



BASSIN RHÔNE-MEDITERRANÉE-CORSE
GUIDE TECHNIQUE N°7

**POLLUTION TOXIQUE
ET ÉCOTOXICOLOGIE :**

notions de base

Novembre 2002



Pollution toxique et écotoxicologie : notions de base

Conception et rédaction : Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse :

- Claire **BOUCHESEICHE**
- Étienne **CREMILLE**
- Thomas **PELTE**
- Katy **POJER**

Avec l'aimable collaboration de :

- Jean-Claude **DAUMAS** (Vice-Président du Comité de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse)
- Jacques **PULOU** (Membre du Bureau du Comité de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse)
- Patrick **JEAMBAR** (Membre du Conseil d'Administration de l'Agence de l'Eau)
- Michel **LASSUS** (Membre du Conseil d'Administration de l'Agence de l'Eau)
- Claude **ALZIEU** (Membre du Conseil Scientifique du Comité de Bassin)
- Pascal **ISNARD** (Membre du Conseil Scientifique du Comité de Bassin)
- Cyril **BOURG** (DIREN Rhône-Alpes)
- Marc **MAISONNY** (DRASS Rhône-Alpes)
- Pascal **SIMONIN** (DRIRE Rhône-Alpes)
- Éric **THYBAUD** (INERIS Direction des Risques Chroniques)

■ Mise en page et illustrations : Elisa **MORGAND**

■ Crédits photos : C. **CHIRAT** (AERMC), F. **JANISSET**, R. **LENGEREAU**, D. **NOURY** (AERMC) D. **RICOL**, , SAGE **BOURBRE**.

■ Nous remercions toutes les personnes de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse qui ont contribué à la réalisation de ce guide technique :

Michel **BONNEFILLE**, Laurent **CADILHAC**, Philippe **CLAPE**, Philippe **DUPONT**, Muriel **DUPUY**, Yannick **GALVIN**, Chantal **GRAILLE**, Arthur **IWEMA**, Claude **LASCOMBE**, Anne-Marie **LEVRAUT**, Jean-Louis **MERCIER**, Paul **MICHELET**, Bernard **MICHELLON**, Valérie **PANDINI**, Jean **PEYTAVIN**, Martin **PIGNON**, Virginie **RETHORE**, Jean **RIGAUD**, Thierry **SILVESTRE**, Marc **VEROT**.

SOMMAIRE

	Préambule	4
	Abréviations	6
PARTIE 1 →	Les toxiques : qu'est ce que c'est ?	7
	■ Définition et origine	7
	■ Les différents micropolluants	7
	Les métaux et métalloïdes (micropolluants minéraux)	7
	Les micropolluants organiques	10
	Les radioéléments	13
	■ Mode de contamination des milieux	14
	Eaux superficielles	14
	Eaux souterraines	15
PARTIE 2 →	Qu'est ce que l'écotoxicologie : notions de base	17
	■ Définition	17
	■ Notions de danger	18
	■ Notions d'exposition	20
	La biodisponibilité	20
	La dégradation et la biodégradation	21
	La bioaccumulation	23
	■ Notions de risque	25
PARTIE 3 →	Quels sont les outils de connaissance de la pollution toxique	27
	■ Comment mesure-t-on la pollution toxique ?	27
	Le suivi de la pollution toxique dans les rejets	27
	Le suivi dans le milieu	29
	■ Comment mesure-t-on les effets ?	30
	Les bio-essais	30
	Les biomarqueurs	34
	Les bioindicateurs écologiques de toxicité	35
	■ Des outils complémentaires pour une information cohérente	38
PARTIE 4 →	La prise en compte des toxiques par la réglementation	41
	■ Rappel des principales réglementations sectorielles concernant la pollution toxique	42
	Les rejets industriels	42
	Les rejets des stations d'épuration urbaines	44
	Les déchets	45
	Les sites et sols pollués ou potentiellement pollués	46
	Les rejets radioactifs	47
	■ Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône-Méditerranée-Corse (SDAGE)	47
	■ Directive Cadre et substances prioritaires	48

PARTIE 5	→ La pollution toxique dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse	53
	■ Pollution toxique d'origine industrielle	53
	■ Pollution toxique d'origine domestique (stations d'épuration), pertes des réseaux, rejets non collectés, boues	54
	■ Pollution toxique d'origine agricole	55
	■ Niveau de contamination des milieux aquatiques	56
PARTIE 6	→ Exemples et perspectives sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse	59
	■ Des moyens de réduction des rejets	59
	Modification des procédés	59
	Récupération et valorisation des produits	60
	Traitement des effluents des procédés	60
	■ Des moyens de prévention et de lutte pour les eaux souterraines	61
	Les moyens préventifs	61
	Les moyens curatifs	61
	■ SPIRAL-eau : groupe de travail pour une réduction des rejets toxiques dans l'agglomération lyonnaise	62
	■ Exemple du protocole de réduction des pollutions métalliques dans la Bièvre	64
	■ Projet de réduction des rejets industriels toxiques de la Bourbre	68
	■ État des lieux de la concentration radioactive des effluents des stations d'épuration urbaines auxquelles sont raccordés des hôpitaux pratiquant la médecine nucléaire	70
	■ Opération pressings propres en Languedoc-Roussillon	71
	■ Plan d'action contre la pollution des eaux par les pesticides : les rivières du Beaujolais	72
	Conclusion	75
	Glossaire	76
	Bibliographie	82

PRÉAMBULE

Les enjeux environnementaux et sanitaires liés aux pollutions toxiques dans les milieux aquatiques sont au cœur de nombreux débats de société et 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 non seulement sur l'environnement, mais aussi sur la santé humaine, avec des conséquences économiques** non négligeables. La pollution peut avoir **des effets irréversibles sur les écosystèmes** comme 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 années 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 peuvent aussi être indirects en empêchant des usages de l'eau, comme la production d'eau potable, ou en bloquant le fonctionnement de stations d'épuration urbaines... Enfin, les coûts liés à la santé humaine ne sont pas non plus négligeables.

La réglementation reflète bien les exigences citoyennes sur ce sujet, en affichant 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'action engagés pour lutter contre ces 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'État, collectivités, établissements publics, scientifiques, entreprises, usagers), lesquels interviennent soit sur les aspects techniques, soit sur les aspects stratégiques, en s'appuyant sur une large gamme d'outils.

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

Il présente tout d'abord **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**) sont exposées.

Il est proposé ensuite un tour d'horizon **des outils de connaissance relatifs à la pollution toxique**, lesquels permettent de dresser les diagnostics, préciser les objectifs d'action et suivre l'évolution des milieux.

Un rappel de **la réglementation actuelle**, une présentation de la Directive Cadre Européenne et des préconisations du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône - Méditerranée - Corse (SDAGE) viennent compléter ces informations.

Enfin, **quelques exemples de programmes de lutte contre les pollutions toxiques** menés dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse sont présentés dans ce document. 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 s'adressant à des personnes ayant besoin de repères pour aborder l'étude de pollutions toxiques et savoir quels outils 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 dans ce document qu'au travers des normes et 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

¹³¹ I	Iode 131 :
²³⁸ U	Uranium 238
ACRO	Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest
ANDRA	Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs
BCF	Facteur de bioconcentration (Bioconcentration factor)
Bq	Bequerel
Bq/kg	Bequerel / kilogramme
Bq/l	Bequerel / litre
Cd	Cadmium
CE50	Concentration Efficace sur 50 % du peuplement
CI 50	Concentration d'Inhibition sur 50 % du peuplement
CL 50	Concentration Létale sur 50 % du peuplement
Cr	Chrome
CRIIRAD	Commission de Recherche et d'Information Indépendante sur la Radioactivité
Cu	Cuivre
DBO	Demande Biochimique en Oxygène
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DIREN	Direction Régionale de l'Environnement
DL 50	Dose Létale sur 50% du peuplement
DRIRE	Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement
DTQD	Déchets Toxiques en Quantités Dispersés
EROD	7-éthoxy-résorufine-O-dééthylase
Gy	Gray
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
Hg	Mercure
ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
IOBS	Indice Oligochète de Bioindication des Sédiments
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
KOW	Coefficient de partage octanol/eau (Koefficient Octanol Water)
MATE	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
MEED	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
MES	Matière En Suspension
METOX	Métaux Toxiques
MI	Matières Inhibitrices
MO	Matières Oxydables
NF	Norme Française
Ni	Nickel
NOEC	Concentration sans effet observé (No Observed Effect Concentration)
Pb	Plomb
PCB	Polychlorobiphényle
PEC	Concentration Prévisible dans l'Environnement (Predictive Environmental Concentration)
PICT	Pollution Induced Community Tolerance
PME	Petite et Moyenne Entreprise
PMI	Petite et Moyenne Industrie
PNEC	Concentration Prévisible sans Effet sur l'Environnement (Predictive Non Effect Concentration)
RNB	Réseau National de Bassin
RMC	Rhône Méditerranée Corse
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SEQ	Système d'Evaluation de la Qualité
SEQ eau	Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau
SVOM	Syndicat à Vocation Multiple
STEP	Station d'Épuration
Sv	Sievert
Zn	Zinc



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

I → Définition et origine

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).

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 pesticides 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.

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.

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 :

- pas biodégradables (dégradation par des organismes vivants) - (Cf. § 3.2 p.21)
- toxiques cumulatifs (accumulation dans les tissus des organismes vivants) - (Cf. § 3.3 p.23)
- toxiques quand ils sont présents en grande quantité, mais, pour nombre d'entre eux, indispensables à la vie en petite quantité (oligo-éléments).

Il faut préciser qu'il existe 2 catégories de métaux : ceux qui sont indispensables à la vie, comme le cuivre dont la carence, aussi bien que l'excès, peut provoquer des maladies, et ceux qui ne le sont pas 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 est 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.



Drapage cuves

■ **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 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 comme «substance très toxique pour l'environnement aquatique» par l'arrêté du 02/02/1998 relatif aux installations classées.

■ **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 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 Directive Européenne 2000/60/CE.



Traitement de surface : bain de cuivre

■ **Le cuivre (Cu)** est assez fréquemment retrouvé dans la nature, par exemple sous forme de Chalcopryrite. 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, 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 pour 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 et augmente au fur et à mesure que l'on s'élève dans la pyramide trophique.

C'est une substance classée dangereuse prioritaire par la Directive Européenne 2000/60/CE. 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'oxydo-réduction. La pollution des eaux par le nickel peut également être liée aux rejets des eaux industrielles : 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.

C'est une substance classée prioritaire par la Directive Européenne 2000/60/CE.

■ **Le plomb (Pb)** peut être présent naturellement. Cependant, 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), 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 Directive Européenne 2000/60/CE.

■ **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 peinture, 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, et de l'usure des chenaux (zinguerie) des bâtiments.

2.2 Les micropolluants organiques

Ce sont en grande majorité 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.



Lagunes d'épuration de teintureries

■ **PCB : polychlorobiphényles.** Ce sont des substances chlorées très stables (résistantes 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 furanes, substances cancérigènes et mutagènes.

Ils 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 (pots 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 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.

Quelques exemples de molécules : benzopyrène, naphthalène...

Les HAP sont classés comme substances «dangereuses prioritaires» par la Directive Européenne 2000/60/CE.

■ **Solvants chlorés :** les solvants chlorés sont essentiellement utilisés pour le dégraissage des pièces en mécanique, 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 dangereux 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 pour être en phase). 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 directive européenne 2000/60/CE.

■ **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 qui est classé comme substance prioritaire par la Directive Européenne 2000/60/CE.

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 Directive Européenne 2000/60/CE), 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 directive européenne 2000/60/CE.

■ **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.

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 «phytosanitaires»

Les pesticides 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 de l'écologie et des sciences de l'environnement 1993).

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.

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 pesticides fréquemment retrouvés dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse : Atrazine, Simazine, Diuron, ces 3 substances étant classées prioritaires en examen par la Directive Cadre Européenne 2000/60/CE, lindane...

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 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 épanchée à l'hectare a été 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.

TYPOLOGIE SIMPLIFIÉE DES PRINCIPAUX AGENTS DE CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES PARMI 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 générale 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

2.3 Les radioéléments

Les radioéléments sont une forme particulière de contaminants toxiques.

■ Notions de base sur la radioactivité

La radioactivité est une transformation spontanée d'un noyau atomique qui permet l'émission d'un ou plusieurs rayonnements ou particules.

Les radioéléments (appelé aussi radionucléides ou isotopes radioactifs) sont des isotopes instables de certains éléments.

Les différents rayonnements et particules émis :

les rayonnements : ils sont très pénétrants et de parcours infini.

Deux types de rayonnement existent :

- rayonnement gamma
- rayonnement X.

Une radioprotection est nécessaire à chaque manipulation.

Les particules

- Particules alpha : ces particules sont arrêtées par quelques centimètres d'air ou quelques micromètres de tissu. Cependant, elles entraînent de très fortes ionisations lorsqu'il n'y a pas de protection (exemple : ionisation des poumons en cas d'inhalation).
- Particules bêta : lors de manipulation, la protection doit se faire par du plomb ou du plexiglas.

Notion d'activité spécifique

L'activité spécifique d'un radioélément est le nombre de désintégrations de cet élément par seconde, c'est à dire le nombre de rayonnements ou de particules émis par seconde. Elle est exprimée en Becquerel (Bq).

L'activité spécifique d'un radioélément diminue dans le temps, c'est le phénomène de décroissance radioactive. Cette décroissance est d'autant plus rapide que la période radioactive de l'élément est courte (exemple : Iode 131 (¹³¹I) période radioactive = 8,1 jours ; Uranium 238 (²³⁸U) période radioactive = 4,5.10⁹ ans). La période radioactive est la durée au bout de laquelle la moitié de la quantité donnée d'un nucléide s'est désintégrée.

Quelques points de repère

Deux notions sont utilisées pour exprimer la toxicité des radioéléments :

- la dose absorbée qui est la quantité d'énergie reçue par unité de masse. La dose absorbée est exprimée en gray (Gy),
- l'équivalent biologique de dose qui est la dose absorbée pondérée par un facteur de qualité qui dépend du radioélément. L'équivalent biologique de dose est exprimée en sievert (Sv).

Exemples de valeurs d'équivalent biologique

	Équivalent biologique de dose (mSv)
Mort en quelques heures	20 000
Atteinte irréversible du système nerveux	10 000
Atteinte du poumon	6 000
Perte des cheveux et poils	3 000
Premiers signes (nausées-bronzage)	1 000
Seuil séparant les fortes des faibles doses	200
Scanner du corps entier	50
Limite de dose annuelle pour les travailleurs	50
Radioactivité naturelle à Kérala (Inde)	10 à 30
Radioactivité naturelle moyenne	2,4
Limite de dose annuelle pour le grand public	1
Un mois de ski à 2000 mètres d'altitude	0,8

■ Mesure de la concentration des radioéléments

La concentration d'un radioélément est l'activité spécifique qu'il présente dans l'échantillon. Cette concentration est exprimée en Bq/kg ou en Bq/l.

Les mesures de radioactivité se font de manière globale (on mesure un rayonnement global) (exemple : activité gamma totale ou individuelle - on mesure chacun des radioéléments).

Dans le milieu, les radioéléments peuvent se mesurer sur tous les supports, mais les bryophytes (mousses aquatiques) et les sédiments restent les supports privilégiés.

Les bryophytes sont de bons bioindicateurs. Ils fixent et accumulent les iodes.

Les sédiments ont une forte capacité à fixer les radioéléments. Ils sont représentatifs d'une pollution radioactive historique.

■ Origine des radioéléments

Dans l'environnement, les radioéléments que l'on retrouve sont artificiels et naturels. Ils ont plusieurs origines :

- tellurique (rayons cosmiques, radioéléments de l'écorce terrestre...),
- retombées des explosions nucléaires aériennes (arrêt en 1980),
- retombées de l'accident de Tchernobyl,
- effluents des installations nucléaires,
- hôpitaux, cliniques, laboratoires, industries... (Cf. § 6 p.70)

Pour en savoir plus

INERIS, fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques.

