

L'eau

Sur le long terme, on constate des améliorations mais aussi des dégradations de l'état du cycle de l'eau. Les améliorations sont surtout dues aux traitements des rejets ponctuels, urbains et industriels. Les dégradations proviennent pour l'essentiel des pollutions diffuses agricoles et de la surexploitation de la ressource, tous secteurs confondus. Ces dernières années, il n'y a pas eu d'évolutions significatives, comme le confirme la qualité toujours moyenne des peuplements piscicoles. On note cependant :

- l'amorce d'une stabilisation des pollutions diffuses d'origine agricole qui restent toutefois présentes sur une large partie du territoire, particulièrement pour les pesticides* ;
- une légère augmentation des volumes prélevés pour l'alimentation en eau potable et des volumes nécessitant un traitement de potabilisation poussé.

La persistance de la baisse du niveau de plusieurs grands systèmes aquifères superficiels et profonds révèle de façon plus aiguë les épisodes de sécheresse et la surexploitation estivale des eaux de surface pour l'irrigation. La présence de micropolluants toxiques, chimiques ou biologiques, qui n'étaient pas mesurés jusqu'à présent dans l'eau, constitue une problématique émergente préoccupante pour la santé des écosystèmes d'eau douce et marins ainsi que pour la santé humaine.

De nouvelles mesures doivent être prises. En effet, les dégradations, bien que moins spectaculaires qu'autrefois, ont pris un caractère chronique et les améliorations ont atteint une phase asymptotique qui n'est pas le bon état des milieux aquatiques. Les réponses, dont la troisième loi sur l'eau, s'élaborent dans le contexte de la directive-cadre sur l'eau. Celle-ci constitue un moteur pour la modernisation du système d'information sur l'eau et l'amélioration de la connaissance de la contamination des eaux par les micropolluants, de la qualité des eaux souterraines, de la qualité des plans d'eau, de la qualité des cours d'eau de taille modeste et des milieux aquatiques des départements français d'outre-mer (Dom).

Depuis la loi sur l'eau de 1992¹, l'eau fait partie du patrimoine de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et son utilisation sont d'intérêt général. Cela

signifie qu'une ressource en eau de bonne qualité et en quantité suffisante est nécessaire au développement économique et au bien-être des populations. Cette loi reconnaît l'unité physique et l'interdépendance en quantité comme en qualité de toutes les eaux superficielles et souterraines : il s'agit toujours de la même eau, sans cesse entraînée par l'énergie du soleil dans un cycle fermé qui constitue un *continuum* aquatique essentiel pour la survie de toutes les espèces vivantes.

Le cycle de l'eau est malmené un peu partout sur la planète, avec des conséquences parfois très graves : désertification, inondations, réserves d'eau potables surexploitées ou contaminées, raréfaction de la ressource halieutique, érosion de la biodiversité, salinisation des sols, eaux de baignade insalubres, etc. L'Europe a donc mis en place le 22 décembre 2000 une directive ambitieuse, la directive-cadre sur l'eau (DCE), qui met le cycle de l'eau au centre de la politique de l'eau. Cette directive a pour objectifs la restauration et la préservation de la qualité des ressources en eaux superficielles, souterraines et littorales. Elle instaure une obligation de résultats² : le bon état des eaux en 2015. Elle prône le financement de la gestion par l'application du principe pollueur-payeur. Elle reconnaît les besoins de planification et de gestion décentralisée par grand bassin hydrographique, qui avaient été adoptés par la France dans la loi sur l'eau de 1964 et renforcés par la loi sur l'eau de 1992. La France prépare une troisième loi sur l'eau pour prendre en compte les exigences de la DCE, mais aussi pour améliorer les résultats insuffisants des précédentes lois sur l'eau.

Malgré quarante ans de lois sur l'eau (1964-2004), l'état du cycle de l'eau est toujours insatisfaisant. Le rapport Miquel³, établi en mars 2003 dans la perspective de l'examen par l'Assemblée nationale du projet de loi sur l'eau, conclut à « *un double constat d'échec* » avec, d'une part, « *le bilan très médiocre des actions de protection de la ressource* » et, d'autre part, « *l'inadaptation du cadre communal* ». La DCE nous donne rendez-vous en 2015. Des progrès substantiels de l'état du cycle de l'eau devront être obtenus.

2 – Dans le cas général, mais il peut y avoir des dérogations.

3 – Rapport du Sénat n° 215 « La qualité de l'eau et de l'assainissement » établi dans la perspective de l'examen par l'Assemblée nationale du projet de loi sur l'eau adopté par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) en 2003.

1 – Code de l'environnement, articles 210-1 et suivants.

Spécificités et enjeux du cycle de l'eau

Le cycle de l'eau joue un rôle majeur dans le climat et les changements climatiques, les courants marins, la géomorphologie* et les paysages terrestres. L'homme modifie la production de vapeur d'eau en transformant de grandes zones de végétation naturelle, en asséchant des zones humides et par les émissions dans l'air. Même si pour l'instant les effets de ces changements ne sont visibles qu'à un niveau microclimatique, la vapeur d'eau reste le premier des gaz à effet de serre. Le cycle de l'eau est un système autorégulé très complexe. La modification d'un seul facteur (pression, température, hygrométrie, composition de l'air en gaz ou en particules, etc.) peut avoir des effets à long terme très graves, voire irréversibles. Il y a des cycles de l'eau à grande échelle ou plus localisés, des cycles courts ou longs. Le temps de séjour^a de l'eau est d'environ 12 jours dans l'atmosphère*. Il peut être très court dans une rivière, 2 semaines environ, et très long dans la mer où l'eau peut rester plus de 3 000 ans. Dans une nappe souterraine alluviale, le temps de séjour de l'eau va de quelques jours à quelques mois. Il est de plusieurs centaines d'années dans les nappes des bassins sédimentaires et peut atteindre 10 000 ans ou plus dans certaines nappes profondes. Il est pratiquement infini dans les nappes fossiles. Il est de quelques mois dans les sols. De ce fait, si les rivières ont la possibilité de se régénérer grâce à l'écoulement rapide des eaux, ce n'est pas le cas pour la mer ou pour les eaux souterraines.

Tous les compartiments sont interdépendants

Les compartiments reliés par le cycle de l'eau forment un hydrosystème dont la connaissance ne peut être appréhendée que de manière interdisciplinaire. On distingue les eaux météoriques* et pluviales*^b, les eaux continentales superficielles (cours d'eau, zones humides, lacs et étangs), les eaux souterraines (nappes superficielles et profondes) et les eaux marines (littorales et pleine mer). Ces compartiments sont interdépendants et une intervention humaine sur l'un d'entre eux peut avoir un impact sur un autre et altérer le fonctionnement du cycle de l'eau.

L'eau souterraine est un compartiment invisible mais qui joue cependant un rôle majeur : il constitue une grande réserve d'eau potable et il entretient un lien étroit avec les eaux de surface. Les eaux souterraines contribuent à l'alimentation des sources et des cours d'eau et régulent les mouvements des eaux de surface. La surexploitation des eaux souterraines peut compromettre le

maintien des ressources en eau de surface et la préservation des zones humides. Elle peut aussi entraîner des affaissements* de terrain dangereux.

La qualité et la quantité des eaux sont interdépendantes

Différents exemples illustrent les liens étroits entre les aspects quantitatifs et qualitatifs. Ainsi, le développement important des prélèvements depuis une trentaine d'années a parfois significativement modifié le fonctionnement des écosystèmes naturels : diminution de leur capacité d'auto-épuration, détérioration de la qualité de l'eau et perte des habitats. La prolifération des plans d'eau artificiels entraîne un accroissement de l'évaporation, une augmentation de la température de l'eau, des déficits d'oxygène dissous, et souvent la pollution des milieux aquatiques par des espèces exotiques* envahissantes. La baisse du niveau des nappes phréatiques provoque un assèchement des sols et une diminution de leur capacité d'auto-épuration : disparition de zones forestières, mortalité des micro-organismes et de la petite faune du sol qui permettent le bon fonctionnement des cycles des éléments. Elle peut donc compromettre la qualité des eaux souterraines. Dans les régions côtières où les taux de pompage sont trop élevés, l'intrusion d'eau salée dans les aquifères peut poser un grave problème de potabilité. La baisse du débit d'étiage dans un cours d'eau, à cause d'une sécheresse occasionnelle ou de la surexploitation, provoque automatiquement l'augmentation des concentrations des polluants provenant notamment des rejets des stations d'épuration. Il s'ensuit une dégradation de la qualité de l'eau qui est souvent responsable de la disparition des espèces aquatiques sensibles. L'abaissement du niveau d'une nappe alluviale, en période d'étiage ou à cause de la surexploitation, peut entraîner une inversion du sens d'écoulement : la rivière alimente alors la nappe, avec risque de la polluer.

Le cycle de l'eau est interconnecté à tous les autres cycles et n'a pas de frontières

Le cycle de l'eau intervient dans le fonctionnement des cycles de tous les éléments liés à la vie (carbone, azote, oxygène, etc.). L'eau conditionne l'activité des espèces vivantes qui transforment et recyclent ces composants. Elle permet aussi le transport de ces éléments d'un compartiment à un autre. Chacune de ces espèces vivantes peut jouer un rôle important dans le fonctionnement du cycle de l'eau. Le maintien de la biodiversité et le bon état du cycle de l'eau sont étroitement liés. ►►

►► Le cycle de l'eau ne connaît pas les frontières géopolitiques et un jour, il sera forcément nécessaire de coordonner la gestion de l'eau au niveau mondial. Le problème du partage de l'eau des nappes ou des fleuves multinationaux se pose déjà de façon significative.

a – Le temps de séjour dans un compartiment est la durée pour que le stock d'eau de ce compartiment soit entièrement renouvelé.

b – Les eaux météoriques sont les eaux qui tombent du ciel sous forme de pluie, de grêle ou de neige. Lorsqu'elles arrivent sur la terre, puis ruissellent ou s'infiltrent, elles deviennent des eaux pluviales.

Au-delà des nécessaires améliorations à apporter à la loi sur l'eau de 1992 et à sa mise en application, une question se pose : la France pourra-t-elle respecter ses engagements sans reconsidérer en profondeur, à la lumière des connaissances modernes et dans une démarche interdisciplinaire et intersectorielle, nos modèles en matière d'eau potable, d'assainissement, d'agriculture et de police de l'environnement ?

L'état des lieux de la DCE : un point de vue global sur l'eau

La DCE a demandé la réalisation d'un « état des lieux » pour 2005. Ce travail a permis une synthèse globale sur l'état des eaux de surface et souterraines : quantité, morphologie, qualités physico-chimique et biologique. Il est cependant encore difficile d'en tirer des conclusions robustes du fait de son caractère hétérogène et provisoire.

L'état des lieux détermine pour chaque masse d'eau* si elle risque de ne pas atteindre le bon état en 2015, en supposant que les réglementations et programmes d'actions existants seraient appliqués, et dans le cadre d'un scénario tendanciel d'évolution des pressions.

Les masses d'eau : un référentiel européen pour l'eau

Pour réaliser une approche intégrée harmonisée entre tous les pays de l'Europe, la directive-cadre sur l'eau a défini un nouveau référentiel aquatique, les « masses d'eau ».

Une masse d'eau est un volume d'eau à caractéristiques physiques homogènes et sur lequel les pressions urbaines, agricoles et industrielles sont identiques. C'est donc une unité pertinente pour définir des objectifs environnementaux, évaluer l'état des milieux et ultérieurement vérifier l'atteinte de ces objectifs.

Il existe 5 sortes de masses d'eau : les cours d'eau, les plans d'eau, les eaux côtières, les eaux de transition (saumâtres) et les eaux souterraines. Il est parfois difficile de relier une masse d'eau à un milieu aquatique : elle peut regrouper par exemple plusieurs aquifères superposés, plusieurs petits plans d'eau, ou encore un cours d'eau et son chevelu hydrographique associé. À l'inverse, une unité d'eau physique comme un cours d'eau, un lac ou un aquifère peut être découpée en plusieurs masses d'eau. Ces dernières peuvent être de tailles très différentes.

L'état des lieux de la DCE en France métropolitaine et dans les Dom (2005)

Nombre de masses d'eau		Masses d'eau évaluées du point de vue du RNABE* 2015		Masses d'eau non encore évaluées du point de vue du RNABE* 2015		Nombre total de masses d'eau
		Bon état	Masses d'eau pour lesquelles un risque existe			
			Risque avéré	Risque potentiel (doute)	MEFM** et MEA***	
Eaux de surface	Cours d'eau	900	847	863	912	3 522
	Plans d'eau	18	18	38	387	461
	Côtières	50	43	58	11	162
	Transition	6	33	30	26	95
Eaux souterraines		237	208	108		553

* RNABE : Risque de non-atteinte du bon état.

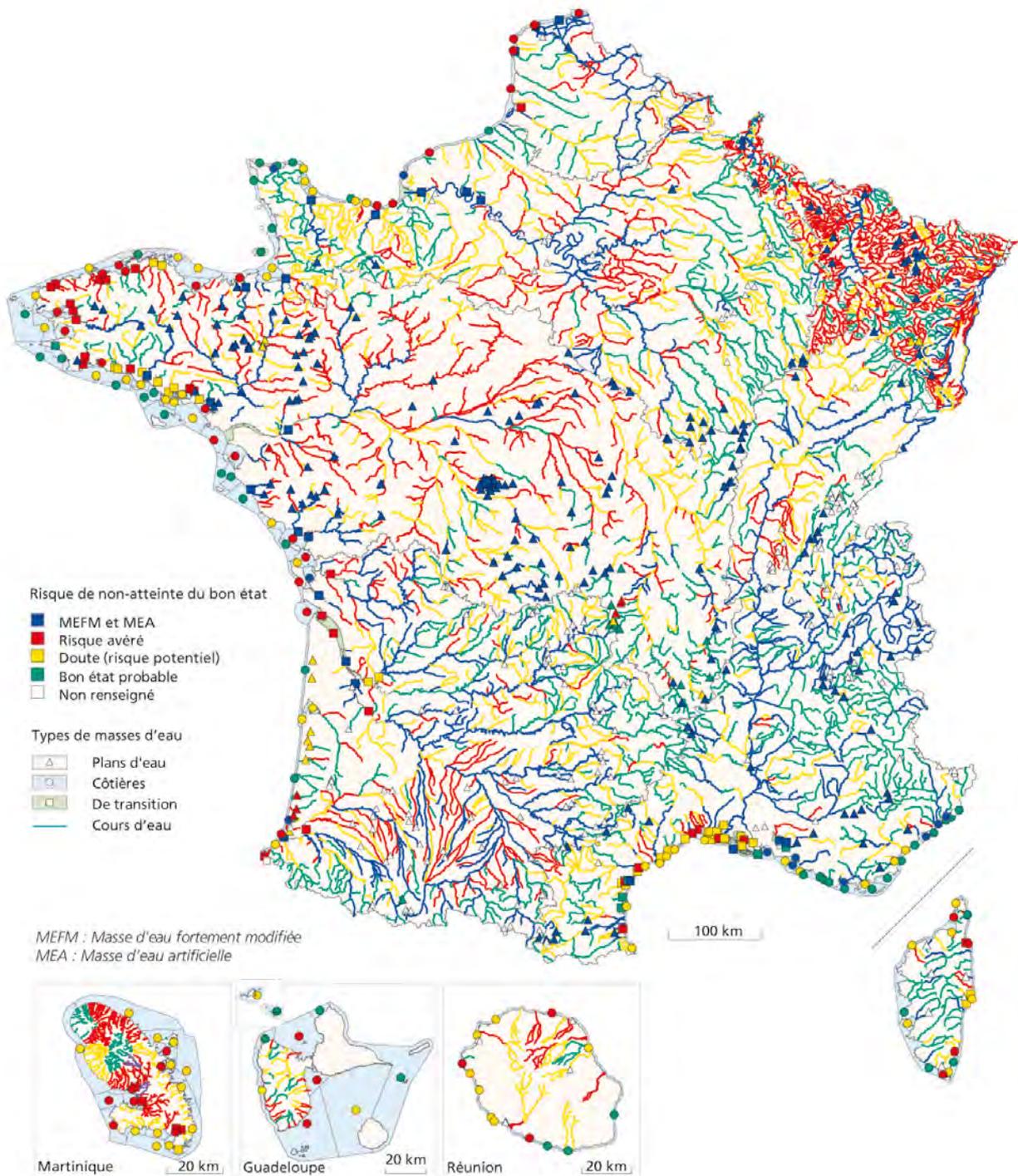
** MEFM : Masse d'eau fortement modifiée.

*** MEA : Masse d'eau artificielle.

Note de lecture : Parmi les 3 522 masses d'eau de type cours d'eau, et sans effort supplémentaire, 900 atteindront très probablement le bon état en 2015. 847 présentent un risque fort de ne pas atteindre ce bon état. 863 n'ont pas encore pu être classées et présentent donc un risque potentiel. 912 ne sont pas encore définitivement identifiées comme fortement modifiées ou artificielles et ne sont pas encore classées en bon état ou en risque avéré.

Source : agences de l'eau - directions régionales de l'Environnement (Dom) – Traitements Ifen, septembre 2005.

Eaux de surface – Le risque de non-atteinte du bon état en 2015

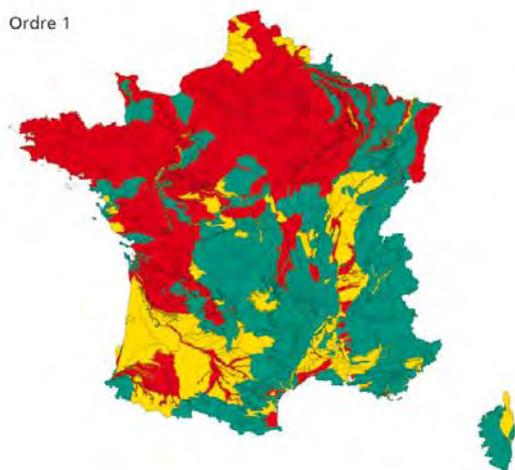


Note : Dans cette carte, le chevelu hydrographique est représenté avec un niveau de détail différent d'un bassin à l'autre (par exemple : très dense sur Rhin-Meuse et nettement moins dense sur Loire-Bretagne), ce qui rend la comparaison délicate. Cette différence visuelle ne signifie cependant pas une différence en terme d'actions, puisqu'à toute masse d'eau « cours d'eau » est associé son chevelu hydrographique secondaire. Quel que soit le bassin versant, tout le réseau hydrographique est pris en compte. Aucune information n'est disponible pour la Guyane.

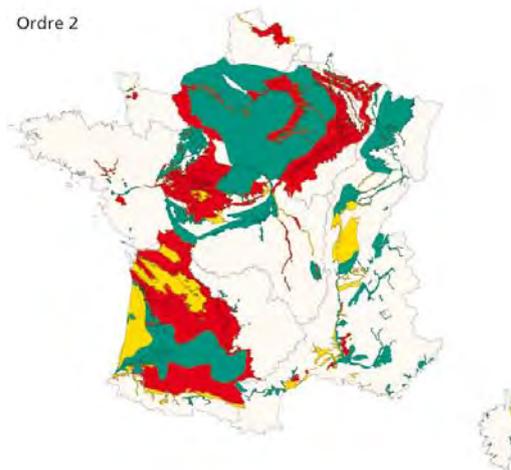
Source : agences de l'Eau - Dren (Dom) – Traitements Ifen.

Eaux souterraines – Le risque de non-atteinte du bon état en 2015

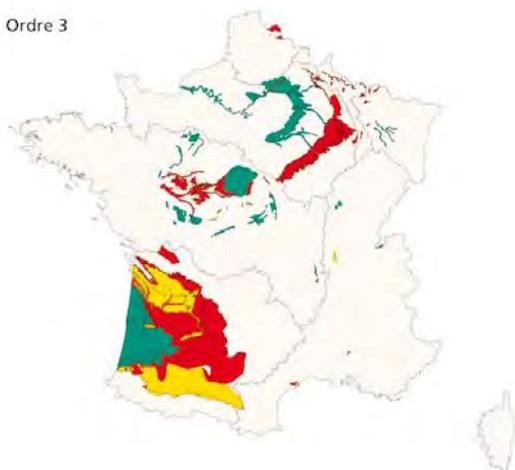
Ordre 1



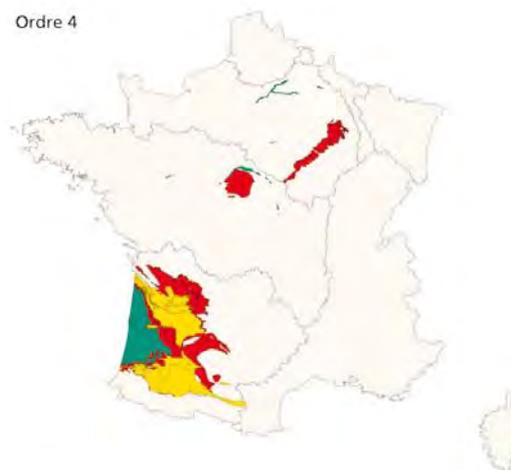
Ordre 2



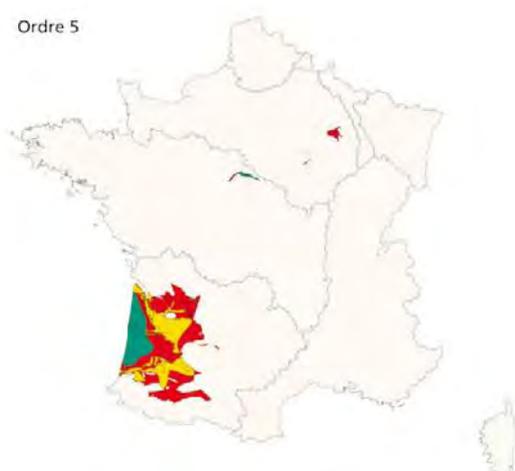
Ordre 3



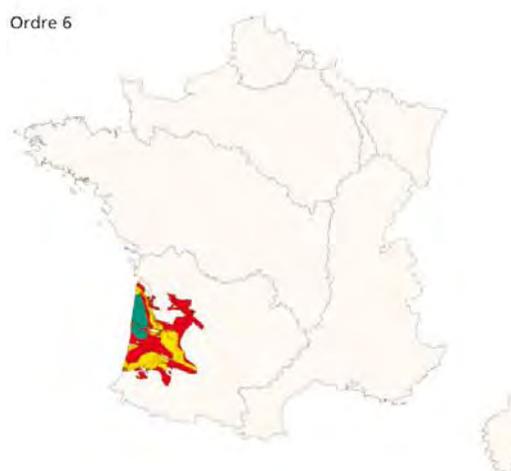
Ordre 4



Ordre 5



Ordre 6



Risque de non-atteinte du bon état

- Risque
- Doute ou données insuffisantes
- Bon état probable

Note : Les ordres 1 à 6 correspondent à l'ordre de superposition des masses d'eau de la surface vers la profondeur (10 ordres au total en France). Une masse d'eau peut réunir plusieurs aquifères superposés.

