" a été adopté en 1979 : il concernait la collecte et l'élimination des huiles usagées, déchets alors à l'origine d'une pollution particulièrement préoccupante des milieux naturels.

Le décret "PCB" du 2 février 1987 a été modifié en janvier 2001 pour planifier la suppression en Europe, d'ici 2010, des huiles contenant des PCB.

Le décret "emballage" du 1er avril 1992 oblige conditionneurs, producteurs, importateurs de produits à destination des ménages, à pourvoir eux-mêmes ou à contribuer à la valorisation des emballages ménagers.

Un décret du 13 juillet 1994 limite l'élimination, pour les emballages autres que ceux produits par les ménages, à la valorisation par réemploi, le recyclage ou la récupération d'énergie.

Un décret du 12 mai 1999 "piles et accumulateurs", déchets très polluants, en organise la collecte. Les filières et leur financement se mettent actuellement en place. Ce décret interdit la mise sur le marché de piles et accumulateurs contenant du mercure (sauf les cas où la pile peut être enlevée aisément en fin de vie de l'appareil).

D'autres produits, dont les déchets posent de réels problèmes d'élimination, seront réglementés ainsi un projet de décret est en préparation pour les pneumatiques.

Par ailleurs, une directive européenne du 18 septembre 2000 réglemente la gestion des véhicules usagés. Des projets de texte sont en cours, au niveau européen et au ministère chargé de l'environnement, pour les produits électriques et électroniques, les plastiques agricoles, les journaux gratuits, les prospectus.

4.1.4 Les sites et sols pollués ou potentiellement pollués

➡ Qu'est-ce qu'un site pollué ?

On considère, en France, qu'un site pollué est "un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement". L'origine de ces pollutions peut être attribuée à des épandages fortuits ou accidentels, à des retombées au sol de polluants atmosphériques ou à d'anciennes pratiques d'élimination des déchets.

➔ Le cadre réglementaire

La gestion des sites et sols pollués s'effectue en règle générale dans le cadre de la législation sur les installations classées et de la législation sur les déchets. Plusieurs circulaires ont précisé la démarche à appliquer, présentée plus loin :

- la circulaire du 3 décembre 1993 relative à la politique de réhabilitation et de traitement des sites et sols pollués,
- les circulaires des 3 et 18 avril 1996 relatives à la réalisation de diagnostics initiaux et d'évaluations simplifiées des risques,
- la circulaire du 10 décembre 1999 relative aux principes de fixation des objectifs de réhabilitation.

➔ Les axes d'intervention : un parcours en 3 étapes.

La politique nationale en matière de sites et sols pollués repose sur trois principes :

- une démarche de prévention des pollutions futures,
- une connaissance des risques potentiels aussi complète que possible et accessible au plus grand nombre,
- un traitement adapté à l'impact potentiel effectif du site sur l'environnement pour un usage donné.

4.2 Les toxiques et l'eau potable : aspects sanitaires et évolutions réglementaires

4.2.1 Evolutions réglementaires

La réglementation européenne relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine découle de la directive 98/83 du 3 Novembre 1998, qui a remplacé la directive du 15 Juillet 1980. En droit français, le décret du 20 Décembre 2001 a remplacé le décret du 3 Janvier 1989.

L'ancienne réglementation classait les paramètres de qualité selon les 7 catégories suivantes :

- paramètres organoleptiques,
- paramètres physicochimiques en relation avec la structure naturelle des eaux,
- paramètres concernant les substances indésirables,
- paramètres concernant les substances toxiques,
- paramètres microbiologiques,
- pesticides et produits apparentés,
- paramètres concernant les eaux adoucies.

La nouvelle réglementation, plus simple, distingue deux catégories génériques de paramètres :

- les paramètres relatifs à **la qualité sanitaire de l'eau**, regroupés en paramètres microbiologiques d'une part, et paramètres chimiques d'autre part, pour lesquels sont fixés des limites de qualité à respecter,
- les paramètres **indicateurs de la qualité du fonctionnement des installations de production et de distribution d'eau**, pour lesquels sont fixés des références de qualité à respecter.

4.2.2 Les dérogations

Le nouveau cadre juridique prévoit la possibilité de dérogations pour les paramètres chimiques, dans un cadre strictement défini, lorsque la distribution ne peut être assurée immédiatement par d'autres moyens. Ce système de dérogation ne s'applique ni aux paramètres microbiologiques, ni aux paramètres indicateurs du fonctionnement des installations qui n'ont pas d'incidence directe avec la santé.

La dérogation n'est accordée que pour un temps limité (3 périodes de 3 ans maximum), sous réserve qu'un programme d'amélioration de la qualité soit établi, que les usagers soient informés et qu'un suivi analytique renforcé soit mis en œuvre.

4.2.3 Les paramètres

Par ailleurs, la directive ne prend plus en considération que 46 paramètres au lieu de 61 dans l'ancien texte.

➡ Les paramètres supprimés

Certains paramètres n'ont pas été conservés dans la directive de 1998 : chlore résiduel (désinfectant), silice, calcium, magnésium, potassium, résidu sec, anhydride carbonique, azote kjeldahl, hydrogène sulfuré, substances extractibles au chloroforme, hydrocarbures dissous, phénols, agents de surface, organochlorés autres que pesticides, zinc, phosphore, baryum, argent.

➡ Les paramètres conservés

D'autres paramètres ont été maintenus avec les mêmes limites de qualité : bore (1 mg/l), cadmium (5 µg/l), chrome (50 µg/l), cyanures (50 µg/l), fluorures (1,5 mg/l), benzo pyrène (0,01 µg/l), mercure (1 µg/l), nitrates (50 mg/l), pesticides (0,1 µg/l par substances ; 0,5 µg/l pour la somme), sélénium (10 µg/l).

Certaines limites de qualité ont été diminuées :

Antimoine	10 → 5 µg/l
Arsenic	50 → 10 µg/l
Plomb	50 → 10 µg/l
Nickel	50 → 20 µg/l
HAP	0,2 µg/l (6 composés) → 0,1 µg/l (4 composés)

Dans le bassin Artois Picardie, l'abaissement de la limite de qualité pour le nickel rend les eaux de certains captages non conformes sur le plan réglementaire.

La présence de nickel dans ces eaux est très vraisemblablement d'origine naturelle et s'explique par la mise en solution du nickel contenu dans des sulfures de fer (pyrite et marcassite), abondant dans la craie du crétacé, mais également dans les terrains houillers.

Le nickel, allergène et cancérigène, a une solubilité minimale à des pH alcalins (pH > 10). Il peut être éliminé par décarbonatation ou par coagulation/floculation/décantation à pH élevé, en présence de matières en suspension et/ou charbon actif en poudre. La nano filtration est d'un coût élevé pour un rendement variable.

Le problème posé par l'abaissement de la limite de qualité relative au plomb est évoqué dans la partie 6.5 du présent guide.

➡ Les nouveaux paramètres

Enfin, de nouveaux paramètres, reprenant les valeurs définies par l'Organisation Mondiale de la Santé, ont été introduits et concernent notamment les solvants (trichloréthylène et tétrachloroéthylène : 10 µg/l, benzène : 1 µg/l), les composés de biodégradation ou de traitements d'oxydation, des composés correspondant à des matériaux en contact avec l'eau ou à des impuretés contenues dans certains réactifs de traitement :

- bromates (10 µg/l),
- trihalométhanes (100 µg/l, chloroforme + bromoforme + dibromochlorométhane + bromodichlorométhane),
- métabolites de pesticides (0,1 µg/l par substance),
- acrylamide 0,1 µg/l,
- épichlorhydrine 0,1 µg/l.

Le respect de certaines limites de qualité nécessite de modifier des filières de traitement.

Quelques cas particuliers

- Les bromates

S'il est important de réduire l'exposition aux substances chimiques dont l'ingestion répétée présente un risque à moyen ou long terme, la maîtrise du risque biologique, risque à court terme, demeure la priorité du traiteur d'eau. Cette préoccupation est présente dans la directive de 1998, qui recommande d'atteindre une concentration résiduelle en bromates inférieure à 10 µg/l, sans compromettre la désinfection.

Les bromates apparaissent en effet lors de l'oxydation des ions bromures contenus dans les eaux naturelles. Les bromates sont suspectés d'être cancérigènes. La concentration dans l'eau de boisson correspondant à un risque additionnel (ERU) de cancer sur la durée de la vie de $7 \cdot 10^{-5}$ a été provisoirement estimée à 25 µg/l par l'Organisation Mondiale de la Santé. La directive de 1998 fixe donc une valeur plus sévère de 10 µg/l, à atteindre d'ici 2008.

Sur certaines filières de traitement utilisant l'ozone comme oxydant, des aménagements ou modifications de pratiques seront nécessaires. Par ailleurs, les produits chlorés utilisés pour la désinfection devront être exempts de bromates.

- Les trihalométhanes

Ils proviennent principalement de la réaction du chlore avec la matière organique. Le chloroforme est la molécule la plus fréquente. Le risque additionnel de cancer sur la vie entière a été estimé provisoirement par l'Organisation Mondiale de la Santé à 10^{-5} pour une concentration de 200 µg/l. Le respect de la limite de qualité relative aux trihalométhanes nécessitera de réaliser des aménagements sur certaines filières de potabilisation, en supprimant par exemple les pré chlorations en tête de filière et en améliorant le rendement d'élimination de la matière organique tout au long de la chaîne de traitement. Le seuil de 100 µg/l devra être respecté au plus tard en 2008, au point de puisage chez l'utilisateur.

- L'arsenic

La concentration maximale admissible de l'arsenic dans l'eau potable a été divisée par 5, passant de 50 µg/l à 10 µg/l, en raison du pouvoir cancérigène avéré de cet élément. Une incidence élevée de cancers cutanés a été observée dans certaines régions du monde, particulièrement au Bangladesh, où les populations consomment de l'eau contenant de fortes concentrations d'arsenic.

La présence d'arsenic dans l'eau provient de la dissolution de roches et de pollutions d'origine humaine. Dans des contextes géologiques particuliers, certaines eaux souterraines peuvent atteindre des concentrations élevées.

La valeur guide provisoire proposée par l'Organisation Mondiale de la Santé et retenue par la directive (10 µg/l) a été fixée en tenant compte des possibilités analytiques actuelles et correspond à un risque additionnel de cancer cutané sur la vie entière évalué à $6 \cdot 10^{-4}$.

4.3 Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Artois Picardie (SDAGE)

Le S.D.A.G.E. du bassin Artois Picardie a été adopté par le Comité de Bassin le 1^{er} décembre 1996 et approuvé par le Préfet Coordonnateur de Bassin le 20 décembre 1996. Il représente le cadre de référence pour la politique de l'eau dans le bassin dans une perspective d'application de 10 à 15 ans.

Son élaboration s'est appuyée sur une double approche :

- une approche géographique permettant d'identifier les principaux problèmes des sous bassins et les évolutions prévisibles et souhaitables ;
- une approche thématique permettant d'approfondir le débat sur un certain nombre de points et notamment sur ceux moins consensuels.

Le S.D.A.G.E. définit en particulier :

- Une approche générale suivant six orientations générales (garantir l'alimentation en eau potable, améliorer la qualité des eaux de rivières, intégrer l'eau dans la ville, reconquérir le patrimoine écologique, valoriser le littoral, maîtriser les usages de l'eau).

Parmi celles-ci, il est recommandé de veiller à une utilisation modérée des produits sanitaires de la part des services d'entretien des grands aménagements et des collectivités locales pour leurs espaces verts.

Il est aussi souligné la nécessaire solidarité pour assurer le traitement des sédiments toxiques et la recherche de solutions acceptables, dans le respect de la réglementation.

- Une approche technique suivant 80 dispositions privilégiant la prise en compte du milieu aquatique et de la ressource en eau dans une politique globale d'aménagement et de gestion.

Elles sont réparties en six thèmes (gestion quantitative de la ressource, gestion qualitative de la ressource, gestion et protection des milieux aquatiques, gestion des risques, Bassin Minier, gestion intégrée) pour former un dispositif cohérent permettant une gestion équilibrée de la ressource.

Parmi celles-ci il est demandé de poursuivre les efforts de réduction et de limitation des apports de substances toxiques (B3) et de soutenir les efforts de recherche relatifs à l'impact des sédiments et des sols contaminés sur la qualité de l'eau et des milieux vivants (B20).

Il est aussi recommandé d'identifier les risques encourus par les milieux naturels préalablement à d'éventuelles opérations de curages, notamment là où les eaux superficielles sont susceptibles de s'infiltrer dans les nappes (B22 et carte B3).

Réglementairement, le S.D.A.G.E. est opposable à l'administration uniquement (Etat, collectivités locales et établissements publics). Les décisions de l'administration dans le domaine de l'eau doivent être compatibles ou rendues compatibles avec le S.D.A.G.E. (arrêté de rejet ICPE par exemple).

Les autres décisions administratives (ex. : décisions d'occupation des sols) doivent prendre en compte les orientations du S.D.A.G.E.

4.4 Directive cadre et substances prioritaires

L'objet de cette directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 est d'établir un cadre européen pour la protection des eaux qui :

- **préserve et améliore l'état** des écosystèmes aquatiques et prévienne toute dégradation supplémentaire,
- **promeut une utilisation durable** de l'eau, fondée sur la protection à long terme des ressources,
- **renforce et améliore la protection** de l'environnement aquatique.

L'article 16 de la Directive Cadre Européenne présente les stratégies de lutte contre la pollution de l'eau par des substances toxiques. Selon cet article, le Parlement Européen et le Conseil doivent adopter des mesures spécifiques contre la pollution de l'eau par certains polluants ou groupes de polluants. Tel est l'objet de la décision du 20 novembre 2001 qui identifie au total 33 polluants ou groupes de polluants présentant un risque significatif pour ou via l'environnement aquatique, notamment des risques auxquels sont exposées les eaux utilisées pour le captage d'eau potable.

- La Commission soumet une proposition fixant une liste de substances prioritaires (article 16-2). Ce sont des polluants ou groupes de polluants présentant un risque significatif pour ou via l'environnement aquatique, pour lesquels les objectifs sont de réduire progressivement les rejets, les émissions et les pertes dans un délai de 20 ans.

- La Commission indique également les substances dangereuses prioritaires (article 16-3).

Ce sont des substances ou groupes de substances qui sont toxiques, persistantes et bioaccumulables, pour lesquelles les objectifs sont d'arrêter ou de supprimer progressivement les rejets et les pertes, dans un délai de 20 ans.

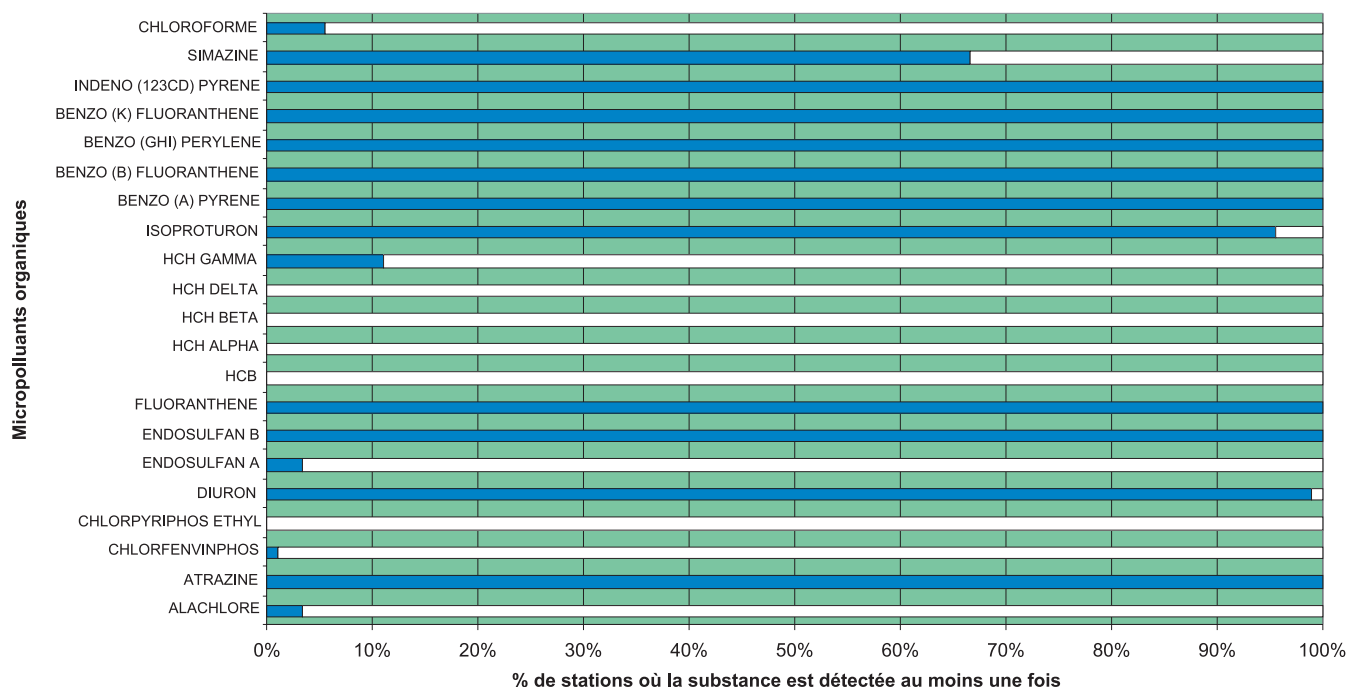
Le statut des 14 autres substances prioritaires est actuellement en examen.

Substances dangereuses prioritaires	Substances prioritaires	Substances prioritaires en examen pour un éventuel classement "dangereuses prioritaires"
Objectif : arrêt ou suppression progressive des rejets, émissions et pertes d'ici 2020	Objectif : réduction progressive des rejets, émissions et pertes d'ici 2020 de manière à respecter des normes de qualité environnementales	
diphényléther bromé cadmium et ses composés C10-13 chloroalcane hexachlorobenzène hexachlorobutadiène hexachlorocyclohexane	alachlore benzène chlorfenvinphos 1,2 dichloroéthane dichlorométhane fluoranthène	anthracène atrazine chlorpyrifos di(2-éthylhexylphtalate (dehp) diuron endosulfan
mercure et ses composés nonylphénols pentachlorobenzène hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) composés du tributylétain	nickel et ses composés trichlorométhane (chloroforme)	isoproturon plomb et ses composés naphthalène octylphénols pentachlorophénol simazine trichlorobenzène trifluraline.

Nom de la substance prioritaire	Usage
Alachlore	Herbicide (maïs, soja) - 45 spécialités homologuées en France
Anthracène	Hydrocarbure aromatique polycyclique - Synthèse chimique traitement du bois, produits d'étanchéité
Atrazine	Herbicide (asperge, igname, maïs, sorgho) - 73 spécialités homologuées en France
Benzène	solvant - dérivés(90%) : éthylbenzène → polystyrène), cumène (phénols → résines et fibres), cyclohexane (→ nylon pneus...), nitrobenzène (→ polyuréthane, aniline)
Diphényléthers bromés (**) Pentabromodiphényléther	Retardateur de flamme (penta-BDPE), additifs pour plastiques (Octa- et déca-)
Cadmium et ses composés	batteries, pigments, traitement de surface, stabilisateur (PCV), alliage
C10-13-Chloroalcane (**)	fluide de coupe, peinture et adhésif, retardateur de flamme textile et caoutchouc, cuir
Chlorfenvinphos	Insecticide - 10 spécialités homologuées en France
Chlorpyrifos	Insecticide - 31 (ethyl) + 11 (methyl) spécialités homologuées en F - ethyl : vigne, arboriculture, légumes, divers (termites, serres) - methyl : vignes, céréales, autres
1,2-dichloroéthane	solvant - 95% pour la production de PVC. Également amines, trichloroéthylène, perchloréthylène, peintures et encres, plastiques, polymères.
Dichlorométhane	solvant - peintures, plastiques adhésifs, solvants pour la production de cellulose et polycarbonate, solvants en pharmacie et extraction de café, expansion de polyuréthane
Di(2-éthylhexyl)phtalate	97% comme plastifiant (essentiellement PVC souple). Adhésifs, peintures et laques, encres et (DEHP) condensateurs.
Diuron	Herbicide - 284 spécialités homologuées en F - vigne, arboriculture, traitements généraux
Endosulfan (alpha-endosulfan)	Insecticide -14 spécialités homologuées en F - arboriculture, légumes, céréales, jardin
Fluoranthène	Hydrocarbure aromatique polycyclique
Hexachlorobenzène	Anciennement fongicide, intermédiaire chimique de synthèse, industrie de l'Al

Hexachlorobutadiène	solvant - anciennement pour caoutchouc et autres polymères, industrie de l'Aluminium, fongicide
Hexachlorocyclohexane	
(gamma-isomère, Lindane)	Insecticide , traitement du bois, du bétail ; intermédiaire chimique
Isoproturon	Herbicide - 64 spécialités homologuées en F - blé, orge, seigle
Plomb et ses composés	batteries, produits plats (toiture, protection contre les radiations), stabilisateurs, céramique et écrans, cartouches
Mercure et ses composés	Batteries et piles (25%) industrie du Chlore (28%), électronique et mesure (16%) peinture (10%), amalgame (7%), thermomètre (14%)...
Naphtalène	Hydrocarbure aromatique polycyclique - industries des colorants, composant des produits de traitement du bois (créosote), antimites domestique
Nickel et ses composés	Acier (57%), alliage non ferreux (16%), alliage ferreux (11%) TS (7%), fonderies (4%), batteries et catalyseurs (4%)
Nonylphénols	adjuvant - intermédiaires pour résines et additifs (30%), détergent industriels, émulsion polymérisation, cuir et textiles, agrochimie
(4-(para)-nonylphénol)	
Octylphénols	essentiellement Octylphénols éthoxylates (comme nonylphénols) mais des usages différents
(para-tert-octylphénol)	
Pentachlorobenzène	non produit - Intermédiaire pour la production du fongicide qintozone (pentachloronitrobenzène)
Pentachlorophénol	Utilité pour la protection du bois et de textile contre les champignons et bactéries. Dérogation finie en 2008
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	non produit intentionnellement : gaz d'échappement d'automobiles ; fumées unités thermiques industrielles (sidérurgie, cokéfaction, utilisation de goudrons...) - pas d'usage direct
(Benzo(a)pyrène), (Benzo(b)fluoranthène), Benzo(g,h,i)perylène, (Benzo(k)fluoranthène), (Indeno(1,2,3-cd)pyrène)	
Simazine	Herbicide - 47 spécialités homologuées en F - vigne, arboriculture, forêt, jardin
Composés du tributylétain	Peintures essentiellement usage anciens en traitement du bois
(Tributylétain-cation)	
Trichlorobenzènes	solvant - intermédiaire pour la production d'herbicides, pigments et colorants, lubrifiants et additifs
(1,2,4-Trichlorobenzène)	
Trichlorométhane (Chloroforme)	solvant - intermédiaire chimique, pharmacie, chimie (95%)
Trifluraline	Herbicide - 42 spécialités homologuées en F - céréales, arboriculture, pépinières, jardin

Contamination par certaines substances prioritaires et dangereuses prioritaires des milieux atteints par la pollution toxique sur le bassin Artois Picardie
Exploitation à partir de données RNB



ÉTABLISSEMENT DE LA LISTE DES SUBSTANCES PRIORITAIRES : PROCÉDURE COMMPS

Pour déterminer la liste des substances à intégrer dans l'annexe X de la Directive Cadre sur l'Eau, un schéma de sélection et de hiérarchisation, dénommé COMMPS (COMbined Monitoring-based and Modeling-based Priority Setting Scheme), a été appliqué. Il s'appuie sur l'expérience des services de la Commission et les échanges avec les experts des Etats membres, des industriels et des ONG concernées.

Le principe retenu initialement était de constituer deux listes de substances rangées par ordre de priorité des risques : l'une obtenue à partir de résultats de surveillance, l'autre obtenue à partir de modélisations. Ces deux listes seraient ensuite soumises à l'avis d'experts pour obtenir la liste prioritaire finale avec inclusion automatique dans cette liste finale de toutes les substances pour lesquelles la procédure du Règlement 793/93 aurait abouti à l'obligation de prendre des mesures de réduction en particulier vis à vis des rejets dans l'eau.

Une première liste hiérarchisée a été établie en fonction d'une évaluation de l'exposition provenant des résultats connus de surveillance et d'une évaluation des effets selon un système de score.

Une autre liste a été établie en fonction d'une évaluation de l'exposition virtuelle, modélisée selon une procédure EURAM modifiée, à partir des volumes de production, des quantités utilisées et du devenir dans l'environnement et de la persistance, puis des effets, en utilisant là aussi une méthode de scores.

Une procédure spéciale a été appliquée pour les métaux.

Enfin, par principe, au moment du choix définitif, toutes les substances qui sont déjà incluses dans des réglementations ou des politiques de réduction au niveau de la mise sur le marché ou au niveau des usages (industrie et agriculture en particulier) et celles qui sont considérées comme des pollutions historiques, ont été écartées ainsi que les substances qui apparaissaient prioritaires mais qui sont rapidement dégradées dans le milieu aquatique; à l'opposé, l'existence de possibles effets perturbateurs endocriniens a été un élément de choix.

Choix final : les substances pour lesquelles les éventuels effets perturbateurs endocriniens ont été un élément important dans le choix final sont : alachlore, atrazine et gamma-hexachlorocyclohexane ; les autres substances prioritaires qui présenteraient des effets perturbateurs endocriniens sont : certains HAP, le pentachlorophénol, et l'hexachlorobenzène.

Les substances qui ont suivi entièrement la procédure du Règlement 793/93 et ont été incluses automatiquement sont les C10-13-chloroalcane, et les diphényles-éthers bromés et celles pour lesquelles la procédure du Règlement a été un élément du choix, sont semble-t-il les nonylphénols.

La Directive favorise une approche intégrée, multi-sectorielle et durable de la gestion des cours d'eau, dont l'objectif est d'atteindre le "bon état" écologique et chimique dans un délai de 15 ans.

Elle générera de profondes modifications en terme de traitement des rejets ou même de procédés de fabrication afin de répondre aux objectifs de suppression de rejets, émissions et pertes des substances prioritaires dangereuses.

LA PROCÉDURE DE MISE SUR LE MARCHÉ DES NOUVEAUX PRODUITS CHIMIQUES

La mise sur le marché de substances chimiques nouvelles passe par une procédure de contrôle des produits chimiques. Elle vise à la protection de l'homme (travailleur ou consommateur) et de l'environnement.

Suite à ces multiples contrôles, la gestion des risques liés aux produits chimiques peut prendre des formes variées, allant de la simple mesure d'étiquetage (exemple : phrases de risque de l'étiquetage réglementaire des substances et préparations dangereuses) à des interdictions de mise sur le marché (exemple : l'Atrazine).

La notification est, depuis 1979, régie par une Directive Européenne (directive 79/831/CEE du 18 septembre 1979), remplacée par celle du 30 avril 1992.

Les substances notifiées sont les suivantes :

- *Les substances ne figurant pas dans l'Inventaire Européen des Substances Chimiques Existantes Commercialisées (EINECS). Cet inventaire liste les substances chimiques mises sur le marché européen entre le 1er janvier 1971 et le 18 septembre 1981 ;*

- *Toutes substances nouvelles qui doivent être mises sur le marché communautaire en tant que substance isolée ou au sein d'une préparation. Une fois notifiées, les nouvelles substances figurent sur la Liste Européenne des Substances Chimiques Nouvelles (ELINCS).*

Les producteurs ou importateurs de substances nouvelles doivent déposer, avant leur mise sur le marché, des dossiers d'homologation comprenant des rapports d'essais qui permettent d'apprécier :

- *les risques environnementaux : test des risques de contamination des milieux (notamment aquatiques), les risques toxicologiques : test des risques sur la santé (DL/CL50, toxicité de la reproduction, mutagénicité,...),*

- *les risques écotoxicologiques : test des risques pour l'écosystème aquatique et terrestre (test daphnies, test algues, test poissons, test oiseaux...).*

Le nombre des essais dépend du tonnage mis sur le marché par le fabricant au cours d'une année (sauf cas des produits phytosanitaires où toute la gamme de tests est systématique).

Dans le cas des produits phytosanitaires, des études portant sur les résidus sont également intégrées au dossier d'homologation. Elles visent à mesurer la présence de résidus dans les végétaux, dans les animaux (essais de métabolisme sur différents mammifères), dans les produits dérivés (effets de la transformation industrielle). Lorsque le risque de présence de résidus est trop élevé, des essais de toxicologie et écotoxicologie sur métabolites sont menés. Pour les autres substances, les essais ne sont pas effectués pour les produits de dégradation.

Les autorités françaises compétentes pour la notification des substances nouvelles sont le ministère de l'environnement, ministère de l'agriculture et l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS).

Pour en savoir plus sur la réglementation

- SDAGE Artois Picardie et état des lieux de la DCE : éléments consultables et téléchargeables à partir du site Internet : <http://www.eau-artois-picardie.fr>
- Directives Européennes : consultables et téléchargeables à partir du site : <http://europa.eu.int/>

5 La pollution toxique *dans le bassin Artois Picardie*

5.1 Situation du bassin et enjeux

Le Bassin Artois Picardie, plus petit bassin français par sa superficie, ne s'étend que sur 20 000 km², pour une population de 4,7 millions d'habitants, soit une densité moyenne de 235 habitants par km², plus du double de la moyenne européenne ou de la moyenne nationale.

Par ailleurs, les débits des cours d'eau sont très faibles, les trois quarts de la population et des activités économiques, situées dans la partie nord du bassin, disposent de la plus faible part des ressources en eau de surface.

Enfin l'histoire industrielle de ces régions a laissé des traces : sédiments pollués dans les cours d'eau et les canaux, pollutions historiques d'une partie des eaux souterraines : la pollution historique due à la première révolution industrielle du siècle dernier rend impropre à l'alimentation en eau potable environ 200 km² de nappe par ailleurs très productive.

Plus de 70 % du territoire du bassin est en surface utile agricole, pourcentage bien au-delà de la moyenne nationale (55 %), ceci au détriment essentiellement des surfaces boisées.

Sur le plan économique, le bassin Artois Picardie représente 6,30 % du PIB national. Il a un passé d'industries lourdes. Au cours des 30 dernières années, il a connu une succession de restructurations et de crises industrielles touchant l'extraction charbonnière, la sidérurgie, la métallurgie des métaux non ferreux, la construction et la réparation navales et enfin le textile pour ne citer que celles qui ont le plus marqué le bassin.

De cette histoire industrielle, il reste un passif à la fois environnemental : friches industrielles contaminées, sédiments toxiques, affaissements miniers..., et économique : taux de chômage élevé, potentiel fiscal faible....

Le bassin reste néanmoins un territoire où l'industrie occupe une place importante, représentant encore 26% du PIB du bassin contre 21% en moyenne nationale.

L'agriculture représente la part la plus faible, avec 2,4 %, du PIB du bassin, part inférieure à la moyenne nationale (3,6 %).

Le tourisme qui connaît un développement très sensible, est devenu l'un des " poids lourds " de l'économie du bassin : près de 2 milliards d'euros de chiffres d'affaires annuels dont une bonne moitié sur le littoral.

5.2 Pollution toxique d'origine industrielle

De nombreuses mesures sont réalisées dans les établissements industriels (contrôles inopinés des services de police des eaux, autocontrôles...) mais les toxiques n'en sont pas l'objet principal.

Dans ce contexte, un des moyens d'appréhender les grandes masses de pollutions toxiques est l'exploitation des données redevances disponibles dans les agences de l'eau.

Ainsi, au travers des données redevance, la toxicité peut être approchée au travers de trois paramètres spécifiques : les Matières Inhibitrices (MI), les Métaux TOXiques (METOX), les composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif (AOX) (Cf. § 3-1).

5.2.1 Représentativité des données redevances

Les établissements industriels sont des redevables de l'Agence et à ce titre, ils remplissent annuellement des déclarations d'activités polluantes. Elles permettent de disposer de données comparables pour l'ensemble des établissements redevables de l'Agence. Même si elle n'est pas exhaustive, cette approche donne une vision réaliste de la pollution de l'eau par les toxiques.

La majorité des estimations suivantes sont établies sur la base des données consolidées de l'année 2001 qui sont les plus récentes disponibles.

L'assiette nette ou le flux net tient compte des outils épuratoires présents sur les établissements industriels et donc représente le niveau du rejet vers le milieu ou vers une station collective.

Une partie des données " redevances " repose sur des mesures effectuées directement dans

les établissements industriels mais, par défaut, l'estimation est forfaitaire : la part mesurée est certainement plus représentative que la part estimée forfaitairement.

Ainsi, pour les données de l'année 2001, l'estimation de 92% du flux net de Matières Inhibitrices résulte de mesures alors que ce taux est proche de 65% pour les Métox et de 34% pour les AOX.

La répartition de ces paramètres dans les établissements industriels est la suivante:

Répartition des paramètres " redevance toxique " dans les établissements industriels			
Echantillon de 1100 établissements	Nombre d'établissements représentant X% de l'assiette nette en 2001		
	80%	90%	100%
MI	19	52	284
AOX	48	121	510
Métox	99	175	687

Par exemple, pour les données redevances matières inhibitrices 2001, 19 établissements constituent 80% de l'assiette nette de pollution alors que 284 établissements constituent le total (100%) de l'assiette sur les 1100 établissements sont soumis à redevance.

Pour les Métox, 99 établissements constituent 80% de l'assiette nette de pollution alors que la totalité de cette assiette est constituée par 687 établissements.

Donc, la pollution par les matières inhibitrices, qui représente la toxicité aiguë d'un rejet, est constituée par quelques gros établissements alors que les rejets de Métox ou d'AOX sont beaucoup plus dispersés.