[Http://www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)

INRS, mai 2002, fiches toxicologiques. [Http://www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

Sur la radioactivité, [Http://www.andra.fr](http://www.andra.fr), [Http://www.irsn.org](http://www.irsn.org)

3 → Mode de contamination des milieux

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'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 apports ponctuels, il est difficile d'identifier 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, ...).

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 mines désaffectées (fûts, bidons, de produits de haute toxicité).

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 § 3.2 p.21).

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.

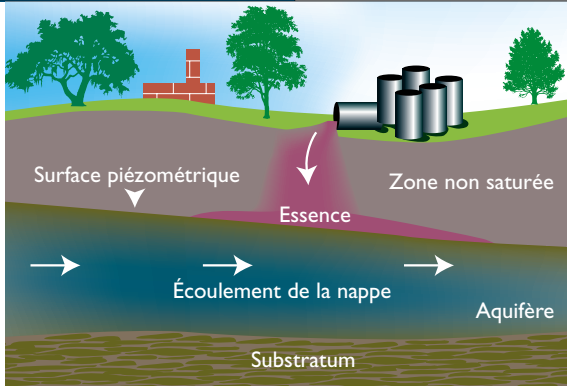
Le cheminement des produits dans la zone non saturée peut être complexe sous l'effet des variations verticales de perméabilité et des hétérogénéités du sous-sol.

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

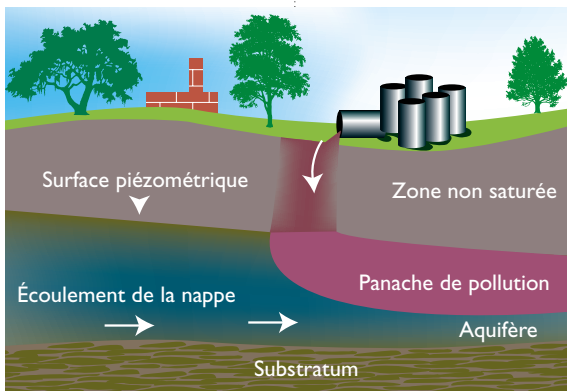
Migration des polluants dans la zone saturée

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.

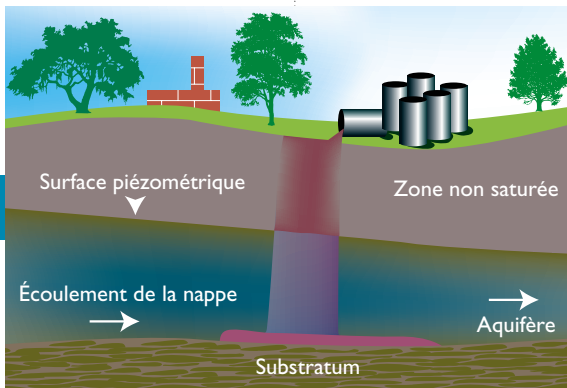
En fonction de la solubilité à l'eau du produit infiltré, une certaine quantité sera dissoute dans l'aquifère, le transport concernant, selon les cas, la fraction dissoute d'un contaminant immiscible, ou la totalité du contaminant miscible. Le panache de polluant migrera latéralement sous l'effet du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



Comportement des produits dans le milieu souterrain – polluant flottant à la surface de la nappe ($d < 1$)



Comportement des produits dans le milieu souterrain – propagation d'un polluant dissous dans l'eau souterraine ($d \approx 1$)



Comportement des produits dans le milieu souterrain – polluant plus dense que l'eau qui s'enfonce à la base de la nappe ($d > 1$)

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 de ces derniers 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

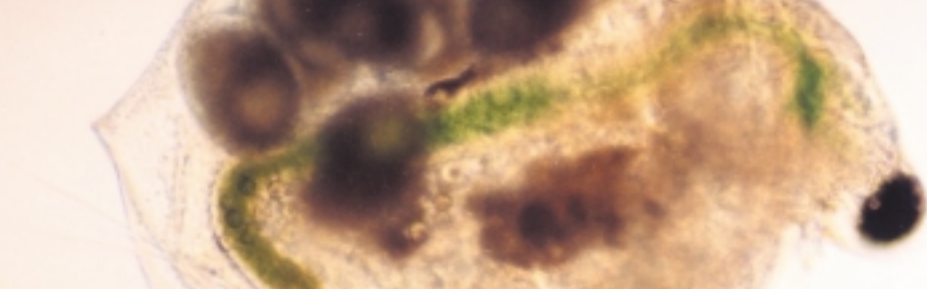
Le volume de produits non piégé dans la zone non-saturée va atteindre la nappe, et s'étalera progressivement à son toit en phase flottante : une fraction de ces composés migrera avec l'eau souterraine suivant le gradient hydraulique (phase libre), une autre sera adsorbée au matériau aquifère et/ou biodégradée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



Qu'est ce que l'écotoxicologie : notions de base

I → 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.

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.

La probabilité d'exposition à **une substance est relative à tout ce qui peut déterminer le devenir de la substance dans l'environnement, et ainsi dépend essentiellement de ses propriétés physico-chimiques, mais également des caractéristiques du milieu récepteur. La probabilité d'exposition prend également en compte la durée d'exposition (continu, occasionnel), la voie d'exposition (per-cutanée, ingestion, inhalation...) et l'individu exposé (sexe, âge...).**

2 → Notions de danger

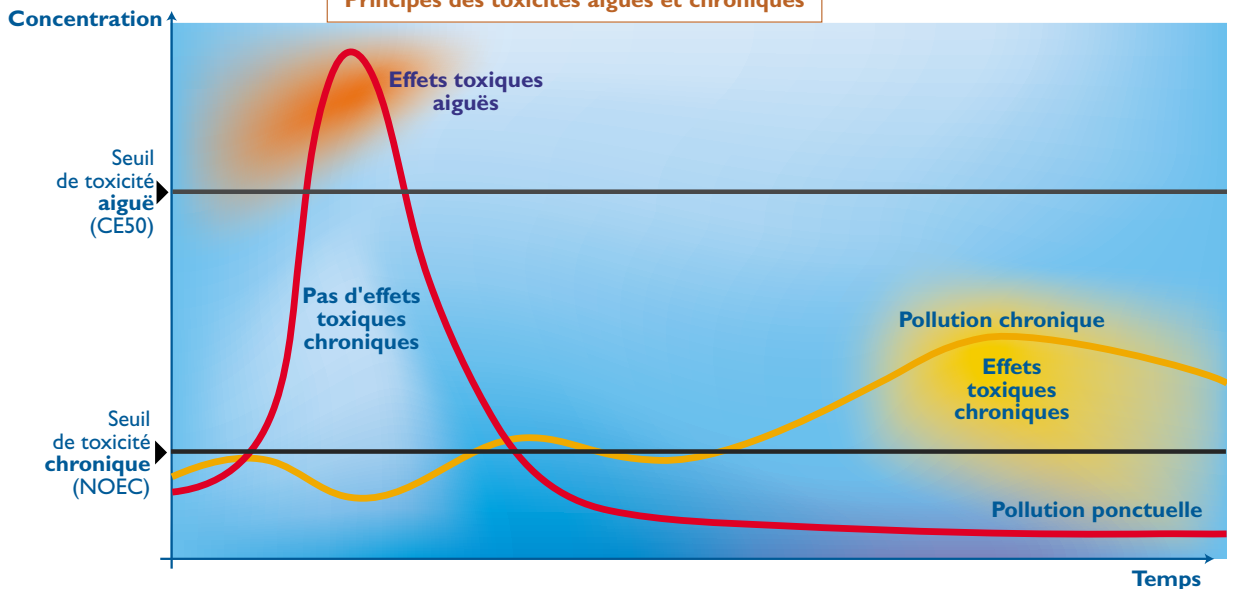
Le danger d'une substance est sa **toxicité intrinsèque**.

Deux types de toxicité sont distingués :

La toxicité aiguë : les effets sont **rapides** et **généralement mortels**.

La toxicité chronique : les effets apparaissent **après une exposition prolongée à la substance**, mais sont imperceptibles sur une courte échelle de temps.

Principes des toxicités aiguës et chroniques

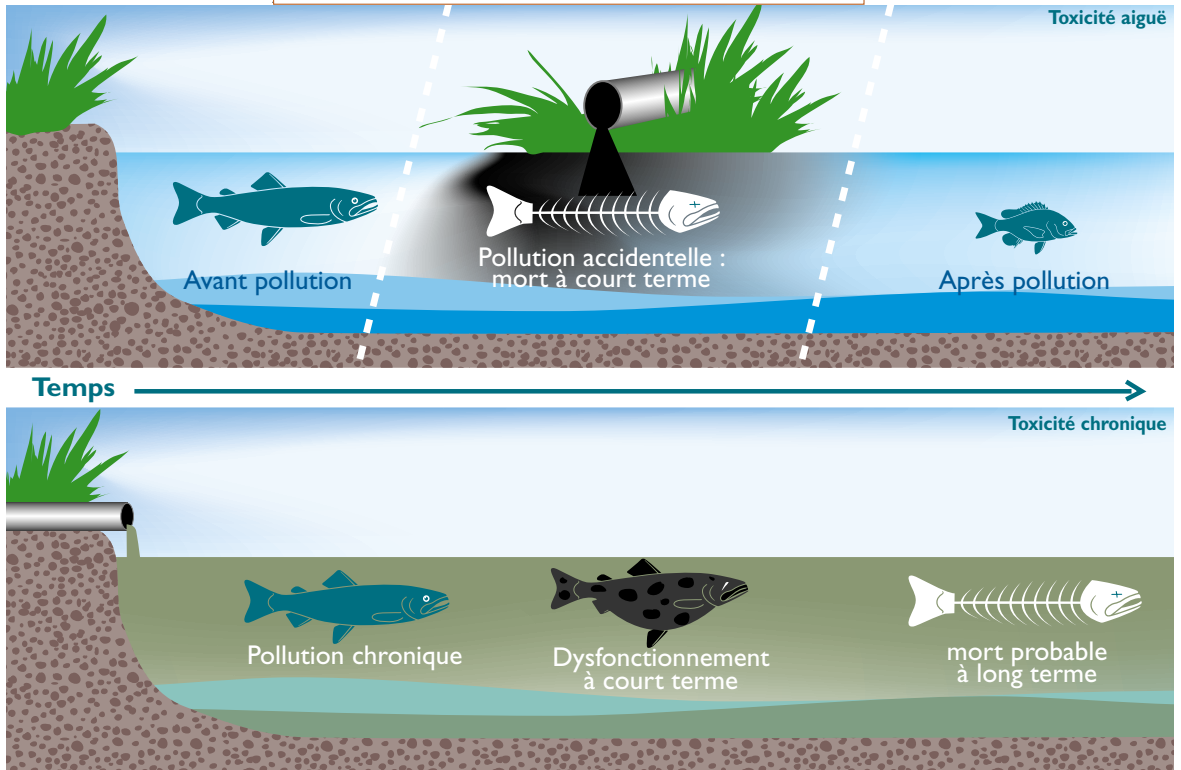


Ce schéma illustre la différence entre toxicité aiguë et chronique. **Le seuil de toxicité aiguë est toujours plus élevé que le seuil de toxicité chronique.**

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 aiguës 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 bioaccumuler 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.

Pollution chronique ou aiguë : une toxicité différente



Pour évaluer la toxicité d'une substance, des **tests de laboratoire** standardisés sont utilisés (cf. § 2.1 p.30). 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).

3 → Notions d'exposition

L'exposition est le couple «concentration en polluants/durée» auquel les organismes sont exposés.

Plusieurs paramètres interviennent dans la notion d'exposition :

- le mode d'exposition (continu, occasionnel), la voie d'exposition,
- les facteurs qui vont influencer sur le devenir et sur la persistance du polluant dans le milieu naturel et qui dépendent en grande partie des propriétés physico-chimiques du polluant.

Le paragraphe suivant détaille certains de ces facteurs.

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.**

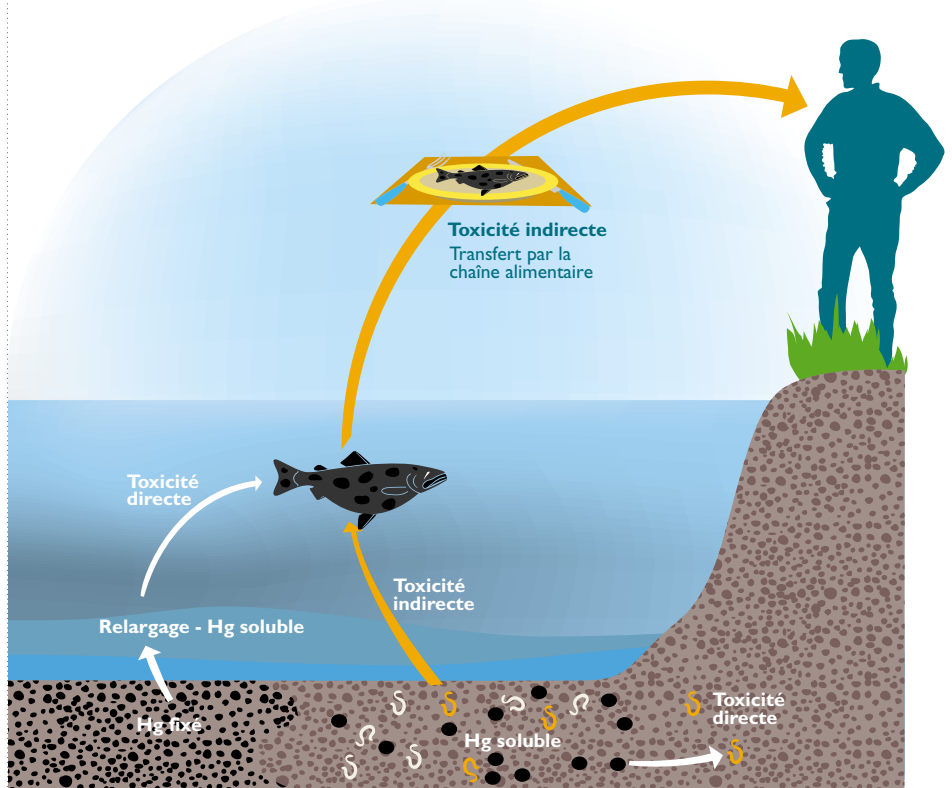
C'est le statut physique (adsorbé, solubilisé) ou chimique (complexé, ionisé) dans lequel se trouve un polluant et qui conditionne son écotoxicité.

Un polluant biodisponible est un polluant auquel les organismes sont exposés.

Au contraire, un polluant non biodisponible est un polluant auquel les individus ne sont pas exposés. C'est le cas par exemple des polluants stockés dans les sédiments. Lorsqu'ils sont stockés, ils ne présentent un risque que pour les organismes fouisseurs (exemple : vers, larves), les organismes vivant uniquement dans l'eau ayant peu de chances d'y être exposés (exemple : les poissons).

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), d'autre part en raison du risque de transmission par la chaîne alimentaire.

La biodisponibilité, paramètre essentiel de la toxicité



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 en raison de sa biodisponibilité ou non.

Si nous prenons l'exemple du Hg fixé dans les sédiments, il est, sous cette forme, non toxique pour les organismes qui vivent dans les sédiments car non biodisponible. Le Hg qui se trouve en solution dans les sédiments est, à l'inverse, toxique pour les organismes des sédiments car biodisponible pour ceux-ci.

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 due à l'abondance et à 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.