Source : agences de l'Eau - Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) – Traitements Ifen.

Les principaux paramètres déclassants des masses d'eau superficielles et souterraines

Type de masse d'eau	Principaux paramètres déclassants	Remarques
Cours d'eau (hors MEFM)	Nitrates et pesticides	Origine agricole
	Matières organiques, azotées et phosphorées	Rejets des stations d'épuration des collectivités et des effluents d'élevage
	Micropolluants (autres que pesticides)	Rejets industriels et domestiques
Eaux souterraines	Nitrates et pesticides	Origine agricole
Plans d'eau	Très peu de données	La France est en train d'établir une base de données nationale (système d'information sur l'eau ou SIE)
Eaux côtières	Micropolluants (métaux, PCB, HAP, etc.)	Rejets industriels et domestiques
	Nutriments	Développements importants de phytoplancton et d'algues toxiques

Note : D'autres micropolluants, en particulier les micropolluants émergents, ne sont pas pris en compte pour le classement des masses d'eau en risque.

Source : agences de l'Eau – Diren – Traitements Ifen.

Certaines masses d'eau ont été identifiées comme devant très probablement atteindre le bon état sans effort supplémentaire. Elles représentent 23 %⁴ de l'ensemble des 4 240 masses d'eau superficielles⁵ et 43 %⁶ des 553 masses d'eau souterraines. Les masses d'eau restantes, 77 %⁷ des masses d'eau superficielles et 57 %⁸ des masses d'eau souterraines, risquent de ne pas atteindre le bon état en 2015 pour trois raisons :

- 941 masses d'eau superficielles et 208 masses d'eau souterraines sont d'ores et déjà classées en risque avéré de ne pas atteindre le bon état si aucune mesure supplémentaire n'est mise en place ;
- 989 masses d'eau superficielles et 108 masses d'eau souterraines sont classées en doute et présentent de ce fait un risque potentiel. Pour ces masses d'eau, l'insuffisance d'information ou une situation mitigée ne permettent pas dès à présent de conclure ;
- 1 336 masses d'eau superficielles sont pré-identifiées en masses d'eau artificielles (MEA) ou en masses d'eau fortement modifiées (MEFM). Elles

Des masses d'eau artificielles et fortement modifiées

L'homme a beaucoup aménagé ou exploité les eaux. 84 % des plans d'eau ne sont pas des plans d'eau naturels : étangs creusés pour la pêche ou l'irrigation, ou retenues pour les loisirs ou l'hydroélectricité. 27 % des masses d'eau de transition (estuaires, lagunes et marais) sont fortement modifiées. 26 % des masses d'eau « cours d'eau » sont fortement modifiées sur le plan morphologique (artificialisation du lit et des berges, altération des flux sédimentaires, discontinuité longitudinale) et/ou hydrologique (altération du régime des eaux). 7 % des masses d'eaux côtières sont fortement modifiées du fait d'aménagements lourds : ports, plages, agglomérations.

La DCE reconnaît cet historique et donne la possibilité de classer une masse d'eau comme artificielle (MEA) ou fortement modifiée (MEFM). Ce classement doit être justifié soit parce que la remise en état entraînerait des coûts excessifs, soit parce qu'elle aurait des impacts sur l'environnement, la navigation, les activités (eau potable, production d'électricité ou irrigation), la régularisation des débits, la protection contre les inondations et le drainage des sols, et toutes les autres activités de développement humain durable^a.

Certaines masses d'eau peuvent avoir subi d'importantes modifications physiques sans toutefois être pré-identifiées en MEFM parce que l'usage ayant provoqué la dégradation a cessé. Ainsi, de nombreux tronçons fluviaux de Rhône-Méditerranée-Corse (RMC) anciennement soumis à d'intenses activités extractives ou à des endiguements, notamment dans le sud-est du bassin, n'ont pas été retenus comme MEFM. Autre exemple, les masses d'eau du cours principal de la Loire, dont l'hydrologie est pourtant sérieusement modifiée, n'ont pas été pré-identifiées en MEFM.

Presque tous les grands axes ont donné lieu à des aménagements hydrauliques. C'est dans le Nord, en RMC et en Adour-Garonne que l'on trouve les plus forts pourcentages de MEFM (31 à 45 %). RMC affiche la plus faible proportion de masses d'eau « cours d'eau » en risque avéré (7 %) et la plus forte proportion de masses d'eau pré-identifiées en MEFM (43 %). Celles-ci sont majoritairement observées dans la région Rhône-Alpes.

a – Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (art. 4-3).

4 – Soit 974 masses d'eau.

5 – Masses d'eau « cours d'eau », « plans d'eau », « côtières » et masses d'eau « de transition ». Elles sont classées en « bon état », « doute », « risque avéré », « MEFM » ou « MEA ».

6 – Soit 237 masses d'eau.

7 – Soit 3 266 masses d'eau.

8 – Soit 316 masses d'eau.

doivent faire l'objet d'études complémentaires afin de déterminer si cette identification se justifie bien. Elles ne sont pas encore évaluées du point de vue du risque de non-atteinte du bon état (RNABE).

Le bon état exige :

- pour les masses d'eau de surface hors MEFM et MEA, le bon état chimique et le bon état écologique ;
- pour les MEFM et les MEA, un bon état chimique et seulement un bon potentiel écologique⁹ ;
- pour les masses d'eau souterraines, un bon état chimique et un bon état quantitatif.

On trouve des masses d'eau en risque avéré à tous les niveaux de profondeur des masses d'eau souterraines. Les aquifères de surface sont concernés par la non-atteinte des bons états qualitatif et quantitatif. En revanche, les aquifères profonds, mieux protégés des agressions extérieures, sont plutôt concernés par la non-atteinte du bon état quantitatif qui peut parfois remettre en cause leur vocation prioritaire pour l'alimentation en eau potable. Les nappes alluviales de la plupart des grands cours d'eau sont classées en risque avéré ou potentiel. La plus grande proportion de masses d'eau souterraines en risque avéré (87 %) se rencontre en Seine-Normandie, et la plus faible (14 %) en Rhône-Méditerranée-Corse (RMC). 52 masses d'eau souterraines, soit 10 % de l'ensemble des masses d'eau souterraines et un quart des masses d'eau souterraines à risque avéré, sont classées à risque avéré à cause des prélèvements excessifs qui abaissent fortement les niveaux des nappes et diminuent les débits des cours d'eau qu'elles alimentent.

Les aspects quantitatif et morphologique de l'état des eaux

Les réserves souterraines, bien protégées des agressions extérieures, sont utilisées préférentiellement pour l'eau potable. Elles représentent 95 % des captages et 62 % des volumes prélevés. Selon l'état des lieux de la DCE, 10 % des masses d'eau souterraines ne pourront atteindre le bon état quantitatif en 2015 sans mesure nouvelle pour enrayer la surexploitation. Ces problèmes quantitatifs, souvent associés à des problèmes qualitatifs, peuvent parfois concerner l'alimentation en eau potable (AEP) et en eau industrielle d'un département entier. Un tiers des volumes prélevés pour l'AEP nécessite un traitement poussé.

Ce volume a augmenté de 5 % entre 1998 et 2001. Environ une centaine de captages (0,3 %) sont fermés chaque année à cause de la détérioration de la qualité de l'eau et de l'impossibilité de mettre en place une protection efficace, mais aussi parce qu'ils ne fournissent plus un débit suffisant.

Les prélèvements pour l'irrigation, parce qu'ils se produisent en période d'étiage, sont les plus impactants pour les eaux superficielles : 4,7 milliards (Mds) de m³ sont prélevés chaque année dans les cours d'eau et les nappes superficielles. 82 % du volume total des eaux souterraines exploitées sont destinés à l'AEP (3,7 Mds de m³ par an) et à l'industrie (1,5 Md de m³ par an). Les prélèvements pour l'irrigation et l'AEP se sont apparemment stabilisés ces dernières années. Mais les volumes destinés à l'irrigation n'étant pas mesurés de façon exhaustive, il est difficile d'en dégager des tendances. Quant aux prélèvements du secteur industriel, ils baissent régulièrement d'une année sur l'autre.

Enfin, les aménagements hydrauliques réalisés sur les cours d'eau et les modifications de l'occupation des sols dans les bassins versants modifient parfois considérablement les flux des matériaux véhiculés par les grands cours d'eau jusqu'aux côtes. Ce qui favorise les phénomènes d'érosion ou d'envasement dans les estuaires et sur le littoral.

Une légère croissance des apports pluviométriques

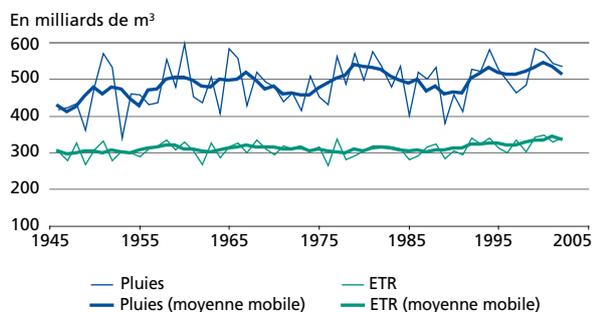
Les eaux météoriques sont les eaux qui tombent du ciel sous forme de pluie, de grêle ou de neige. Lorsqu'elles arrivent sur la terre, puis ruissellent ou s'infiltrant, elles deviennent des eaux pluviales. L'eau repart dans l'atmosphère en s'évaporant sous l'effet du vent, de la température et de la pression. La vapeur d'eau est aussi produite de façon active par la respiration des organismes vivants, avec une contribution majeure des grandes zones forestières.

La pluviométrie globale a tendance à augmenter depuis 1946, avec une alternance d'années pluvieuses et sèches. Le volume moyen des trente dernières années est estimé à 503 Mds de m³. Environ 60 % de cette pluie repart dans l'atmosphère sous forme de vapeur d'eau. L'augmentation de l'évapotranspiration réelle* (ETR) est moins sensible et semble plus récente. Ces tendances sont à confirmer. L'augmentation de la pluviométrie globale a lieu principalement dans la partie ouest et nord du pays, la partie sud et sud-est affichant plutôt une baisse.

9 – Dans ce cas, le « potentiel écologique maximal », compatible avec les causes de leur classement, se substitue au « très bon état écologique ».

Évolution de la pluviométrie et de l'évapotranspiration réelle (ETR) en France métropolitaine

Valeurs annuelles et moyennes mobiles sur 5 ans



Source : ministère de l'Écologie et du Développement durable (direction de l'Eau - DE) - Traitements Ifen.

Cette augmentation a lieu principalement en hiver et en automne, le printemps et l'été sont plutôt marqués par des baisses de pluviométrie.

Une ressource en eau abondante

La ressource en eau concerne les flux et non les stocks. Le volume annuel total des eaux renouvelables en France est d'environ 200 Mds de m³. Il correspond à l'apport pluviométrique (503 Mds de m³) moins l'ETR (314 Mds de m³, soit environ les deux tiers des apports), auquel s'ajoute le débit entrant des pays voisins (11 Mds de m³). Ces 200 Mds de m³ se répartissent en, d'une part, 80 Mds de m³ d'eaux de ruissellement qui peuvent contribuer aux crues des rivières et, d'autre part, 120 Mds de m³ qui s'infiltrent et renouvellent les réserves en eaux souterraines, avant de rejoindre les eaux superficielles en alimentant les sources et en contribuant aux débits d'étiages des cours d'eau et aux crues des nappes. Sur ces 200 Mds de m³, 18 Mds de m³ sortent du territoire par les cours d'eau frontaliers, 176 Mds de m³ rejoignent finalement les eaux marines et 6 Mds de m³ sont évaporés par les activités anthropiques.

Le changement climatique et le cycle de l'eau

Les chercheurs travaillent actuellement à la modélisation du couplage entre le cycle de l'énergie et le cycle de l'eau^a. Les émissions dans l'air ont modifié non seulement les flux radiatifs et les températures, mais aussi l'évaporation, les précipitations et donc la ressource en eau douce de la terre. De nombreux débats ont lieu parmi les scientifiques et de nombreuses incertitudes persistent. La plupart des modèles concluent cependant à une intensification du cycle de l'eau, avec davantage de pluies en moyenne sur le globe. Cela n'implique pas nécessairement qu'il tombera davantage de pluies sur les terres émergées, et ne précise pas comment elle tombera, sur des périodes de temps courtes ou non. Selon l'Agence européenne pour l'environnement (AEE), « les risques d'inondation, d'érosion et de disparition des terres humides augmenteront considérablement dans presque toute l'Europe^b ». Selon la Mission interministérielle de l'effet de serre, « Bien qu'encore dispersés, les scénarios disponibles sur la France simulent des perturbations notables des champs de précipitation et de température de l'air attendues pour la première moitié du XXI^e siècle : augmentation des précipitations hivernales et diminution des précipitations estivales, augmentation de la température de l'air, plus marquée l'été que l'hiver. L'utilisation de modèles régionaux hydrométéorologiques mis en place sur les princi-

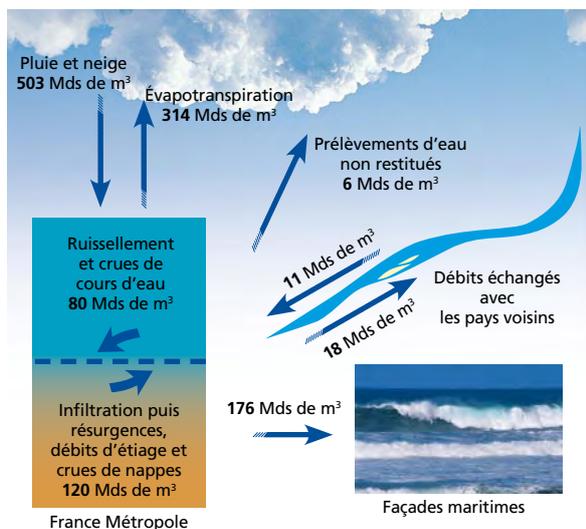
paux bassins versants français a permis une première évaluation des impacts hydrologiques en réponse aux anomalies mensuelles simulées par les modèles de circulation générale sous hypothèse du doublement de la concentration atmosphérique du CO₂. Ces études montrent que l'augmentation des précipitations hivernales augmente le contenu en eau du sol et donc le ruissellement de surface et le drainage. Sur les zones montagneuses, malgré l'augmentation des précipitations, l'augmentation simultanée de la température de l'air provoque une réduction des accumulations hivernales (particulièrement en zone de moyenne montagne). La diminution des précipitations estivales ainsi que l'augmentation de la température de l'air augmentent le déficit hydrique du sol, ce qui entraîne une désaturation plus précoce et des étiages plus sévères en automne^c ». La disparition de la moitié des glaciers alpins est prévue d'ici 2100.

a - Voir les travaux de Robert Kandel, Laboratoire de Météorologie dynamique, Institut Pierre-Simon Laplace, École Polytechnique.

b - Dans la partie septentrionale de l'Europe (Pologne, Pays baltes, Russie), on pense que le permafrost va se dégeler avec apparition de zones humides et émission accrue de méthane (CH₄).

c - D'après la Mission interministérielle de l'effet de serre, 2002. « Changement climatique et impact sur le régime des eaux en France » (rapport rédigé par Begni G., Gillet M., Huc M. Noilhan J. et Redaud J.-L. à la demande de l'Union mondiale pour la nature - UICN - pour le compte de la Mies). Paris, ministère de l'Écologie et du Développement durable. 41 p.

Les flux annuels du cycle de l'eau en France métropolitaine (milliards de m³)



Les moyennes interannuelles pour la pluie et l'ETR ont été réactualisées sur les trente dernières années pour tenir compte des évolutions constatées sur les volumes.

Source : Medd (DE) - Réseau national des données sur l'eau (RNDE) - Traitements Ifen.

Une ressource très sollicitée

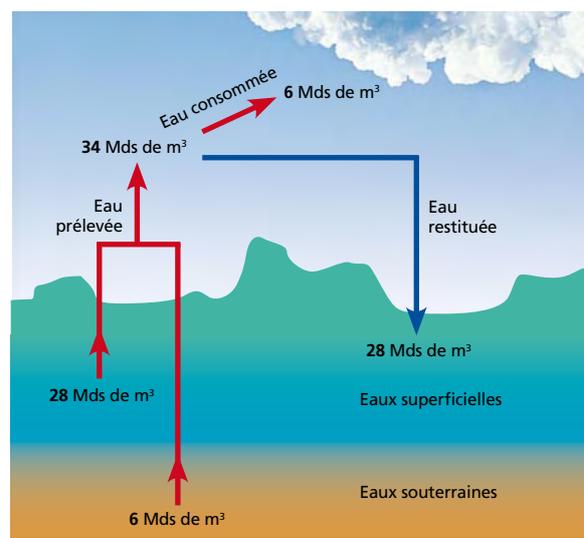
Les prélèvements globaux soutenus

En 2001, on estime avoir prélevé en France 34 Mds de m³ d'eau douce, dont 28 en eaux superficielles et 6 en eaux souterraines. 28 Mds ont été restitués au milieu naturel. Les eaux prélevées dans les aquifères sont restituées dans les eaux de surface et les eaux prélevées en surface ne sont pas forcément restituées dans leur bassin versant d'origine. De plus, aucun des usages ne laissant l'eau dans son état originel, l'eau restituée subit une dégradation sur les plans physique (température), chimique (macro ou micropolluants) ou biologique (bactéries, virus ou protozoaires), ou les trois.

Ce chiffre de 34 Mds de m³ est sous-estimé, surtout pour la partie eaux souterraines. On est en effet incapable de connaître les volumes prélevés par les captages des industriels, agriculteurs et particuliers qui ne sont pas soumis à déclaration (cela concerne les forages de moins de 10 m de profondeur ou les forages débitant moins de 8 m³/h hors zones de répartition des eaux). La situation dans le département de l'Hérault illustre le décalage entre les prélèvements connus recensés par l'administration (aucun prélèvement comptabilisé) et la réalité du terrain. « La nappe de l'Astien couvre une surface de 450 km² et a une profondeur de 20 à 100 m. Suite à

sa dégradation quantitative et qualitative, une enquête hydrogéologique conduite dans les années quatre-vingt a permis de recenser plus de 700 forages effectifs, dont plus de 80 % concernaient les usages domestiques (eau potable et arrosage). Plus de 85 % de ces 700 forages (pourtant tous à plus de 10 m) n'étaient pas déclarés, et pour la plupart, les débits et volumes prélevés n'étaient pas connus »¹⁰.

Les prélèvements d'eau en France métropolitaine (2001)



Source : RNDE - agences de l'Eau - Traitements Ifen.

Tous les secteurs prélèvent de l'eau

Les prélèvements semblent stabilisés pour les secteurs de la production d'énergie, d'eau potable et de l'industrie, les chiffres de 2001 sont à peu près représentatifs de la période actuelle. Pour l'irrigation, la qualité des données ne permet pas de calculer des tendances mais simplement une estimation. Les eaux prélevées pour la production d'énergie sont présentées séparément des prélèvements pour les autres usages car leurs impacts ne sont pas comparables.

Les eaux de refroidissement pour la production d'énergie

Il s'agit des prélèvements d'eau pour le refroidissement des centrales thermiques et nucléaires. Ces prélèvements sont très élevés puisqu'ils se montent à 19,1 Mds de m³, soit 57 % du volume total prélevé. Mais ils ont la particularité d'être effectués à 99,9 % en eaux superficielles et

¹⁰ - Miquel G., 2003.

Les avancées récentes en matière de lutte contre les inondations^a

Avec la sécheresse, les inondations constituent le principal risque naturel lié à l'eau en France. On distingue trois grands types d'inondations et de risques* : les crues de régime océanique (type Seine, Loire, Garonne) longues avec de forts volumes d'eau écoulés ; les crues méditerranéennes (type Nîmes, Vaison-la-Romaine, Gard), courtes mais violentes et difficiles à anticiper ; les crues urbaines liées à la saturation des réseaux d'assainissement et généralement dues à des orages. À cela s'ajoutent les cyclones qui frappent périodiquement la Réunion et les Antilles. Les inondations sont des phénomènes naturels qui permettent la recharge des aquifères alluviaux, le transport de sédiments, la création de zones humides et de frayères, etc. Les désordres pour la société sont pour beaucoup d'origine anthropique. Les catastrophes* liées aux inondations ont été plus nombreuses dans notre pays dans les 25 dernières années qu'au cours des 100 années antérieures. L'explication principale étant l'occupation croissante des zones inondables par des installations vulnérables.