En terme d'actions : il est plus facile d'appréhender la pollution de quelques dizaines d'établissements qu'une pollution dispersée sur plusieurs centaines d'établissements.

Ces données permettent d'approcher la pollution toxique des " gros " établissements industriels mais les petits établissements (PME, PMI, TPE, artisans...), très souvent disséminés dans le tissu urbain, rejettent leurs effluents dans le réseau collectif et peuvent contribuer de façon non négligeable aux apports de substances toxiques dans les réseaux d'épuration collectifs.

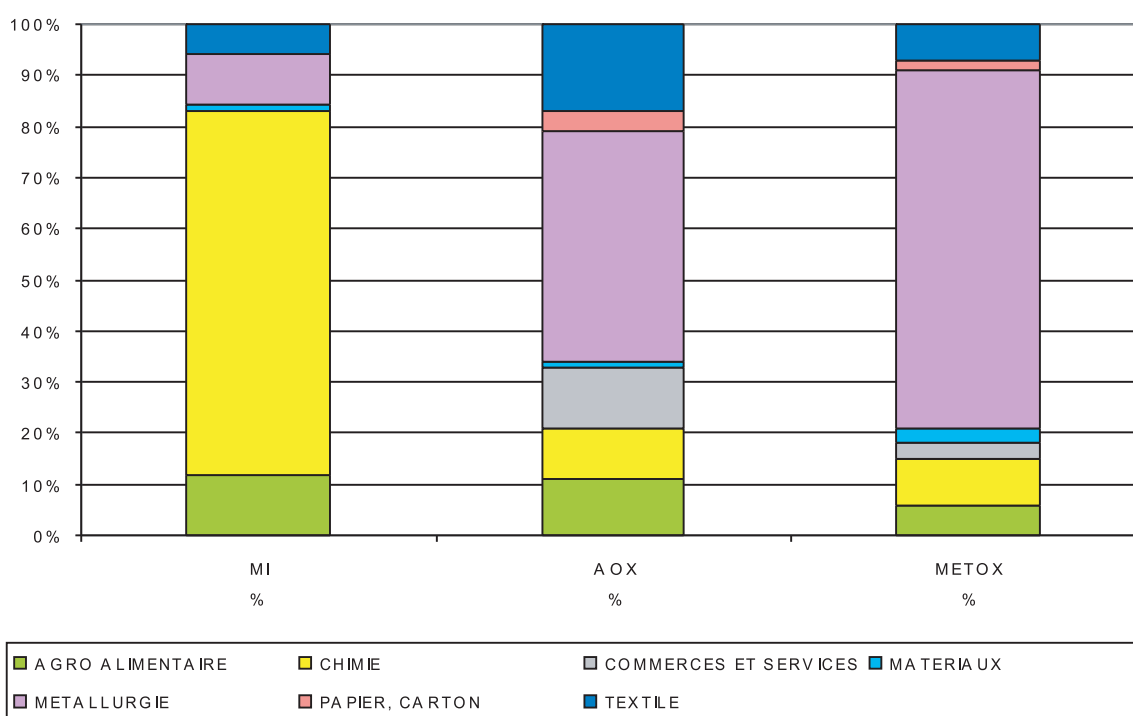
5.2.2 Importance de la pollution toxique du bassin Artois Picardie et au niveau national

Les activités industrielles restent à l'origine d'une part importante des pollutions de l'eau en France. Mis à part les apports de sources diffuses, l'industrie est responsable de la quasi-totalité des rejets toxiques notamment en métaux lourds et en polluants organiques persistants. (*Principaux rejets industriels en France – Bilan de l'année 2000. MATE – DPPP – Service de l'Environnement Industriel – mars 2002*).

Cette pollution totale était estimée en 1997 à 19 000 kilos équitox par jour pour les matières inhibitrices (données Agences de l'Eau). Pour ce même paramètre, la pollution du bassin Artois Picardie était estimée à 1 700 kilos équitox par jour soit approximativement 9% du total industriel national.

5.2.3 Répartition par secteur d'activité dans le bassin Artois Picardie

Contribution des branches d'activité au flux de pollution rejetée pour les paramètres de pollution toxique				
GROUPES	NOMBRE D'ETABLISSEMENTS	MI %	AOX %	METOX %
AGRO ALIMENTAIRE	272	12	11	6
CHIMIE	146	71	10	9
COMMERCE ET SERVICES	176	0	12	3
MATERIAUX	26	1	1	3
METALLURGIE	511	10	45	70
PAPIER, CARTON	26	0	4	2
TEXTILE	150	6	17	7



Le schéma et le tableau ci-dessus décrivent la répartition des contributions des principaux secteurs d'activité dans le flux net, c'est-à-dire à la sortie des établissements industriels, de paramètres toxiques sur le bassin Artois Picardie :

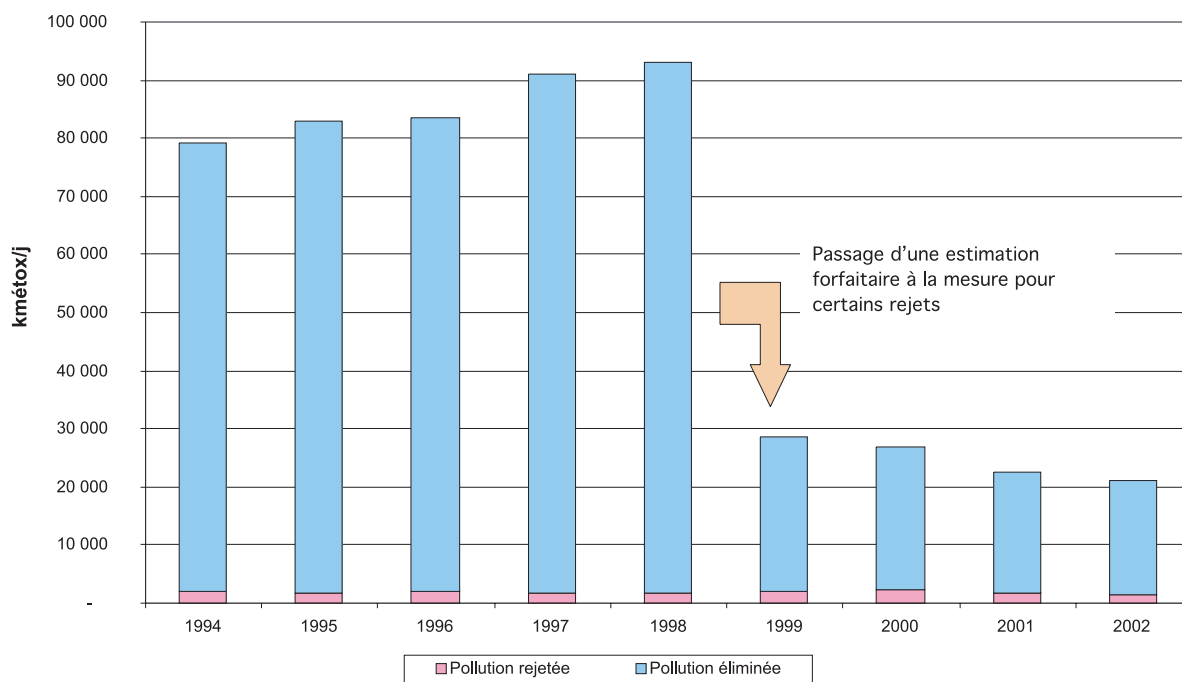
- les industries chimiques sont responsables de plus de 70% des matières inhibitrices ;
- le secteur de la métallurgie est responsable de 45% des AOX et de 70% des méttox rejetés.

5.2.4 Quelle épuration pour ces pollutions ?

Les données redevances donnent des ordres de grandeur de l'importance des pollutions toxiques générées par l'industrie sur le bassin Artois Picardie (pollution rejetée) mais également des niveaux d'épuration (pollution éliminée) sur ces différents paramètres.

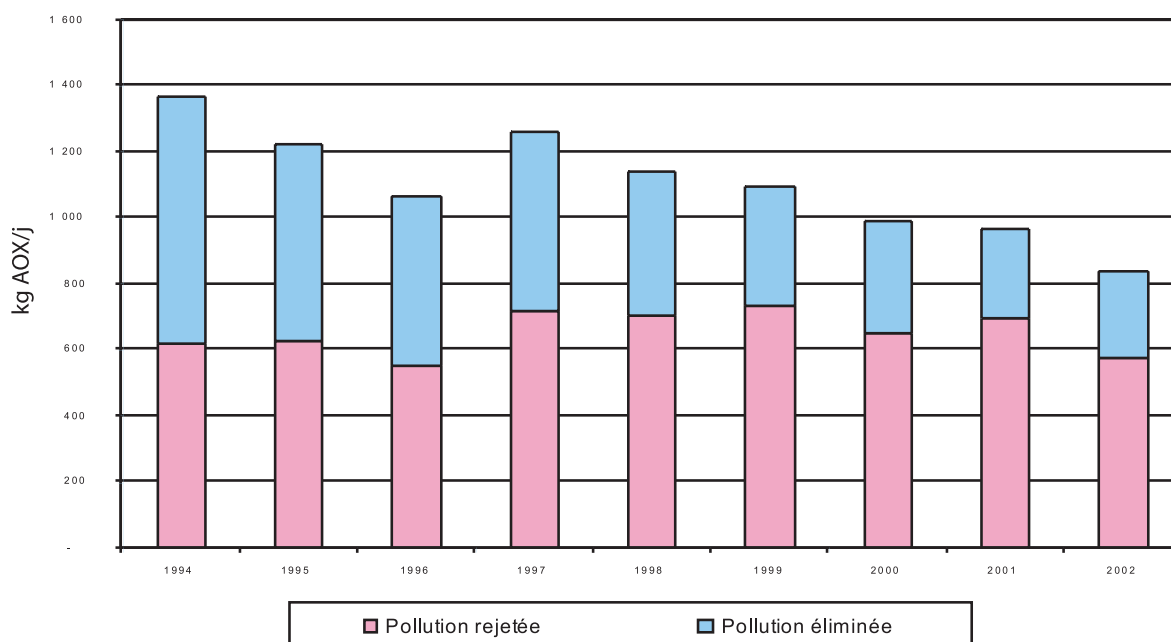
Les graphiques ci-dessous montrent les efforts de dépollution réalisés sur les paramètres toxiques dans le bassin Artois Picardie :

Evolution des rejets industriels en Métox

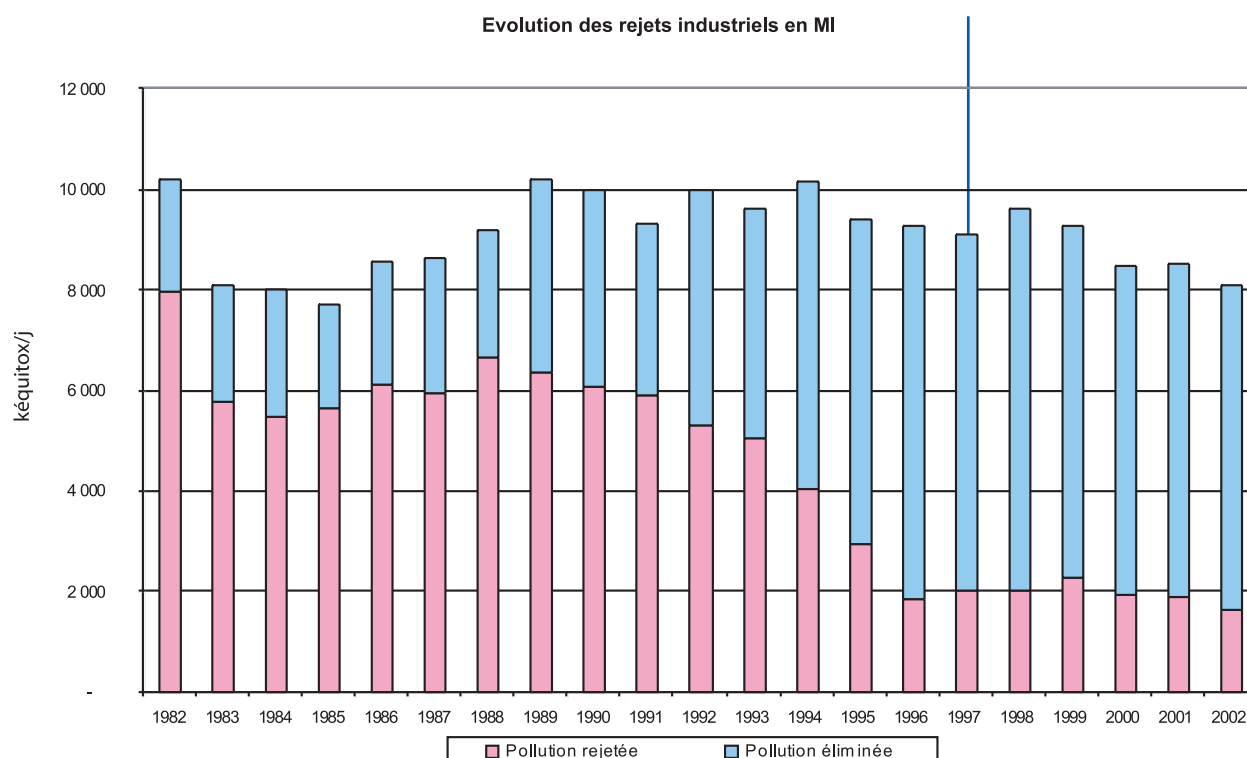


En considérant le ratio entre la pollution éliminée et la pollution rejetée, les efforts d'épuration sur le paramètre Métox dans le domaine industriel apparaissent importants, cependant les données sont fortement marquées par l'influence de certains gros établissements.

Evolution des rejets industriels en AOX



La pollution brute en AOX est en diminution depuis 1994.



Les efforts d'épuration des MI sont importants depuis les années 1980 : la pollution rejetée a été divisée par trois alors que la pollution brute a peu varié.

Efficacité épuratoire industrielle sur les paramètres toxiques de redevance.			
Pollution industrielle	Brute	Nette	Rendement épuratoire
MI (en kg équitox /jour)	10 000	1 900	81%
AOX (en kg éq Chlore / jour)	1 300	700	46%
Métox (en kg Métox/jour)	25 000	1 600	94%

Les rendements épuratoires sont élevés sur les MI et les métox.

Les matières inhibitrices rendent compte de la toxicité aiguë vis-à-vis des Daphnies sur 24 heures. Elles peuvent être dues à des substances toxiques mais également à des effluents très acides ou basiques (pH inférieur à 5,5 ou supérieur à 9). Bien entendu, dans ce dernier cas, le traitement, qui se réduit à une neutralisation de l'effluent, est plus facile...

Les industriels ont consentis d'importants efforts pour limiter les rejets de métox : séparation, concentration, recirculation dans les procédés de fabrication, rejet zéro...

A noter que les établissements industriels raccordés à un réseau d'assainissement collectif bénéficient du traitement réalisé en station d'épuration commune. Les flux correspondant à cette situation sont les suivants :

Répartition de la pollution industrielle nette raccordée ou non à une station d'épuration collective			
	Pollution industrielle nette totale	Pollution industrielle nette raccordée	Pollution industrielle nette non raccordée
MI	1 900	20%	80%
AOX	700	57%	43%
Métox	1600	30%	70%

5.2.5 Vers une approche plus fine de la pollution toxique

➡ De nouvelles préoccupations

L'approche de la pollution toxique au travers des paramètres redevances n'est pas suffisamment fine au regard de la DCE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (JOCE du 22 décembre 2000) qui rappelle et renforce les orientations communautaires relatives au bon état des écosystèmes aquatiques, l'accent étant mis sur les pollutions toxiques de toute nature.

En effet, l'article 16 de cette directive vise à renforcer la protection de l'environnement aquatique par des mesures spécifiques conçues pour réduire progressivement les rejets, émissions et pertes de **substances prioritaires**, et l'arrêt ou la suppression progressive (sur au plus vingt ans) des rejets, émissions et pertes de **substances dangereuses prioritaires**.

La décision n°2455/2001/CE du 20 Novembre 2001 du Parlement européen et du Conseil établit la liste des 33 substances et familles de substances prioritaires dans le domaine de l'eau et constitue l'annexe X de la DCE.

A terme, cette directive remplace et abroge la directive 76/464/CEE du 4 mai 1976 concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la Communauté dont l'objectif est d'éliminer les pollutions causées par certaines substances toxiques, persistantes et bioaccumulables, en leur appliquant des valeurs limites compatibles avec les objectifs de qualité des milieux récepteurs. La liste I de cette directive qui définissait les substances concernées (liste de 132 substances) est remplacée par la liste des 33 substances prioritaires. La directive 76/464/CEE reprend également les objectifs de la directive du Conseil 80/68/CEE du 17 décembre 1979 concernant la protection des eaux souterraines contre la pollution causée par certaines substances dangereuses qui interdit les rejets de ces mêmes substances dans les eaux souterraines.

Il importe, en application de la DCE, de recueillir les données permettant de mettre en relation cette connaissance de l'état du milieu avec les rejets des sources ponctuelles ou diffuses.

➡ Vers une meilleure connaissance des rejets de substances toxiques

La circulaire du Ministère de l'écologie et du Développement Durable du 4 février 2002 met en place une action nationale de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau par les installations classées dont le but est :

- de réaliser dans chaque région une action de recherche des rejets dans l'eau par les installations classées de substances polluantes, notamment les substances prioritaires de la DCE et les substances classées dangereuses pour l'environnement,
- de prendre, le cas échéant, les dispositions nécessaires pour réduire ces rejets.

Des actions régionales ont été menées dans ce sens depuis 1990. Elles ont permis de mettre en évidence la présence de micropolluants dans des secteurs insoupçonnés ou dans des entreprises n'utilisant pas ces produits en tant que tels, certaines de ces substances se trouvant dans des préparations prêtes à l'emploi ou dans les matières premières. Elles ont permis également de détecter des fuites de substances ordinairement confinées telles que le PCB.

Des mesures ont déjà été prises pour imposer par voie réglementaire une réduction des rejets les plus préoccupants (amélioration de l'efficacité du traitement, modification éventuelle du procédé, etc.), ainsi qu'une augmentation de la fréquence des contrôles par un organisme extérieur.

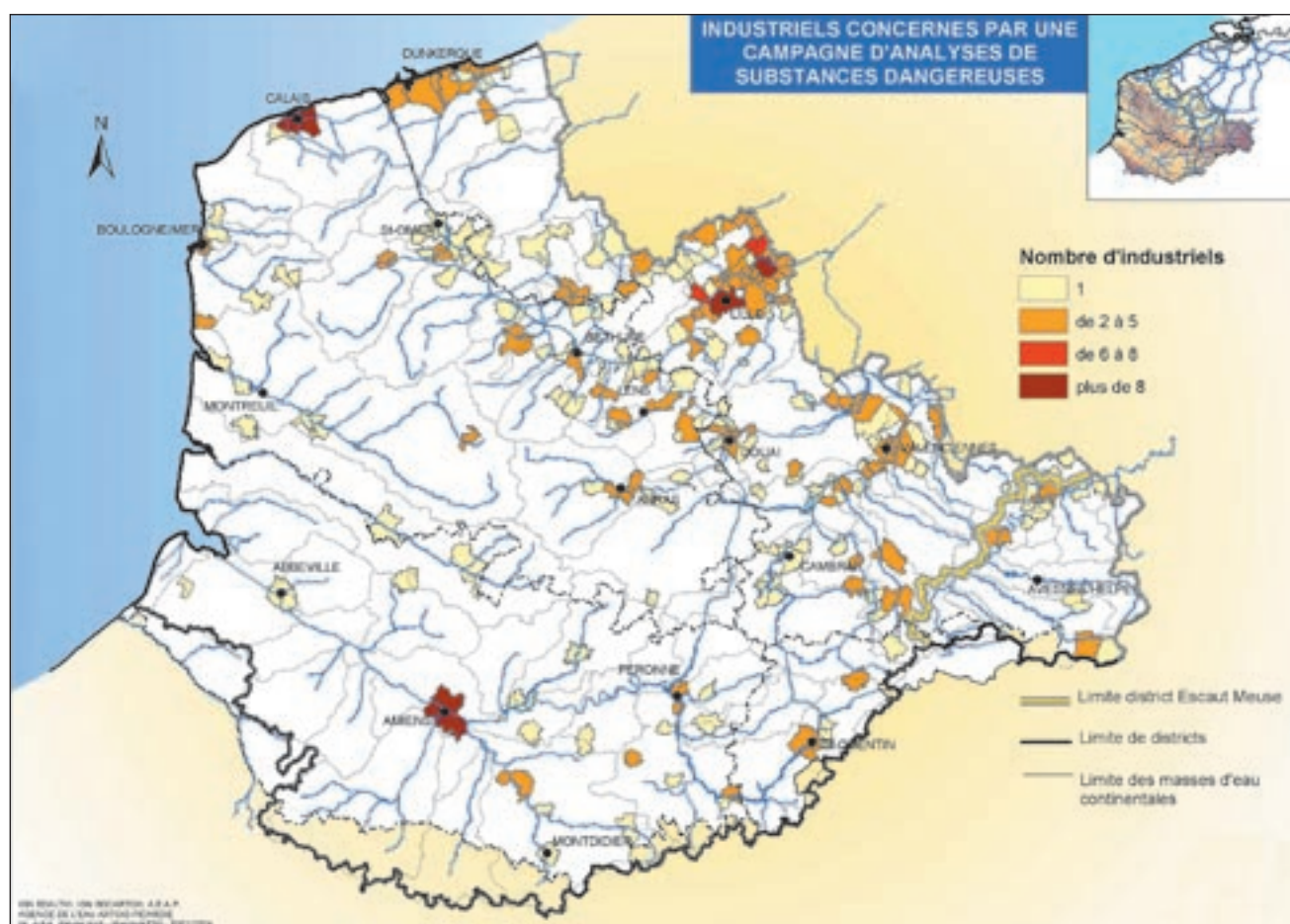
Dans certains cas, ces mesures ont également conduit à la définition de nouvelles exigences de surveillance des rejets et de l'environnement par l'exploitant.

L'accroissement des connaissances et l'expérience qui en ont été retirés, tant sur le plan de la conduite technique des opérations d'identification des rejets présentant un risque pour l'environnement aquatique que sur le plan des priorités, permettent aujourd'hui de généraliser la démarche et d'accroître son efficacité.



Crédit Photo AEAAP

Au niveau national, l'objectif est, sur une durée de 5 ans, de rechercher les rejets de substances dangereuses pour environ 5000 établissements, et lorsqu'un rejet présentant un risque pour l'environnement aquatique aura ainsi été identifié, de prendre les mesures nécessaires. Sur le bassin Artois Picardie, 400 établissements industriels représentatifs des différentes branches d'activités sont concernés.



➔ Quelles substances rechercher ?

Une liste restreinte de substances à rechercher obligatoirement dans les effluents a été proposée et comporte un total de 87 substances sélectionnées parmi plus de 1500 substances classées dangereuses pour l'environnement aquatique. En plus des 33 substances prioritaires, seront recherchées :

- 46 substances organiques de la liste des 132 substances (cf. § 4.1.1) dont la présence dans les effluents industriels pourrait être néfaste pour l'environnement aquatique,
- 4 substances organiques des 3ème et 4ème listes prioritaires établies par le règlement CE concernant " l'évaluation et le contrôle des risques présentés par les substances existantes " (N°793/93) dont l'évaluation des risques est à réaliser,
- l'arsenic (inclus dans la liste des 132 substances) et 3 métaux (chrome, cuivre et zinc).

De plus, des tests écotoxicologiques seront également pratiqués sur un nombre restreint de sites représentatifs de l'ensemble des secteurs d'activité :

- le test algues 72h : NF T 90-375 (" Détermination de la toxicité chronique des eaux par inhibition de la croissance de l'algue d'eau douce *Pseudokirchneriella subcapitata* (*Selenastrum capricornutum* ") ;

- Le test daphnies 24h : NF EN ISO 6341 ("Détermination de l'inhibition de la mobilité de *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) – Essai de toxicité aiguë") ;
- Le test céridaphnie 7j : NF T 90-376 ("Détermination de la toxicité chronique vis-à-vis de *Ceriodaphnia dubia* en 7 jours").

Les premiers résultats de cette campagne d'analyses sont attendus pour le second semestre 2004.

Dans chaque région, le Comité de pilotage fera un bilan annuel des résultats et l'Inspection des Installations Classées pourra prendre des mesures correctives réglementaires, établissement par établissement, compte tenu de l'analyse qui aura été faite de l'origine des substances et des possibilités de réduction.

L'exploitant pourra se voir imposer une réduction des rejets les plus préoccupants en améliorant l'efficacité du traitement des effluents ou en modifiant le procédé de fabrication, qui se traduira par un abaissement des valeurs limites d'émissions figurant dans l'arrêté préfectoral d'autorisation. La surveillance des rejets pourra également être renforcée qu'il s'agisse de la surveillance réalisée sous la responsabilité de l'exploitant ou des mesures réalisées sous le contrôle de l'inspection.

Dans la mise en œuvre de la DCE, ces résultats contribueront en premier lieu à l'identification des pressions polluantes auxquelles les masses d'eau de surface sont soumises (article 5, et annexe II, 1.4 de la DCE) dont l'échéance est fixée en décembre 2004.

En deuxième lieu, ils fourniront des éléments pour définir les programmes de surveillance de l'état des eaux prévus à l'article 8 de la DCE et doivent être opérationnels en décembre 2006.

Pour en savoir plus :

- Site de l'Ineris : <http://rsde.ineris.fr/>
- Livre blanc : Stratégie pour la future politique dans le domaine des substances chimiques – présenté par la Commission des Communautés Européennes – COM 2001 88

5.3 Pollution toxique d'origine domestique (stations d'épurations, pertes des réseaux, rejets non collectés, boues...)



Le métabolisme humain ne génère pas directement de produits toxiques. D'une manière générale la pollution toxique d'origine domestique peut provenir :

- des activités domestiques proprement dites avec l'utilisation par les ménages de composés pouvant présenter une toxicité (produits d'hygiène, de nettoyage, de désinfection, substances médicamenteuses, solvants, peintures...), et rejetés dans les réseaux d'assainissement,
- des activités raccordées aux réseaux d'assainissement : établissements industriels (beaucoup de PME/PMI), artisanat, activités de service et de commerce, laboratoires divers, établissements de santé, DTQD rejetés à l'évier,
- de la toxicité induite par la collecte des eaux pluviales par "lavage" d'une partie de la pollution atmosphérique, lessivage des toxiques déposés sur les sols, les voiries et les toitures, ou corrosion d'éléments du mobilier urbain (ex : les chenaux de toiture). Les arrivées de plomb d'origine atmosphérique

semblent heureusement en diminution grâce à l'utilisation de l'essence sans plomb.

Par ailleurs, les effluents fermentent dans les réseaux d'égouts et peuvent produire des substances à caractère toxique tels que l'ammoniac provenant de l'urée et les sulfures provenant des sulfates.

Comme pour l'industrie, l'évaluation de la pollution toxique n'est pas l'objectif principal des

mesures réalisées dans les stations d'épuration urbaines. Elle est donc assez peu connue mais peut également être approchée au travers des paramètres de redevance.

Le tableau suivant présente les résultats de mesures des paramètres redevances sur 90 stations pour les MI et 200 stations d'épuration urbaines pour les métox et les AOX. Ces résultats sont extrapolés à l'ensemble du parc (soit 400 stations):

Résultats des mesures des paramètres redevances pour les stations d'épuration collectives			
Pollution	MI K équitox/j	AOX kg/j	Métox kg/j
Pollution totale entrée stations dont industries raccordées	1 800	210	700
Pollution sortie stations	90	140	220

5.3.1 Pollution en matières inhibitrices : MI

Les résultats de mesures effectuées sur 90 stations d'épuration urbaines représentant 40 % de la capacité du bassin Artois Picardie permettent d'évaluer la pollution globale du bassin.

Les quantités relativement importantes mesurées à l'entrée des stations sont probablement dues à l'ammoniac et aux sulfures. Ces produits sont facilement oxydés dans les stations d'épuration ce qui explique le rendement d'épuration élevé de 95 % sur les MI reçues.

5.3.2 Pollution en composés organohalogénés : AOX

Les mesures réalisées sur 200 stations représentant 75 % de la capacité du bassin permettent de constater qu'il n'y a pas de différence significative des flux d'AOX, ramenés à l'habitant, dans les grosses collectivités et dans les petites communes supposées avoir moins d'activités économiques.

Les AOX des eaux urbaines semblent donc provenir majoritairement des particuliers (utilisation de produits domestiques chlorés du type " eau de javel " et de solvants chlorés).

Le rendement des stations d'épuration biologiques sur les composés organohalogénés est faible (33%) et il s'agit vraisemblablement en grande partie d'un transfert vers l'atmosphère.

5.3.3 Pollution en métaux : MÉTOX

Les stations d'épuration biologique des villes n'épurent pas les métaux. Le rendement apparent sur l'eau est en fait dû à leur précipitation dans les boues de la station (Cf. § 5.4.1). C'est pourquoi il est si important de limiter voire de dé raccorder les rejets industriels contenant des métaux.

5.3.4 Comparaison de la pollution toxique d'origine domestique à la pollution toxique d'origine industrielle du bassin Artois Picardie

L'évaluation de la pollution toxique d'origine domestique présentée ci avant représente la pollution arrivant dans les stations d'épuration et repose sur les mesures réalisées sur le parc de stations du bassin.

La pollution domestique brute journalière peut être estimée forfaitairement sur la base de :

- 0,2 équitox par équivalent habitant pour les matières inhibitrices,
- 0.05 gramme de composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif par équivalent habitant,
- 0,23 gramme de métox par équivalent habitant.

Avec une population de 4 700 000 équivalents habitant, les données de pollution domestique brute pour ces 3 paramètres de redevance sont les suivantes :

Estimation forfaitaire des paramètres redevance de pollution domestique brute pour le Bassin Artois Picardie

	Pollution domestique brute	Coefficient de collecte	Pollution domestique collectée	Pollution domestique non collectée
MI (K équitox/j)	1 000	70%	700	300
AOX (kg/j)	250		170	80
Métox (kg/j)	1100		800	300

Comparée à la pollution industrielle brute, la pollution domestique brute représente 9% des matières inhibitrices, 16% des composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif et 4% des métox.

On estime à 70% le taux de collecte de ces effluents bruts : la pollution domestique non collectée est directement rejetée dans le milieu naturel alors que la pollution domestique collectée arrive aux stations d'épuration pour y être épurée. La pollution industrielle raccordée nette arrive également dans les stations d'épuration collective donc elle s'ajoute à la pollution entrant en théorie dans les stations d'épuration collectives.

Comparaison entre l'estimation théorique de la pollution théorique et la pollution mesurée entrant dans les stations d'épuration collectives.

	Pollution domestique collectée	Pollution industrielle raccordée nette	Pollution théorique entrant dans les stations d'épuration collectives	Pollution mesurée entrant dans les stations d'épuration collectives
MI	700	400	1 100	1 800
AOX	170	400	570	210

Cependant, cette pollution entrant théoriquement dans les stations d'épuration collectives est différente de la pollution mesurée qui entre dans les stations d'épuration collectives collectée. Plusieurs phénomènes peuvent expliquer cette différence :

- la toxicité mesurée par les matières inhibitrices ne provient pas forcément de molécules toxiques préexistantes dans les rejets mais peut être due à des teneurs importantes de sous produits de réduction (ammoniac, sulfures...) qui peuvent se former lors du séjour dans les réseaux d'assainissement par exemple...
- les AOX peuvent être volatilisés dans les réseaux d'assainissement,
- les métaux, bien souvent adsorbés sur les particules en suspension, peuvent se déposer dans les réseaux d'assainissement.

L'action nationale de recherche et de réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau par les installations classées étendue aux stations d'épuration des collectivités locales ainsi qu'à quelques établissements hospitaliers permettra une meilleure connaissance de ces pollutions.

