

L'évolution de la qualité des milieux aquatiques du bassin Seine-Normandie à l'horizon 2015



Le scénario tendanciel
de la directive cadre
sur l'eau pour le bassin
Seine-Normandie

Notes de synthèse
Septembre 2005



AGENCE DE L'EAU
SEINE-NORMANDIE

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie contribue sur son bassin, en liaison avec les services déconcentrés de l'État, à la mise en œuvre de la directive cadre européenne sur l'eau. L'étude de l'évolution des milieux aquatiques présentée dans cet ouvrage est un outil destiné à mieux concevoir la politique de gestion de l'eau qui doit nous conduire au bon état en 2015. La démarche de prospective des milieux aquatiques consiste notamment à explorer les évolutions tendanciennes, c'est-à-dire la prolongation des tendances passées. Elle identifie et décrit les principaux moteurs de ces évolutions ainsi que les incertitudes qui y sont liées.

Plus précisément, cet exercice a deux objectifs :

- d'une part, évaluer la qualité des milieux aquatiques en 2015 si aucune politique environnementale nouvelle n'était mise en place d'ici là et si les activités économiques suivaient leur dynamique actuelle. Ceci doit permettre de mieux identifier et dimensionner les besoins d'actions environnementales à réaliser ;

- d'autre part, envisager les éventuelles ruptures ou grands changements qui pourraient influencer la qualité des milieux aquatiques dans le futur, en étudiant les facteurs de changement déjà perceptibles aujourd'hui, même s'ils semblent encore peu importants.

C'est dans la perspective de faciliter les décisions des acteurs de l'eau que l'agence propose ces éléments de réflexion sur la qualité future des milieux aquatiques à travers huit thématiques.

Le choix de ces thématiques provient du manque d'éléments quantifiés homogènes les concernant. Or, il est clair aujourd'hui que ces questions doivent constituer une préoccupation, non seulement pour l'équilibre des écosystèmes aquatiques, mais aussi pour la santé humaine.

Il est souhaitable que l'étude de l'évolution future des milieux aquatiques se poursuive et qu'elle contribue à la définition d'actions et de politiques adaptées aux changements à venir et répondant à l'objectif de bon état des eaux.

Je remercie tous les experts qui ont participé à cette démarche de prospective, plus particulièrement ceux qui ont constitué le « noyau dur » de ce travail, et j'espère que les premiers éléments d'analyse qui vous sont proposés susciteront un débat approfondi.


Guy Fradin

Directeur de l'Agence de l'eau Seine-Normandie



L'évolution de la qualité des milieux aquatiques du bassin Seine-Normandie d'ici 2015

*Le scénario tendanciel de la directive cadre sur l'eau pour le bassin Seine-Normandie
Notes de synthèse, septembre 2005*

Maîtrise d'ouvrage :

Agence de l'Eau Seine-Normandie,
Direction des études, de la prospective et de l'évaluation environnementales pour le compte du comité de pilotage de la directive cadre, AESN, Diren Île-de-France.

Comité de rédaction (fonctions occupées en 2003) :

- **Nicolas Bacq**, ingénieur au sein du Programme inter-disciplinaire de recherche en environnement sur le bassin de la Seine (PIREN Seine).
- **Françoise Bauvois**, chef du service Études et Réseaux de mesures sur le milieu naturel, direction des Études, AESN.
- **Gilles Billen**, directeur du Programme Inter-disciplinaire de Recherche en Environnement sur le bassin de la Seine (PIREN Seine).
- **Stéphanie Blanc**, chargée d'études Prospectives, service Prévion, Évaluation et Prospective, direction des études, AESN.
- **Gilles Crosnier**, chef du service Eau et Milieux aquatiques, Diren Haute-Normandie.
- **Gauthier Grièche**, chargé de mission Directive cadre, Diren Île-de-France.
- **Yann Laurans**, chef du service Prévion, Évaluation et Prospective, direction des études, AESN.
- **Christian Lévêque**, Institut de recherche en développement, CNRS.
- **Antoine Montiel**, directeur Qualité et Environnement, Eaux de Paris (société anonyme de gestion des eaux de Paris).
- **Luc Pereira Ramos**, chargé de mission Directive cadre, service Études et Réseaux de mesures sur le milieu naturel, direction des Études, AESN.
- **Sébastien Treyer**, chargé de mission Prospective, service de la Recherche et de la Prospective, D4E, MEDD.

■ Mise en forme et illustration : **Graphies**, 38240 Meylan Inovalée

Crédits photographiques : AESN sauf indication contraire
Photographie de couverture : C. Couvert, Graphies.

Introduction

Dresser un état des lieux en 2004 et se prononcer sur la probabilité d'atteindre le bon état en 2015, comme le demande la directive cadre sur l'eau (DCE), suppose de se projeter dans l'avenir. Il s'agit notamment de proposer un diagnostic qui prenne en compte les dynamiques en cours « toutes choses égales par ailleurs ». On vise ainsi à évaluer l'écart probable, non pas entre la situation actuelle et l'objectif de bon état, mais entre ce bon état et la situation « tendancielle » qui prévaudrait en 2015 sans autre politique que celle qui est décidée et programmée aujourd'hui. Cette situation future, hypothétique, résulte ainsi de la continuité des pratiques et des réglementations actuelles, ainsi que de la mise en œuvre des programmes de travaux aujourd'hui décidés.

Le bon état des eaux et des milieux s'exprime à travers divers paramètres que l'on peut classer en trois catégories :

- physico-chimiques et chimiques : teneurs en polluants soumis à redevance et pour lesquels des données chiffrées sont disponibles (« macropolluants » : matières organiques, azotées, phosphorées pour l'essentiel) ; teneurs en substances chimiques diverses, telles que les pesticides, les micropolluants minéraux et organiques, etc. pour lesquelles les données ou les modélisations font défaut ;
- morphologiques : qualité des habitats aquatiques (état des berges, des fonds, etc.) ;
- biologiques : état des peuplements d'organismes vivants.

Les eaux souterraines ne sont soumises qu'aux pollutions physico-chimiques ; tous les autres milieux sont concernés par les trois catégories de pressions.

Sur le bassin Seine-Normandie, un scénario tendanciel d'évolution de la qualité des

milieux aquatiques a donc été élaboré. Ce travail a été réalisé en deux volets :

- le premier a consisté en une étude chiffrée qui a visé à simuler l'évolution des rejets ponctuels de macropolluants (matières organiques, azotées et phosphorées) dans les cours d'eau de surface et à estimer la qualité résultante des eaux. Cette simulation tient compte des réglementations et des travaux qui sont actuellement en cours et que l'on suppose mis en œuvre. Certains de ces travaux seront réalisés avant 2015, ce qui laisse subsister une marge de manœuvre au regard des objectifs de bon état. Cette étude est accompagnée d'une évaluation économique des travaux envisagés¹ ;
- le deuxième volet a abordé de manière qualitative tous les autres paramètres chimiques ainsi que la morphologie et la biologie.

Cette dernière approche fait l'objet du présent document. L'exercice s'appuie sur des dires d'experts : scientifiques, Agence de l'Eau, ministère de l'Écologie et ses services déconcentrés. Il a visé à proposer un avis sur les tendances d'évolution et les facteurs de changement possibles en cours. Huit thèmes ont été traités : les pollutions diffuses agricoles (phytosanitaires) ; les micropolluants chimiques ; les contaminations microbiologiques ; les eaux souterraines ; les zones humides ; la morphologie du réseau hydrographique : habitats et inondations ; la biodiversité et enfin les milieux littoraux et estuariens.

Un groupe de rédaction a été composé de l'Agence de l'Eau (direction des Études, service Prévision, Évaluation et Prospective), de la Diren Île-de-France (service de Bassin) et de scientifiques et gestionnaires. Il a

¹ - Voir la plaquette Anticiper la qualité de l'eau d'ici 2015, AESN, à paraître.

Sommaire

Introduction	1
Résumé	3
1 Les pollutions diffuses agricoles (phytosanitaires)	4
2 Les micropolluants chimiques	13
3 Le contamination microbiologique (bactéries, virus, champignons, etc.) ..	19
4 Les eaux souterraines	29
5 Les zones humides	35
6 Morphologie du réseau hydrographique Habitats et inondations	43
7 La biodiversité (flore et faune aquatiques)	49
8 Les milieux littoraux et estuariens	56



Anguille

Graphiques, d'après Hissek.

auditionné, lors de séances de prospective, des experts sur les thèmes à traiter de mars à septembre 2003. À la suite de ces auditions, le groupe de rédaction a effectué la synthèse des présentations et débats et a rédigé des notes dont les éléments principaux ont été intégrés à l'état des lieux du bassin Seine-Normandie.

Les questions posées aux experts lors des séances étaient les suivantes :

- *Quelles ont été, par le passé, sur une période qui vous semble significative, les grandes tendances d'évolution ?*
- *Quels ont été, par le passé, les moteurs de changement et d'inflexions éventuelles des tendances moyennes ?*
- *Dans quelle direction les choses évoluent-elles ? Les politiques en cours ou programmées aujourd'hui vous semblent-elles en mesure de changer cette évolution ? Quelles pourraient être les trois hypothèses d'évolution (optimiste, pessimiste, moyenne) à retenir pour élaborer des scénarios ?*
- *Quels sont les autres facteurs de changement possibles dans le futur (incertitudes, ruptures, etc.) ?*

Cette image des milieux aquatiques en 2015 n'est bien évidemment pas une prédiction, puisqu'il reste aux acteurs du bassin la possibilité d'agir et que, par ailleurs, des ruptures (non « tendancielle ») sont possibles d'ici à 2015 - et ont été examinées pour certains thèmes.

Ce document regroupe l'ensemble des notes rédigées, illustrées par des matériaux fournis par les experts ou issus de la bibliographie. Le groupe de rédaction est seul auteur de ces synthèses. Les experts interrogés les ont, bien entendu, relues mais ne peuvent être tenus pour responsables de ce qui y est exprimé.

Un résumé de l'ensemble des notes, situé au début du document, fournit les grandes tendances d'évolution de la qualité des milieux aquatiques à l'horizon 2015, ainsi que les éventuels facteurs de rupture. Chaque note, fournissant un premier éclairage sur le thème considéré et les questions qui se posent, peut se lire indépendamment des autres, certaines se recoupant.

La structure générale d'une note est en quatre ou cinq parties principales. Une brève introduction définit le champ thématique de la note et un tableau de synthèse présente les tendances passées (positives et négatives) pour la qualité de l'eau et des milieux, les facteurs de changement (réglementaires, financiers et contractuels) et l'image de l'état futur que produisent ces projections². Puis les évolutions passées et leurs moteurs, ainsi que les tendances d'évolution à venir, font l'objet de la (ou des deux) première(s) partie(s). Les facteurs explicatifs des évolutions font l'objet de la deuxième (ou troisième) partie. Enfin, la dernière partie est consacrée à l'exploration d'un ou de plusieurs scénarios, pour certains, contrastés.

2 - Ces tableaux ont été inclus à l'état des lieux du bassin Seine-Normandie demandé par la DCE (État des lieux du bassin de la Seine et des fleuves côtiers normands, AESN, 2005). Ces appréciations qualitatives, associées aux appréciations plus quantifiées de l'évolution des pollutions ponctuelles (premier volet du scénario tendanciel de la DCE présenté ci-dessus) ont servi à apprécier le risque des masses d'eau du bassin de ne pas atteindre le bon état en 2015 et serviront de socle à l'élaboration des mesures complémentaires nécessaires à l'atteinte du bon état.

L'évolution de la qualité des milieux aquatiques

Cette page présente une synthèse des conclusions de l'ensemble des travaux réalisés sur le scénario tendanciel telles que présentée dans l'état des lieux du bassin Seine-Normandie.

La pollution physico-chimique des cours d'eau est la préoccupation la plus ancienne : les excès de nutriments conduisent à des proliférations végétales excessives et entraînent une consommation importante d'oxygène qui fait alors défaut à l'ensemble de la faune et de la flore. **C'est aussi, assez logiquement, celle sur laquelle le bassin a fait le plus de progrès**. En effet, sur le bassin Seine-Normandie, on n'observe plus de désoxygénation majeure des cours d'eau et la pollution organique est en grande partie maîtrisée.

Des progrès importants ont également été réalisés sur les pollutions par les métaux lourds, du fait principalement de l'amélioration des traitements des effluents industriels. Ces pollutions métalliques majeures ont également été réduites grâce à la baisse des rejets directs dans les cours d'eau. En effet, la collecte, en particulier des eaux pluviales (responsables par le passé de fortes mortalités de poissons) s'améliore sensiblement.

Les rejets diminuant, les pics de pollution ayant été éliminés, les mesures mettent en évidence de nouvelles molécules. Pour la plupart, ces substances existaient auparavant mais ne constituaient pas un enjeu majeur et se trouvaient masquées par des pollutions plus massives aujourd'hui réduites. À l'heure actuelle, d'une part, elles sont mieux détectées, d'autre part, on commence à mesurer des effets négatifs sur l'écosystème qui font craindre des effets néfastes pour la santé humaine. Ces substances sont, entre autres, les résidus médicamenteux (antibiotiques, notamment issus de la pharmacie vétérinaire, hormones, mais

aussi anti-dépresseurs, paracétamol, etc.), les détergents, les plastifiants (emballages) et les pesticides (diversification croissante des produits). Cette situation est en aggravation puisque les utilisateurs restent demandeurs d'innovation et d'efficacité dans les produits qu'ils utilisent, ce qui conduit à une augmentation et à une diversification des substances retrouvées dans les eaux.

Du fait de la tendance générale à l'amélioration de la qualité chimique des eaux, la qualité biologique (faune et flore) est aujourd'hui principalement conditionnée à la qualité physique (habitats). Dans ce domaine, le rythme des processus de destruction les plus directs semble se ralentir du fait de leur meilleure prise en compte lorsque des aménagements touchent aux lits des cours d'eau (grandes infrastructures et dans une moindre mesure drainage agricole). **Cependant les processus de dégradation diffus qui atteignent la qualité générale de ces milieux se poursuivent**. On constate par exemple une banalisation des milieux aquatiques, qui se traduit par une réduction de la biodiversité, au profit d'espèces invasives peu sensibles. Sur le plan chimique, néanmoins, le niveau d'eutrophisation des eaux de surface, est en baisse en eaux continentales, mais non en milieu littoral. Il est cependant encore trop haut pour voir réapparaître certaines espèces sensibles.

D'une manière générale, les qualités physique, chimique et biologique des milieux aquatiques sont liées. En effet, la qualité de la faune et de la flore aquatiques dépendent à la fois des concentrations de substances chimiques dans les eaux - en premier lieu du degré d'eutrophisation - et des conditions physiques : aménagement des berges, canalisation du lit majeur, etc. À l'inverse, il faut souligner que la qualité chimique de l'eau dépend également beaucoup des

conditions morphologique et physique (débits, matières en suspension, recharge, épuration par les zones humides, berges jouant le rôle de filtres, etc.). Cependant, l'articulation entre les scénarios sur la qualité de l'eau et les scénarios physiques (inondations, par exemple) n'a pas pu être prise en compte ici, ce qui doit être considéré comme une limite de l'exercice.

L'étude des tendances d'évolution était accompagnée de l'étude des facteurs d'infléchissement possibles lorsque les situations se dégradent. À travers les différents types de pollution ou de milieux, **trois grandes catégories de facteurs d'infléchissement**, aujourd'hui bien identifiés, apparaissent. **Le premier est la réglementation**, dont les évolutions actuelles consistent essentiellement en une instauration de normes plus sévères, et une meilleure prise en compte des services rendus par les milieux. L'introduction de « servitudes » pour fonctionnement des zones humides dans les documents d'aménagement est, en particulier, en progression. **Le deuxième facteur est la pression des consommateurs**. Elle est inégale selon les sujets et ne s'exerce pas toujours à bon escient. Néanmoins, son champ d'action s'élargit aujourd'hui depuis la santé humaine vers la santé des écosystèmes, cette dernière constituant un marqueur de la première.

Le troisième facteur est représenté par les actions locales et les politiques contractuelles, qui ont fait leurs preuves sur des périmètres nécessairement restreints. Cependant, ces actions ne suffisent pas et la situation risque de devenir celle d'un bassin à deux vitesses : dans un contexte général de dégradation de la qualité sur une série de « nouveaux » polluants, seuls des « îlots » de bonne qualité sont épargnés (« sanctuaires » pour les eaux souterraines, sites remarquables pour les zones humides).

1

Les pollutions diffuses agricoles (phytosanitaires)

Le thème traité ici est l'évolution de l'utilisation agricole des phytosanitaires à l'horizon 2015 et de leur présence dans les eaux, en prenant en compte les politiques ou réglementations en cours ou à venir. Le but est d'émettre, en référence au bon état de la DCE, une conjecture sur les tendances d'évolution et l'état probable résultant, en 2015, de la qualité des écosystèmes vis-à-vis des pollutions diffuses phytosanitaires,

et d'évoquer l'impact possible sur la santé humaine. Les utilisations autres qu'agricoles des produits phytosanitaires ne sont pas traitées ici dans la mesure où elles ne représentent que 10 % des utilisations totales [Miquel, 2003] (même si leur responsabilité dans l'impact sur les eaux de surface peut éventuellement être plus importante localement). Le tableau ci-dessous synthétise les résultats des travaux sur ce thème.

SYNTHÈSE	
Évolutions positives en cours	Évolutions négatives en cours
Les molécules utilisées sont de plus en plus efficaces à faible concentration : baisse probable des teneurs dans les eaux mais méconnaissance des effets secondaires sur la santé humaine, avec renforcement des contraintes analytiques.	
Préservation de la qualité des eaux dans certaines zones « sanctuaires » (à l'écart des activités humaines denses).	Augmentation des concentrations de nitrates et de pesticides mesurées dans les nappes et les rivières (inertie des systèmes aquifères).
Augmentation de la surveillance des teneurs dans l'eau ; par conséquent prise de conscience progressive du risque global par les utilisateurs (usages agricoles et non agricoles).	Spécialisation agricole des régions.
Facteurs d'infléchissement	États tendanciels résultants
<ul style="list-style-type: none">+ PAC : le découplage et l'éco-conditionnalité pourraient favoriser un plafonnement de l'utilisation des intrants.+ Réactualisation des agréments des molécules commercialisées et mise en cohérence pour toutes les molécules.+ Pression des consommateurs d'eau.	Dégradation générale de la qualité de l'eau sur le plan phytosanitaire si les facteurs d'infléchissement ne sont pas mis en œuvre, du fait de la lenteur des phénomènes de dégradation et des écoulements dans le sol. Des zones préservées et des « sanctuaires » hydrologiques en nombre limité.

Une agriculture plus spécialisée Une pollution phytosanitaire qui ne semble pas diminuer

L'agriculture

La surface moyenne des exploitations agricoles a augmenté de 38 % en douze ans sur le bassin Seine-Normandie, mais la main d'œuvre salariée permanente a diminué de 16 %. De ce fait, la main d'œuvre par hectare a baissé. Cependant, les progrès techniques entraînent une augmentation régulière de la productivité (près de 3 % par an jusqu'en 1990, puis stabilisation relative). Ainsi, on peut supposer que le soin apporté aux pratiques diminue car l'exploitant passe moins de temps sur chaque hectare. Cette tendance devrait se poursuivre.