Les moyens de lutte sont l'endiguement, la réalisation d'ouvrages écrêteurs de crues et la réservation de zones d'expansion de crues. L'endiguement est la méthode la plus ancienne. Nos grands fleuves (Seine, Loire, Garonne) sont endigués sur de longues distances dans les basses vallées. Ces digues, réalisées dès le XIX^e siècle, souffrent généralement d'un entretien insuffisant. Elles comportent des ouvertures pour permettre une expansion des crues sur des territoires aptes à supporter sans dommages les périodes d'inondation. Les prairies sont des terrains privilégiés d'expansion des crues. La transformation des prairies en cultures et le mitage de certains territoires agricoles par des habitations rendent de plus en plus difficile le maintien de ces champs d'expansion des crues. La réalisation de réserves pour écrêter les crues ne peut avoir qu'un effet très limité sur les grands bassins versants. Il est très difficile d'espérer effacer les crues par des barrages au vu des énormes volumes d'eau écoulés en comparaison de la capacité des meilleurs sites. Le programme d'effacement partiel des crues de la Seine ne serait pas envisageable pour la Loire ou la Garonne dont les crues sont beaucoup plus fortes (8 000 m³/s pour la Loire à Tours). La priorité doit être

donnée à une meilleure gestion des écoulements sur l'ensemble des bassins versants pour y restaurer les capacités de ralentissement et de stockage des crues en reconstituant des haies et en mobilisant toutes les techniques de ralentissement et d'infiltration des eaux.

Les crues catastrophiques du Gard d'octobre 2002 ont conduit l'État à annoncer un renforcement des mesures de protection :

- réduction des rythmes d'écoulement des eaux par le développement de mesures de régulation et de ralentissement du débit en tête du bassin versant : microretenues sèches et ouverture de zones d'expansion des crues ;
- installation à Toulouse d'un centre technique national d'appui aux services d'annonces des crues (Schapi) et renforcement des réseaux de mesure dont, en particulier, le réseau Aramis (mesure des précipitations par radar) qui couvre l'ensemble du territoire métropolitain et des zones importantes en outre-mer ;
- accélération de la démarche de prescription et d'approbation des plans de prévention des risques (PPR).

Concernant les terrains qui participent à l'aggravation du risque ou qui pourraient être utilisés pour le diminuer, quatre mesures sont prévues :

- instauration de servitudes publiques pour faciliter la rétention des crues par surinondation de certaines zones. Ces servitudes doivent aussi permettre de restaurer le déplacement naturel des cours d'eau lorsque ce déplacement est nécessaire à l'alimentation du débit solide entraîné par le cours d'eau et au maintien de son équilibre morphologique ;
- prévention de l'érosion des sols par limitation ou interdiction des pratiques agricoles nuisibles dans les zones sensibles à l'érosion ;
- reconstitution des haies et talus en permettant l'implantation de ceux-ci en limite de parcelle et non plus à 2 m ;
- dérogation au statut de fermage sur les terrains acquis par les collectivités dans le lit majeur d'un cours d'eau en réalisation d'un programme d'intérêt général pour la prévention des risques naturels majeurs*.

a – D'après la Mission interministérielle de l'effet de serre, 2002. « Changement climatique et impact sur le régime des eaux en France » (rapport rédigé par Begni G., Gillet M., Huc M. Noilhan J. et Redaud J.-L. à la demande de l'Union mondiale pour la nature – UICN – pour le compte de la Mies). Paris, ministère de l'Écologie et du Développement durable. 41 p.

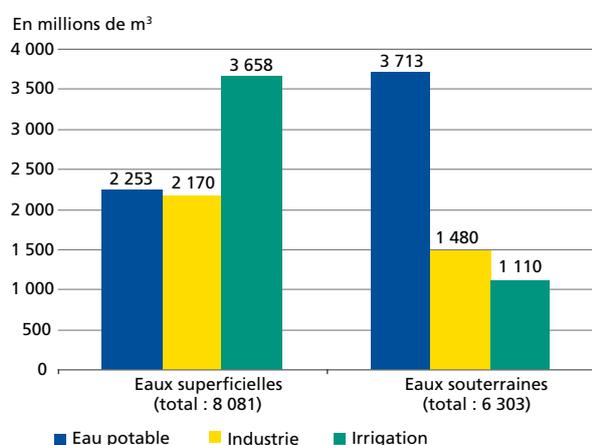
d'être restitués à 93 % dans le milieu récepteur. Malgré un faible taux de consommation, le volume consommé représente tout de même 1,3 Md de m³, c'est-à-dire 22 % du volume consommé en France tous usages confondus (6 Mds de m³). Les volumes prélevés n'ont pratiquement pas évolué depuis les dix dernières années. L'impact quantitatif de ces prélèvements est relativement modéré puisqu'ils ne concernent qu'un court tronçon de rivière¹¹, mais leur impact qualitatif n'est pas négligeable. Les eaux de refroidissement qui retournent au milieu ont une température plus élevée. Elles ne sont, sauf accident, pas contaminées en radioéléments. Mais elles sont contaminées par les biocides ajoutés pour empêcher l'obstruction des conduites de refroidissement par le développement des larves de mollusques qui pourraient s'y fixer et causer des accidents graves.

Les autres usages : eau potable, industrie et irrigation

Le plus gros volume hors refroidissement d'eaux superficielles est prélevé pour l'irrigation, soit 45 % des prélèvements totaux hors refroidissement effectués dans les cours d'eau. Quant aux eaux souterraines, les prélèvements les plus importants (59 % des prélèvements totaux) sont destinés à l'AEP.

Sur les 4,7 Mds de m³ prélevés pour l'irrigation, 77 % proviennent des eaux superficielles et 23 % des nappes souterraines de surface. L'exploitation des forages profonds n'est en effet pas rentable pour l'irrigation.

Répartition des prélèvements hors refroidissement par usage (2001)



Source : agences de l'Eau - Traitements Ifen.

11 – Toutefois, la présence d'une centrale n'est possible que si des précautions sont prises pour assurer la disponibilité suffisante de l'eau de refroidissement, ce qui peut se traduire par des impacts sur l'ensemble de la rivière.

L'agriculture est le plus gros consommateur d'eau avec 48 % de la consommation totale. L'irrigation, avec environ 60 % de la surface irriguée occupée par le maïs, a connu une forte progression (+66 % de surfaces irriguées entre 1988 et 1997). Il est très difficile d'évaluer le volume prélevé par l'irrigation (et *a fortiori* les tendances) car une partie seulement des prélèvements est enregistrée de façon fiable par des compteurs volumétriques¹². Ces prélèvements peuvent avoir des impacts saisonniers ou chroniques très importants (perturbation de l'équilibre des milieux aquatiques et des habitats piscicoles) car ils ont lieu à 80 % lors des périodes d'étiage des cours d'eau et des nappes phréatiques.

82 % du volume total des eaux souterraines exploitées est destiné à la production d'eau potable et à l'industrie. Sur les 6 Mds de m³ prélevés pour l'AEP, 38 % proviennent des eaux superficielles et 62 % des eaux souterraines. La croissance des volumes prélevés s'est fortement ralentie ces dernières décennies mais elle reste cependant en légère progression. Ni l'augmentation de la population, ni la réduction des pertes en réseau ne permettent d'expliquer totalement ces évolutions.

Volumes annuels prélevés pour l'usage eau potable par grand bassin versant

En millions de m ³	2001	2002	2003
Adour-Garonne	744	749	766
Artois-Picardie	352	356	366
Rhin-Meuse	379	388	405
Seine-Normandie	1 722	1 742	1 748
Rhône-Méditerranée-Corse	1 761	1 773	1 870
Loire-Bretagne	1 008	1 018	1 050
Total France Métropole	5 966	6 026	6 205

Source : agences de l'Eau.

Sur les 3,6 Mds de m³ prélevés pour l'industrie, 59 % proviennent des eaux superficielles et 41 % des eaux souterraines. Les volumes prélevés ont diminué de façon régulière de 39 % depuis 1970.

Les prélèvements destinés à l'AEP et à l'industrie sont effectués le plus souvent dans des nappes souterraines captives qui ont un taux de renouvellement faible. Ils peuvent donc avoir des impacts à caractère chronique très importants.

12 – L'estimation des prélèvements agricoles a été faite en conservant la part mesurée et en apportant des corrections à la part évaluée forfaitairement en remplaçant les surfaces déclarées par les irrigants par les surfaces recensées dans le recensement général agricole (RGA). La méthode est détaillée dans le document suivant : Ministère de l'Écologie et du Développement durable, Ifen, Office international de l'eau, agences de l'Eau, 2004. Les prélèvements d'eau en France en 2001. Paris, ministère de l'Écologie et du Développement durable. 56 p.

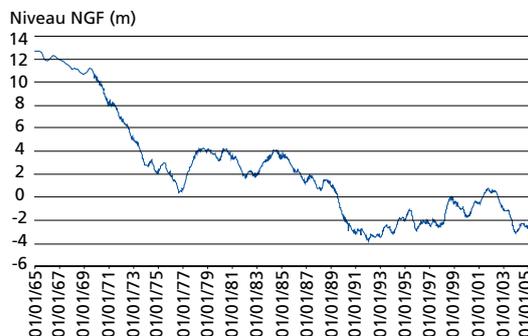
Prélèvement durable ou surexploitation ?

L'indice d'exploitation* de la ressource renouvelable calculé pour la France entière est d'environ 17 %. Entre 10 et 20 %, il est considéré comme révélateur de tension à un niveau régional : il est par exemple évalué à 28 % pour le bassin RMC. Pour refléter l'état quantitatif, l'indice d'exploitation doit être calculé à l'échelle d'une unité fonctionnelle comme un bassin versant hydrologique ou un bassin versant hydrogéologique.

L'Éocène bordelais, dont la piézométrie* est dans un état critique, est un exemple actuel de surexploitation d'une nappe souterraine, résultant des prélèvements d'eau potable et industriels. Cette surexploitation risque également d'avoir à terme des répercussions sur la qualité.

Le bilan du système montre que l'exploitation de la nappe entraîne un déficit de 10,7 millions de m³ par an. Cette exploitation n'est donc pas durable et se traduit par une baisse des niveaux piézométriques dans toute la zone concernée. Le niveau de l'Éocène baisse régulièrement de 1 m par an depuis trente ans. Un creux piézométrique de 50 m est observé à la verticale de Bordeaux. Un certain nombre de forages ne sont plus en pression. En 1995, le niveau piézométrique de la nappe se trouvait en dessous de la mer, ce qui faisait craindre à moyenne échéance une intrusion d'eau de

Évolution du niveau de l'Éocène bordelais



Note : Enregistrement du piézomètre 08264X0004 de Bouliac en Gironde.

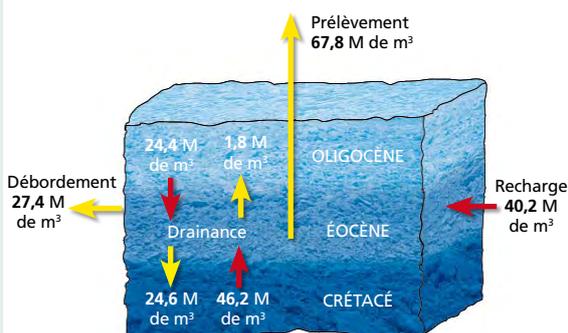
Source : BRGM - Sage « Nappes profondes de Gironde ».

mer dans l'aquifère sous la Gironde. La potabilité est donc menacée. Grâce aux efforts de communication vers les particuliers et les industriels, la croissance des prélèvements depuis trente ans semble s'être stabilisée mais le stock de la nappe ne s'est pas reconstitué pour autant.

En cas de surexploitation saisonnière, les arrêtés préfectoraux temporaires sont la réponse réglementaire habituelle. En cas de surexploitation chronique, ils doivent être complétés par la mise en place de zones de répartition des eaux (ZRE) et de schémas d'aménagement et de gestion des eaux (Sage). Devant l'urgence, la quasi-totalité de la consommation d'eau de la Gironde provenant du sous-sol, les nappes profondes de l'Éocène, de l'Oligocène et du Crétacé ont été inscrites en mai 2001 en ZRE. Le premier Sage pour les nappes profondes a également été créé. L'objectif est de réduire de 30 millions de m³ le prélèvement annuel dans l'Éocène par des mesures d'économies de consommation et la mise en place de ressources de substitution en eaux superficielles pour l'usage industriel^a.

a – Pour en savoir plus, voir le Sage « Nappes profondes de Gironde » : <http://www.smegreg.org/sage>

Bilan des flux et des prélèvements annuels dans l'Éocène bordelais



Note : Moyenne sur huit ans.

Source : BRGM - Sage « Nappes profondes de Gironde ».

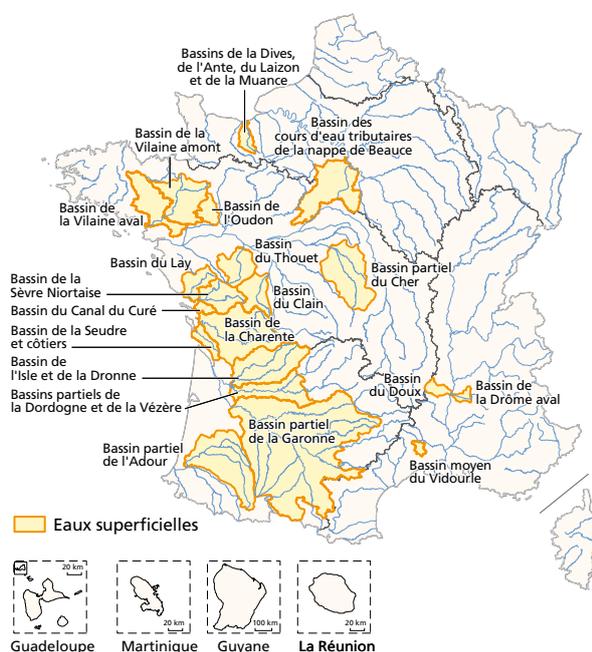
Des eaux superficielles et souterraines de plus en plus exploitées

Le classement d'une zone en ZRE ramène à 8 m³/h au lieu de 80 m³/h le seuil au-dessus duquel les prélèvements sont soumis à autorisation, de façon à maîtriser le développement des captages. Les cartes des ZRE en eaux superficielles et en eaux souterraines donnent un aperçu de la réalité des problèmes quantitatifs à caractère chronique en France métropolitaine et dans les Dom.

Les mesures de restrictions qui correspondent à ces classements ne peuvent être mises en œuvre par les services de la police de l'eau qu'après la publication des arrêtés préfectoraux. En juillet 2005, soit deux ans après la sortie du décret n° 2003-869 du 11 septembre 2003 relatif à l'extension des ZRE, 4 des 18 arrêtés prévus ont été pris.

Les eaux superficielles

Les zones de répartition des eaux – Les bassins hydrographiques

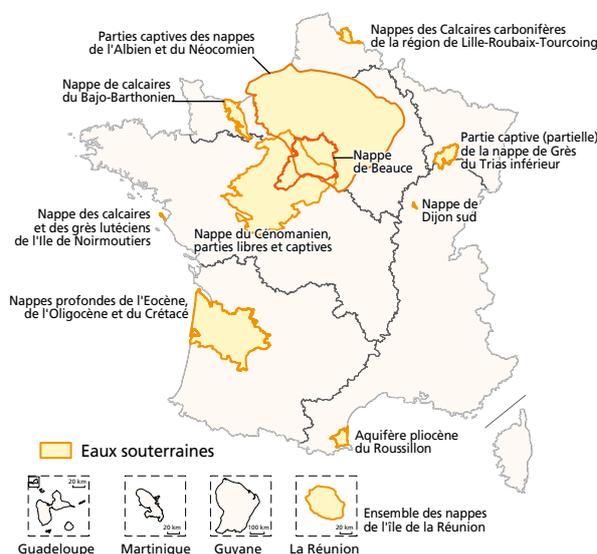


Source : Medd (DE), octobre 2003 - Ifen.

La surexploitation, liée aux usages agricoles et/ou à l'AEP, a conduit à classer en ZRE 20 bassins en 2003 contre 13 en 1994. Les déséquilibres chroniques concernent essentiellement les rivières du Sud-Ouest et de Poitou-Charentes, le bassin de la Vilaine et les cours d'eau tributaires de la nappe de Beauce.

Les eaux souterraines

Les zones de répartition des eaux – Les systèmes aquifères



Source : Medd (DE), mai 2001 - Ifen.

La surexploitation a conduit à classer en ZRE 11 systèmes aquifères en 2001, essentiellement pour les usages eau potable et industriel (8 nappes), pour l'usage agricole (2 nappes) ou tous usages confondus (nappes de la Réunion). Les déséquilibres chroniques concernent essentiellement les nappes du Bassin parisien et les nappes profondes du Bassin aquitain.

Des sédiments intimement liés aux cycles de l'eau

Les eaux de ruissellement dénudent les terres et transportent les sols érodés dans les cours d'eau, où ils arrivent sous forme de sédiments jusqu'aux eaux littorales. La géomorphologie des cours d'eau, des estuaires et du littoral dépend de cette dynamique influencée par différents facteurs : ouvrages et activités de régularisation et d'aménagement ainsi qu'extraction de granulats pour les cours d'eau, les estuaires et le littoral ; changements d'occupation des sols pour les bassins versants.

Les flux annuels de sédiments évacués en mer (moyennes sur les dix dernières années) sont d'environ 5 millions de tonnes vers l'Atlantique, 1 million vers la Manche et la mer du Nord et 3 millions vers la Méditerranée. Les flux spécifiques¹³ sont nettement

13 – Flux ramenés à l'unité de surface du bassin versant.

plus élevés en Méditerranée (44 t/km²/an) qu'en Atlantique (16 t/km²/an) ou en Manche et mer du Nord (11 t/km²/an).

Des aménagements et des exploitations passés lourds de conséquences

Suite aux modifications physiques des cours d'eau et de leur bassin versant, la charge alluviale apportée chaque année par le Rhône à la mer est passée d'environ 40 millions de tonnes au XIX^e siècle à 12 millions dans les années soixante et à 3 millions aujourd'hui, provoquant une érosion préoccupante le long des plages de la Camargue et du Languedoc oriental. Dans l'estuaire de la Loire, le bouchon vaseux a triplé de volume depuis 1982. Il est remonté de 20 km vers l'amont en période d'étiage, ce qui se traduit en particulier par une dégradation des marais et un envasement des berges. La remontée du front de salinité menace la prise d'eau potable de l'agglomération nantaise en période d'étiage sévère. En arrivant dans la zone saumâtre, la masse estivale importante^a de phytoplancton* meurt par choc osmotique. Sa décomposition dans le bouchon vaseux provoque la mortalité des poissons par asphyxie. La ligne d'eau d'étiage s'est abaissée en moyenne de 1 à 3 m à l'amont de Nantes, provoquant un assèchement des zones humides, des problèmes de rabattement de la nappe phréatique et de tenue des quais et des ponts et une dégradation des paysages. En 1977, le pont Wilson à Tours s'est effondré à cause de l'abaissement du fond du lit de la Loire.

a – La Loire est très eutrophe dans sa partie aval.

Il y a de plus en plus de conflits liés aux sédiments, notamment à la gestion des matériaux dragués dans les rivières, canaux et estuaires. Ces matériaux sont considérés comme des déchets* dont les normes deviennent draconiennes. Les crues peuvent parfois déstocker des masses considérables de sédiments contaminés par les activités anciennes. En décembre 2003, la crue du Lot a déstocké vers l'aval une masse de sédiments fluviaux contenant 9 tonnes de cadmium¹⁴, soit l'équivalent de 5 années de flux actuels de cadmium de la Seine.

14 – Voir la Revue de l'agence de l'Eau Adour-Garonne, Hiver 2005, n° 92.

La qualité physico-chimique des eaux

Depuis une vingtaine d'années, la qualité des cours d'eau s'est nettement améliorée pour toutes les **pollutions ponctuelles de type organique** liées aux rejets des stations d'épuration des collectivités et pour les phosphates d'origine urbaine mais aussi agricole. Les eaux rejetées sont beaucoup moins consommatrices d'oxygène. Les niveaux atteints sont dans l'ensemble assez bons, mais il reste des zones géographiques dont les cours d'eau sont encore loin du bon état¹⁵. La qualité moyenne annuelle masque des situations parfois critiques en périodes d'étiage. La qualité de l'eau n'a cependant plus progressé ces quatre dernières années. Il reste encore 40 % des points de mesure avec une qualité moyenne à mauvaise pour les matières organiques et oxydables et 30 % pour les matières phosphorées et les phosphates. Les teneurs en phosphates sont encore trop élevées pour enrayer l'eutrophisation dans les parties aval des cours d'eau. Le phosphore est à l'origine, avec l'azote, des développements estivaux d'algues bleues toxiques dans les eaux calmes et stagnantes.

Les **apports diffus d'origine agricole**, nitrates et pesticides, polluent de façon significative une grande partie des cours d'eau et des nappes. Même si rien ne permet encore de constater une décroissance des nitrates, il semble que la tendance de ces dernières années soit à la stabilisation des concentrations trouvées dans les eaux de surface. En revanche, ils augmentent dans les nappes. On constate aussi, de façon globale, une tendance à la baisse des fortes concentrations en pesticides dans les cours d'eau.

La situation vis-à-vis des **micropolluants** est complexe. Pour certains, comme les métaux et les polychlorobiphényles (PCB), elle s'améliore. Pour d'autres, comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les pesticides, elle reste préoccupante. On découvre sans cesse de nouvelles substances organiques de synthèse dans les eaux. L'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) a, par exemple, mis en évidence de façon rétrospective la contamination des eaux littorales par les polybromodiphényléthers (PBDE) sur des échantillons de moules archivés depuis plus de vingt ans. Ces nouvelles substances sont généralement difficiles et coûteuses à mesurer car elles

15 – Il s'agit ici de la qualité physico-chimique de l'eau évaluée par le système d'évaluation de la qualité des eaux (SEQ-Eau).