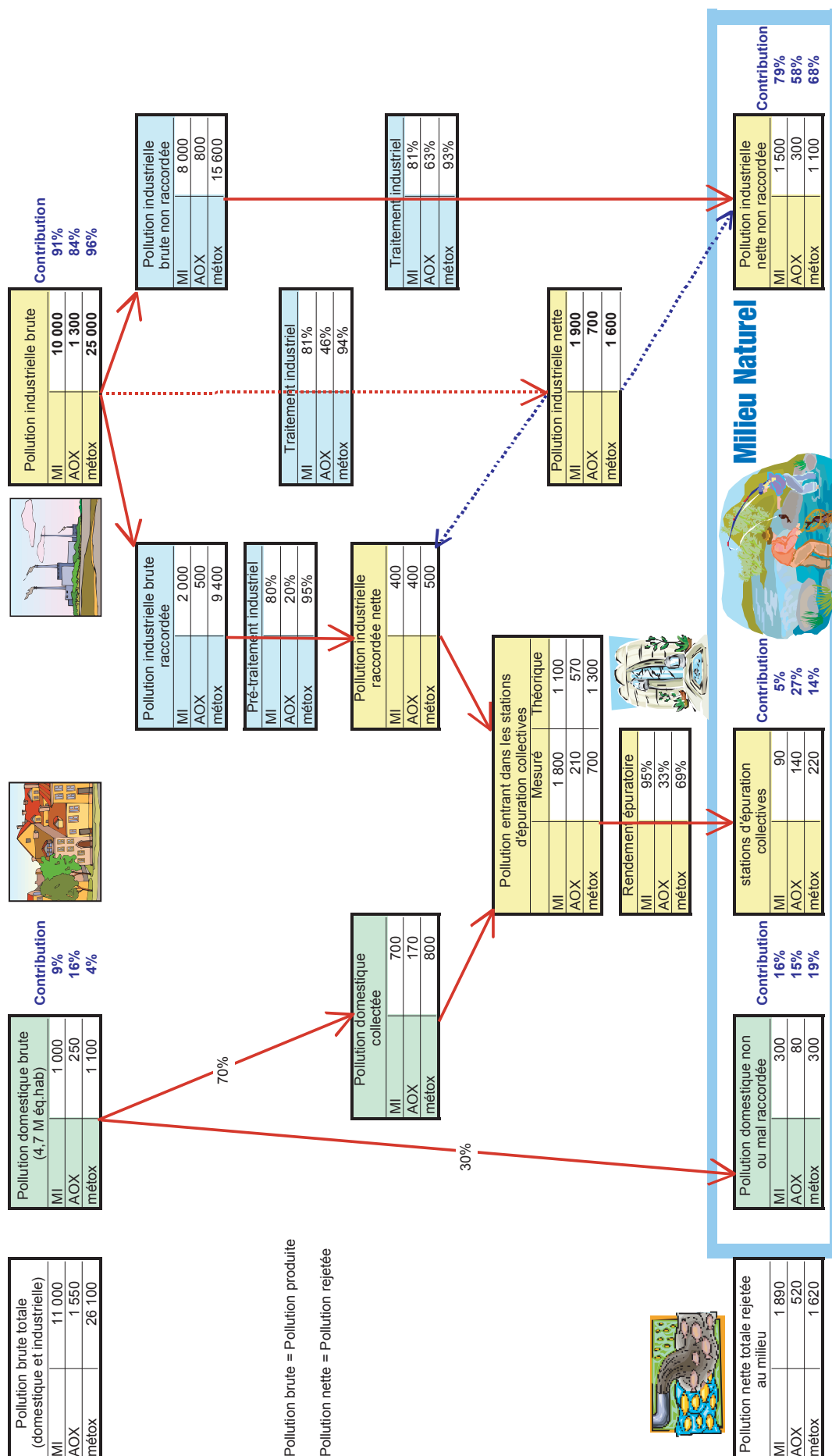
Cette approche permet d'évaluer la répartition de rejets directs des pollutions toxiques qui arrivent au milieu et met en évidence que, malgré les rendements épuratoires importants, la contribution industrielle reste majoritaire.

Contribution des pollutions industrielles et domestique rejetées directement au milieu.

	Pollution domestique non ou mal raccordée		Pollution nette issue des stations d'épuration collectives		Pollution industrielle nette non raccordée	
MI	300	16%	90	5%	1 500	79%
AOX	80	15%	140	27%	300	59%
Métox	300	19%	220	14%	1 100	68%

Le schéma page suivante synthétise les éléments décrits ci-dessus.

Comparaison de la pollution toxique d'origine domestique à la pollution toxique d'origine industrielle du bassin Artois Picardie



5.4 Pollution toxique liée à l'activité agricole

Dans le cadre de leurs activités, les agriculteurs utilisent des produits contenant des substances toxiques. Ces produits sont principalement épandus sur les parcelles pour la protection des cultures (produits phytosanitaires) et lors de l'amendement des terres ou de la fertilisation des cultures.

Certains fertilisants et amendements, tels que les effluents d'élevage, sont générés par les activités agricoles alors que d'autres sont utilisés par les agriculteurs qui n'en sont pas les producteurs (boues résiduelles urbaines, composts de déchets verts d'origine industrielle ou urbaine, engrais minéraux...).

Cependant, l'épandage de ces produits par les agriculteurs n'est pas la seule source d'apport de toxiques sur les terres agricoles qui subissent notamment les retombées atmosphériques (fumées d'incinération, gaz d'échappement automobiles...) qui, contrairement à l'épandage, ne sont pas maîtrisables par les agriculteurs.

5.4.1 La pollution par les fertilisants

L'épandage sur les sols agricoles est une pratique agronomique courante qui concerne plusieurs millions de tonnes ou de mètres cubes de matières diverses : engrais de synthèse, effluents d'élevage (fumier, lisier), boues d'épuration, composts de déchets verts, sous produits industriels...

Estimation des quantités d'effluents organiques épandues sur le bassin Artois Picardie (en tonnes de M.S. pour l'année 2002)	
Déjections animales (soumis à plan d'épandage)	1 500 000
Sous produits industriels (soumis à plan d'épandage)	190 000
Boues résiduelles urbaines	85 000
Compost urbain	70 000
TOTAL	1 845 000

Cependant, outre leur intérêt agronomique, ces épandages apportent des polluants :

- les fertilisants minéraux contiennent des éléments toxiques : l'apport annuel de cadmium par épandage des engrais phosphatés sur les sols du bassin correspond à 9 tonnes ;
- les fertilisants organiques contiennent également des métaux lourds, principalement du cuivre et du zinc, mais aussi, en plus faible quantité, du fer, du bore, du molybdène, du manganèse et du cobalt. Ils ont pour origine des compléments alimentaires et des additifs donnés aux animaux dans un but nutritionnel. Dus essentiellement aux lisiers de porcs, ces apports représentent 130 tonnes de zinc et 85 tonnes de cuivre épandus annuellement sur les sols agricoles du bassin ;
- les boues résiduelles urbaines, dont une partie est épandue dans les champs, apportent des métaux dont 80 tonnes par an de zinc, 20 tonnes par an de cuivre et du cadmium dans des quantités beaucoup plus faibles.

➡ L'apport de contaminants au sol par épandage :

La pratique de l'épandage consiste à disperser sur une superficie donnée des fertilisants qui véhiculent des contaminants. Tous les fertilisants utilisés sont des sources de polluants métalliques. Ainsi, au travers de la présentation de différents itinéraires de fertilisation (type et quantité de fertilisant, fractionnement et période de fertilisation), les apports de micropolluants sont différents. Considérons l'exemple d'une parcelle sur un sol bien pourvu en phosphore (P_2O_5) et en potassium (K_2O) avec la rotation betterave, blé, pois, blé. Les besoins, correspondants à la moyenne de la fertilisation pratiquée en France, en éléments fertilisants pour les 4 années de rotation s'élèvent à 550 kg/ha de N, 160 kg/ha de P_2O_5 et 320 kg/ha de K_2O et sont apportés selon les 4 itinéraires techniques cultureux suivants :

1. Fertilisation minérale uniquement : apport de 1 650 kg d'ammonitrate à 33,5%N, 360 kg de superphosphate 45 et 530 kg de chlorure de potassium.



Crédit Photo ALEP

2. Fertilisation par des boues, complétée par des engrais minéraux : apport de boues limité à 4 tonnes sur les 4 ans pour ne pas apporter de phosphore en excès et complété par 1 400 kg d'ammonitrate 33,5%N et 530 kg de chlorure de potassium. Aucun apport de phosphore minéral n'est réalisé, la totalité ayant été fournie par l'apport des boues résiduelles.
3. Fertilisation par fumier, complétée par de l'ammonitrate : apport de fumier de bovins à raison de 15 tonnes de matière sèche sur 4 ans, pour satisfaire les besoins en phosphore, complété par 450 kg d'ammonitrate 33,5%N.
4. Fertilisation par lisier, complétée par de l'ammonitrate : apport de 50 m³ de lisier sur les 4 ans (soit environ 4,5 tonnes de matière sèche) couvrant les besoins en phosphore et en potassium et complété par 850 kg d'ammonitrate 33,5%N.

Le tableau suivant présente des exemples de teneurs moyennes en éléments traces métalliques de différents types de fertilisants.

Exemples de teneur moyenne en éléments traces métalliques des fertilisants en g/t MS (Synthèse des sources : ADEME, BNAME, UNIFA, ATV, ITCF, ACTA, MAP)								
	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
Boues	2,5	50	330	2,3	40	90	10	800
Engrais phosphaté (super 45)	48	230	35	*	*	2,5	*	380
Engrais azoté (ammonitrate)	0,5	7	0,5	*	*	0,2	*	0,8
Engrais potassique (chlorure de potassium)	*	11	5	*	*	*	*	11
Fumiers de bovin	0,7	11	28	*	21	10	*	150
Lisier de porcs	0,3	18	300	*	14	12	*	700

* les colonnes vides correspondent le plus souvent à des valeurs nulles, parfois des valeurs manquantes

En croisant les quantités de fertilisants apportés et leur teneur en micropolluants, il est possible de faire un bilan des en éléments traces métalliques apportés selon ces 4 itinéraires culturaux :

Bilan des apports en éléments traces en g/ha/an								
Type de fertilisation	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
1. engrais minéraux	4.5	24.8	3.8	0	0	0.3	0	35.8
2. boues + engrais minéraux	2.7	54	330	2.3	40	90	10	802
3. fumier + ammonitrate	2.7	43.3	105	0	79	37.5	0	565
4. lisier + ammonitrate	0.4	22	338	0	15.7	13.5	0	787

Les itinéraires de fertilisation intégrant des produits organiques (fumiers, lisiers ou boues) apportent des quantités de micropolluants tout à fait comparables alors que l'itinéraire avec fertilisation minérale seule apporte moins d'éléments traces métalliques, à l'exception du cadmium lié aux engrais phosphatés. L'itinéraire avec lisier apporte le moins de cadmium.

Donc, au niveau de la parcelle, l'ensemble des flux contaminants doit être considéré (effluents organiques, engrais complémentaires, autres épandages) et raisonné sur plusieurs années (succession culturale).

Par ailleurs, les apports d'éléments traces dans les sols sont d'origine et d'importance différente. Pour les éléments traces métalliques par exemple, les fertilisants ne constituent qu'une part des apports plus ou moins grande suivant les éléments considérés comme le montre le tableau suivant :

Estimation des apports d'éléments traces métalliques au sol par les sources majeures dans le bassin Artois Picardie (1997)				
Eléments	Cuivre	Zinc	Cadmium	Plomb
Quantité totale (tonne/an)	115	325	12	490
Boues urbaines	18%	25%	3%	3%
Boues industrielles	1%	1%	<1%	<1%
Effluents d'élevage	74%	41%		
Engrais minéraux	7%	22%	77%	3%
Retombées atmosphériques		11%	20%	94%

Ainsi, le cuivre provient surtout des effluents d'élevage (74%) et, dans une moindre mesure, des boues urbaines (18%), le zinc est apporté majoritairement par les déjections animales (41%) et par les engrais minéraux et les boues urbaines.

Le cadmium est essentiellement lié aux apports d'engrais minéraux (77%) et les retombées atmosphériques (20%).

Le plomb provient surtout des retombées atmosphériques (94%) et l'abandon des carburants plombés devrait réduire fortement cette source d'apport au sol.



Le devenir des contaminants dans les sols :

Selon leur nature chimique, les contaminants apportés au sol évoluent différemment :

- la **minéralisation** fait disparaître un grand nombre de Composés Traces Organiques et les rend sans conséquence significative pour le sol ou les cultures,
- l'**intégration** de façon durable annule les conséquences pour les utilisations actuelles et futures du sol,
- l'**accumulation** est susceptible de remettre en cause certains usages du sol ou d'altérer l'environnement,
- le **transfert** permet le lessivage vers des couches profondes, l'absorption vers les plantes ou encore l'érosion éolienne ou hydraulique vers d'autres parcelles...

L'essentiel des éléments traces métalliques subit un stockage et une accumulation dans les sols.

Les composés traces organiques ont de nombreuses possibilités d'évolution selon leur nature chimique (leur vitesse de décomposition varie selon les molécules considérées).

Les transferts vers les milieux aquatiques des différents éléments toxiques issus des fertilisants sont mal connus et leur contribution à la pollution des eaux est difficile à évaluer.

d- Les seuils limites d'accumulation pour les effluents urbains et industriels :

Des plans de surveillance pour vérifier que les épandages n'induisent aucune évolution défavorable de la situation préexistante sont prévus par la réglementation sur l'épandage d'effluents urbains et industriels.

Pour éviter une accumulation trop importante d'éléments traces dans les sols, la réglementation fixe des **teneurs maximum** à ne pas dépasser. Cependant, certains sols dépassent déjà naturellement ces teneurs (cas du nickel dans de nombreux départements français de l'Est et du Sud Est de la France). Des dérogations à l'interdiction d'épandage sont alors données par le Préfet si l'origine géochimique de la teneur initiale élevée en éléments traces du sol est prouvée et si elle n'induit pas une augmentation sensible de la biodisponibilité de cet élément.

D'autre part, la réglementation fixe les **flux maximum admissibles sur 10 ans**. Connaissant ces



Crédit Photo AEDP

valeurs et les stocks initiaux, il est possible de calculer le délai nécessaire pour atteindre les teneurs maximum autorisées. Ce délai varie de 50 ans à plusieurs centaines d'années.

Dans les opérations d'épandage d'effluents urbains et industriels, il n'a jamais été constaté de dérives sur la qualité des sols, tant que les effluents sont de qualité conforme aux valeurs fixées par la réglementation et épandus à des doses agronomiques. A l'inverse, toute dose anormalement élevée d'effluents contaminés peut irrémédiablement compromettre la qualité des sols (événement interdit par le cadre réglementaire actuel).

Pour en savoir plus :

"Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture" - Dossier documentaire élaboré par le Comité National des Boues - Consultable sur le site : www.ademe.fr/espacepartenaires

5.4.2 La pollution par les produits phytosanitaires

La protection chimique des cultures contre les herbes, les insectes et les maladies nécessite l'utilisation de grandes quantités de produits phytosanitaires, dont notamment les herbicides, les insecticides et les fongicides. La quantité totale de substances actives employée en agriculture dépasse 100 000 tonnes par an sur l'ensemble du territoire français, soit une moyenne de **4,5 kg/ha**, toutes cultures confondues.

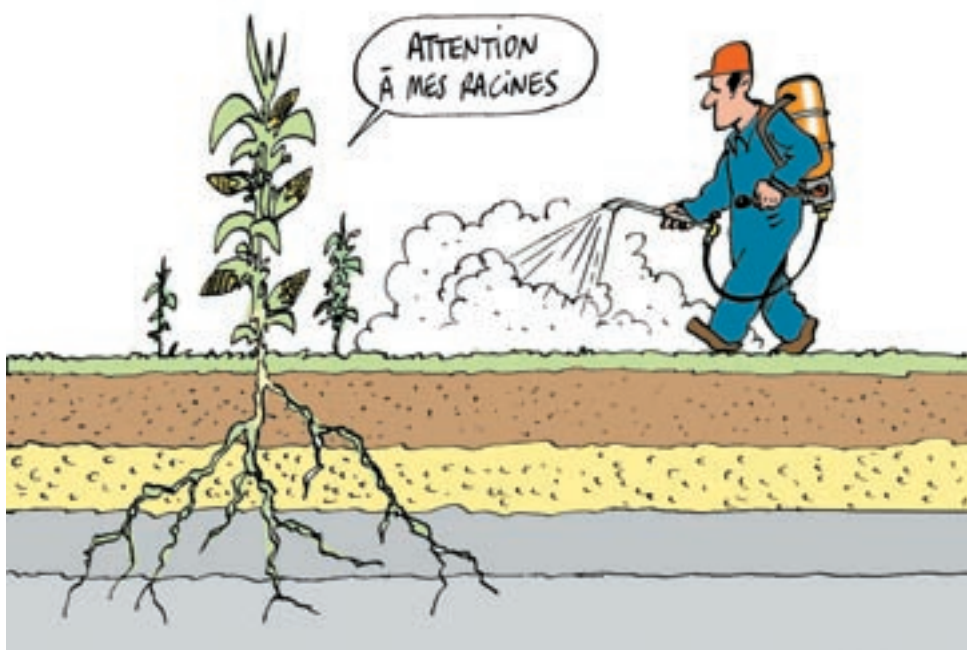
L'entretien des voies routières et des lignes de chemins de fer ainsi que la pratique du jardinage par les particuliers consomment également des pesticides mais dans une bien moindre mesure puisque la quantité annuelle utilisée est de l'ordre de 8.000 tonnes.

La pollution des eaux par les pesticides d'origine agricole commence à être bien caractérisée. Il s'avère qu'une perte très faible peut contaminer un cours d'eau au delà de la norme réglementaire pour la production d'eau potable fixée à 0,1 µg/l. Pour cette raison l'homologation d'une substance nouvelle (et le renouvellement des autorisations pour les anciennes substances actives) n'est accordée que dans la mesure où **l'usage de ces produits ne doit en principe pas permettre la contamination des milieux** compte tenu des propriétés chimiques des molécules associées aux modalités d'utilisations (définition de zones non traitées notamment).

Cependant, la réalité reste encore loin des règles théoriques et le constat de la présence de pesticides dans les milieux pose un vrai problème de gestion de ces produits.

Les niveaux de contamination des milieux en pesticides sont présentés dans les pages suivantes pour les eaux de surface (Cf. § 5.6.2) et pour les eaux souterraines (Cf. § 5.6.1).

Par ailleurs et dans le cadre communautaire de l'évaluation des substances actives, une opération de retrait de produits phytosanitaires du marché français est engagée par les pouvoirs publics, en partenariat avec les industriels, les distributeurs et les organisations professionnelles agricoles. Ces mesures de retrait devraient avoir un impact direct sur la qualité du milieu concernant ces substances et leurs produits de dégradation.



5.5 Pollution toxique d'origine historique

Le bassin Artois Picardie a un passé industriel important qui se traduit aujourd'hui par la présence de nombreux sites pollués et de sédiments pollués dans les rivières et les canaux.

5.5.1 Les sites pollués



Crédit Photo J.P. DUPLAN - Light Motion

Pour approcher cette problématique, deux bases de données sont actuellement disponibles.

La première concerne l'Inventaire Historique Régional dans BASIAS qui recense les anciens sites industriels et activités de service de 1770 à 1970. La région Nord Pas de Calais compte déjà plus de 14 000 sites répertoriés. Cependant, l'inscription d'un site dans cette base ne préjuge pas qu'il soit le siège d'une pollution mais doit susciter un réflexe de précaution. Cet inventaire va maintenant s'étendre aux sites postérieurs à 1970.

La seconde concerne BASOL, la base de données sur les sites et sols pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif. La région Nord- Pas de Calais est au premier rang national avec 491 sites soit près de 14% du total national.

Répartition des sites pollués par département dans le Bassin Artois Picardie				
	Nombre total de sites pollués	Nombre de sites pollués et munis de dispositifs de surveillance	Nombre de sites présentant une teneur anormale dans les eaux souterraines et qui sont surveillés	Nombre de sites dépollués
NORD	383	206	75	29
PAS DE CALAIS	110	80	21	3
SOMME	58	34	10	0
AISNE	6	2	1	1
BASSIN TOTAL	557	322	107	33

Le nombre de sites identifiés augmente progressivement et la problématique est très inégale d'un site à l'autre.

Les premières démarches consistent à hiérarchiser les sites selon leurs caractéristiques et leur environnement. Un premier travail a été réalisé pour croiser les sites pollués de BASOL et les champs captants irremplaçables pour dégager les sites pollués menaçant la ressource en eau. En première analyse et à dire d'expert, une soixantaine de sites sont susceptibles de porter gravement atteinte aux ressources prioritaires en eau souterraine du bassin Artois Picardie.

Pour en savoir plus :

- BASIAS : basias.brgm.fr
- BASOL : www.basol.environnement.gouv.fr
- Pôle de compétence sites et sols pollués en Nord Pas de Calais : <http://www.polessp.org>
- Centre National de Recherche sur les sites et sols pollués : www.cnrssp.org

5.5.2 Les sédiments pollués

Avec des volumes importants, la question du devenir des sédiments se pose partout en France : 3 millions de m³ de sédiments continentaux (fleuves, rivières, canaux, fossés, lacs...) sont à curer chaque année en France. Leur gestion est rendue difficile par la présence de pollutions en quantités parfois importantes : environ 25 % des sédiments sont contaminés par des métaux lourds et des composés organiques. Les régions Nord - Pas de Calais, Est et Seine sont particulièrement concernées.

En se déposant dans les cours d'eau, l'accumulation de sédiments génère divers types de problèmes que l'on peut appréhender au travers des principales motivations du déclenchement d'une opération de curage :

- maintenir la navigation: 43% des cas,
- lutter contre les inondations : 32% des cas,
- raisons environnementales (amélioration de la qualité du cours d'eau...): 12%,
- exploitation (entretien du patrimoine EDF): 10%,
- tourisme : 3%.

Très souvent une opération répond à plusieurs de ces raisons ...

Ces opérations de curage coûteraient 26 millions €/an (9.3 €/m³) [Historique des opérations de curage et perspectives – étude inter agences – 2002].

Le problème de la contamination importante présente une acuité toute particulière dans le bassin Artois Picardie, deux facteurs principaux y ont concouru:

- le faible débit des cours d'eau, favorisant la sédimentation: à l'embouchure, l'Escaut a un débit moyen de 80m³/s à comparer aux 2 300 m³/s du Rhône et 1050 m³/s pour le Rhin
- de grosses quantités de polluants rejetées par les activités industrielles des XIXe et XXe siècles et une pression démographique forte.

Un "stock" global évalué à 3 millions de m³ dans le bassin Artois Picardie est à gérer.

Au cours des 10 prochaines années, 400 000 m³ devraient être extraits chaque année pour régler à terme ce problème. Sur ces volumes, 70 % contiendrait des polluants en quantités qui engendreront des contraintes de mise en dépôt. Ces opérations de curage coûteront 5.5 millions €/an (13.75 €/m³) soit un surcoût de 50%.

Cette tendance devrait s'accroître avec l'augmentation des contraintes de réutilisation de ces sédiments, surtout en l'absence de normes ou de valeurs de référence en polluants. La gestion des sédiments est marquée par des difficultés particulières :

- une grande variété de polluants : métalliques ou organiques (HAP, PCB, pesticides...)
- dans des matrices diverses qui vont générer des comportements différents des polluants plus ou moins mobiles
- avec une réglementation inadaptée car non spécifique aux opérations de curage,
- une absence de responsables car la pollution est généralement collective,
- et personne ne souhaite voir s'implanter un terrain de dépôt dans son voisinage... (phénomène N.I.M.B.Y. " pas chez moi "),
- les maîtres d'ouvrage sont donc introuvables notamment pour les petits cours d'eau et attentistes:
 - une réelle prise de conscience des risques engendrés et donc encourus par une mauvaise gestion,
 - un manque de connaissance scientifique et technologique : les gens ne sont pas habitués à gérer ce type d'opération,
 - des coûts importants voire insupportables pour certaines solutions...

Le bassin Artois Picardie est donc fortement affecté par ces sédiments pollués avec des répercussions importantes :



Crédit Photo AEAP

- sur les opérations de curages : la pollution des sédiments pollués génère des coûts importants mais surtout des contraintes techniques (mise en pratique du curage, précautions particulières, devenir des sédiments...) qui freinent les opérations et suscitent des attitudes de méfiance...
- et sur l'aménagement du territoire : les curages sont moins fréquents, ce qui contribue à aggraver les risques de débordement. Les dépôts de sédiments sont des espaces qui peuvent offrir des opportunités d'aménagement du cadre de vie (espaces verts...).

Pour en savoir plus :

- Centre National de Recherche sur les sites et sols pollués : www.cnrssp.org
- Études inter agences : <http://www.eaufrance.com>
- Agence de l'Eau Artois Picardie : <http://www.eau-artois-picardie.fr>
- Voies Navigables de France : <http://www.vnf.fr>

5.6 Niveau de contamination aquatique

Une surveillance des substances potentiellement toxiques est réalisée dans le Bassin Artois Picardie. Elle concerne les eaux de surface et les eaux souterraines.

5.6.1 La surveillance des eaux souterraines

Sur les 20 000 km² du bassin Artois Picardie, les nappes (essentiellement nappe de la craie et nappe du calcaire carbonifère) représentent environ 17.000 km² en surface. Les eaux souterraines

constituent un enjeu très important pour le bassin puisqu'elles contribuent pour près de 96 % à l'alimentation en eau potable.

La superposition de bassins versants hydrographiques et hydrologiques témoigne d'une communication étroite entre l'ensemble des cours d'eau et la nappe de la craie. Les eaux souterraines participent ainsi à 70-80 % du débit des cours d'eau du bassin (Somme, Canche, Authie, Liane, Lys, Aa...). Cependant, selon les saisons, les échanges entre rivières et nappe peuvent se modifier. En période d'étiage, le débit de la rivière est soutenu par le drainage de la nappe. Lors des séquences pluvieuses, la tendance s'inverse, les hautes eaux de la rivière rechargent la nappe. C'est un système qui fonctionne donc dans les deux sens et qui entraîne des "échanges" de pollution.

La bonne qualité de l'eau est un impératif constant qu'il est très difficile de tenir, car l'eau souterraine interagit avec la

matrice minérale au cours de son lent cheminement souterrain et reçoit les infiltrations polluantes issues des activités anthropiques de surface.



Des réseaux de mesure importants

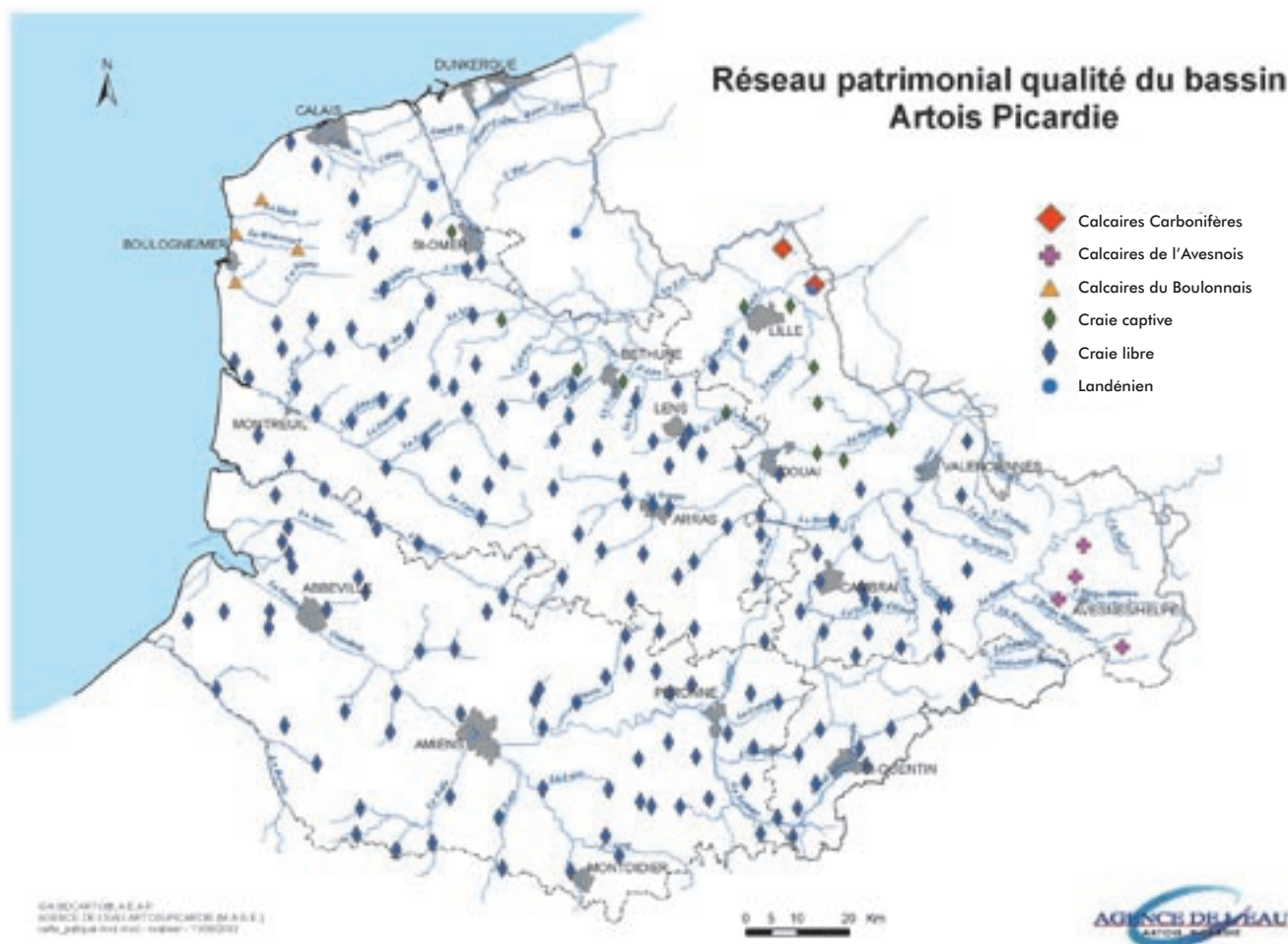
Depuis de nombreuses années, les services départementaux du Ministère de la Santé (Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales) procèdent à des analyses de plus en plus détaillées des eaux prélevées à des fins de distribution. Ainsi, sur 1200 captages en service, le "réseau de contrôle sanitaire" et le "réseau complémentaire" permettent d'acquérir des informations sur les eaux prélevées au niveau des captages d'alimentation humaine.

Cependant, les captages contaminés étant fermés, ce réseau donne un aperçu optimiste de la qualité des nappes.



Aussi, depuis 1997, l'Agence de l'Eau a mis en place le " réseau patrimonial qualité " constitué de 190 stations (114 captages destinés à l'alimentation en eau humaine, 15 captages d'irrigation, 56 sources, 5 ouvrages à usage industriel ou particulier) avec pour objectif de connaître la qualité des eaux souterraines au niveau de la ressource.

Enfin, de nombreuses études hydrogéologiques ont mis en évidence des particularités dans la physico-chimie des eaux de nappe.



Outre les mesures " in situ " des paramètres fugaces (Eh, pH, oxygène dissous, conductivité), les paramètres à analyser et la fréquence d'échantillonnage dépendent de la taille de l'unité de distribution et peuvent porter sur des ions majeurs (Ca^{++} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg , Mn , Fe , SO_4^{--} , MCO_3 ; Cl^- , NO_3^- , NO_2^-), analyses des éléments en traces métalliques, des micropolluants organiques et des produits phytosanitaires.

➡ L'état des eaux souterraines vis-à-vis des micropolluants

Toutes ces données peuvent être synthétisées pour permettre un état des lieux de la physico-chimie des eaux souterraines dans le bassin Artois Picardie.

Parmi les toxiques présents dans les eaux souterraines du bassin, on retrouve essentiellement quelques métaux, des pesticides et des solvants chlorés.

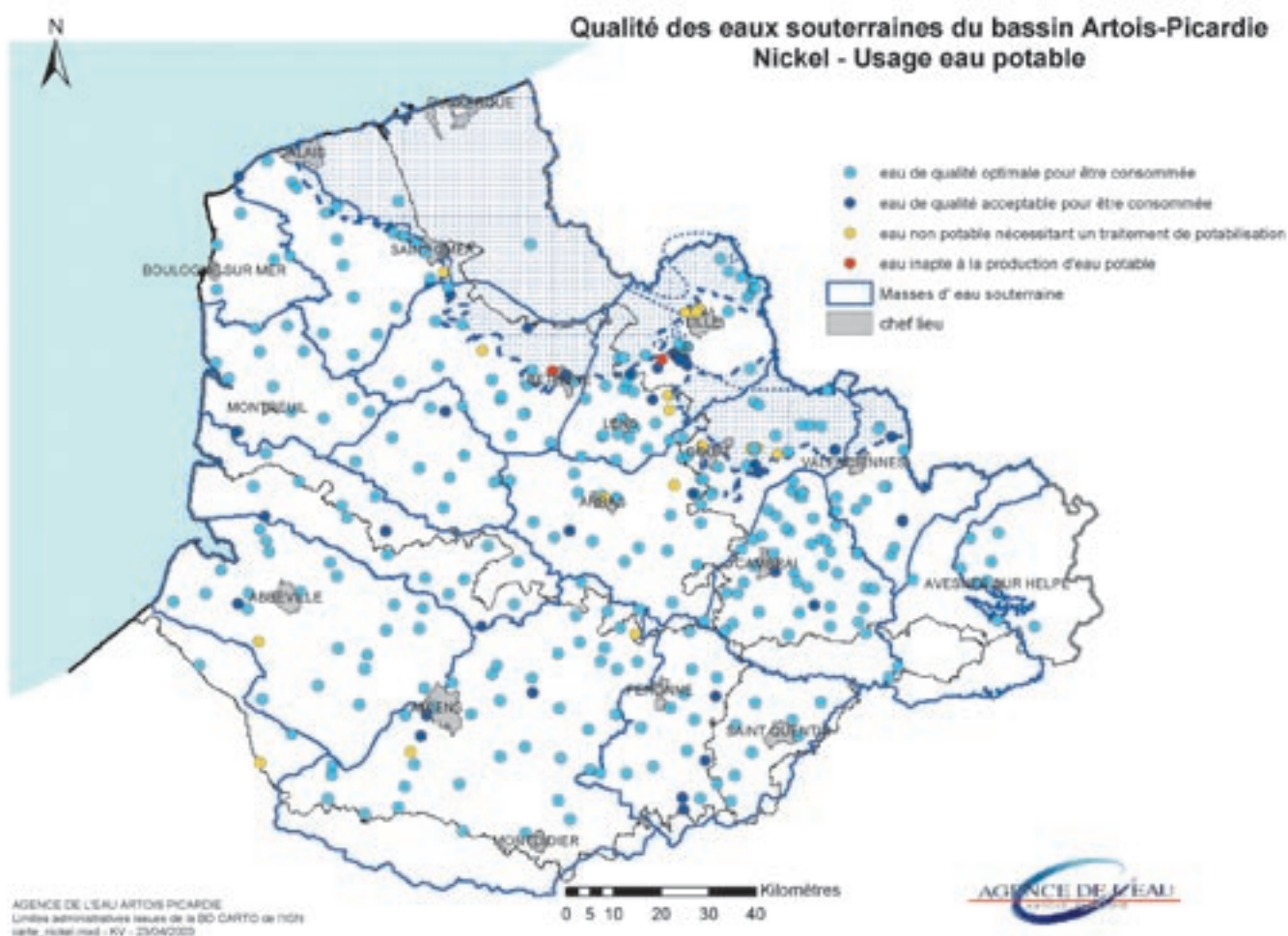
Les **PCB** sont quelquefois détectés avec un maximum de 30 ng/l soit 3 fois inférieur à la norme. Les **HAP** sont détectés sur quelques points mais les teneurs restent également inférieures à la norme.