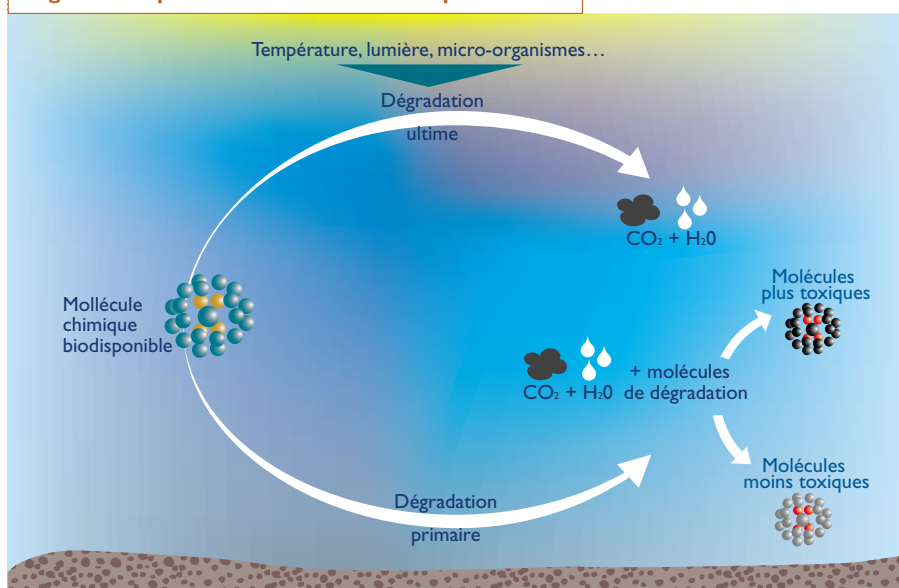
Deux types de biodégradation sont distingués :

- la biodégradation primaire qui est une attaque partielle de la molécule. Dans certains cas, elle peut aboutir à l'apparition de métabolites persistants, plus biodisponibles 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 standard 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 DBO5, qui est la demande en oxygène des micro-organismes sur 5 jours de test.

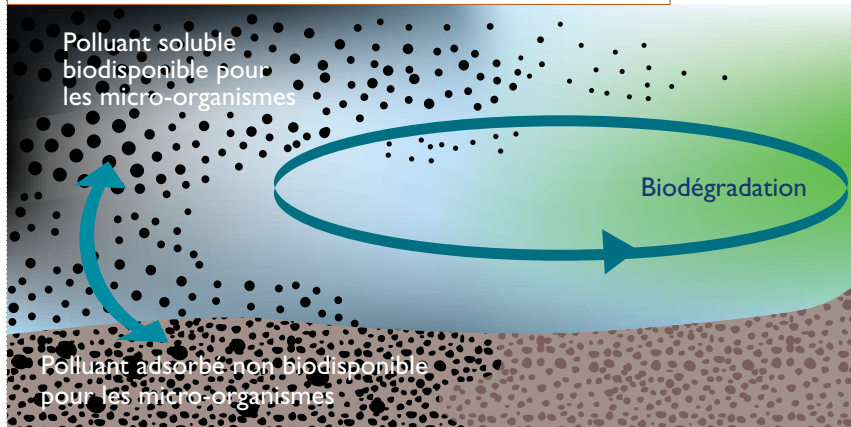
Une substance est facilement biodégradable si : $DBO5/DCO \geq 0,5$

La mesure de ces 2 paramètres fait également l'objet d'une procédure normalisée.

Exemples :

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

Lien étroit entre adsorption/biodisponibilité/biodégradation



3.3> La bioaccumulation

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

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 alimentaire.

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 bioaccumuler.

Cette valeur est une estimation du partage de la substance entre l'eau et les graisses des tissus, est donc utilisée pour prédire l'accumulation de la substance dans les tissus graisseux.

Le K_{ow} est souvent exprimé par son logarithme, $\log K_{ow} = \log P$.

Il est généralement considéré qu'une substance est bioaccumulable si :

- $K_{ow} \geq 1000$,
- ou $\log P \geq 3$.

Par ailleurs :

$BCF = \text{concentration de polluant dans l'organisme} / \text{concentration de polluant dans le milieu}$

Il est appréhendé par le calcul suivant :

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

Une substance s'est bioaccumulée si $BCF > 100$.

Ce paramètre confirme qu'une substance qui est potentiellement bioaccumulable s'est effectivement bioaccumulée.

Exemples :

Pentachlorophénol $\log P = 5,12$: substance bioaccumulable

Chloroforme $\log P = 1,97$: substance non bioaccumulable

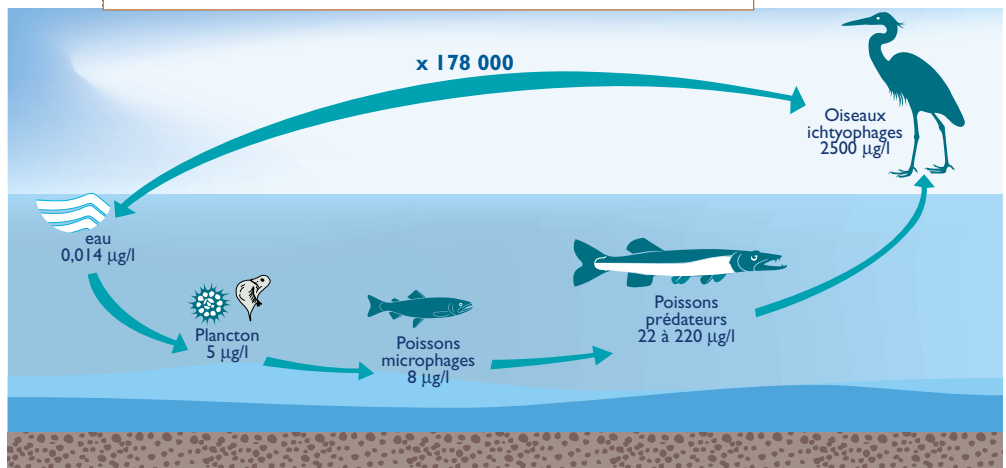
Cependant, certaines interactions entre polluants peuvent entraîner des modifications physiologiques responsables de variation dans les phénomènes de bioaccumulation.

Exemples :

Le mélange cuivre + cadmium : ils se bioaccumulent plus lorsqu'ils sont en mélange que lorsqu'ils sont seuls. C'est le phénomène de synergie entre polluants.

Le mélange DDT + dieldrine + métoxychlore : Le DDT et la dieldrine réduisent la bioaccumulation de métoxychlore. C'est le phénomène d'antagonisme entre polluants.

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



4 → Notions de risque

La notion de risque est fonction du danger et de la probabilité d'exposition.

Le danger est déterminé par des tests de laboratoire. 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...

Dans le cas de l'impact d'un rejet en rivière, le risque est évalué par le rapport suivant :

PEC/PNEC > 1 → milieu menacé.

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. § 2.1 p.30).

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 CE50 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.

Exemple :

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	1 000	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, 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 être calculé pour un rejet pour estimer le risque d'impact sur l'environnement.

Pour qu'il n'y ait pas d'impact sur le milieu, il faut que :

PEC < PNEC.

Soit :

- flux d'un micropolluant dans le milieu/débit de la rivière < PNEC
- flux d'un micropolluant dans le milieu < PNEC x débit de la rivière.

On définit un flux admissible par le milieu :

Flux admissible par le milieu = PNEC x débit de la rivière

Ainsi, si on a :

flux d'un micropolluant rejeté dans le milieu / flux admissible par le milieu > 1, c'est à dire :

flux d'un micropolluant rejeté dans le milieu > 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 secteur hydrographique cohérent (par exemple de même débit) en sommant 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 industriel dans le flux total.

Dans cette méthode, le flux rejeté étant alors considéré dans sa globalité (somme des rejets individuels), ceci 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 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 1^{er} juin 2001, colloque eau et santé, compte rendu des interventions et des débats.

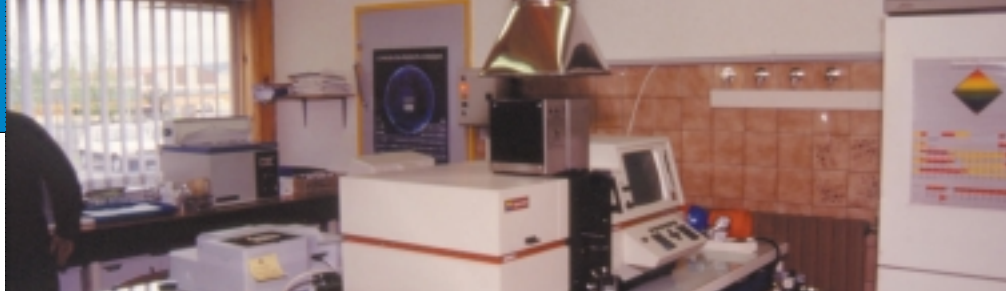
[Http://www.eau-rhin-meuse.fr/somactua.htm](http://www.eau-rhin-meuse.fr/somactua.htm).

FORBES V.E. et T.L., 1997, Écotoxicologie : théorie et applications, INRA éditions, 256 pages.

RAMADE F., 1992, Précis d'écotoxicologie, Masson, 300 pages.

RAMADE F., 1994, Éléments d'écologie : écologie fondamentale, Édiscience international, 580 pages.

RAMADE F., 1995, Éléments d'écologie : écologie appliquée, Édiscience international, 632 pages.



Quels sont les outils de connaissance de la pollution toxique ?

I → Comment mesure-t-on la pollution toxique ?

Le suivi de la pollution toxique dans le milieu, 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 de ce fait l'interprétation délicate. C'est pour cette raison que peu de laboratoires sont compétents et agréés, et que les coûts de ces analyses sont importants.

I.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 sera 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.

Les prélèvements dans les rejets se font sur 24 h.

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 OPÉRATOIRE

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 que soit connu le débit du rejet. La mesure du débit moyen journalier correspondant au jour du prélèvement doit donc être renseignée.

■ Les données redevances des Agences de l'Eau

Les Agences de l'Eau perçoivent, entre autres, les 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 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 déterminé à partir d'un test de toxicité aiguë : le test daphnies (Cf. § 2.1 p.30), en tenant compte du débit du rejet. Les matières inhibitrices sont exprimées en «equitox». 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. § 2.1 p.30).

■ 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. § 2.1 p.30), qui réagit surtout aux métaux, est proposé comme nouveau paramètre de redevances. La nouvelle loi sur l'eau validera ce changement.

I.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).

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 bryophytes**, qui sont des mousses aquatiques, bioaccumulent les métaux. Leurs concentrations dans les bryophytes donnent une indication sur la pollution métallique chronique du milieu sur les trois derniers mois.
- **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, pour des raisons de physico-chimie : 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 l'estimation de l'adéquation de la qualité de l'eau avec les usages anthropiques (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.

En marge du Réseau National de Bassin, des secteurs bénéficient d'un suivi plus étoffé, avec des analyses beaucoup plus fréquentes, dont la maîtrise d'ouvrage est souvent assurée par des collectivités.

Le Rhône bénéficie ainsi d'un suivi particulièrement étoffé à Tarnay et Arles dans la mesure où une large gamme de polluants sont analysés à des pas de temps de l'ordre du quart d'heure, y compris les polluants métalliques et métalloïdes.

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. 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 eaux superficielles et eaux souterraines.

Pour en savoir plus sur le Réseau National de Bassin

Réseau National de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 2001.

Qualité des cours d'eau résultats 2000. 73 pp.

Agence de l'Eau RMC, 2002.

Pesticides dans les eaux superficielles du bassin Rhône-Méditerranée-Corse

Campagne août 1999 – décembre 2001. 31 pp.

Site internet : <http://rdb.eaurmc.fr>

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**.

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 influençant 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.



Ceriodaphnie

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

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 CE50-48h).

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.

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 24h (ou 48h), les daphnies encore mobiles sont dénombrées. Pour chaque concentration, un pourcentage d'immobilité est calculé. La CE50i-24h (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

NFT 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%.

Exemples d'utilisations de bioessais :

■ Contrôle des rejets polluants (Cf § 1.1 p.27)

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), lequel reflète la charge en substances toxiques dans l'effluent.

Il a été envisagé que le test algue vienne compléter cette gamme de paramètres afin de prendre en compte la toxicité possible 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, substance minérale...) 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 donc 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'Évaluation de la Qualité des eaux (SEQ-Eau) (Cf. § 1.2 p.29).

■ 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

- 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,..)

Inconvénients

- Signification écologique limitée
- Effets longue exposition peu révélés
- Pollutions passées non révélées

2.2 Les biomarqueurs

■ Principe

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

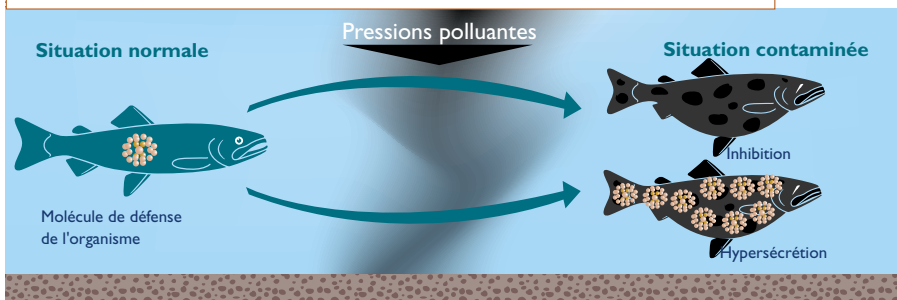
Ainsi, on mesure la réaction des organismes aquatiques à l'échelle de la cellule, avant que les effets toxiques ne soient létaux ou sub-létaux.

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

Les biomarqueurs 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. § 2.3 p.35), ce qui en fait de bons outils de diagnostic. Cependant, la toxicité étant démontrée avant perturbation notable du métabolisme, il est possible d'exploiter cette information en terme de gestion des risques.

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



Exemples de biomarqueurs 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 biomarqueurs

■ Etude d'impact de rejets polluants à caractère toxique

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

■ 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 biomarqueur est l'un des paramètres qui reflète les éventuels stress subis par les poissons du fait de contaminations.

Avantages

- Bonne signification écologique
- Pollution caractérisée avant effets létaux

Inconvénients

- Souvent difficulté d'interprétation (absence de grilles, forte influence des facteurs environnementaux naturels, mobilité des organismes prélevés...)
- Délicat à mettre en place ou à prélever

2.3 ▶ Les bioindicateurs écologiques de toxicité

■ Principe

L'utilisation de bioindicateurs 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.

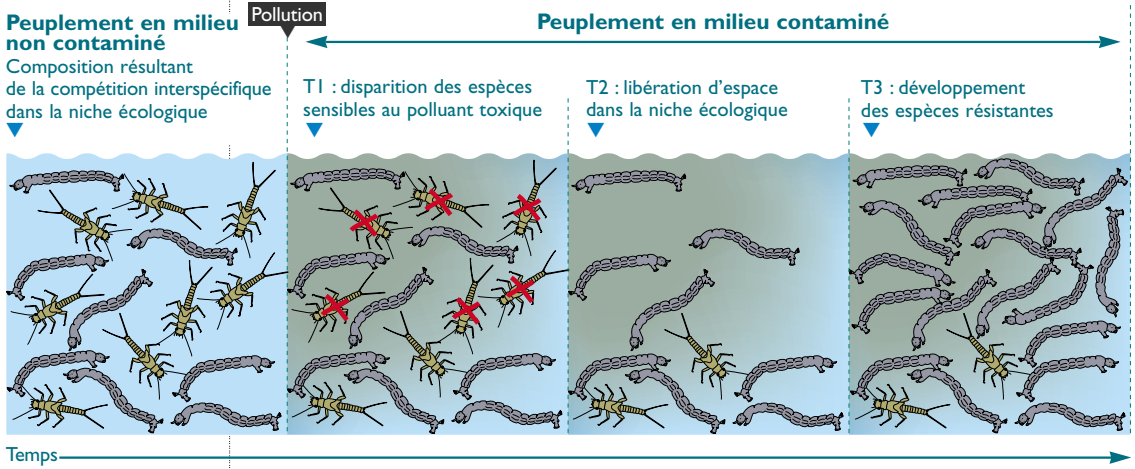
L'inventaire des organismes aquatiques indicateurs de pollution présents dans un milieu permet d'évaluer le niveau de contamination de ce milieu.

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.