Le SEQ-Eau, système d'évaluation de la qualité des eaux en France

Le SEQ-Eau permet d'évaluer la qualité de l'eau et son aptitude à assurer certaines fonctionnalités : maintien des équilibres biologiques, production d'eau potable, etc. Les évaluations peuvent être conduites sur un ou plusieurs prélèvements dans une période de temps donnée. Les altérations comprennent des paramètres de même nature ou ayant des effets comparables sur le milieu aquatique ou sur les usages. Par exemple, l'altération « matières azotées hors nitrates » décrit les aspects réducteurs et toxiques de l'azote dans l'eau. Elle prend en compte l'azote Kjeldahl, l'ammoniac et les nitrites.

Le calcul du SEQ^a repose sur la notion de paramètre déclassant : la classe de qualité retenue pour une altération particulière est déterminée par le paramètre déclassant, c'est-à-dire celui qui définit la classe la moins bonne. Pour chaque altération, l'évaluation produit un indice dans une échelle de 0 à 100, subdivisée en 5 classes représentées par une couleur, du bleu (très bon) au rouge (très mauvais). Pour réaliser les différents bilans de qualité présentés dans cet ouvrage, plusieurs règles ont été appliquées de façon uniforme sur l'ensemble des stations et sur l'ensemble

des années. Ces règles ont conduit à prendre en compte les « exceptions typologiques », les « paramètres impératifs », une période donnée et une fréquence minimum d'échantillonnage, et la règle du « quantile 90 »^b.

a – Les ouvrages suivants donnent tous les détails sur la méthode et sur les grilles des seuils par altération pour les eaux superficielles comme pour les eaux souterraines : Le système d'évaluation de la qualité des cours d'eau, SEQ-Eau v1 et Le système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines, SEQ-Eaux souterraines, agences de l'Eau et Medd, novembre 1998 et janvier 1999.

b – L'« exception typologique » permet de préciser si la station de mesure est située dans une zone géographique spécifique dans laquelle les valeurs naturelles de certains paramètres sont plus élevées que dans le reste du territoire. Pour les altérations autres que micropolluants, certains paramètres appelés « paramètres impératifs » doivent être obligatoirement analysés pour calculer les classes de qualité. Par exemple, pour l'altération « matières azotées hors nitrates », l'ammoniac doit être obligatoirement mesuré, l'azote Kjeldahl et les nitrites sont optionnels. Pour les altérations autres que micropolluants, 4 prélèvements minimum doivent être analysés par année. Pour l'altération « nitrates » par exemple, un prélèvement est exigé par trimestre calendaire. La règle d'agrégation du « quantile 90 » permet de ne retenir que 90 % des résultats observés sur une période afin de fournir une évaluation de la qualité dans les conditions critiques, mais en évitant de prendre en compte les situations exceptionnelles. Cela revient à retenir les prélèvements donnant la moins bonne qualité, à condition qu'elle soit constatée dans au moins 10 % des prélèvements. Elle ne s'applique qu'à partir de 10 prélèvements : si une station ne possède que 9 prélèvements pour une année donnée, la règle ne sera pas appliquée. Si elle en possède 11, un prélèvement sera supprimé.

sont présentes à de faibles concentrations et très diversifiées. Bien que très souvent toxiques, elles ne sont pas encore prises en compte par les réglementations sanitaires en vigueur. Si elles ne provoquent pas de mortalités directes, elles font craindre des effets délétères chroniques pour les écosystèmes aquatiques et pour l'homme. De plus, malgré la diminution des concentrations de certains micropolluants (métaux, PCB) dans les cours d'eau, celles-ci restent encore élevées dans les mollusques de certains milieux littoraux et estuariens. Plus de vingt ans après les premières mesures réglementaires pour restreindre la contamination par le tributylétain (TBT), aucune population du bio-indicateur* *N. Lapillus* n'est indemne.

Enfin, la **contamination microbiologique** tracée par les germes classiques diminue, mais on découvre là aussi dans l'eau de nouveaux micro-organismes pathogènes, comme *Cryptosporidium parvum*¹⁶,

ou de nouvelles souches résistantes de germes fécaux, comme *Escherichia coli* (*E. coli*) O157:H7 ou de nouveaux virus.

Le système d'évaluation de la qualité des cours d'eau devra évoluer à partir de 2006 pour permettre l'évaluation de l'état requise par la DCE, qui comporte une composante « écologique » déterminante et qui dépend du type de la masse d'eau.

Les macropolluants

L'azote

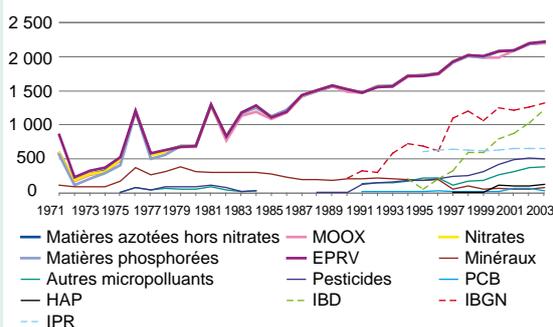
L'altération SEQ « matières azotées hors nitrates » prend en compte l'azote réduit (azote organique et azote ammoniacal) et les nitrites. Ces polluants proviennent principalement des rejets des collectivités, des industries agroalimentaires et des lisiers des élevages intensifs.

16 – Pour ce qui concerne la France, deux épidémies récentes (Sète 1998 et Dracy-le-Fort 2001) ont été rapportées, impliquant la contamination soit de la ressource par une rivière en crue, soit du réseau de distribution des eaux destinées à la consommation humaine.

Encore trop peu de mesures pour certains paramètres

Pour les eaux superficielles, la représentativité des pourcentages de points par classe de qualité SEQ est très approximative lorsque les campagnes comportent peu de points de mesure. Certaines régions sont même parfois complètement absentes. Pour une interprétation correcte des graphes de tendance, il est donc indispensable de se reporter au graphique présentant l'évolution du nombre de points de suivi depuis 1971. Les cartes présentent les années où les campagnes sont les plus complètes pour les réseaux de mesure patrimoniaux (réseau national de bassin – RNB – et réseaux complémentaires agence et bassin – RCA et RCB –).

Évolution du nombre de stations suivies par les réseaux patrimoniaux (RNB, RCA et RCB)



MOOX : matières organiques et oxydables.
 EPRV : effet des proliférations végétales.
 Autres micropolluants : micropolluants organiques autres que pesticides, HAP et PCB.
 IPR : indice poissons rivières.
 IBD : indice biologique diatomées.
 IBGN : indice biologique global normalisé.

Source : agences de l'Eau - Traitements Ifen.

Pour les eaux souterraines, le nombre de points de surveillance de la qualité ne cesse d'augmenter. Il est passé de 962 stations opérationnelles en 2001 à 1 239 en 2003.

La France manque de données sur les micropolluants, en nombre de points représentatifs, en fréquence et avec des limites de détection connues et adaptées, pour l'ensemble des compartiments du cycle de l'eau. C'est aussi le cas pour les substances inscrites dans la liste des substances prioritaires de la DCE. Les résultats présentés ici doivent donc être considérés avec prudence. L'État a engagé un certain nombre de travaux pour moderniser le dispositif actuel de surveillance. Ils portent notamment sur l'homogénéisation des méthodologies de suivi et sur la révision de l'agrément des laboratoires d'analyses afin de renforcer leurs performances analytiques. Les micropolluants émergents commencent à être mesurés dans les eaux littorales, mais ils restent encore largement ignorés dans les eaux continentales. Dans le compartiment des eaux souterraines, les données sont d'autant plus difficiles à interpréter que les forages utilisés pour mesurer la qualité patrimoniale de l'eau sont essentiellement des forages exploités pour l'alimentation en eau potable et sélectionnés pour la bonne qualité de leur eau. Leur fermeture suite à une pollution ou une baisse de débit génère aussi des biais statistiques puisqu'ils ne sont plus suivis.

Enfin, peu de données sont disponibles dans les Dom mais des progrès sont attendus avec la mise en place des Offices de l'eau.

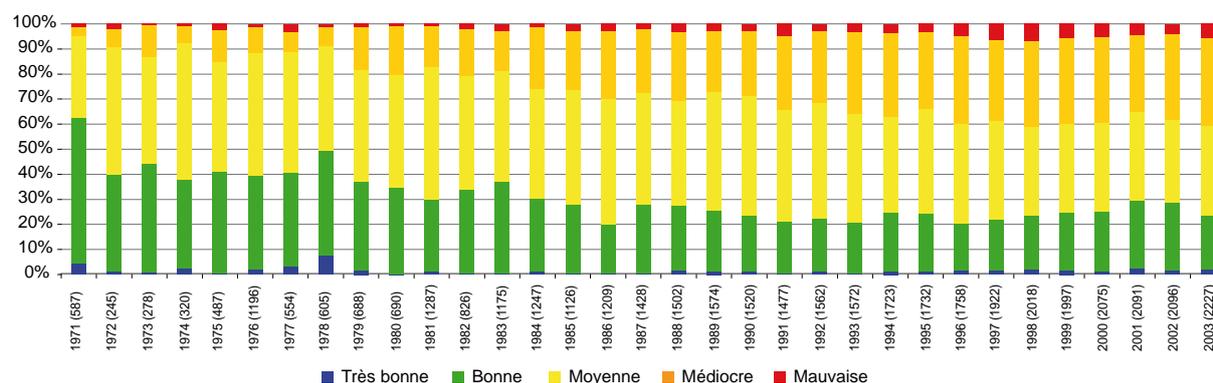
Les nitrates dans les cours d'eau, une situation contrastée

Les nitrates proviennent de la pollution diffuse d'origine agricole et, pour une moindre part, de l'oxydation des matières azotées. La qualité des eaux se dégrade de façon constante depuis 1971. La dégradation s'est stabilisée ces quatre dernières années. Plus de 75 % des points sont en classes moyenne à mauvaise (concentrations en nitrates supérieures à 10 mg/l).

Toujours trop de nitrates vers les eaux marines

Les apports de nitrates conditionnent l'eutrophication des eaux marines où à la différence des eaux continentales, ce n'est pas le phosphore mais l'azote qui est l'élément limitant. Les flux annuels d'azote total et de nitrates évacués vers l'Atlantique, la Manche, la mer du Nord et la Méditerranée sont respectivement de 607 et 433 milliers de tonnes d'azote (moyenne sur dix ans). Les flux d'azote total véhiculés par les grands fleuves sont relativement constants. Les flux de nitrates de la Seine et de la Loire augmentent (augmentation moyenne de 1 400 t/an).

Les nitrates dans les cours d'eau - Répartition des points de mesure par classe de qualité



Paramètre	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Nitrates (mg/l NO ₃)	2	10	25	50

Source : agences de l'Eau - Traitements Ifen.

Nitrates agricoles : l'amorce d'une stabilisation

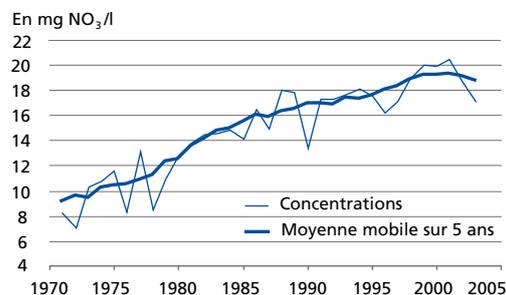
Les nitrates progressent régulièrement depuis 1971 et semblent se stabiliser. Les concentrations annuelles des nitrates dans 42 bassins agricoles^a suivis depuis 1971 (répartis sur toute la France, hormis le Nord et le Sud-Est) n'ont globalement pas augmenté depuis 1999. Elles sont d'environ 20 mg/l contre 12 mg/l pour les bassins urbains^b et 3 mg/l pour les bassins faiblement impactés^c. Les mesures de qualité ultérieures devraient permettre de confirmer ou d'infirmer cette tendance. Ces résultats sont globaux et peuvent masquer une grande variabilité locale selon les cultures et les pratiques agricoles.

a - Plus de 50 % d'agriculture intensive et moins de 50 hab./km².

b - Moins de 50 % d'agriculture intensive et plus de 75 hab./km².

c - Moins de 25 % d'agriculture intensive et moins de 40 hab./km².

Les concentrations en nitrates en aval des bassins versants agricoles



Note : Bien que leur suivi soit irrégulier de 1971 à 1996, l'ensemble des 42 bassins versants bénéficient d'un suivi annuel depuis 1997.

Source : agence de l'Eau - CORINE Land Cover - Traitements Ifen.

En l'absence de série de mesures suffisamment longue, on ne peut rien dire sur le Rhône et la Garonne. La France risque d'avoir des difficultés à respecter les objectifs de réduction de 50 % des flux de nitrates fixés par la convention Ospar¹⁷.

17 - Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est signée à Paris le 22 septembre 1992. Elle est entrée en vigueur en mars 1998. Elle a pour but d'améliorer la qualité des eaux, la préservation et la restauration des écosystèmes et des espèces propres au milieu marin.

L'augmentation des nitrates dans les eaux souterraines

L'azote ne parvient dans les eaux souterraines que sous la forme de nitrates (sauf forage défectueux ou nappes karstiques). Les nitrates contaminent essentiellement les nappes de surface. Près de 45 % des points sont en qualité moyenne (concentrations comprises entre 20 mg/l et 50 mg/l) à médiocre (concentrations supérieures à 50 mg/l). En comparaison, la teneur des eaux souterraines dans un milieu naturel non pollué par des activités anthropiques ne dépasse pas 15 mg/l.

Le temps de transfert des nitrates vers les eaux souterraines pouvant prendre plusieurs années (à raison d'environ 1 m/an), la stabilisation de l'évolution des concentrations constatée ces dernières années dans les eaux de surface n'a pas encore de répercussions sur l'état des nappes. Le décalage entre l'amélioration des eaux souterraines et celle des eaux de surface sera d'autant plus sensible que les nappes se renouvellent plus lentement.

La baisse des matières organiques

L'altération SEQ « matières organiques et oxydables » (MOOX) prend en compte les substances d'origine biologique oxydables provenant (comme les matières azotées hors nitrates) des rejets des collectivités, des industries agroalimentaires et des lisiers des élevages intensifs. Leur suivi permet d'évaluer les performances des systèmes d'assainissement.

La baisse du phosphore

Le phosphore provient essentiellement des activités domestiques, rejets organiques et lessives, mais également des industries et de l'agriculture *via* l'érosion des sols. Excepté pour les aquifères karstiques et au droit de forages en mauvais état, cet élément ne pollue pas les eaux souterraines.

La baisse des matières phosphorées et des phosphates dans les cours d'eau

L'altération SEQ « matières phosphorées et phosphates » prend en compte le phosphore total et les orthophosphates. Compte tenu de l'origine multiple du phosphore, on le trouve sur l'ensemble du territoire. Il n'a pas suffisamment diminué pour enrayer l'eutrophisation en aval des cours d'eau. Certaines stations d'épuration sont équipées de traitements tertiaires de déphosphatation, mais elles sont encore peu nombreuses car ces traitements sont onéreux.

La baisse des flux de phosphates vers les eaux marines

Les flux annuels de phosphore total et d'orthophosphates évacués vers l'Atlantique, la Manche, la mer du Nord et la Méditerranée sont respectivement de 42 et 28 milliers de tonnes de phosphore (moyenne sur dix ans). Les flux de phosphates baissent pour la Seine et le Rhône (diminution moyenne de 600 t/an) et sont stables pour la Garonne et la Loire. Les flux de phosphore total suivent à peu près les mêmes évolutions que les flux de phosphates.

Les micropolluants

Les pesticides

En 2004, le nombre de substances différentes quantifiées au moins une fois est de 229 en eaux superficielles et de 166 en eaux souterraines.

Dix pesticides ont été identifiés comme substances prioritaires par la DCE. Parmi celles-ci, l'atrazine, le diuron, l'isoproturon et la simazine font partie des quinze substances les plus quantifiées en 2003-2004 en eaux superficielles comme en eaux souterraines.

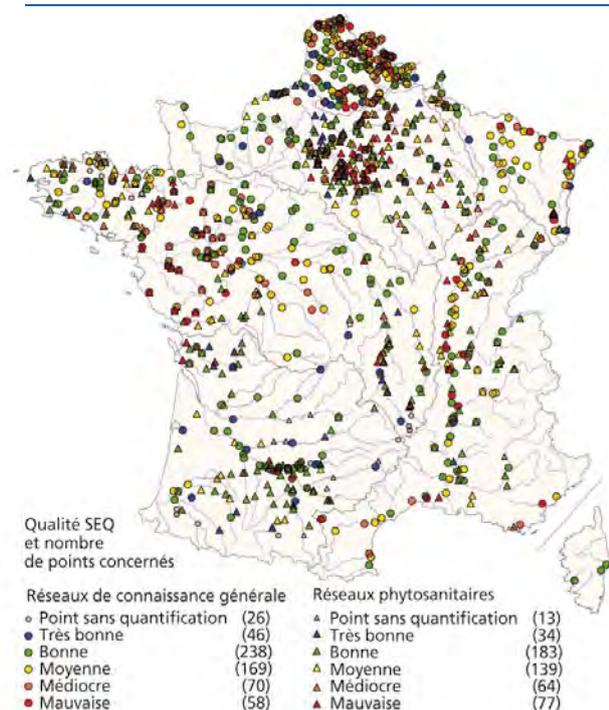
Des pesticides présents dans la plupart des cours d'eau

En 2004, on a quantifié au moins une fois une des substances actives recherchées dans 96 % des points de mesure retenus pour la connaissance générale de la qualité des cours d'eau¹⁸. Les niveaux de contamination évalués par le SEQ-Eau « qualité globale » sont souvent significatifs : 49 % des points de mesure ont une qualité moyenne à mauvaise¹⁹.

18 – Cet échantillon n'est pas représentatif de l'ensemble des cours d'eau. Certaines zones géographiques sont sur ou sous-représentées. De façon générale, il manque des points sur les petits cours d'eau et dans les zones peu anthropisées.

19 – Ceci signifie que les limites de 0,7 µg/l pour au moins une substance ou de 2 µg/l pour la somme des concentrations de toutes les substances présentes simultanément dans l'eau ont été dépassées au moins une fois.

Les phytosanitaires dans les cours d'eau en 2004



Note : La qualité des milieux aquatiques est évaluée à partir des informations fournies par des réseaux de « connaissance générale » (agences de l'Eau et certains conseils généraux). Les informations qui s'attachent à des évaluations locales des teneurs des eaux en pesticides en lien avec les actions de lutte contre la pollution sont fournies par les réseaux « phytosanitaires » (Diren, Draf-SRPV et certains conseils généraux) mis en place dans les régions à partir de 1997.

Source : agences de l'Eau - Diren - Draf/SRPV - conseils généraux - Traitements Ifen SEQ-Eau « qualité globale », option 90 %.

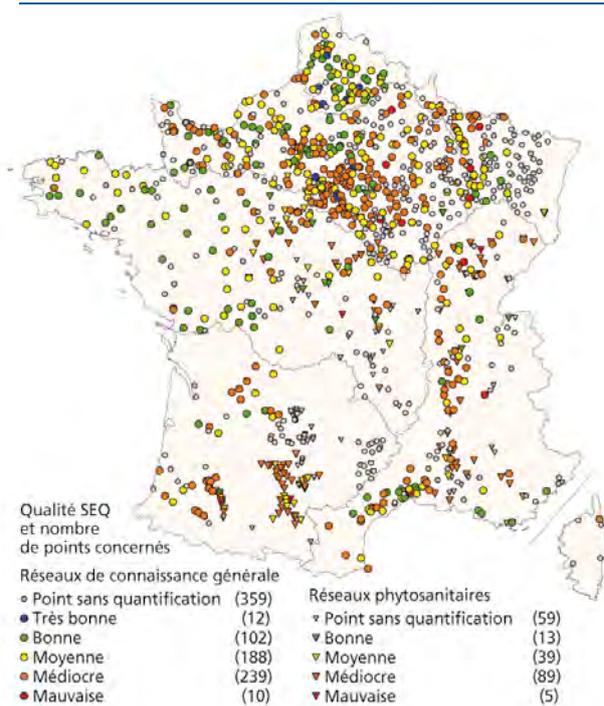
Les substances les plus quantifiées dans les cours d'eau en 2003 et 2004 sont le glyphosate et son métabolite, l'AMPA²⁰, l'atrazine et ses deux métabolites

l'atrazine déséthyl et la 2-hydroxy atrazine, le diuron, l'isoproturon et l'aminotriazole.

Des pesticides présents dans une grande partie des eaux souterraines

En 2004, on a quantifié au moins une fois une des substances actives recherchées dans 61 % des points

Les phytosanitaires dans les eaux souterraines en 2004



Source : agences de l'Eau - Diren - Draf/SRPV - conseils généraux - Traitements Ifen SEQ-Eau « qualité globale ».

La contamination par les substances prioritaires de la directive-cadre sur l'eau en 2004

Données 2004	Nombre de points de recherche		Taux de recherche*		Nombre d'analyses		Taux de quantification**	
	Eaux de surface	Nappes	Eaux de surface	Nappes	Eaux de surface	Nappes	Eaux de surface	Nappes
Alachlore	1 703	5 037	75,7 %	60,9 %	9 201	7 431	3,4 %	0,2 %
Atrazine	2 160	8 091	96,0 %	97,8 %	11 903	12 819	3,2 %	26,8 %
Chlorfenvinphos	918	1 004	40,8 %	12,1 %	5 649	1 765	0,1 %	0,0 %
Chlorpyriphos-éthyl	1 125	2 698	50,0 %	32,6 %	6 390	3 980	0,3 %	0,1 %
Diuron	1 915	7 083	85,1 %	85,6 %	10 729	10 578	34,0 %	3,4 %
Endosulfan alpha	1 206	3 719	53,6 %	44,9 %	6 941	5 451	0,8 %	0,0 %
Lindane	1 700	5 966	75,6 %	72,1 %	8 989	8 610	4,5 %	0,3 %
Isoproturon	1 810	6 948	80,5 %	84,0 %	10 101	10 332	18,5 %	1,2 %
Simazine	2 113	7 638	94,0 %	92,3 %	11 560	12 052	6,1 %	5,6 %
Trifluraline	1 364	3 719	60,6 %	44,9 %	8 098	5 788	0,8 %	0,1 %

* Taux de recherche : pourcentage de stations sur lesquelles la substance est recherchée.