Les prix ont fortement baissé depuis l'après-guerre (-3 % par an entre 1975 et 1995,

- 5 %, net d'inflation, en 2002 par rapport à 1995) et la tendance se poursuit. Les régions se spécialisent (grandes cultures, oléoprotéagineux en cercle autour de l'Île-de-France, élevage en Normandie). Les régions qui voient l'activité d'élevage diminuer, voient les cultures augmenter et se diversifier pour une même main d'œuvre. Les compétences ne sont donc pas toujours adaptées.

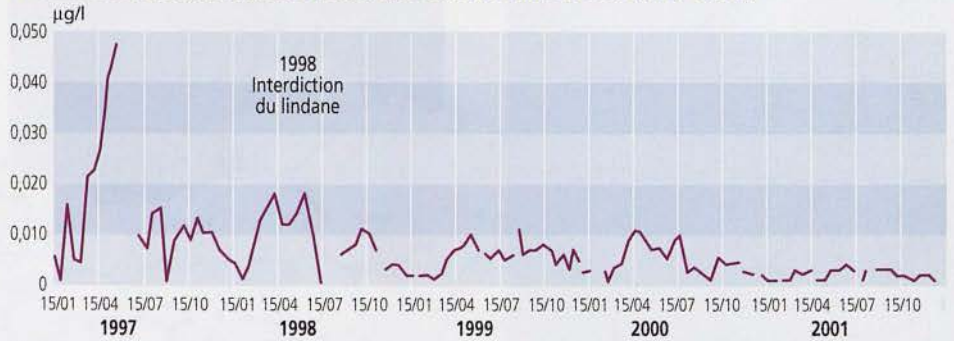
On enregistrait, entre 1988 et 2000 sur le bassin, une baisse de 43 % de la surface en maïs grains et semence et une augmentation du maïs fourrage. Dans le même temps la culture industrielle de la pomme de terre augmentait de 41 % tandis que la surface toujours en herbe diminuait de 22 %. On

assiste à un découplage entre les territoires et les produits cultivés et un développement des cultures industrielles. Il est aujourd'hui plus facile de produire « ce que l'on veut, où l'on veut ».

Les principales variables déterminantes de l'évolution agricole sont :

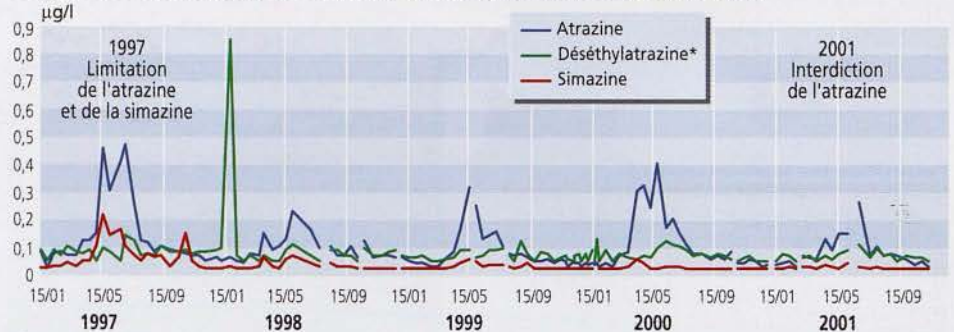
- les logiques économiques de la filière agro-alimentaire (par exemple, l'installation de l'usine McCain dans la Marne a entraîné une augmentation des surfaces cultivées de pommes de terre) ;
- les relations entre l'agriculture et la société civile (en particulier, la politique de soutien de l'État et de l'Europe) ;

Évolution des concentrations de lindane dans la Seine à Poses (1997-2001)



Ill. 2 - Source : RNB

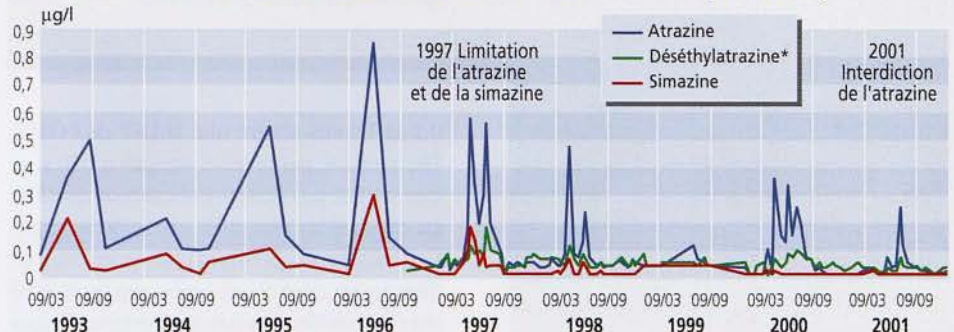
Évolution des concentrations de triazines dans la Seine à Poses (1997-2001)



Ill. 3 - Source : RNB

*Le déséthylatrazine est un métabolite de l'atrazine.

Évolution des concentrations de triazines dans la Marne à Charenton (1993-2001)



Ill. 4 - Source : RNB

*Le déséthylatrazine est un métabolite de l'atrazine.

• la place de l'environnement dans les deux premières.

L'agriculture fait l'objet d'un soutien public depuis l'après-guerre et ce soutien reste une hypothèse tendancielle probable même s'il prend des formes différentes avec les réformes successives de la PAC. Fin juin 2003, il a été négocié le maintien (avec plafonnement) des aides jusqu'en 2013 et le report d'une baisse éventuelle des aides directes à 2006-2007. Par ailleurs, la France avait négocié avec l'Allemagne un gel des réformes jusqu'à 2006. La réforme va dans le sens d'aides découplées de la production, c'est-à-dire que les aides ne seront plus entièrement proportionnelles aux quantités produites. Cependant pour les céréales, ce découplage est partiel : 25 % des aides à l'hectare restent liées à la production. Ainsi, sans rupture, la situation actuelle ne devrait pas être fondamentalement modifiée d'ici à 2015.

Par ailleurs, le soutien par l'aide économique pourrait se voir progressivement remplacer par des protections européennes « non tarifaires », par exemple via les exigences sanitaires. Les contraintes commerciales internationales (GATT, OMC) interdisent les aides directes à la production et demandent

l'arrêt des aides à l'hectare. Seules les aides sociales (développement rural) ou environnementales (aides aux agriculteurs les plus respectueux de l'environnement) pourront croître. Par ailleurs, les quotas laitiers vont être maintenus jusqu'en 2014 : ainsi la réforme de la PAC ne devrait pas entraîner de changement majeur pour ce type de production. C'est bien plutôt la politique de mise aux normes des bâtiments d'élevage qui risque de conduire à la fermeture de nombreuses petites exploitations.

Enfin, l'utilisation d'intrants aurait tendance à se stabiliser (une même dose mais plus fractionnée, plus adaptée aux besoins de la plante) [ill. 1].

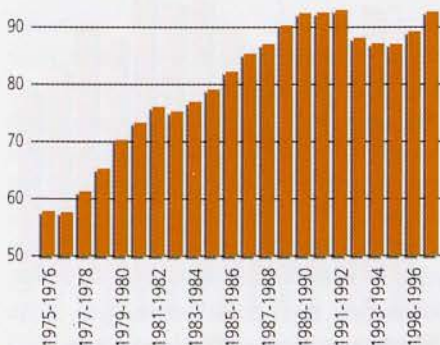
L'évolution passée et en cours des teneurs en phytosanitaires dans les eaux

La tendance générale des teneurs en lindane est à la baisse assez nettement depuis 1998, date de son interdiction, mais l'on constate toujours des pics de pollution [ill. 2] du fait principalement des relargages (lessivages de sol imprégné, remises en suspension de sédiments) lors de fortes pluies ou lors de crues. Néanmoins, on se situe ici largement en dessous de la norme pour les eaux de boisson (0,1 µg/l).

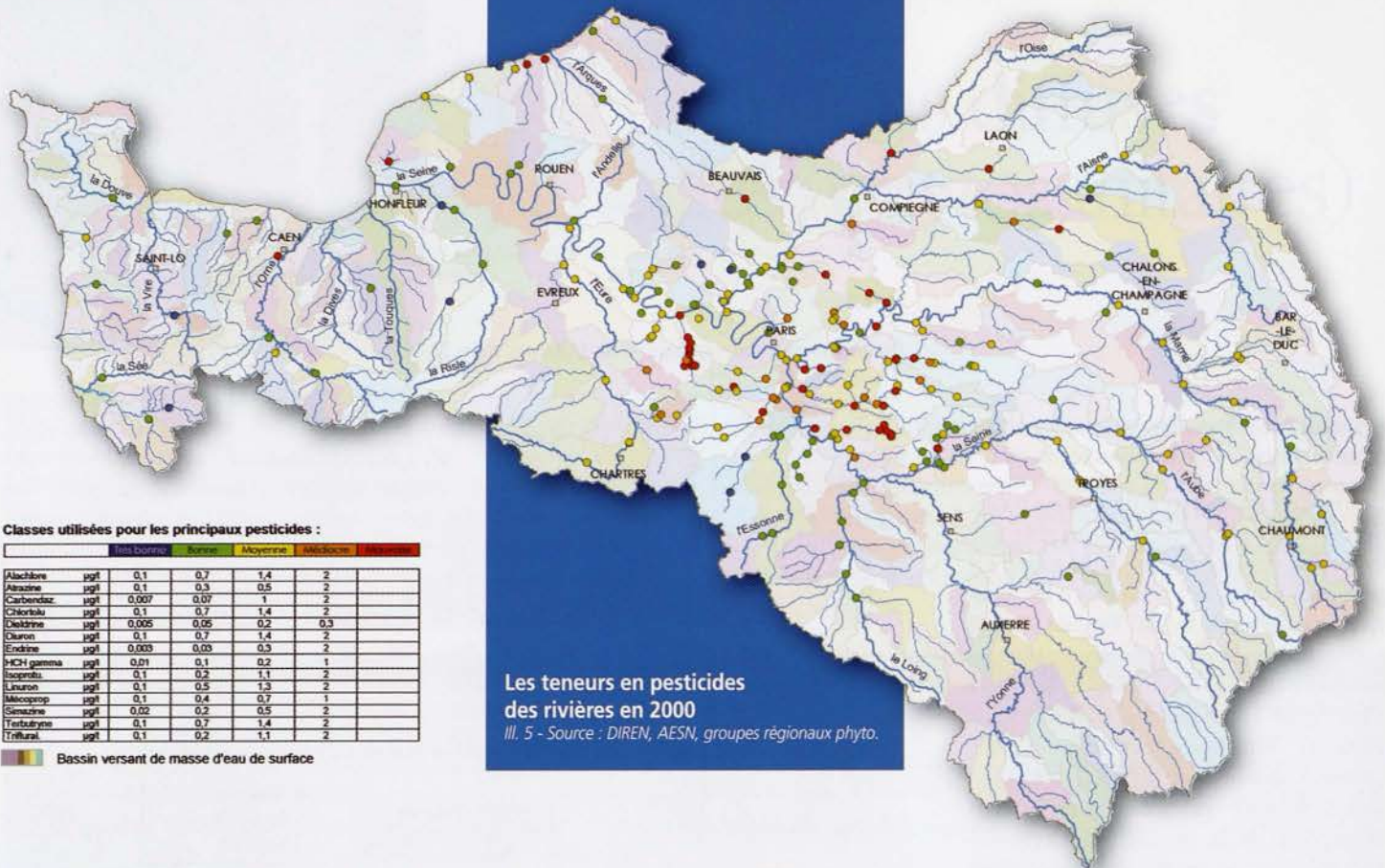
Dans le cas des triazines [ill. 3 et 4], la baisse est moins sensible, elle se situe surtout au niveau de l'intensité des pics. Il est frappant de voir que, si pour la déséthylatrazine et la simazine, les concentrations sont durant toute l'année à peu près au niveau de la

Fertilisation minérale

En kg d'azote par ha
(moyennes nationales mobiles centrées sur trois ans)



Ill. 1 - Source : Unifa.



norme, les pics de pollution d'atrazine (pourtant limitée depuis 1997 et interdite depuis 2001) dépassent, eux, largement cette norme.

Tendanciellement, la qualité phytosanitaire des eaux du bassin ne s'améliore donc pas.

Sur un plan toxicologique, les pics de pollution diminuent, mais l'exposition à plus faible dose persiste ou croît. L'effet d'une telle exposition sur la qualité des écosystèmes et la santé humaine est mal connue, les données toxicologiques étant généralement fondées sur des expositions courtes et fortes, et en général à un seul produit (pas d'effets synergétiques pris en compte).

La toxicité de ces substances est indiquée par une « dose journalière tolérable » (DJT) qui est la grandeur toxicologique reconnue par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Cette DJT sert de base aux études de sécurité alimentaire qui sont obligatoires pour une homologation, l'exposition par l'eau de boisson faisant partie de cette évaluation. Cependant, l'Union européenne a décidé, après consultation de son comité d'experts scientifiques, de maintenir une exigence en termes de concentration maximale de produits phytosanitaires dans les eaux, de

0,1 µg/l (plus sévère que la DJT de l'OMS). Elle y inclut, par ailleurs, les métabolites, ce que ne fait pas l'OMS. Cela afin de prendre en compte les éventuels effets de synergie. Cette décision communautaire a été reprise dans la directive 91-414 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, où il est précisé que l'usage d'une molécule ne doit pas conduire dans l'eau souterraine ou de boisson à des teneurs supérieures à 0,1 µg/l en molécule active ou en « métabolite pertinent »³. Pour les eaux de surface, l'exigence de cette même directive est l'innocuité pour les organismes aquatiques, prouvée par des expériences éco-toxicologiques. Cependant, dans le cas particulier des eaux de surface servant à la fabrication d'eau de boisson, un décret français impose que ces eaux respectent la norme de 0,1 µg/l ou bien qu'elles fassent l'objet d'un traitement d'affinage dès lors que la teneur de 0,1 µg/l est dépassée⁴.

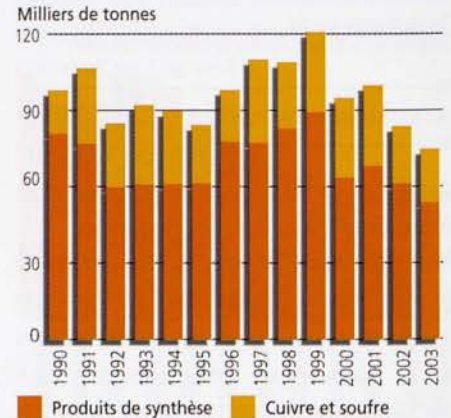
3 - Le terme traduit de l'anglais dans la Directive 91-414 est « relevant métabolite ». La définition du terme « métabolite » est encore en discussion au niveau européen, mais des textes plus récents tentent de mieux cerner ce que ce mot désigne (document du 25/02/2003, ref. SANCO/221/2000 - rév.10).

4 - Le décret 2003-461 du 21 mai 2003, reprenant le décret 2001-1220 du 20 décembre 2001, définit 4 classes d'eau de surface : A1-A2-A3 et A4 (non utilisables pour faire de l'eau potable). Pour A1 et A2, il n'est pas prévu de traitement de rétention des pesticides. La norme « eau brute » est donc la norme « eau potable ». Pour les eaux A3, tout dépassement de 0,1 µg/l de pesticides impose un traitement d'affinage.

Cette norme n'est cependant pas une exigence pour l'homologation.

Il existe diverses sortes de produits phytosanitaires : la majorité des produits phytosanitaires retrouvés dans l'eau sont des désherbants, mais les premiers en termes de volume de vente sont les fongicides (carbamates), utilisés en particulier sur la vigne. Ces derniers sont difficiles à détecter et se fixent plus facilement sur le sol que d'autres produits.

Historique des tonnages de substances actives



Ill. 6 - Source : UIPP.

L'évolution tendancielle des volumes utilisés est controversée et difficile à appréhender. La profession agricole fait état d'une limitation du fait de la professionnalisation et de la technicisation des exploitations, de ses efforts et des incitations économiques (prix des produits). Pour autant, l'évolution des ventes est en fait assez irrégulière [ill. 6, page précédente], et fluctue en fonction de l'anticipation ou des conséquences de mesures réglementaires. Il est peu envisageable que l'on cesse d'utiliser des produits phytosanitaires d'ici à 2015, et l'hypothèse d'une stabilité ou d'une légère augmentation des concentrations de produits phytosanitaires dans les eaux paraît vraisemblable. On n'observera néanmoins probablement pas une augmentation individuelle de concentration pour chaque produit, mais plutôt une augmentation de la concentration totale de la somme des produits utilisés, en parallèle d'une poursuite de la diversification des substances retrouvées dans le milieu. Il faut garder à l'esprit que l'augmentation du nombre de substances analysées par les laboratoires peut induire un biais dans les interprétations de l'évolution de la contamination. En effet, l'amélioration des méthodes d'analyse conduit à pouvoir identifier de plus en plus de molécules actives et de leurs métabolites pertinents. Autrement dit, plus on cherche de molécules dans les eaux, plus on en trouve.

Pourtant, 50 à 60 % des substances aujourd'hui sur le marché devraient disparaître, soit parce qu'elles ne sont plus produites par les industriels, soit parce que leur dossier d'homologation ne répond pas aux exigences modernes (procédure REACH, pour *Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals* [voir la fiche sur les micropolluants chimiques]). Mais cette disparition serait très largement compensée par la diversification mentionnée plus haut.



Épandage de boues dans un champ.

En résumé

Des exploitations plus grandes, moins de main d'œuvre, une baisse des prix, une hausse compensatoire du soutien, une augmentation de la productivité, une spécialisation régionale accrue mais des techniques de culture de moins en moins dépendantes des sols. Une augmentation des cultures pour l'alimentation animale.

Une utilisation des produits phytosanitaires qui se diversifie mais est proche de la stabilisation. Des teneurs des eaux en produits phytosanitaires interdits (lindane, DDT) en baisse, des pics de pollution moins fréquents mais une détection toujours plus importante des sous-produits de dégradation et des molécules toujours nouvelles mises sur le marché, efficaces à plus faible dose. Les effets sur la santé humaine des synergies possibles entre les différentes molécules présentes en même temps dans les eaux sont encore peu documentés.

Le contrôle de l'utilisation des produits phytosanitaires

La loi d'orientation agricole, publiée au Journal officiel de la République française du 9 juillet 1999 a prévu le renforcement du contrôle de l'utilisation des produits phytosanitaires après leur autorisation de mise sur le marché. Au-delà du contrôle du respect des bonnes pratiques agricoles, la gestion du risque lié à l'utilisation des produits phytosanitaires passe par la vérification, pour des produits phytosanitaires jugés prioritaires, du non-dépassement des seuils réglementaires ou patrimoniaux dans les milieux aquatiques.

C'est ainsi que la direction générale de l'Alimentation (DGAI), sur proposition du comité d'homologation, a décidé de mettre en place une nouvelle procédure pour suivre dans la nature les pesticides dont les modèles de transfert ont montré une éventuelle possibilité de fuite dans l'environnement. Ce dispositif de suivi post-homologation, à la charge des industriels, est couplé à une autorisation à durée limitée. Les industriels doivent se soumettre à diverses contraintes, notamment :

- effectuer les analyses dans un laboratoire ayant accepté le cahier des charges de la DGAI ;
- adapter un protocole de suivi basé sur un protocole type établi par la DGAI,
- travailler dans les régions où le chiffre de vente du pesticide est significatif et où la culture à laquelle le pesticide est destiné est suffisamment développée ;
- choisir les bassins versants et points de captage de l'eau en relation avec les services régionaux de la protection des végétaux et les MISE (missions inter-services de l'eau) afin que les sites soient représentatifs des stations de traitement de l'eau de la région, de la moyenne des populations desservies, de l'importance et de la variété des espèces aquatiques ;
- informer en temps réel les DDASS des cas de dépassement des normes en vigueur.