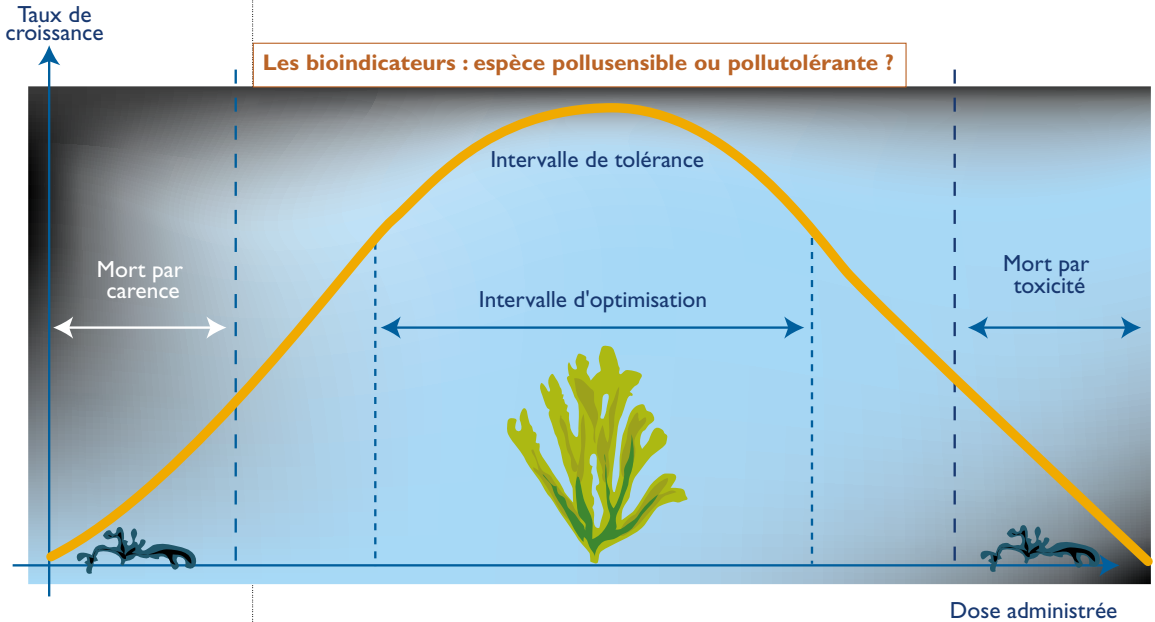


Oligochètes

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



Les bioindicateurs : espèce pollusensible ou pollutolérante ?



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

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

Exemples de bioindicateurs

Indice oligochètes (vers vivant dans les sédiments des cours d'eau)

L'INDICE OLIGOCHÈTES

Norme NFT 90-390

Détermination de l'indice oligochète de bioindication 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 le projet de 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.

Exemples d'utilisation de bioindicateurs

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

Dans les secteurs contaminés, l'application d'un bioindicateur 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 européenne (Cf. § 3 p.48) donne comme objectif à atteindre le bon état écologique des masses d'eau. L'utilisation d'un bioindicateur 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

- Conséquences des pollutions passées observées
- Bonne signification écologique
- Normalisation en cours

Inconvénients

- 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

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.

Vindimian E & Garric J, 1993. Bio-essais et bioindicateurs de toxicité dans le milieu naturel. Etude Inter-Agence. 54pp.

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

Lagadic L., Caquet T., Amiard J.C. & Ramade F., 1998. Utilisation de biomarqueurs pour la surveillance de la qualité de l'environnement. Ed. Lavoisier Tec&Doc. 320 pp.

site internet : <http://www.afnor.fr>

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 :

■ Établir un diagnostic

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

- Évaluation 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 (ex. bioessais, 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 (ex. autosurveillance, évaluation de la PEC d'une substance dans les rejets pour les campagnes 132 substances, ...), soit directement dans le milieu (ex. 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. § 4 p.25) 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 bioindicateurs et biomarqueurs sont des outils exprimant ce niveau de perturbation. Ils sont complémentaires aux outils d'évaluation du risque.

■ 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 repré-

sentent 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.

■ Mise en œuvre de programmes d'actions

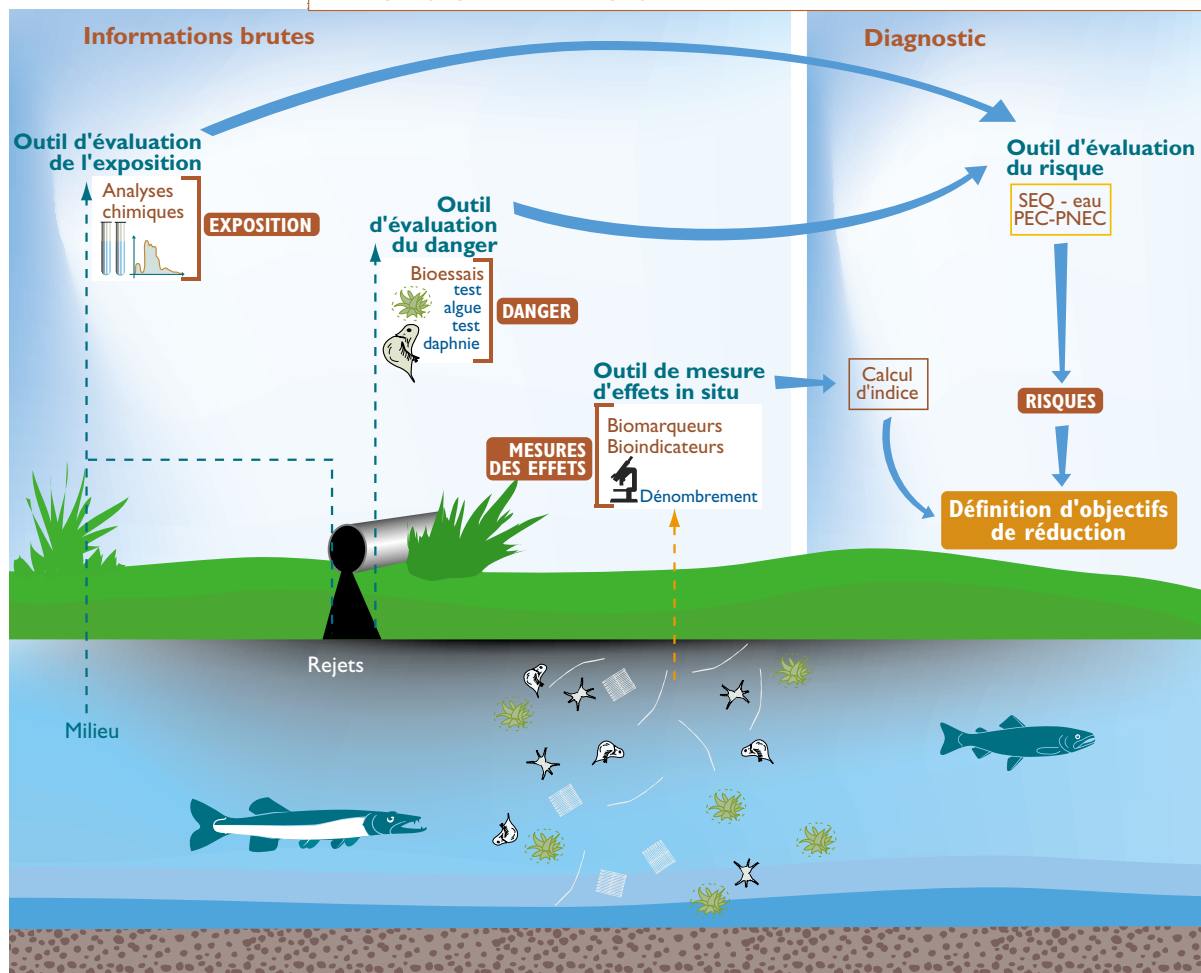
Les objectifs étant définis, des programmes d'actions peuvent être engagés pour réduire les sources de pollutions identifiées comme responsables de la perturbation des écosystèmes.

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 bioindicateurs 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.

- Prélèvement d'eau ou de sédiments - - ->
- Prélèvement d'organismes aquatiques - - ->
- Outils d'interprétation

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





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, etc, Cf. § 1 p.42) 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.

Dans cet esprit (Cf § 2 p.47), le SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse définit que :

- une des priorités est donnée à la lutte contre la pollution toxique, avec un objectif de diminution globale de moitié, sur dix ans (1997-2007) de la toxicité des rejets sur l'ensemble du bassin,
- une approche sectorielle sur une trentaine de milieux (Cf. carte p.57) de diminution d'au moins 50 % des sources de pollution (rejets, rémanences...) dont les concentrations dans le milieu sont anormalement élevées.

Pour les milieux considérés comme prioritaires en terme d'action contre les toxiques, le SDAGE préconise donc d'engager des actions coordonnées sur le secteur concerné de manière à satisfaire des objectifs fixés sur le milieu en lui-même.

Plus récemment (Cf § 3 p.48), la **Directive Cadre 2000/60/CE 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. Ceci rejoint le principe des rivières prioritaires du SDAGE en précisant davantage les objectifs à atteindre.

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 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 sont à l'interface entre les consommateurs d'eau et les sources de pollutions. D'un côté ils fixent les normes qu'il convient de respecter avant d'exposer les consommateurs. D'un autre côté, 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 conforme 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 amène de réels problèmes de ressources 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 émissions toxiques, avec toutes les contraintes qu'ils imposent. Ce sont avant tout **des outils visant à préserver, protéger, restaurer**.

I → 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...

I.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'analyse dans les rejets des principaux industriels pour rechercher 132 substances, (programmes pilotés par les DRIRE).

■ **Directive 2000/60/CE 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. § 3 p.48). Une **circulaire du 4 février 2002** précise les actions à mener pour la prise en compte des préconisations de la Directive Cadre relatives aux 33 substances considérées comme prioritaires (article 16, annexe X).

■ **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 fixes. 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 nouveau 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.

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 «IPPCC».

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, bio-diversité, 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 1^{er}.

■ 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).

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 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 des 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.

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 :

- **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 «filière» 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, 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.

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.

1.5 ➤ Les rejets radioactifs

Du fait de leur persistance dans l'environnement très élevée, et de leurs effets toxiques très graves, l'utilisation de radioéléments est soumise à des législations et des réglementations spécifiques.

Les établissements qui utilisent des sources radioactives sont soumis à autorisation délivrée par le ministère de la santé. Celui-ci fixe les valeurs limites de rejets, les autocontrôles des effluents... Pour les hôpitaux, les activités de diagnostic et/ou curatives sont strictement réglementées. Les rejets des stations d'épuration des grandes agglomérations sont surveillés par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN). Les rejets des établissements industriels sont surveillés par la DRIRE comme les autres ICPE.

- Arrêté du 30 octobre 1981 : régleme nte l'emploi des radioéléments artificiels utilisés à des fins médicales
- Circulaire du 9 juillet 2001 : relative à la gestion des effluents et des déchets d'activités de soins contaminés par les radionucléides.

2 ➔ Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône-Méditerranée-Corse (SDAGE)

Le SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse a été adopté par le Comité de Bassin 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 pour les 4 à 9 ans à venir. 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 la connaissance et les orientations relatives à la préservation des milieux, la gestion qualitative et quantitative de la ressource, la maîtrise des risques, la gestion des grands aménagements hydrauliques, etc.

Le SDAGE définit en particulier :

- 10 orientations fondamentales de la gestion équilibrée de la ressource en eau dans le bassin. Parmi celles-ci, la première impose de «poursuivre toujours et encore la lutte contre la pollution». Les micropolluants toxiques constituent l'une de ces priorités : la lutte contre ce type de pollution doit être permanente et poussée au maximum, en fonction des limites techniques et économiques, par diminution systématique des apports dans tous les milieux. L'objectif est une diminution globale de moitié, sur dix ans de la toxicité des rejets sur l'ensemble du bassin.
- des objectifs structurants de reconquête des milieux, à mettre en œuvre pour améliorer notamment la gestion de l'eau au niveau du bassin : sur une trentaine de milieux considérés comme plus influencés (Cf. carte page 57), l'objectif du SDAGE est une diminution d'au moins 50 % des sources de micropolluants (rejets, rémanences...) dont les concentrations dans le milieu sont anormalement élevées.

Réglementairement, le SDAGE est opposable à l'administration uniquement (État, collectivités locales et établissements publics). Les décisions de l'administration dans le domaine de l'eau doivent être compatibles ou rendues compatibles avec le SDAGE (arrêté de rejet ICPE par exemple). Les autres décisions administratives (ex. : décisions d'occupation des sols) doivent prendre en compte les orientations du SDAGE.

3 → 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 potables.

- 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, il sera revu fin décembre 2002.

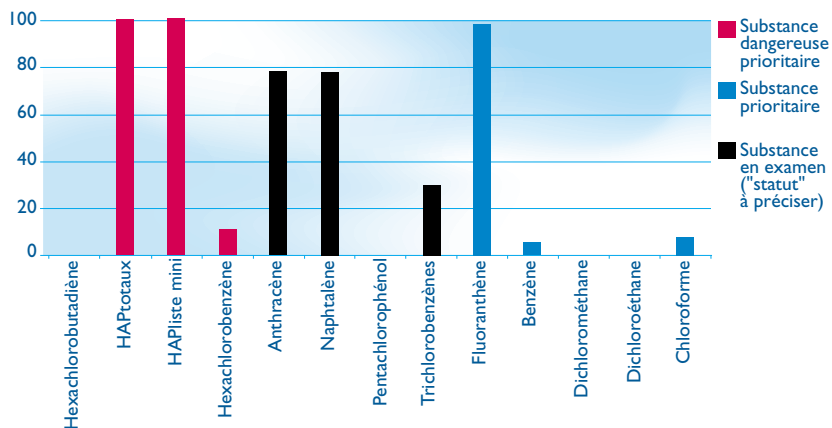
Substances dangereuses prioritaires	Substances prioritaires	Substances prioritaires en examen pour un éventuel classement «dangereuses prioritaires»
Objectif : arrêt ou suppression progressive des rejets, émissions et pertes d'ici 2020	Objectif : réduction progressive des rejets, émissions et pertes d'ici 2020 de manière à respecter des normes de qualité environnementales	
diphényléther bromé cadmium et ses composés C10-13 chloroalcanes hexachlorobenzène hexachlorobutadiène hexachlorocyclohexane	alachlore benzène chlorfenvinphos 1,2 dichloroéthane dichloro-méthane fluoranthène	anthracène atrazine chlorpyrifos di(2-éthylhexyl)phtalate (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 F
Anthracène	Hydrocarbure aromatique polycyclique - Synthèse chimique traitement du bois, produits d'étanchéité
Atrazine	Herbicide (asperge, igname, maïs, sorgho) - 73 spécialités homologuées en F
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-Chloroalcanes (**)	fluide de coupe, peinture et adhésif, retardateur de flamme textile et caoutchouc, cuir
Chlorfenvinphos	Insecticide - 10 spécialités homologuées en F
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, trichloréthylène, 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%)
Naphthalène	Hydrocarbure aromatique polycyclique - industries des colorants, composant des produits de traitement du bois (creosote), antimite 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
(4-(para)-nonylphénol)	polymerisation, cuir et textiles, agrochimie
Octylphénols	essentiellement Octylphénols éthoxylates (comme nonylphénols) mais des usages différents
(para-tert-octylphénol)	
Pentachlorobenzène	non produit - Intermédiaire pour la production du fongicide qintozone (pentachloronitrobenzene)
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 (Tributylétain-cation)	Peintures essentiellement usage anciens en traitement du bois
Trichlorobenzènes (1,2,4-Trichlorobenzène)	solvant - intermédiaire pour la production d'herbicides, pigments et colorants, lubrifiants et additifs
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 particulièrement atteints par la pollution toxique du bassin RMC
Exploitation à partir de données RNB**

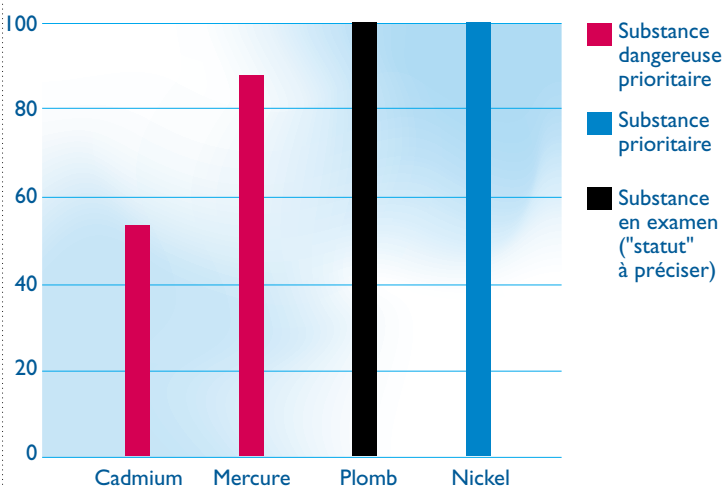
Micropolluants organiques

% de stations où la substance est détectée au moins une fois



Micropolluants minéraux

% de stations où la substance est détectée au moins une fois



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, il a été appliqué un schéma de sélection et de hiérarchisation, dénommé COMMPS (COMbined Monitoring-based and Modelng-based Priority Setting Scheme). 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 apparaissent 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-chloroalcanes, 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 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 depuis 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,
l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS).