** Taux de quantification : pourcentage des analyses de la substance où celle-ci est quantifiée.

Note de lecture : l'alachlore est recherchée sur 1 703 points, soit 75,7 % de l'ensemble des stations de mesure dans les eaux superficielles. 9 201 analyses ont été effectuées et 3,4 % d'entre elles ont eu des valeurs supérieures à la limite de quantification.

Source : agences de l'Eau - conseils généraux - Diren - directions régionales de l'Agriculture et de la Forêt (Draf)/Services régionaux de la protection des végétaux (SRPV) - directions départementales des Affaires sanitaires et sociales (Ddass) - Producteurs d'eau - Traitements Ifen.

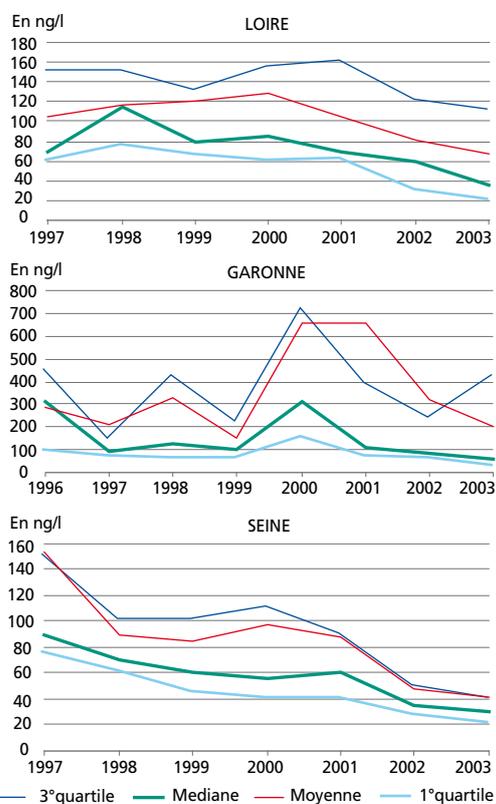
20 - L'AMPA (acide aminométhylphosphonique) est le principal produit de dégradation du glyphosate mais il peut aussi provenir des rejets des stations d'épuration urbaines. Il est en effet utilisé comme additif (phosphonates) de certains détergents.

Pesticides : Une prise de conscience qui commence à porter ses fruits mais pas encore de tendances globales

Les mesures de restriction et les actions mises en place par les groupes régionaux phytosanitaires (changement des pratiques, zones-tampon, formation des agriculteurs, etc.) commencent à porter leurs fruits.

Suite aux restrictions d'usage qui ont débuté en 1997, on constate une décroissance lente mais régulière des concentrations de l'herbicide atrazine en aval des grands bassins utilisateurs de cette molécule.

Les concentrations d'atrazine en aval de trois grands bassins versants



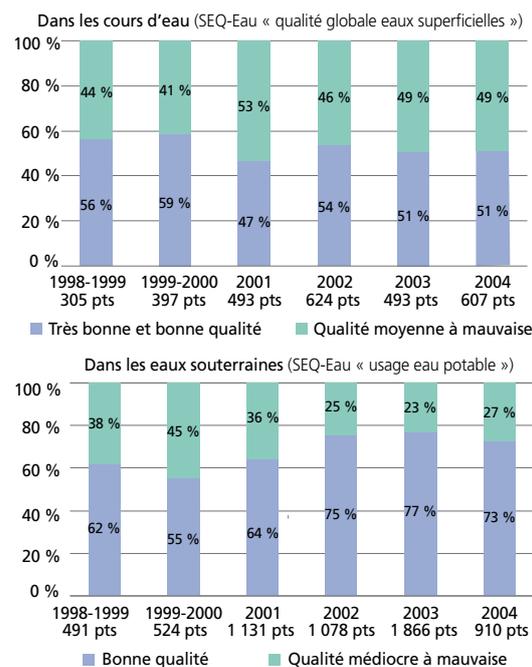
Note : Les concentrations ont été mesurées dans les stations non influencées les plus aval (la Seine à l'amont de Poses, la Garonne à Couthures, la Loire à l'aval d'Angers).

Source : agences de l'Eau – Traitements Ifen.

Pour certaines substances comme le chlordécone, organochloré utilisé dans les bananeraies des Antilles jusqu'en 1993, les effets des mesures d'interdictions peuvent être très lents en raison de la forte rémanence de la molécule dans le sol et de son piégeage par les minéraux argileux. En 2004, les concentrations moyennes et médianes dans les cours d'eau de la Martinique sont d'environ 0,4 µg/l. Les bilans successifs d'évaluation de la contamination des eaux par les pesticides établis par l'Ifen depuis 1998

permettent d'avoir un aperçu de l'ampleur et du niveau de cette contamination : des pesticides sont quantifiés au moins une fois chaque année dans la quasi-totalité des points de mesure des cours d'eau et dans les deux tiers environ des points de mesure dans les nappes. Environ 50 % des stations dans les cours d'eau ont une qualité moyenne à mauvaise pour la potentialité biologique et l'usage eau potable confondus^a. Environ 30 % des stations dans les nappes souterraines nécessiteraient un traitement d'élimination des pesticides si elles étaient exploitées pour la production d'eau potable^b.

Répartition des points de mesure des réseaux de connaissance générale par classe de qualité (France Métropole)



Source : agences de l'Eau - conseil général - Traitements Ifen.

Il n'est toutefois pas possible d'interpréter ces résultats en terme de tendances. La méthode actuelle d'évaluation de la contamination n'est pas assez précise et les échantillons de points ne sont pas encore stabilisés ni représentatifs.

a – Cela signifie que chaque année, dans environ 50 % des points de mesure des cours d'eau, les limites de 0,7 µg/l pour au moins une substance ou de 2 µg/l pour la somme des substances sont dépassées au moins une fois.

b – Cela signifie que chaque année, dans environ 30 % des points de mesure en eaux souterraines, les limites de 0,1 µg/l pour au moins une substance ou de 0,5 µg/l pour la somme des substances sont dépassées au moins une fois.

de mesure retenus pour la connaissance générale de la qualité des eaux souterraines²¹. Les niveaux de contamination évalués par le SEQ-Eau « usage eau potable » sont souvent significatifs : 27 % des points de mesure ont une qualité médiocre à mauvaise²².

Les substances les plus quantifiées dans les eaux souterraines en 2003 et 2004 sont l'atrazine et ses trois métabolites, l'atrazine déséthyl, l'atrazine désisopropyl²³ et la 2-hydroxy atrazine, la terbuthylazine déséthyl²⁴, la simazine, l'oxadixyl et le diuron.

Des pesticides mal connus dans les eaux littorales

Les données du RNO montrent une diminution des niveaux de pesticides interdits, comme le DDT ou le lindane, dans les mollusques et dans les sédiments. On constate une augmentation préoccupante du cuivre en zone agricole et viticole. Les pesticides hydrophiles ne sont pas pris en compte dans le programme de surveillance du RNO du fait de leur grande dilution dans l'eau. Peu de données sont

Des micropolluants encore peu suivis

Les micropolluants toxiques présents dans les milieux aquatiques sont essentiellement des métaux lourds, des substances organiques de synthèse (pesticides sauf composés soufrés et cuivrés, HAP, PCB, organo-halogénés volatils ou OHV, etc.) et des radionucléides* artificiels. Beaucoup de ces contaminants sont faiblement solubles dans l'eau. Ils ont tendance à s'adsorber sur les matières en suspension ou les sédiments. Ils sont transférés vers les eaux marines selon l'hydrodynamique des masses sédimentaires. Les sédiments jouent un rôle important sur le plan géomorphologique et font partie intégrante des écosystèmes aquatiques (habitat, nourriture, etc.). Si leur teneur en matière organique est élevée, ils deviennent trop réducteurs et peuvent asphyxier les organismes vivants sur le fond ou en pleine eau (remise en suspension lors des crues et vidanges décennales des retenues). L'évaluation technique de la toxicité* et de la biodisponibilité des micropolluants pose de nombreuses difficultés, mais l'enjeu est important : ces substances se retrouvent en effet dans l'ensemble de la chaîne trophique jusqu'à l'homme. Les micropolluants dont la présence est la plus préoccupante dans les eaux ont été classés par la DCE en substances prioritaires ou substances prioritaires dangereuses, selon leur toxicité. Cette directive est à l'heure actuelle le principal instrument communautaire de lutte contre les rejets ponctuels ou diffus de substances dangereuses.

Depuis 1997, les pesticides solubles sont recherchés de façon assez systématique dans les eaux des rivières. Les autres microcontaminants sont recherchés de préférence dans les sédiments ou les organismes vivants (bryophytes, mollusques, etc.). Les résultats sont souvent délicats à comparer. Les sédiments présentent une grande variabilité de composition chimique, de porosité et de granulométrie. De

ce fait, ils n'ont pas les mêmes capacités à fixer les contaminants. Les données disponibles restent encore peu nombreuses à cause de la multiplicité des substances, des limites de détection et du coût des analyses. Cependant, les techniques évoluent et permettent désormais de retracer les contaminations passées, par carottage dans les sédiments, ou en utilisant des collections archivées de mollusques.

Excepté pour les pesticides hydrophiles, les micropolluants sont en général moins mesurés dans les cours d'eau que dans les zones littorales réceptrices où la qualité de l'eau présente de forts enjeux économiques (conchyliculture, mytiliculture, etc.). Depuis 1979, le réseau national d'observation (RNO), réseau patrimonial mis en œuvre par l'Ifremer, mesure régulièrement les concentrations des métaux lourds (Ag, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn)^a et des micropolluants organiques hydrophobes (DDT, DDD, DDE, α et γ -HCH, PCB, HAP)^b. Les moules, les huîtres ou les sédiments sont utilisés comme indicateurs quantitatifs de la contamination du milieu marin. Le réseau intégrateurs biologiques (Rinbio) complète le RNO sur la façade méditerranéenne, en particulier pour l'aspect gradient vers le large et pour les espaces du littoral où il n'y a pas de ressource sauvage. Une méthode a été élaborée (transplants de moules) pour s'affranchir de la faible disponibilité de stocks naturels de coquillages et de la profondeur des stations. L'utilisation de transplants de moules à grande échelle spatiale est une première dans le monde.

a – Ag : argent ; Cd : cadmium ; Cu : cuivre ; Hg : mercure ; Ni : nickel ; Pb : plomb ; V : vanadium ; Zn : zinc.

b – DDT : dichlorodiphényltrichloroéthane ; DDD : dichlorodiphényldichloroéthane ; DDE : dichlorodiphényldichloroéthylène ; HCH : hexachlorocyclohexane ; PCB : polychlorobiphényles ; HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques.

21 – Cet échantillon n'est pas représentatif de l'ensemble des eaux souterraines. Certaines nappes sont sur ou sous-représentées en nombre de points.

22 – Ceci signifie que les limites de 0,1 µg/l pour au moins une substance ou de 0,5 µg/l pour la somme des concentrations de toutes les substances présentes simultanément dans l'eau ont été dépassées au moins une fois.

23 – L'atrazine désisopropyl est aussi un produit de dégradation de la simazine.

24 – Produit de dégradation de la terbuthylazine.

disponibles dans les eaux littorales. Une stratégie de surveillance des substances hydrophiles a été proposée par l'Ifremer pour les eaux littorales.

Les micropolluants minéraux

Contrairement aux pesticides, la présence de métaux dans les eaux de surface ou les eaux souterraines ne résulte pas forcément d'un apport anthropique : elle peut être liée au contexte géochimique particulier du bassin versant ou de l'aquifère et donc d'origine naturelle. Certains métaux sont inscrits dans la liste des substances prioritaires de la DCE : cadmium²⁵, plomb²⁵, mercure²⁵, nickel et leurs composés.

La baisse des métaux dans les cours d'eau

Comme pour la plupart des micropolluants, le suivi des métaux dans la plupart des cours d'eau est très insuffisant. Mais les données disponibles montrent que la qualité du milieu s'est nettement améliorée sur l'ensemble du territoire depuis une trentaine d'années. Faute de connaissance suffisante du fond géochimique, il faut examiner certaines contaminations au cas par cas pour déterminer si elles proviennent d'une pollution anthropique ou si elles sont naturelles. Les exploitations minières, mêmes abandonnées, peuvent encore contribuer à la libération dans l'eau des métaux normalement retenus dans les roches.

25 – Substances prioritaires dangereuses.

La Seine a bénéficié d'un suivi approfondi²⁶ qui a permis d'évaluer les flux et l'évolution des contaminations métalliques. L'Île-de-France joue un rôle majeur dans la contamination de la Seine en métaux lourds tels que le cadmium, le cuivre, le mercure et le zinc.

Flux annuels de métaux lourds particuliers apportés par la Seine à Poses

En tonnes par an	Cadmium	Cuivre	Mercure	Plomb	Zinc
Ensemble du bassin	1,9	70,6	0,65	81,6	270

Source : Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement de la Seine (Piren-Seine).

Métaux dans les eaux littorales : une situation contrastée

Les mesures du RNO mettent en évidence une forte contamination par le cadmium de l'estuaire de la Gironde. Il semble être pour partie responsable de la mauvaise croissance et des faibles densités des juvéniles dans cet estuaire. Le RNO relève aussi la présence préoccupante de mercure sur plusieurs sites et de cuivre en zones agricoles, viticoles ou plaisancières. Il y a cependant une tendance à la diminution des niveaux de cadmium et de plomb.

26 – En particulier, suivi des métaux particuliers sur les matières en suspension centrifugées et sur les sédiments.

Les eaux météoriques et pluviales : des eaux pures ?

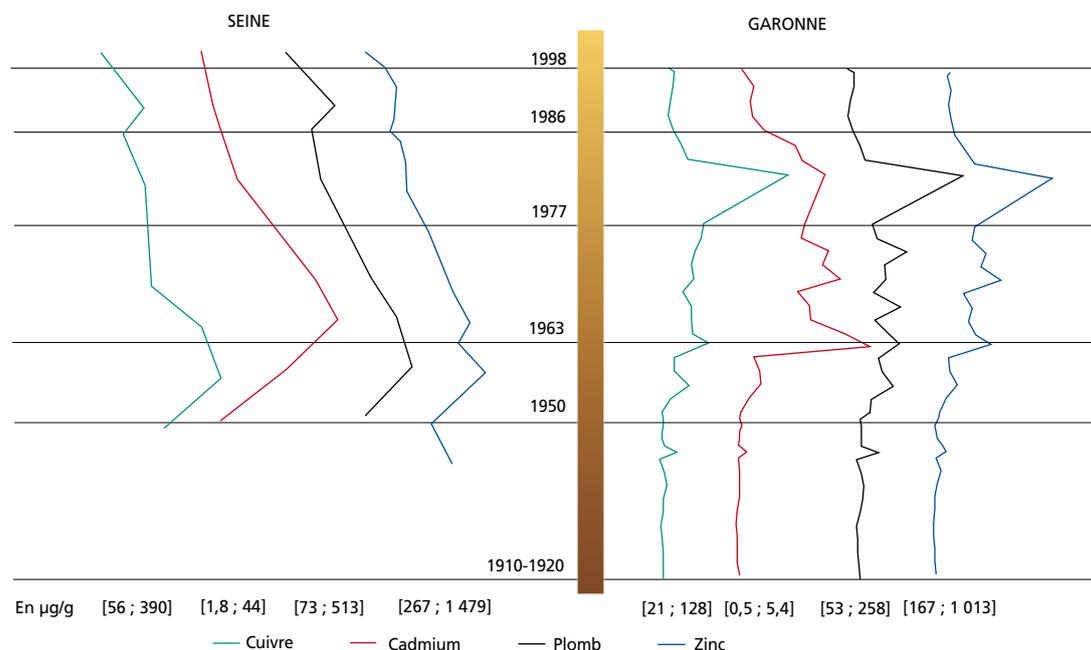
Les analyses de l'eau de pluie, pour lesquelles il n'y a pas de normes de qualité, sont relativement récentes et rares. Les premiers résultats montrent que la qualité de l'eau de pluie n'est pas bonne. Les pluies peuvent contenir des acides sulfurique, nitrique ou chlorhydrique (rejets atmosphériques de soufre, d'oxydes d'azote et de chlore), du sel (plus de 10 mg/l sur la façade atlantique), des nitrates, des pesticides, etc. Sur les dix dernières années, on note une baisse de l'acide sulfurique, principal responsable de l'acidité, et de l'acide nitrique. Les nitrates, en revanche, sont en hausse de 0,2 à 0,3 mg/l. La pluie peut apporter jusqu'à 50 kg/ha/an d'azote dans certaines régions de l'Europe. Lors de l'épandage par pulvérisation, une grande partie des pesticides est dispersée dans l'atmosphère et se retrouve dans les eaux météoriques et la rosée qui est la

principale source d'eau pour de nombreuses espèces vivantes. En périodes d'épandage, la concentration de produits phytosanitaires dans l'eau de pluie est souvent supérieure aux normes de potabilité (0,1 µg/l).

Les eaux de ruissellement (eaux pluviales) accumulent les pollutions déposées sur les surfaces qu'elles lessivent et constituent une source de pollution majeure pour les cours d'eau en micropolluants (métaux et HAP). Après ruissellement sur les surfaces urbaines, elles peuvent atteindre des teneurs de 20 mg/l pour le zinc et 2 mg/l pour le plomb. Les traitements de ces eaux (décanteurs, bassins d'infiltration et fossés enherbés) sont encore insuffisants. Par ailleurs, durant les forts épisodes pluvieux, les systèmes d'assainissement peuvent déborder dans les milieux récepteurs et les polluer.

Le suivi rétroactif des contaminations métalliques

La contamination en métaux lourds de la Seine et de la Garonne



Note : Les analyses de carottes ont lieu en amont de Poses pour la Seine et à Bordeaux pour la Garonne. Les intervalles représentent les valeurs minimum et maximum des teneurs en métaux des sédiments.

Source : Pour la Seine : Piren-Seine ; pour la Garonne : Grousset et al., *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1999.

Les flux ou les concentrations des métaux dans l'eau brute (eau non filtrée) ne reflètent pas directement la pollution métallique qui arrive dans le cours d'eau. En effet, ceux-ci sont directement liés aux flux et concentrations des matières en suspension (MES), qui dépendent eux-mêmes des stocks de sédiments contaminés déposés au fond du lit fluvial et des crues remettant ces sédiments en suspension. Afin de reconstituer l'histoire des pollutions métalliques de la Seine et de la Garonne, les teneurs en métaux des sédiments ont été mesurées dans les horizons de carottes prélevées dans des fonds vaseux présentant une sédimentation régulière et non perturbée par des dragages, reprofilages, effondrements de berges ou rejets locaux. Les premières retombées des essais thermonucléaires en atmosphère (1952-1953) et l'accident de Tchernobyl (1986) ont permis, au travers des profils d'activité en césium 137, de dater les carottes sans ambiguïté.

La contamination métallique de la Seine montre une amélioration considérable, avec une réduction d'un facteur 8 en vingt ans, mais elle reste tout de même l'une des plus élevées en Europe. La diminution des teneurs en métaux observée au cours des années récentes

est la conséquence des législations nouvelles mises en place dans les années quatre-vingt-dix pour diminuer les rejets industriels et de l'abandon du plomb comme additif dans l'essence.

Pour la Garonne, le carottage montre clairement l'influence des activités minières et industrielles dans le bassin versant. De 1950 à 1980, la pollution par le plomb, le cadmium, le zinc et le sélénium est forte : une compagnie minière déversait directement ses rejets dans le Lot durant cette période. Depuis 1980, les métaux lourds dosés décroissent progressivement et reprennent peu à peu les valeurs des années vingt, considérées comme les valeurs-planchers pour ce site. En 1998, un problème subsistait pour le chrome et le vanadium en provenance des industries de tannerie et d'électrolyse sur le Tarn et la Garonne. La pollution apportée localement par l'agglomération bordelaise est négligeable par rapport à ces sources de pollution éloignées. Toutes ces contaminations sont très préoccupantes car les métaux lourds s'accumulent dans l'estuaire de la Gironde et la baie de Marennes-Oléron et peuvent être relargués pendant très longtemps par les sédiments.

Peu de métaux dans les eaux souterraines

La qualité est influencée par le contexte géologique de l'aquifère ou fond géochimique. Les concentrations naturelles peuvent, par endroits, dépasser très fortement les seuils de potabilité pour l'arsenic, l'aluminium, le fer, le manganèse, le fluor, le bore, le sélénium et le nickel. Sauf études ciblées, il est difficile de dire si les concentrations élevées d'arsenic ou d'aluminium de certains captages sont d'origine naturelle ou anthropique, mais la question ne se pose pas pour le mercure, le chrome, le cuivre et le cadmium pour lesquels les concentrations naturelles sont toujours faibles.

HAP, une situation préoccupante

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques proviennent essentiellement de la combustion des carburants d'origine pétrolière. Ce sont des contaminants fortement toxiques et persistants. Ils sont identifiés en tant que substances prioritaires dangereuses par la DCE. Les eaux souterraines sont rarement contaminées sauf au niveau de certains sites industriels.

Ils peuvent pénétrer dans les cellules vivantes et agir en synergie* avec d'autres microcontaminants toxiques comme les métaux et les pesticides. En cas de pollution macroscopique par les hydrocarbures, ils forment des films qui limitent les échanges nutritifs et gazeux avec l'eau ou les supports aquatiques immergés (plantes, sédiments et berges).