Les dérivés du benzène et du phénol ne sont jamais détectés.

En ce qui concerne les **métaux** et les métalloïdes (micropolluants minéraux), seuls le nickel et le chrome sont retrouvés à des teneurs supérieures aux seuils de qualité pour l'eau potable.

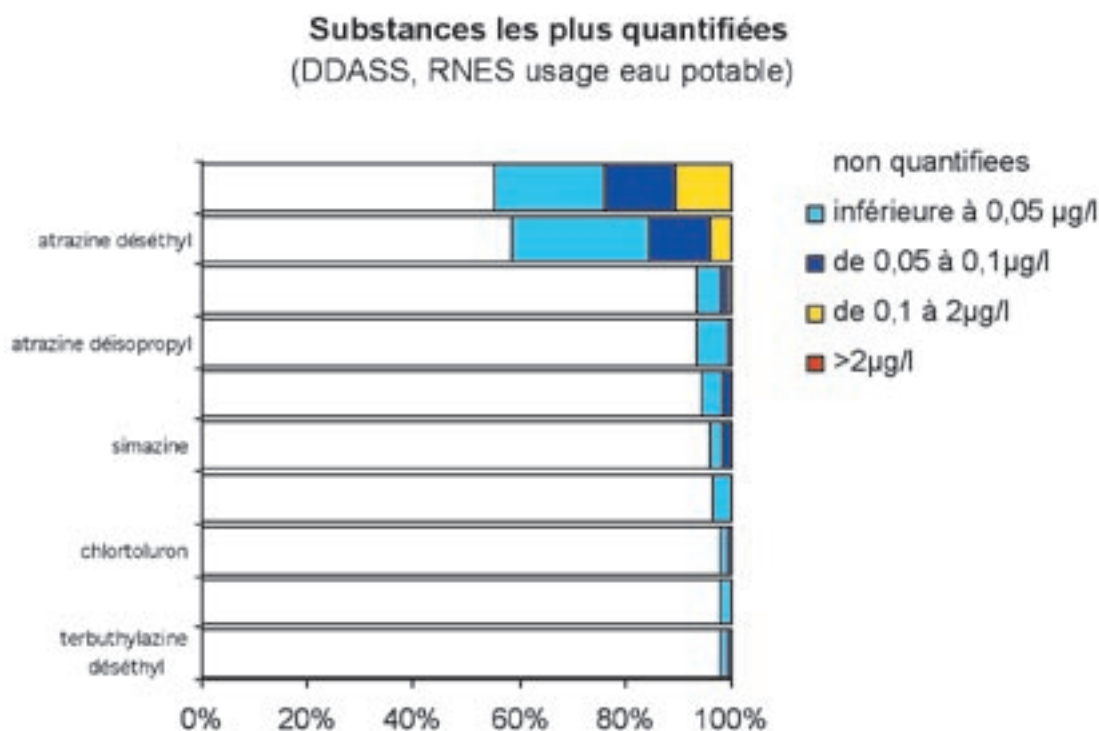
Le nickel, dont la norme a été abaissée de 50 à 20 µg/l dans le décret 2001-1220, est essentiellement retrouvé dans plusieurs grands champs captants situés en zone semi-captive en limite de recouvrement. Les teneurs peuvent atteindre 100 µg/l sur certains forages et des ouvrages de décarbonatation, procédé qui permet l'élimination du nickel en même temps que la diminution de la dureté, sont en projet afin d'éliminer cet élément. L'origine du nickel est pour partie naturelle (dissolution de la pyrite) avec localement des apports anthropiques industriels.

Les dépassements de norme en chrome (50 µg/l), se situent dans la région du Vimeu (département de la Somme). Au début du siècle et jusqu'à récemment, une multitude d'ateliers de traitement de surface (serrureries) rejetaient leurs effluents chargés en chrome et en solvants directement en nappe par l'intermédiaire de puits perdus (cf §.6.4.1 Fiche technique n° 12).



Les **pesticides**, ou produits phytosanitaires, sont régulièrement analysés depuis quelques années dans les eaux souterraines au travers du réseau patrimonial et du réseau sanitaire. L'examen des résultats par substance établit un taux de quantification plus élevé pour les herbicides de la famille des triazines et des urées substituées (diuron, isoproturon...).

Le graphique ci-dessous présente le classement par ordre d'importance des molécules les plus fréquentes.



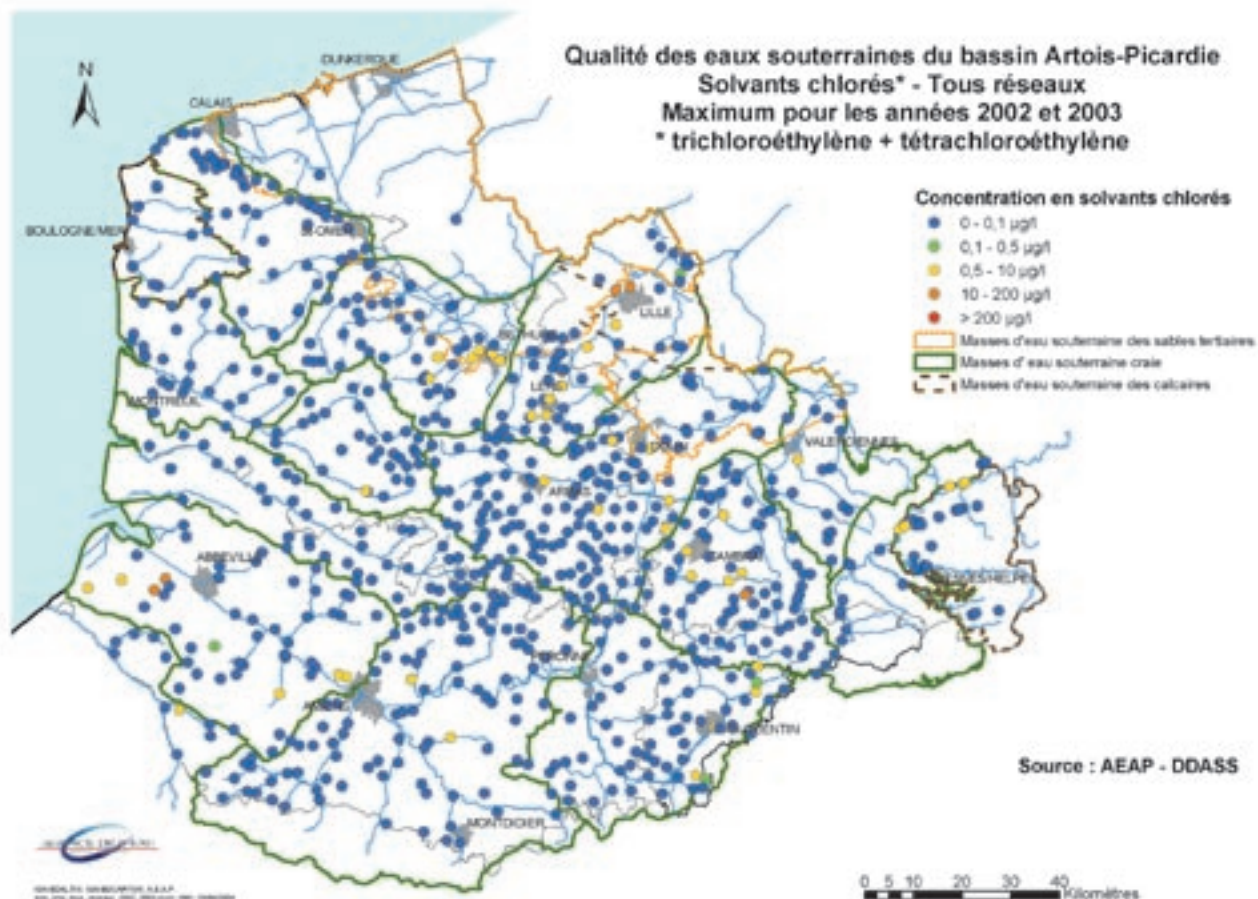
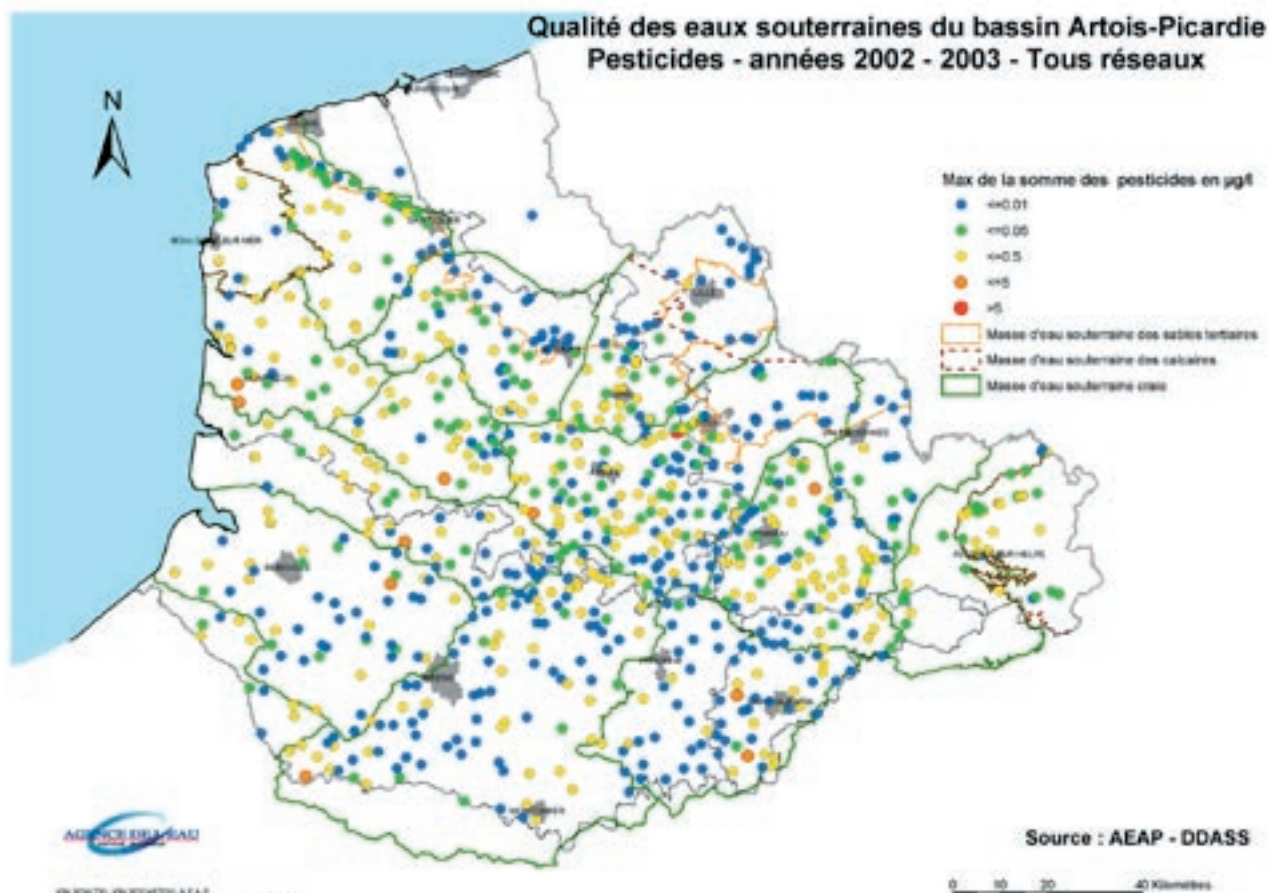
Les concentrations mesurées dépassent parfois le seuil eau potable de 0,1 µg/l ce qui conduit à un suivi renforcé et à la recherche des causes de pollution, puis à la recherche de nouvelles solutions d'approvisionnement en eau et en dernier recours à l'installation d'un système de traitement pour rendre l'eau conforme à la réglementation.

Certains secteurs sont plus affectés par la présence de pesticides dans les eaux souterraines :

- les zones autour de l'agglomération lilloise où l'on trouve à la fois des cultures et de nombreux axes de communication (routes, voies ferrées) ;
- l'Avesnois où, bien que la proportion de prairies soit importante, l'eau est de qualité médiocre : dans cette région le sous-sol est fissuré et donc très vulnérable car il favorise l'infiltration rapide de l'eau jusqu'à la nappe ;
- le Cambrésis, l'Audomarois, la région Artois-Lys, la Canche amont et le sud de la Scarpe-Sensée (entre Lens et Arras) qui sont des régions où la nappe est peu protégée des infiltrations de surface et où les zones de culture sont importantes. Par ailleurs, la qualité de l'eau de la Canche se dégrade de l'amont vers aval.
- le département de la Somme présente localement des fortes teneurs mais sans pouvoir déterminer une zone particulière.

A l'inverse, d'autres secteurs semblent préservés de la pollution par les produits phytosanitaires :

- le Boulonnais où l'eau est de bonne qualité grâce à la proportion importante de prairies et de forêts qui contribuent à préserver la ressource en eau.
- le Valenciennois, les Flandres et le nord du secteur Scarpe-Sensée : ces secteurs bénéficient d'une protection naturelle constituée d'une couche d'argile recouvrant la nappe de la craie.



Les **autres substances toxiques** trouvées dans les eaux souterraines du bassin sont les solvants chlorés (trichloréthylène et tétrachloréthylène) à des teneurs dépassant les normes eau potable d'une part au nord de l'agglomération lilloise, d'autre part dans la région du Vimeu (près d'Abbeville). L'origine de ces solvants chlorés est essentiellement industrielle.

5.6.2 La surveillance des eaux de surface

La principale caractéristique hydrographique du bassin est l'absence de grand fleuve et de reliefs importants. Les cours d'eau, constitués de rivières et de petits fleuves côtiers, se caractérisent par la faiblesse de leur débit. Ainsi, à lui seul, le Rhône a un débit moyen (1700 m³/j) plus de dix fois supérieur à l'ensemble des cours d'eau du Bassin.

Cette situation, qui ne favorise pas la dilution de la pollution, associée à une forte densité de population et d'industries, explique la médiocre qualité de l'eau des rivières.

De plus, le bassin a une forte tradition d'aménagements hydrauliques : lutte contre les intrusions d'eaux salées, assainissement de zones humides, évacuation des eaux de ruissellement, canaux, moulins

Avec un linéaire de 4800 Km de rivières et 1200 Km de canaux ou rivières canalisées (source : BD CARTHAGE), le réseau hydrographique du bassin Artois Picardie est une structure maillée de cours d'eau canalisés et de canaux navigables sans équivalent en France. Des canaux de liaison permettent à l'eau de s'écouler de bassin en bassin et parfois même, grâce à des stations de pompage, d'inverser le cours de l'eau.

Cependant, et malgré ces conditions peu favorables, sur le long terme, la qualité physico-chimique des eaux de surface s'améliore. Certes, il n'y a pas sur le bassin de cours d'eau classés en " très bonne qualité ", par contre le linéaire classé en " très mauvaise qualité " a diminué fortement depuis 30 ans :

Année	1972	1980	2002
Linéaire en " très mauvaise qualité "	75 %	43 %	17 %

Bien entendu, ce classement est établi sur des paramètres classiques (matières oxydables, phosphore et azote), les paramètres toxiques n'étant pas pris en compte.

➡ Les réseaux de mesure

Le réseau de surveillance des eaux de surface est constitué de 200 points parmi lesquels 66 font partie du " Réseau National de Bassin " (RNB) et à ce titre font l'objet d'analyses plus fréquentes.

Ces analyses portent sur des paramètres classiques tels que matières organiques, les formes azotées, le phosphore... et les micropolluants toxiques comme les éléments trace métalliques, les pesticides, et d'autres micropolluants organiques (dérivés du benzène, du chlore et du phénol, composés organohalogénés, hexachlorobenzène, HAP, PCB...)

Selon la molécule, l'analyse porte sur le compartiment eau, sédiment ou matières en suspension. Les fréquences de mesures varient de 5 à 12 fois par an selon les paramètres.

➡ Le traitement des données

Les données acquises sont traitées par un Système d'Evaluation de la Qualité (SEQ-Eau) qui permet d'évaluer la qualité de l'eau par rapport à des altérations (exemple : matières organiques et oxydables, produits phytosanitaires) ainsi qu'à ses usages (exemple : la production d'eau potable, les utilisations industrielles, l'irrigation, l'abreuvement).

En plus de ces usages anthropiques ont été introduites les notions de :

- " qualité globale " qui exprime le degré de dégradation de l'eau
- " potentialité biologique " qui exprime l'aptitude des cours d'eau à la vie aquatique.

Pour évaluer la qualité à un point, par précaution, c'est l'analyse la plus défavorable qui est retenue, c'est-à-dire, la concentration la plus élevée parmi toutes les molécules et tous les échantillons.

Pour les substances toxiques, les seuils d'aptitude à la vie biologique ont été établis à partir de

tests d'écotoxicité réalisés dans la mesure du possible pour trois niveaux trophiques (algues/plantes, invertébrés, poissons).

Cinq classes d'aptitude à la vie biologique sont définies du "bleu" (risque négligeable d'effets néfastes sur toutes les espèces) au "rouge" (très grands risques d'effets létaux sur plusieurs espèces ; diminution de l'abondance et de la variété des espèces)

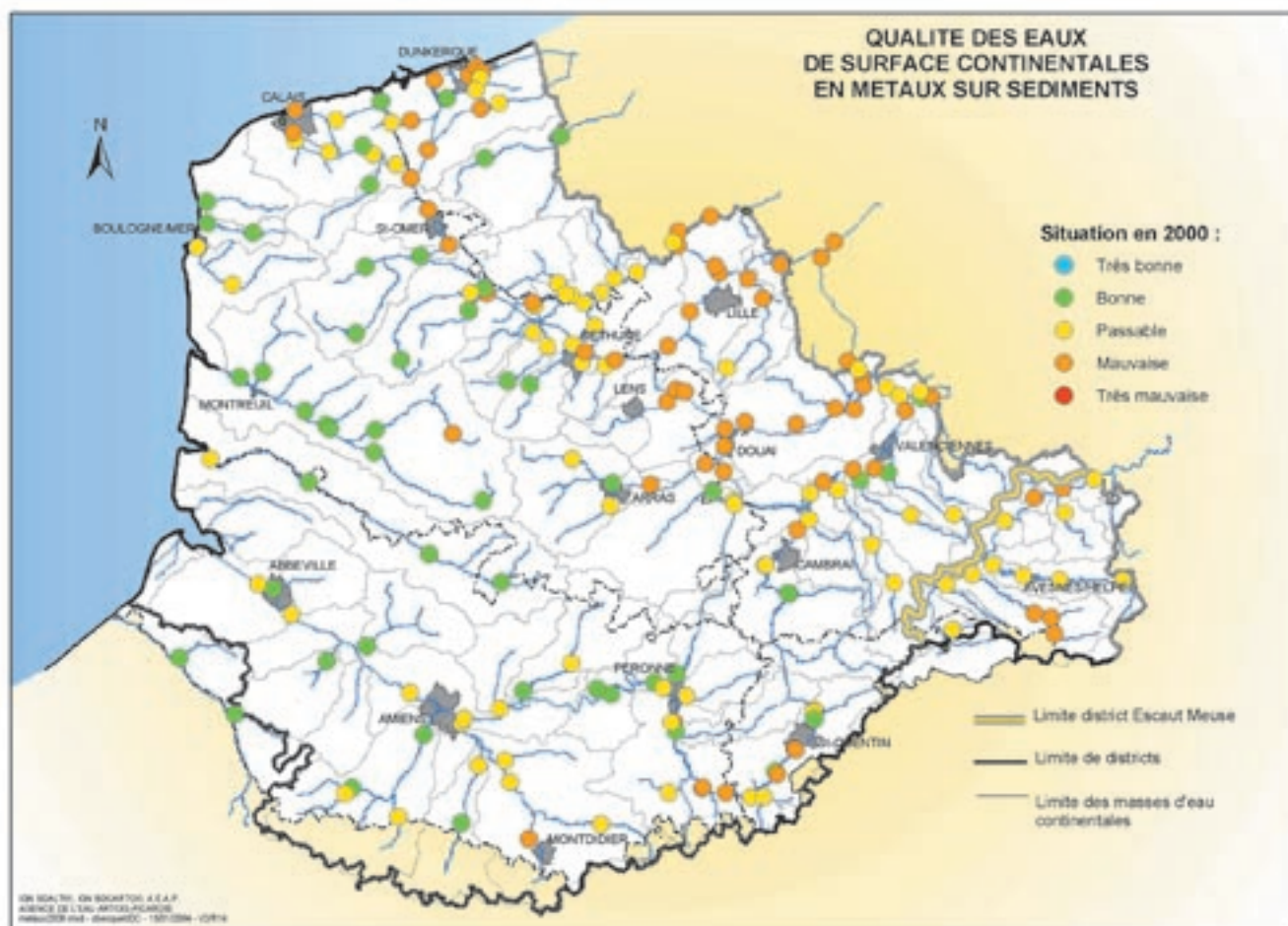
Pour les substances dont les seuils d'aptitude à la vie biologique ne sont pas encore définis, les seuils d'aptitude à la potabilisation ont été utilisés.



L'état des cours d'eau vis-à-vis des micropolluants

Les mesures sur eau donnant le plus souvent des résultats inférieurs au seuil analytique, les **métaux**, adsorbables sur la matière organique, sont recherchés dans les couches supérieures des sédiments (dépôts récents). Cette stratégie de prélèvement est différente de celle consistant à réaliser une "carotte" de toute la profondeur du sédiment pour déterminer la qualité globale du sédiment dans le cadre par exemple d'une opération de curage.

En ce qui concerne le réseau de surveillance des milieux, les analyses réalisées une fois par an portent sur les paramètres suivants : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Cuivre (Cu), Chrome (Cr), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Zinc (Zn).

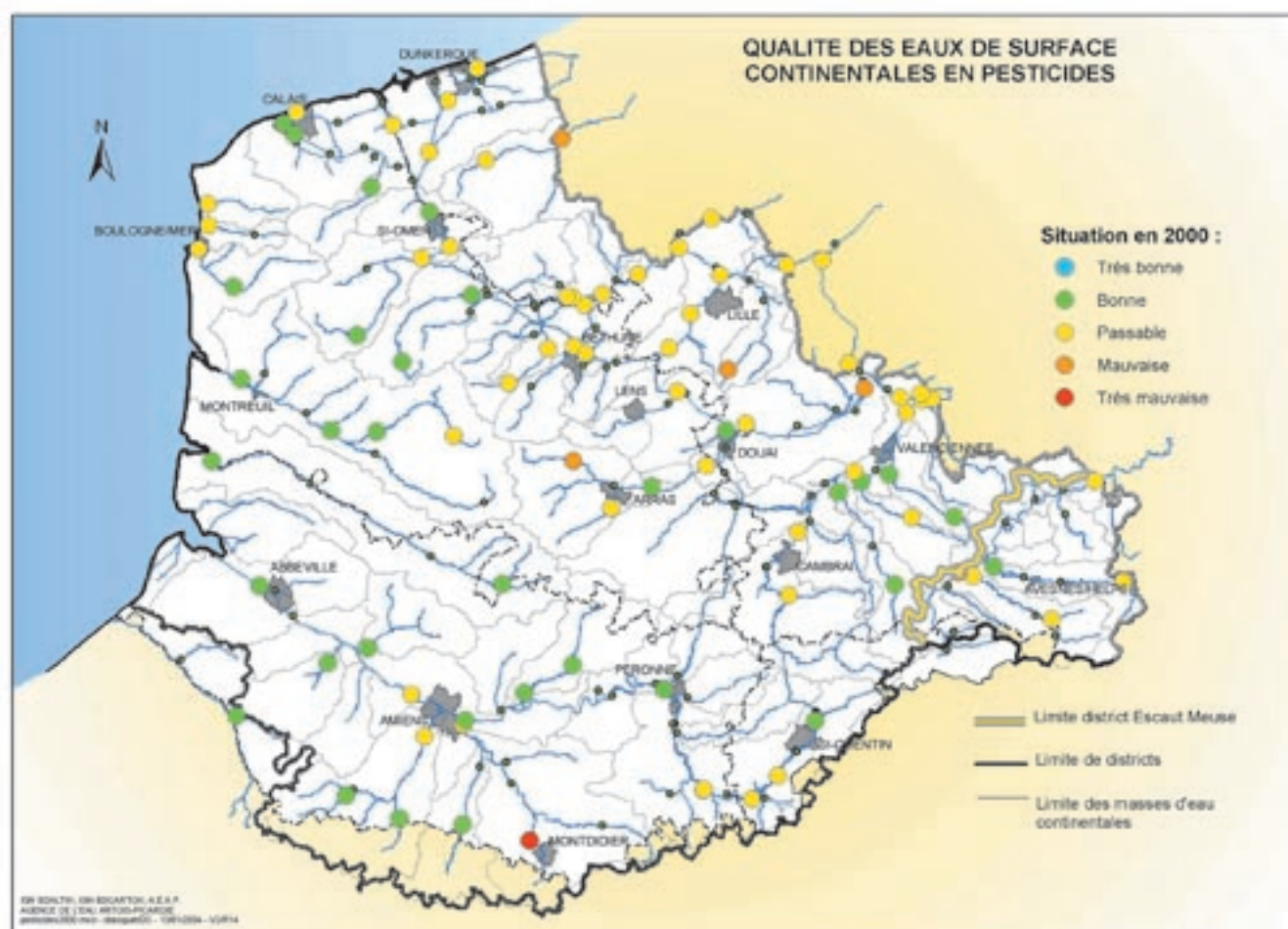


Les niveaux de pollution mesurés témoignent du lourd passé industriel régional : les métaux lourds tels que le plomb, le cadmium ou le mercure sont présents dans les cours d'eau des anciens secteurs

industriels comme la Deûle, l'Escaut, la Scarpe aval, le delta de l'Aa ou la Somme amont.

La contamination est également plus sévère dans les secteurs très peuplés où l'activité industrielle et le réseau routier sont les plus importants. Le zinc se trouve partout à des teneurs relativement acceptables.

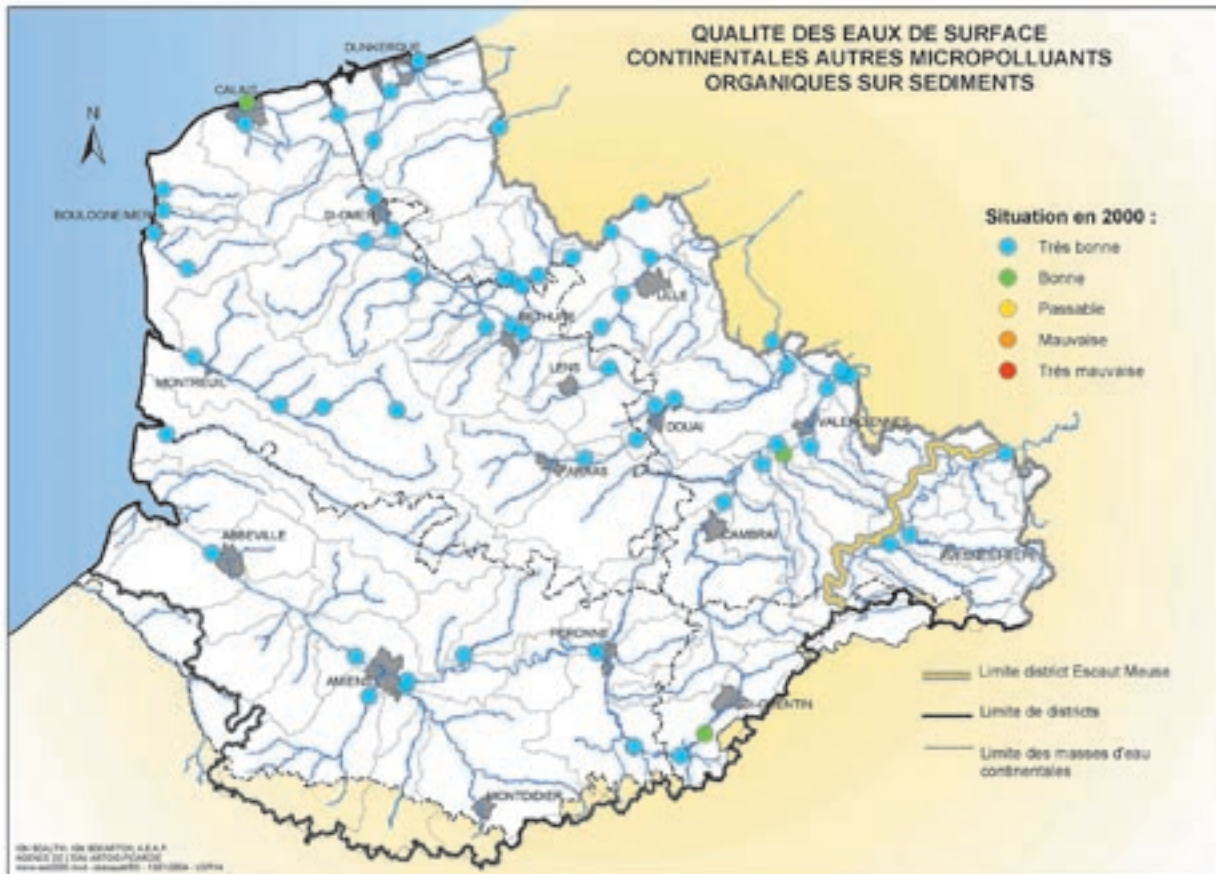
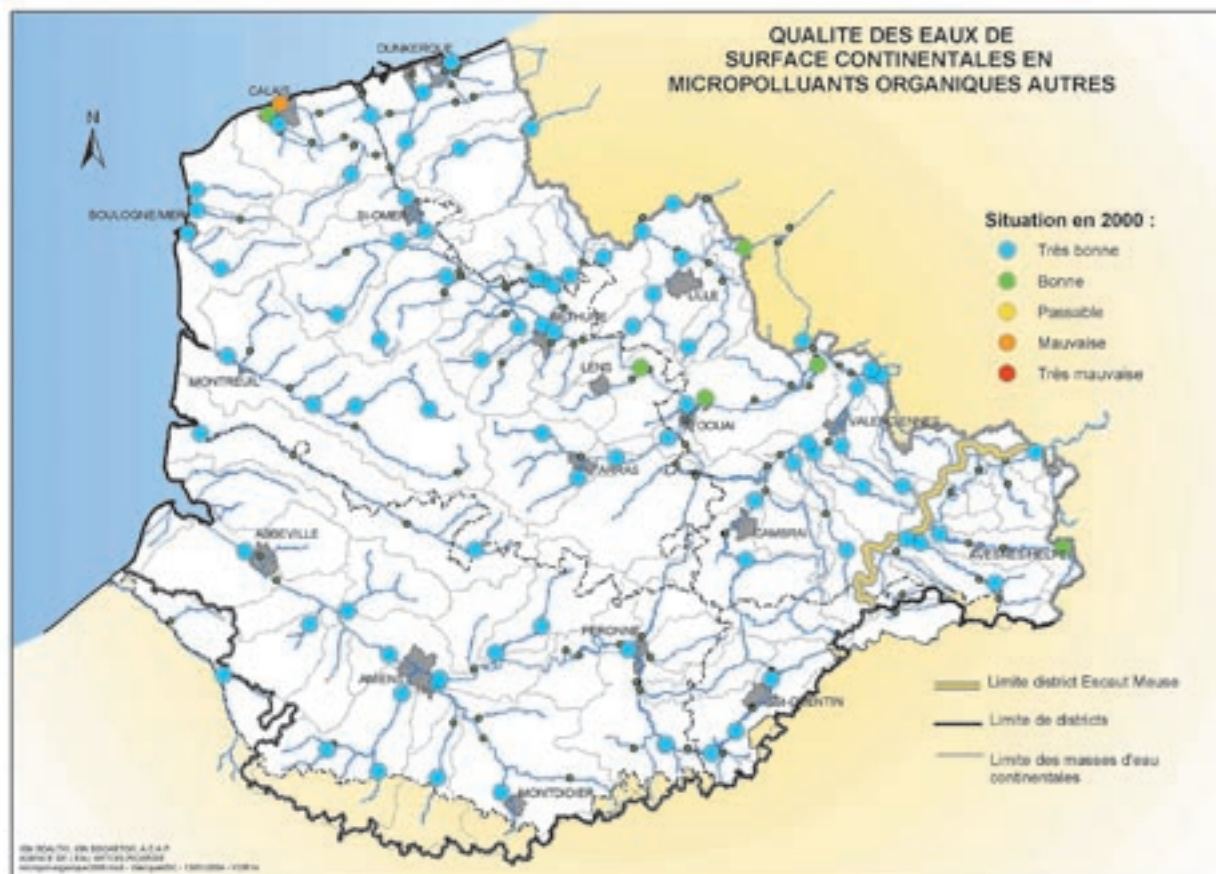
Certains **pesticides** sont recherchés dans l'eau et d'autres dans les sédiments. Toutes les stations de suivi de la qualité des cours d'eau présentent des traces de produits phytosanitaires. Cette qualité globale représente l'analyse la plus défavorable mesurée sur la période et pour l'ensemble des substances. Le seul point de bonne qualité se trouve sur la Rhônelle amont.