Pour en savoir plus sur la réglementation

SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse : consultable et téléchargeable à partir du site internet <http://rdb.eaurmc.fr>

Directives Européennes : consultables et téléchargeables à partir du site <http://europa.eu.int/>



La pollution toxique dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse

La connaissance des pollutions varie suivant leur origine : les pollutions diffuses sont difficiles à appréhender, alors que les pollutions ponctuelles sont plus facilement quantifiables.

I → Pollution toxique d'origine industrielle

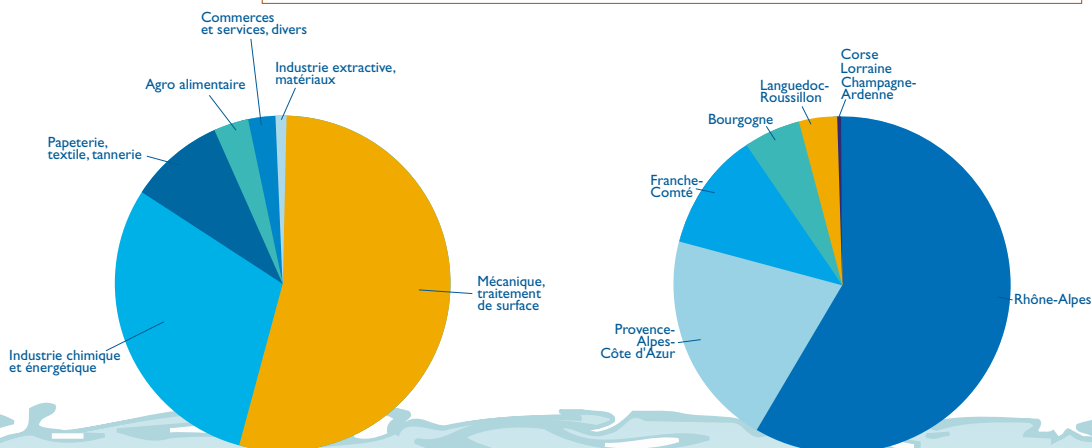
Les activités industrielles restent à l'origine d'une part importante des pollutions de l'eau en France. Mis à part les apports de sources diffuses, l'industrie est responsable de la quasi totalité des rejets toxiques notamment métaux lourds et polluants organiques persistants. (Principaux rejets industriels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

Cette pollution était estimée en 1997 à 19 000 kilos - équitox par jour pour les matières inhibitrices (données Agences de l'Eau, Cf. § 1.1 p.27).

Le bassin Rhône-Méditerranée-Corse totalise 21 % de la quantité de pollution rejetée par les établissements industriels en France.

L'importance et la répartition des flux de substances toxiques issus des rejets industriels, exprimés par les MI ou les METOX, sont très variables entre les diverses régions du bassin tout en étant caractéristiques des activités industrielles et de leur distribution géographique (données redevances - cf rapport d'activités 2001 de l'Agence de l'Eau RMC). Ces données sont à prendre avec précaution, les MI sont souvent calculées de manière forfaitaire, et ne sont, de ce fait, pas toujours représentatives de la pollution rejetée.

Distribution de l'assiette nette de redevances sur les matières inhibitrices par groupes d'activités industrielles et par régions pour le bassin



- Sur le bassin RMC, l'industrie produit, avant épuration, plus de 90% de la pollution toxique totale (pollution industrielle et urbaine). Cependant l'industrie rejette 52% de la pollution nette totale.
- La région Rhône-Alpes totalise à elle seule plus de 55% de la pollution nette d'origine industrielle rejetée dans le bassin, que ce soit en METOX ou MI,
- les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Franche-Comté alternent pour la seconde place selon le paramètre, Franche-Comté pour les METOX (17%), PACA pour les MI (21%),
- ces trois régions représentent plus de 85 % de l'assiette du bassin pour ces paramètres.

Les secteurs d'activités qui dominent, sont les mêmes dans les trois principales régions avec quelques variations d'importance dues à leur implantation et au paramètre suivi :

- ce sont par ordre d'importance les secteurs de la Mécanique & Traitement de surface, de l'industrie chimique et énergétique et plus accessoirement celui de la Papeterie- textile- tannerie,
- les deux premiers représentent 91% de l'assiette de METOX et 84% de l'assiette de MI.

2 → Pollution toxique d'origine domestique (stations d'épuration), pertes des réseaux, rejets non collectés, boues

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, et rejetés dans les réseaux d'assainissement,
- des activités raccordées sur les réseaux d'assainissement : 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 – Ces eaux pluviales, procèdent à un «lavage» d'une partie de la pollution atmosphérique, à un lessivage des toxiques déposés sur les sols, les voiries et les toitures, à la corrosion d'éléments du mobilier urbain (ex : les chenaux de toiture).

La pollution toxique transitant dans les stations d'épuration est assez peu connue.

Pour les stations d'épuration urbaines, les MI sont calculées à la fois pour les effluents des industriels raccordés, et pour les effluents domestiques. Pour la part des industriels, la redevance MI est utilisée. Pour la part domestique, les MI sont calculées sur la base d'un forfait (MI = 0,2 équitox* par équivalent - habitant**).

Les METOX qui apprécient les charges en différents métaux (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb et Zn) ne sont pas réellement une mesure de la toxicité des effluents. Les METOX sont calculés forfaitairement sur la base des redevances des industriels raccordés sur le réseau urbain pour la part industrielle, et sur la base d'un forfait (0,23.10⁻³ METOX par Equivalent-Habitant) pour la part domestique.

Quelques exemples de rejets de STEP (pollution toxique)

	STEP de Mâcon (mai 2000)		STEP d'Annonay (juin 2000)	
	Entrée STEP	Sortie STEP	Entrée STEP	Sortie STEP
Arsenic (µg/l)	2,5	2,5	1,6	< 1
Cadmium (µg/l)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Chrome (µg/l)	5,4	3,0	155,8	23,1
Cuivre (µg/l)	70,3	37,3	66,6	21,9
Mercure (µg/l)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Nickel (µg/l)	13,1	6,9	41,3	36,5
Plomb (µg/l)	13,3	3,9	5,8	1,5
Zinc (µg/l)	94,2	40,8	3,6	31,4
Matières inhibitrices (MI) : test Daphnies (eq/m3)		< 1		< 1

*Equitox : unité de mesure de la toxicité d'un rejet

**Equivalent-Habitants (EH) : quantité de pollution équivalente à celle produite par jour et par habitant

3 → Pollution toxique d'origine agricole

Dans le cadre de leurs productions animales et végétales, les exploitants agricoles manipulent de nombreux produits toxiques qui sont épanchés sur les parcelles lors de la fertilisation et de la protection des cultures.

Les fertilisants minéraux contiennent des éléments toxiques et notamment du cadmium qui provient essentiellement des engrais phosphatés et dont l'apport annuel par épandage sur les sols français correspond à 60 tonnes. Les fertilisants organiques contiennent eux aussi 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, en provenance des compléments alimentaires et additifs donnés aux animaux dans un but nutritionnel. Dus essentiellement aux lisiers de porcs, ces apports représentent 2 250 tonnes de zinc et 900 tonnes de cuivre épanchés annuellement sur les sols agricoles français.

Les boues de stations d'épuration, dont une partie est épanchée dans les champs, apportent elles-mêmes des métaux tels que le zinc, pour 950 tonnes annuelles, le cadmium et le cuivre en des quantités beaucoup plus faibles.

Les transferts vers les milieux aquatiques de ces différents éléments toxiques issus des fertilisants sont mal connus et leur contribution à la pollution des eaux n'est pas évaluée.

La protection chimique des cultures contre les herbes, les insectes et les maladies nécessite de grandes quantités de pesticides, dont notamment les herbicides, les insecticides et les fongicides. La quantité totale de substances actives employée en agriculture dépasse 100 000 tonnes 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 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 réseaux de surveillance des pesticides dans les eaux sont maintenant en place à l'échelle du bassin RMC (Réseau National de Bassin). Ils sont opérationnels depuis août 1999 pour les eaux superficielles (59 stations sur 51 cours d'eau) et juin 2001 pour les eaux souterraines (98 points de suivi couvrant les différentes formations aquifères du bassin particulièrement les alluvions et les karsts les plus touchés par ce type de contamination). Ces réseaux commencent à fournir des résultats particulièrement instructifs. Ainsi, sur 262 matières actives recherchées par la méthode d'analyse dite des multi-résidus, il en est retrouvé respectivement 112 (presque la moitié !) dans les eaux superficielles et 32 (plus de 10%) dans les eaux souterraines. En outre, dans les eaux superficielles, plusieurs stations présentent un nombre de molécules élevé qui dépasse la **trentaine** sur la période de mesures. Pour les deux milieux, 60% des molécules identifiées dans les eaux correspondent à **des herbicides**.

Pour les eaux superficielles dont la durée de surveillance atteint bientôt trois ans, il est en outre possible d'évaluer le degré de contamination des eaux par la concentration en substances actives. Ainsi, 50 des 59 stations (85%) enregistrent au moins une fois une concentration totale en substances actives supérieure à la concentration limite de 0,5 µg/l autorisée dans les eaux destinées à la consommation humaine pour la totalité des molécules (décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001). De plus, 11 stations présentent au moins une fois une concentration totale supérieure à 5 µg/l soit 10 fois la norme.

D'après les résultats du réseau de surveillance, les 14 substances actives les plus rencontrées dans les eaux superficielles (fréquence d'identification supérieure à 5%) sont : l'atrazine, l'aminotriazole, le diuron, l'atrazine déséthyl, la terbuthylazine, la simazine, le terbuthylazine déséthyl, le HCH gamma, le métolachlore, le tébutame, l'oxadiazon, le chlortoluron, l'oxadixyl et l'isoproturon. Parmi ces 14 substances, apparaissent **12 herbicides**. De la même manière, les substances actives les plus rencontrées dans les eaux souterraines sont l'atrazine, l'atrazine-déséthyl, la simazine, la terbuthylazine et la terbuthylazine-déséthyl.

4 → Niveau de contamination des milieux aquatiques

Le suivi de la contamination des milieux aquatiques a permis d'identifier les secteurs les plus touchés dans le bassin Rhône – Méditerranée – Corse (Cf. carte p.57).

Concernant les métaux dans les eaux superficielles, les contaminations d'origine anthropique sont liées essentiellement au zinc, au mercure et au cuivre, et à un moindre degré au cadmium.

À l'exception de l'arsenic et du nickel d'origine généralement naturelle, les autres métaux et les micropolluants organiques (hors pesticides, HAP et PCB) sont rencontrés à des concentrations élevées sur des secteurs (nappes ou rivières) influencés par des rejets industriels ou urbains.

Les pesticides sont présents dans de nombreux cours d'eau et eaux souterraines. Les secteurs les plus contaminés sont tous situés sur des bassins versants agricoles (généralement viticulture), à l'exception du Drac à Fontaine, directement influencé par un site de production industriel, et du Rhône à Arles, dont l'origine des concentrations élevées en diuron est encore non identifiée.


Enfin, la pollution des cours d'eau par les HAP et PCB est généralement d'origine diffuse. À noter toutefois une pollution du Doubs sur la quasi totalité de son cours par les HAP, dont la source très vraisemblablement ponctuelle est encore non identifiée.

Concernant les eaux souterraines, des teneurs importantes en benzo(a)pyrène (supérieures à 0,01 µg/l) peuvent ponctuellement être mesurées sur quelques points du réseau. Les PCB sont quant à eux totalement absents dans les eaux souterraines.

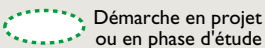
Milieus particulièrement atteints par les toxiques

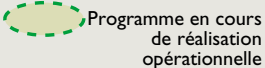
Milieus atteints par la pollution toxique de façon avérée (synthèse 1997-2000)

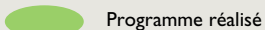
 rivière

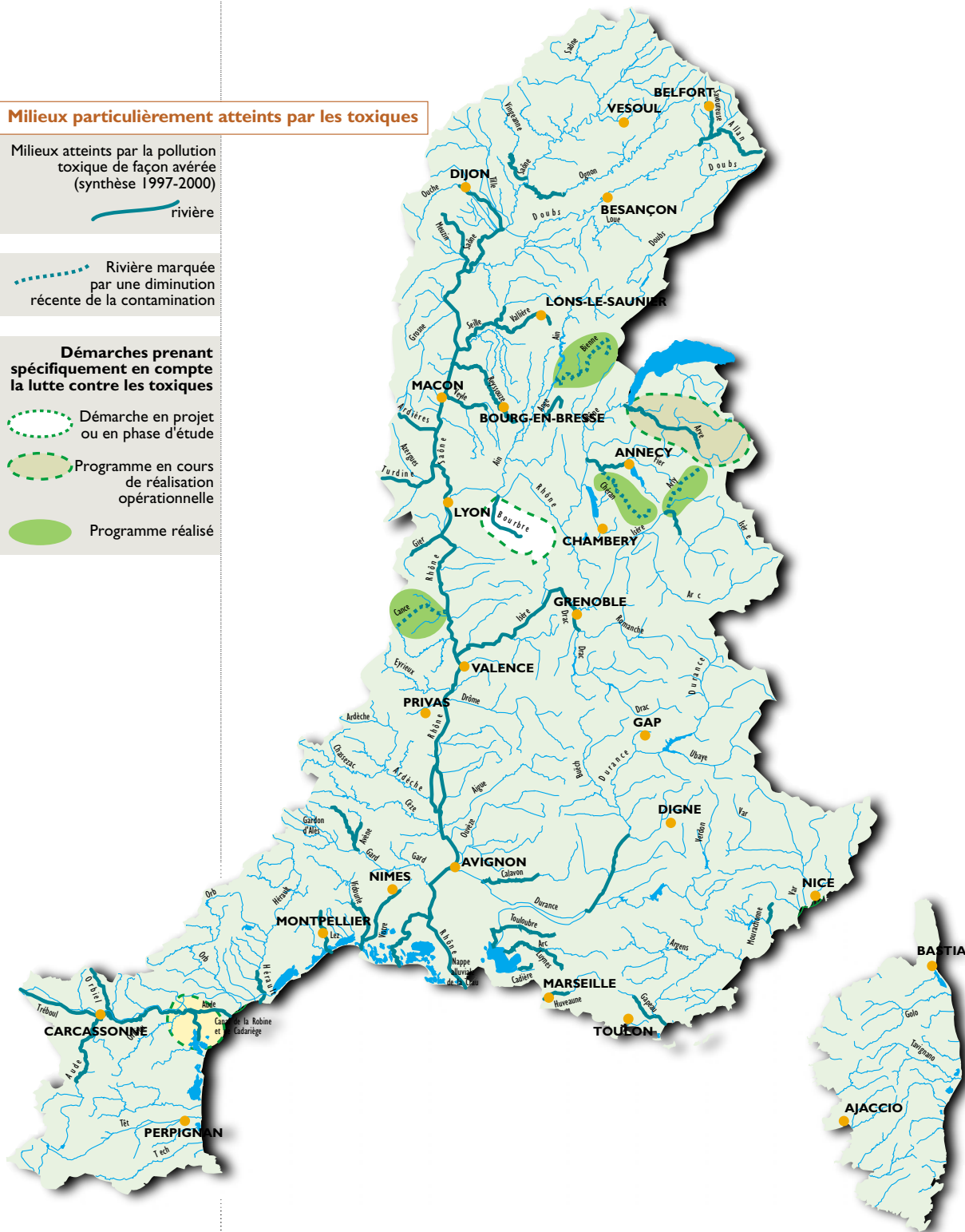
 Rivière marquée par une diminution récente de la contamination

Démarches prenant spécifiquement en compte la lutte contre les toxiques

 Démarche en projet ou en phase d'étude

 Programme en cours de réalisation opérationnelle

 Programme réalisé





Exemples et perspectives sur le bassin Rhône Méditerranée-Corse

I → Des moyens de réduction des rejets :

Les approches des industriels concernés peuvent être différentes : certains engagent des travaux sur les procédés, 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, engagement volontaire).