Le résultat de ces suivis est analysé par les instances d'homologation qui envisageront alors soit une autorisation définitive du produit phytosanitaire, soit des restrictions d'emploi.

Source : ministère de l'Agriculture.

Quels facteurs de changement possibles ?

Une agriculture influencée à l'échelle mondiale

La concurrence internationale est un facteur de rupture primordial : l'Europe peut choisir de s'y lancer davantage (en particulier en céréales : l'Europe « grenier à blé ») ou bien elle peut choisir de s'en protéger en privilégiant les produits et même plus précisément les produits « propres » par rapport à l'environnement. La hausse des prix de l'énergie devrait faire émerger d'ici 2015 un développement accru des grandes cultures pour les bio-carburants.

Les OGM ne constituent peut-être pas un facteur de rupture sur le plan de l'utilisation des produits phytosanitaires : en effet, ceux qui sont développés pour résister aux herbicides peuvent entraîner l'augmentation de leur utilisation, mais à l'inverse, ceux qui sont développés pour résister aux maladies peuvent entraîner une baisse de leur utilisation. Une analogie peut peut-être être faite à partir des expériences aux États-Unis et au Canada. Au mieux, le développement des OGM devrait plutôt conduire à une stabilisation des épandages.

La principale incertitude est l'impact de la nouvelle PAC et l'intégration des pays de l'Est à cette politique. Soit la rupture des principes directeurs actuels (primes à l'hectare, soutien aux prix, taxation des importations) et la mise en place de l'éco-conditionnalité permettent d'impulser un vrai changement des pratiques agricoles. Soit ce n'est pas le cas et alors, il semble que la pression du public sera trop faible pour imposer de réelles modifications, tant au niveau de l'économie agricole que de l'environnement.

Des réglementations encore insuffisantes

La répression des pollutions phytosanitaires, définie dans l'article 93 de la loi d'orientation agricole de 1999, apparaît peu efficace car peu contraignante : les amendes prévues sont lourdes (30 500 € environ d'amende et six mois de prison pour les infractions liées à l'utilisation frauduleuse des produits phytosanitaires, 76 000 € environ d'amende et deux ans de prison pour les infractions relatives à la mise sur le marché) mais elles sont peu souvent distribuées. Par exemple, en Bretagne, pendant l'année 2000, 27 procès-verbaux ont été dressés et six agriculteurs ont été condamnés à des amendes s'élevant, en moyenne, à 762 € avec sursis.

Au niveau national, les instruments tels que la TGAP⁵ n'ont pas donné signe de pleine efficacité. Ce sont plutôt des actions de partenariat entre acteurs sur le terrain, des opérations d'incitation et d'accompagnement de volontés locales qui devraient permettre d'améliorer les choses.

Dans le cas de l'atrazine, les mesures de restriction d'usages qui ont précédé l'interdiction n'ont pas eu d'effets très notables sur les concentrations observées dans les eaux. Aujourd'hui, alors même que cette substance est interdite, les dépassements de normes n'ont pas disparu [voir ill. 3 et 4].

5 - TGAP : taxe générale sur les activités polluantes, instaurée en 1999, elle porte sur divers domaines (lubrifiants, air, etc.). Celle dont il s'agit ici est la TGAP sur les produits phytosanitaires pour encourager les utilisateurs de produits phytosanitaires à diminuer leur consommation. Cette taxe est calculée sur le poids des substances classées dangereuses entrant dans la composition des produits, avec un taux spécifique en fonction des caractéristiques écotoxicologiques et toxicologiques des substances. Pour l'année 2001, le montant de la TGAP phytosanitaires a été de 29 millions d'euros en France et près de 9 millions d'euros sur le bassin Seine-Normandie. À titre indicatif, le montant des redevances « pollution des eaux » sur le bassin Seine-Normandie a été cette année-là de 500 millions d'euros environ.



Paysage rural vers Semur-en-Auxois.

Un exemple de la diversification des substances utilisées : un nouveau produit à utiliser de manière raisonnée

Actuellement, la protection phytosanitaire du melon contre l'oïdium devient systématique. Elle est assurée essentiellement par des fongicides de contact. Mais celle-ci peut parfois être prise à défaut suite à l'adaptation du parasite. Dès 1969, Shroeder et Providenti ont signalé l'inefficacité de traitements au bénomyl contre l'oïdium. Depuis, on a constaté des manques d'efficacité chez la quasi-totalité des fongicides uni-sites [Bardin, 1996]. Aujourd'hui, l'arrivée d'une nouvelle matière active, l'azoxystrobine (dit Az) issue de famille de fongicides entièrement nouvelle, semble apporter une nouvelle alternance au programme de traitement. Homologué sur oïdium et mildiou des cucurbitacées, Ortiva (produit commercial Zénéca SOPRA) entre dans les préconisations pour la campagne à venir avec deux traitements à huit ou dix jours suivant la pression de la maladie à partir du stade de floraison (non dangereux pour les abeilles) pour son effet préventif (empêche la germination des spores). On peut également bénéficier d'un effet curatif et éradiquant (dessèchement du mycélium). Son mode d'action concernant un seul site d'action conduit d'ores et déjà à préconiser une utilisation raisonnée afin de limiter les risques d'apparition de résistance chez le parasite.

Extrait de la revue Réussir Fruits & Légumes, novembre 1999.

Néanmoins, son interdiction a ouvert la voie aux mesures de restriction d'autres molécules. Les mesures de restriction d'usages semblent surtout atténuer les pics de pollution. En revanche, elles n'ont que peu d'effets visibles sur la fréquence de détection. L'inertie de la pollution dans le milieu peut être assez importante, en particulier dans les nappes, où les phytosanitaires sont assez conservatifs. Cependant, dans certains cas, ils se dégradent en sous-produits qui peuvent être, pour certains, plus nocifs que les produits d'origine (c'est le cas du glyphosate, par exemple).

Les procédures d'homologation se compliquent et s'allongent. Néanmoins, la stratégie de marché pour le développement de nouveaux produits consiste à remplacer les produits interdits et à diversifier les produits actifs, en particulier pour pallier le développement de résistances chez certaines cultures, notamment les cultures pérennes (par exemple, oïdium chez le melon [voir hors-texte ci-contre]). De plus, les molécules découvertes dans les années soixante-dix (amino-phosphonates, triazoles, pyréthrinoides) ne sont plus brevetées (la durée de protection étant de vingt ans), permettant ainsi le développement des produits génériques.

Alors que le développement de substances plus actives à faible dose donne naissance à des produits moins facilement repérables dans le milieu, la mesure des concentrations et le suivi des pesticides dans les eaux sont encore très problématiques. L'IFEN effectue un bilan annuel des données disponibles sur les captages pour l'eau potable mais dispose de courtes séries. À partir des données disponibles, il est très difficile d'établir des comparaisons. Selon les régions, les modes d'analyse et les périodes de prélèvement varient (certains maîtres d'ouvrage font effectuer les mesures

après un épisode pluvieux, par exemple). Par ailleurs, le niveau de concentration des pesticides dans les nappes n'a pas le même impact sur les milieux aquatiques selon la région (caractéristiques géologiques). De plus, lorsque les captages d'eau potable sont abandonnés parce que trop contaminés, ils ne sont généralement plus suivis, ce qui pénalise la connaissance historique du problème et montre une image générale de la qualité des nappes plus optimiste que la réalité. La connaissance de l'évolution de la résorption disparaît également.

Des acteurs à mobiliser

Les industries agro-alimentaires et les grandes surfaces ne semblent pas constituer un levier effectif puisque, en particulier pour les grandes surfaces, elles proposent leurs propres appellations ou labels pour lesquels les exigences sont plus faibles que les labels homologués par le ministère de l'Agriculture.

Généralement, le consommateur n'est pas à même de juger pleinement de la politique de qualité des grandes surfaces ; de plus, le développement de la restauration collective et des produits préparés a pour conséquence de réduire la décision d'achat qui revient au consommateur. Le prix reste un critère de choix non négligeable.

L'information et la formation des agriculteurs peuvent être des facteurs de changement (sensibilisation en augmentation), ainsi que la neutralité des entreprises fournissant les produits vis-à-vis du conseil technique agricole. Ces initiatives doivent être portées politiquement mais ne peuvent fonctionner qu'au niveau local. En effet, l'expertise peut être alors adaptée aux conditions locales et la « fédération » des acteurs plus aisée puisque touchant un problème les concernant directement.



Vignobles.

Le statut de l'eau peut également être un facteur de rupture. De plus en plus de personnes achètent de l'eau en bouteille (72 % environ de la population du bassin Seine-Normandie) et une proportion croissante déclare le faire par méfiance vis-à-vis de la qualité de l'eau du robinet (un quart des personnes environ). Si la substitution de l'eau du robinet par l'eau en bouteille se généralise, l'eau sera considérée comme un aliment par opposition à l'eau comme bien commun. Il y aurait alors un risque de désintérêt de la population pour la qualité de l'eau distribuée puisque non consommée pour l'alimentation et par conséquent une baisse des efforts consentis pour rendre potable l'eau du robinet. Les normes phytosanitaires qui ont été adoptées peuvent s'avérer trop strictes du point de vue de la santé mais elles permettent néanmoins de maintenir une certaine résistance aux dérives. En effet, si le risque présenté par les pollutions par certains produits phytosanitaires (atrazine, certains organo-chlorés) pour la santé humaine est controversé, celui pour les écosystèmes est prouvé (voir micropolluants chimiques, perturbateurs endocriniens dans l'estuaire de la Seine).

Par ailleurs, selon la méthode utilisée par l'OMS, basée sur la DJT, pour évaluer les concentrations maximales admissibles dans l'eau - que l'Europe, rappelons-le, n'a pas entièrement suivie - les denrées solides sont responsables de 90 % de l'exposition aux pesticides par l'alimentation, l'eau n'en représentant que 10 %. La problématique du risque sanitaire lié à l'eau potable ou à l'alimentation est peut-être ainsi alors à rééquilibrer.

Des expériences à développer

Des actions préventives, directement axées sur la protection de la ressource, peuvent s'avérer efficaces. Ainsi, les bandes enher-

bées, la protection des bassins d'alimentation de captages, sont des mesures certes ponctuelles mais qui sont reconnues comme produisant des résultats. La protection rapprochée des captages a pour but premier de protéger les eaux souterraines de pollutions accidentelles. Les bandes enherbées réduisent la diffusion des nitrates et des pesticides vers les cours d'eau de surface et les nappes. Ces mesures ne sont pas susceptibles d'infléchir nettement les tendances générales à l'échelle du bassin. Il faudrait probablement pour cela une généralisation des mesures de protection rapprochée à l'ensemble des bassins d'alimentation de captage.

En résumé

L'Europe peut-elle continuer à produire pour l'export ? La PAC aura-t-elle une capacité à imposer une agriculture plus respectueuse de l'environnement ?

Les politiques actuelles, pourtant lourdement répressives dans les textes pourront-elles être appliquées ? Les interdictions de substances vont-elles progresser ? Des actions préventives efficaces existent localement mais elles sont encore peu répandues ou mal adaptées (protection de captages rapprochée).

Le grand public est encore peu informé et motivé pour exercer une pression assez forte pour infléchir la tendance, même si sa méfiance vis-à-vis de la qualité de l'eau augmente.

L'information et la sensibilisation des agriculteurs est en progression et pourrait être un moteur de changement.

Les suivis des concentrations dans les eaux sont insuffisants : caractéristiques fines des mesures, pérennité permettant les interprétations nécessaires (causalité, résidence, etc.).

Deux scénarios contrastés

Les scénarios présentés ici sont tendanciels, c'est à dire qu'ils reposent sur l'hypothèse de la continuité des évolutions actuelles, autrement dit « sans rupture » de logique dans la politique agricole, dans celle de l'eau ni dans les principaux mécanismes économiques mondiaux. Ils se fondent sur les scénarios agricoles pour 2015 proposés par le groupe de prospective de la DATAR [Lacombe, 2002]. On a écarté ici volontairement ceux parmi les scénarios de la DATAR qui apparaissent comme non tendanciels. Bien entendu, il ne s'agit pas d'avancer que l'un est plus plausible que d'autres mais de tracer les perspectives qui découleraient de la poursuite des évolutions en cours.

La « concurrence morose »

Dans ce scénario, la concurrence internationale sur les productions agricoles de masse est dominante, les marchés sont progressivement libéralisés, la démographie agricole reste négative (plus de départs que d'installations), la PAC n'évolue pas fondamentalement (aides toujours en partie liées à la production), la politique agricole est banalisée. Mais la toile de fond économique (croissance européenne et mondiale) est celle d'une situation morose.

L'agriculture du bassin réagirait probablement à ce contexte par une stratégie d'agrandissement et d'intensification des productions de masse afin de rester compétitive et d'assumer la seule fonction de production. Les céréales surtout seraient développées dans les régions qui y sont aptes (aujourd'hui à 70 % pour l'élevage sur le bassin). Les agriculteurs augmenteraient alors probablement les niveaux d'intrants pour augmenter la productivité afin de compenser la perte de revenu résultant de la

baisse tendancielle des prix. Les techniques culturales simplifiées se généraliseraient et le machinisme se perfectionnerait : une même personne pourrait s'occuper d'une plus grande surface. Les OGM seraient aussi favorisés et se développeraient.

Les normes de qualité sur les eaux sont établies par le niveau européen et seraient progressivement resserrées, dans une logique politique d'affichage d'un principe de précaution, plus que dans une logique d'analyse des risques. La conjugaison de normes très strictes sur la qualité des eaux et de l'intensification généralisée des productions conduirait à ce que la très grande majorité du bassin n'atteigne pas les objectifs de qualité fixés par la directive cadre si ces derniers sont adoptés à des seuils proches des paramètres de qualité actuels.

Les agriculteurs et les pouvoirs publics développeraient alors des initiatives « correctrices ». L'agriculture de précision connaîtrait un essor certain sur les grandes plaines céréalières du bassin, les démarches volontaristes de diagnostics et de conseils à l'échelle de petits bassins versants se développeraient, mais ne seraient pas généralisées d'ici à 2015. L'État réagirait par des mesures successives d'interdiction des molécules les plus incriminées, mais celles-ci seraient remplacées rapidement par l'industrie chimique.

Cette variante correspond à un scénario de l'ordre « industriel » de la DATAR, c'est à dire que l'industrie et la grande distribution y sont les principaux déterminants de l'agriculture. C'est l'industrie de transformation et de distribution qui assure l'éco-conditionnalité de la production agricole du bassin. Ces exigences concernent peu les pesticides, encore largement répandus aujourd'hui.



Groupe de fermes.



Champ de colza.

Experts auditionnés

- Lucien Bourgeois, APCA.
- Sylvie Detoc, IFEN.
- Christian Guyot, Bayer Crop Sciences.
- Yves Monnet, SDQPV, DGAI, ministère de l'Agriculture.
- Xavier Poux, AscA.

Rédacteurs

- Stéphanie Blanc
- Gilles Crosnier

Bibliographie

- Olive, G. 2002. *Prospective et changement climatique: six scénarios pour l'agriculture du bassin de la Seine à l'horizon 2050*. Mémoire de DEA Économie de l'environnement et des ressources naturelles, INA-PG, 2002.
- Site internet de l'UIPP.
- Données de mesure Agence de l'Eau Seine-Normandie.
- Miquel, G. 2003. *La qualité de l'eau et de l'assainissement en France*. Rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 195 pages, Paris.
- Lacombe, P. et al. 2002. *Agriculture et territoire. Des scénarios pour l'avenir*. Groupe de prospective DATAR «Agriculture et territoires», Éditions de l'Aube, Paris.
- Inspection générale des Finances. 1999. *La gestion et le bilan du programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole*. Rapport d'évaluation, synthèse, 52 pages, Paris.

La « diversification de l'offre » dans un contexte économique global favorable

La PAC évolue vers une plus grande prise en compte du développement rural, de l'environnement et de la santé animale. Le principe de préférence communautaire prime toujours par rapport aux aides à l'export. Les dépenses agricoles sont placées sous conditions environnementales et de régulation plus fortes qu'aujourd'hui. Les écarts de soutien entre grandes cultures et surfaces en herbe n'existent plus. Les aides sont accordées sous conditions environnementales et sanitaires et sont partiellement découplées de la surface et de la production. Le contexte économique général est favorable (meilleur que celui des années 2002-2003).

Dans cette variante, l'adaptation de l'agriculture du bassin à la concurrence internationale est contrastée et se traduit par deux stratégies différentes. La première est centrée sur l'agrandissement des structures et l'intensification des productions là où les conditions s'y prêtent (cultures industrielles notamment). La deuxième est centrée sur la qualité des produits et la recréation de leurs liens avec les territoires (diversification, augmentation des surfaces en herbe aménagées pour d'autres usages que l'agriculture). On constaterait alors le développement de stratégies par filières et d'actions ciblées et localisées. Les collectivités locales s'investiraient davantage dans la politique agricole en proposant des aides pour développer une agriculture de services et de qualité.

Les normes de qualité sur les eaux seraient établies sur les bases de méthodes d'analyses de risques (par opposition au principe de précaution maximale) et rendues plus ou moins strictes selon les familles de molécules incriminées.

Les secteurs stratégiques pour la ressource en eau feraient l'objet d'actions correctrices plus ciblées allant de l'animation et du conseil jusqu'à des prescriptions en matière de pratiques agricoles afin de continuer à bénéficier des aides PAC.

La conjugaison d'une politique normative plus flexible et de stratégies agricoles différentes (émergence de zones d'agriculture plus diversifiée, inscrites dans une démarche qualité, d'où une pression sur l'environnement moins forte à ces endroits) aboutirait alors à une situation très contrastée à l'échelle du bassin. La tendance générale serait à la non-conformité des cours d'eau mais les marges du bassin et les secteurs stratégiques pourraient connaître une stabilisation ou une amélioration.

2

Les micropolluants chimiques

Les micropolluants représentent un problème complexe impliquant de nombreuses familles chimiques de produits (métaux, hydrocarbures, pesticides, polluants organiques persistants [POP], etc.). Ces produits sont issus de différentes activités humaines (industrie, agriculture, usages domestiques de l'eau, automobiles, etc.) qui peuvent avoir des effets sur deux cibles principales : la santé humaine et animale (via l'alimentation et notamment l'eau potable) et les écosystèmes, en particulier les milieux aquatiques. On les

dénomme « micropolluants » car ce sont des substances polluantes à faible dose. Les concentrations rencontrées dans les eaux sont alors généralement de l'ordre du nanogramme ou du microgramme par litre. On étudiera ici des micropolluants qui correspondent à des molécules liées aux activités humaines. Les produits phytosanitaires font l'objet d'une autre fiche [voir chapitre 1 sur les pollutions diffuses agricoles (phytosanitaires)]. Ils sont néanmoins cités dans le présent chapitre à chaque fois qu'il est nécessaire.

Évolutions positives en cours

Diminution, dans les eaux, des teneurs en métaux et en molécules chimiques connues et réglementées (sauf cas particuliers).

Amélioration des procédés de dépollution industrielle.

Augmentation de la collecte et du traitement des eaux pluviales.