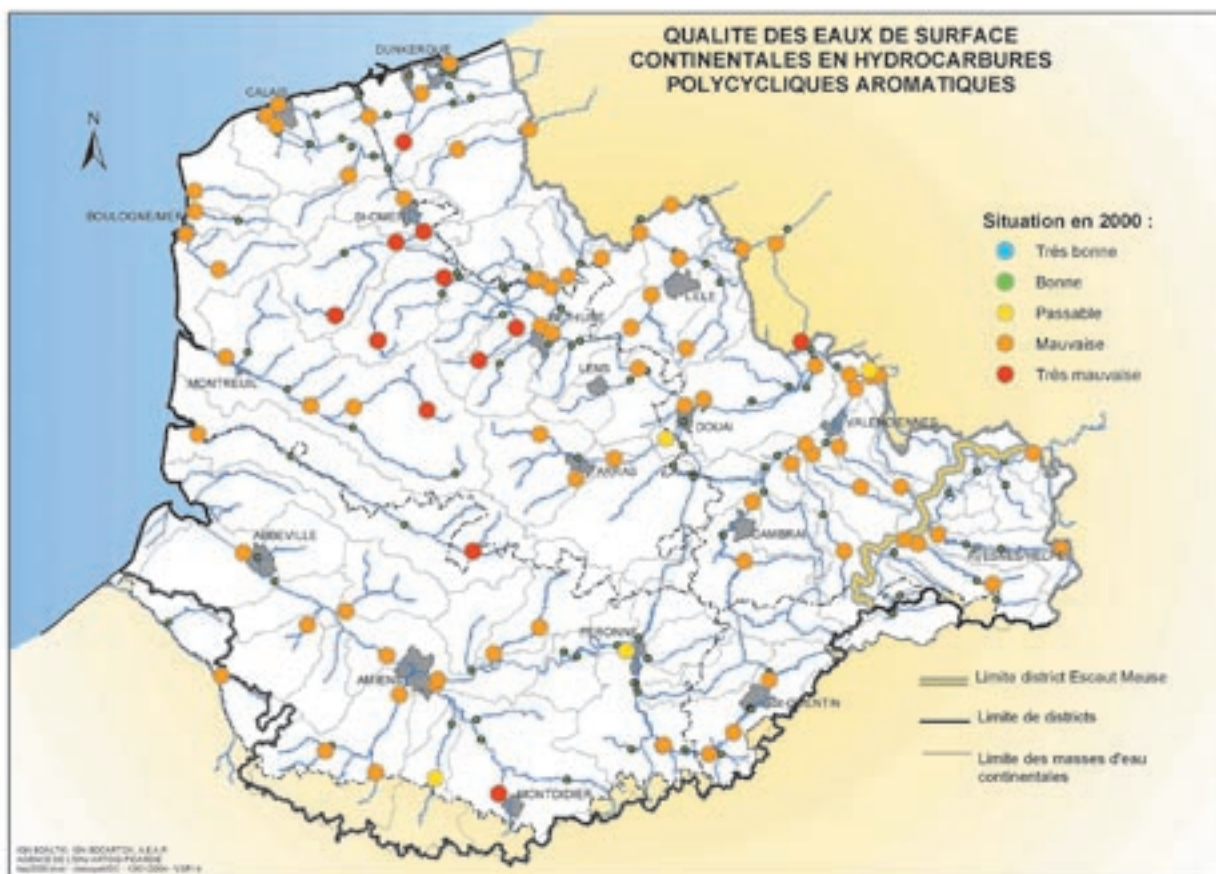
Pour plus de la moitié des résultats d'analyses, la répartition par classe de qualité l'eau révèle une eau de bonne qualité. Les secteurs les plus contaminés par les produits phytosanitaires sont les Flandres, le Calais, la région Lille-Béthune-Lens et l'Avesnois. Pour l'Avesnois, le milieu naturel présente une vulnérabilité qui explique la dégradation de la qualité.

Les substances les plus retrouvées sont l'atrazine et son produit de dégradation la deséthylatrazine, le diuron, l'isoproturon, la deséthylsimazine et le glyphosate.

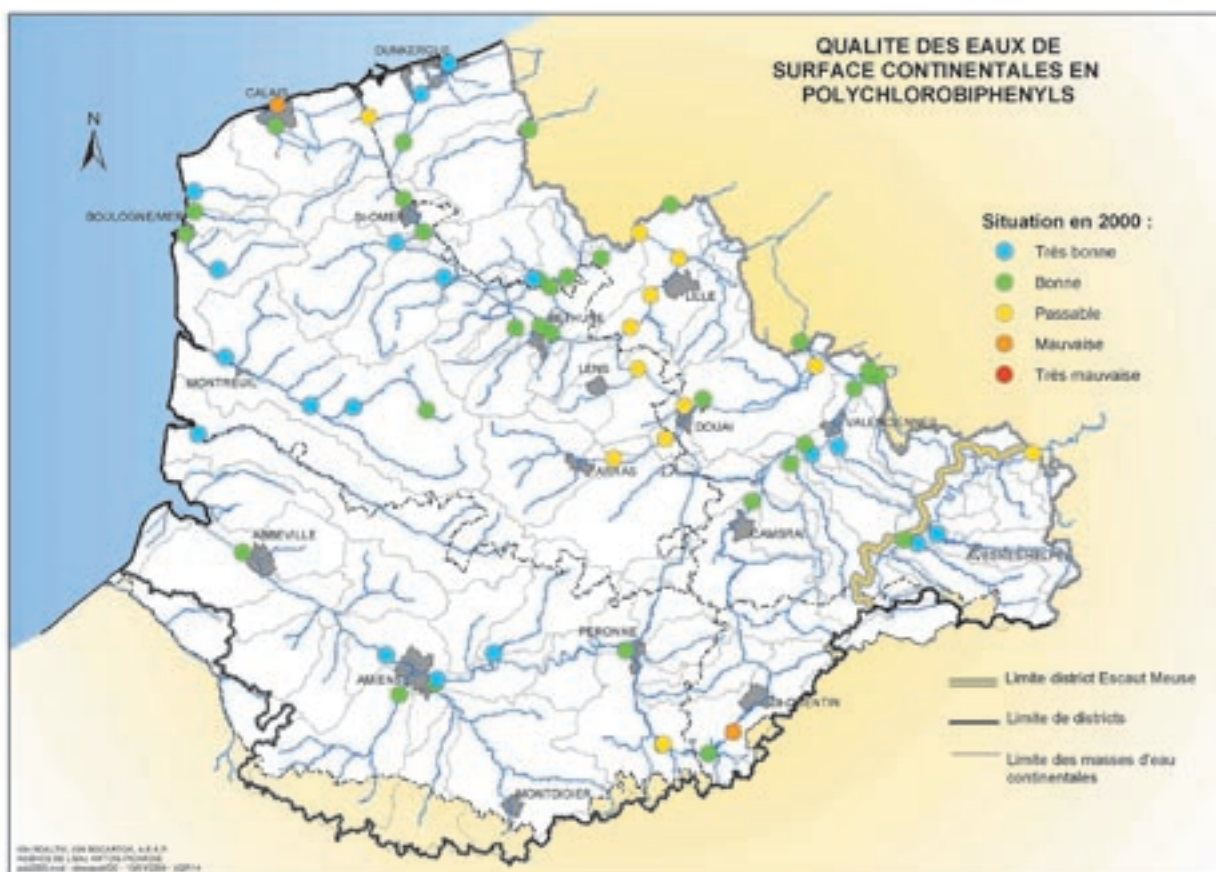
Le retrait du marché de certaines molécules, en tenant compte des phénomènes de persistance et des produits de dégradation, implique qu'elles ne seront progressivement plus retrouvées dans l'environnement.



Les " autres micropolluants organiques " constituent un ensemble de substances chimiques comme les dérivés du benzène, du chlore et du phénol. Concernant le groupe des composés organohalogénés et de l'hexachlorobenzène mesurés dans l'eau, on ne trouve une trace de chloroforme que dans le secteur de Calais. Les molécules mesurées dans les sédiments montrent l'absence de pollution sur tout le bassin.



Les **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques** (HAP) ont été mesurés dans les sédiments. Les résultats témoignent du niveau de contamination quasi-général sur tout le bassin. Cette pollution sera difficile à enrayer compte tenu de son origine typiquement diffuse.

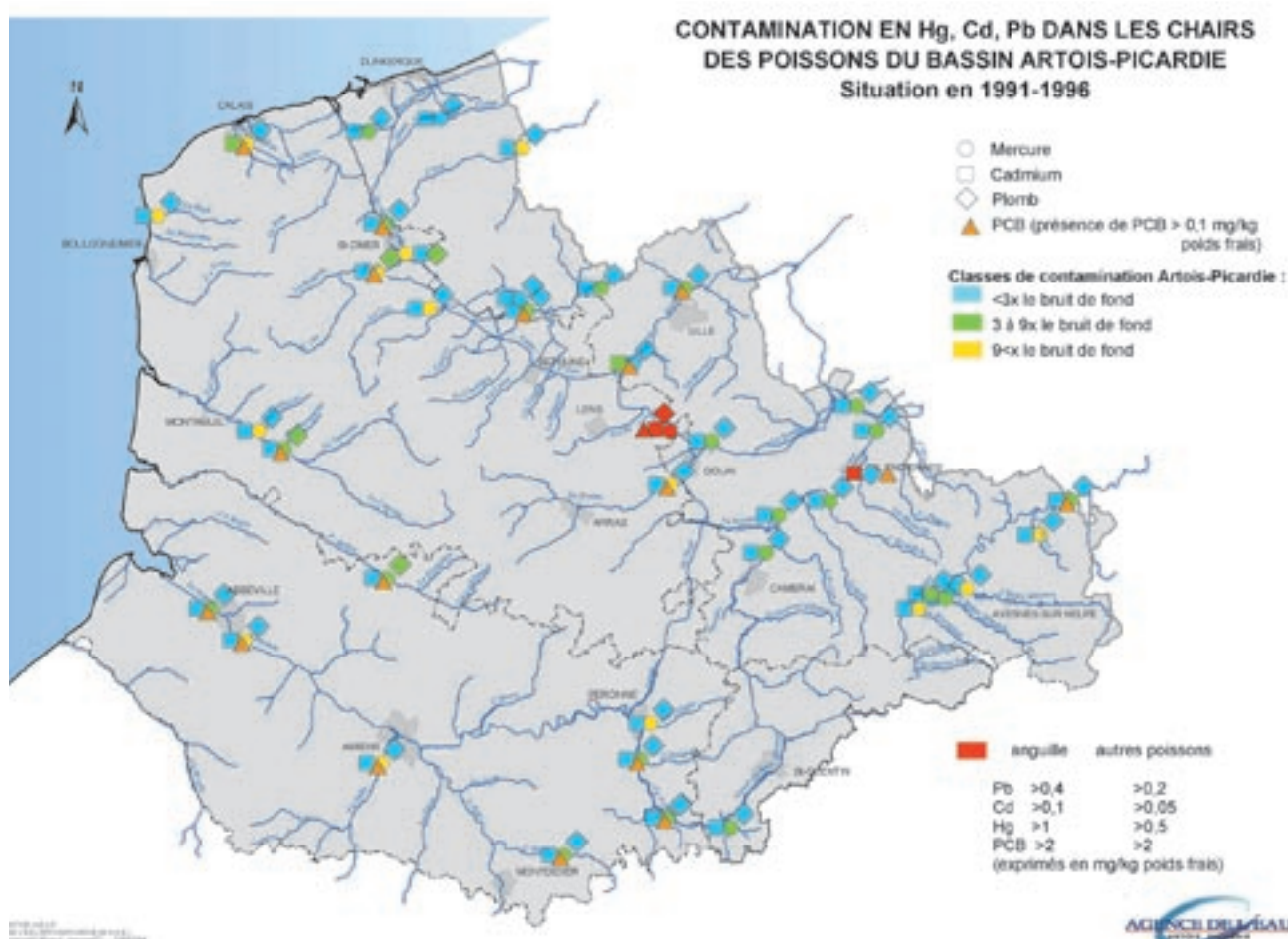


Les **PolyChloroBiphényles** (PCB) sont essentiellement présents sur la Scarpe, la Deûle, l'Aa aval, le canal de Marck, la Sambre aval et la Somme amont.

5.6.3 Contamination des organismes biotiques

Les poissons d'eaux douces

L'Agence de l'Eau Artois Picardie a mis en œuvre entre 1994 et 1996 un suivi de la contamination métallique des chairs de poissons sur 55 sites du réseau de surveillance de la qualité des cours d'eau (cf. carte de la contamination des poissons du bassin Artois Picardie) en collaboration avec le Conseil Supérieur de la Pêche. Des analyses de As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb et Zn ont été réalisées sur 3 des espèces les plus communes du bassin : l'anguille, le gardon et la perche. Les résultats ont été exprimés en mg/kg de poids frais pour permettre la comparaison avec la réglementation européenne et internationale.



Les concentrations en métaux varient fortement d'un site à l'autre pour certains métaux comme l'arsenic, le chrome, le cuivre, le zinc ou le mercure. Pour d'autres métaux (cadmium, nickel, plomb), elles sont faibles et constantes. Les concentrations maximales ont été relevées pour le zinc sur le canal de Roubaix (38.8 mg/kg) et pour le cuivre sur la Sensée (1.64 mg/kg). L'anguille est l'espèce dont les teneurs métalliques sont les plus importantes sauf pour le chrome et le zinc. C'est vraisemblablement dû à la fois à sa teneur en eau relativement faible et à des teneurs en graisses plus élevées ainsi qu'à son mode de vie (espèce vivant au contact des sédiments).

Aucun poisson ne présentait des teneurs supérieures à la réglementation dans le cadre de ce réseau bien que sur certains sites hors réseau (gare d'eau de Courcelles les Lens) des teneurs pouvaient parfois dépasser les seuils réglementaires pour le mercure, le plomb ou les PCB. Les poissons les plus contaminés le sont par le mercure et concernent des secteurs fortement industrialisés et urbanisés (Amiens, Péronne, Saint-Omer, Douai, Lille) même s'il existe des exceptions (Abbeville, Calais, St Quentin). Les contaminations significatives par le mercure concernent les anguilles de cours d'eau

considérés comme étant de bonne qualité (Authie, Créquoise, Hem, Slack). Une hypothèse peut être avancée : dans les secteurs contaminés, l'espérance de vie du poisson est courte et le poisson ne vit pas assez longtemps pour accumuler des teneurs importantes et d'autre part, les métaux sont présents dans les sédiments sous une forme réduite (sulfures) et non disponibles pour le vivant. Ceci pose la question de l'amélioration de la qualité des cours d'eau qui pourrait à terme se traduire par une meilleure oxygénation des eaux et donc une plus grande mobilité des métaux des sédiments. Ceux-ci pourraient contaminer les poissons dont le retour dans certains cours d'eau se confirme (Scarpe aval).

➔ Les poissons des eaux côtières

Les concentrations en cuivre, cadmium, manganèse et plomb ont été mesurées chez quatre espèces de poissons (morue, plie, limande et flet) dans les principales zones de nurserie du littoral du bassin en 1998 et 1999. Quelle que soit l'espèce, les concentrations sont plus élevées dans le foie que dans le muscle. Les teneurs en Cd, Cu, Mn et Pb dans les muscles ne sont pas significativement différentes selon les espèces. Les concentrations métalliques des foies sont cependant plus élevées chez les poissons plats que chez la morue.

Le flet est l'espèce la plus contaminée pour le cadmium. Les plus fortes concentrations ont été observées à Calais, les plus faibles à Dunkerque. Aucune des concentrations observées n'est supérieure à la réglementation (1 mg/kg en poids frais) et la tendance semble être à la baisse par rapport aux données de 1989. Le flet est également l'espèce la plus contaminée pour le cuivre, les sites de Calais et Boulogne apparaissant ici encore comme les plus touchés. La situation est la même pour le plomb mais c'est la plie qui est la plus touchée, avec toutefois des concentrations en forte baisse par rapport aux années 1980. Les poissons nécrosés possèdent des teneurs en métaux systématiquement supérieures aux poissons extérieurement sains.

➔ La consommation de ces poissons présente-t-elle un risque pour la santé humaine ?

Pour savoir si l'ingestion de poisson contaminé présente un risque pour le consommateur, on a recours à la DHTP (Dose Hebdomadaire Tolérable Provisoire). La DHTP désigne la quantité d'une substance donnée pouvant être ingérée chaque semaine durant toute une vie sans entraîner de risques appréciables pour la santé d'un individu. Un dépassement accidentel n'est donc pas inquiétant. La DHTP est exprimée par unité de poids corporel et est adaptée aux contaminants aux effets cumulatifs.

A titre d'exemple, en France, avec une DHTP de 5 µg/kg et une concentration maximale en Hg de 0,67 mg/kg correspondant à la valeur maximale rencontrée lors du suivi 1994-1996 dans les chairs du poissons du bassin Artois Picardie, un adulte de 70 kg devra ingérer 520 g et un enfant de 30 kg devra ingérer 220g des poissons les plus contaminés du bassin chaque semaine pour être susceptible de développer une pathologie.

Même avec ce scénario pessimiste, le risque pour la santé humaine lié à la consommation de ces poissons est donc assez limité.

➔ Nécroses et formes anormales ou tératogènes chez différents groupes animaux et végétaux du bassin

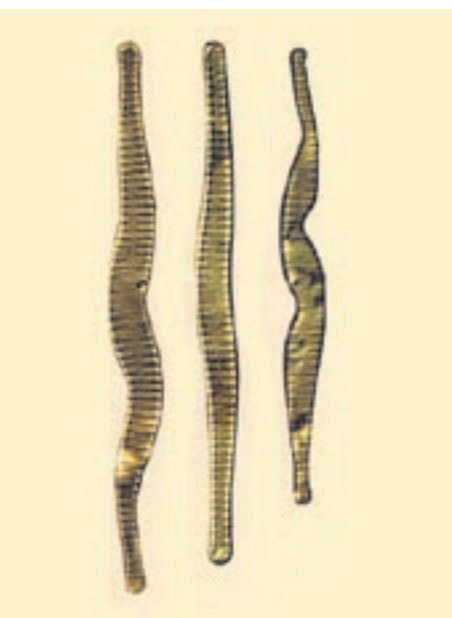
La présence de toxiques dans les eaux et les sédiments peut se traduire par l'apparition de formes anormales chez de nombreuses espèces de la faune et de la flore continentale ou marine du bassin.





Crédit photo A. Richard USTL&MW

Impact de la contamination métallique chez les algues du groupe des diatomées (canal de la Deûle)



Crédit photo Cnavigef Bordenaux

La forme linéaire est altérée mais la structure interne est conservée.



Crédit photo Cnavigef Bordenaux

La forme de massue est conservée mais la structure interne est altérée.

Les formes les plus spectaculaires concernent les poissons marins et en particulier les poissons plats comme le plie, la sole et surtout le flet. Le phénomène n'est pas récent car déjà observé au début du XX^e siècle. Des enquêtes ont été réalisées sur le littoral du bassin entre 1975 et 1982. Les poissons du littoral entre Calais et Dunkerque apparaissaient alors particulièrement touchés de même que le secteur de Boulogne sur Mer (poissons plats dont le flet, espèce côtière et sédentaire, ainsi que quelques morues). Pour les poissons plats, la face ventrale au contact des sédiments était particulièrement atteinte par ce phénomène. De nouvelles enquêtes, réalisées en 1999 sur la façade Manche, ont montré que les juvéniles ne sont pas touchés par les nécroses et que les déformations concernent 9 espèces de poissons, essentiellement des poissons plats dont la limande et le flet. Le phénomène est donc bien côtier et concerne des individus relativement âgés. Cela laisse supposer un effet cumulatif des contaminants. Il faut signaler que ce phénomène encore observable actuellement était bien plus commun après la deuxième guerre mondiale.

La présence de formes anormales n'est pas l'apanage des poissons loin s'en faut. De tels phénomènes se rencontrent également chez les algues comme par exemple les diatomées. Ces algues utilisées comme indicateurs de la qualité des eaux possèdent un squelette en silice nommé frustule dont la forme, la taille et l'ornementation permettent l'identification des différentes espèces. Des formes anormales ont été rencontrées sur le canal de la Deûle et de façon générale dans des endroits où les concentrations métalliques sur eau et/ou sur sédiments sont importantes. Ce phénomène connu depuis longtemps existe dans de nombreuses régions y compris françaises, et certains pays comme l'Idaho aux Etats-Unis ont proposé des métriques, tels que le taux de déformation, comme indicateurs de la contamination des cours d'eau. Reste que la prudence est de mise : un stress comme une variation brutale de la température ou du pH peut générer des formes anormales tout comme un épuisement de la silice. Dans les milieux les plus contaminés du bassin, ces taux de déformations avoisinent les 3 % chez les diatomées prélevées sur les sédiments dont les concentrations en métaux non essentiels (cadmium, arsenic, plomb, mercure) sont les plus élevées (Deûle, Canal de Roubaix, Canal de Marck).

Nos voisins flamands utilisent la présence de formes anormales de mâchoires chez les macroinvertébrés du groupe des chironomidae comme indicateurs de la contamination des sédiments. Les larves de chironomidae possèdent sur la partie céphalique une mâchoire dont l'ornementation est caractéristique de l'espèce. En présence de contaminants métalliques, des dents peuvent apparaître ou disparaître. La nature et le taux de "déformation" de ces mâchoires permettent le calcul d'un indice de contamination de ces sédiments. Cette méthode a été appliquée sur quelques sites du bassin de la Sambre en 2001. Elle pourrait être utilisable moyennant une adaptation régionale.



Substances oestrogéniques et intersexualisation

Les substances oestrogéniques sont des substances imitant et/ou inhibant l'action des hormones naturelles, et interagissent avec d'autres polluants. Il n'existe pas de liste exhaustive de ces substances parmi lesquelles figurent des oestrogènes naturels (7 β oestradiol par exemple), des oestrogènes de synthèse (issues des pilules contraceptives), des phytoestrogènes que l'on peut retrouver dans l'ail, le persil, ou la cerise, mais aussi des micropolluants (lindane, pentachlorophénol, atrazine, simazine, DDT, PCB, TBT, dioxines), des métaux (Hg, Cd, Pb), des détergents, les nonylphénols....

Les substances oestrogéniques sont présentes dans les effluents de STEP jusqu'à 13,5 ng/l (5 en moyenne) contre 0,06 à 0,2 chez la femme et moins de 0,05 ng/l chez l'homme. Ces substances ont pour effets une baisse du nombre de spermatozoïdes et du pouvoir fécondant

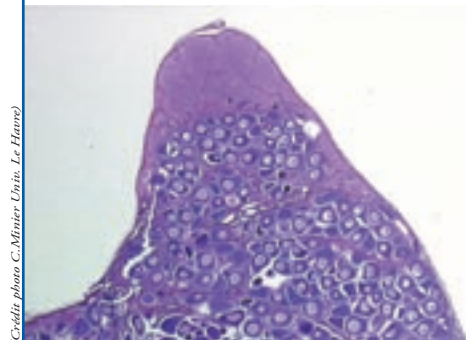
de nombreuses espèces animales, des problèmes et des anomalies de développement, une féminisation des mâles (phoques en mer Baltique, alligators et tortues en Floride...). L'homme est également touché comme en témoignent les taux élevés de cancer touchant des organes sensibles aux régulations hormonales, la diminution de la qualité et de la quantité du sperme, et les problèmes de malformation des organes génitaux.

Des premières études, menées par l'université du Havre, visent à la fois le poisson et en particulier le gardon (Somme, Lys, Deûle, Yser, canal d'Audruicq), et les mollusques avec les moules marines (*Mytilus edulis*) à Oye-Plage et en baie de Somme et les moules d'eau douce (*Dreissena polymorpha*) sur la Deûle, la Somme et le canal d'Audruicq.

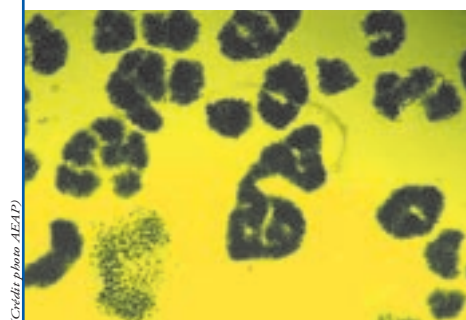
Aucun signe de perturbation n'a été décelé chez la moule marine alors que les moules d'eau douce de tous les sites continentaux étudiés montrent des signes d'activité oestrogénomimétiques en particulier à Don sur la Deûle et à Nortkerque sur le canal d'Audruicq. Les substances incriminées sont en cours de recherche mais estrone et oestradiol sont présentes dans les tissus analysés. Des gardons intersexués, c'est-à-dire des mâles dont des testicules contiennent des ovocytes, ont été recensés sur la Somme (1 mâle sur 6 à Ailly sur Somme). Ailleurs, le faible nombre de poissons analysés n'a pas permis de conclure, et des nouvelles pêches sont programmées.

➔ Les cyanobactéries et les toxines associées

Les cyanobactéries ou algues bleu-vert constituent un groupe d'algues possédant des caractéristiques proches des bactéries. Elles comptent parmi les plus anciens organismes que la terre ait porté et sont en grande partie à l'origine de l'oxygène de l'air. Plus de 2000 espèces continentales et marines ont été identifiées parmi lesquelles 40 sont connues pour être toxiques. Le rôle des toxines est encore mal connu (mécanisme de défense, avantage lors de phénomènes de compétition...). Elles sont également à l'origine de goûts et d'odeurs par l'intermédiaire de substances telles que la géosmine qui donne au poisson un goût et une odeur de vase. Les proliférations de cyanobactéries surviennent généralement en fin d'été et se traduisent par une forte coloration bleu, bleu-vert, parfois même rouge des eaux. Certaines espèces capables de flottaison peuvent également former une couche de quelques cm à la surface de l'eau. La toxicité survient par ingestion directe (consommation d'eau) ou indirecte (consommation de nourriture contaminée), par contact, ou par inhalation (aérosols). Parmi les toxines identifiées figurent des hépatotoxines dont les microcystines (du nom de l'espèce *Microcystis aeruginosa*) soupçonnées de provoquer des cancers du foie en Chine et responsables de mortalités humaines au Brésil en 1996, ainsi que les nodularines (du nom de l'espèce *Nodularia spumigera*, première espèce identifiée comme mortelle pour les animaux en Australie à la fin du 18^e siècle) et la cylindrospermopsine (du nom de l'espèce *Cylindrospermopsis raciborskii*) responsable de dégénérescences et nécroses du foie. On trouve également des neurotoxines dont les anatoxines au sens large et les aphantoxines ou saxitoxines, qui sont des toxines analogues à celles rencontrées chez certaines algues marines, qualifiées de Paralytic Shellfish Poisoning en raison de leur aptitude à être concentrées chez les mollusques dont la consommation est à l'origine de phénomènes de paralysie respiratoire chez l'homme. Ces toxines sont thermorésistantes et non éliminées en STEP sauf traitement poussé. L'OMS recommande l'interdiction de la baignade quand les cyanobactéries dominent ($>50 \mu\text{g/L}$ de chlorophylle et densité > 100.000 cellules/ml). La Dose tolérable journalière pour la microcystine LR, la plus connue et la plus toxique des toxines est de $0,04 \mu\text{g/kg/j}$ (exposition orale). Une valeur guide de $1 \mu\text{g/L}$ microcystine-LR pour l'alimentation en eau potable a également été proposé.



Tissu testiculaire de poisson envahi par des ovocytes.



Cyanobactéries

6 Exemples et perspectives sur le bassin Artois Picardie

Les exemples et expériences présentés dans cette partie témoignent de la prise de conscience de la nécessité de mettre en place des actions de maîtrise et de réduction des substances toxiques.

6.1 Des moyens de réduction des rejets industriels:

Les approches des établissements industriels concernés peuvent être différentes : certains engagent des travaux sur les procédés de fabrication, d'autres sur le traitement des eaux résiduaires. La motivation de ces actions peut être une évolution réglementaire globale (respect d'une directive européenne ou d'une réglementation nationale) ou le résultat d'une politique volontariste (image de la société, management environnemental).

6.1.1 La modification des procédés :

La modification des procédés peut impliquer un changement dans les produits finis, dans les produits mis en œuvre ou dans les sous-produits générés. Quelques exemples permettent d'illustrer cette démarche:

➡ Le changement de produit fini

CAS N°1 - Domaine : Fabrication de détergents industriels

Produit concerné : *nonylphénol éthoxylé 9 O E*.

L'entreprise respectait les règles d'étiquetage de ses produits finis qui sont des préparations, en s'imposant les règles relatives aux substances chimiques. Le nonylphénol éthoxylé 9 O E était classé comme "très toxique pour l'environnement aquatique" et relevait de l'affichage R50.

Dans le cadre de sa politique environnementale et de ses engagements à adopter le principe de précaution, les produits de sa gamme commerciale ont été modifiés pour remplacer cette substance par un alcool gras éthoxylé.

Cette opération a réduit les rejets de l'usine qui assure la composition et le conditionnement de ces produits, et par là-même la dispersion globale de cette substance dans l'environnement.

CAS N°2 - Domaine : Fabrication d'ustensiles ménagers.

Produit concerné : *cadmium*.

Une importante société de fabrication d'ustensiles ménagers en aluminium utilisait de l'oxyde de cadmium pour obtenir une coloration rouge de son émail et rejetait une partie de ces sels métalliques toxiques au milieu naturel.

Les procédés d'épuration connus auraient été insuffisamment efficaces pour atteindre l'objectif souhaité. L'industriel a donc décidé de supprimer ce rejet en lançant en France et à l'étranger une vaste action de marketing tendant à inciter les clients à choisir des teintes "plus à la mode" telles que gris, vert ou bleu. En trois ans, progressivement, l'utilisation d'émaux rouges a été supprimée ; il en a été de même pour les rejets de cadmium.

➡ Le changement de produit mis en œuvre :

CAS N°3 - Domaine : Chimie de base.

Produit concerné : *phosphate de tributyle*.

Pour la production d'un intermédiaire, le procédé mettait en œuvre le phosphate de tributyle comme solvant pour une synthèse. Cette substance étant visée par la liste des "toxiques ou néfastes à long terme pour l'environnement", l'industriel a d'abord mis en œuvre des équipements pour l'extraire de ses sous-produits en vue de respecter les prescriptions de rejet. Ensuite, il a développé des recherches sur un nouveau procédé de synthèse qui évite l'utilisation de cette substance. Un nouvel atelier va mettre en œuvre le nouveau procédé.

CAS N°4 - Domaine : Fabrication de pièces en caoutchouc.

Produit concerné : *stéarate de zinc*.

Le site fabrique ses propres mélanges de caoutchoucs conditionnés en bandes dans des paniers métalliques avant vulcanisation. Pour éviter que ces bandes ne collent entre elles, elles sont recouvertes de stéarate de zinc pulvérulent qui se retrouve dispersé sur tout le site de production. L'opération consiste à remplacer le stéarate en poudre par une émulsion aqueuse diluée de stéarate de magnésium. Ce dispositif permettra de supprimer les rejets permanents de zinc dans le réseau d'assainissement urbain et de supprimer les risques de pollution accidentelle par ce métal dans le milieu naturel

→ **La récupération et la valorisation de produits**

CAS N°5 - Domaine : Fabrication d'outillage à main.

Produit concerné : *chrome hexa valent*.

La fabrication de tournevis en acier chromé nécessite l'utilisation d'acide chromique et entraîne un rejet de ce produit, sous forme diluée, lors du rinçage suivant le bain de chromage. Un procédé associant l'échange d'ions et l'évapoconcentration a permis la récupération de ce produit sous forme concentrée et sa réutilisation en fabrication.

CAS N°6 - Domaine : Aciérie.

Produit concerné : *zinc*.

Les poussières d'aciéries de cette usine, retenues par voie humide, étaient déposées à proximité de l'établissement. Ainsi, plusieurs milliers de tonnes/an de ce résidu contenant divers métaux ou oxydes participaient à la formation de terrils et à l'infiltration dans le sol et la nappe de divers sels métalliques. La mise en place d'une unité de traitement par hydrométallurgie permettra de supprimer cette mise en décharge tout en valorisant l'oxyde de zinc comme pigment dans la fabrication de peintures.

CAS N°7 - Domaine : Fabrication de pigments pour peinture anticorrosion

Produit concerné : *strontium*.

Le procédé propre consiste en la récupération de strontium sur les lignes de fabrication. Pour ce faire, on précipite le strontium par neutralisation. Le strontium récupéré est injecté comme matière première de façon continue.

6.1.2 Le traitement des effluents des procédés :

CAS N°8 - Domaine : Chimie organique fine.

Produits concernés : *toluène, dichlorométhane et chloroforme*.

Jusqu'alors, seules les eaux résiduaires diluées étaient traitées sur le site, les eaux de procédé les plus concentrées étaient évacuées en centre de destruction.

Le nouveau procédé de traitement mis en place autorise le traitement de certaines de ces eaux concentrées en procédant en 2 étapes successives :

- la séparation des composés apolaires contenus dans les eaux résiduaires par fixation sur support macroporeux, extraction à la vapeur et récupération des vapeurs par condensation,
- la dégradation des matières oxydables rendues biodégradables.

L'objectif est d'amener la concentration globale en toluène, dichlorométhane et chloroforme au rejet à une valeur maximale de 6 mg/l. Ce procédé permet d'optimiser et de fiabiliser la gestion des effluents tout en maintenant constants les coûts d'exploitation de la filière d'épuration.

CAS N°9 - Domaine : Chimie organique.

Produits concernés : *herbicides*.