I.1 → 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, voici quelques exemples :

■ Changement de produit fini

- **Domaine** : industries des détergents industriels,
- **produit concerné** : nonylphénol éthoxylé 9 O E.

Dans le cadre de sa politique environnementale, l'entreprise respectait les règles d'étiquetage de ses produits finis qui sont des préparations, en s'imposant les règles relatives aux substances. Cela l'a conduit à constater que ce produit était classé comme «très toxique pour l'environnement aquatique» et relevait de l'affichage R50.

Dans le cadre de ses engagements à adopter le principe de précaution, elle a choisi de modifier les produits de sa gamme commerciale pour remplacer cette substance par un alcool gras éthoxylé.

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

- **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» tels que gris, vert ou bleu. En trois ans, progressivement, l'utilisation d'émaux rouges a été supprimée ; il en fut de même pour les rejets de cadmium.

■ Changement de produit mis en œuvre :

■ **Domaine** : chimie de base.

■ **Produit concerné** : phosphate de tributyle.

Pour la production d'un intermédiaire, le procédé mettait en œuvre comme solvant ce produit 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 extraire ce produit de ses sous-produits en vue de respecter les prescriptions de rejet, puis il a développé les recherches sur un nouveau procédé de synthèse qui évite l'usage de cette substance. Un nouvel atelier va mettre en œuvre le nouveau procédé.

I.2) Récupération et valorisation de produits

■ **Domaine** : fabrication d'outillage à main.

■ **Produit concerné** : chrome hexavalent.

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

■ **Domaine** : aciérie.

■ **Produit concerné** : zinc.

Les poussières d'aciéries de cette usine, piégées 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 disgracieux 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.

I.3) Traitement des effluents des procédés :

■ **Domaine** : téléphonie mobile.

■ **Produits concernés** : cyanures, 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.

■ **Domaine** : traitements de surfaces.

■ **Produits concernés** : zinc, chrome.

Cette société effectue un dépôt électrolytique de zinc comme revêtement anticorrosion de pièces automobiles. Bien qu'équipée d'une station physico-chimique efficace, ses rejets étaient incompatibles avec le milieu de rejet (rivière à très faible débit d'étiage). L'industriel vient d'effectuer d'importants travaux pour limiter les flux polluants et les débits au niveau 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 sur site».

2 → Des moyens de prévention et de lutte pour les eaux souterraines

L'enjeu est la protection des eaux souterraines des sources de pollution anciennes, actuelles ou futures.

2.1 ▶ Les moyens préventifs

Quelques préconisations simples peuvent être recommandées sur les sites à risque, situés à l'aplomb de nappes vulnérables comme :

- le stockage des produits susceptible de créer une pollution des eaux ou des sols, dans des réservoirs non enterrés et étanches,
- la mise en place, sous ces réservoirs de bacs de rétention étanches aux produits stockés,
- une autosurveillance de la qualité des eaux de la nappe au droit et à l'aval immédiat du site, avec l'implantation de piézomètres de surveillance et la mise en oeuvre d'un programme d'analyse.

Les modalités de surveillance des principaux rejets industriels sont définies par l'arrêté ministériel du 2 février 1998 et par des arrêtés spécifiques à certaines activités.

L'industriel est responsable du contrôle de la qualité de ses rejets. Il est donc tenu de surveiller périodiquement ses effluents. Cependant dans la mesure où un certain nombre de produits comme les organo-halogénés volatils ou les hydrocarbures n'ont pas vocation à être rejetés comme des «rejets réguliers», les produits qui atteignent le milieu extérieur sont donc la conséquence de pertes, de fuites ou de l'évaporation survenant au cours du process industriel. Les contrôles sont donc effectués dans les eaux souterraines au droit et à l'aval du site et non au niveau des rejets.

2.2 ▶ Les moyens curatifs

La politique nationale de traitement et de réhabilitation des sites et sols pollués et industriels. Elle est définie par la circulaire ministérielle du 3 décembre 1993.

L'objectif est de préserver les ressources en eau et l'usage des sols, cette politique peut se résumer ainsi :

- 1. Recenser les sites (potentiellement) pollués
- 2. Trier et sélectionner les sites prioritaires
- 3. traiter les sites pollués prioritaires.

■ 1. Recenser

La recherche systématique des sites industriels pollués concerne à la fois les sites industriels en activité et les sites industriels anciens sur lesquels ont été exercées des activités potentiellement polluantes pour les sols.

Les inventaires historiques établis à partir de l'examen d'archives tant privées que publiques et le recueil de témoignages permettent de localiser des sites qui peuvent avoir été pollués par des activités aujourd'hui arrêtées. Le traitement des sites industriels en activité est engagé dans le cadre de la circulaire du 3 avril 1996.

■ 2. Sélectionner :

Il existe des milliers de sites industriels en activité, il convient donc de sélectionner les sites prioritaires au regard des problèmes de pollution des sols et du sous-sol et des risques générés pour la santé publique et l'environnement.

Cette sélection s'opère en 4 étapes :

- **étape 1** : sélection documentaire des sites prioritaires,
- **étape 2** : diagnostic initial et évaluation simplifiée des risques,
- **étape 3** : classement des sites en 3 catégories :
 - classe 3 : site banalisable
 - classe 2 : sites à surveiller
 - classe 1 : sites nécessitant des investigations approfondies
- **étape 4** : investigations approfondies et évaluation détaillée des risques

■ 3. Traiter :

Cette phase comprend :

- la fixation d'objectifs de dépollution en fonction des usages ultérieurs du site,
- l'étude de faisabilité du traitement adapté,
- le choix du traitement,
- le traitement,
- l'évaluation de l'impact résiduel.

À l'issue de cette phase le site traité peut être banalisé ou faire l'objet de mesures de surveillance ou encore faire l'objet d'une restriction d'usage compte tenu de la pollution résiduelle.

Nous n'aborderons pas ici les différents aspects des opérations complexes de décontamination de nappe, nous renvoyons le lecteur à la littérature existant sur le sujet : Agences de l'eau et Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 1994. Décontamination des nappes – Etat de l'art. N°36 – Collection des cahiers techniques inter-agences.

3 → SPIRAL-EAU – groupe de travail pour une réduction des rejets toxiques dans l'agglomération lyonnaise

■ Présentation du contexte

Le SPIRAL est le Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles et des Risques dans l'Agglomération Lyonnaise. Il s'agit d'une structure collégiale de concertation et d'information présidée par le Préfet et regroupant administrations d'Etat, Etablissements publics, collectivités territoriales, industriels, associations professionnelles, de consommateurs ou de protection de la nature et personnalités qualifiées. 7 groupes de travail ont été constitués, dont un groupe sur l'eau (Secrétariat assuré conjointement par la DRIRE Rhône Alpes et l'Agence de l'eau RMC) dont la mission, concernant la micropollution, est d'étudier les moyens possibles pour atteindre les objectifs du Plan d'Action Rhône, confirmés par le SDAGE : réduction de moitié d'ici 2003 des rejets au fleuve des substances toxiques.

■ Principes d'action

Le SPIRAL est avant tout un lieu de concertation et de réflexion sur des sujets très techniques pour orienter et coordonner les actions des différents acteurs.

Le groupe de travail EAU sur la réduction des rejets toxiques s'est plus particulièrement attaché à traduire l'objectif de réduction de 50% des rejets toxiques en une stratégie d'action concrète à envisager sur les rejets de l'agglomération.



Station de surveillance à Ternay



Station de surveillance

■ Résultats

Les principaux résultats du groupe sont :

- une réflexion en profondeur sur la stratégie d'acquisition de données pour progresser en pertinence et cibler les actions,
- la réalisation de campagnes d'analyses des toxiques métalliques et organiques dans les rejets industriels et urbains, ainsi que sur le Rhône et la Saône en complément (paramètres ou point de mesures supplémentaires) des mesures effectuées dans le cadre des réseaux pérennes (Réseau National de Bassin). Des tests de toxicité (algue, daphnie, microtox) sont également pratiqués sur les rejets.
- la mise en place d'une station de surveillance en continu de la qualité des eaux du Rhône en aval de l'agglomération (Ternay), dans un triple objectif de suivi patrimonial, d'alerte et de suivi des pollutions accidentelles. Turbidité, pH, température, oxygène dissous, conductivité, ammonium, COT, zinc, plomb, cuivre, nickel, chrome, cadmium sont mesurés en continu et la station dispose par ailleurs d'un système biologique d'alerte (truitelles) et d'une gamme de préleveurs automatiques.
- une réflexion sur la possibilité d'impacts écotoxiques des rejets sur le Rhône (approche PEC/PNEC),
- la définition d'un niveau de référence de la pollution toxique métallique permettant d'apprécier l'écart à l'objectif de réduction de 50% des flux rejetés, et la poursuite d'une réflexion identique concernant les micropolluants organiques.
- une sensibilisation des branches professionnelles sur la gestion des DTQD (Déchets Toxiques en Quantité Dispersée).

■ Perspectives

Outre la poursuite des actions en faveur de la réduction des rejets de DTQD, d'une acquisition de données pertinentes, et des actions concernant les conventions de déversement au réseau d'assainissement, les objectifs sont de définir des valeurs de références et un objectif de réduction par substance pour les micropolluants organiques.

4 → Exemple du protocole de réduction des pollutions métalliques dans la Bienne

■ Présentation du contexte

La Bienne est un affluent rive gauche de l'Ain, située dans le département du Jura (39), d'une longueur de 62 km plus un bassin versant de 730 km².

Entre Morez et Saint-Claude, la Bienne présente une pollution significative par les métaux. C'est à ce titre qu'elle est prioritaire dans le SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse.

En effet, un constat des pollutions toxiques, réalisé par la DIREN Franche-Comté en 1995, a mis en évidence une zone fortement concernée par la pollution métallique (cuivre et nickel) incluant l'agglomération morézienne et dont la limite se situe à l'amont de Saint-Claude.

D'autre part, les boues de la station d'épuration de Morez, destinées à l'épandage, sont surchargées de ces mêmes métaux (jusqu'à 4 fois la norme).

■ Outils de gestion et de réduction des rejets

Un contrat de rivière, piloté par le Parc Naturel du Haut-Jura, a été signé le 7 novembre 1995 visant à réduire la pollution, restaurer, entretenir et mettre en valeur les cours d'eau du bassin versant de la Bienne et ceci dans un délai de cinq ans.

En ce qui concerne le volet industriel, piloté par le Comité de Bassin d'Emploi du Haut Jura, il est proposé aux industriels une démarche volontaire de façon à créer une dynamique de réflexion et d'action.

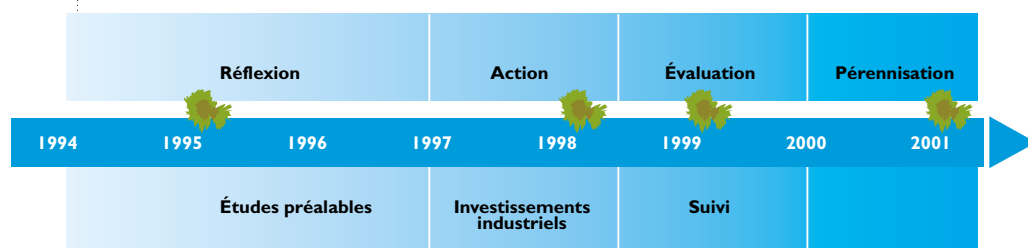
Une phase d'étude préliminaire s'est déroulée en deux parties en 1994-1995 et 1996-1997 :

- la première partie, menée auprès de 400 entreprises, a permis une «photographie» des activités industrielles concernées, en recensant les problèmes posés,
- la deuxième partie, étude plus fine menée auprès de 19 entreprises jugées représentatives en termes de rejets, a mis l'accent sur le rôle joué par les activités de tribofinition (polissage mécanique de pièces de lunetterie) :
- estimation des flux polluants engendrés,
- définition des filières de traitement,
- chiffrage des coûts d'investissements à réaliser et des coûts de fonctionnement correspondants.

Les conclusions de l'étude ont permis de signer un protocole entre l'État, le Conseil régional, le Conseil général et 11 ateliers de tribofinition, afin de :

- programmer les investissements,
- réduire d'au moins 75% des pollutions métalliques émises par ces établissements industriels,
- rendre écologiquement acceptable le recyclage des boues d'épuration du SIVOM de Morez.

Un suivi de la qualité du milieu a été mis en place afin d'évaluer la pertinence et les premiers résultats de ce programme.



Campagne de prélèvement de bryophytes (mousses aquatiques)

■ Actions engagées

L'opération a comporté plusieurs volets :

- chaque site industriel s'est équipé d'un outil d'épuration complet des effluents de tribofinition,
- les déchets issus de cette épuration sont dirigés vers une filière conventionnée,
- les industriels et le gestionnaire du réseau (communes) ont signé une convention de rejets des effluents traités,
- pendant les premiers mois de fonctionnement des équipements, un suivi analytique et une expertise sont mis en place, avec un laboratoire indépendant, tant au niveau des entreprises qu'au niveau de la station d'épuration.

Montage financier :

L'investissement total représente un montant de 878 105 Euros qui se décompose comme suit :

- études préalables : 95 433 Euros
- investissements industriels : 679 922 Euros
- évaluation et suivi milieu : 102 750 Euros

C'est le Comité de Bassin d'Emploi qui est porteur du projet.

Le financement est réparti entre l'Agence de l'Eau, le Conseil régional de Franche-Comté, le SIVOM de Morez, la délégation régionale Franche-Comté de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, le Parc Naturel régional du Haut-Jura et l'Union Européenne.

Premiers résultats : une pollution en très nette diminution

Le rendement moyen des unités de détoxification mis en place dans ces établissements dépasse 97 %. Chaque jour, c'est plus de 4,6 kg de métaux lourds et 110 kg de matières en suspension qui ne sont plus rejetés dans la Bienne ou dans le réseau d'assainissement public. Ces résultats sont très supérieurs aux prévisions.

Les onze entreprises ont déjà accompli un effort significatif pour améliorer la qualité de l'environnement local. Ce faisant, certaines réalisent des économies d'énergie, d'autres répondent mieux aux attentes de leurs donneurs d'ordre, ou même les précèdent (obtention de la certification ISO 14 001 par exemple). Des entreprises d'autres secteurs sont sur cette même voie.

En ce qui concerne les boues de la station d'épuration du Syndicat intercommunal de Morez, les teneurs en cuivre et nickel ont été divisées par quatre, par rapport à 1994.