Évolutions négatives en cours

Augmentation de molécules nouvellement identifiées (résidus médicamenteux, pesticides, détergents, plastifiants, métaux lourds, etc.) plus solubles dans l'eau, plus difficiles à détecter et à éliminer, plus actives à faibles doses et plus dégradables en sous-produits.

Mise en évidence des effets perturbateurs endocriniens de certaines de ces molécules.

Diversification des molécules produites pour l'usage domestique.

Facteurs d'infléchissement

+ Évolutions réglementaires par l'interdiction de mise sur le marché et le retrait des produits.

- Relargage des métaux contenus dans les sédiments.

+ Sensibilisation du public via les médias et les alertes concernant les atteintes à la faune (changement de sexe des poissons).

+ Recherche éco-toxicologique.

États tendanciels résultants

Émergence de nouveaux polluants dont les risques pour la santé humaine et pour l'environnement sont mal connus.

SYNTHÈSE

Des interdictions efficaces...

Le passé a témoigné d'une tendance régulière à l'augmentation du nombre de molécules retrouvées dans le milieu naturel et ceci pour deux raisons :

- la mise sur le marché d'un nombre croissant de molécules de synthèse (100 000 produits chimiques recensés par l'industrie chimique en 1980 et 350 nouveaux produits par an par la suite⁶). Cette activité s'accompagne de changements de technologies et de modes de vie (utilisation de détergents plutôt que de savon de Marseille avec les lave-linges, puis apparition des lave-vaisselles par exemple) ;

- l'amélioration des méthodes et moyens de mesure et des performances analytiques qui permet de détecter de mieux en mieux chaque molécule et d'élargir la gamme des substances recherchées.

Cette capacité amplifiée à mesurer, couplée à l'accroissement des efforts d'observation du milieu et des performances de la toxicologie et de l'éco-toxicologie, ont conduit récemment à l'émergence de préoccupations nouvelles dans la communauté scientifique et dans l'opinion publique, comme celle liée aux perturbateurs endocriniens (substances qui perturbent le fonctionnement des hormones).

Des évolutions contrastées

Des évolutions contrastées ont été constatées jusqu'à aujourd'hui [ill. 7, 8 et 9 page suivante] :

- une diminution depuis les années quatre-vingt-dix des concentrations des eaux en métaux (sauf cas particulier, notamment l'estuaire de la Seine), en pesticides organochlorés (DDT, endrines, aldrines, lindane, etc.) et en polychlorobiphényles ou PCB ;

- une augmentation générale des phytosanitaires détectés au cours des années quatre-vingt-dix ;

- des évolutions plus complexes : une diminution à la fin des années quatre-

⁶ - Ces chiffres ne concernent pas les phytosanitaires, les biocides, les médicaments et les cosmétiques [H. Magaud, Ineris, colloque d'hydro-écologie de Strasbourg, mai 2003].

Teneurs en divers produits de la matière sèche (p.s.) des sédiments de différents endroits du littoral normand proches de la Seine

Cap de la Hève

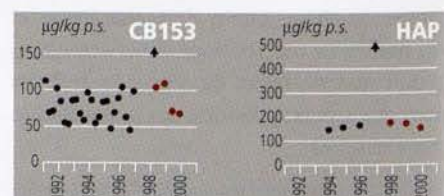
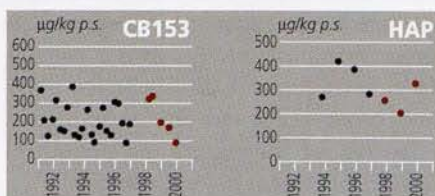
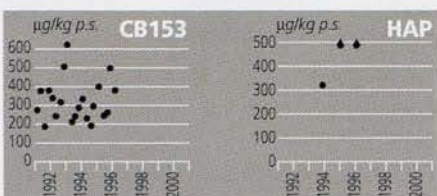
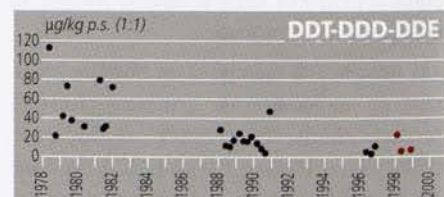
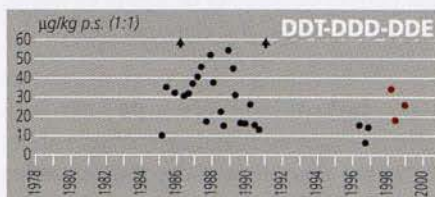
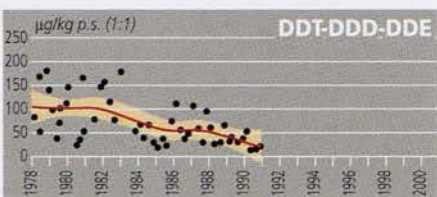
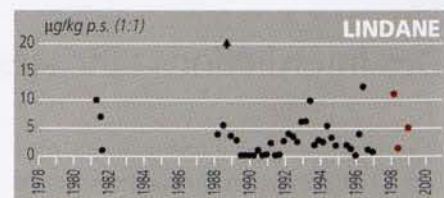
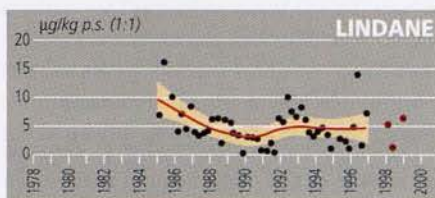
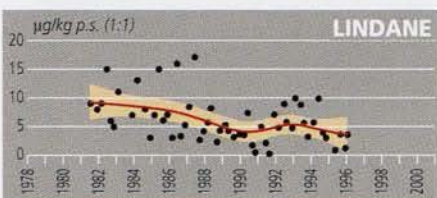
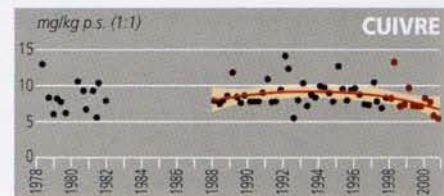
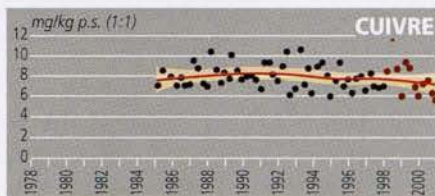
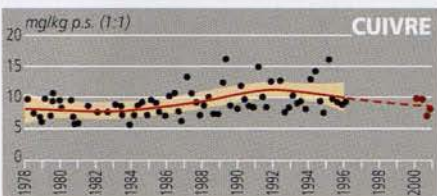
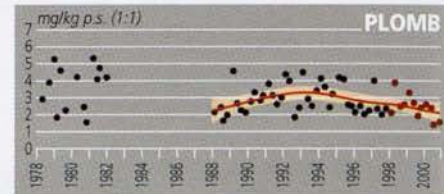
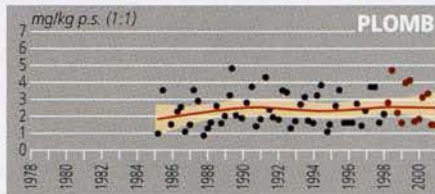
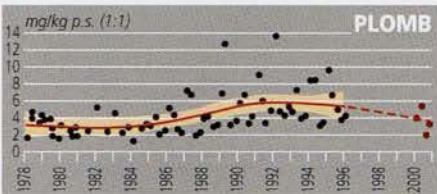
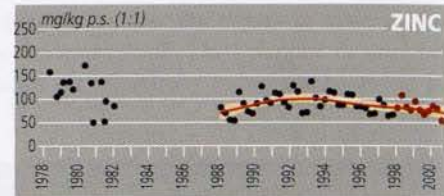
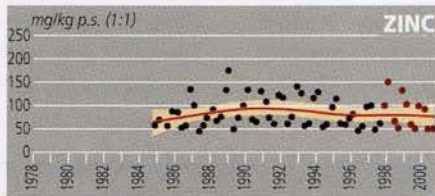
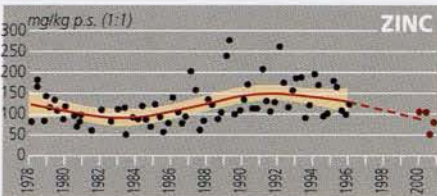
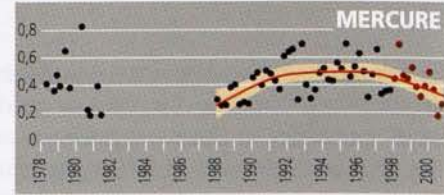
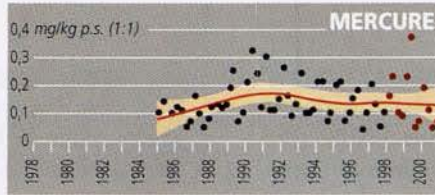
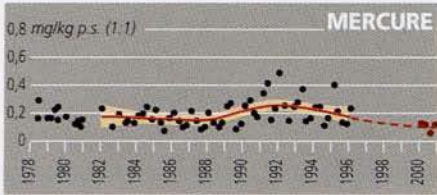
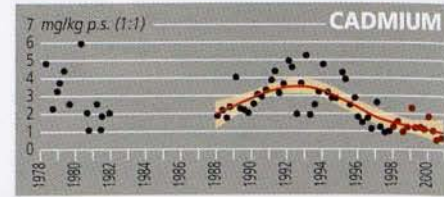
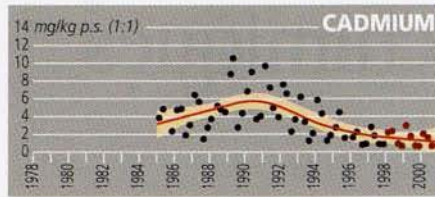
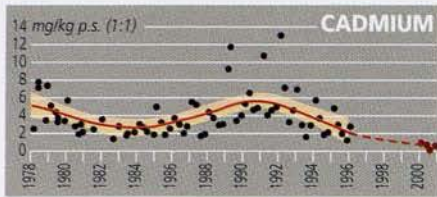
Résultats RNO - Secteur 05011102
Estuaire et baie de Seine - Cap de la Hève - Moule
Ill. 7 - Source : RN MEDD-Iframer, banque Quadrigé.

Digue d'Antifer

Résultats RNO - Secteur 05010113
Estuaire et baie de Seine - Antifer-digue - Moule
Ill. 8 - Source : RN MEDD-Iframer, banque Quadrigé.

Vaucottes-sur-Mer

Résultats RNO - Secteur 04009102
Dieppe et Fécamp - Vaucottes - Moule
Ill. 9 - Source : RN MEDD-Iframer, banque Quadrigé.



CB153 représente la contamination par les PCB (polychlorobiphényles). Les HAP sont les hydrocarbures aromatiques polycycliques (16 différents analysés).

vingt-dix des concentrations observées en atrazine, accompagnée d'une augmentation de ses produits de dégradation : déséthyl et déisopropyl atrazine. Ce phénomène apparaît nettement dans les eaux souterraines.

Pour l'ensemble des autres familles chimiques, les évolutions ne sont pas connues, faute de données et faute de recul sur les phénomènes qui sont en jeu, notamment en ce qui concerne leur toxicité et leur éco-toxicité (bio-disponibilité, bio-accumulation, persistance, transformations en métabolites, effets croisés synergiques ou antagonistes, etc.).

Les moteurs de changement

Les moteurs de changement pour ces évolutions passées ont essentiellement été réglementaires, à commencer par la réglementation européenne :

- directive de 1976 concernant la limitation de la mise sur le marché et de l'emploi de certaines substances dangereuses ;
- décret de 1987 relatif au déversement des détergents dans les eaux superficielles, souterraines et de mer dans les limites territoriales ainsi qu'à la mise en vente et à la distribution de ces produits ;

- décret de 1994 relatif à la limitation de la mise sur le marché et de l'emploi du pentachlorophénol, du cadmium et de leurs composés ;

ainsi que les conventions internationales : prévention de la pollution marine d'origine tellurique (à partir de 1975) ; OSPAR, coopération en matière de lutte contre la pollution des eaux de la mer du Nord par les hydrocarbures et autres substances dangereuses.

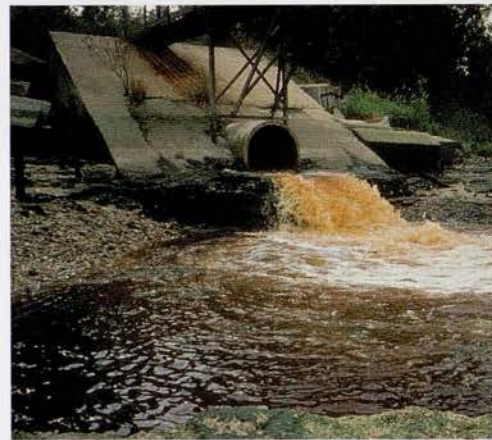
Les principaux **pesticides organochlorés** ont été interdits dans les années soixante-dix : drines, DDT (dichloro-diphényl-trichloroéthane), DDD, DDE, etc.). Le lindane

a été interdit en 1998, tandis que l'atrazine faisait l'objet d'une restriction d'utilisation en 1997 et d'une interdiction en 2001. Enfin, la substitution des PCB (polychlorobiphényles) a été entreprise. La diminution de la présence de ces substances dans l'environnement peut globalement être imputée à ces mesures d'interdiction.

Pour les **métaux**, plusieurs facteurs peuvent expliquer les diminutions observées :

- un artefact des techniques de mesure : l'amélioration des méthodes analytiques et notamment des mesures plus « propres » (évitant une contamination non maîtrisée des instruments au moment de la mesure par la manipulation) conduisant à la diminution des concentrations observées ;
- un facteur réel lié à la diminution des concentrations rejetées par l'industrie du fait probablement d'une certaine désindustrialisation, d'un effort plus grand de dépollution augmenté et d'une réglementation accrue (introduction du paramètre de redevance Métox des agences de l'Eau en 1994 pour la pollution métallique des industriels⁷, actions contractuelles de l'Agence de l'Eau pour limiter les rejets de métaux des traiteurs de surface) ;
- des facteurs réglementaires non liés directement à l'eau : interdiction du tétra-éthyl de plomb comme antidétonant dans les carburants automobiles ; interdiction des thermomètres au mercure ; changement des normes d'analyse de la DCO (demande chimique en oxygène, qui traduit en partie la présence de matières organiques), désormais sans mercure ; changements de pratiques dans les alliages dentaires avec des plans de collecte sélective et d'élimination.

7 - Ce paramètre Métox est une combinaison linéaire de divers métaux : arsenic (coefficient 10) + cadmium (50) + chrome (1) + cuivre (5) + mercure (50) + nickel (5) + plomb (10) + zinc (1).



Rejets des usines Rhône-Poulenc.

En résumé

Des diminutions sensibles pour les métaux (sauf en certains points) et les substances interdites ; un bilan incertain pour les autres molécules, en particulier les produits phytosanitaires. L'atrazine, interdite récemment, est encore décelée dans les eaux, ses sous-produits de dégradation le seront pendant quelques années.

La réglementation (interdiction et remplacement) a été le seul moteur des améliorations passées.

Rejets industriels en Seine. Usine Francolor.



Sites		Nombre d'individus	Nombre de mâles	Pourcentage de mâles	Nombre de mâles démasculinisés	Pourcentage d'intersexués/mâles
Gamaches	la Bresle (Somme)	79	46	58,2 %	2	4,3 %
Eu	la Bresle (Seine-Maritime)	104	56	53,8 %	8	14,3 %
Neufchâtel	la Bèthune (Seine-Maritime)	37	27	73,0 %	7	25,9 %
Dampierre	l'Épte (Seine-Maritime)	37	19	51,4 %	0	0 %
Gournay	l'Épte (Seine-Maritime)	49	33	67,3 %	14	42,4 %
Elbeuf	la Seine (Seine-Maritime)	21	8	38,1 %	0	0 %
Poses	la Seine (Eure)	44	11	25,0 %	1	9,1 %
Balcombe	l'Ouse (East-Sussex)	57	25	43,9 %	0	0 %
Scaynes Hill	l'Ouse (East-Sussex)	35	16	45,7 %	0	0 %
Total		463	241	52,1 %	32	13,3 %

La « démasculinisation » du gardon due aux micropolluants

L'étude a montré un déséquilibre significatif, soit à la hausse, soit à la baisse, dans les peuplements mâle et femelle en trois endroits en France : Neufchâtel, Gournay et Poses. Pour les deux premiers, le pourcentage de poissons intersexués par rapport au nombre de mâles dépasse les 25 %, ce qui atteste d'un dysfonctionnement dans la reproduction du Gardon en Seine ou dans ses affluents.

Ill. 10 - Source : Recherche de perturbations endocrines chez les poissons de rivières de Haute-Normandie et de l'Est Sussex, étude réalisée par l'université du Havre et financée par le programme de recherche européen Interreg II, avec le concours de la Communauté européenne, de l'agence de l'Eau Seine-Normandie, de la région Haute-Normandie, de la direction régionale de l'Environnement de Haute-Normandie et de l'agence pour l'Environnement du Sussex.

Experts auditionnés

Communications orales

- Philippe Hartemann, professeur à la faculté de médecine de Nancy.
- Michel Joyeux, faculté de médecine de Nancy.
- Yves Lévi, professeur à la faculté de pharmacie de Chatenay-Malabry.
- Christophe Minier, université du Havre.
- Axel Romaña, Ifremer, directeur du programme de recherche Seine-Aval.

Participation aux débats

- Franck Bruchon, Agence de l'Eau, délégation au Littoral et à la Mer.
- Jean Duchemin, Agence de l'Eau, délégation au Littoral et à la Mer.
- Marie-Hélène Tusseau, Cemagref.

Communications écrites

- Philippe Garrigues, université de Bordeaux.

Rédacteurs de la fiche

- Antoine Montiel,
- Luc Pereira-Ramos,
- Sébastien Treyer

...mais des substances de plus en plus actives et de moins en moins détectables

En prolongation des tendances passées, les évolutions tendanciennes possibles sont vraisemblablement contrastées en fonction des familles de composés ou de leurs usages.

De manière générale, une augmentation du nombre de substances observées dans le milieu peut être attendue du fait de la poursuite des deux tendances que sont la diversification et l'augmentation des mises sur le marché de nouveaux produits, ainsi que l'accroissement de l'effort d'analyse et de la précision analytique.

De plus, l'évolution des réglementations, notamment celles concernant les pesticides, incite à ne mettre sur le marché que des molécules de plus en plus hydrophiles (les plus « solubles » en quelque sorte) et d'éviter les composés hydrophobes (les moins « solubles ») qui se concentrent dans les sédiments et les chaînes trophiques et / ou alimentaires. Néanmoins, ce caractère hydrophile, correspondant généralement à des molécules de petite taille, rend difficile leur élimination par les traitements d'adsorption utilisés pour la potabilisation des eaux. Seuls les moyens préventifs, réduisant soit leur usage, soit leur rejet direct dans l'environnement, permettront de s'en prémunir.

On peut aussi généralement s'attendre à ce que les nouvelles substances mises sur le marché soient de plus en plus actives à des concentrations de plus en plus faibles, ce qui pourrait aussi rendre plus difficile leur détection.