Les substances actives contenues dans les effluents et potentiellement dans les eaux pluviales sont traitées sur filtre à sable puis sur charbon actif avant traitement biologique et adsorption finale sur

charbon actif. Un rejet par batch des eaux traitées permet le contrôle de leur qualité (méthodes chromatographiques longues) impératif avant rejet au milieu naturel.

6.1.3 La mise en place d'un rejet zéro liquide sur site

CAS N°10 - Domaine : Traitement de surfaces.

Produits concernés : *cuivre, chrome, nickel, cyanure.*

Initialement, l'eau utilisée pour le traitement des pièces métalliques provenait totalement du réseau public (3 600 m³/an). Les effluents étaient traités dans une station d'épuration physico-chimique : décyanuration, déchromatation, précipitation, décantation et filtre à sable. Ensuite, les eaux étaient dirigées vers la station d'épuration urbaine. Après épuration biologique, les eaux usées étaient infiltrées dans la nappe. Par ailleurs, les boues résiduelles produites étaient éliminées en centre de destruction.

Le procédé propre consiste à réaménager les 2 chaînes de traitement de surface : des cuves de rinçages sont ajoutées afin de permettre la réduction des débits par cascades inverses. Une récupération à la source du cuivre des bains d'activation se fait par des électrolyseurs. Les rinçages chromiques très concentrés sont traités sur une résine et puis évaporés afin de recycler le concentrat dans les bains de traitement et le distillat dans les rinçages. Le nickel est adsorbé sur des résines échangeuses d'ions dont les éluats peuvent être recyclés dans le bain de traitement. Les rinçages alcalins cyanurés sont également recyclés sur des résines échangeuses d'ions. Pour les effluents concentrés et les éluats, on prévoit un traitement sur la station d'épuration existante. Un évaporateur est mis en œuvre afin de recycler les eaux sur les chaînes de traitement. L'ensemble des effluents est traité et recyclé ce qui permet d'économiser l'eau du réseau public et il n'y a actuellement plus de rejet liquide.

CAS N°11 - Domaine : Téléphonie mobile.

Produits concernés : *cyanure, cuivre, nickel.*

Cette entreprise spécialisée dans la fabrication de relais pour la téléphonie mobile met en œuvre divers procédés de métallisation et rejette plusieurs toxiques tels que cyanures, cuivre et nickel. La mise en place d'une station de détoxification permettra d'éliminer plus de 95 % de ces produits.

CAS N°12 - Domaine : Traitement de surfaces.

Produits concernés : *zinc, chrome.*

Le zinc est déposé par électrolyse de zinc comme revêtement anticorrosion sur des pièces automobiles. Bien que traitées dans une station d'épuration physico-chimique efficace, les rejets étaient incompatibles avec l'objectif de qualité du milieu récepteur (rivière à très faible débit d'étiage). L'industriel vient d'effectuer d'importants travaux pour limiter les flux polluants et les débits de l'outil de production et pour compléter son épuration par une unité d'osmose inverse ; les concentrats et les boues sont envoyés en centre collectif de traitement. Les coûts d'investissements et d'exploitation sont très élevés mais ces installations ont permis d'obtenir un "rejet zéro liquide sur site".

Pour en savoir plus :

- Site INTERNET de l'Agence de l'eau Artois Picardie : www.eau-artois-picardie.fr - Etudes et recherches - Les techniques propres et le recyclage en industrie

6.2 Des moyens de réduction des rejets dispersés: la récupération et la valorisation des Déchets Toxiques en Quantités Dispersées

6.2.1 Terminologie et identification des DTQD

Les PME-PMI, les Très Petites Entreprises (TPE), les artisans, les commerçants, les établissements d'enseignements et de recherche, les laboratoires, les hôpitaux et les cliniques... produisent des déchets dangereux (au sens du décret 2002 – 540 du 18 avril 2002) habituellement dénommés **“ Déchets Toxiques en Quantités Dispersées ” (DTQD)**.

Des déchets dangereux sont également produits par les activités quotidiennes des ménages (nettoyage, bricolage, jardinage, ...) et sont alors couramment appelés **“ Déchets Ménagers Spéciaux ” (DMS)**.

Les DTQD et les DMS ne sont pas, du point de vue de leurs caractéristiques, différents des déchets industriels dangereux pour l'eau, mais sont produits en petites quantités et caractérisés par une dispersion liée à la diversité et à la multiplicité des activités qui les produisent. En cas de mauvaises pratiques d'élimination, ils peuvent polluer les eaux souterraines et superficielles, perturber le fonctionnement des stations d'épuration communales et remettre en cause la valorisation agricole des boues.

Impact des DTQD à l'échelle nationale					
Déchet	K équivalent toxique déchet *	Flux g/hab/j	Mode de rejet		Référence NAF des activités génératrices des déchets
			Egout	Poubelle	
Huiles de vidange	293	11,20	95 %	5 %	50+602LMABNE
Amalgame dentaire	127	3,7.10 ⁻³	5 %	95 %	851E
Encres	77	73.10 ⁻³	95 %	5 %	222
Chiffons + solvants	57	1,39	0 %	100 %	285D+50+22+452AB +454J+361
Résidus de perchloréthylène	57	0,18	59 %	41 %	939AB
Thermomètres mercure	3	42.10 ⁻⁶	10 %	90 %	851A

Impact des DMS à l'échelle nationale				
Déchet	K équivalent toxique déchet*	Flux g/hab/j	Mode de rejet	
			Evier	Poubelle
Piles	2 282	1,62	0%	100%
Biocides	90	22.10 ⁻³	1%	99%
Acide chlorhydrique	79	0,37	99%	1%
Huile moteur	32	1,24	95%	5%
Colorants	26	25.10 ⁻³	95%	5%
Antirouille pour vêtements	13	12.10 ⁻³	95%	5%

* L'équivalent toxique déchet représente le risque pour l'environnement et la santé et permet de hiérarchiser l'ensemble des activités économiques au regard des flux qu'elles produisent. Une étude inter Agences (2000) a permis d'effectuer un premier inventaire des activités économiques concernées ainsi que des flux totaux de DTQD produits.

Ce classement permet de mieux cibler les activités polluantes dont les impacts polluants sont importants et qui nécessiteront des campagnes de sensibilisation et d'incitation financière.

Les 10 activités économiques les plus productrices d'équivalents toxiques		
Code NAF	Activité	K équivalent toxique
802	Education secondaire	230
743 B	Activité de contrôle et d'analyse technique	201
602 L-M	Transports : marchandises	181
50	Commerce et rép. Auto, détail carburant	173
222	Imprimerie	150
851 E	Pratique dentaire	127
285 D	Traitement des métaux – mécanique générale	92
803	Education supérieure	71
930 A-B	Blanchisserie Teinturerie	57
602 A-B	Transports : voyageurs urbains et routiers	33

6.2.2 Le Contexte réglementaire

Considérant qu'il s'agit de déchets dangereux, l'ensemble de la réglementation des déchets dangereux vise ces déchets toxiques produits en petites quantités avec trois niveaux pouvant s'appliquer séparément ou simultanément :

- la législation du droit du travail,
- la législation du droit de l'environnement (et notamment celle relative à la police des eaux et aux installations classées pour la protection de l'environnement),
- le règlement d'assainissement définissant les conditions d'admission de rejets dans le réseau d'assainissement.

En réalité, la petite taille et le nombre important de sites conduisent à peu de contrôles donc à une faible pression réglementaire avec en corollaire moins de recours au traitement spécialisé et à la valorisation des DTQD.

L'intervention financière des Agences de l'Eau étendue à l'ensemble des producteurs de DTQD complétée par la création de nouvelles rubriques des installations classées et le développement des conventions de raccordement devraient permettre de mieux faire appliquer cette réglementation avec notamment la mise en pratique de la stratégie communautaire pour la gestion des déchets du 30 juillet 1996 donnant la priorité à la réduction à la source, à la valorisation et au traitement vers des filières dédiées (centres homologués par les Agences de l'Eau).

De même qu'avec le décret du 12 Mai 1999, la réglementation pour la mise sur le marché et la fin de vie des piles et accumulateurs et leur traitement obligatoire ouvre des perspectives dans la voie d'une solution plus globale ...

6.2.3 Des taux de collecte et de traitement encore très faibles

Au niveau national, l'étude inter Agences a évalué le gisement:

- des DTQD d'origine professionnelle de l'ordre de 534 000 tonnes par an soit l'équivalent de 9,1kg par habitant et par an
- des DMS à 250 000 tonnes.

Le gisement potentiel des 4.7 millions d'habitants du bassin Artois Picardie (soit 8% de la population nationale) est estimé à 16 000 T/an de DTQD et 6 000 T/an de DMS. Ce gisement potentiel est à comparer au pourcentage des déchets collectés aidés par l'Agence qui est passé de 550 T en 1997 (2.5% collectés) à 1850 T en 2000 (8,35% collectés). Sur le territoire national, entre 5 et 10 % seulement des DTQD et des DMS produits annuellement rejoignent les filières de traitement homologuées.

La grande majorité des DTQD et des DMS fait encore l'objet de pratiques d'élimination non conformes (rejet à l'égout, brûlage à l'air libre, enfouissement en décharge sauvage, mélange avec les ordures ménagères...) et cette gestion est à l'origine de pollutions diffuses et dispersées des milieux naturels et aquatiques dont on peut entrevoir les conséquences à court et à long terme : contamination des boues résiduelles urbaines, des eaux souterraines et superficielles, des sols par des micropolluants organiques et minéraux.

Au delà de l'impact environnemental, ces mauvaises pratiques ont des conséquences économiques supportées par la collectivité publique dans son ensemble :

- lorsque des dépassements de valeurs limites réglementaires autorisées pour l'épandage agricole des boues sont constatés, les collectivités sont contraintes de trouver des filières d'élimination alternatives plus coûteuses,
- les rejets directs de DTQD dans les réseaux accélèrent la dégradation des tuyaux de collecte des eaux usées,
- afin de respecter les normes de rejets des gaz et poussières, les unités d'incinération des ordures ménagères auront à s'équiper d'un traitement plus poussé pour capter les métaux lourds et les autres polluants contenus dans les DMS.

Face à ces constats, il est indispensable d'améliorer la gestion des DTQD et des DMS. Compte tenu de leur dispersion géographique et des faibles quantités produites individuellement, il est nécessaire d'organiser la collecte et le regroupement de proximité pour permettre leur élimination à un coût économiquement supportable par le producteur.

6.2.4 Différents schémas de collecte sont possibles

Divers modes de collecte ont été développés. Certains sont peu adaptés à la dangerosité DTQD. Par exemple, la collecte en vrac en porte à porte est impossible en raison de l'incompatibilité de certains produits et seules les huiles de vidange, les piles et batteries, facilement identifiables peuvent être collectées de cette manière.

Il s'avère que seule une collecte séparée permet une valorisation optimale de ces déchets, ainsi, quatre axes de collecte se sont développés :

- la collecte en plate-forme de prétraitement, regroupement et reconditionnement,
- l'apport volontaire dans les déchetteries spécifiquement ouvertes aux artisans ou dans les déchetteries communales existantes acceptant les déchets dangereux des artisans (dispositif adapté aux activités artisanales non sédentaires comme par exemple les peintres). Le regroupement des DTQD en déchetteries est subordonné à une autorisation réglementaire préalable au titre des ICPE,
- la collecte sélective mobile assurée par une société qui dispose d'un véhicule spécialement adapté pour le transport des matières dangereuses et d'un personnel formé,
- la reprise par le fournisseur développée pour certains produits a été encouragée par l'ADEME sous la forme du label " marque RETOUR ".

D'autres professions s'organisent également avec un système comparable. Par exemple, les pharmaciens et les industries pharmaceutiques, à travers l'association CYCLAMED, unissent leurs efforts pour faire en sorte que la collecte des médicaments non utilisés, soit réalisée par les officines. Les médicaments pouvant être utilisés sont dirigés vers des associations caritatives assurant leur redistribution et les médicaments périmés sont ensuite incinérés dans des centres autorisés.

La méthode consistant à travailler par branche professionnelle, par l'interprofession (syndicats professionnels ou fédération) ou les Chambres Consulaires (Chambres des métiers et Chambres de Commerce et d'Industrie) pour mettre en place des circuits de ramassage et des Centres de Regroupement, est à promouvoir. Elle permettra de retrouver la pleine cohérence avec les plans régionaux d'élimination des déchets industriels spéciaux (PREDIS).

6.2.5 Quelques expériences réussies

FICHE TECHNIQUE N°1

Domaine :	Opérations groupées
Objet :	Opération " pressings propres "
Contexte : Le nettoyage des vêtements se fait avec des machines en circuit fermé conformes à la norme NF G 45-011. Lors de la dernière phase de séchage, l'air chargé en solvant n'est plus évacué vers l'extérieur mais est récupéré en traversant du charbon actif. Malgré de bonnes conditions de recyclage et un système de séchage performant des résidus de distillation, une proportion non négligeable de solvant, le perchloréthylène, reste dans ces résidus contenant les peluches et salissures des vêtements, c'est ce que l'on appelle les boues. Le pressing, producteur de ces déchets chlorés appartenant à la catégorie des DTQD, est rendu responsable par la réglementation en vigueur (loi du 15 juillet 1975 modifiée le 13 juillet 1992) du stockage et de l'élimination des boues.	
Problème : Le perchloréthylène présente un caractère toxique à long terme pour les organismes aquatiques et qui entraîne des effets néfastes et souvent irréversibles sur l'environnement y compris à très faible concentration. La part prépondérante du rejet (près de 70 %) est atmosphérique. Le solde est dû à la gestion aléatoire des boues de perchloréthylène issues du nettoyage à sec et à l'inadaptation des traitements équipant les machines qui perturbent aussi les réseaux d'assainissement et le dysfonctionnement des stations d'épuration (les boues de perchloréthylène entraînent une mortalité de la biomasse épuratrice). La qualité du rejet peut s'en trouver directement modifiée ainsi que la qualité des boues issues de l'épuration susceptibles de devenir incompatibles avec la valorisation en agriculture.	
Résultats : En 2002, sur un total de 311 nettoyeurs à sec, 258 entreprises ont confié leurs déchets dangereux au centre de collecte ce qui représente près de 125 tonnes de boues de perchloréthylène. Ces résultats sont très encourageants et plusieurs facteurs dans ce cas en sont la cause : - le dynamisme et la grande motivation des collecteurs conventionnés qui intervient en étroite concertation avec l'UNIRET et l'Agence de l'Eau, - l'organisation systématique des tournées de ramassage en imbrication avec les autres prestations essentielles à la profession : fourniture de solvants et de produits d'entretien, de matériels professionnels, contrats d'entretien de ce matériel, mise à disposition d'emballages... - le prix de revient modique estimé à 0,30 euro/kg (aides de l'Agence comprises). Le perchloréthylène des boues est régénéré au centre RECYPHER en BELGIQUE.	



Crédit Photo ALEAP

FICHE TECHNIQUE N°2

Domaine :	Opérations groupées
Objet :	La récupération du mercure provenant des amalgames dentaires
Contexte : La présence de mercure dans les rejets aqueux a toujours été une préoccupation des Agences de l'Eau du fait de la forte écotoxicité de ce métal. Sa consommation a très nettement diminué en France ces vingt dernières années, passant de 300 tonnes en 1974 à 62 tonnes en 1994 (source O.C.D.E.). Cette baisse est due à l'industrie mais la part utilisée par le secteur médical est également en voie de réduction. Une étude inter Agences réalisée en 1992 a mis en évidence l'importance des rejets diffus de mercure d'origine médicale. Le Ministère de la Santé a publié l'arrêté du 30 Mars 1998 fixant à la profession dentaire un délai de 3 ans pour la récupération de l'ensemble de leurs déchets mercuriels. En outre, l'arrêté du 24 décembre 1998 interdit la mise sur le marché de thermomètres médicaux à mercure depuis le 1er Mars 1999. L'amalgame utilisé pour les soins dentaires est composé de 50 % de mercure, 34 % d'argent, 13 % d'étain, 2 % de cuivre et 1 % de zinc. Malgré la mise en place de substituts, tels que les matériaux composites, son emploi, développé depuis plus de 150 ans, reste irremplaçable du fait de sa très bonne résistance, de son faible coût, et de ses propriétés plastiques et bactéricides. Les rejets d'amalgame ont lieu sous deux formes : - Sèche : 20 % de l'amalgame mis en œuvre correspondant à l'excès de préparation non utilisé pour les soins. Durci du fait du mélange des composants, il ne peut être réutilisé dans l'état, mais peut être recyclé dans des centres de traitement autorisés. - Humide : par le crachoir et la pompe à vide du dentiste, ce flux est constitué des résidus générés par la pose d'un nouvel amalgame (15 % de l'amalgame mis en œuvre) et par la dépose d'amalgames anciens (flux évalué à 50 % de l'amalgame total mis en œuvre). La quantité d'amalgame utilisé par an en France (OCDE) est de 32 tonnes soit un équivalent de 16 tonnes de mercure. Proportionnellement à la population la quantité d'amalgame utilisée par les dentistes du bassin Artois Picardie est estimée à 2,4 t soit 1,2 t/an de mercure. Problème : Dans l'environnement, le mercure minéral se dépose dans les sédiments des rivières, des lacs ou des océans, où il est méthylé principalement par des bactéries et intègre la chaîne alimentaire par incorporation au plancton. Du fait de sa très grande stabilité, il se concentre alors dans les tissus des prédateurs successifs. Le méthyl-mercure est à l'origine de nombreux et spectaculaires cas d'intoxications des populations. Les vapeurs de mercure rejetées à l'air, s'oxydent en mercure mercurique (Hg^{++}), qui, précipitées au sol par la pluie, rejoignent également les eaux. Le mercure est un des métaux les plus facilement piégés par les boues de station d'épuration. Une diminution significative de l'apport dû aux cabinets dentaires permettra d'améliorer la qualité des boues résiduelles et de contribuer à pérenniser leur épandage en agriculture. Résultats : Entre 1999 et 2002, les Agences de l'Eau ont apporté une participation financière à l'achat de séparateurs d'amalgame conformes aux conditions de fonctionnement prévues par l'Arrêté du 30 mars 1998. Bien que nous ne disposions pas à ce jour d'un bilan exhaustif de l'opération, les quantités d'amalgames secs et humides traités en centre conventionné en 2002 sont estimées à plus d'une tonne soit près de 50 % du gisement généré par l'activité des cabinets dentaires du bassin Artois Picardie. En parallèle, les analyses de contrôle de la qualité des boues des stations d'épuration des collectivités locales font ressortir des teneurs moyennes en mercure en baisse et très inférieures à la norme NFU 44-041 (10 mg/kg de MS).	

FICHE TECHNIQUE N°3

Domaine :

Opérations groupées

Objet :

Réduction, valorisation et élimination des déchets dangereux pour l'eau générés par les industries graphiques, les imprimeurs, les fabricants d'emballages et les transformateurs de papier-carton

Contexte : En 1995, les professionnels de l'imprimerie et des industries graphiques, les fabricants d'emballages et de cartonnages ainsi que les transformateurs de papier carton représentant environ 300 entreprises de plus de 10 salariés pour le Nord – Pas de Calais et regroupés au sein du GRITI (groupement régional de l'imprimerie, la transformation papier-carton et du cartonnage) ont confié à l'association Graphi-Conseil à Lille (59) la mission d'assistance technique visant à :

- préparer les entreprises régionales de ces professions à la mise en application de la réglementation en faveur de la protection de l'environnement,
- les amener à exercer leur activité en respectant l'environnement, l'hygiène et la sécurité et à s'inscrire dans une politique de développement durable.

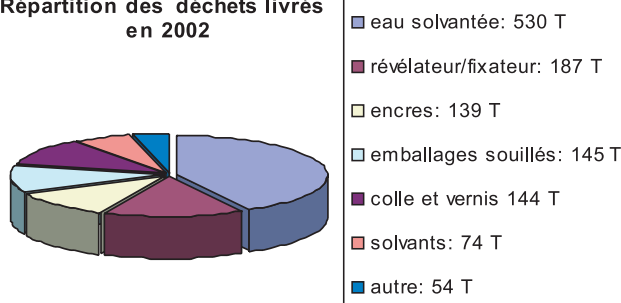
Démarche : Huit actions d'envergure ont été réalisées :

- en 1998, 10 diagnostics-test ont permis de mettre en évidence les problématiques de ces entreprises et facilité la rédaction du guide de l'environnement dont 800 exemplaires ont été diffusés pour informer et sensibiliser les chefs d'entreprise sur la réglementation, l'impact de leurs déchets et de leur activité sur l'environnement,
- un contrat de collecte et d'élimination des déchets dangereux pour l'eau et des DTQD, négocié avec les Sociétés SOTRENOR à COURRIERES (62) et ESTERRA à LEZENNES (59) au nom des entreprises adhérentes de la région, a permis d'offrir la possibilité de faire collecter et de traiter facilement leurs déchets dangereux pour l'eau et leurs DTQD à des prix économiquement acceptables quels que soient leur volume et leur localisation,
- pour pérenniser cette collecte, une importante campagne de communication auprès des 3 professions a été mise en place. Elle s'est achevée en février 1999 par la publication d'une plaquette intitulée "opération DISITI" qui relate en détail tous les éléments du contrat cadre passé avec les professionnels du déchet,
- une action de terrain auprès de toutes les entreprises a permis d'assurer le succès de l'opération : de 1999 à 2001, une personne a démarché toutes les entreprises et effectué des diagnostics et des propositions de dispositions à mettre en œuvre,
- depuis 2000, le site Web "graphic-environnement.com" diffuse des informations portant sur la protection de l'environnement et les industries graphiques. Il met aussi à disposition un autodiagnostic en ligne avec une édition et une actualisation gratuite du dossier thématique sur la protection de l'environnement,
- Depuis 1998, Graphi-Conseil participe à l'animation des séances de formation des élèves en BTS Imprimerie et travaille avec les Chambres Régionales des Métiers de la région pour étendre le principe du contrat à d'autres professions (photographes, peintres en bâtiment et métiers de l'ameublement).

Résultats : Au 31 décembre 2002, 142 entreprises ont souscrit à l'opération collective de collecte et d'élimination des déchets dangereux pour l'eau et notamment des DTQD.

L'opération DISITI comptabilisait 130 t au dernier trimestre 1999 (43 t/mois en moyenne), 630 t en 2000 (53 t / mois), 1090 t en 2001 (91 t / mois), 1 275 t en 2002 (106 t / mois) soit un doublement des tonnages mensuels moyens éliminés sur 3 ans et un total de 3 125 t de DIS et de DTQD éliminés.

Répartition des déchets livrés en 2002



Une opération transposée à d'autres professions :

En 2001 et 2002, des professions comme celles des photographes, des peintres en bâtiments ou de l'ameublement ont été informées. L'opération DISITI est étendue avec succès aux professions de l'ameublement alors que les métiers de peintres s'organisent avec la Fédération Française du Bâtiment et la CAPEB (Syndicat des Peintres en Bâtiments).

FICHE TECHNIQUE N°4

Domaine :	Opérations groupées
Objet :	La collecte des Déchets Ménagers Spéciaux sur le bassin Artois Picardie
Problème : Le flux total des déchets ménagers spéciaux (DMS) est estimé à 6000 tonnes/an pour le bassin Artois Picardie. Les rejets à l'égout de DMS affectent la qualité de l'effluent dans le réseau d'assainissement, perturbent le fonctionnement de la station d'épuration et, quelquefois, remettent en cause la valorisation des boues en agriculture. Les DMS mélangés aux ordures ménagères peuvent également induire un risque de rejets toxiques vers le milieu hydrique lorsqu'ils sont orientés vers les décharges d'ordures ménagères. Dans ce cas, et si l'excédent de lixiviats de la décharge rejoint le milieu naturel sans traitement, le risque est maximal.	
Les actions engagées : Les déchetteries des collectivités locales s'avèrent un outil incontournable de gestion des DMS bien qu'elles ne puissent pas à elles seules constituer une solution globale d'effort volontaire. Différentes actions doivent également être engagées pour améliorer le rôle de ces déchetteries dans la collecte des DMS. A ce titre deux opérations exemplaires peuvent être citées : - l'expérience de " Lille Grande Métropole " avec le développement du " tri à la source " et du dispositif " tri sélect " qui favorise la séparation des DMS des autres déchets ménagers. La répartition spatiale des déchetteries de l'agglomération de " Lille Métropole " complète le dispositif qui contribue fortement au développement de la collecte et du traitement des DMS vers des filières d'élimination et de valorisation autorisées. Des campagnes d'informations ont développé l'accueil des DMS dans les déchetteries publiques existantes et ont précisé les contraintes réglementaires applicables aux détentions des très petites quantités. - la signature d'une charte d'accueil des déchets toxiques des artisans en déchetteries à l'initiative du Conseil Général de la Somme et de l'ADEME qui a pour objectif d'harmoniser les conditions d'acceptation des déchets des particuliers et des professionnels et d'optimiser les filières d'élimination et de valorisation des déchets dont les DMS. Depuis 1998, les collectivités locales peuvent recevoir une aide financière de la part de l'ADEME pour la mise en conformité vis-à-vis de la réglementation et notamment pour les lieux de réception, de tri et de stockage des DMS. L'Agence de l'Eau Artois Picardie complète le dispositif en apportant une participation financière à l'élimination des DMS en centres de traitements conventionnés.	
Résultats : Le parc des déchetteries s'est considérablement développé en 10 ans (79 en 1996 contre 122 en 2002 pour le bassin Artois Picardie) : • 85 % des déchetteries acceptent des DMS, • 68 % accueillent également les déchets des professionnels, • mais moins de 50 % sont dotées d'un local fermé pour y stocker les déchets dangereux. En 2002, près de 995 tonnes de DMS ont été collectés en déchetteries pour être éliminés en centres de traitement conventionnés soit plus de 16 % du gisement estimé.	

Pour en savoir plus :

- sites INTERNET:

Agence de l'eau Artois Picardie : www.eau-artois-picardie.fr – Etudes et recherches – "Les opérations collectives" ou "Le guide des déchets dangereux pour l'eau"

Graphi-conseil : www.graphic-environnement.com

6.3 Lutter contre les pollutions toxiques diffuses

La lutte contre les pollutions toxiques diffuses peut être appréhendée au travers de 2 exemples : la gestion des épandages de boues résiduaires urbaines et les pollutions par les produits phytosanitaires.

6.3.1 La gestion des épandages

FICHE TECHNIQUE N°5

Domaine :

POLLUTION PAR LES FERTILISANTS

Objet

La gestion des épandages : Les stratégies de maîtrise des contaminants des boues résiduaires urbaines

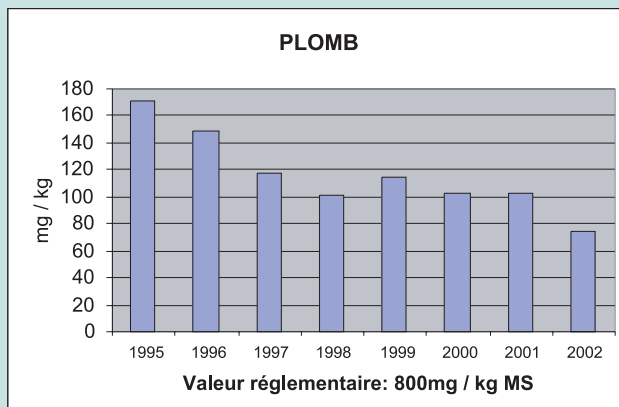
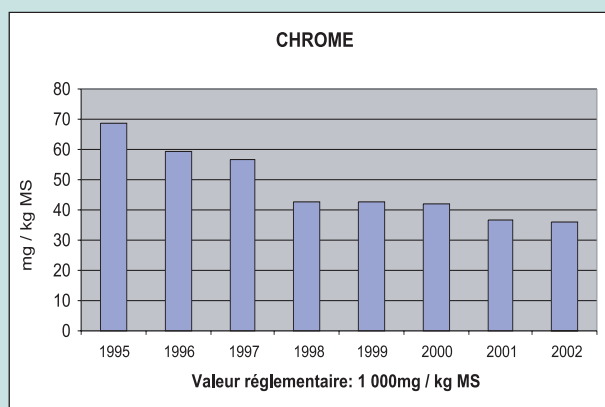
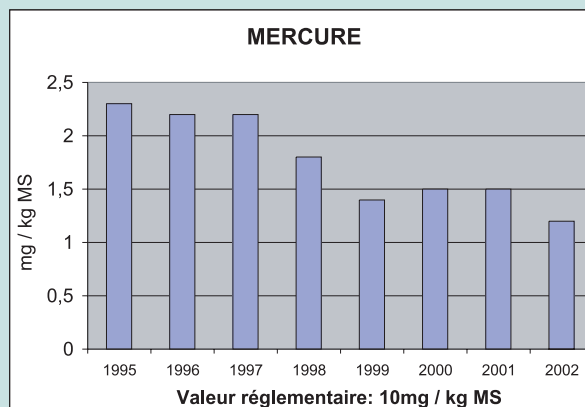
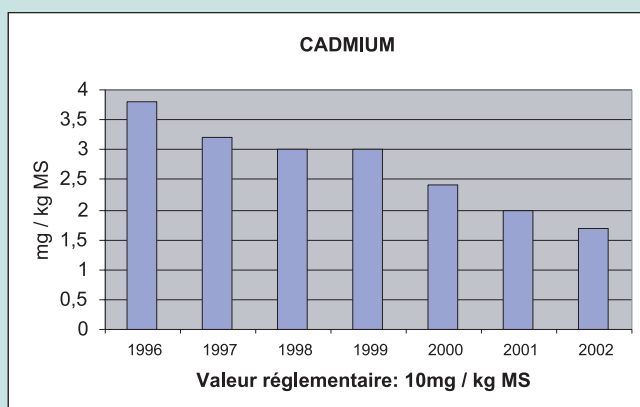
Ces stratégies sont adaptées aux contraintes réglementaires et aux mécanismes exposés précédemment (cf § 5.4.1):

- pour les éléments traces métalliques, la contrainte du flux maximum autorisé à l'hectare impose de limiter les rejets de contaminants vers le milieu naturel : les mesures préventives sur les rejets dans les réseaux de collecte constituent la meilleure réponse et ont démontré leur efficacité ;
- pour les composés trace organiques, l'action préventive est également la meilleure solution. Néanmoins, pour ces substances organiques, l'épuration biologique pratiquée dans les stations d'épurations urbaines peut être efficace.

Produire des boues urbaines de qualité :

Ces dernières années, les collectivités du bassin Artois Picardie se sont attachées à sensibiliser le public, à déracorder les industries, commerces ou services les plus polluants et à mettre en place une surveillance des réseaux d'égout.

Evolution des teneurs moyennes des boues résiduaires urbaines épandues dans le bassin Artois-Picardie (1996-2002)



Cette politique porte ses fruits puisque plus de 95% de boues produites sur le bassin sont conformes aux normes fixées par la réglementation contre seulement 30 à 40% il y a quinze ans.

Comparaison Teneurs moyennes des boues résiduaires urbaines du bassin Artois-Picardie en éléments traces avec les valeurs réglementaires (2002)

Nature des éléments	Teneurs moyennes (mg/Kg MS)	Valeurs réglementaires (mg/Kg MS)
Cadmium	1,7	15
Chrome	36,1	1000
Cuivre	255,1	1000
Mercure	1,2	10
Nickel	26,5	200
Plomb	75,1	800
Zinc	736,6	3000

Une filière gérée avec rigueur et professionnalisme dans le cadre d'une démarche de qualité

La réglementation française a été renforcée en 1997-1998, devenant ainsi une des plus strictes d'Europe. Elle définit des règles d'épandage (distances d'épandage, délais d'épandage, conditions de stockage, ...) ainsi que des normes de qualité de boues et de sol pour limiter les risques sanitaires et environnementaux liés à l'épandage de boues.

Le producteur de boues doit réaliser une étude préalable et un suivi annuel adéquat (comprenant des analyses régulières de boues et de sols) pour vérifier qu'il n'existe pas de risque de pollution du milieu naturel et assurer la transparence et la traçabilité des épandages. Les services de l'Etat s'assurent du respect de cette réglementation en conformité avec les autorisations données.

Dans le bassin Artois Picardie, les acteurs de la filière ont affiché leur volonté de se mettre au niveau de cette réglementation et s'en donnent les moyens. Une **Charte de qualité relative au recyclage en agriculture des effluents urbains, industriels et agricoles** a été rédigée. Dans chaque département, des organismes indépendants, les **SATEGE** (Service d'Assistance Technique à la Gestion des Epandages), suivent toutes les étapes de la filière depuis la production jusqu'à l'épandage (ils réalisent notamment des analyses d'effluents). Ils assurent à la fois la définition et la promotion des bonnes pratiques et la traçabilité des opérations sur l'ensemble de la filière des épandages sur leur territoire.

Auto surveillance du producteur

Les producteurs d'effluents urbains doivent mettre en place une auto surveillance pour s'assurer de l'innocuité des effluents et de la préservation des sols en réalisant des analyses régulières selon les paramètres et la fréquence précisés dans la réglementation relative à l'épandage des boues urbaines.

Pour renforcer le suivi des épandages et la transparence de la filière, le producteur d'effluent a l'obligation de tenir à jour plusieurs documents tout au long de la campagne d'épandage :

- la planification : définition, en début de campagne, d'un programme prévisionnel décrivant le déroulement des opérations (parcelles concernées par la campagne annuelle, analyses de sols, caractéristiques des boues, intervenants responsables du stockage, du transport...);
- l'enregistrement des travaux : tenue à jour d'un registre des épandages indiquant, notamment, les apports de boues effectuées par parcelle (quantité, date, etc.) ainsi que les analyses de boues et des sols;
- le récapitulatif des opérations : réalisation, en fin de campagne, d'une synthèse du registre d'épandage voire d'un bilan agronomique qui comprend notamment un bilan quantitatif et qualitatif des boues produites et épandues et les résultats d'analyses de boues et de sols.