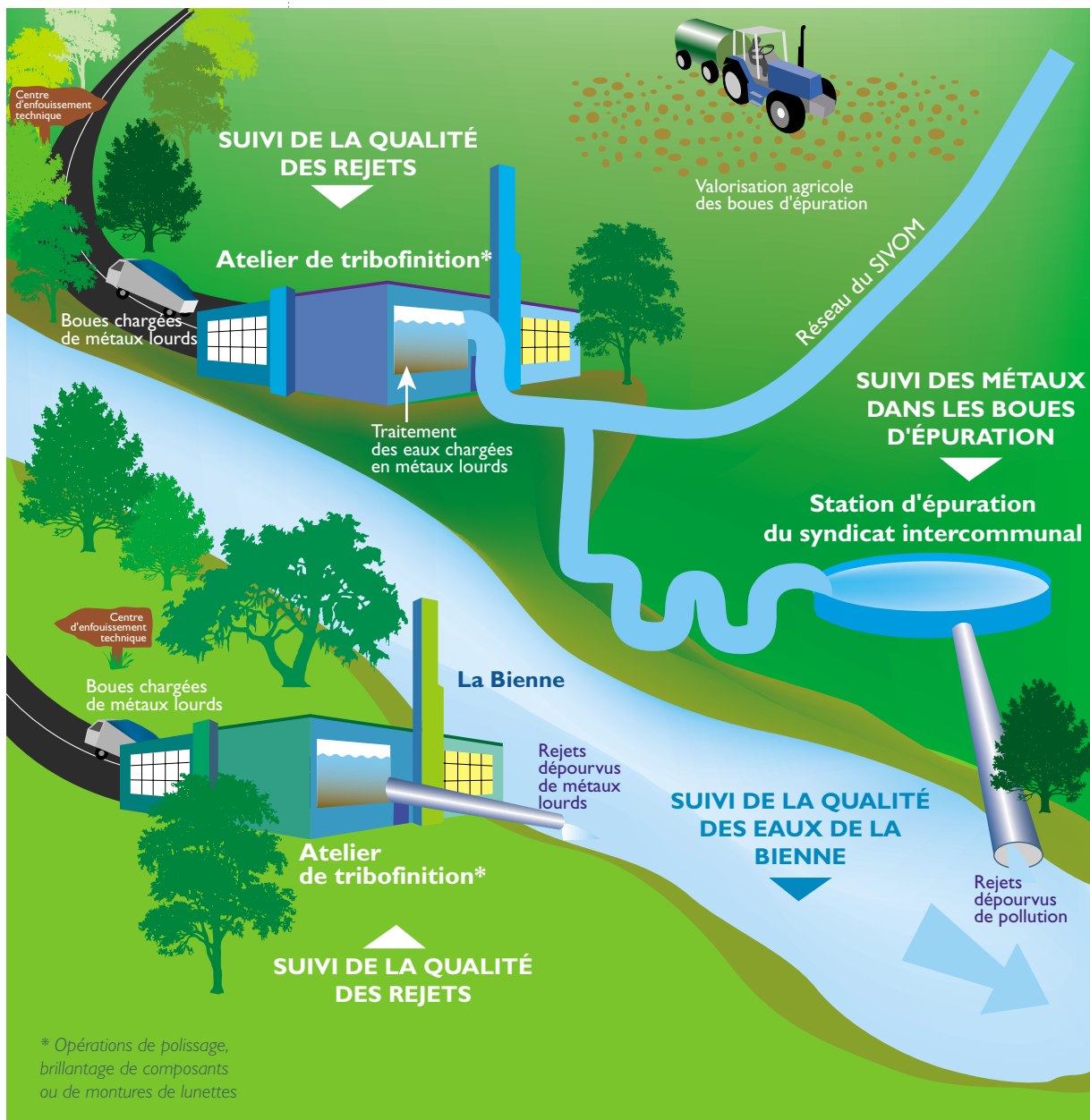
Mais il faut rester vigilant

En effet, après une nette amélioration de la qualité des rejets, la situation s'est dégradée entre 2000 et 2002. Un mini-audit réalisé auprès des entreprises de tribofinition montre qu'il y a des problèmes de suivi et de gestion insuffisante des installations d'épuration et des stations d'épuration mises en place. Certaines ne sont plus utilisées par les industriels.

Des solutions d'amélioration

Cet exemple illustre bien le fait que les opérations pilotes doivent faire l'objet d'un **suivi très régulier et pérenne** comprenant :

- une **sensibilisation dans la durée** (une sensibilisation ponctuelle n'est pas suffisante pour faire changer les habitudes et les mentalités),
- le maintien d'une **pression réglementaire**. Lorsque ce n'est pas possible comme dans le cas de la Bienne (entreprises non redevables auprès de l'Agence de l'Eau et soumises à simple déclaration auprès de la DRIRE), ce sont les collectivités locales qui peuvent jouer leur rôle de police des réseaux.
- le **recrutement d'un chargé de mission**, pour un suivi technique et une sensibilisation constante des industriels, est un élément essentiel de réussite du projet dans la durée.



5 → **Projet de réduction des rejets industriels toxiques de la Bourbre**

■ **Présentation du contexte**

La Bourbre est un affluent rive gauche du Rhône, situé au nord du département de l'Isère (38). Elle présente une longueur de 73 km et un bassin versant de 750 km².

La Bourbre est une rivière de plaine très rectifiée, à forte pression agricole et urbaine. L'activité industrielle est assez développée et très variée : mécanique - métallurgie, traitement de surface, chimie, teinturerie...

Le SDAGE a mis en évidence une pollution métallique importante sur la Bourbre. Elle est ainsi classée rivière prioritaire au titre de la pollution toxique.

L'enjeu de cette démarche est de déterminer des priorités d'actions et d'engager une démarche territoriale visant à diminuer les apports les plus importants de pollution toxique au milieu.

■ **Outils de priorisation des actions à engager**

Un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) est mis en œuvre sur la Bourbre depuis 1998. En matière de qualité des eaux, le SAGE a pour objectif le traitement des rejets d'eaux usées et la restauration de la qualité des eaux.

C'est dans le cadre de ce SAGE et des préconisations du SDAGE que l'Agence de l'Eau, en concertation avec la DRIRE Rhône-Alpes et les chambres consulaires (la Chambre de Commerce et de l'Industrie Nord Isère et la Chambre des Métiers de Vienne) a mis au point une méthode permettant de prioriser les actions à mener afin de diminuer la pollution toxique d'origine industrielle.

La méthode de détermination des priorités est une méthode qui tient avant tout compte de ce que le milieu récepteur peut supporter en terme de flux de pollution. Pour cela, elle fait appel à des notions d'écotoxicologie qui permettent de déterminer l'impact potentiel de substances toxiques sur le milieu aquatique.

■ **Méthodologie de priorisation :**

Techniquement, les priorités ont été définies, dans un premier temps, en déterminant des substances prioritaires dont les flux sont trop élevés et entraînent un risque pour le milieu. Dans un deuxième temps, en déterminant dans quels rejets, aussi bien urbains qu'industriels, ces flux de substances sont les plus importants.

Détermination des substances prioritaires

Un outil écotoxicologique a été utilisé sur l'ensemble des rejets connus, (soit 16 industriels/48 et 3 STEP/7 du bassin versant) : le rapport PEC/PNEC (Cf § 4 p.25).

Ce rapport de concentrations a été transformé en rapport de flux et utilisé ainsi :

Si **flux de la substance dans le milieu / flux admissible par le milieu > 1**, alors la substance rejetée a un impact sur le milieu.

Les substances prioritaires dont les flux doivent être réduits dans la Bourbre ainsi que les réductions à engager sont ainsi identifiés.

Détermination des rejets prioritaires

Pour déterminer les rejets à réduire, la part relative de chaque rejet dans le rejet total de la substance est calculée. Les rejets retenus, qu'ils soient urbains ou industriels, sont ceux dont la part relative est la plus élevée.

■ Actions engagées et perspectives

Cette méthode permet de déterminer des priorités d'action uniquement en fonction de l'éco-toxicologie d'un rejet. Par contre, elle ne tient pas compte des critères économiques et de faisabilité technique de diminution des substances rejetées. Elle est également limitée par la connaissance actuelle très parcellaire des rejets industriels (19 rejets, à priori les plus importants, actuellement pris en compte dans la méthode). Elle ne prend pas en compte les autres sources d'apports potentiels (lessivage des infrastructures de transport, pollution diffuse d'origine agricole...). Aussi, pour discuter de ces points, et pour impliquer et faire adhérer volontairement les industriels à la démarche territoriale, les chambres consulaires, la CLE du SAGE, l'Agence de l'Eau et la DRIRE Rhône-Alpes ont présenté cette démarche aux industriels.

Techniquement, la méthode mise au point n'a pas été remise en cause. Cependant les industriels souhaitent que la méthode soit appliquée sur l'ensemble des rejets existants sur le bassin versant (et non pas seulement sur ceux qui sont bien connus).

La mise en oeuvre de la démarche se fera très progressivement, en fonction de l'état d'avancement des connaissances et de l'adhésion des acteurs concernés. Les prochaines étapes seront les suivantes :

- Le lancement d'une campagne d'analyses qui portera sur les rejets de tous les industriels du bassin versant de la Bourbre. Cette campagne s'insérera dans le cadre d'une campagne nationale DRIRE/Agence de recherche de substances dangereuses entamée suite à la publication de la circulaire du 4 février 2002.
- L'organisation une à deux fois par an de réunions plénières d'information sur l'état d'avancement du projet, regroupant les industriels et les partenaires institutionnels.
- L'embauche d'un chargé de mission encadré par la CCI et la CM. Sa mission principale sera de mieux cerner la pollution toxique d'origine dispersée, PME/PMI, artisans... Il réalisera un état des lieux des pollutions toxiques potentielles par secteur d'activités puis une sensibilisation des secteurs concernés par cette pollution.
- Sa deuxième mission sera le suivi de la pollution des gros industriels : il sera chargé de définir les nouvelles priorités des industriels, une fois les résultats de la campagne d'analyses exhaustive des rejets obtenus.
- De par son travail il s'intégrera entièrement à la réflexion en cours sur le raccordement d'industriels à la station d'épuration de Bourgoin-Jallieu et aux problèmes que cela engendre pour son fonctionnement.
- Le projet de création d'un groupe de travail spécifique aux pollutions toxiques dans le cadre du SAGE.
- Le projet de création d'une association regroupant les acteurs économiques concernés par la pollution toxique.

6 → État des lieux de la concentration radioactive des effluents des stations d'épuration urbaines auxquelles sont raccordés des hôpitaux pratiquant la médecine nucléaire

■ Présentation du contexte

Dans le Rhône, une vingtaine de **radioéléments** représentatifs des rejets radioactifs sont retrouvés. La région Rhône-Alpes est, en effet, la région la plus nucléarisée de France :

- centrales de production d'électricité,
- usine de retraitement des combustibles irradiés,
- sites de stockage des déchets tritiés,
- centre d'études nucléaires,
- autres émetteurs potentiels : laboratoires d'analyses et de recherches, hôpitaux...

Plusieurs études amont/aval des rejets radioactifs ont permis de faire le lien entre les radioéléments rejetés par les Installations Classées Pour l'Environnement connues (ICPE soumises à autorisation et à déclaration aux titres des substances radioactives) et ceux retrouvés dans le milieu. Cependant, pour certains radioéléments retrouvés dans le milieu (exemple : iode), la relation est plus difficile à établir. Les **hôpitaux** pratiquant la médecine nucléaire ainsi que les **laboratoires** de recherche sont soupçonnés d'être responsables de ces rejets via les stations d'épuration communales.

■ Les rejets de la médecine nucléaire

Les établissements de santé utilisent à des fins diagnostiques, thérapeutiques et de recherche biomédicale des sources radioactives scellées et non scellées. Les déchets et effluents radioactifs sont générés lors des manipulations et préparations des radioéléments, mais aussi par les patients (excréments).

La gestion de ces déchets radioactifs est réglementée par la circulaire du 09/07/2001 relative à la gestion des effluents et des déchets d'activité et de soins contaminés par les radioéléments.

Les effluents des hôpitaux sont dirigés vers des cuves de stockage étanches. L'élimination se fait par décroissance radioactive, puis l'évacuation se fait selon la période radioactive :

- période radioactive < 100 j, évacuation dans le réseau d'assainissement,
- période radioactive > 100 j, effluents collectés par l'ANDRA (Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs).

Cependant cette gestion ne s'applique pas aux **traitements ambulatoires ou diagnostics**. Les excréments des patients ayant reçu des doses pour le traitement de certains cancers, ou à des fins de diagnostics ou de petites thérapies sont les principales causes de contamination du milieu par les radioéléments utilisés en médecine nucléaire.

En 1999, l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse a accordé une aide à un certain nombre d'hôpitaux Lyonnais souhaitant faire des analyses de leurs rejets portant notamment sur les radioéléments. Sur les **5 établissements** ayant fait l'objet de cette campagne, **2 établissements ne présentent aucun rejet radioactif**. Pour deux établissements, la présence d'**iode** est décelée, pour le dernier, du **tritium** est décelé.

Ces cas ne sont pas isolés puisqu'une étude récente de l'Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest (A.C.R.O) - Juin 2000 - sur la station d'épuration du District du Grand Caen soulève le problème des rejets de médecine nucléaire. Dans le milieu où s'effectuent les rejets de la station d'épuration, des radioéléments de période radioactive relativement longue, utilisés à des fins thérapeutiques ou de diagnostics, sont retrouvés.

Une étude de la Commission de Recherche et d'Information Indépendante sur la Radioactivité (CRIIRAD) - mai 2001 - confirme également la présence d'**iode** 131 en aval de Lyon.

■ Compléments et perspectives

Au regard de ces différentes études, l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse souhaite améliorer la connaissance en matière de pollution radioactive des milieux.

Un suivi radioécologique du Rhône va être mis en place afin de disposer d'une base de données régulières sur l'état radioécologique du Rhône.

Parallèlement, l'Agence de l'Eau souhaite engager une étude sur certaines stations d'épuration recevant ou non des rejets d'hôpitaux afin de confirmer leur implication dans la présence de certains radioéléments dans le Rhône.

7 → Opération pressings propres en Languedoc-Roussillon

■ Origine de déchets toxiques dans l'activité de nettoyage

Le nettoyage des vêtements se fait depuis les années 80 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 bon système de séchage des résidus de distillation, il reste une proportion non négligeable de solvant, le **perchloréthylène**, dans ces résidus contenant les peluches et salissures des vêtements, c'est ce que l'on appelle les boues.

Ces boues constituent des déchets chlorés et appartiennent à la catégorie des Déchets Toxiques en Quantité Dispersées (DTQD). Le producteur de ces déchets, en l'occurrence le pressing, 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.

■ Contexte

La production moyenne de boues d'un pressing est estimée à environ 250 kg par an. Pris individuellement, un pressing n'est pas un important pollueur, mais la multiplicité des entreprises et leur dispersion sur le territoire font que l'impact de leur activité artisanale sur l'environnement n'est pas négligeable.

En Languedoc-Roussillon, les 320 professionnels de la région génèrent environ 80 tonnes de boues par an.

En 1997, moins de 15 % des boues de perchloréthylène produites suivaient des filières réglementairement autorisées pour leur élimination. Cependant, les améliorations apportées aux équipements ont eu pour conséquence la diminution constante de la quantité de solvant pendant le processus de nettoyage, dans les émissions et dans les résidus. La consommation de perchloréthylène a en effet diminué de 50 % au cours de la dernière décennie.

Les professionnels, invoquant une distorsion de concurrence entre ceux respectant la réglementation et ceux ne la respectant pas, ont été à l'origine de l'opération lancée en février 1998.

■ Objectifs

Cette opération a plusieurs objectifs :

- sensibiliser et informer les gestionnaires de pressing à la gestion de leurs déchets spéciaux,
- inciter les pressings à gérer leurs déchets spéciaux dans des conditions respectueuses de la législation et de l'environnement,
- proposer une solution de collecte programmée de leurs déchets spéciaux en vue de l'élimination en installations spécialisées et autorisées,
- promouvoir les pressings respectueux de l'environnement auprès des consommateurs.

■ Moyens mis en œuvre

L'Agence de l'Eau et la Région Languedoc-Roussillon ont accordé des aides financières incitatives représentant 50 % du coût total de collecte, transport et traitement des boues.