Les concentrations de HAP mesurées dans les mollusques des eaux littorales ne montrent pas de tendances significatives.

PCB, une situation préoccupante pour l'estuaire de la Seine

La production des polychlorobiphényles est arrêtée depuis les années quatre-vingt. Les PCB ont été principalement utilisés jusqu'en 1976 comme isolants dans les transformateurs électriques. Ils ne figurent pas dans la liste des substances prioritaires. Sauf exception, ils ne sont pas présents dans les eaux souterraines.

Le RNO montre une contamination actuelle particulièrement élevée de l'estuaire de la Seine, avec des concentrations de 321 µg/kg poids sec dans les mollusques contre 26,2 à 55,7 µg/kg poids sec pour les autres sites. Les niveaux de contamination sont en baisse depuis 1981.

Les micropolluants organiques autres que pesticides, HAP et PCB

Il s'agit classiquement de substances de synthèse dont certaines sont d'usage courant : benzène, chloroforme, toluène, xylène, EDTA²⁷, crésol, TBT, etc. Elles proviennent de l'agriculture, de l'industrie et des agglomérations. Un certain nombre d'entre elles figurent dans la liste des substances prioritaires et des substances prioritaires dangereuses de la DCE. Elles restent cependant relativement peu mesurées dans les compartiments du cycle de l'eau. En plus de ces substances, prises en compte dans l'altération SEQ « micropolluants organiques autres que pesticides, HAP et PCB », on découvre régulièrement la présence dans les eaux d'autres substances de synthèse provenant aussi bien des rejets des stations d'épuration des agglomérations (substances médicamenteuses, substances cosmétiques, etc.) que des rejets industriels (PBDE, composés bromés, dioxines, phtalates, etc.). Ces substances, appelées pour certaines « micropolluants émergents », sont très peu mesurées et réglementées dans les eaux continentales. Leur comportement dans l'eau et leur écotoxicité sont très mal connus.

Des micropolluants mal connus dans les cours d'eau

Les données sur les micropolluants émergents, elles sont encore pratiquement inexistantes pour les cours d'eau.

Une situation préoccupante dans les eaux littorales

Le RNO révèle une contamination de l'estuaire de la Seine par les substances de synthèse organiques, en particulier par le TBT, très élevée par rapport aux autres écosystèmes côtiers et estuariens. Le TBT est un toxique utilisé comme principe actif dans certaines peintures antisalissures des coques de navires ; il est identifié comme substance prioritaire dangereuse. Le TBT altère de nombreuses fonctions biologiques chez beaucoup d'espèces animales et végétales. Certains gastéropodes sont particulièrement sensibles, comme *Nucella lapillus* dont les femelles développent des organes sexuels typiquement mâles. Ce phénomène, appelé imposex, est spécifique de la pollution par le TBT. Son intensité est corrélée à la contamination subie. C'est un bio-indicateur extrêmement sensible : les premiers signes d'imposex chez *N. lapillus* sont observés à des concentrations inférieures à 0,4 ng/l. Plus de vingt ans après les premières mesures réglementaires pour restreindre la contamination par le TBT, des femelles de *N. lapillus*

27 – Acide éthylène diamine tétra-acétique.

sont encore stérilisées par ce toxique. Sur les 109 points de prélèvement du RNO, répartis le long du littoral Manche-Atlantique, aucune population n'est indemne. Des teneurs infinitésimales en TBT peuvent provoquer des effets délétères si les organismes y sont exposés suffisamment longtemps. Les populations disparaissent, non pas par mortalité des individus, mais à cause de la stérilisation de l'ensemble des femelles. Cet exemple montre pourquoi la notion de durée est essentielle dans l'étude de la toxicité d'une molécule.

Des contaminations dans les eaux souterraines

La contamination en 2001 des eaux souterraines par les composés OHV a porté sur les 5 principales molécules : tetrachloréthylène, trichloréthylène, tétrachlorure de carbone, chloroforme et 1,1,1-trichloréthane.

Des radioéléments artificiels dans les eaux

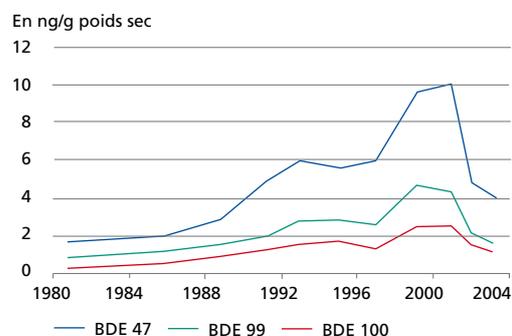
Les radionucléides artificiels ont été émis dans l'environnement à partir du milieu du siècle dernier suite à l'utilisation militaire puis industrielle de l'énergie nucléaire. Aucun état des lieux national sur la contamination des milieux aquatiques par les radioéléments n'est disponible, mais les résultats du travail réalisé sur le bassin versant du Rhône donnent de bonnes indications à un niveau national. En effet, le bassin du Rhône a été soumis, comme l'ensemble de l'hémisphère nord, aux retombées atmosphériques globales liées aux tirs d'essai d'engins nucléaires effectués entre 1945 et 1981, puis à l'accident de Tchernobyl. La majeure partie des éléments à vie courte et moyenne issus de ces retombées a aujourd'hui disparu de l'environnement par désintégration. Des activités rémanentes, notamment en césium 137 (^{137}Cs) et en plutonium (^{238}Pu , ^{239}Pu et ^{240}Pu), sont observées dans les sols du Bassin rhodanien. Par érosion, altération et drainage des sols, ces radionucléides artificiels sont transférés au milieu fluvial sous forme dissoute, et/ou associés aux matières solides. Le Rhône réceptionne également les rejets liquides autorisés de l'industrie nucléaire. Parmi les installations nucléaires implantées dans la vallée du Rhône, le centre de retraitement du combustible irradié de Marcoule a constitué pendant de nombreuses années la source prépondérante de radionucléides artificiels pour les eaux du Rhône.

Le suivi des flux de la radioactivité à la mer est l'un des principaux objectifs de la station du réseau Opera (Observatoire permanent de la radioactivité dans l'environnement) implantée sur le fleuve au niveau de la ville

Le suivi rétroactif des contaminations par les substances organiques

L'archivage des échantillons de mollusques collectés depuis plus de vingt ans dans le cadre du RNO permet de mener des études rétrospectives des niveaux et tendances de la contamination chimique du milieu marin côtier. Ces études sont rendues possibles grâce à l'utilisation des techniques analytiques modernes. Dans l'estuaire de la Seine, les résultats d'analyse des échantillons de mollusques prélevés et archivés entre 1981 et 2003 confirment une diminution globale des niveaux de contamination en nombreux composés organochlorés, dont les PCB. En revanche, les concentrations d'autres familles de composés organohalogénés persistants, tels que les polybromodiphényléthers (PBDE), augmentent rapidement à partir du milieu des années quatre-vingt. Ces composés chimiques ont été massivement utilisés en Europe et en Amérique du Nord depuis le milieu des années soixante-dix comme additifs chimiques ignifugeants dans de nombreux produits plastiques et dans certains textiles. La mise en évidence de la contamination des côtes françaises par les PBDE est un constat nouveau. Les concentrations de trois congénères majeurs de PBDE montrent une augmentation exponentielle entre 1981 et 2001. Les fortes concentrations observées en 1999 et 2001 sont liées aux apports par les crues. Excepté pour ces épisodes, les concentrations en PBDE se stabilisent à partir des années quatre-vingt-dix et même diminuent légèrement, probablement du fait des décisions de la Communauté européenne visant à réduire l'usage de certains PBDE en Europe.

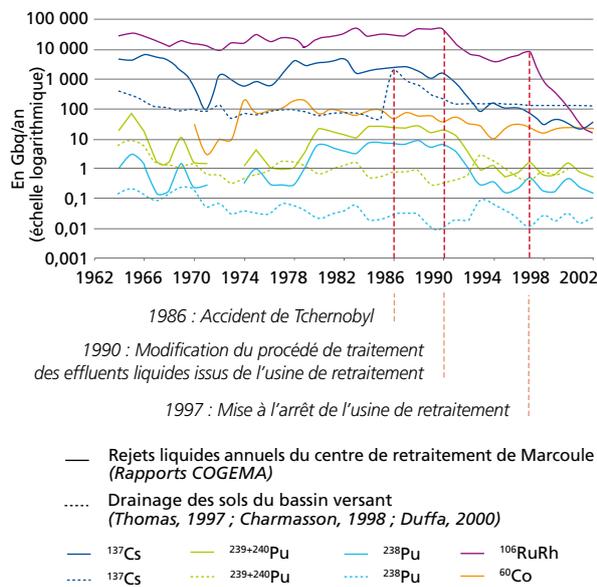
Les variations temporelles des concentrations en BDE dans les moules



Note : Variations temporelles des concentrations dans les congénères BDE 47, BDE 99, et BDE 100 de PBDE dans les échantillons de moules du RNO prélevés à Villerville (estuaire de la Seine) entre 1981 et 2003.

Source : Johansson et al., Organohalogen Compounds, 2004.

Les rejets de radionucléides artificiels dans les eaux du Rhône



Note : RuRh = ruthénium/rhodium.

Source : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

d'Arles. Durant les crues, une partie des stocks de sédiments sont remis en suspension et le compartiment sédimentaire devient alors une source différée de contamination pour les eaux et la plaine d'inondation. Lors de la crue exceptionnelle de décembre 2003 et des inondations consécutives, on estime que 5,3 millions de tonnes de MES, dont 16 % de sables (> 50 µm), ont transité vers la mer ainsi que 75 GBq de ^{137}Cs dont 8 % associés aux sables. 130 000 tonnes de limons fins et 510 000 tonnes de sables ont été déposées près des brèches du Petit-Rhône en Petite-Camargue. Les eaux d'inondations auraient ainsi apporté et déposé 6 660 MBq de ^{137}Cs , 93 MBq de $^{239+240}\text{Pu}$, 13 MBq de ^{238}Pu , et 204 MBq de ^{60}Co . Plus de 90 % de ces apports seraient concentrés sur 1 000 ha de sols cultivés et près de 20 % auraient été intégrés aux sols par incorporation des limons déposés, sans entraîner pour autant de conséquences radiologiques et chimiques significatives²⁸.

La contamination microbiologique

Des micro-organismes (bactéries, virus, protozoaires) d'origine anthropique et pathogènes pour l'homme contaminent l'eau et les coquillages. Leurs effets sur les écosystèmes aquatiques sont très peu connus.

28 – Ces valeurs ne sont pas plus élevées que la radioactivité naturelle, qui est d'environ 400 Bq/kg dans un sol sédimentaire et 8 000 Bq/kg dans un sol granitique.

L'amélioration des eaux de baignade des eaux continentales et littorales

La plupart des pollutions impliquant une non-conformité des eaux de baignade sont dues aux contaminations bactériologiques²⁹. Les contaminations bactériologiques sont mesurées par des germes-tests de contamination fécale : coliformes totaux, coliformes et streptocoques fécaux. Ils résultent principalement de l'insuffisance structurelle de l'assainissement (33 %), des dysfonctionnements ponctuels de l'assainissement (16 %) et des apports diffus des zones agricoles et urbaines (12 %). Les fluctuations annuelles de la qualité des eaux de baignade sont également liées à la variation des conditions climatiques.

La qualité microbiologique des eaux de baignade s'améliore entre 2001 (87,6 % des stations sont conformes) et 2004 (95,3 % des stations sont conformes), de façon plus marquée en mer qu'en eaux douces. En 2004, 95,7 % des points de surveillance de la qualité des eaux de baignade en mer et 94,9 % en eaux douces sont conformes à la baignade : eau de bonne qualité notée A et eau de qualité moyenne notée B. Ces valeurs semblables cachent cependant des différences importantes. 67 % des points de prélèvement en mer sont de qualité A contre seulement 46 % en eaux douces où les concentrations en germes fécaux sont plus élevées. Il reste environ 150 sites où l'application de la réglementation européenne relative à l'assainissement et à la lutte contre les pollutions diffuses est insuffisante pour satisfaire les normes relatives aux eaux de baignade.

Dans 81 % des zones de production, les coquillages nécessitent une purification ou un reparcage

La qualité microbiologique des zones de production de coquillages fait l'objet d'une surveillance sanitaire régulière dans le cadre du réseau Remi, réseau de contrôle microbiologique mis en œuvre par l'Ifremer. Les zones sont classées par l'administration en quatre catégories : A (salubre) autorise la vente directe des coquillages ; B (peu contaminée) nécessite une purification ou un reparcage en zone A ; C (très contaminée) nécessite un reparcage de longue durée en zone A ; D interdit l'exploitation

29 – D'autres paramètres physico-chimiques sont pris en compte de façon qualitative, visuelle ou olfactive, pour évaluer la qualité des eaux de baignade : huiles minérales, phénols, tensioactifs, résidus goudronneux flottants. Mais, en 2004 par exemple, on n'a constaté aucune non-conformité sur le plan physico-chimique.

des coquillages. Ce sont les *E. coli*, dénombrées dans les chairs et liquides intervalvaires des coquillages, qui servent d'indicateurs de contamination fécale. Les virus ne sont recherchés qu'en cas d'épidémie*.

En 2004, 72 % des zones surveillées sont de qualité B, 19 % de qualité A et 9 % de qualité C. Les zones de qualité D, étant interdites d'exploitation, ne font pas partie de la liste des zones surveillées. Sur une période de dix ans, 21 % des points présentent une décroissance de leur niveau de contamination, 7 % une augmentation et 72 % restent stables.

La qualité biologique des eaux

La France suit de façon régulière trois indicateurs de la qualité biologique des cours d'eau. Ils partent de la base (plancton) jusqu'au niveau le plus élevé (poissons) de l'édifice trophique des cours d'eau et donnent des points de vue complémentaires. La dégradation (quantité, morphologie et qualité) des compartiments du cycle de l'eau se manifeste par des qualités biologiques moyenne à très mauvaise qui touchent 70 % des stations de mesure pour les diatomées, 30 % pour les invertébrés et 50 % pour les poissons. Ces qualités biologiques n'ont pratiquement pas évolué depuis les dix dernières années. Les données sur les indicateurs biologiques sont relativement récentes et ne permettent pas de dégager des tendances sur le long terme. Les indicateurs biologiques ne sont pas calculés dans les Dom³⁰.

L'eutrophisation

L'eutrophisation, correspondant à un enrichissement des eaux superficielles en nutriments, se manifeste par une prolifération des producteurs primaires³¹ dans les cours d'eau, plans d'eau et littoral au printemps et en été. Ces producteurs primaires sont un maillon indispensable de la chaîne alimentaire des écosystèmes aquatiques, mais leur prolifération peut conduire à l'anoxie du milieu avec des conséquences néfastes pour les espèces sensibles. Elle peut aussi compromettre gravement l'aptitude des eaux douces à la potabilisation (cyanobactéries* ou algues bleues).

30 – Le calage des listes faunistiques et floristiques indigènes à ces milieux n'est pas encore opérationnel.

31 – Organismes chlorophylliens (plantes aquatiques, macroalgues et plancton végétal) capables de transformer l'énergie lumineuse en énergie chimique et en matière organique (photosynthèse). Ils sont à la base de la chaîne alimentaire.

La stabilisation de l'eutrophisation dans les cours d'eau

L'altération SEQ « effet des proliférations végétales » (EPRV) prend en compte d'une part, la teneur de l'eau en pigments chlorophylliens et algues vertes microscopiques et, d'autre part, l'impact de l'activité photosynthétique sur la qualité de l'eau (pH, taux de saturation en oxygène et variation jour/nuit de l'oxygène dissous). Suivant les caractéristiques morphologiques des cours d'eau et le rapport azote/phosphore, l'eutrophisation se manifeste plutôt par la prolifération des algues planctoniques et périphytiques (Loire), ou plutôt par la prolifération des plantes aquatiques (Charente, rivières du bassin Rhône-Méditerranée-Corse).

Une situation préoccupante pour l'eutrophisation côtière à phytoplancton

Sur les quelques milliers d'espèces de phytoplancton recensées au niveau mondial, quelques centaines peuvent proliférer de façon importante (efflorescences ou blooms) suite aux apports de nutriments par les rivières. Elles forment des eaux rouges, brunes ou vertes qui peuvent être sources de nuisances. Dans le sud de la Bretagne par exemple, l'anoxie du milieu résultant d'un bloom à *Cerataulina pelagica*, au printemps 2003, a été à l'origine de la mortalité d'animaux marins.

Quelques dizaines d'espèces de phytoplancton marin produisent des toxines appelées phycotoxines. Certaines sont nocives, voire mortelles, pour la faune marine. En

Les cyanobactéries : une problématique émergente

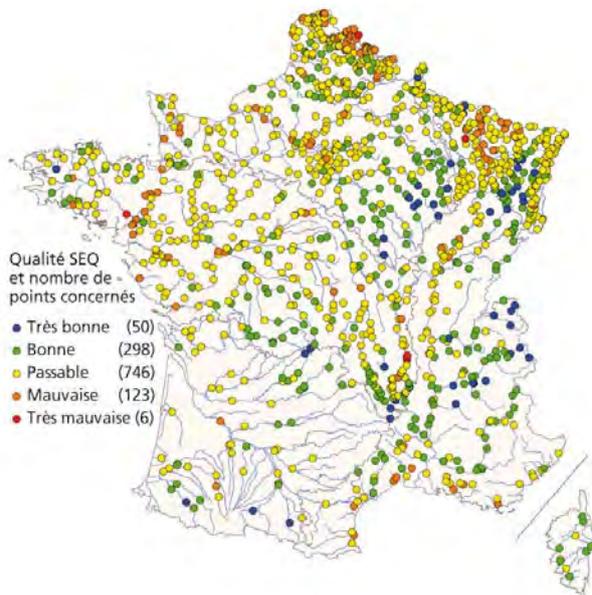
La présence de cyanobactéries (algues bleues) dans les eaux calmes, favorisée par l'eutrophisation et les températures élevées, constitue une problématique émergente de sécurité sanitaire. Elle pose problème pour la potabilisation des eaux de surface et pour la baignade. En 2004, une quinzaine de départements ont signalé des proliférations de cyanobactéries sur une soixantaine de sites de baignade et de loisirs nautiques, en raison de la présence de toxines et d'un dépassement du niveau II de gestion du Conseil supérieur d'hygiène publique de France (100 000 cellules par ml). Compte tenu des risques sanitaires engendrés par les cyanobactéries, ce paramètre est inclus dans la nouvelle directive européenne 2006/7/CE du 15 février 2006 qui remplace la directive 76/160/CEE sur les eaux de baignade.

Bretagne par exemple, les proliférations de *Karenia mikimotoi* provoquent régulièrement des mortalités de poissons. D'autres toxines, en s'accumulant dans les coquillages, sont dangereuses pour les consommateurs. Ces phénomènes sont suivis par le Rephy, réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines mis en œuvre par l'Ifremer. Ce réseau a un objectif patrimonial, connaître la distribution spatio-temporelle de toutes les espèces phytoplanctoniques présentes dans les eaux littorales, et sanitaire, anticiper les épisodes de toxicité afin de protéger les consommateurs.

Les toxines amnésiantes (toxines ASP), sont produites par quelques espèces de *Pseudo-nitzschia*. Elles peuvent provoquer des troubles digestifs (nausées, vomissements, crampes abdominales), suivis de troubles neurologiques (céphalées, troubles de la mémoire) et, dans les cas graves, convulsions et coma. La présence de toxines amnésiantes en quantité dangereuse a été observée en France pour la première fois en mai 2000 dans l'Ouest-Finistère, puis en avril 2002 sur plusieurs zones du littoral méditerranéen. Les coquillages concernés étaient des moules et des donax. En novembre 2004, ces toxines ont été détectées dans les coquilles Saint-Jacques d'une grande partie du gisement de la baie de Seine, puis en décembre 2004 dans celles de la rade de Brest. Les coquilles des gisements du Morbihan ont également été touchées début 2005. Ce phénomène de toxicité ASP dans les coquilles Saint-Jacques est caractérisé par une phase de décontamination très longue qui peut durer des semaines, voire des mois, après la disparition de l'espèce phytoplanctonique en cause. Les interdictions de pêche se sont prolongées pour la rade de Brest jusqu'à fin avril 2005 et pour la baie de Seine jusqu'à la fin de la saison de pêche, mi-mai 2005.

Les toxines diarrhéiques (toxines DSP) sont produites par des espèces de *Dinophysis*. Elles peuvent provoquer des troubles digestifs sérieux avec parfois des conséquences graves pour les personnes souffrant du cœur. La présence de ces toxines affecte régulièrement les coquillages d'une partie importante du littoral français, en particulier dans les régions littorales de Normandie (baie de Seine, Calvados), Bretagne (Ouest et Sud-Finistère, Morbihan), Pays de la Loire, Languedoc-Roussillon (étang de Salses-Leucate) et les étangs de l'est de la Corse. Les coquillages les plus souvent et les plus rapidement contaminés sont les moules, mais toutes les espèces de bivalves peuvent devenir toxiques : coques, amandes, palourdes roses, donax et huîtres. Depuis 2005, une surveillance systématique des toxines diarrhéiques est réalisée dans les coquillages des zones à risques pendant les périodes à risques.

Les diatomées dans les cours d'eau (2003)



Source : agences de l'Eau – Diren – Traitements Ifen.