Des évolutions contrastées selon les usages et les produits associés

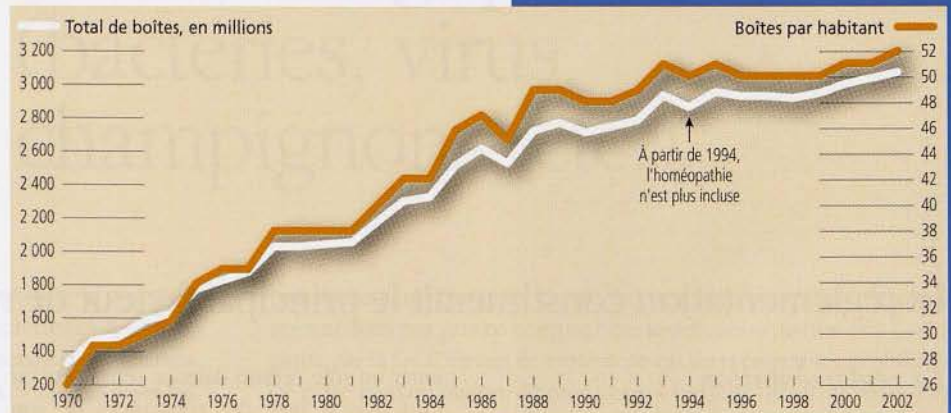
■ Les usages agricoles

Les usages agricoles concernent principalement les produits phytosanitaires. Pour ceux-ci, on n'observera probablement pas une augmentation individuelle de concentration pour chaque produit, mais plutôt une augmentation de la concentration totale de la somme des produits utilisés, en parallèle d'une poursuite de la diversification des substances retrouvées dans le milieu. En effet, si on observe un processus de diminution des doses à l'hectare et une « régulation » des phytosanitaires retrouvés aux plus grandes concentrations, suite aux efforts de réglementation substance par substance, les anciennes molécules devront être recherchées encore pendant plusieurs années.

Par ailleurs, l'utilisation des pesticides est de plus en plus sécurisée et les pollutions accidentelles continueront à diminuer.

Néanmoins, deux incertitudes subsistent quant à l'évolution de la qualité phytosanitaire des eaux, l'une sur les processus de création et les effets des produits de dégradation des substances actives. L'autre, sur les transferts de gènes liés aux organismes génétiquement modifiés et leur incidence sur les pratiques de protection des plantes.

Les usages agricoles entraînent également des rejets de substances issues de la pharmacie vétérinaire, en particulier des antibiotiques qui devraient rester importants à l'avenir.



■ Les usages industriels

En ce qui concerne les produits connus et surveillés (restriction, interdiction) les teneurs dans les eaux de surface devraient poursuivre leur tendance à la baisse (métaux, composés organochlorés [DDT, PCB], etc.) même si leur part dans les rejets de substances chimiques des stations d'épuration collectives est encore majoritaire. Cette tendance est aussi confirmée dans les estuaires. En revanche, en mer, les teneurs étant encore à la hausse pour les métaux, il faudra tenir compte d'un décalage dans le temps entre la disparition de la substance à la source et son élimination du milieu, du fait de la persistance, parfois supérieure à dix ans.

Des efforts de recyclage pourront également faire baisser les quantités de métaux introduits dans les cycles industriels.

De même, les HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) devraient aussi a priori diminuer, grâce aux changements techniques (lavage des fumées des incinérateurs, chaufferies, centrales thermiques, diesels plus propres, etc.).

■ Les usages domestiques

En complément de ces indications il faut prendre en compte l'innovation toujours plus importante dans le domaine des produits finis pour répondre aux demandes des utilisateurs domestiques : cosmétiques, produits d'entretien ménagers ou industriels, produits de jardinage médicaments [voir ill. 11 et 12], retardateurs d'incendie, résidus de plastifiants, etc. Ceux-ci contiennent des micropolluants de plus en plus divers et mal connus. Ces usages devraient continuer d'augmenter et de se diversifier. De plus, les rejets de substances chimiques d'origine domestique voient leur part croître par rapport aux autres usages.

La responsabilité de la pollution est alors transférée depuis les fabricants vers les utilisateurs finaux, les usagers domestiques.

De manière tendancielle, on pourrait assister à une dégradation de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques en termes de micropolluants (états chimique et biologique, par le biais des éventuels effets éco-toxicologiques sur les communautés) liée essentiellement à l'apparition des nouveaux produits évoqués ci-dessus, qu'il est difficile d'éliminer dans les stations d'épuration. Couplée à une forte sensibilisation des consommateurs d'eau potable, et à la définition de normes de plus en plus restrictives, cela pourrait entraîner une rupture dans les évolutions techniques de l'adduction d'eau potable et de l'assainissement. Ce serait le cas, par exemple, d'un passage aux traitements membranaires

(seuls ou couplés à du charbon actif) pour l'eau potable, pour éliminer la quasi-totalité des substances. Cela irait alors à l'encontre d'un des objectifs de la DCE qui est la limitation des traitements de potabilisation, au moins dans les zones protégées.

Des politiques de prévention qui visent à limiter les mises sur le marché, l'utilisation des substances, et les rejets dans le milieu, seraient nécessaires pour s'opposer à la dégradation tendancielle des milieux.

Par ailleurs, les effets de ces substances sur la santé humaine et animale sont difficiles à cerner. Quelques études au Canada et en Europe montrent que les poissons subissent des perturbations de leur fonctionnement endocrinien, et l'on observe une dé-masculinisation de leur population [voir ill. 10].



Les concentrations en œstrogènes
des grandes rivières
de l'agglomération parisienne
Concentrations totales en ng/l

Ill. 12 - Source : thèse M. Cargouët, EA3542, univ. Paris-Sud.

En résumé

Des efforts pour diminuer les rejets d'origine agricole et industrielle pour les substances chimiques connues et surveillées.

Mais de plus en plus de nouvelles molécules, plus solubles dans l'eau, plus difficiles à détecter et à éliminer, plus actives à faibles doses et plus dégradables en sous-produits. Des effets perturbateurs endocriniens prouvés pour certaines populations de poissons dans la Seine et ses affluents.

Diversification et augmentation de la consommation domestique de substances chimiques, qui se répercutent sur les rejets domestiques.

La réglementation constituerait le principal facteur de rupture

La réglementation

Si la voie réglementaire a montré son efficacité par le passé dans certains cas de figure (interdiction de certains pesticides), elle n'enraye nullement l'utilisation de toute une gamme de substances. En effet, des molécules de substitution peuvent être produites en compensation de chaque interdiction. De plus, la mise en place d'une réglementation peut s'avérer impossible si des contraintes économiques fortes s'y opposent.

Un exemple probant est le projet de règlement de l'Union européenne relative à l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des produits chimiques (REACH pour *Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals*). Il a été adopté par la Commission européenne en octobre 2003 mais doit maintenant être soumis à la co-décision du Conseil et du Parlement européens. Il se heurte cependant à l'opposition des industriels qui mettent en avant l'impact négatif d'une telle procédure sur la croissance et l'emploi d'un secteur industriel important en Europe.

Pour être efficace, la réglementation doit être européenne car les produits potentiellement polluants contenus dans des produits finis traversent librement les frontières. Des réglementations européennes peuvent être portées par d'autres États membres, et les acteurs français doivent dans cette hypothèse se donner les moyens (compétences scientifiques, résultats et données, etc.) d'intervenir dans le processus d'élaboration de ces réglementations.

Les réglementations par l'établissement de listes montrent une certaine efficacité. La directive cadre sur l'Eau elle-même peut

jouer un rôle certain dans ce sens, d'autant plus que la liste des substances de son annexe X est évolutive (révision périodique des substances et de leur classement en « dangereuse » ou « dangereuse prioritaire »).

Il est important de noter que l'esprit de la directive cadre sur l'Eau est de prendre comme objectif la qualité de l'eau non pas seulement au regard de l'impact sur la santé de l'Homme, à travers l'alimentation en eau potable, mais surtout en tant qu'indicateur de qualité des milieux aquatiques. Ainsi, pour être en conformité avec les objectifs de la DCE, les eaux « brutes » (c'est à dire au moment de leur prélèvement dans le milieu naturel) doivent présenter un bon état chimique. Une autre réglementation européenne à venir peut avoir une influence dans ce même sens sur l'évolution des micro-pollutions chimiques. Il s'agit de la directive européenne concernant les eaux brutes destinées à la production d'eau potable, dont la sortie est prévue en 2007. Son impact est cependant difficilement prévisible. Son but avoué serait de faire en sorte

que, pour la micro-pollution organique et minérale, aucun traitement spécifique ne soit nécessaire après prélèvement de l'eau pour la rendre potable.

Le poids de l'opinion publique

Le rôle que peut jouer le public dans les scénarios de rupture est délicat à cerner et probablement limité en règle générale par une attitude contradictoire :

- d'une part, **le public est consommateur**. En lien avec la diversification des substances proposées par l'industrie, la recherche d'un confort encore meilleur entraîne une hausse de la consommation de cosmétiques, de médicaments, de produits ménagers ;
- d'autre part, **le public est citoyen**, soucieux de protéger sa santé ou son environnement.

Malgré ces contradictions, il est probable que l'opinion publique puisse ponctuellement peser sur un problème spécifique, à l'occasion d'une attention particulière relayée par les médias.



En résumé

Des réglementations efficaces si elles sont à l'échelle européenne, en particulier pour faire face aux pressions des industriels.

Des consommateurs et des citoyens qui recherchent à la fois leur confort et le respect de l'environnement.

Décanteur de boues industrielles.

3

La contamination microbiologique (bactéries, virus, champignons, etc.)

Le terme de contamination microbiologique regroupe la contamination par les micro-organismes, tels que les bactéries et les virus, et celle par les micropolluants associés à la présence d'organismes vivants (exemple : toxines issues des bactéries). Les risques associés à ces polluants sont essentiellement d'ordre sanitaire et concernent

principalement l'homme. De ce fait, les paramètres microbiologiques ne sont pas pris en compte dans la définition du bon état écologique par la DCE. Le but de cette note est de recenser les évolutions de cette contamination, de montrer les facteurs de changements et d'établir un ou plusieurs scénario(s) tendanciel(s).

SYNTHÈSE	
Évolutions positives en cours	Évolutions négatives en cours
Diminution sensible de la contamination fécale du fait de l'amélioration de la collecte et de l'épuration des eaux des collectivités et des industries.	Les indicateurs de contamination fécale ne sont pas adaptés à prédire correctement le risque sanitaire dans toutes les situations.
Diminution, bien que faible, de la contamination microbiologique issue de l'agriculture via la maîtrise des effluents d'élevage.	Mise en évidence de nouveaux micro-organismes : parasites, champignons, virus.
Diminution des cas d'épidémies associées à l'eau via la consommation d'eau potable.	Apparition de nouvelles résistances.
Diminution de la prolifération des cyanobactéries (algues bleues) dans les rivières due à une baisse de l'eutrophisation.	Augmentation des pratiques de baignade d'où accroissement des épidémies associées à l'eau.
Facteurs d'infléchissement	États tendanciels résultants
+ Amélioration de l'assainissement littoral.	Contamination fécale sous contrôle, faible nombre d'accidents épidémiques liés à la consommation d'eau potable et persistance d'épidémies liées à la baignade.
+ Directive européenne Baignade.	Les nouveaux risques microbiologiques sont devenus une préoccupation majeure.
- Exigence du public en matière d'aseptisation.	Concentration des efforts sur les techniques de traitement de l'eau potable, mais possible uniquement en milieu urbain du fait de leur coût.
+ Développement de l'analyse du risque dans l'élaboration des normes.	
+ Réglementation sur les risques microbiologiques émergents.	

Seule une partie de la contamination microbiologique est maîtrisée : la contamination fécale

Bref historique de la lutte contre les micro-organismes

La microbiologie est née à la fin du XIX^e siècle avec les travaux de Pasteur qui annonçait déjà : « Nous buvons 90 % de nos maladies ». La première moitié du XX^e siècle et la mise en œuvre des tests de contamination fécale a vu la régression, dans les pays industrialisés, des grandes épidémies telles que celles de choléra et de fièvre typhoïde. À la fin du XX^e siècle la plupart des grandes épidémies sont endiguées.

On a longtemps pensé au cours du XX^e siècle que le risque microbiologique était

complètement contrôlé. Mais les quelques épidémies récentes (comme celle du Havre en 1982, voir plus loin) nous ont rappelé que l'on connaît encore assez mal le monde microbien. On connaît mieux les aspects de qualité physico-chimique des eaux, mais paradoxalement les risques liés au monde microbien s'expriment à plus court terme, de façon plus visible. La maîtrise du risque microbiologique se fonde toujours sur des concepts anciens et peu adaptés face à l'émergence de micro-organismes pathogènes non fécaux.

En effet, à ce jour, il reste impossible, d'un point de vue pratique, de rechercher, lors

des contrôles de la qualité microbiologique des eaux, l'ensemble des germes pathogènes (susceptibles de causer une maladie). Les contrôles sont donc basés sur le dénombrement de bactéries fécales (dites bactéries indicatrices), non nécessairement pathogènes. Ces indicateurs ne renseignent pas sur le risque sanitaire associé à des micro-organismes d'origine autre que fécale. Ils ne renseignent pas non plus sur les micro-organismes d'origine fécale qui sont plus résistants qu'eux, par leur subsistance dans l'environnement ou leur résistance face aux traitements de production d'eau potable.

Les nouveaux contaminants biologiques dans l'eau

Bactéries
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aeromonas hydrophilia</i> • <i>Helicobacter pylori</i> • <i>Mycobacterium avium intracellulare</i> • <i>Escherichia coli</i> O157:H7 • <i>Campylobacter jejuni</i> • <i>Leptospires</i> • <i>Vibrions</i> • <i>Légionelles</i>
Virus
<ul style="list-style-type: none"> • Adenovirus • Calicivirus • Coxsackievirus • Echovirus • Hépatite A • Astrovirus
Protozoaires
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Microsporidia</i> • (<i>Enterocytozoon</i> et <i>Septata</i>) • <i>Cyclospora cayetanensis</i> • <i>Toxoplasma gondii</i>
Amibes
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Acanthamoeba</i>
Autres
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cyanobacteria</i> (et autres algues d'eau douce et leurs toxines) • Phycotoxines marines (dues aux micro-algues comme <i>Dinophysis</i>, <i>Alexandrium</i> ou <i>Pseudonitzschia</i>, etc.)

Ill. 14 - Source : EPA, 2000.

Les nouveaux polluants microbiologiques

On considère comme « nouveaux polluants » microbiologiques les micro-organismes qui n'ont pu être maîtrisés par une désinfection basée sur l'utilisation d'indicateurs de contamination fécale. Leur prise en compte a été croissante ces dernières années du fait de quelques épidémies importantes. Ces polluants ne sont pas pris en compte dans les normes sur la qualité des eaux potables et / ou de baignade. Depuis 1998, l'agence américaine de protection de l'environnement (EPA) édite une liste de contaminants possibles de l'eau qui ne font pas partie des réglementations en vigueur mais qui nécessitent une réglementation ou une attention particulière (*Commission on Geosciences, Environment and Resources*). Il s'agit :

- d'agents pathogènes, connus ou non, récemment associés à des maladies hydriques. C'est par exemple le cas de *Cryptosporidium parvum* qui est à l'origine de l'accident de Milwaukee aux États-Unis en 1993, accident dans une filière de traitement d'eau potable qui a concerné 400 000 malades et engendré 40 décès ;
- d'émergence ou de ré-émergence de nouvelles résistances, de nouveaux virus

(par exemple, le nouveau type de bactérie *Escherichia coli*, dénommé O157:H7) ;

- d'agents qui n'étaient pas associés à l'eau ; c'est le cas en particulier des virus.

On peut distinguer cinq types principaux de polluants microbiologiques : les bactéries, les virus, les protozoaires, les amibes et les cyanobactéries et autres algues microscopiques qui produisent des toxines [ill. 14 ci-contre].

Les évolutions récentes

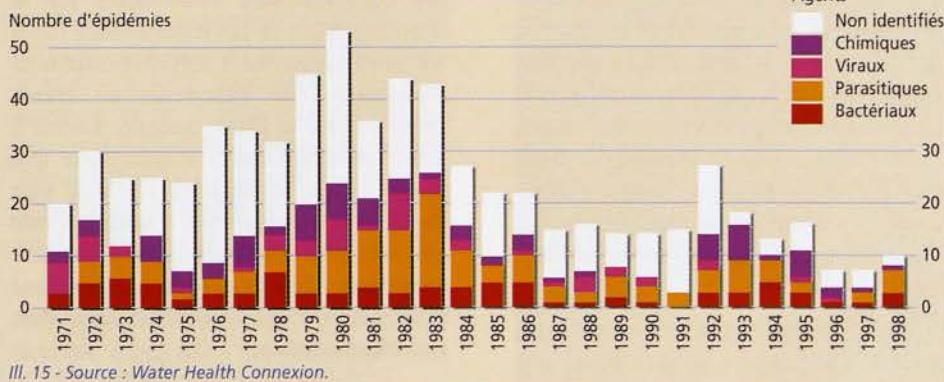
Il existe peu d'études épidémiologiques en France. On peut cependant noter les épisodes de la ville du Havre :

- en 1982, une épidémie de gastro-entérite aiguë, due à la pollution massive d'une source alimentant la ville en eau potable, touche des dizaines de milliers de malades ;
- en 1991, un millier de cas de shigellose est dénombré dans les communes de la banlieue à la suite de la contamination d'une unité de distribution publique.

D'autre part, une étude écologique géographique sur les secteurs ruraux de la pointe de Caux a montré une surconsommation significative de médicaments aux moments des épisodes de pluie avec ruissellement dans les secteurs où la turbidité au robinet de l'usager excède 2 NTU (eau souterraine distribuée sans traitement de filtration).

Le risque microbiologique reste d'actualité dans les pays industrialisés, même si les études épidémiologiques américaines révèlent une forte diminution des épidémies dues à l'eau potable durant les vingt dernières années [ill. 15]. Les agents impliqués sont de nature très variée [ill. 16 page suivante]. Parallèlement on observe une augmentation importante du nombre d'épidémies dues aux loisirs nautiques [ill. 17 page suivante].

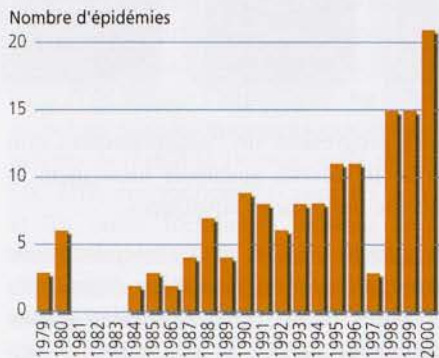
L'évolution des épidémies dues à l'eau potable aux États-Unis



Ill. 15 - Source : Water Health Connexion.

Ces études se basent sur les épidémies recensées. Elles ne tiennent donc pas compte d'un très grand nombre de cas isolés. Une étude suédoise récente montre que la plupart des contaminations dans le réseau d'eau potable ne sont pas dues à des accidents de traitement [ill. 18]. En effet, un certain nombre de pathogènes ne sont pas résistants aux traitements et suffisamment fins pour passer au travers des membranes. Ils ne sont donc pas détectés par les indicateurs de contamination fécale. C'est notamment le cas de *Cryptosporidium parvum*.

L'évolution des épidémies dues aux loisirs nautiques aux États-Unis



Ill. 17 - Source : Water Health Connexion.