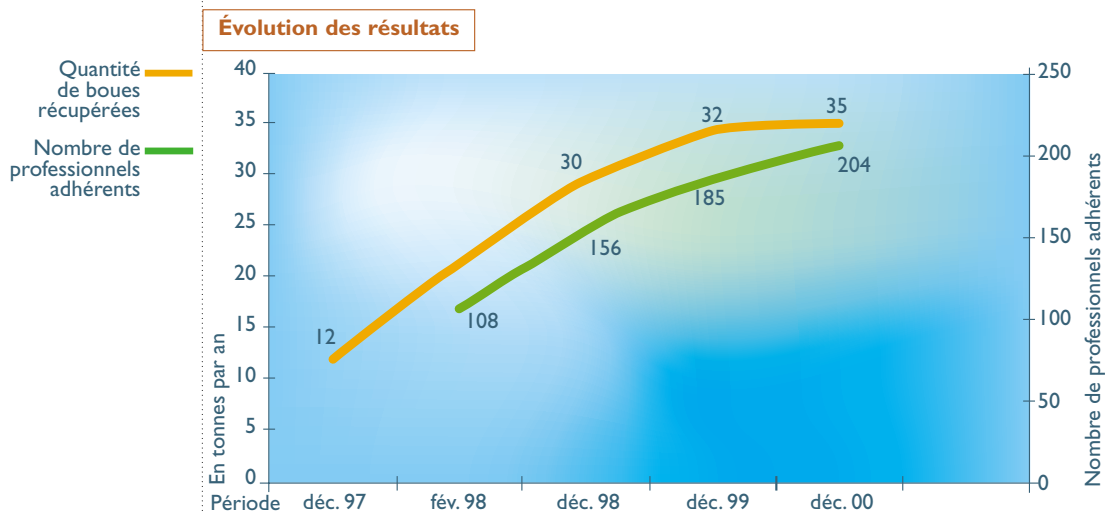
Parallèlement, une campagne de sensibilisation et de promotion des professionnels engagés dans la démarche en s'appuyant sur le réseau des Chambres de Métiers et des Syndicats Professionnels a été mise en place.

■ Résultats

En décembre 2000, au terme de l'opération, les résultats suivants ont été observés :

- 200 professionnels ont initié et poursuivi une démarche de bonne élimination de leurs déchets, soit environ les 2/3 de la profession.
- 35 tonnes de boues sont récupérées annuellement auprès de ces professionnels. Ce taux de collecte a été multiplié par 3 en 3 ans.

Le tableau ci-dessous représente les résultats sur les 3 ans de l'opération :



■ Perspectives

Cette opération exemplaire sur la région Languedoc-Roussillon a été menée dans le courant 2002 en régions Rhône-Alpes et PACA.

8 → Plan d'action contre la pollution des eaux par les pesticides : les rivières du Beaujolais

La région agricole du Beaujolais représente une superficie totale de l'ordre de 350 km². Elle est parcourue par des rivières affluentes de la Saône dont douze sont classées en six principales, la Mauvaise, l'Ardières, la Vauxonne, le Nizerand, le Morgon et l'Azergues, et six secondaires, le Mornand, le Guillard, le Torbay, le Mézerine, la Laye et le Marverand. Le Beaujolais viticole couvre environ 22.500 ha de surface AOC et il comprend 3.700 exploitations viticoles produisant annuellement 1.350.000 hl.

Dès le milieu des années 1980, le CEMAGREF² a choisi le bassin versant de l'Ardières et de son petit affluent, la Morcille, d'une superficie respective de 150 km² et de 4 km², comme terrains d'études et d'expérimentations en zone viticole de l'impact sur la qualité des eaux superficielles

de l'utilisation des produits phytosanitaires et de la mise en œuvre de solutions curatives. En 1991, sur une initiative de la DRASS, le Préfet de la Région Rhône-Alpes crée la CROPPP³ qui réunit les principaux services administratifs régionaux ainsi que l'Agence de l'eau et dont les missions concernent la connaissance d'une part de la pollution des ressources en eau et d'autre part des sources de pollution ainsi que l'élaboration d'actions de prévention. Cette Cellule a notamment dressé en 1995 une carte de la vulnérabilité du bassin versant de l'Ardières puis a examiné en 1996 les pratiques phytosanitaires et la qualité des eaux en zone viticole sur les trois bassins versants de l'Ardières, de la Mauvaise et de la Vauxonne.

Les mesures effectuées ont démontré la contamination de ces trois rivières par une trentaine de matières actives pesticides à des teneurs qui ont pu être très élevées, souvent 100 fois, voire 200 et même 600 fois, plus importantes que la concentration maximale admissible de 0,1 µg/l. En outre, les analyses biotiques montrent une dégradation biologique des eaux par des substances toxiques (non organiques), croissante de l'amont vers l'aval lors de la traversée de la zone viticole.

Des enquêtes ont pu identifier quatre principales causes de pollutions diffuses :

- des pratiques agricoles génératrices de phénomènes d'érosion,
- des aménagements anti-érosifs inadaptés,
- une mise en œuvre assez systématique de très nombreux traitements phytosanitaires,
- des erreurs de manipulation des produits phytosanitaires.

À partir de 1996, le Ministère de l'Environnement demande aux Préfets de mettre en place dans toutes les régions de France et autour des SRPV⁴ un groupe de travail destiné à organiser la lutte contre la pollution des eaux par les pesticides. Une Circulaire interministérielle du 1er août 2000 explicite les travaux que doit conduire chaque groupe de travail régional. À cette occasion, la CROPPP, déjà en place depuis cinq ans, trouve une seconde légitimité et s'investit pour élaborer, à partir des travaux du CORPEN⁵, un Plan Qualité dans le but de garantir que la lutte contre la pollution par les pesticides sera conduite selon des règles communes et pertinentes. Sur cette base, elle examine les dossiers que lui adressent les maîtres d'ouvrage, émet des observations et fait procéder aux améliorations nécessaires, valide les projets conformes au Plan Qualité et suit le déroulement des opérations.

Les principes de travail adoptés par la Cellule concernent trois volets :

1. La connaissance de l'état de dégradation des milieux aquatiques à travers la mise en place de réseaux régionaux et locaux de prélèvements d'eau et de mesures des teneurs en substances actives,

2. La recherche des causes de la pollution à travers la réalisation de diagnostics,

3. La mise en œuvre de plans d'actions selon les quatre principes suivants :

- choix de méthodes alternatives, autres que chimiques, de protection des cultures,
- stratégie de raisonnement et de gestion des produits phytosanitaires,
- amélioration des techniques d'application et de manipulation des produits,
- utilisation des zones tampons.

Les travaux en cours sont répartis de la façon suivante pour le Beaujolais :

■ A. Les réseaux de surveillance de la qualité

Sous l'impulsion de la CROPPP, un réseau local de surveillance est installé dès juillet 2001 sur douze rivières du Beaujolais tandis qu'un réseau régional de surveillance de la qualité des eaux souterraines et superficielles est créé en septembre 2001, le réseau du bassin RMC ayant été lui-même établi en août 1999 et ayant alors intégré deux points sur des rivières du Beaujolais, l'Azergues et l'Ardières.

¹ AOC : Appellation d'Origine Contrôlée.

² CEMAGREF : Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts.

³ CROPPP : Cellule Régionale d'Observation et de Prévention de la Pollution par les Pesticides

⁴ SRPV : Service Régional de Protection des Végétaux

⁵ CORPEN : Comité d'Orientation pour des pratiques agricoles Respectueuses de l'Environnement

Pour ces différents réseaux, il a été prévu des prélèvements mensuels sur les eaux desquels sont effectuées des analyses de type multi-résidus (recherche de 250 molécules environ), des analyses complémentaires de recherche du glyphosate et de l'aminotriazole ainsi que des analyses de la teneur des matières en suspension.

Les résultats fournis par le réseau de bassin indiquent une pollution constante sur les deux rivières observées, surtout sur l'Ardières, avec, à plusieurs reprises, une somme des concentrations qui dépasse 5 µg/l et un nombre de substances actives qui est supérieur à vingt. Les premiers résultats issus du réseau local sont maintenant connus sur les rivières du Beaujolais mais ils ne seront publiés qu'au terme de la première année de mesures. D'ores et déjà, il peut toutefois être indiqué que les résultats du réseau de bassin sont largement confirmés et qu'une dégradation extrêmement sévère de la qualité des eaux par les pesticides affecte toutes ces rivières. La plupart d'entre elles sont en effet polluées par des matières actives qui sont présentes à des teneurs souvent importantes et dont le nombre est élevé, de l'ordre de vingt à trente et qui, classées selon les usages, concernent les herbicides de façon majoritaire, puis les fongicides et enfin les insecticides.

■ B. Le diagnostic des causes de la pollution

À l'initiative des maîtres d'ouvrage, le diagnostic des causes de pollution des eaux est progressivement mis en œuvre sur les bassins versants de la région Rhône-Alpes considérés comme les plus atteints par la pollution. Le Beaujolais fait partie de ces bassins régionaux prioritaires.

En 2001, le Beaujolais a été soumis à un diagnostic qui s'est développé sur deux échelles, celle de l'ensemble du territoire viticole et celle du tout petit bassin versant de la Morcille. À l'échelle de tout le territoire, le but poursuivi fût l'établissement, vis-à-vis des potentialités de transfert des substances actives vers les cours d'eaux, d'une typologie des douze sous-bassins versants des rivières. Quatre d'entre eux, dont ne fait pas partie celui de l'Ardières, ceux du Torbay, du Doubay, du Guillard et du Marverand, ont été identifiés comme les plus susceptibles de provoquer un transfert important de pesticides. Sur le petit bassin de la Morcille, le but fût d'examiner dans le détail les fossés existants dans leur tracé afin d'apprécier leur contribution à une arrivée rapide et concentrée de substances actives dans la petite rivière. Trois types de fossés ont pu être identifiés : les fossés-chemins, les fossés intra-parcellaires et les fossés extra-parcellaires et une prééminente importance pour les premiers dans l'écoulement surfacique a pu être mise en évidence.

■ C. Les plans d'actions

Les diagnostics restent encore assez imprécis et les actions qui peuvent être conduites ne sont pas encore très bien identifiées. Des possibilités d'enherbement vont être étudiées dans la partie du territoire qui est la plus favorable à cette technique.

CONCLUSION

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 sur 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. Pour cela la mise en œuvre des directives est une des premières voies, relayée par la mise en place des SDAGE. Dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, une note technique SDAGE présentera très concrètement les orientations stratégiques en terme de lutte contre les pollutions toxiques sur le bassin.

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.

GLOSSAIRE

- ADSORPTION** ■ Statut physique d'un polluant. Fixation d'une substance à la surface d'une particule par des liaisons faibles.
- 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 biotests 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 bioindicateurs et biomarqueurs : 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 biomarqueurs 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.

GLOSSAIRE

- 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)
- 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 bioessai. (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** ■ Le danger d'une substance est sa toxicité potentielle vis à vis des organismes. La toxicité est évaluée par des tests en laboratoire (bioessais), 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»
- DETOXIFICATION** ■ Molécules produites par l'organisme afin d'excréter un polluant d'origine exogène.
(MOLECULES DE) 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** ■ Éléments 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)
- EXPOSITION** ■ L'exposition à une substance prend en compte plusieurs facteurs, la voie d'administration (cutanée, inhalation ...), la durée d'exposition (continue, ponctuelle).
- 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.
- KOW** ■ 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'actanol, ce qui est une estimation du partage de cette substance entre l'eau et les tissus gras. Ce coefficient donne une idée de la capacité d'une substance à se bioaccumuler.
- 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.
- 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 kiloéquitox (keq ou ket). (voir définition)

GLOSSAIRE

- MATIERES ORGANIQUES ■** 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)
- OU OXYDABLES (MO)**
- MES ■** Matières en suspension.
Particules solides en suspension dans l'eau brute.
- 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 ■** 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)
- (SELS MINERAUX)**
- 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).
- NOEC ■** No Observe Effect 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...
Ce sont des substances chimiques utilisées pour la protection des cultures contre les maladies, les insectes ravageurs ou les «mauvaises herbes» (extrait du SDAGE RMC).
- 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 à 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)
- 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)
- RADIOELEMENTS ou RADIONUCLEIDES ou ISOTOPES RADIOACTIFS** ■ Désigne les atomes d'éléments radioactifs naturels ou artificiels. (Extrait du dictionnaire encyclopédique des pollutions – F. RAMADE)
- RISQUE** ■ Le risque d'une substance est le danger qu'elle représente associé à la façon dont l'individu cible est exposé.
- 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'Écologie 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).
- 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)

GLOSSAIRE

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)

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).

Collection des notes et guides techniques du SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse

Notes⁽¹⁾ techniques déjà publiées

- **Note technique n°1** : «Extraction de matériaux et protection des milieux aquatiques»
Édition décembre 1996.
- **Note technique n°2** : «Eutrophisation des milieux aquatiques
Bilan des connaissances et stratégies de lutte»
Édition décembre 1996
- **Note technique n°3** : «Les rivières eutrophisées prioritaires du SDAGE - Stratégies d'actions»
Édition mars 2000
- **Note technique n°4** : «Agir pour les zones humides en RMC - Les priorités du bassin»
Édition octobre 2000
- **Note technique n°5** : «Agir pour les zones humides en RMC
Politique d'inventaires : objectifs et méthodologie»
Édition octobre 2000
- **Note technique n°6** : «Reconquête des axes de vie en lit mineur de cours d'eau»
Édition novembre 2000

Guides⁽²⁾ techniques déjà publiés

- **Guide technique n°1** : «La gestion des boisements de rivières»
Fascicule 1 : «Dynamique et fonctions de la ripisylve»
Fascicule 2 : «Définition des objectifs et conception d'un plan d'entretien»
Édition septembre 1998.
- **Guide technique n°2** : «Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau»
Édition novembre 1998.
- **Guide technique n°3** : «Connaissance et gestion des ressources en eaux souterraines
dans les régions karstiques»
Édition mai 1999.
- **Guide technique n°4** : «Libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivières»
Édition février 2001
- **Guide technique n°5** : «Agir pour les zones humides en RMC. Fonctionnement des zones
humides»
Édition mai 2001
- **Guide technique n°6** : «Agir pour les zones humides en RMC. Boîte à outils inventaires»
Édition novembre 2001

(1) Notes techniques SDAGE :

Ce sont des documents qui ont pour objectif de rendre le SDAGE plus opérationnel en traduisant ses orientations sous forme de stratégies calées sur le terrain, de définition de priorités, d'objectifs quantifiés, qui peuvent assez directement être mis en oeuvre par les services, les CLE, etc.. Ce ne sont ni des guides techniques spécialisés, ni des guides méthodologiques, mais beaucoup plus des documents de stratégie d'action au niveau du bassin, ou au niveau de territoires spécifiques identifiés par le SDAGE. Leur caractère stratégique conduit à les soumettre à l'approbation du Comité de Bassin avant leur diffusion.

(2) Guides techniques SDAGE :

Ce sont des documents qui n'ont pas le caractère stratégique des notes techniques. Ils explicitent des sujets et des concepts, développent des méthodologies et/ou des approches techniques novatrices qui sont évoquées dans le SDAGE, mais n'ont pas encore fait l'objet de publications larges, et nécessitent à ce titre une information ciblée, à destination notamment des techniciens, services de l'Etat, bureaux d'études.

Les enjeux environnementaux et sanitaires liés aux pollutions toxiques dans les milieux aquatiques sont au cœur de nombreux débats de société et 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 non seulement sur l'environnement, mais aussi sur la santé humaine, avec des conséquences économiques non négligeables.**

La pollution peut avoir **des effets irréversibles sur les écosystèmes** comme la disparition d'espèces, la contamination de la chaîne trophique....

L'objet de ce document est d'apporter des éléments de base à la compréhension des problèmes de pollution toxique.

Il présente tout d'abord 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**) sont exposées.

Il est proposé ensuite de dresser un tour d'horizon des **outils de connaissance relatifs à la pollution toxique**, lesquels permettent de dresser les diagnostics, préciser les objectifs d'action et suivre l'évolution des milieux.

Un rappel de la **réglementation actuelle**, une présentation de la Directive Cadre Européenne et des préconisations du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône - Méditerranée - Corse (SDAGE) viennent compléter ces informations.

Enfin, **quelques exemples de programmes de lutte contre les pollutions toxiques** menés dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse sont présentés dans ce document. 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 s'adressant à des personnes ayant besoin de repères pour aborder l'étude de pollutions toxiques et savoir quels outils utiliser.

SECRÉTARIAT TECHNIQUE DU SDAGE

**Agence de l'eau
Rhône-Méditerranée-Corse**
2-4, allée de Lodz (près de l'avenue Tony Garnier)
69363 LYON Cédex 07
Tél. : 04 72 71 26 00
Fax : 04 72 71 26 03



DIREN RHONE ALPES
Délégation de Bassin RMC
19, rue de la Villette
69425 LYON Cédex 03
Tél. : 04 72 13 83 15
Fax : 04 72 13 83 59

PREFET COORDONNATEUR DU BASSIN
RHONE-MEDITERRANEE-CORSE