Des diatomées exotiques s'acclimatent dans le bassin Adour-Garonne^a

L'apparition récente de certaines espèces comme *Achnantes subhudsonis*, *Eolimna comperei*, *Gomphoneis minuta*, *Gomphoneis eriensis* ou *Encyonema triangulum* vient conforter l'idée de modifications importantes dans la composition des communautés de diatomées^b dans le bassin Adour-Garonne. À titre d'exemple, le nombre de stations^c où *Eolimna comperei* est détectée est de 13 en 2002 contre 2 en 1996. On la retrouve sur 8 cours d'eau actuellement contre 2 en 1996, avec une forte colonisation des stations les plus au sud du bassin. À ce jour, les causes de l'introduction et de l'acclimatation de ces espèces considérées comme exotiques ne sont pas élucidées. Mais leur pérennité suscite des interrogations sur l'évolution et sur la gestion des écosystèmes aquatiques.

a – Extrait de la Revue de l'agence de l'Eau Adour-Garonne, Hiver 2005, n° 92.

b – En effet, ces espèces ne sont pas décrites dans les flores européennes modernes.

c – En 1996, des réseaux d'observation pérenne d'inventaires diatomiques ont été mis en place sur le bassin Adour-Garonne.

Les toxines paralysantes (toxines PSP) sont produites par des espèces d'*Alexandrium*. Elles peuvent provoquer un engourdissement des extrémités avec des conséquences parfois fatales. Les épisodes toxiques liés à *Alexandrium minutum* sont jusqu'à maintenant restés principalement localisés à quelques secteurs de la Bretagne nord (Rance, Abers, baie de Morlaix), avec une contamination de toutes les espèces de coquillages présentes (moules, huîtres, coques). *Alexandrium catenellaltamarensense* prolifère régulièrement dans l'étang de Thau (Languedoc-Roussillon) depuis 1998, contaminant moules, huîtres et palourdes.

Des craintes quant à l'eutrophisation côtière à macroalgues (ulves)

Les proliférations des macroalgues sont dues aux apports de nitrates dans les zones peu profondes et calmes, comme les lagunes méditerranéennes et les plages bretonnes. On observe aussi des échouages d'algues en baie de Somme, sur les côtes normandes et vendéennes, dans le bassin d'Arcachon et la lagune d'Hossegor. Il n'est pas encore possible de dégager des tendances.

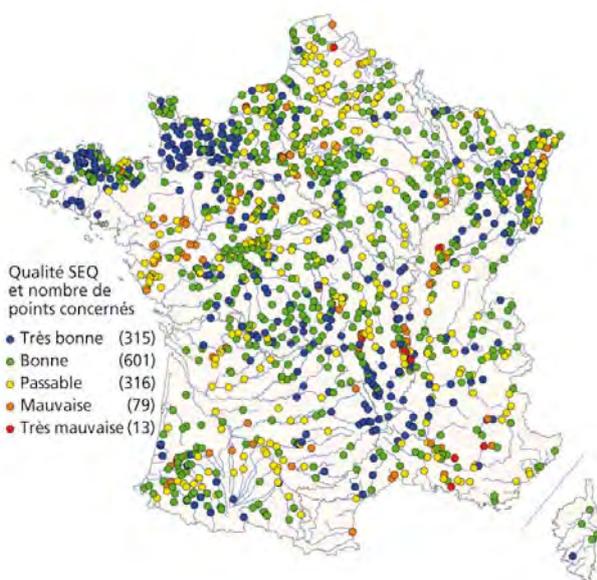
Une qualité des cours d'eau très moyenne pour la périphyton

L'IBD (indice biologique diatomées NFT 90-354) s'intéresse aux diatomées fixées sur des substrats durs et inertes de type pierre ou galets. Les diatomées sont des

algues brunes. Elles sont une composante majeure du peuplement algal des cours d'eau. Ce sont les algues les plus sensibles à la qualité physico-chimique de l'eau. Celles qui vivent fixées par du mucus sur un support immergé (périphyton) sont de bons indicateurs de la qualité générale de l'eau à l'endroit où on les prélève. Elles sont particulièrement sensibles à la présence de matière organique, d'éléments nutritifs (azote et phosphore), à la minéralisation et au pH. Elles sont aussi sensibles aux pesticides et métaux lourds. Elles sont en revanche indifférentes à la nature de leur support, ce qui permet de les utiliser dans les cours d'eau très artificialisés. Elles intègrent la qualité de l'eau sur une période d'environ deux mois, qui est leur cycle de vie.

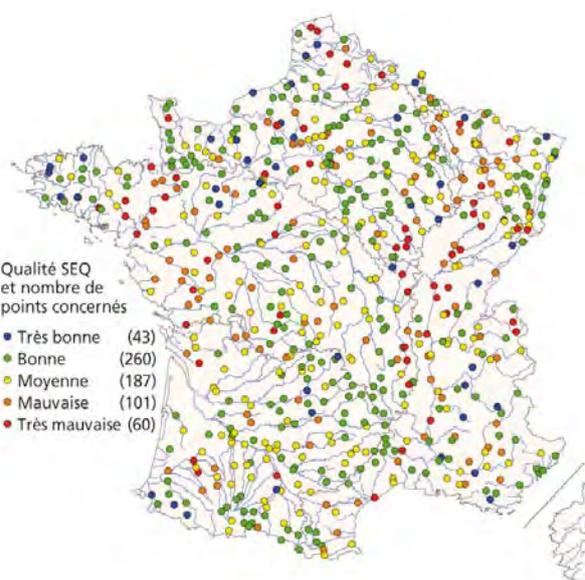
La qualité de l'eau vue par la périphyton est très moyenne, avec 70 % des points de mesure en classes moyenne à mauvaise. Le bassin Adour-Garonne est relativement peu représenté, l'IBD étant beaucoup plus mesuré dans le nord et le nord-est de la France. On ne constate pas d'évolutions significatives ces dernières années, mais on ne dispose pas non plus de jeu de données assez ancien. Les meilleures qualités sont observées dans les cours d'eau des régions montagneuses et les plus mauvaises dans les grands cours d'eau, à l'aval des agglomérations, des industries ou des retenues. Les qualités mauvaises sont plutôt liées aux pollutions organiques, alors que les qualités moyennes révèlent plutôt des milieux eutrophes qui favorisent la présence d'espèces de diatomées planctoniques.

Les invertébrés dans les cours d'eau (2003)



Source : agences de l'Eau – Diren – Traitements Ifen.

Les poissons dans les cours d'eau (2003)



Source : Conseil supérieur de la pêche – Traitements Ifen.

Une qualité des cours d'eau assez bonne pour la microfaune benthique

L'IBGN (indice biologique global normalisé NFT-90-350) s'intéresse aux invertébrés de taille inférieure à 0,5 mm qui vivent sur le fond des cours d'eau petits et moyens. Ces micro-invertébrés sont des herbivores, des détritivores ou des carnassiers. La composition de leurs peuplements traduit à la fois la qualité de l'eau (oxygène, pollutions organiques, pesticides, etc.) et la qualité des habitats (altérations de la morphologie et du régime des eaux). Ils peuvent intégrer les événements (travaux en rivières, rejets, etc.) qui se sont produits les semaines précédant le prélèvement, et tout au long de leur cycle de vie d'un an environ.

Les IBGN donnent globalement une image moins dégradée de la qualité de l'eau que les IBD. La qualité est assez bonne, avec 30 % des points en classes moyenne à mauvaise. Il n'y a pas d'amélioration significative depuis 1997. Les meilleures qualités sont observées dans les cours d'eau des régions montagneuses, et plutôt dans les zones amont des grands bassins versants, mais pas de façon systématique. Les invertébrés sont sensibles à la qualité de l'habitat, ce qui explique que la carte de l'IBGN diverge par endroits de la carte de l'IBD.

Une qualité des cours d'eau moyenne pour les poissons

L'IPR (indice poissons rivières NFT 90-344) s'intéresse aux peuplements de poissons qui vivent dans les cours d'eau. Les poissons donnent une bonne image de l'état fonctionnel des écosystèmes aquatiques car ils sont placés au sommet de l'édifice trophique. Ils intègrent la qualité de l'eau sur une période assez longue, souvent jusqu'à dix ans. Ils peuvent donc révéler la présence de contaminants à toxicité chronique. L'IPR semble répondre efficacement à un large spectre de perturbations, tant de la qualité générale de l'eau que de la qualité de l'habitat. L'indice est d'autant plus mauvais que la structure du peuplement échantillonné s'éloigne des conditions de référence.

La qualité de l'eau vue par les poissons est moyenne, avec la moitié des points de mesure en classes moyenne à mauvaise. Les situations de meilleure qualité se concentrent essentiellement dans les zones de montagne et de piémont, et les plus dégradées dans les régions fortement soumises aux pressions anthropiques. Les pollutions ponctuelles ou diffuses ainsi que l'aménagement généralisé des cours d'eau entraînent des altérations de la composition des peuplements. Elles se

Évolution récente préoccupante pour deux espèces piscicoles exotiques

Le *Pseudorasbora parva* est un petit cyprinidé originaire d'Asie, introduit accidentellement en Europe à partir de lots de poissons de pisciculture. Cette espèce est signalée pour la première fois en France à la fin des années soixante-dix. Le *Pseudorasbora* se rencontre dans plus de 6 % des stations du réseau hydrographique piscicole (RHP) en 2003, contre environ 1 % des stations en 1995. Initialement capturé à quelques exemplaires, les populations de *Pseudorasbora* sont maintenant localement abondantes. Les cours d'eau occupés par l'espèce sont de tailles extrêmement variées, ce qui permet de penser que le *Pseudorasbora* est susceptible de coloniser une large part du réseau hydrographique français.

Le silure (*Silurus glanis*) est d'introduction relativement ancienne (milieu du XIX^e siècle), mais ne semble avoir étendu son aire de répartition que récemment. Le silure est observé dans 8 % des stations du RHP en 2003 contre 1 % en 1995. La progression de l'espèce a concerné l'ensemble des grands bassins mais semble avoir été particulièrement importante sur ceux de la Loire et de la Garonne. Initialement cantonné aux cours d'eau les plus grands, le silure est capturé aujourd'hui de plus en plus fréquemment sur des cours d'eau de taille modeste.

manifestent par la disparition des espèces sensibles au profit d'espèces plus tolérantes et, dans les cas les plus dégradés, par une disparition massive d'espèces et une réduction importante des densités. Globalement, on constate une détérioration de l'état des peuplements de l'amont vers l'aval du réseau hydrographique. Cette évolution longitudinale est la conséquence d'une part, de la généralisation des modifications hydrologiques et morphologiques dans les cours d'eau les plus grands et, d'autre part, d'une tendance générale à l'accumulation des polluants de l'amont vers l'aval. Cette détérioration s'accompagne également d'une homogénéisation de l'état des peuplements, les situations extrêmes ne constituant plus qu'une part marginale au sein des stations situées sur les plus grands cours d'eau.

Depuis 1995, aucune évolution significative de la qualité des peuplements ne se dessine. On n'est pas en mesure de préciser si, pour la qualité des peuplements piscicoles, le facteur limitant essentiel est la

qualité de l'eau ou l'état hydromorphologique des cours d'eau. L'IBD n'indique pas d'amélioration globale de la qualité physico-chimique de l'eau. Celle-ci s'est sensiblement améliorée vis-à-vis de certaines altérations, tout en restant parfois dégradée : matières organiques azotées et phosphorées, phosphates, métaux et PCB. Pour d'autres altérations, elle ne s'est pas améliorée (nitrates, pesticides, HAP et eutrophisation) et il ne faut pas oublier les micropolluants émergents que l'on ne mesure pas dans les cours d'eau, ainsi que les facteurs physiques liés au changement climatique comme l'augmentation de la température de l'eau. Le facteur morphologique joue aussi un rôle important. Sur certains secteurs, les barrages empêchent la colonisation par l'anguille européenne. Dans le Massif central par exemple, seul l'Allier et ses affluents proches, relativement libres d'entraves à la migration, sont colonisés. À l'inverse, aucune anguille n'est observée sur le bassin de la Loire en amont du barrage de Villerest.

Les réponses

La plupart des dispositions énoncées par la DCE sont assez proches du système existant en France. Néanmoins, un certain nombre d'adaptations législatives et réglementaires sont nécessaires. Il est en particulier indispensable de renforcer le système d'information et les réseaux de surveillance sur l'eau. Les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) doivent être révisés afin d'intégrer les mesures adaptées aux objectifs de bon état 2015. Les objectifs fixés par la DCE pour l'ensemble des pays européens sont des objectifs *a minima* : chaque pays est juge des mesures complémentaires à mettre en place pour résoudre les dysfonctionnements du cycle de l'eau propre à son territoire. C'est dans ce contexte que la France met en place une troisième loi sur l'eau et cherche à améliorer l'efficacité des services de police de l'eau chargés de son application.

Une sensibilisation sur l'eau en marche

L'éducation au civisme écologique et l'initiation aux sciences de l'environnement en sont encore à leurs débuts. Certaines actions sont liées à des événements particuliers : la Journée mondiale de l'eau, l'opération « 1 000 défis pour ma planète », la Semaine du développement durable, les Journées de l'environnement et l'opération « Nettoyage de printemps ». Ces actions sont principalement mises en place par les ministères chargés de l'Environnement, de l'Éducation, de la Jeunesse et des Sports, etc., et par les collectivités territoriales pour le « Nettoyage de printemps ». D'autres se déroulent au niveau régional ou local : les agendas 21, les Trophées de l'eau, divers outils pédagogiques, dépliants et affiches, les conventions régionales pour l'éducation à l'environnement, les balades nature, les classes de mer, etc. Ces actions sont initiées par les agences de l'Eau, les Centres permanents d'initiatives

pour l'environnement (CPIE) en relation avec l'Éducation nationale, les Dren, les régions, départements et communes, les parcs naturels et les associations dont les Groupes régionaux d'information et d'animation nature environnement (Graine). Le réseau Graine a pour objet principal la dynamisation et la promotion de l'éducation à l'environnement au travers d'actions à caractère social et/ou d'utilité collective et générale.

La circulaire 2004-110 du 8 juillet 2004 du ministère de l'Éducation nationale institue une « Éducation à l'environnement et au développement durable » pour les élèves à partir de la rentrée 2004. Elle souligne le rôle déterminant du système éducatif dans la prise de conscience des questions environnementales, économiques et socioculturelles qui sous-tendent la problématique nouvelle du développement durable*.

La loi sur l'eau et les Sdage

Les Sdage, des mesures mais aussi des indicateurs d'efficacité

La révision des Sdage a commencé après la publication de l'état des lieux de la DCE et aboutira à la publication de nouveaux plans d'actions par district en 2009. Ceux-ci définiront les propositions d'objectifs et les mesures à mettre en œuvre sur les différentes masses d'eau. D'ores et déjà, afin de pouvoir apprécier l'évolution de la gestion de l'eau et de mesurer les résultats obtenus, un certain nombre d'indicateurs touchant tous les secteurs ont été retenus dans les Sdage. Sont présentés ci-dessous quelques indicateurs permettant d'évaluer l'efficacité des réponses.

Le nombre de **schémas départementaux des carrières** (SDC) approuvés progresse régulièrement. Il est passé en France métropolitaine de 13 % en 1998 à 52 % en 2001. Près de la moitié des départements français n'ont toujours pas de SDC approuvé et dans les Dom, seule l'île de la Réunion bénéficie d'un SDC approuvé. Quant aux données concernant le programme de réduction des extractions de granulats alluvionnaires, elles sont très incomplètes.

Le pourcentage des communes classées en **zones vulnérables**³² (directive « Nitrates » 91/676/CEE du

12 décembre 1991) est passé en France métropolitaine de 37 % en 1996 à 41 % en 2000. Les extensions concernent surtout l'Île-de-France et la Vendée.

La surface couverte par les **zones sensibles**³³ (directive « ERU ») est passée de 45 % du territoire métropolitain en 1998 à 69 % en janvier 2006. La totalité ou presque des bassins Artois-Picardie, Seine-Normandie et Loire-Bretagne est désormais en zones sensibles.

La France est en retard dans la mise en œuvre de la **directive « ERU »**. En France métropolitaine, au 31 décembre 2005, la conformité en équipement concerne 73 % des stations d'épurations (Step) pour l'échéance du 31 décembre 1998, et 82 % des Step pour l'échéance du 31 décembre 2000. Pour ces deux échéances, les conformités en performances épuratoires sont très semblables : 68 % des Step et 72 % des flux polluants.

En 2002, seuls 36 % des captages AEP bénéficient d'une **déclaration d'utilité publique** (DUP) pour la mise en place de périmètres de protection. La progression observée depuis 1996 est faible, de l'ordre de 2 % par an, soit 800 captages par an.

La population métropolitaine desservie par une eau non conforme³⁴ à la **directive 98/83/CE** du 3 novembre 1998 diminue régulièrement : 9 % en 2000 contre 6 %

33 – Zones sensibles aux pollutions dans lesquelles l'azote et le phosphore doivent être réduits.

34 – Plus de 5 % des analyses de microbiologie, coliformes et streptocoques fécaux sont non conformes.

32 – Zones vulnérables à la pollution diffuse par les nitrates d'origine agricole à cause des caractéristiques des sols et des eaux, ainsi que des teneurs en nitrates des eaux.

Conformités des stations d'épuration – Échéances du 31 décembre 1998 et du 31 décembre 2000 de la directive « ERU »

Équivalent-habitant	Nombre de stations d'épuration	Flux en équivalent habitant*** (EH)	Stations conformes en performance épuratoire**** Bilans des années 2003 ou 2004			Stations conformes en équipement**** au 31 octobre 2005		
			Effectif	Effectif en %	Flux en %	Effectif	Effectif en %	Flux en %
Échéance 1998* France Métropole	388	19 035 248	260	67	72	284	73	75
Échéance 2000** France Métropole	532	45 231 906	361	68	72	436	82	84
Échéance 2000** Dom	19	562 465	9	47	51	9	47	72

* Stations d'épuration des agglomérations de plus de 10 000 habitants en zones sensibles. Les Dom ne sont pas concernés par l'échéance 1998.

** Stations d'épuration des agglomérations de plus de 15 000 habitants hors zones sensibles.

*** Les flux sont calculés à partir de la capacité nominale des stations d'épuration.

**** Une station d'épuration est conforme en performance épuratoire si ses rejets en demande chimique en oxygène (DCO) et demande biochimique en oxygène (DBO5) sont conformes. Elle est conforme en équipement si elle est équipée d'un traitement secondaire.

Note : Pour les zones sensibles, le nombre de stations n'inclut pas celles situées dans les zones nouvellement désignées par les arrêtés préfectoraux de fin 2005-début 2006. Tableau établi en avril 2006.

Source : Medd (DE).

en 2002. Par contre, dans les Dom, la tendance est à l'augmentation : 11 % en 1999 contre 21 % en 2002.

Le nombre de **plans départementaux pour la protection du milieu aquatique et la gestion des ressources piscicoles** (PDPG) achevés progresse régulièrement, passant de 11 % en 1998 à 26 % en 2000.

Environ 4 % des **zones humides d'importance majeure**³⁵ sont couvertes par des mesures de protection fortes³⁶ et 45 % des surfaces sont concernées par le réseau Natura 2000³⁷.

Les **programmes de restauration des grands migrants** mis en place depuis vingt-cinq ans ont permis, à ce jour, les premières réapparitions du saumon (Garonne, Dordogne, Rhin, Haut-Allier³⁸), ainsi que de l'alose et de la lamproie (Garonne, Dordogne et Rhône). L'effacement de trois barrages en 1999 a permis des recolonisations, avec en particulier d'importantes frayères d'aloses ou de lamproies dans les bassins de la Creuse, de la Vienne et de la Gartempe, et des frayères de saumons en 2001 dans la Gartempe et le Haut-Allier.

Concernant la **gestion quantitative de la ressource**, les Sdage prévoient l'amélioration des réseaux piézométriques et des comptages des prélèvements, la mise en place d'objectifs de quantité et de plans de gestion d'étiages. La proportion de **captages équipés d'un compteur** est globalement plus élevée pour les eaux

souterraines et l'eau potable. Concernant l'irrigation, les taux de comptage sont encore insuffisants mais en nette progression : ils s'élevaient en 1997 à 24 % pour les eaux superficielles et à 47 % pour les eaux souterraines.

Pourcentages de captages équipés d'un compteur volumétrique (2001)

	Eau potable	Industrie	Irrigation
Eaux superficielles	90 %	73 %	43 %
Eaux souterraines	90 %	84 %	74 %

Source : agences de l'Eau.

Quarante ans de lois sur l'eau et une nouvelle loi sur l'eau en préparation

L'État prépare une troisième loi sur l'eau pour prendre en compte à la fois les insuffisances des précédentes lois sur l'eau (1964 et 1992) et le contexte de la DCE. Il s'agit de donner les outils à l'administration, aux collectivités territoriales et aux acteurs de l'eau pour atteindre le bon état en 2015 et parvenir à une exploitation durable de la ressource en eau. Il s'agit également de donner aux collectivités territoriales les moyens de rendre les services publics d'eau potable et d'assainissement transparents, accessibles aux plus démunis et respectueux de l'environnement.

35 – Les zones humides d'importance majeure ont été choisies par le plan d'action en faveur des zones humides pour constituer un échantillon des divers types de zones humides en France. Elles sont suivies par l'Observatoire national des zones humides.

36 – Les données disponibles et les plus récentes qui ont été utilisées sont les suivantes : CELRL (2002), Réserves naturelles (2003), Réserves naturelles volontaires (1999), Réserves nationales de chasse et faune sauvage (2002), Arrêtés de protection de biotope (2003), Parcs nationaux - zone centrale - (2002).

37 – Les données disponibles et les plus récentes qui ont été utilisées sont les suivantes : zone de protection spéciale ou ZPS (2004) et proposition de sites d'intérêt communautaire ou pSIC (2004).

38 – Pour le Haut-Allier, il s'agit d'un renforcement significatif de sa population qui n'avait pas complètement disparu.