Le programme prévisionnel, la synthèse du registre et le bilan agronomique sont transmis au Préfet.

L'épandage d'effluents est soumis à déclaration ou autorisation préfectorale :

- est soumis à autorisation tout épandage de boues d'une quantité de matières sèches supérieures à 800 tonnes/an ou si la quantité d'azote total épandue est supérieure à 40 tonnes/an ; ce qui correspond aux stations d'épuration d'une taille supérieure à 40 000-50 000 habitants ;
- est soumis à déclaration tout épandage de boues d'une quantité de matières sèches comprise entre 3 et 800 tonnes/an ou si la quantité d'azote total épandue est comprise en 0,15 et 40 tonnes/an , ce qui correspond aux stations d'épuration d'une taille comprise entre 200 500 et 40 000-50 000 habitants.

Le contrôle de l'Etat :

Le Préfet qui doit s'assurer de la rigueur du producteur dans la mise en œuvre de ces bonnes pratiques, peut faire exécuter des contrôles inopinés des boues et des sols.

6.3.2 Limiter l'impact des pollutions par les phytosanitaires

FICHE TECHNIQUE N°6

Domaine :	POLLUTION PAR LES PHYTOSANITAIRES
Objet	La mise en place des structures
Les groupes régionaux d'action contre la pollution phytosanitaire : A l'échelle du Bassin, deux groupes constitués des principaux experts en matière de produits phytosanitaires travaillent respectivement dans les deux régions concernées : - le Groupe Régional d'Actions contre la Pollution Phytosanitaire de l'Eau (GRAPPE) dans le Nord –Pas de Calais - et le Groupe Régional Eau et Produits Phytosanitaires Picardie (GREPP). Créés à l'initiative du Préfet de Région suite à la circulaire du 19 juillet 1996 du Ministère chargé de l'Agriculture du Ministère chargé de l'Environnement, ils ont pour vocation de définir, proposer, coordonner et accompagner la politique de reconquête de la qualité de l'eau vis-à-vis des produits phytosanitaires. La circulaire du 1er août 2000 précise les lignes directrices du Plan Phyto 2000 (plan national de lutte contre les pollutions par les produits phytosanitaires) qui se décline en trois grandes orientations : • mener une étude à l'échelle de la région avec un suivi de la qualité des eaux (animé par la DIREN Nord Pas-de-Calais) notamment pour définir des bassins versants " pilotes ", • réaliser des diagnostics et plans d'actions par bassin versant (animé par la DDAF et le SRPV), • sensibiliser, former, informer les différents utilisateurs de produits phytosanitaires (animé par la Chambre Régionale d'Agriculture Nord-Pas-de-Calais pour le volet agricole et par la FREDON pour le volet non agricole). Le secrétariat est assuré par le SRPV de la DRAF concernée. Etat des travaux : Orientation 1 : Dans le Nord-Pas-de-calais, deux documents ont été réalisés : la cartographie de la charge phytosanitaire brute potentielle et la carte régionale de qualité des eaux. Ce travail est en cours en Picardie. Orientation 2 : Quatre bassins sont à l'étude dans le Nord Pas-de-Calais (l'Escrebieux, Airon Saint Vaast, l'Yser et le Bléquin) et trois en Picardie (Avre, Perron et Herperie). Sur ces bassins, dans le volet " zones agricoles ", des diagnostics d'exploitations et de parcelles ainsi que des démonstrations de techniques sont réalisés par les chambres d'agriculture. En ce qui concerne le volet " zones non agricoles ", la FREDON réalise des diagnostics communaux, des plans de désherbage ainsi que des démonstrations de techniques alternatives à l'utilisation de produits phytosanitaires. Orientation 3 : Diverses brochures ont été réalisées (plaquette à destination des élus, guides techniques sur les bonnes pratiques phytosanitaires en zone non agricole, guide à l'attention des jardiniers amateurs...). Les Fédérations Régionales de Défense contre les Organismes Nuisibles (FREDON) Les FREDON sont des syndicats professionnels à vocation technique qui ont pour mission de répondre aux questions des professionnels dans cinq grands domaines : • la prospection et l'éradication des parasites de quarantaine et des parasites de lutte obligatoire, l'organisation des luttes collectives obligatoires, • l'environnement et la préservation de la qualité de l'eau (information et sensibilisation du monde agricole et non agricole à des pratiques phytosanitaires prenant en compte l'environnement ; diagnostics, enquêtes...) • l'appui technique et les conseils auprès des professionnels (suivis de parcelles, de réseaux de piégeage...), • l'expérimentation de méthodes de lutte et/ou essai d'efficacité de spécialités commerciales, • le suivi de stations d'études sur les luttes biologiques, intégrées et raisonnées.	

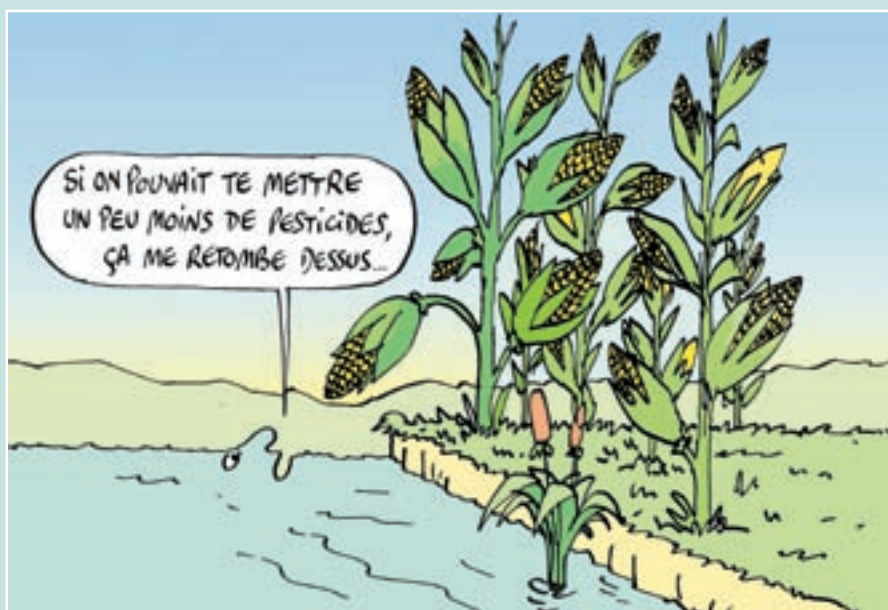
FICHE TECHNIQUE N°7

Domaine :	POLLUTION PAR LES PHYTOSANITAIRES
Objet	Des exemples d'expérimentations

Maîtrise des produits phytosanitaires sur maïs (SA AGRILYS – 2002-2003)

Une expérimentation pour tester des pratiques agronomiques permettant de réduire l'utilisation de produits phytosanitaires sur la culture du maïs a mis en évidence :

- l'efficacité du désherbage chimique localisé sur le rang associé à un désherbage mécanique en inter-rang avec pour conséquence une réduction par cinq les quantités de produits phytosanitaires utilisées ;
- l'intérêt d'implanter des bandes enherbées entre les rangs de maïs pour limiter le ruissellement et l'érosion des sols afin de maîtriser, notamment, le transport de produits phytosanitaires vers le cours d'eau. Par ailleurs, cette implantation de ray-gras en inter-rang n'occasionne pas de perte de rendement

**Autres expérimentations réalisées par la FREDON**

- **Réduction de traitements fongicides sur céréales** : une expérimentation sur deux variétés de blé, de sensibilité différente aux maladies, a permis d'apprécier l'efficacité de différentes modalités de traitements fongicides sur le complexe parasitaire, ainsi que l'impact sur le rendement. Le critère "tolérance variétale" aux maladies doit être pris en compte dans la mise en place d'une lutte raisonnée contre les maladies du blé : une variété plutôt tolérante aux maladies permet une réduction des doses de matières actives donc une économie de produits phytosanitaires.

- **Utilisation d'auxiliaires comme moyen de lutte contre des parasites des cultures** : Pour des cultures gérées sur un mode de "protection biologique et Intégrée", des ravageurs secondaires apparaissent en raison de la diminution de l'utilisation des produits phytosanitaires à large spectre d'action. Ainsi des punaises phytophages s'attaquent aux productions florales et occasionnent des déformations sur fleurs de gerbera notamment. Des essais de "lutte biologique" utilisant des punaises prédatrices (*Podisus maculiventris*) ont permis de lutter contre ces punaises phytophages

- **Élevages de masse pour tests et conduites d'élevage d'auxiliaires** : Des élevages sont mis en œuvre pour effectuer des tests faisant partie intégrante du programme de la station ou élever d'autres insectes (cas du puceron du blé utilisé comme nourriture pour élever des chrysopes, des coccinelles, des syrphes, ...).

FICHE TECHNIQUE N°8

Domaine :	POLLUTION PAR LES PHYTOSANITAIRES
Objet	Réduire les risques de pollution par les produits phytosanitaires d'origine non agricole: exemple du bassin versant du Projet d'Intérêt Général (PIG) de l'Escrebieux (départements Nord et Pas de Calais)
Dans le cadre de la mise en œuvre des périmètres de protection des captages d'eau potable de Quiéry la Motte qui alimentent notamment les agglomérations de Douai et de Lille, et conformément à l'arrêté préfectoral de déclaration d'utilité publique (DUP) en date du 30 mars 2001, la Communauté d'Agglomération d'Hénin-Carvin, en partenariat avec la Chambre d'Agriculture du Pas de Calais, le GRAPPE, la DRAF-SRPV, la DIREN, l'Agence... a souhaité mettre en œuvre un ensemble de mesures préventives concernant les acteurs agricoles et non agricoles destinées à protéger la ressource en eau et à reconquérir la qualité de l'eau de la Vallée de l'Escrebieux: - la mise en place d'un réseau de prélèvements en eaux souterraines avec un prélèvement tous les mois pendant douze mois pour dresser un état des lieux et suivre l'évolution des résultats durant cette période ; - l'identification des familles de produits phytosanitaires trouvées dans le réseau de mesures en eaux superficielles et suivre l'évolution de leurs teneurs (maître d'œuvre : FREDON) ; - l'information des acteurs locaux non agricoles et leur présenter le GRAPPE Nord Pas-de-Calais, le contexte de l'étude et les actions menées sur l'Escrebieux ainsi que les premiers résultats du suivi de la qualité des eaux de surface et le programme d'actions en zones non agricoles (maître d'œuvre : FREDON) ; - la réalisation de diagnostics des pratiques phytosanitaires et la mise en œuvre des plans de désherbage en zones non agricoles : les premiers diagnostics ont mis en évidence des pratiques inadaptées et des pratiques à risque pour la qualité de l'eau. En conséquence, des plans de désherbage communaux ont été réalisés avec les agents des communes concernées. Ils consistent à différencier les zones à entretenir selon le risque de ruissellement et le risque de contamination des eaux (zones à risque élevé, zones à risque faible). Les méthodes de désherbage doivent ensuite être adaptées en fonction de ce niveau de risque (maître d'œuvre : FREDON) ; - la réalisation de démonstrations de méthodes alternatives au désherbage chimique (maître d'œuvre : FREDON) ; - la publication d'une lettre d'information du GRAPPE en zones non agricoles sur le bassin versant de l'Escrebieux (maître d'ouvrage : Communauté d'Agglomération Hénin Carvin, maître d'œuvre : FREDON).	

FICHE TECHNIQUE N°9

Domaine :	POLLUTION PAR LES PHYTOSANITAIRES
Objet	Réduire les risques de pollution par les produits phytosanitaires d'origine agricole: exemple du bassin d'Airon-Saint-Vaast (62)
Depuis l'année 2000, les captages assurant l'alimentation en eau potable de la ville de Berck-sur-Mer et des communes alentours sont atteints par des traces récurrentes de produits phytosanitaires (atrazine, diuron, chlortoluron, aldicarbe...). Dans le cadre des actions du GRAPPE, ce secteur est donc devenu un bassin versant pilote et diverses actions sont menées afin de reconquérir la qualité des eaux. Ces actions concernent aussi bien les acteurs agricoles que non agricoles mais ne sont présentées ici que celles concernant les agriculteurs. Des diagnostics conduits chez la dizaine d'agriculteurs qui exploitent ce territoire montrent que leurs pratiques phytosanitaires sont cohérentes avec leur système de culture ; les doses d'emploi des produits sont même en général inférieures aux doses homologuées. En outre, chacune des parcelles du périmètre de protection du captage a fait l'objet d'un diagnostic afin de caractériser le risque d'entraînement des molécules vers la nappe par infiltration ou par ruissellement. Le risque d'infiltration à travers le sol de certaines parcelles sableuses est important. Les sols sont sensibles à l'érosion mais les aménagements réalisés dans le cadre du remembrement et des mesures agri environnementales limitent les risques, hormis quelques parcelles où des aménagements particuliers sont nécessaires. Prochainement, une formation spécifique pour les agriculteurs permettra d'exposer les programmes de substitution aux urées (isoproturon, chlortoluron...).	

FICHE TECHNIQUE N°10

Domaine :

POLLUTION PAR LES PHYTOSANITAIRES

Objet

Collecte et élimination des produits phytosanitaires non utilisés (PPNU)

Une structure opérationnelle sur le territoire national

Les Associations professionnelles représentant les sociétés de produits phytosanitaires (Union des Industries de la Protection des Plantes) et les distributeurs (Fédération Française des Coopératives Agricoles de collecte, d'approvisionnement et de transformation, Fédération du Négoce Agricole et l'Union des Coopératives d'agro fournitures) ont créé conjointement le 04/07/2001 une structure opérationnelle, **ADIVALOR (Agriculteurs, Distributeurs, Industriels pour la VALORisation des déchets agricoles)**, chargée de coordonner l'organisation de la collecte jusqu'au traitement en centres homologués des déchets issus de l'activité phytosanitaire et chargée d'assurer la sensibilisation des différents acteurs, notamment dans un souci préventif.

Ces dispositions s'inscrivent dans le programme de réduction des pollutions par les produits phytosanitaires, mis en place par le MEDD en septembre 2001, à la suite du bilan réalisé par l'Institut Français de l'Environnement qui confirmait une contamination préoccupante des eaux de surface ainsi que des eaux souterraines par les pesticides.

Les objectifs affichés sont d'élaborer un plan d'élimination sur 4 ans des stocks accumulés de produits phytosanitaires non utilisés (**PPNU**) estimés à ce jour à environ 8 000 t au plan national, en préalable à des opérations pérennes de collecte autofinancées.

En ce qui concerne le bassin Artois Picardie, deux opérations de déstockage dans le Nord – Pas de Calais ont été réalisées en 2001 et en 2003. Sur la Picardie, et plus précisément dans la Somme, une première opération de déstockage a été réalisée en 1994 et complétée par une nouvelle collecte en 2003.

L'exemple réussi de la campagne de collecte et d'élimination des PPNU du Nord - Pas-de-Calais

L'opération "campagne propre" a été coordonnée par la Chambre Régionale d'Agriculture et elle a été réalisée avant la création d'ADIVALOR. Elle a permis de faire participer plus de 95 % des distributeurs et de toucher l'ensemble des agriculteurs de la région, quel que soit le réseau de distribution avec lequel ils travaillent.

108 tonnes de PPNU ont été collectés pour un gisement évalué à 100 tonnes. Les utilisateurs professionnels non agricoles (collectivités territoriales, entreprises d'entretien des jardins et espaces verts) ont été associés. La collecte s'est organisée à partir de 65 points d'apports volontaires répartis uniformément sur l'ensemble des deux départements et les PPNU collectés ont été éliminés au Centre de LABO-SERVICES à GIVORS (69), après un appel d'offres initié par la Chambre Régionale d'Agriculture. Au préalable, le prestataire retenu a assuré :

- la formation du personnel chargé du tri, du reconditionnement, et du stockage,
- la fourniture du matériel nécessaire à la réception et au reconditionnement des PPNU,
- l'encadrement du "tri primaire" effectué sur les lieux de dépôt par les agents des coopératives et des négoce,
- l'apport, pour des raisons de sécurité, d'une assistance qualifiée sur la totalité des dépôts,
- le tri final, le reconditionnement et le chargement avant l'expédition vers le centre de traitement.

Les dépenses effectives de collecte et de traitement ont été de 167 000 € soit un coût de 1 550 € /t de PPNU éliminés, avec une participation financière des co-financeurs.

Dans un deuxième temps, ADIVALOR étendra ses activités à la mise en place de filières pérennes de récupération des PPNU sachant que les financements nécessaires seront assurés par les fabricants, les distributeurs de produits phytosanitaires et les professions agricoles. Une démarche similaire est engagée pour la collecte des emballages plastiques pollués par les PPNU et d'autres déchets issus des activités agricoles.

Un guide des déchets de l'agriculture a par ailleurs été diffusé par la Chambre Régionale d'Agriculture en mars 2003 à l'ensemble des agriculteurs et des établissements d'enseignement agricole.

Pour en savoir plus :

- Rapports d'activités de la FREDON 59-52 – www.fredon-npdc.com
- site Internet du GRAPPE permet de télécharger certaines plaquettes (www.diren-npdc.org rubrique "les dossiers" puis "le GRAPPE").

6.4 Résorber les pollutions historiques

6.4.1 Les sites pollués

FICHE TECHNIQUE N°11	
Domaine :	POLLUTION HISTORIQUE - Gestion des sites pollués
Objet	Un exemple de résorption de sol pollué qui constituait une menace pour les ressources en eau souterraine : la société Schenectady Europe à Béthune (62)
Cet établissement industriel produit des résines formo-phénoliques et urée-formol utilisées comme colles pour panneaux de bois aggloméré ou comme vernis isolants de fils électriques. Une station d'épuration physico-chimique des eaux résiduaires, construite en 1960, a produit des boues résiduaires qui ont été mises en dépôt dans une excavation pratiquée sur le site (environ 2000 t). Ces boues contenaient des concentrations importantes en formol, phénols (simples ou substitués), benzène et xylènes. Le sous-sol de ce dépôt était constitué de marne (0 à -10 m), puis d'une couche d'argile de faible épaisseur (-10 à -13 m) recouvrant une épaisse couche de craie blanche. La nappe captive contenue dans la craie est très productive d'une eau de bonne qualité. Cette nappe d'eau souterraine était menacée par la migration des substances toxiques lixiviables par les eaux de pluies traversant le dépôt de boues résiduaires. De plus, une partie de ces eaux polluées pouvait migrer jusqu'au canal d'Aire à La Bassée situé à moins de 100 m. Dans un premier temps les boues résiduaires, puis les terres imprégnées de substances polluantes ont été extraites et détruites par incinération. Ensuite, des forages ont été pratiqués pour extraire les eaux polluées de la nappe phréatique superficielle dans la marne et les traiter dans la station d'épuration biologique existante, qui traite par ailleurs les eaux résiduaires de fabrication du site. Une surveillance des eaux souterraines est désormais exercée, et les impacts de ce site sur les eaux souterraines et le canal d'Aire à La Bassée peuvent maintenant être considérés comme très faibles.	

FICHE TECHNIQUE N°12

Domaine :

POLLUTION HISTORIQUE - Gestion des sites pollués

Objet :

Mise en place d'un réseau de surveillance de la pollution des eaux souterraines dans le Vimeu et ses environs

Le VIMEU est la région du bassin Artois Picardie où s'est développé le traitement de surfaces des matériaux, activité qui s'inscrit à la suite des ateliers de fonderie, de serrurerie et de robinetterie existant préalablement et qui joue un rôle préventif fondamental dans la maintenance préventive et curative des pièces mécaniques.

On y compte actuellement 40 ateliers, contre environ 80 dans les années 1970. La plupart de ces ateliers n'ont aucune possibilité de rejet en rivière. Les eaux résiduaires qui jadis étaient rejetées en "puits perdus" et donc directement dans la nappe ont progressivement été dirigées vers les stations d'épuration communales lesquelles pratiquent également l'infiltration. Cette situation n'était pas satisfaisante.

Le 7ème Programme de l'agence, aidé en cela par l'Arrêté Ministériel de 1985 qui précise dans son article 2.1 que "Tout déversement en nappe souterraine, direct ou indirect (épandage, infiltration, ...), total ou partiel est interdit", a permis de réaliser des études et des travaux nécessaires à la mise en "rejet zéro liquide sur site". Si désormais on peut espérer que les rejets de métaux lourds dans les nappes phréatiques seront progressivement supprimés, subsiste le problème de la pollution historique et de sa migration dans les sols vers les nappes souterraines.

Les captages se situant dans le secteur géographique étudié sont maintenant réduits à un usage agricole et industriel. Les consommations en eau potable sont de 8 600 000 m³ par an. Sur les 6 captages d'eau potable encore présents sur le plateau, 3 sont en perspective d'abandon ; ce serait environ 1 500 000 m³ par an supplémentaires à fournir.



Le réseau comprend 71 piézomètres, une dizaine d'entre eux sont situés sur le bassin de l'Agence de l'Eau Seine Normandie. La profondeur des forages varie de 20 à 70 m selon qu'ils sont implantés sur le plateau ou près des vallées.

Les analyses pratiquées 1 fois ou 2 par an prendront en compte les critères de pollutions "classiques" et les critères de pollutions relatifs aux substances toxiques d'une manière aussi large que possible pour ne pas passer à côté de problématiques qui ne sont encore qu'émergentes aujourd'hui.

Sur fond d'observatoire des sols pollués, cette opération présente un caractère "expérimental" d'acquisition de connaissances dans un domaine encore très mal maîtrisé. Il est à prévoir qu'au terme des premières campagnes d'analyses, le besoin se fera sentir de compléter le réseau des piézomètres de surveillance pour appréhender avec beaucoup plus de précision les cinétiques de migration des divers polluants concernés.

Maître d'Ouvrage : L'association AQUA PICARDIE MARITIME

Assistance à la Maîtrise d'Ouvrage : Le BURGEAP

Coût du réseau : 350 000 € HT sur le bassin de l'Agence Artois Picardie ; Participation financière de : la DIREN, pour les fonds FEDER, des Agences de l'Eau Artois Picardie et Seine Normandie, et des Conseils Généraux de la Somme et de Picardie

Coût de la première campagne d'analyses : 150.000 € HT (état au point zéro prenant en compte la plupart des micropolluants pressentis)

Résultats de cette première campagne : fin 2004

FICHE TECHNIQUE N°13

Domaine :

POLLUTION HISTORIQUE - Suivi des sites pollués

Objet :

Un observatoire des sites pollués à mettre en place.

Identifier et hiérarchiser les sites qui posent problème pour les ressources en eau

Pour L'Agence de l'Eau il importe de bien distinguer, parmi les sites reconnus pollués (recensés dans BASOL), ceux qui posent vraiment problème pour les ressources en eau.

En première analyse, 10 % du nombre total des sites reconnus pollués (560 aujourd'hui) soit environ 60 sites posent vraiment problème pour la ressource en eau. Cependant, avec l'amélioration des connaissances et du recensement au cours des années à venir, ce nombre pourrait doubler ou tripler et donc atteindre 100 à 150.

La mise en œuvre d'un programme de lutte contre cette forme de pollution (résorption ou confinement) nécessitera de tenir compte d'au moins 3 facteurs :

- les cinétiques de migration des substances polluantes : dans ce domaine, l'attente ne constitue pas un statu quo puisque la migration de la pollution dans le sous-sol se traduit par une aggravation progressive des dégâts et une augmentation inéluctable des coûts des travaux à effectuer,
- les quantités d'eaux souterraines susceptibles d'être dégradées et leur importance "stratégique" pour la gestion des ressources en eau,
- les montants financiers mobilisables.

Pour composer avec le "facteur temps", il est indispensable de s'appuyer sur un réseau de piézomètres de surveillance des migrations des pollutions dans le sous-sol : cet "observatoire des sols pollués" permettra de disposer des éléments nécessaires pour établir une programmation des travaux.

Quelles dispositions nécessaires pour surveiller un site pollué ?

En moyenne, on estime à 3 le nombre de piézomètres nécessaires pour surveiller un site (profondeur de l'ordre de 40 m) avec 2 campagnes de prélèvements et d'analyses par an et par site (en période de basses eaux puis en période de hautes eaux). Les programmes d'analyses chimiques conjugueront des campagnes "lourdes" (nombreuses substances recherchées) et des campagnes "légères" ciblées sur les substances représentatives de la pollution de chaque site. La périodicité des campagnes "lourdes" sera de l'ordre de 5 ans.

Quelles charges financières ?

Le coût moyen de la mise en place des piézomètres est de l'ordre de 25 000 € par site, sur la base de 3 piézomètres par site et les coûts moyens des campagnes d'analyses seraient proches de 800 € par campagne "légère" et de 2 500 € par campagne "lourde".

Dans la pratique, une proportion non négligeable du parc des piézomètres nécessaires est déjà en place et un nombre important des sites concernés sont l'objet d'Arrêtés Préfectoraux qui imposent la réalisation des campagnes d'analyses "légères" à la charge financière des responsables des sites. Les montants des charges financières complémentaires à mobiliser seront donc très inférieurs aux charges totales évaluées.

Quelle organisation pour cet observatoire des sols pollués ?

Les résultats des analyses réalisées en application d'un Arrêté Préfectoral appartiennent au domaine public : il devrait donc être possible d'en faire un patrimoine commun non confidentiel facilement accessible. L'idée de les mettre en mémoire dans un réseau informatisé paraît donc tout à fait réalisable.

Cette "mise en sécurité" assurerait la conservation "définitive" des résultats d'analyse quelles que soient les péripéties relatives aux usages et aux propriétaires ultérieurs de ces sites.

Toutes ces analyses doivent être régulièrement interprétées pour établir des prévisions fiables des cinétiques de migration des substances polluantes, ce qui nécessite de mobiliser un "savoir faire" de très haut niveau.

La plupart des Régions Françaises sont concernées et ce type de démarche doit donc être examinée avant tout d'un point de vue national.

Néanmoins, la Région Nord – Pas de Calais, tout particulièrement concernée et officiellement déclarée "Pôle de Compétence National sur les Sols et Les Sédiments Pollués", s'investit fortement à ce projet.

Pour en savoir plus :

sites INTERNET :

- BASIAS : basias.brgm.fr
- BASOL : www.basol.environnement.gouv.fr
- Pôle de compétence sites et sols pollués en Nord Pas de Calais : <http://www.polessp.org>
- Centre National de Recherche sur les sites et sols pollués : www.cnrssp.org

6.4.2 Les sédiments pollués

FICHE TECHNIQUE N°14

Domaine :

POLLUTION HISTORIQUE – Gestion des sédiments pollués

Objet :

Développer les compétences locales pour répondre
à une problématique régionale

En décembre 1995, la “ thématique sédiments pollués ” du Pôle de compétence sur les sites et sols pollués a été mise en place avec pour objectifs principaux :

- informer, sensibiliser et mobiliser l'ensemble des acteurs ;
- coordonner des compétences, des moyens et des actions au niveau régional et interrégional (réseaux de laboratoires, échanges d'expériences, procédés...) ;
- faire progresser la connaissance des sédiments pollués dans la région ;
- encourager le développement des savoir-faire et leur capitalisation dans une perspective d'aide à la décision ;
- accompagner et promouvoir les actions nationales visant à mettre en place et développer une politique et des moyens de gestion des sédiments pollués.

Au niveau européen, la participation active aux travaux de la Commission Internationale pour la Protection de l'Escaut (CIPE) et la coordination de la partie française des travaux du programme Life sur la gestion des sédiments pollués de l'Escaut ont permis d'acquérir une vision globale sur le district hydrographique de l'Escaut de la gestion des sédiments.

Des aides méthodologiques pour la gestion des opérations de curage

Des études techniques ont été menées pour développer une méthodologie appliquée de gestion des sédiments :

- le Guide méthodologique “ Faut-il curer ? ” édité en 1998 a servi de référence à de nombreux autres travaux. Il se présente sous la forme d'un synoptique déroulant une opération de curage avec la possibilité de zoomer sur chaque étape pour en analyser le détail.
- la Méthodologie d'Etude Détaillée des Risques appliquée aux sédiments parue en 2000 : en l'absence de valeurs de référence, l'étude détaillée des risques (EDR) est une méthode vitale pour établir la qualité des milieux, définir les risques de gestion des sédiments et les meilleures destinations des produits... L'objectif principal d'une EDR est d'établir comment gérer correctement une opération de curage en évaluant les risques encourus par les populations humaines et par les ressources en eau. La méthodologie développée pour les sédiments est cohérente avec la démarche “ sol ” du ministère chargé de l'environnement :
 - mêmes principes de base : précaution, proportionnalité, spécificité, transparence,
 - évaluation des risques liés à la présence de substances chimiques,
 - envisager les risques pour les cibles prioritaires que sont l'homme et les ressources en eau.

Cependant, la méthodologie sol envisage en plus les impacts sur le patrimoine foncier et sur les écosystèmes. L'évaluation des risques pour les écosystèmes est une réelle préoccupation à l'heure actuelle mais un sujet très complexe étant donné la pluralité d'organismes qui coexistent et leurs relations. C'est un travail de longue haleine exploré notamment par le CEMAGREF et le Laboratoire National de l'ENTP en collaboration avec le CETMEF.

- des Propositions de méthodologie de choix de valeurs de référence de pollution des sédiments
- une Méthodologie de caractérisation des sédiments parue en 2002
- un Historique national des curages et perspectives qui constitue une “étude de marché” des opérations de curage a été réalisé en inter-Agences en 2002

L'objectif actuel principal est de s'appuyer sur ces études pour faire évoluer la réglementation.

FICHE TECHNIQUE N°15

Domaine :

POLLUTION HISTORIQUE – Gestion des sédiments pollués

Objet :

Une mise en œuvre pratique :
le curage de la Scarpe moyenne à Douai

Au cœur de l'agglomération douaisienne, la Scarpe Moyenne est une rivière canalisée creusée par l'homme pour les besoins de la navigation. En parallèle d'un envasement naturel, cette rivière a servi au travers des siècles d'égout à ciel ouvert. L'expansion urbaine et l'industrialisation de la région ont contribué à aggraver la situation par l'apport de substances toxiques dans les sédiments.

En 1999, pour prévenir les risques d'inondations, rétablir le tirant d'eau pour la navigation et restaurer le milieu naturel, le Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Région de Douai (SIADO) devait gérer une importante quantité de sédiments pollués (57 000 m³).

Les résultats obtenus lors des campagnes de caractérisation de la qualité des sédiments soulignaient la présence de polluants caractéristiques des régions industrialisées (métaux lourds, hydrocarbures et hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP]) à des concentrations significatives.



Crédit photo : AEAP

Préoccupé par les risques d'exposition liés aux travaux de curage, d'extraction-transport et finalement à la mise en dépôt ou à la réutilisation de ces sédiments pollués, le SIADO a commandé la réalisation d'une étude détaillée des risques pour la santé publique. Elle consiste à estimer le danger que représente la présence des substances polluantes dans les sédiments, le degré d'exposition de l'homme à ces substances selon l'utilisation et la caractérisation du risque qui en découle.

L'évaluation des risques s'effectue selon l'approche Source-Vecteur-Cible.

- La "source" est caractérisée par les teneurs en polluants mesurées par des analyses des sédiments ou de l'eau de surface.
- Le "vecteur" définit le milieu dans lequel transite le polluant : les voies de transport ou de dispersion vers les milieux qui seront en contact avec les cibles (ingestion, inhalation, contact dermique).
- La "cible" correspond aux récepteurs du polluant une fois dispersé, par exemple les opérateurs du chantier et les riverains.

L'appréciation des risques résiduels pour la santé publique est obtenue par comparaison de doses d'exposition estimées, à partir des voies d'exposition retenues, avec des niveaux de dose d'exposition quotidiennes toxicologiquement acceptables et propres à chaque polluant.

Pour quantifier les doses d'exposition, deux logiciels (CSOIL et SEDISOIL) intègrent des équations permettant de simuler l'exposition des cibles et de quantifier la dose d'exposition pour chaque polluant et pour chaque voie d'exposition retenue.

Dans l'ensemble, l'évaluation des risques est conservatrice par les équations intégrées dans les logiciels et se traduit donc par une surestimation des risques éventuellement mis en évidence.

Les modes d'exposition retenus pour cette étude sont :

- lors des travaux de curage : exposition des opérateurs des travaux et des riverains du linéaire curé pratiquant une activité de pêche ou de promenade ;
- lors de l'aménagement du dépôt : exposition des opérateurs des travaux et les riverains du site de dépôt pratiquant une activité de promenade ;
- exposition des riverains des berges réhabilitées et pratiquant des activités de pêche ou de promenade.

Les autres modes d'exposition doivent être considérés comme négligeables ou très faibles par rapport aux cas étudiés.

Avant curage, la présence des sédiments avec des teneurs en polluants significatives ne semble pas poser de risques d'exposition des riverains dans le cadre d'une activité récréative de type pêche ou baignade.

Un des premiers résultats de l'étude a été la mise en évidence que la réutilisation de certains sédiments parmi les moins pollués pour l'aménagement des berges était possible : tous les sédiments ne devaient pas obligatoirement être confinés.

Pour les travaux de curage, d'aménagement du dépôt et d'utilisation des sédiments pour la réhabilitation des berges, l'évaluation des risques démontre l'absence de risques sous réserve de l'application des mesures communément appliquées dans le cadre de tels travaux, qui viseront à limiter l'exposition des riverains via les voies pertinentes "ingestion de sédiments" et "contact cutané".

D'autres types de nuisances (bruit, odeurs, circulation...) sont toutefois à considérer.