Le cas particulier des cyanobactéries et des algues microscopiques toxiques

Les cyanobactéries, algues microscopiques autotrophes, se développent naturellement dans les milieux aquatiques, tandis que, pour les autres micro-organismes d'intérêt sanitaire, l'eau ne représente qu'un mode de transport. Elles sont une composante normale du phytoplancton. Les conditions générales de prolifération sont facilement réunies : eau stagnante, lumière et nutriments. Elles sont d'une grande diversité et peuvent coloniser tous les milieux aquatiques et rester stockés dans les

sédiments. Il existe plus de mille variétés de cyanobactéries dont soixante-dix produisent des toxines.

Il n'existe pas de réseau de surveillance à l'heure actuelle et on dénombre peu d'études sur les cyanobactéries et les algues microscopiques toxiques. Les normes OMS sont souvent dépassées dans les eaux de rivière. Les observations sur les dernières années semblent indiquer une augmentation des cyanobactéries.

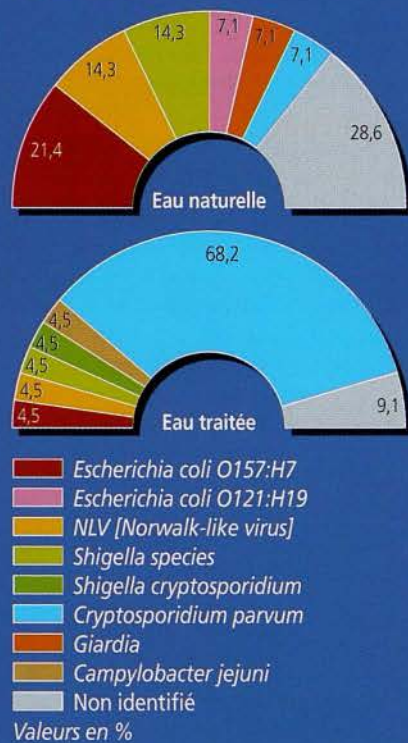
Les risques associés pour l'homme sont de deux types :

- contact direct provoquant des irritations et des fièvres du fait des lipo-polysaccharides (LPS) présents dans les membranes ;
- production de toxines et bio-accumulation, les cyanobactéries servant d'alimentation de base pour les organismes filtres consommés par l'homme tels que les mollusques.

Les risques pour l'environnement sont essentiellement liés à la compétition avec les autres espèces de phytoplancton, soit directement par effet des toxines, soit par la modification des communautés végétales, entraînant une modification du milieu et un impact sur les populations animales.

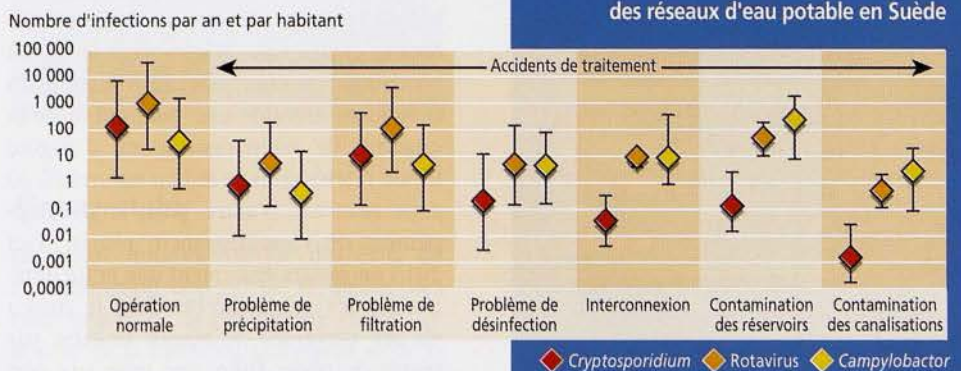
Le principal facteur limitant est le phosphore dans la mesure où ces organismes sont autotrophes (utilisation du CO₂

Les causes des épidémies récentes aux États-Unis



Ill. 16 - Source : Water Health Connexion.

Les causes de contamination des réseaux d'eau potable en Suède



Ill. 18 - Source : Westrell et al., 2002.

comme source de carbone) et où certaines espèces ou souches peuvent fixer l'azote. Ces micro-organismes ont une grande capacité d'adaptation. Par conséquent les évolutions envisageables sont liées à celles du niveau d'eutrophisation : plus celui-ci est important, plus les floraisons algales sont nombreuses. Les moyens de contrôle peuvent être préventifs (réduction des apports en nutriments). Les moyens de traitement sont chimiques (algicides, précipitants) ou physiques (mise en mouvement des masses d'eau concernées).

En résumé

La majeure partie des risques sanitaires dus aux micro-polluants biologiques a été maîtrisée grâce au développement sanitaire du XX^e siècle. On voit apparaître de nouveaux risques du fait d'émergences et de ré-émergences de micro-organismes. Les indicateurs de contamination fécale ne sont plus adaptés à prédire correctement le risque sanitaire dans toutes les situations.

Globalement les cas d'épidémies associés à l'eau potable sont en nette diminution sur les vingt dernières années, ceux liés à la baignade sont en nette augmentation.

L'alimentation en eau potable comme principal moteur d'évolution

Globalement, on peut distinguer les facteurs d'évolutions liés au milieu et ceux liés à l'eau potable. Les différents facteurs d'évolution reposent sur :

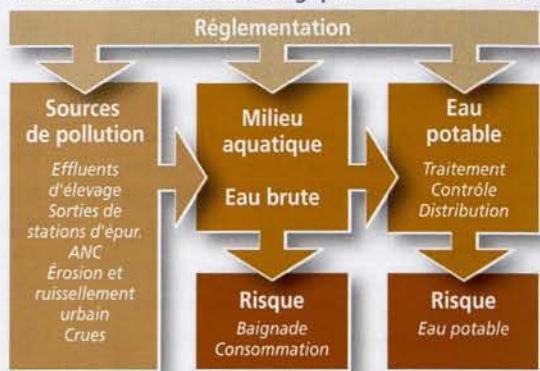
- l'évolution des sources de pollution, ponctuelles et diffuses ;
- la gestion de l'eau potable (traitement, distribution) ;
- la réglementation ;
- les connaissances.

Les sources de pollution ponctuelle

■ **Les eaux usées sortant des stations d'épuration (STEP) :** des études réalisées dans le bassin de la Seine montrent que les apports de coliformes fécaux par les eaux usées traitées supplantent largement les apports par lessivage des sols [George et Servais, 2002]. Toutes les stations d'épuration du bassin seront sous peu aux normes imposées par la Directive européenne sur les Eaux Résiduaires Urbaines, même pour les stations de moins de 2000 Equivalent-Habitants sur la majeure partie du bassin. L'impact associé sera très rapide dans le milieu avec une diminution des bactéries fécales et des virus rejetés dans le milieu récepteur. En effet, une amélioration du traitement entraîne une diminution de la quantité de micro-organismes d'origine fécale rejetés dans le milieu naturel [ill. 20 page suivante]. D'autre part, le développement de l'assainissement pluvial d'ici 2015 permettra également une nette diminution des rejets directs dans le milieu via les surverses de réseau unitaire par temps de pluie. Enfin, une mise aux nor-

Facteurs influant sur le risque de contamination microbiologique

Ill. 19.



mes progressive de l'assainissement non collectif devrait améliorer localement la qualité des milieux aquatiques.

Si globalement, on peut s'attendre à une diminution des rejets de micro-organismes d'origine fécale, cette diminution restera d'ampleur limitée et ne permettra certainement pas de rendre l'ensemble des eaux du bassin compatible avec certaines utilisations sensibles, comme la baignade. Atteindre un niveau compatible avec la norme impérative de qualité des eaux de baignade exigerait dans beaucoup de situations de désinfecter les eaux en sortie de stations d'épuration (traitement aux UV ou à l'ozone) mais ceci ne semble pas à l'ordre du jour actuellement, essentiellement pour des raisons de coûts et de développement de résistances.

Le développement des cyanobactéries est lié à la présence de phosphore dans le milieu. Certes on observe sur les dernières années une très forte baisse des apports de phosphore dans les eaux usées domestiques en raison de l'utilisation croissante

de poudres à lessiver sans phosphore. Et la baisse devrait se poursuivre. Cependant, l'impact de cette réduction des apports sera atténué du fait des stocks importants contenus dans les sédiments.

■ **Les pollutions ponctuelles de phosphore agricole** : le passage de l'ensemble du bassin Seine Normandie en zone vulnérable et la mise en œuvre du PMPOA 2⁸ devrait permettre de limiter sensiblement les pollutions ponctuelles agricoles.

Les sources de pollution diffuses

Une évolution des pratiques agricoles, notamment sur les bassins versants à risque d'érosion ou karstiques, devrait permettre d'améliorer sensiblement la turbidité des eaux et de réduire l'importance des contaminations microbiologiques associées aux pointes de turbidité. De nombreux projets (ex. LIFE environnement) sont en cours et les outils techniques existent déjà : meilleure gestion des fumiers, utilisation des bandes enherbées, détermination de sous-bassins versants à risque.

Cette évolution se fera certainement à moyen terme avec la révision de la politique agricole commune [voir chapitre sur les pollutions diffuses agricoles (phytosanitaires)]. Cependant, notons qu'une évolution vers l'élevage extensif et le retour du bétail en prairies, généralement considérés comme un retour vers des pratiques respectueuses de l'environnement, peuvent entraîner une augmentation de la contamination microbiologique des cours d'eau. En effet, en zone rurale, les petits cours d'eau dont le bassin versant est principalement cons-

titué de prairies sont ceux qui présentent les teneurs les plus élevées en bactéries d'origine fécale, du fait de la présence de bétail directement dans le lit des cours d'eau [ill. 21]. Par ailleurs, l'épandage des boues issues des stations d'épuration collectives peut être responsable d'une part de la contamination diffuse. Le traitement des boues par chaulage (pH élevé) élimine les germes pathogènes. À l'heure actuelle, 50 % des boues sont traitées. Une généralisation de ce type de traitement devrait permettre de limiter la contamination microbienne liée à l'épandage des boues d'épuration.

Les pratiques qui ne découleront pas directement de la PAC nécessiteront une animation et des moyens importants.

En conclusion, nous pouvons avancer que les évolutions à attendre des pratiques agricoles seront très progressives et limitées dans la mesure où les actions menées sur le moyen terme ne sont pas ciblées sur les contaminants microbiologiques.

En résumé

On peut espérer d'ici 2015 une diminution importante des sources de pollution ponctuelles et diffuses urbaines, qui représentent l'apport principal de micro-polluants biologiques au milieu.

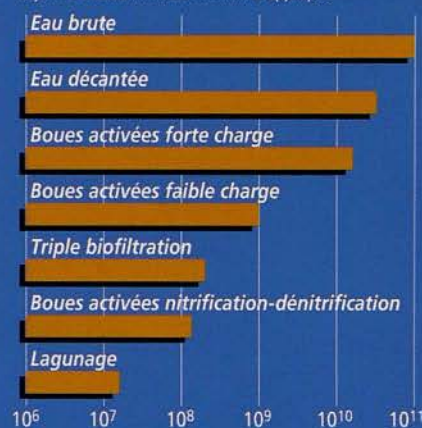
Une très légère diminution des sources de pollution agricole est probablement à attendre.

L'eau potable

La qualité microbiologique des eaux de consommation dépend de la qualité des eaux brutes, de la conception et de l'efficacité de la filière de traitement et de la gestion et du suivi de la distribution.

Les coliformes fécaux rejetés par les stations d'épuration de l'agglomération parisienne

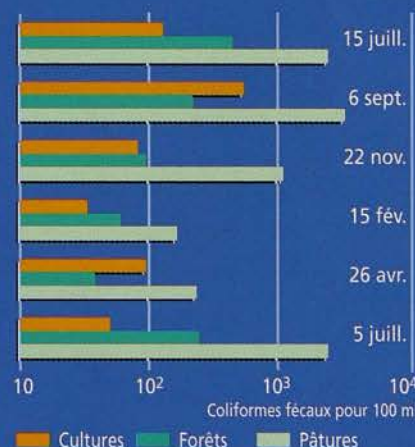
Quantité de coliformes fécaux (par habitant et par jour) rejetés en fonction des traitements appliqués



Ill. 20 - Source : George et al., 2002.

Les coliformes fécaux dans les rivières

Comparaison des teneurs en coliformes fécaux dans des petits cours d'eau du bassin de l'Oise en amont de tout rejet domestique en fonction du couvert végétal dominant de leur bassin versant.



Ill. 21 - Source : George et Servais, 2002.

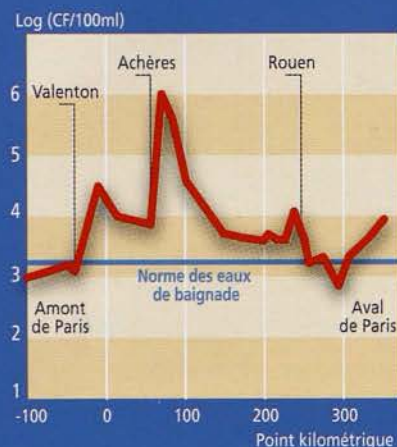
8 - PMPOA : programme de maîtrise des effluents d'origine agricole, octroyant des aides aux exploitations agricoles situées en zone vulnérable et qui en font la demande afin, principalement, de mettre en conformité les bâtiments d'élevage (réduction des fuites), d'effectuer un diagnostic d'exploitation et un plan d'épandage. Le premier programme s'est déroulé de 1993 à 2002 et a permis de traiter 10 % des exploitations représentant 50 % des effectifs. Le deuxième volet (PMPOA 2) a été initié en 2003.



Arrivée et départ d'eau au réservoir de Montsouris à Paris.

Les coliformes fécaux dans la Seine

Profil longitudinal de la teneur en coliformes fécaux dans la Seine de Montereau à la baie de Seine. Comparaison avec la norme impérative des eaux de baignade.



Ill. 22 - Source : George et Servais, 2002.

Une production d'eau potable de plus en plus technologique :

une certaine partie des contaminations par les micro-organismes pathogènes ne peut être maîtrisée que par une meilleure protection de la ressource. Pour le reste, il existe aujourd'hui des solutions techniques très performantes vis-à-vis de ces micro-organismes pathogènes, tels que le traitement par nanofiltration (mis en place depuis 2000 à l'usine de Méry-sur-Oise en banlieue parisienne). Mais il est évident que les solutions techniques les plus performantes entraînent des coûts toujours plus importants. Pour éviter les problèmes des pics de contamination microbiologique liés à l'augmentation de la turbidité en zone karstique, un traitement par filtration des eaux distribuées devrait être généralisé. Ici encore, cela augmente évidemment le coût du traitement.

Pour faire face aux normes de traitement plus en plus strictes, on observe une concentration des usines de production desservant alors plus de population. Cela entraîne une multiplication des interconnexions et une augmentation de la longueur totale des réseaux de distribution. Or la concentration des effluents concentre les germes et augmente les sources de contamination possibles.

Aujourd'hui les solutions techniques sont poussées par une législation de plus en plus contraignante mais cette évolution technique est limitée par des enjeux financiers très importants.

En résumé

Les évolutions techniques seront importantes dans les quinze prochaines années et vont se généraliser sur l'ensemble du bassin, limitant le risque d'exposition. Les accidents sont cependant toujours possibles. D'autre part, le coût important associé à ces nouvelles techniques tend à creuser l'écart entre « l'eau des villes et l'eau des champs ».

Les évolutions réglementaires

■ **Le passage en zone sensible et vulnérable** de l'ensemble du bassin permettra une évolution sur la mise aux normes des stations d'épuration et des rejets d'origine agricole et abaissera la contamination microbiologique.

■ **Les normes applicables aux eaux de baignades** sont strictes ; les niveaux des normes impératives sont dépassés dans de nombreux endroits dans le bassin de la Seine [ill. 22]. La directive européenne sur les eaux de baignade, en préparation, réduit le nombre de paramètres physico-chimiques et microbiologiques à prendre en compte de dix-neuf à deux, auxquels s'ajoutent une inspection visuelle (prolifération d'algues, huiles) et une mesure du pH dans les eaux douces. Au niveau des paramètres microbiologiques, les coliformes totaux, les virus et les salmonelles ne sont plus pris en compte. Dans la nouvelle norme [ill. 23], les coliformes fécaux sont remplacés par les *E. coli* considérés comme plus spécifiques de la contamination fécale et les niveaux à respecter sont plus faibles que dans la norme actuelle. Cependant, des études épidémiologiques récentes montrent que, dans la grande majorité des cas, le facteur limitant pour atteindre une bonne qualité des eaux de baignade reste la contamination fécale. Cet indicateur est donc toujours pertinent. De plus, les coûts associés à un suivi plus exhaustif sont élevés.

Proposition de normes de la directive européenne sur les eaux de baignade

Norme actuelle	Nombre pour 100 ml	Norme proposée	Nombre pour 100 ml
Coliformes totaux	10 000		
Coliformes fécaux	2 000	<i>Escherichia coli</i>	500
Streptocoques fécaux		Entérocoques intestinaux	200

Ill. 23

■ **L'eau potable** : il n'y a pas d'évolution réglementaire à court terme concernant les normes à respecter en termes de micropolluants biologiques. Un groupe de réflexion européen (*European Microbiology Advisory Group*) a été mis en place pour évaluer les risques relatifs aux nouveaux micropolluants biologiques et établir les recommandations nécessaires en termes de réglementation. Parallèlement, le projet de loi sur la santé fixe comme objectif de diviser par deux la fréquence d'alimentation en eau non conforme.

■ **L'amélioration de la protection des captages** devrait être facilitée par des procédures simplifiées. Cet outil est adapté pour lutter contre les pollutions ponctuelles mais pas contre les pollutions diffuses.

En résumé

Les évolutions réglementaires sont faibles. Les normes se durcissent légèrement mais se concentrent sur les indicateurs de contamination fécale car les techniques de suivi actuelles sont insuffisantes.

Les autres facteurs d'évolution

■ **Un isolement croissant des organismes vis-à-vis du monde microbien** : la politique du « toujours plus stérile » limite le potentiel de nos défenses immunitaires contre les micro-organismes, nous rendant plus vulnérables à chaque « accident » de stérilité. On note aussi une croissance de la population immuno-déprimée, du fait du vieillissement de la population, de l'augmentation des cas de cancer ou encore des maladies chroniques, par exemple l'asthme, notamment dû à l'augmentation de la pollution atmosphérique. On estime aujourd'hui que 5 % de la population est immuno-déprimée.

■ **Le développement de résistances** est dû à un certain nombre de pratiques non contrôlées telles que :

- le développement de l'utilisation d'antibiotiques, chez l'homme et chez l'animal de compagnie ;
- le développement de l'utilisation systématiques des antibiotiques en élevage ;
- l'introduction de gènes résistants aux antibiotiques dans les organismes génétiquement modifiés.

Il est peu probable que des évolutions notables de pratiques aient lieu à court terme, on peut donc penser que le rythme d'apparition ou de ré-émergence de résistances ou de nouveaux agents, se maintiendra. L'antibio-résistance en particulier est problématique. Il s'agit de la résistance des bactéries, virus, champignons et parasites aux antibiotiques [voir hors-texte p. 26].

■ **L'évolution des méthodes analytiques** : les indicateurs de contamination fécale tels qu'ils sont mesurés actuellement (c'est-à-dire par des méthodes basées sur la mise en culture) sont relativement mal adaptés, notamment pour juger de l'efficacité de la désinfection. De plus, ils sont longs à mettre en œuvre (plus de vingt-quatre heures) et ne permettent pas de réponse rapide en cas de contamination. Par ailleurs, de nouveaux agents infectieux sont détectés tous les ans.