La police de l'eau : une réforme pour un meilleur service

Au-delà des nécessaires améliorations à apporter à la loi sur l'eau, le rapport Miquel^a indiquait en 2003 que, « de l'avis unanime des observateurs et même des intéressés, c'est la police de l'eau qui est le maillon faible ». La Mission interministérielle sur les polices de l'environnement^b dresse en 2005 le constat « d'une efficacité médiocre qui ne correspond ni aux enjeux actuels, ni à l'évolution des normes juridiques, notamment communautaires, ni aux attentes croissantes des citoyens dans ce domaine (...) Plus qu'une somme d'améliorations, il s'agit de mettre en place un processus nouveau pour rendre effectives les dispositions, trop souvent virtuelles, du droit de l'environnement (...) Dès à présent, il est primordial pour l'État de considérer les infractions à l'environnement au même titre que les autres formes de délinquance et accorder à la lutte contre la délinquance environnementale la même attention en terme d'organisation et de moyens, de mettre à niveau le droit pénal avec les exigences du droit communautaire et de doter les services et les agents chargés d'exercer les polices de compétences et procédures unifiées ». La police de l'eau présente en effet de nombreuses défaillances. Les effectifs des agents des services départementaux et des gardes du Conseil supérieur de la pêche (CSP) sont souvent très insuffisants par rapport aux nombres croissants de textes à appliquer et de dossiers à traiter. Outre le manque important de moyens, le rapport Miquel note « la source de confusion » liée à la juxtaposition de missions de conseil et de contrôle pour l'ingénierie au profit des petites communes (« survivance d'un passé révolu ») et pour l'agriculture (« la Ddaf peut-elle assurer la police de l'eau auprès des agriculteurs ? »). Cette confusion subsiste « même si le

contrôle et le conseil ne sont pas assurés par les mêmes personnes ni les mêmes services ». Selon la Mission interministérielle, une des voies de réflexion pour l'avenir consiste en « la refonte complète du système existant avec par exemple la création d'un corps unique de police de l'environnement dédié exclusivement à la lutte contre toutes les formes de délinquance environnementale. C'est le choix fait par d'autres États européens, et cette solution aurait le mérite de l'unité ».

Devant ce constat, le Medd a lancé une réforme portant sur l'organisation des services de police de l'eau et leurs outils. La réforme des services de police de l'eau et de Missions interservices de l'eau (Mise) a été lancée par circulaire interministérielle (cinq ministères concernés) en novembre 2004. Elle prévoit la création dans chaque département d'un service unique chargé de la police de l'eau. Une simplification des procédures a été engagée avec l'ordonnance du 18 juillet 2005. Celle-ci crée une possibilité nouvelle pour le préfet de s'opposer à une déclaration au titre de la loi sur l'eau et fusionne les régimes d'autorisation au titre de la loi « Pêche » et de la loi sur l'eau. La révision des décrets organisant ces procédures sera achevée courant 2006 et complètera le dispositif. L'action de l'administration sera ainsi recentrée sur les ouvrages les plus importants et le contrôle de terrain. Ces réformes visent à permettre aux services de police de l'eau d'accomplir leurs missions dans de meilleures conditions et avec plus d'efficacité, tout en améliorant la qualité du service rendu à l'utilisateur, notamment en matière de délai d'instruction.

a – Miquel G., 2003.

b – Voir le rapport interministériel des inspections générales, 2005, en bibliographie.

La DCE, un nouveau cadre pour élaborer les réponses

Un processus pour élaborer des réponses adaptées

L'objectif de la DCE est d'atteindre le bon état de chaque masse d'eau en 2015. Pour cela, elle met en place un processus à réaliser dans chaque grand bassin. La première itération a commencé fin 2000 et comporte les étapes suivantes :

- élaboration d'un état des lieux afin de déterminer les masses d'eau risquant de ne pas atteindre le bon état en fin de cycle ;

- réalisation d'études complémentaires afin d'élaborer les mesures à mettre en œuvre pour atteindre le bon état. Le délai pour obtenir le bon état peut être allongé (de 6 à 12 ans au maximum) si ces mesures ont un coût disproportionné ou en cas d'impossibilité technique ;

- adoption d'un plan de gestion qui précise les objectifs retenus par masse d'eau, justifie chaque dérogation et décrit les programmes de mesure. En France, ces plans de gestion s'intégreront aux Sdage. Le premier plan de gestion doit être adopté en 2009 ;

- mise en œuvre du plan de gestion ;

- réalisation d'un nouvel état des lieux pour évaluer des résultats atteints puis élaboration du plan de gestion suivant.

Après le premier exercice, les plans de gestion se succéderont tous les six ans.

Le moteur de la modernisation du système d'information sur l'eau

La DCE impose un suivi minimum de l'état des eaux, adapté au RNABE de chaque masse d'eau. Un contrôle « de surveillance » doit avoir lieu tous les six ans pour rendre compte de l'état global de la ressource et des grandes tendances d'évolution des masses d'eau en fonction des pressions anthropiques qui s'exercent sur celles-ci. Un contrôle « opérationnel » doit avoir lieu tous les ans pour rendre compte des évolutions des paramètres déclassants dans les masses d'eau identifiées à risque. Les premiers contrôles ont démarré en 2006.

La DCE est ainsi un élément moteur pour la modernisation et l'optimisation du système d'information sur l'eau (SIE). Cette modernisation est également nécessaire pour que la France puisse remplir ses obligations de rapportage international (AEE, OCDE-Eurostat, Ramsar, Ospar, Medpol, etc.) et d'information environnementale (convention d'Aarhus), ainsi que pour la définition et l'évaluation des politiques publiques. Le système existant (RNDE, Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau - Sandre - et banques de références) est complexe, cloisonné et incomplet. Le SIE collecte et bancarise l'ensemble des données relatives à l'eau en provenance des producteurs de données. Ces données sont rendues accessibles et valorisées à l'attention de tous les usagers de l'information : services de l'État, citoyens, associations, professionnels, autorités publiques nationales et européennes, etc. Le SIE est basé sur une démarche partenariale et concertée, cadrée au niveau national. Il devra être opérationnel fin 2006, échéance à laquelle l'ensemble des réseaux de mesure devront satisfaire aux exigences de la DCE. Des schémas directeurs des données sur l'eau (SDDE) sont mis en place dans chaque bassin.

Même si les moyens alloués pour la mise en place du SIE ne permettront sans doute pas d'aller au-delà des objectifs minima fixés par la DCE, le travail et les réflexions engagés devraient permettre d'améliorer la qualité, la quantité et la pertinence des données sur l'eau, notamment pour les micropolluants.

Un système européen d'évaluation de la qualité de l'eau

Dans l'optique de la DCE, l'état d'une masse d'eau est apprécié en mesurant l'écart entre les conditions observées et les conditions de référence, caractérisées par les conditions naturelles les plus probables en l'absence d'activité humaine significative sur une masse d'eau du même type. Ainsi, le bon état est défini par un écart léger par rapport à l'état de référence. La plupart des indicateurs de qualité SEQ utilisés jusqu'à présent par la France doivent faire l'objet d'un calage de façon à évaluer la qualité, non pas dans l'absolu, mais relativement à l'état de référence. C'est pourquoi un nouveau système d'évaluation de la qualité adapté à la DCE est élaboré. Les différents systèmes d'évaluation de l'état des eaux des États membres seront étalonnés pour permettre les comparaisons.

Les principales directives européennes sur l'eau

De nombreuses directives sont élaborées par la Communauté européenne pour l'amélioration de la qualité de l'eau. Elles sont ensuite transposées dans le droit français. Certaines, déjà anciennes, sont révisées. Les directives sur les eaux piscicoles et conchylicoles, sur les eaux souterraines et sur les substances dangereuses vont être abrogées parce qu'elles sont intégrées dans la DCE.

Les grandes directives européennes dans le domaine de l'eau

Directive	Domaine	Révision
75/440/CEE	Eaux potabilisables	Non
2006/7/CE	Eaux de baignade	Remplace la directive 76/160/CEE
76/464/CEE	Substances dangereuses	Seront abrogées
78/659/CE	Eaux piscicoles	
79/869/CEE	Eaux conchylicoles	
80/68/CEE	Eaux souterraines	
91/271/CEE	Eaux résiduaires urbaines (ERU)	Non
91/676/CEE	Nitrates	Non
96/61/CEE	Prévention et réduction intégrées de la pollution (IPPC)	Possible
98/83/CE et 80/68/CEE	Eau potable	En cours
2000/60/CE	Directive-cadre sur l'eau (DCE)	Non

Source : Medd (DE).

De nouvelles mesures de protection pour les eaux marines

En matière de qualité microbiologique des zones de production des coquillages, d'importantes échéances réglementaires européennes sont attendues avec la mise en application du règlement européen 854/2004 du 29 avril 2004 dès 2006. Il rendra caduque la réglementation française existante en la matière. Ces règlements entraînent des modifications dans la surveillance, avec la prise en compte des sources de contamination et du comportement hydrodynamique des polluants au sein de la zone définie. Ils modifient les seuils microbiologiques de qualité^a et la méthode de référence^b. Un guide européen des bonnes pratiques de surveillance est actuellement en préparation. Il constituera un document-guide d'application de la réglementation européenne.

Depuis 2003, le suivi de la contamination des eaux côtières par le TBT, via la mesure de l'imposex, est imposé aux pays signataires de la convention Oskar. Le TBT est inter-

dit dans les peintures antisalissures depuis 1982 pour les navires de moins de 25 m. Depuis le 1^{er} janvier 2004, cette interdiction s'applique à tous les bateaux sauf à ceux de la Marine nationale. Sur le plan international, le bannissement total du TBT, initialement prévu en 2003, est actuellement retardé. Ce *statu quo* est dû à l'absence de nouveaux procédés qui satisfassent aux exigences économiques. En effet, la prolifération d'organismes marins sur les carènes des navires accroît considérablement les dépenses en carburant. Les pouvoirs publics sont donc aujourd'hui confrontés à un choix de priorité car l'économie en carburants constitue également une disposition favorable à l'environnement.

a – Une zone est de qualité A, B ou C lorsque 100 % des résultats sont inférieurs respectivement à 230, 4 600 ou 46 000 E. coli pour 100 g de chair et liquide intervalvaire.

b – Méthode du nombre le plus probable ISO 16 649-3.

Perspectives : continuité ou changements structurels ?

Les rejets des stations d'épuration des collectivités participent de façon significative à la pollution des cours d'eau : ils contribuent environ au cinquième de la charge azotée et à la moitié de la charge phosphorée véhiculées par les fleuves français. Les systèmes d'assainissement sont à l'origine de la moitié des contaminations microbiologiques recensées dans les eaux superficielles. Et malgré toutes les mesures et toutes les réglementations, seulement 68 % des Step des grandes agglomérations³⁹ de la France métropolitaine ont des performances épuratoires conformes en 2003-2004. Avec le changement climatique, les étiages estivaux risquent d'être plus fréquents et plus sévères dans les années à venir, si bien que les rejets des Step devront subir des traitements plus poussés pour être tolérés par les milieux récepteurs, avec pour conséquence directe l'augmentation des coûts de l'épuration. Les boues produites ne se valorisent pas facilement dans l'agriculture à cause de leurs teneurs éventuelles en contaminants toxiques. En l'absence de maintenance préventive, l'ensemble des réseaux d'assainissement et d'eau potable risque fort de devenir vétuste et déficient dans 40 à 50 ans⁴⁰, avec un coût de réhabilitation prohibitif. Le tiers des

volumes prélevés pour l'eau potable ne peut pas se faire dans une ressource de bonne qualité, et la qualité de la ressource se dégrade avec pour conséquence directe l'augmentation des coûts de traitement de potabilisation. Les prélèvements pour l'eau potable ne baissent pas⁴¹ et 10 % des masses d'eau souterraines sont en déséquilibre quantitatif.

Pour l'agriculture, les démarches mises en place à l'échelle nationale et régionale, par les voies de l'incitation, de la réglementation ou du volontariat, commencent à modifier les pratiques et à porter leurs fruits, mais restent pour l'instant très insuffisantes. Sur le plan quantitatif, les activités agricoles sont à l'origine de la moitié des volumes prélevés hors refroidissement et de quatre cinquièmes des volumes consommés pendant la période estivale, avec pour conséquence un impact majeur sur les écosystèmes aquatiques. Leur taux de comptage est aussi très insuffisant. Sur le plan qualitatif, l'agriculture est

40 – On compte environ 800 000 km de conduites pour distribuer l'eau potable, 250 000 km de canalisations pour la collecte des eaux usées et 80 000 km de canalisations pour la collecte des eaux pluviales. Environ 1 % des réseaux sont renouvelés chaque année. Selon une étude conduite par l'Office international de l'eau en 2002 pour le compte du Medd, « pour le réseau d'assainissement comme pour le réseau d'eau potable, il n'existe pas de maintenance préventive ni de remplacement de conduite avant dégradation majeure. Si les collectivités locales ne peuvent pas réaliser un renouvellement préventif de ces réseaux, le risque pour que l'on arrive, à un horizon de 40-50 ans, en particulier pour l'assainissement, à une situation où l'ensemble des réseaux sera vétuste et déficient deviendra très élevé ».

41 – Et s'ils baissaient trop, la stagnation de l'eau dans les systèmes d'approvisionnement engendrerait des problèmes bactériologiques. Source : Agence allemande de Presse, juin 2005.

39 – Agglomérations de plus de 10 000 habitants en zones sensibles et agglomérations de plus de 15 000 habitants hors zones sensibles.

Eau potable, assainissement et agriculture : des pistes pour le futur

Les progrès de l'industrie dans les domaines qualitatifs et quantitatifs proviennent essentiellement de la prise en compte des pollutions à la source et du recyclage des eaux de process grâce, en particulier, aux nouvelles technologies membranaires. Certains pays de l'Europe du Nord ou d'Asie, en voie de développement ou situés dans des régions arides, commencent à se pencher sur l'application de ces deux principes à l'eau potable et à l'assainissement. Le modèle occidental de gestion de l'eau a été conçu au siècle dernier, sans contraintes de durabilité. Il est à présent contesté : « *Il n'est pas adapté au niveau de développement et il n'est pas la panacée* » (Semaine mondiale de l'eau en août 2005). Les réflexions et les recherches se basent sur un constat de dilution des pollutions et de gâchis des ressources de très bonne qualité. Ce constat, décliné pour la France, est le suivant : 90 % de la pollution domestique en demande biochimique en oxygène (DBO5), demande chimique en oxygène (DCO) et azote, et 50 % de la pollution en phosphore proviennent uniquement des urines et excréments, eux-mêmes concentrés dans seulement 1 % du volume des effluents*. L'essentiel de la contamination en germes pathogènes provient uniquement des excréments dont le volume ne représente que 0,1 % de celui des effluents. Seuls 3 % des 55 m³ d'eau potable consommés chaque année par un Français sont destinés à un usage alimentaire ou apparenté : boisson, lavage et cuisson des aliments. Les 97 % restant servent à d'autres usages qui n'ont pas la même exigence de qualité de l'eau : lavages corporels, lavages des sols, de la vaisselle, du linge et de la voiture, arrosage du jardin, remplissage de la piscine, etc. Plusieurs pistes techniques émergent. Pour l'assainissement, il s'agirait de ne plus mélanger les urines et excréments avec les eaux de lavage ou « eaux grises »,

essentiellement chargées en tensioactifs et phosphates. Les lisiers humains pourraient être récupérés par une filière séparée (toilettes sèches par exemple) et traités par compostage* de façon à produire des boues organiques valorisables sans risque^a par la filière agricole. Les eaux grises nécessitent des traitements épuratoires moins coûteux que les effluents domestiques actuels et sont en grande partie recyclables après ces traitements. Pour l'eau potable, il s'agirait de ne prélever que les 3 % nécessaires du volume actuel dans les réserves d'eau souterraine de très bonne qualité^b. Les 97 % restants peuvent se contenter de la ressource superficielle de qualité moindre. La réduction de l'exploitation des eaux souterraines pour l'usage eau potable permettrait de préserver ces ressources faiblement renouvelables pour les générations futures. Elle permettrait aussi à ce compartiment de jouer son rôle de maintien des ressources en eaux superficielles, en particulier des débits d'étiages. Par des pratiques agricoles et des cultures adaptées, les sols végétalisés pourraient alors retrouver leur rôle de régulation des régimes hydrologiques et hydrogéologiques, et de prévention des pollutions des eaux superficielles et souterraines.

a – Car non mélangées avec les autres effluents responsables des apports en contaminants toxiques.

b – Les systèmes d'assainissement actuels pourraient être utilisés pour la collecte et le traitement des eaux grises nettement moins impactantes en cas de fuites. Les réseaux d'eau potable actuels pourraient être utilisés pour distribuer une eau répondant aux normes de potabilité pour la microbiologie, mais à des normes beaucoup moins contraignantes pour d'autres polluants comme par exemple les nitrates ou les pesticides. Cette eau proviendrait du recyclage des eaux grises complété par des prélèvements dans des cours d'eau ou des nappes superficielles de moindre qualité. L'eau potable proviendrait des nappes profondes de très bonne qualité et serait distribuée en contenants recyclables. Les hôpitaux, industries agroalimentaires et autres établissements qui ont des besoins en eau potable particuliers peuvent abaisser la teneur de l'eau en certains paramètres en installant des postes de traitement complémentaires.

responsable d'environ deux tiers de la charge azotée et du tiers de la charge phosphorée véhiculées par les cours d'eau. De plus, les nitrates et les pesticides sont omniprésents en zones de cultures intensives et difficiles à appréhender à cause de leur caractère diffus. L'agriculture intensive favorise l'érosion des sols et leur appauvrissement en matière organique, avec pour conséquence directe la dégradation de la qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines.

Tous ces éléments conduisent à un constat de non-durabilité. On constate une stabilisation des prélèvements pour l'eau potable et une baisse des dégradations causées par l'assainissement. Mais

l'amélioration de l'état des milieux a atteint une phase asymptotique qui ne correspond pas au bon état des milieux aquatiques. Une question se pose : est-il possible d'améliorer ces résultats de façon significative en poursuivant dans la même voie ? Le réexamen des problématiques liées à des activités manifestement non durables semble inévitable à terme. Ce réexamen doit être effectué sans *a priori* et à la lumière des connaissances scientifiques actuelles sur le cycle de l'eau. Un certain nombre de pays dans le monde ont déjà entamé cette remise en question sur des sujets comme l'eau potable, l'assainissement et l'agriculture.

Pour en savoir plus

Site portail sur l'eau

Le site portail de l'eau (<http://www.eaufrance.fr>) est opérationnel. Il a été créé pour faciliter l'accès à l'information publique dans le domaine de l'eau. Il est le point d'entrée du système d'information sur l'eau. On y trouve :

- des informations générales sur la ressource en eau, les milieux aquatiques et leurs usages, les acteurs de l'eau, les risques et la politique publique de l'eau ;
- des liens vers les sites Internet diffusant les données d'observation et d'évaluation ou consacrés à l'action (planification, gestion de l'eau et de l'assainissement, réglementation, etc.) et à la participation (le droit à l'information, la concertation, la formation, les métiers, etc.) ;
- une base documentaire et un glossaire général sur l'eau ainsi que les liens Internet vers plusieurs autres bases et glossaires consacrés à l'eau.

Publications

- Conseil supérieur de la Pêche, 2003. *Rapport annuel sur l'état des populations piscicoles*. Fontenay-sous-Bois, Conseil supérieur de la Pêche.
- Ifen, 2004. *L'état des eaux souterraines en France : aspects quantitatifs et qualitatifs*. Orléans, Ifen. 36 p. (coll. *Études et travaux*, n° 43).
- Ifen, 2004. « Les progrès de la collecte des eaux usées et pluviales », *Les données de l'environnement*, n° 93, août 2004, 4 p.
- Ifen, 2004. *Les pesticides dans les eaux – Sixième bilan annuel – Données 2002*. Orléans, Ifen. 32 p. (coll. *Études et travaux*, n° 42).
- Ifen, 2002. « Flux à la mer : trop d'azote mais moins de phosphore », *Les données de l'environnement*, n° 72, janvier-février 2002, 4 p.
- Ifen, 2001. « 800 000 km de conduites pour distribuer l'eau potable », *Les données de l'environnement*, n° 71, novembre-décembre 2001, 4 p.
- Ifremer, ministère de l'Écologie et du Développement durable, 2005. *Surveillance du milieu marin : travaux du Réseau national d'observation de la qualité du milieu marin*, édition 2005. Nantes, Ifremer. 48 p.
- Ministère de l'Écologie et du Développement durable, 2003. *Prise de poste dans le domaine de l'eau*. (44 fiches).
- Ministère de l'Écologie et du Développement durable, Ifen, Office international de l'eau, agences de l'Eau, 2004. *Les prélèvements d'eau en France en 2001*. Paris, ministère de l'Écologie et du Développement durable. 56 p.
- Ministère de l'Intérieur, de la Sécurité intérieure et des Libertés locales, ministère de l'Équipement, des Transports, de l'Aménagement du territoire, du Tourisme et de la Mer, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et de la Ruralité, ministère de la Justice, ministère de l'Écologie et du Développement durable, 2005. « Renforcement et structuration des polices de l'environnement » (*rapport interministériel des inspections générales présenté par Simoni M.-L., Perriez F., Berriat A., Delbos V., Mazière B., Tetart S., Bourgau J.-M., Guth M.-O. et Verrel J.-L.*). Paris, ministère de l'Écologie et du Développement durable. 70 p. + annexes.
- Miquel G., 2003. « La qualité de l'eau et de l'assainissement en France » (*rapport du Sénat n° 215 et de l'Assemblée nationale n° 705 examiné et adopté par l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques - OPECST*). 195 p. (disponible en ligne : <http://www.senat.fr>).
- Simonet F., 2001. « Le nouveau système d'évaluation de la qualité de l'eau des rivières : le SEQ-Eau », *Revue de l'agence de l'Eau Adour-Garonne*, n° 81, Hiver 2001, pp. 7-9.