En pratique, le curage de la Scarpe Moyenne s'est déroulé correctement et selon toute vraisemblance n'a pas généré de risques majeurs de pollution des eaux de surface et des eaux souterraines. Néanmoins, durant et après les travaux, pendant quelques mois, la qualité des eaux au niveau des captages les plus proches a été suivie et deux piézomètres ont été mis en place pour des contrôles supplémentaires de la qualité des eaux.

Il faut noter que le curage limité au " vieux fond - vieux bords " n'a pas entamé la barrière protectrice sous-jacente du canal.

Le curage de la Scarpe s'est accompagné d'une réhabilitation des berges de la rivière avec des aménagements destinés tant à la protection qu'à leur mise en valeur. Ces aménagements ont conduit à des modifications hydrauliques du cours d'eau de façon à permettre par la suite un autocurage. Les sédiments non utilisés sur les berges ont été mis en dépôt confiné.

Pour en savoir plus :

sites INTERNET:

- Agence de l'eau Artois Picardie : www.eau-artois-picardie.fr – Etudes et recherches – Les sédiments
- Agences de l'Eau : www.eaufrance.com – Les études interbassin
- Pôle de compétence sites et sols pollués en Nord Pas de Calais : <http://www.polessp.org>
- Centre National de Recherche sur les sites et sols pollués : www.cnrssp.org
- CEMAGREF de Lyon : <http://www.lyon.cemagref.fr/doc/these/index.shtml>

6.5 Des exemples de traitement de potabilisation des eaux

FICHE TECHNIQUE N°16

Domaine :	EAU POTABLE
Objet :	Le cas du plomb
La France produit 300 000 tonnes de plomb par an, dont 40 % sont recyclées. Ce métal est utilisé dans les batteries, les munitions, en verrerie, céramique... Il n'est plus utilisé dans les carburants automobiles, ni dans les peintures, ni pour les branchements sur les réseaux de distribution d'eau ou pour les soudures sur les installations sanitaires. L'exposition se fait essentiellement par les voies digestives et respiratoires : le plomb passe alors dans le sang, diffuse dans le corps et se fixe dans les os. C'est un toxique par accumulation, qui agit sur le système immunitaire, les reins, le système nerveux. Il peut entraîner l'apparition de troubles du sommeil, de l'anémie, des retards de développement chez l'enfant. C'est la raison pour laquelle une politique générale visant à réduire l'exposition des populations a été mise en œuvre depuis de nombreuses années, interdiction des peintures à la "céruse" (hydroxycarbonate de plomb) en 1948, des tuyaux en plomb pour l'alimentation en eau potable en 1995, du plomb dans les carburants en 2000. La directive de 1998 sur les eaux destinées à la consommation humaine, traduite en droit français par le décret du 20 Décembre 2001, a ramené la concentration maximale autorisée à 25 µg/l fin 2003 et 10 µg/l en 2013, alors qu'elle était jusqu'alors fixée à 50 µg/l. Pour respecter cette valeur au robinet du consommateur, il sera nécessaire de remplacer tous les branchements en plomb. En effet, il est exceptionnel que les eaux contiennent du plomb à la source. Par contre, selon le pH, la température, la minéralisation naturelle de l'eau, le plomb en contact avec l'eau dans le réseau de distribution peut se solubiliser. Si des traitements filmogènes par des ortho phosphates de zinc permettent de respecter le seuil de 25 µg/l, seul le remplacement systématique des branchements en plomb permettra de respecter le seuil de 10 µg/l. A l'échelle du territoire français, environ 10 millions de réseaux intérieurs présenteraient des parties en plomb et il y aurait entre 3,5 et 4 millions de branchements encore en plomb, dont le coût de remplacement est estimé à 1 000 €/branchement. Dans le bassin Artois Picardie, le nombre de branchements publics en plomb était estimé à 400 000 en 2002, soit une charge financière de 40 M€/an pendant dix ans. Différentes techniques peuvent être mises en œuvre pour les branchements publics : chemisage intérieur ou remplacement, avec ou sans tranchée. La plupart des moyennes et grandes collectivités compétentes en distribution d'eau ont réalisé un inventaire et mis en œuvre un programme pluriannuel de remplacement des branchements en plomb, afin de respecter l'échéance de 2013, en commençant par les installations qui délivrent de l'eau au public. Si des financements peuvent être mobilisés par les services publics d'alimentation en eau, le remplacement de toutes les installations intérieures non conformes est par contre plus incertain. Néanmoins, il est vraisemblable que le développement du comptage individuel dans l'habitat collectif va nécessiter des travaux sur les installations intérieures qui pourront être remplacées à cette occasion. Enfin, des dispositifs individuels de traitement du plomb dans l'eau sont commercialisés. L'efficacité de ces dispositifs est subordonnée à un entretien régulier et au remplacement régulier des cartouches de filtres...	

FICHE TECHNIQUE N°17

Domaine :

EAU POTABLE

Objet :

Le traitement des eaux polluées par des produits phytosanitaires :
le cas de la commune rurale de SAINT SIMON (02)

La Commune de SAINT SIMON, dans le Département de l'Aisne, est alimentée depuis 1927 en eau potable par un forage de 46 m de profondeur.

Le captage est situé sous le château d'eau, sur un plateau à quelques kilomètres des grandes cultures, à proximité d'une zone lotie et d'un ancien aérodrome. La vulnérabilité intrinsèque est considérée comme moyenne.

Le nombre d'habitants desservis par ce forage est d'environ 660 pour 240 abonnés. Le volume prélevé annuellement est voisin de 30 000 m³.

Les analyses réalisées à la fin des années 1990 ont mis en évidence la présence régulière de produits phytosanitaires, atrazine et simazine en particulier, à des teneurs variant entre 0,1 et 0,4 µg/l, la limite de qualité étant fixée, par la réglementation sanitaire à 0,1 µg/l par substance individualisée.



La teneur en nitrates par contre est assez constante depuis 1980 et se maintient autour de 25 mg/l.

La Commune disposait d'une seule alternative : soit l'interconnexion sur un réseau voisin, soit une solution autonome de traitement.

La comparaison technico-économique en investissement et en fonctionnement a conduit la collectivité à retenir la seconde solution.

Deux technologies ont été étudiées :

- le traitement par charbon actif en grains, qui a la capacité de retenir les pesticides en les adsorbant,
- la nano filtration qui permet de retenir certaines molécules organiques grâce à une filtration sur des membranes à haut pouvoir de coupure.

Le coût d'une filtration sur charbon actif étant inférieur, tant en investissement qu'en fonctionnement, la Commune a retenu cette filière de traitement.

Le coût du projet était de 90 000 € HT ; l'ensemble des équipements a pu être installé dans le château d'eau, donc sans nécessiter de travaux lourds de génie civil.

Cette opération financée par l'Agence de l'Eau Artois Picardie (25 %) et par le Conseil Général de l'Aisne (20 %), permet de délivrer aujourd'hui aux habitants de SAINT SIMON une eau strictement conforme sur le plan sanitaire.

Les propos du présent document sont avant tout informatifs, centrés sur les propriétés des polluants toxiques, sur la notion d'écotoxicité, sur la présentation des outils disponibles pour connaître et appréhender les cas de pollution toxique.

Ce tour d'horizon implique quelques remarques :

- Les outils disponibles permettent d'identifier les secteurs contaminés, de caractériser l'enjeu écologique et sanitaire et de motiver des actions de lutte contre les pollutions toxiques. Mais bien souvent les investissements techniques et financiers réalisés pour l'acquisition de données sont trop faibles pour éviter que les diagnostics ne soient sujets à caution,
- Le cadre réglementaire est exigeant en matière de pollution toxique et les objectifs affichés pour ce type de polluants sont ambitieux. Ceci traduit bien le fait qu'une demande sociale milite pour une maîtrise des contaminations par les micropolluants, tant pour l'environnement que pour les enjeux sanitaires. Pour autant, force est de constater qu'en dehors des efforts significatifs consentis pour limiter l'impact des gros rejets industriels, peu d'actions coordonnées (impliquant plusieurs pollueurs sur un même bassin hydrographique) ont été initiées pour répondre à ces exigences réglementaires et sociales. La difficulté n'est pas alors l'absence d'outils méthodologiques, mais plutôt le besoin de structures porteuses de projets et l'appropriation de cette problématique par les acteurs locaux,
- Le document insiste sur la complémentarité des outils disponibles. Cela dit, des acteurs interviennent (services de l'Etat, collectivités, usagers,...) pour mettre au point et/ou mettre en œuvre ces outils. Il reste essentiel que des orientations stratégiques soient prises et relayées par ces acteurs pour que les principes affichés se traduisent par des actions concrètes.

La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) accorde une grande importance à cette problématique des substances toxiques pour atteindre le " bon état écologique " des milieux aquatiques : état des lieux, programmes de mesures, plans de gestion...

La mise en œuvre de cette directive européenne ne nous laisse pas d'alternative : il est indispensable d'acquérir les connaissances et les données de base dans ce domaine puis d'engager les actions qui permettront de satisfaire les exigences de la DCE et de respecter l'échéance de 2020.

Ainsi donc, au delà du constat de l'importance de l'enjeu " pollution par les toxiques ", il est nécessaire d'initier une dynamique d'action qui passe avant tout par l'affichage de stratégies d'actions, motivées non plus par des " coups médiatiques " (pollutions accidentelles, discours alarmistes des médias) mais avant tout par les exigences réglementaires et les demandes sociales.

8 Glossaire

ADSORPTION : Statut physique d'un polluant. Fixation d'une substance à la surface d'une particule par des liaisons faibles.

ALTERATIONS : Groupes de paramètres de même nature ou de même effet permettant de décrire les types de dégradation de la qualité de l'eau

AMENDEMENT : apports permettant d'entretenir ou d'améliorer la structure du sol, son activité biologique ou encore de contrôler son acidité. Les boues chaulées sont des amendements dits "basiques" ou "calciques" car ils réduisent l'acidité du sol et en améliorent sa structure. En outre, ils réduisent la battance des sols limoneux. Les boues compostées sont des amendements dits "organiques" car ils améliorent les propriétés biologiques, physiques et chimiques des sols. Ils entretiennent et corrigent également la teneur du sol en humus.

ANALYSE MULTI-RESIDUS DE L'EAU : Recherche des constituants majeurs et trace dans les eaux naturelles, d'un réseau d'adduction ou d'un effluent, ainsi que des polluants éventuellement présents dans ce dernier. Elle fait appel à un vaste spectre de techniques physico-chimiques en particulier la chromatographie, la spectrométrie, la colorimétrie et la polarographie. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

ANTAGONISME : Phénomène physiotoxicologique par lequel l'exposition simultanée d'un organisme à deux toxiques différents se traduit par une neutralisation – ou à tout le moins une atténuation – de la nocivité de l'une ou des deux substances concernées. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

BIOACCUMULATION ou BIOCONCENTRATION : Phénomène par lequel des êtres vivants absorbent des substances naturellement présentes dans leur biotope ou polluantes et les accumulent dans leur organisme à des concentrations parfois supérieures à celles auxquelles elles se rencontrent dans le milieu naturel. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

BCF : BioConcentration Factor.

BIODEGRADATION : Phénomène généralement lié à l'action de micro-organismes des sols ou des eaux qui permettent la dégradation (minéralisation) – et en règle générale – la neutralisation d'agents polluants dans les milieux terrestres ou aquatiques. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

BIODISPONIBILITE : Etat physique (solubilisé ou adsorbé) ou chimique (complexé ou ionisé) dans lequel se trouve un polluant et qui conditionne son écotoxicité. La biodisponibilité joue un rôle très important dans la nocivité réelle d'un élément – métal ou métalloïde contaminant les eaux ou les sols. (Extrait du précis d'écologie et du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

BIOESSAIS : Tests biologiques ou bio tests effectués en laboratoire. Ils ont pour objet de déterminer à l'aide d'expérimentations sur divers types d'êtres vivants la toxicité de substances chimiques. (d'après F. RAMADE)

BIOINDICATEUR : Individu, espèce, ou population dont la présence, le comportement et l'abondance peuvent permettre de caractériser la qualité des milieux. (Extrait de bio indicateurs et bio marqueurs : des outils pour la surveillance du milieu aquatique – groupe chimie et écologie Paris 7)

BIOMARQUEUR : En réponse à une agression de type agent chimique, l'organisme mobilise son système de défense basé sur la sécrétion d'enzymes chargées d'éliminer le toxique avant qu'il ne se concentre dans l'organisme. Les bio marqueurs sont une mesure du niveau d'expression de ces enzymes dans l'organisme, élevée, ou très basse, elle traduit une exposition à des agents polluants – Ex. cytochrome P450.

BIOTOPE : Espace localisé où l'ensemble des facteurs physiques et chimiques de l'environnement reste sensiblement constant. (Extrait du dictionnaire de l'Environnement – AFNOR)

"BON ETAT" : Objectif fixé par la Directive Cadre Eau 2000/60/CE à atteindre pour les milieux aquatiques avant 2015. Ce bon état correspond à la fois à un bon état physico-chimique et écologique. Les textes de la Directive Cadre précisent pour différents types de paramètres (nutriments, polluants synthétiques, phytoplancton, ichtyofaune (poisson),...) les niveaux de satisfaction à atteindre.

BOUES RESIDUAIRES URBAINES ou BOUES DE STATION D'EPURATION : Déchets organiques essentiellement constitués par des corps bactériens, résultant de l'épuration des eaux usées domestiques. Elles contiennent de l'azote et du phosphore valorisable en agriculture à condition qu'elles n'apportent pas de polluants organiques et inorganiques. (Extrait du Larousse Agricole)

BRYOPHYTES : Mousses aquatiques. Du fait de leur pouvoir bioaccumulateur de certaines substances, elles sont utilisées pour connaître la pollution qui a transité dans le milieu durant les 3 derniers mois. Elles accumulent parfaitement les métaux, les iodes.

CE 50 : Concentration Efficace 50 %. Concentration d'un polluant qui cause un effet toxique donné chez 50 % des individus exposés après un temps d'exposition normalisé, par exemple 24 heures. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

CHAINE TROPHIQUE = chaîne alimentaire : terme désignant les relations trophiques qui unissent les organismes de niveau trophique différent à l'intérieur d'une même communauté. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

CI 50 : Concentration d'Inhibition 50 %. Il s'agit de la concentration d'un toxique qui, après un temps donné d'action, par exemple 24 heures, provoque une inhibition d'activité (motrice ou autre) chez 50 % des individus faisant l'objet du bio essai. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

CL 50 : Concentration létale 50 %, c'est à dire la concentration d'un polluant toxique de l'air ou des eaux provoquant 50 % de mortalité dans une population exposée à ce dernier. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

CONTAMINATION : Processus par lequel un biotope – et (ou) une population, voire une communauté toute entière – se trouve exposé à un polluant chimique ou radioactif. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

DANGER : Propriété intrinsèque d'un agent chimique, biologique ou physique à générer un effet néfaste ou indésirable. Le danger d'une substance est sa toxicité potentielle vis à vis des organismes. La toxicité est évaluée par des tests en laboratoire (bio essais), ces tests donnent une concentration seuil au delà de laquelle la substance est toxique.

DBO : Demande Biologique en Oxygène. Quantité d'oxygène nécessaire à l'action des bactéries aérobies pour oxyder les matières organiques. Cette mesure se fait en général sur 5 jours, on parle alors de DBO₅.

DCO : Demande Chimique en Oxygène. Quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les substances organiques présentes dans les eaux naturelles ou polluées. Elle se mesure par oxydation de l'échantillon au bichromate de potassium porté entre 140 et 150°C pendant deux heures. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

DECHETS : Au sens de l'article 1 de la loi du 15 juillet 1975, le déchet correspond à "tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné, ou que son détenteur destine à l'abandon"

DTQD : DECHETS TOXIQUES EN QUANTITES DISPERSEES. Déchets dangereux (au sens du décret 2002 – 540 du 18 avril 2002) produits par les PME-PMI, les Très Petites Entreprises (TPE), les artisans, les commerçants, les établissements d'enseignements et de recherche, les laboratoires, les hôpitaux et les cliniques...

DMS : DECHETS MENAGERS SPECIAUX. Déchets dangereux sont produits par les activités quotidiennes des ménages (nettoyage, bricolage, jardinage, ...)

DETOXIFICATION (MOLECULES DE) : Molécules produites par l'organisme afin d'excréter un polluant d'origine exogène. Ex : cytochrome P450.

DILUTION : Phénomène par lequel un fluide se disperse dans un autre fluide de volume beaucoup plus important. On parlera par exemple de la dilution d'un effluent pollué. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

DL50 : Dose Létale 50%. Dose d'un toxique qui cause 50 % de mortalité dans une population exposée au bout d'un temps donné. C'est donc en règle générale une mesure de la toxicité aiguë qui s'évalue après un temps d'exposition de 24 h à 96 h selon l'espèce considérée. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

ECOSYSTEME : Système dans lequel il existe des échanges cycliques de matières et d'énergie dus aux interactions entre les différents organismes présents (biotope) et leur environnement (biocénose). (Extrait du dictionnaire de l'Environnement – AFNOR)

ECOTOXICOLOGIE : Science qui étudie les effets toxiques sur les organismes vivants, les voies de transfert et les interactions avec l'environnement des agents polluants d'origine anthropique. (Extrait du précis d'écotoxicologie – F. RAMADE)

EFFLUENTS : Désigne de façon générale tout fluide émis par une source de pollution, qu'il soit le fait de zones d'habitations ou d'installations industrielles. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

ELEMENTS TRACES : Eléments que l'on retrouve en quantité très faible.

EPANDAGE : Technique de fertilisation fondée sur la dispersion des eaux usées d'origine domestique et des boues de station d'épuration sur des terres cultivées. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

EQUITOX : L'équitox est la quantité de toxicité qui, dans 1 m³ d'eau, immobilise, au bout de 24 heures, 50 % des daphnies présentes (micro-crustacés d'eau douce). (Extrait du manuel de la redevance de pollution industrielle – Agence de l'Eau RMC)

ERU : Excès de Risque Unitaire pour les effets cancérogènes. L'ERU représente la probabilité supplémentaire qu'a un individu de développer un effet s'il est exposé à la substance. Une substance peut avoir des effets sans seuil différents selon la voie d'exposition. Ainsi une substance ayant des effets sans seuil pourra avoir une ERU_o pour la voie orale différente de la voie ERU_i pour la voie respiratoire.

ERI : Excès de Risque Individuel : Pour les substances ayant des effets " sans seuil ", le risque s'exprime sous la forme d'un Excès de Risque Individuel (ERI). Il s'agit de la probabilité qu'a la cible de développer l'effet associé à la substance (par exemple effet cancérogène) du fait de l'exposition considérée. L'ERI est calculé pour chaque substance et chaque voie d'exposition à partir de la Dose Journalière d'Exposition (DJE) et de l'excès de risque unitaire (ERU). L'expression de l'ERI est supposée linéaire pour les niveaux d'exposition et de risques faibles :

ERI = DJE x ERU_o pour la voie orale

ERI = DJE x ERU_i pour la voie respiratoire

Pour des niveaux d'exposition et de risques forts (probabilité supérieure à 1 %), l'expression n'est plus linéaire : $ERI = 1 - \exp(- DJE \times ERU)$

Conformément aux recommandations du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, il est considéré que :

- Si l'excès de risque calculé (ERI) est supérieur à 10⁻⁴, le risque sera considéré comme inacceptable,
- Si l'excès de risque calculé est inférieur à 10⁻⁵, le risque sera considéré en général comme acceptable

EXPOSITION : L'exposition à une substance prend en compte plusieurs facteurs, la voie d'administration (cutanée, inhalation ...), la durée d'exposition (continue, ponctuelle).

FERTILISANT ou ENGRAIS : produit capable de fournir aux cultures des éléments nutritifs nécessaires à leur croissance et à leur développement. En effet, les cultures ont besoin entre autres, d'eau et de nutriments qu'elles prélèvent dans le sol : essentiellement l'azote, le

phosphore et le potassium. Certaines espèces nécessitent aussi du soufre, du magnésium et du calcium. Enfin, les plantes ont besoin d'oligo-éléments appelés ainsi car ils sont consommés en très faible quantité bien qu'absolument indispensables : Fer, Manganèse, Cuivre, Zinc, Bore, Molybdènes.

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement: Loi 76-663 "Installations classées" du 19/07/76. Ensemble des usines et autres installations industrielles qui constituent d'importantes sources de pollution pour l'atmosphère, les eaux, voire les sols, ainsi que des nuisances et auxquelles sont associés des risques pour la santé aussi bien pour les personnels qui y travaillent que pour les populations vivant dans leur voisinage. Appartiennent aussi aux installations classées les établissements qui présentent un danger d'accident grave (risques d'incendie ou d'explosion) pour leurs personnels et pour les populations environnantes. Une législation complexe (qui remonte à la Convention) a été établie pour ce type d'établissement et concerne tant l'autorisation ou l'extension d'installations déjà existantes que les diverses mesures techniques requises pour atténuer leur dangerosité pour l'homme et leur impact sur les milieux naturels susceptibles de recevoir leurs effluents. Les installations nucléaires, qui ressortent d'une législation particulière, ne sont pas administrativement assujetties au régime des installations classées.

K_{ow} : Coefficient Octanol/Water : Coefficient de partage n-octanol-eau d'un composé organique. Ce coefficient détermine le partage d'une substance entre l'eau et l'octanol, ce qui est une estimation du partage de cette substance entre l'eau et les tissus graisseux. Ce coefficient donne une idée de la capacité d'une substance à se bio accumuler.

LESSIVAGE : Action de l'eau qui entraîne toutes les particules et substances présentes dans les sols lors de son écoulement, suite à un orage par exemple.

MACROPOLLUANTS : substances organiques ou minérales dont l'excès provoque une pollution soit :

- en diminuant le taux d'oxygène dissous par leur dégradation (matières organiques) ou en générant une eutrophisation du milieu par leur consommation (sels nutritifs essentiellement composés azotés et phosphorés),
- en causant une turbidité excessive (matières en suspension susceptibles de gêner la respiration des organismes par colmatage des branchies, comblement des frayères, asphyxie des plantes...).

MATIERES INHIBITRICES (MI) : Désigne l'ensemble des polluants des eaux – minéraux et organiques – ayant une toxicité suffisante pour inhiber le développement et/ou l'activité des organismes aquatiques. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions F. RAMADE). L'unité de mesure est l'équitox (eq) et le kilo équitox (Kéq ou ket). (voir définition)

MATIERES ORGANIQUES OU OXYDABLES (MO) : Désigne les matières organiques (ensemble des substances d'origine biologique) et autres substances oxydables contenues dans un effluent ou un biotope aquatique pollué. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

MES : Matières En Suspension. Particules solides en suspension dans l'eau brute.

METEAUX LOURDS : Désigne l'ensemble des métaux toxiques de forte masse atomique : plomb, mercure, zinc, cadmium...

METOX : Paramètres établis par les Agences de l'Eau, afin de percevoir les redevances de pollution. Le METOX est calculé par la somme pondérée (exprimée en g/l) de huit métaux et métalloïdes, affectés des coefficients de pondération liés aux différences de toxicité des éléments : mercure 50, arsenic 10, plomb 10, cadmium 10, nickel 5, cuivre 5, chrome 1, zinc 1. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

MINERAUX (SELS MINERAUX) : Ensemble des sels inorganiques présents dans un biotope terrestre ou aquatique c'est à dire selon le cas dans les sols, dans l'eau ou dans les sédiments superficiels. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

MICROORGANISMES : Organismes de taille microscopique (bactéries et champignons essentiellement) qui sont impliqués dans les processus de décomposition et de biodégradation.

MICROPOLLUANT : Polluant présent à faible concentration dans l'environnement. La plupart des micropolluants ont des effets toxicologiques importants même s'ils sont présents à de très faibles concentrations dans l'eau. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

MINÉRALISATION : Dégradation physique ou chimique d'une substance qui conduit à sa simplification en substances minérales (H_2O , CO_2 , CH_4).

NAPHTA : Distillat de pétrole, intermédiaire entre l'essence et le kérosène.

NOEC : No Observe Effet Concentration. Concentration sans effet observé. Concentration mesurée suite à des essais de toxicité chronique et pour laquelle aucun effet n'est observé. C'est à dire que la substance ne présente pas de toxicité chronique en dessous de cette concentration.

OLIGOCHETES : Vers vivants dans les sédiments et utilisés pour connaître la qualité des sédiments, voire une contamination du milieu par les micropolluants.

PEC : Prévisible Environnemental Concentration. Concentration prévisible dans l'environnement. Concentration que l'on s'attend à trouver dans le milieu suite aux différents apports.

PESTICIDES : Ce terme regroupe les herbicides, les insecticides, fongicides... Substances chimiques minérales ou organiques de synthèse utilisées à vaste échelle contre les ravageurs des cultures, les animaux nuisibles et les agents vecteurs d'affections parasitaires de l'homme et des animaux domestiques (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE).

PNEC : Prévisible Non Effect Concentration. Concentration sans effet prévisible sur l'environnement. Concentration estimée à partir de tests de laboratoire et qui détermine un seuil au dessus duquel la substance a un effet sur l'environnement.

POLLUTION DIFFUSE : Pollution non identifiée géographiquement dont les sources sont nombreuses, difficilement identifiables et non localisables – Ex. pollution agricole suite à un orage.

POLLUTION DISPERSEE : Pollutions identifiées géographiquement dont les sources sont nombreuses, identifiables et localisables – Ex. Déchets Toxiques en Quantités Dispersés. (DTQD)

POLLUTION PONCTUELLE : Pollution identifiée géographiquement qui a une source unique, identifiable et localisable – Ex. rejet de station d'épuration.

POLLUTION : Introduction directe ou indirecte, par suite de l'activité humaine, de substances ou de chaleur dans l'air, l'eau ou le sol, susceptibles de porter atteinte à la santé humaine ou à la qualité des écosystèmes aquatiques ou des écosystèmes terrestres, qui entraînent des détériorations aux biens matériels, une détérioration ou une entrave à l'agrément de l'environnement ou à d'autres utilisations légitimes de ce dernier. (Directive Européenne 2000/60/CE du 23 octobre 2000)

PRODUITS PHYTOSANITAIRES : Terme utilisé par les agronomes pour désigner les diverses matières actives des pesticides et leurs diverses formulations utilisées contre les ravageurs et les plantes adventices des cultures (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE).

QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX : La qualité des eaux correspond à un ensemble de critères physico-chimiques qui définit leur degré de pureté et, en conséquence, leur aptitude aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles ou industriels. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

RISQUE : Probabilité d'apparition d'un événement (maladie) pour un individu ou dans une population pendant une période donnée (Lellouch, dictionnaire d'épidémiologie). Le risque d'une substance donc est l'estimation du danger qu'elle représente en fonction de l'exposition de l'individu cible.

SEDIMENTS : Particules solides qui se déposent au fond des cours d'eau dont le courant est faible. Ils sont utilisés pour connaître la pollution historique. Ils stockent des substances chimiques.

SEQ : Système d'Evaluation de la Qualité. Outil développé conjointement par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD) et les Agences de l'Eau, pour définir le niveau de qualité des cours d'eau au travers de grilles d'interprétations pour différents paramètres physico-chimiques (SEQ-Eau), biologiques (SEQ-Bio) ou hydromorphologiques (SEQ-Physique).

SITE POLLUE : Site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement.

SUBSTANCE ANTHROPIQUE : Toute substance produite et introduite dans l'environnement par l'homme.

SUBSTANCES PRIORITAIRES : Ce sont des substances définies par la Directive Européenne 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (annexe X) et dont il faut réduire progressivement les rejets, les émissions et les pertes dans un délai de 20 ans. Parmi ces substances, certaines sont identifiées comme dangereuses prioritaires. Pour ces dernières, l'objectif fixé par la directive est un arrêt ou une suppression progressive des rejets et des pertes dans un délai de 20 ans.

SYNERGIE : Augmentation de l'intensité d'un effet (chimique ou biologique) par une substance, due à la présence d'une autre substance ; l'effet combiné est supérieur aux effets cumulés des substances. (Extrait du dictionnaire de l'Environnement – AFNOR)

TEST DE TOXICITE : voir bioessais

TOXICITE : Particularité propre à diverses substances dont l'absorption a pour effet de perturber le métabolisme des êtres vivants, provoquant des troubles physiologiques pouvant aller jusqu'à la mort des individus exposés. En fonction de l'intensité et de la rapidité des effets, on distingue une toxicité aiguë, une toxicité subaiguë et une toxicité à long terme encore dénommée toxicité chronique, résultant de l'exposition permanente à de faibles concentrations d'un toxique. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

TOXICOLOGIE : Science dont l'objet est l'étude des substances toxiques dans l'environnement de l'homme et dans les populations et les individus exposés ainsi que des effets biologiques qui en résultent, en particulier au plan pathologique pour notre espèce ainsi que pour l'ensemble des êtres vivants. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)

TOXIQUES : Substances naturelles ou de synthèse, que l'homme introduit dans un biotope donné et dont elles étaient absentes ou encore dont il modifie et augmente les teneurs lorsqu'elles sont spontanément présentes. Ces substances présentent une nocivité pour les êtres vivants en provoquant une intoxication des organismes affectés en perturbant telle ou telle fonction et pouvant entraîner la mort. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE).

TOXIQUE CUMULATIF : Substance qui s'accumule dans les tissus vivants (principalement les tissus adipeux). Ses effets toxiques ne s'expriment que lorsque l'accumulation dans les tissus atteint un seuil (dose d'effets).

9 Bibliographie

- Agence de l'Eau Artois Picardie :
 - Annuaire de la qualité des eaux de surface - Edition 2003 – CD Rom.
 - SDAGE Artois Picardie
 - Etat des lieux de la DCE
- Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse - Guide technique n°7 – Pollution toxique et écotoxicologie : Notions de base - Novembre 2002
- Centre des Sciences de l'environnement, 8 au 12 mars 1999, conférence sur les essais d'écotoxicité et de cancérogénicité des produits chimiques.
- Centre international des congrès de Metz, 31 mai au 1er juin 2001, colloque eau et santé, compte rendu des interventions et des débats.
<http://www.eau-rhin-meuse.fr/somactua.htm>.
- FORBES V.E. et T.L., 1997, Écotoxicologie : théorie et applications, INRA éditions, 256 pages.
- FREDON 59-52, Rapports d'activités– www.fredon-npdc.com
- Garric J., Férard J.F. & Vindimian E., 1992. Essais biologiques pour l'évaluation de la toxicité chronique des rejets. Étude Inter Agences Hors Série. 111 pp.
- Lagadic L., Caquet T., Amiard J.C. & Ramade F., 1998. Utilisation de bio marqueurs pour la surveillance de la qualité de l'environnement. Ed. Lavoisier Tec&Doc. 320 pp.
- Les études des agences de l'eau
 - n°17 - Bio Essais et bio indicateurs de toxicité dans le milieu naturel – 1993
 - n°76 - Bioessais sur sédiments : méthodologie et application à la mesure de la toxicité des sédiments naturels - 2000
 - n° 79 - Déchets toxiques produits en petites quantités– 2000
 - n°88 - Guide méthodologique de l'indice oligochaetes de bioindication des sédiments – 2002
 - n° 89 - Historique des opérations de curage et perspectives - 2002
- MATE - DPPR – Service de l'Environnement Industriel - Principaux rejets industriels en France – Bilan de l'année 2000. - mars 2002
- PRYGIEL J. et Al, 2000. Use of oligochaete communities for assesment of ecotoxicological risk in fine sediment of rivers and canals of the Artois-Picardie water basin (France). Hydrobiologia 12 pp.
- RAMADE F., 1995, Éléments d'écologie : écologie appliquée, Édiscience international, 632 pages.
- RAMADE F., 1994, Éléments d'écologie : écologie fondamentale, Édiscience international, 580 pages.
- RAMADE F., 1992, Précis d'écotoxicologie, Masson, 300 pages.

10 Sites Internet

- **AFNOR** : <http://www.afnor.fr>
- **Agence de l'Eau Artois Picardie** : <http://www.eau-artois-picardie.fr>
 - Etudes et recherches – Les techniques propres et le recyclage en industrie
 - Etudes et recherches – “Les opérations collectives” ou “Le guide des déchets dangereux pour l'eau”
 - Etudes et recherches – Les sédiments
- **Agences de l'eau** : <http://www.eaufrance.com>
- **BASIAS** : basias.brgm.fr
- **BASOL** : www.basol.environnement.gouv.fr
- **Bureau Européen des Unions de Consommateurs** :
http://www.chemical-cocktail.org/index_fr.asp
- **CEMAGREF de Lyon** : <http://www.lyon.cemagref.fr/doc/these/index.shtml>
- **Centre National de Recherche sur les sites et sols pollués** : www.cnrssp.org
- **Directives Européennes** : consultables et téléchargeables à partir du site
<http://europa.eu.int/>
- **EPER** - European Pollutant Emission Register : <http://eper.cec.eu.int/eper/>
- **e-PHY** - Catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France ” (Ministère de l'Agriculture) - <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/wiphy/>
- **Etudes inter agences** : <http://www.eaufrance.com>- Les études interbassin
- **FREDON 59-52** : www.fredon-npdc.com
- **Graphi-conseil** : www.graphic-environnement.com
- **GRAPPE** : www.diren-npdc.org, rubrique “les dossiers” puis “le GRAPPE”
- **INERIS** :
 - Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques : <http://www.ineris.fr>
 - Portail substances chimiques : <http://chimie.ineris.fr/index.php>
 - Action Nationale de Recherche et de Réduction des Rejets de Substances Dangereuses dans les Eaux : <http://rsde.ineris.fr>
- **INRS, mai 2002, fiches toxicologiques** : <http://www.inrs.fr>
- **Pôle de compétence sites et sols pollués en Nord Pas de Calais** :
<http://www.polessp.org>
- **Voies Navigables de France** : <http://www.vnf.fr>