Ancien château d'eau réhabilité en habitation

Les buveurs d'eau multiplient les bactéries résistantes aux antibiotiques

[...] Ce qui est nouveau, ce n'est pas qu'il y ait des bactéries résistantes aux antibiotiques, pas davantage qu'il y ait des micro-organismes dans l'eau : c'est que l'eau que nous buvons se soit révélée comme l'un des vecteurs de diffusion des bactéries résistantes. Jusqu'à présent, on ne connaissait que trois vecteurs : les végétaux consommés par les animaux, les crudités dans l'alimentation humaine et le contact direct avec des personnes ou animaux traités aux antibiotiques. Un quatrième, la viande dans l'alimentation humaine, reste en discussion.

[...] Les chercheurs du Crecep, ainsi qu'une équipe allemande travaillant en parallèle, ont établi que ce n'était pas le milieu aquatique mais l'homme qui favorisait les bactéries résistantes, grâce à son tube digestif qui agit comme un réacteur darwinien. L'eau que nous buvons contient en général une petite dose d'antibiotiques et des bactéries, résistantes ou non. Dans notre organisme, les bactéries sensibles sont affectées, tandis que les résistantes se développent. Nos urines contiennent donc davantage de souches résistantes, qui se retrouvent ensuite dans le milieu naturel en sortie de station d'épuration. Le phénomène est encore plus marqué avec un malade traité aux antibiotiques, et aussi avec des animaux d'élevage dont l'alimentation contient une faible dose d'antibiotiques, à titre préventif.

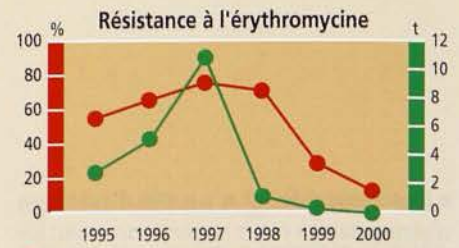
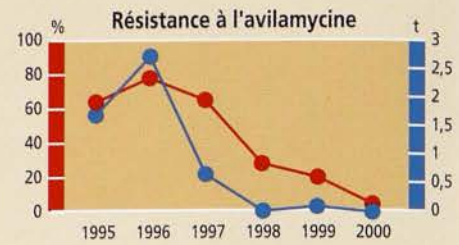
Pourquoi est-ce un problème ? [...] Selon le schéma darwinien, les micro-organismes n'ont cessé de s'adapter, avec quelques années de décalage : les mutations génétiques naturelles ont produit des bactéries résistantes aux antibiotiques, qui améliorent ainsi leurs chances de survie et de reproduction face à leurs sœurs sensibles. Tant qu'on découvrirait des remèdes plus puissants, cette évolution n'inquiétait personne. Mais il n'y a pas une infinité d'antibiotiques : durant la dernière décennie, on n'en a découvert qu'une nouvelle catégorie, et rien ne dit

qu'on en trouvera encore d'autres à l'avenir. De plus en plus de souches bactériennes risquent donc de résister à de plus en plus d'antibiotiques. Et d'une bactérie inoffensive à une bactérie pathogène, le gène de résistance peut se transmettre malgré la barrière des espèces, grâce aux éléments génétiques mobiles (EGM), comme les plasmides et les transposons. Le tube digestif des mammifères est justement un milieu très favorable à ces transmissions. **Un malade qui boit de l'eau contenant des bactéries inoffensives, mais résistantes, risque ainsi de rejeter des bactéries pathogènes devenues résistantes par l'acquisition d'EGM.**

Que faire ? Pour ce qui est de l'eau, il faudra d'abord évaluer sa part de responsabilité dans le phénomène. [...] Si cette part est importante, il faudrait envisager des mesures radicales : soit filtrer sur membrane toutes les eaux de boisson – mais à quel coût ? et que faire des filtres usagés ? – soit stériliser les eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel. **Déjà, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) pourrait imposer aux hôpitaux de stériliser leurs eaux vannes avant de les envoyer à l'égout.**

Plus largement, c'est l'usage des antibiotiques qu'il faudrait restreindre, pour les réserver aux traitements où ils sont nécessaires. Le schéma darwinien prévoit en effet que, moins une espèce est soumise à une pression, moins elle développe de défenses pour y résister. Les souches devenues résistantes sont en concurrence permanente avec les autres ; elles n'ont aucune raison de les supplanter si les antibiotiques ne les favorisent pas.

[...] L'humanité utilise 60 % des antibiotiques pour son usage propre. Le reste est administré aux animaux, soit dans les médicaments vétérinaires, soit dans l'alimentation. **L'élevage moderne a généralisé la distribution d'antibiotiques à faible dose, sous la dénomination de « promoteurs de croissance ». En prévenant les maladies, notamment digestives, ils accélèrent de 20 à 30 % la prise de poids des bêtes et ils permettent de densifier les élevages. [...] Si**



— Pourcentage d'entérocoques *E. faecium* résistants chez les poulets danois.
 — Consommation d'avilamycine dans les élevages de poulets danois (en tonnes).
 — Consommation de virginiamycine dans les élevages de poulets danois (en tonnes).

Ill. 24 - Source : Journ'eau n° 427.

l'importance de l'eau se confirme dans la diffusion des bactéries résistantes, il faudra sans doute prendre des mesures radicales. Le rôle de l'agriculture dans la contamination diffuse des milieux aquatiques n'est plus contesté par personne, en ce qui concerne les nitrates et les pesticides. On voit mal comment on pourrait le nier à propos de la microbiologie. L'Union européenne s'est d'ailleurs engagée dans cette voie, en suspendant depuis 1999 l'administration de certains antibiotiques vétérinaires à titre préventif. L'Europe ne fait là que suivre, frileusement et lentement, l'exemple du Danemark, qui a interdit en 1995 les promoteurs de croissance à base d'antibiotiques. Cette mesure est pleinement en vigueur depuis 2000. Premier producteur européen de porcs, le Danemark a pris un pari économique important, qu'il a finalement gagné : les économies réalisées sur le dos de l'industrie pharmaceutique ont permis aux éleveurs de dédensifier leurs élevages et d'en améliorer la propreté. De sorte qu'à coût égal, la production porcine s'est accrue sans baisse du revenu des éleveurs.

Et le schéma darwinien s'est vérifié, comme le démontre une étude du Laboratoire vétérinaire danois, conduite en 2000 par Franck Møller Aarestrup : les courbes de résistance aux antibiotiques suivent de près les courbes des ventes des produits correspondants. Chez les poulets [ill. 24], les entérocoques *E. faecium* résistants à l'avilamycine sont ainsi descendus, en quatre ans, de 80 % à moins de 5 % du total des *E. faecium* recensés, en décroissant au même rythme que la consommation de ce produit. Il en est de même avec la résistance à l'érythromycine, qui suit de près la baisse de consommation de la virginiamycine. La résistance est donc un phénomène réversible.[...]

Source : extraits de Journ'eau n°427

LES ETIQUES SOURCES

De nombreuses méthodes sont en court de développement (enzymatiques, génomiques, puces à ADN). Ces techniques détectent sous peu un grand nombre de polluants en un temps plus court qu'actuellement. À court terme, leur coût élevé devrait limiter leur utilisation. L'utilisation de méthodes de détection rapide devrait permettre un suivi plus rapide et complet facilitant une réponse immédiate dans les unités de production d'eau potable ce qui limitera la propagation de la contamination microbiologique via les réseaux de distribution.

L'OCDE et l'OMS travaillent à élaboration de lignes directrices afin de mettre en œuvre des méthodologies pour les analyses microbiologiques de l'eau potable.

■ **Une meilleure connaissance microbiologie et épidémiologique :** nous connaissons assez mal le monde microbien en comparaison au monde physico-chimique. De nombreuses études sont en cours, portant notamment sur la circulation des pathogènes dans l'environnement, leur cycle de vie et sur l'incidence des sources de pollution (incidence des pratiques agricoles, devenir des effluents, influence de la qualité physico-chimique). Parallèlement, les études épidémiologiques se mettent en

place bien qu'il n'existe pas de cadre formel de notification des épidémies hydriques.

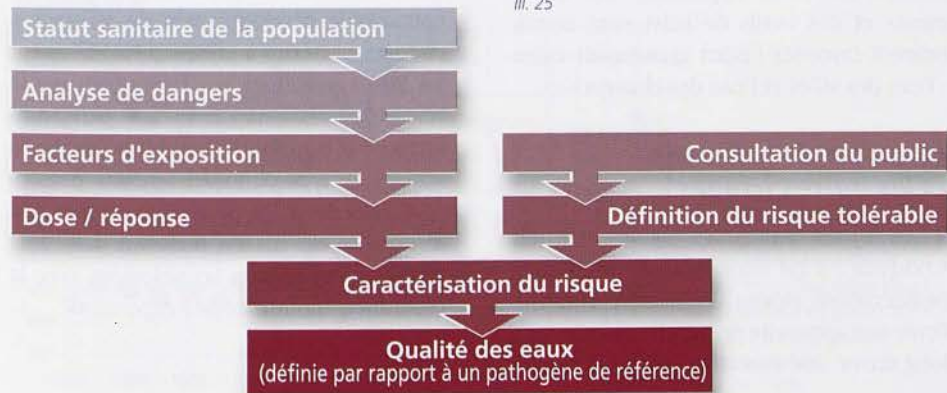
■ **Le développement de l'analyse de risque :** face à la multiplication des risques à prendre en compte et à l'augmentation de la population fragile, les ressources économiques sont limitées et ne peuvent permettre d'atténuer de manière systématique tous les risques. D'où la nécessité de développer les analyses de risque pour, d'une part, mieux sérier les problèmes, d'autre part, de favoriser des actions plus efficaces et préventives [ill. 25]. Pour cela, les connaissances sont encore à améliorer, en particulier, les études épidémiologiques qui sont une base indispensable à une approche d'analyse de risque. Il est probable que l'on s'oriente à court terme vers des indicateurs spécifiques en fonction de l'utilisation du type usage-dose/réponse.

En résumé

Le développement des connaissances en microbiologie et en épidémiologie devrait permettre la mise en place d'une logique d'analyse de risque afin de faire face à l'augmentation des coûts de traitement.

Le processus d'analyse du risque

III. 25



Bibliographie

- EPA 2000 ; site Internet www.epa.gov
- George I. et Servais P. 2002 ; *Sources et dynamique des coliformes dans le bassin de la Seine* ; rapport de synthèse PIREN Seine, février 2002.
- George I., Crop P. & Servais P. *Fecal coliforms removal in wastewater treatment plants studied by plate counts and enzymatic methods* ; Wat. Res. 2002, 36 : 2607-2617.
- Lesne J. 1998 ; *Hygiène publique, microbiologie et gestion de l'eau* ; 7p, disponible sur le site www.pasteur.fr/sante/socpatex/pdf/1998n5/Lesne.pdf
- Miquel G. 2003 ; *La qualité de l'eau et de l'assainissement en France* ; rapport de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 195 pages, Paris. Disponible sur le site www.senat.fr
- Water Heath Connection, *Recognizing Waterborne Disease and The Health Effects of Water Pollution*, disponible sur le site <http://www.waterhealthconnection.org/TableofContents.asp>
- Westrell T., Bergstedt O., Stenström T.-A. and Ashbolt N.J. 2002 ; *The impact of failures on microbial risks in drinking water systems: conventional treatment versus point-of-use membranes* ; comptes-rendus du Colloque international sur les pathogènes d'origine hydrique, 22-25 septembre 2002, Cascais/Lisbonne, Portugal.

De l'eau toujours potable, des eaux n'autorisant pas toujours la baignade

La plupart des polluants microbiologiques ne sont pas inféodés au milieu aquatique et peuvent donc être réduits à la source, que les pollutions soient ponctuelles ou diffuses.

Tandis que l'on peut attendre une évolution des techniques de potabilisation et de contrôle pour l'eau potable, il n'est pas possible « d'éliminer » dans les eaux de baignade les polluants microbiologiques. On peut donc envisager deux scénarios différents pour les eaux de boisson et les eaux de baignade.

L'eau potable

Pour les eaux de distribution, il existera toujours des bactéries pathogènes opportunistes tandis que la part fragile de la population a tendance à augmenter. Cependant la mise en œuvre de traitements plus poussés, mais surtout un meilleur suivi dû à une évolution importante des techniques analytiques, ainsi que le développement de l'analyse de risque (meilleure connaissance de la microbiologie) devrait permettre une diminution des risques (hors accidents) liés à la consommation d'eau potable. Par ailleurs, les coûts importants des traitements et des outils de suivi vont certainement favoriser l'écart grandissant entre « l'eau des villes et l'eau des champs ».

Les eaux de baignade et les autres usages

■ **Les cyanobactéries et les algues toxiques** : il est impossible de limiter les proliférations algales de manière curative. Seule une approche préventive permettra à long terme une évolution favorable et une

diminution des cyanobactéries. Du fait de la diminution des apports ponctuels, on peut envisager une légère diminution des phénomènes d'eutrophisation d'ici 2015.

■ **La consommation de coquillages** : les normes qui s'appliquent à la production industrielle de coquillages sont de plus en plus strictes et très contrôlées. Les accidents liés à la pêche à pied sont peu susceptibles d'évoluer à court terme puisque seule une approche préventive à long terme permettra de diminuer la pollution des eaux brutes. Par ailleurs, la communication étant difficile et la population peu réceptive, il n'y a pas d'évolution prévisible dans ce domaine.

■ **Les loisirs nautiques** : il est peu probable que la qualité microbiologique des eaux de baignade s'améliore de manière importante. La directive européenne sur les eaux de baignade impose des normes strictes basées sur des indicateurs de contamination fécale. Il est donc probable que les sites de baignade seront mieux surveillés et protégés en amont. Ce dernier point devrait passer dans certains cas par la désinfection des eaux usées en sortie de stations d'épuration, ce qui est néanmoins assez risqué sur le plan sanitaire, car un excès de désinfection peut entraîner le développement de résistances chez les bactéries à éliminer. Parallèlement les loisirs nautiques se développent sur le bassin Seine-Normandie et une part croissante de la population sensible a désormais accès à ce type de loisirs (enfants, personnes âgées, etc.). On peut donc estimer que le nombre de cas de maladies dues à la baignade augmentera sensiblement avec la croissance importante de l'exposition.

Experts auditionnés

- Pascal Beaudeau, Institut de veille sanitaire
- Philippe Hartemann, directeur du service Étude et Recherche en santé environnement, département Environnement et Santé publique, faculté de médecine de Nancy
- Mathilde Harvey, Agence française pour la sécurité sanitaire des aliments
- Fabienne Petit, laboratoire de microbiologie du froid à l'université de Rouen, membre du programme scientifique Seine-aval
- Pierre Servais, Écologie des systèmes aquatiques, université libre de Bruxelles, membre des programmes de recherche Piren Seine et Seine-aval
- René Seux, directeur du laboratoire d'étude et de recherche en environnement et santé à l'École nationale de la santé publique

Rédacteurs de la fiche

- Gauthier Grièche
- Pierre Servais

4

Les eaux souterraines

Le thème traité ici est celui de l'évolution quantitative et essentiellement qualitative des eaux souterraines du bassin Seine-Normandie. Invisibles, ignorées du grand public, les eaux souterraines cons-

tituent, d'une manière générale, une part capitale des ressources globales en eau et la majeure partie des ressources en eau potable sur le bassin Seine-Normandie.

SYNTHÈSE	
Évolutions positives en cours Stabilisation ou baisse des teneurs en pesticides et nitrates dans des zones circonscrites qui bénéficient d'actions ciblées. Plafonnement des apports en azote à l'hectare. Actions préventives localisées.	Évolutions négatives en cours Augmentation générale sur le bassin des teneurs des nappes en pesticides et en nitrates. Abandons de captages. Mise en évidence de molécules nouvellement identifiées.
Facteurs d'infléchissement + PAC : le découplage et l'éco-conditionnalité pourraient favoriser un plafonnement de l'utilisation des intrants. +? Politique de protection des captages. + Actions locales volontaires.	États tendanciels résultants Il existe un grand nombre de molécules « nouvellement identifiées » et difficiles à éliminer lors du traitement de l'eau brute. La norme de 50 mg/l pour les nitrates est dépassée sous les zones de grandes cultures. Quelques zones « sanctuaires » sont créées.

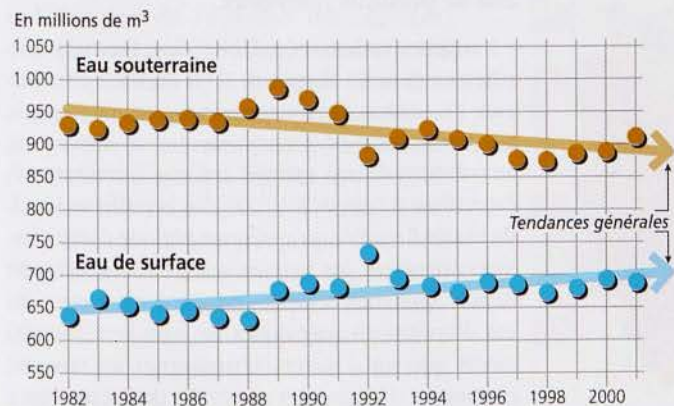
Peu de problèmes quantitatifs, mais une qualité qui s'est dégradée

Les quantités

En 2001, 1,4 milliard de m³ a été prélevé dans les eaux souterraines du district, couvrant environ 40 % des besoins totaux en eau du bassin, mais près de 54 % des besoins des collectivités, près de 30 % des besoins industriels et plus de 90 % des besoins en eau d'irrigation.

Il n'y a pas de problème quantitatif majeur qui se pose sur la ressource en eau souterraine dans le district, hormis sur certains secteurs, lorsqu'il y a conjonction d'une succession d'années sèches induisant une moindre recharge des nappes et une augmentation des prélèvements agricoles. Ce fut le cas, par exemple, en 1999, lorsque les prélèvements sur la nappe de Beauce

pour l'irrigation représentaient 46 millions de m³ et près de 50 % des prélèvements totaux. Des problèmes quantitatifs ont également été rencontrés sur la nappe du Champigny. Des solutions locales de concertation se mettent généralement en place pour gérer la ressource et les conflits d'usage : SAGE de la nappe de Beauce, association Aqual'Beauce, etc.



Les prélèvements d'eau

Évolution comparée des volumes prélevés par les collectivités en eau de surface et souterraine sur le bassin Seine-Normandie.
 ill. 26 - AESN.

Sur la période 1981-2002, on constate une tendance à la diminution des prélèvements en eau souterraine au profit des eaux superficielles [ill. 26]. Il faut toutefois noter que la précision des chiffres est variable au cours du temps : les volumes des prélèvements agricoles sont ainsi mieux connus depuis la mise en place progressive des compteurs.

Sur les dernières années, l'évolution est moins nette. **La consommation d'eau potable se stabilise**, voire baisse en France, sans qu'on puisse affirmer qu'il s'agit là d'une tendance durable.

Les nitrates dans les nappes phréatiques de l'Eure-et-Loir en 1995 et 2002

Ill. 27 et 28 - Source : direction de l'Agriculture, de l'Environnement et de l'Espace rural, conseil général d'Eure-et-Loir, d'après DDASS, captages AEP.

Situation 1995

Classe de concentration



32 Valeur moyenne pour l'année en mg/l

Variation de la concentration par rapport à la situation 1995



Situation 2002

0 5 10km

La qualité

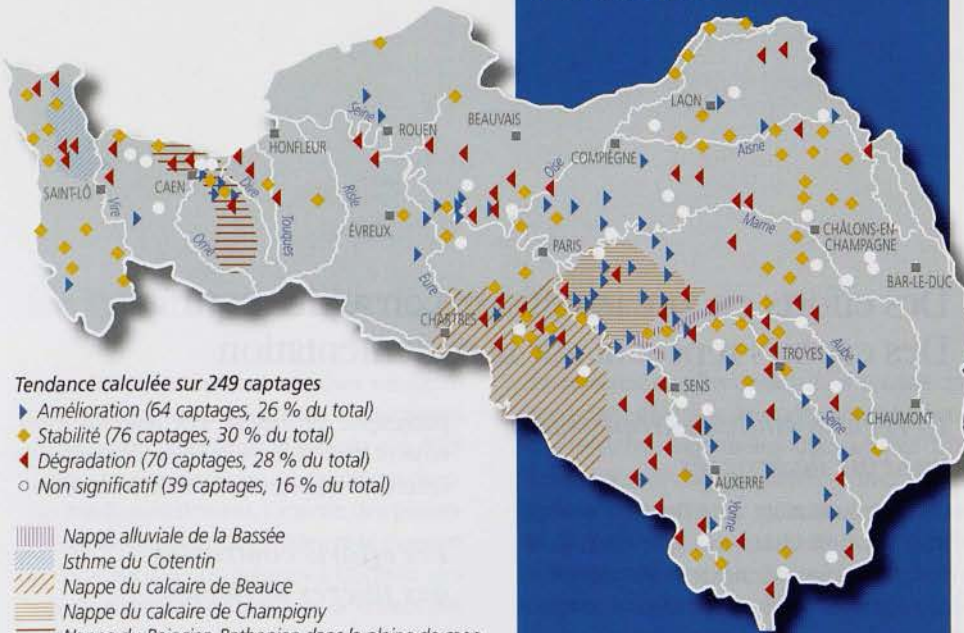
Le caractère souterrain de la ressource peut sembler la protéger de l'impact des activités humaines, mais elle n'en est pas moins vulnérable à beaucoup de pressions. La qualité des nappes est appréciée au travers des analyses effectuées en quasi-totalité sur les captages exploités. Les captages abandonnés ne sont généralement plus échantillonnés et disparaissent des réseaux de suivi. On estime donc la qualité d'un très grand volume d'eau sur la base d'un volume minime prélevé en des points essentiellement spécifiques à l'alimentation en eau potable et donc pas nécessairement représentatifs de l'ensemble des ressources. **L'image que l'on se fait de la réalité peut ainsi être biaisée** (image meilleure que la réalité, car la moyenne des captages contrôlés sont d'une qualité suffisante pour permettre la fabrication d'eau potable).

Sur le district, les problèmes les plus préoccupants en matière de qualité concernent les pesticides, les nitrates, la turbidité et les micro-organismes, **tous résultant de l'activité humaine** :

- **les pesticides** sont soumis à évaluation depuis les années quatre-vingt-dix (date à partir de laquelle ces molécules ont été intégrées dans les programmes de suivi qualitatif en raison des progrès accomplis dans le domaine analytique). Leur fréquence de détection n'a cessé de croître depuis. **Certains produits se retrouvent dans les eaux souterraines de façon très majoritaire** (atrazine, déséthyl-atrazine) du fait de leur utilisation très répandue, de leur facilité de dosage et de leur rémanence [ill. 29]. **D'autres apparaissent au fur et à mesure de la mise sur le marché de produits nouveaux** ;

- **l'augmentation régulière des teneurs en nitrates** dans les nappes [ill. 27 & 28] est à corrélérer avec l'évolution du paysage et des pratiques agricoles depuis les années cinquante [voir le chapitre sur les pollutions diffuses agricoles ainsi que la brochure sur l'agriculture et l'eau, AESN, 2005]. Sur certains secteurs du bassin, il semble qu'après une période d'augmentation régulière, les teneurs relevées se stabilisent depuis quelques années (en particulier dans le cas d'opérations spécifiques de type Ferti-Mieux), tandis que sur d'autres (Champagne), les teneurs continuent d'augmenter au rythme de 0,4 mg/l/an ;

Concentrations en triazines (période 1997-2001)



Tendance calculée sur 249 captages
 ▲ Amélioration (64 captages, 26 % du total)
 ◆ Stabilité (76 captages, 30 % du total)
 ▼ Dégradation (70 captages, 28 % du total)
 ○ Non significatif (39 captages, 16 % du total)

▨ Nappe alluviale de la Bassée
 ▨ Isthme du Cotentin
 ▨ Nappe du calcaire de Beauce
 ▨ Nappe du calcaire de Champigny
 ▨ Nappe du Bajocien-Bathonien dans la plaine de Caen

Ill. 29 - Source : d'après le réseau de mesure de la qualité des eaux souterraines du bassin Seine-Normandie.

• **les pointes de turbidité** dans les eaux souterraines (Haute-Normandie, Bourgogne) sont caractéristiques des milieux karstiques avec des circulations rapides qui ne bénéficient pas de la filtration au travers des roches. Dans des contextes particulièrement défavorables, ce phénomène est amplifié par la modification des pratiques agricoles (sols nus en période hivernale) et du paysage (disparition des prairies, des haies, des mares, augmentation des surfaces imperméabilisées). L'apparition de pollutions microbiennes est largement corrélée aux augmentations de turbidité (infiltration d'eaux usées urbaines, d'eaux de ruissellement sur zones urbaines ou agricoles). De nombreux captages sont régulièrement concernés par ce phénomène en Haute-Normandie où la distribution de l'eau potable doit parfois être interrompue pendant quelques heures à quelques jours.

L'observation de l'abandon des captages (5 % par an) est un indicateur tendanciel de la dégradation de la qualité de l'eau. Ces abandons sont majoritairement attribués au paramètre nitrate. Il faut cependant relativiser ce résultat car les recherches de pesticides ayant un coût supérieur, elles sont réalisées à une fréquence moindre. Cette observation montre une dégradation constante de la ressource, plus ou moins importante en fonction des départements : l'Eure-et-Loir, le Loiret et l'Orne sont très touchés [ill. 30].

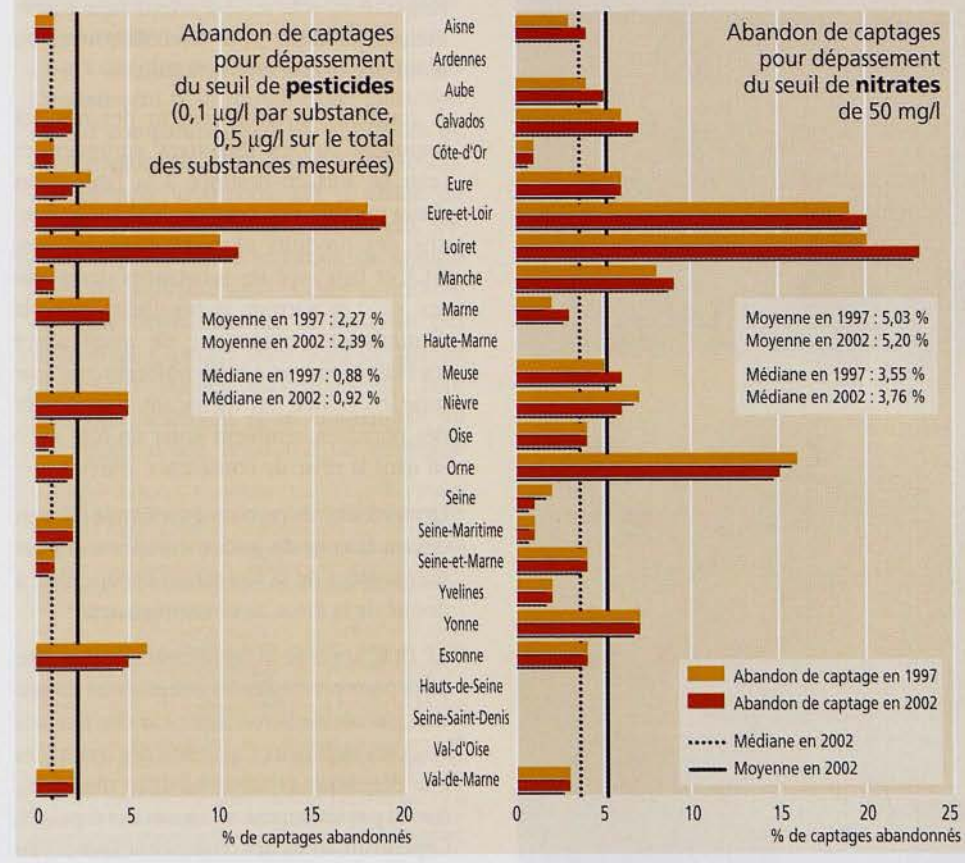
En résumé

Le niveau quantitatif des eaux souterraines n'est pas un enjeu majeur du bassin Seine-Normandie, d'autant que la consommation d'eau potable, grande utilisatrice d'eaux de surface en région parisienne, stagne.

En revanche, les problèmes qualitatifs ont pris de plus en plus d'ampleur. Ce sont essentiellement les pesticides depuis les années quatre vingt dix et les nitrates, dont l'apparition et l'augmentation dans les nappes est visible depuis plus de cinquante ans. Les teneurs dans les eaux souterraines des premiers ne cessent d'augmenter et l'abandon de captages est devenu régulier chaque année. Les quelques actions préventives qui ont pu être menées, pour intéressantes qu'elles soient localement, ne suffisent pas à faire baisser globalement les teneurs. Malgré le retrait de quelques molécules (triazines), l'apparition de nouvelles molécules et de nouveaux polluants renforce la tendance à la dégradation.

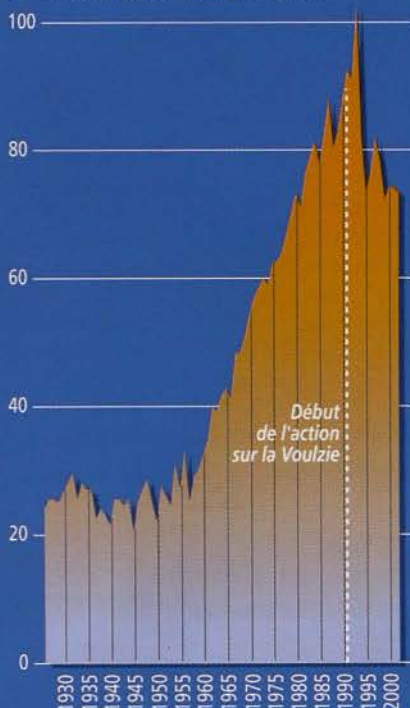
Évolution de l'abandon de captages pour cause de mauvaise qualité dans le bassin Seine-Normandie entre 1997 et 2002.

Ill. 30 - Source : DDASS/DRASS.



Les effets d'une action Ferti-Mieux sur la Vouizie

Teneur en nitrates des captages de la Petite Traconne (en mg de NO₃-/l)



Ill. 31 - Source : SAGEP.



Épandage Biozan de Rhône-Poulenc.

Des efforts encore insuffisants en agriculture Des espoirs reposant sur la réglementation

La réglementation européenne, une voie de progrès

La réglementation française est souvent mise en difficulté. L'exemple de la mise en place des périmètres de protection des captages est à ce titre démonstratif. La justification technique de ces périmètres de protection rapprochée de captages pour résorber le problème des pollutions diffuses est discutable. A l'origine, ils ont été pensés pour contrer les pollutions accidentelles, et le périmètre n'est pas suffisamment large pour que ce soit totalement efficace sur l'ensemble des pollutions diffuses. Par ailleurs, la procédure administrative est trop longue, le délai d'application non respecté, et cela reste souvent sans conséquence juridique pour les collectivités ou le service instructeur défaillants.

A contrario, le renforcement des normes imposées par les directives européennes (eau de surface destinée à la fabrication d'eau potable, eau potable, mise sur le marché des produits phyto-pharmaceutiques, DCE et lien avec les substances dangereuses, etc.) et surtout, la possibilité pour la Commission européenne de questionner les États-Membres sur la conformité de leur mise en œuvre, en menaçant d'appliquer des pénalités, semblent jouer un rôle décisif dans la prise de conscience générale.

La possibilité de recours d'un simple citoyen devant la cour de justice européenne pour non respect de la législation européenne a donné de la force au **consommateur**.

La DCE apparaît actuellement comme une piste pour privilégier les orientations de gestion globale de la ressource car elle fixe des objectifs ambitieux (inversion des tendances à la dégradation) sur l'ensemble d'un aquifère et pas seulement au niveau des captages. Cependant, au vu des tendances exposées au

paragraphe précédent, ces objectifs apparaissent démesurés, aussi bien en termes de critères à respecter qu'en termes de délais.

Les efforts contrastés des filières agricoles

La mise en œuvre en France de la directive Nitrates a fait l'objet de négociations difficiles et a produit des cartes de zones vulnérables dont la cohérence pour la gestion des eaux souterraines est parfois discutable.

Les autres opérations expérimentales concernant des surfaces réduites et sont toujours basées sur le volontariat (Ferti-mieux [Ill. 31], contrat territorial d'exploitation (CTE)⁹ / contrat d'agriculture durable (CAD) avec volet environnement, contrats passés avec des collectivités ou des sociétés de distribution d'eau potable) avec souvent un soutien financier compensateur au bénéfice des agriculteurs. Les résultats sont inégaux mais en tout état de cause, ces opérations ne sont pas en mesure de peser sur la situation générale à l'échelle du district car les surfaces concernées par ces expérimentations ainsi que les actions engagées ne sont pas à l'échelle du problème national à résoudre.

En résumé

Une réglementation française peu flexible et peu appliquée, une réglementation européenne qui dispose d'outils permettant d'imposer certains changements (pénalités, dispositions juridiques) et constitue donc un facteur potentiel de changement.

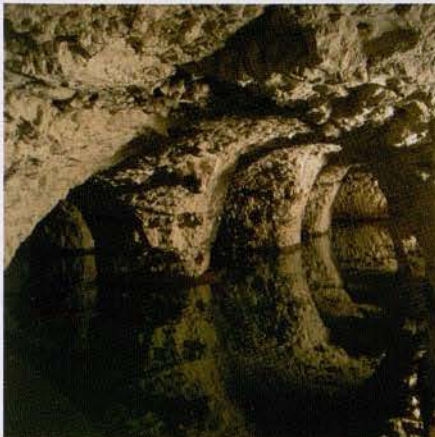
Un monde agricole volontaire, pour une partie, et des opérations locales de réduction des apports qui n'ont pas toujours des effets assez étendus pour être positifs à l'échelle du district.

Un bassin qui évolue à deux vitesses

Selon les connaissances acquises sur l'évolution de la qualité des eaux souterraines sur le bassin de la Seine, il semble que d'ici à 2015, les tendances ne devraient pas changer fondamentalement. L'inertie des phénomènes de transfert des fluides et le manque de moyens d'action adaptés à l'échelle des masses d'eau souterraines, ne devraient pas permettre une inversion à quinze ans.

Une étude modélisée sur le bassin de la Marne [E. Gomez, 2002] a pu mettre en évidence les effets d'un scénario de prolongations des pratiques agricoles actuelles. On observerait une augmentation moyenne de 0,4 mg/l de nitrates par an avec une asymptote à trente ans. Ce qui correspond à une augmentation de 5 mg/l d'ici 2015 et ainsi le dépassement régulier (et parfois large) du seuil actuel de potabilité à 50 mg/l. Seule une généralisation de pratiques impliquant une réduction drastique des doses d'engrais épandues et de leur transfert dans les eaux (par exemple, par le biais de cultures intermédiaires pièges à nitrates) permettrait, à terme, d'infléchir cette tendance. La conditionnalité des aides PAC au respect de la directive Nitrates et de la mise en place de bandes enherbées ne suffira probablement pas.

Réservoir de la source de Grainval, à Fécamp.



Le transfert des pesticides dans les sols et les eaux, ainsi que leur dégradation dans ces milieux, sont moins bien connus. Les tendances devraient différer d'une molécule à l'autre. En ce qui concerne le cas particulier de l'atrazine et de la déséthylatrazine, dès lors que les méthodes analytiques permettront la détection des multiples molécules utilisées en remplacement, de nouvelles problématiques et enjeux sanitaires apparaîtront, avec une demande d'étude de ces molécules et de leurs effets potentiels.

Outre la simple continuation des pratiques actuelles, plusieurs scénarios peuvent s'envisager sur le long terme :

- une **hypothèse vraisemblable** sur des secteurs bien particuliers : la mise en place de « **sanctuaires hydrogéologiques** », c'est à dire des secteurs où les collectivités s'investissent pour imposer une utilisation du sol compatible avec les impératifs de préservation de la ressource. C'est le cas, par exemple, d'Auxerre sur la plaine du Saulce où la collectivité a acquis des terrains et passé une convention de gestion avec les agriculteurs¹⁰. Cette hypothèse ne règle cependant pas la situation des milliers de captages alimentant de petites communes rurales incapables de faire face financièrement et techniquement au traitement d'une ressource de médiocre

9 - Contrats territoriaux d'exploitation, outils mis en place à partir de 1999 pour le financement des politiques agro-environnementales, sous forme de contrats entre l'exploitant agricole et l'État, et visant à financer les orientations les mieux compatibles avec les objectifs environnementaux. Ce dispositif a été arrêté en 2002, et remplacé par le contrat d'agriculture durable, aux caractéristiques différentes.

10 - Une association pour la qualité de l'eau potable de la plaine du Saulce (bassin d'alimentation des captages d'eau de la ville d'Auxerre et des environs) regroupant les collectivités, les agriculteurs et les artisans concernés a été mise en place en 1998 pour mettre en œuvre une politique préventive et durable de l'eau et résoudre les problèmes de qualité en nitrates et phytosanitaires. Puis, un contrat rural de cinq ans a été signé entre l'Agence de l'eau et les partenaires locaux, sur l'ensemble du bassin d'alimentation, comportant plusieurs volets : depuis la maîtrise des pollutions des collectivités et des industriels (artisanat) jusqu'à la préservation des captages, en passant par la lutte contre les pollutions diffuses et ponctuelles agricoles, par le biais, notamment, d'actions d'animation et de sensibilisation.



Source karstique de Grainval, à Fécamp.



Captage de La Muette.

Experts auditionnés

- Gilbert Fournol, Eaux de Paris (société anonyme de gestion des eaux de Paris)
- Ghislain de Marsilly, université Pierre et Marie Curie
- Thierry Pointet, BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières)
- Jean-Claude Roux, AIH Association internationale des hydrogéologues

Participants

- Claude Bouriot, DRASS Île-de-France
- Agnès Dessèvre, DIREN Île-de-France
- Eric Gomez et Emmanuel Ledoux, Centre d'informatique géologique, École des mines de Paris

Rédacteurs de la fiche

- Nicolas Bacq
- Françoise Bauvois

Ci-contre : vue d'ensemble des filtres à sable d'une usine d'eau potable.

qualité, ou à l'investissement nécessaire à une interconnexion avec une ressource plus préservée ;

- **L'éco-conditionnalité des aides de la nouvelle PAC**, associée à une action renforcée de la police de l'eau dans tous les domaines pouvant influencer la qualité des nappes : conformité des élevages, lutte contre les excédents structurels, enregistrement et rationalisation des plans d'épandage, mise en place d'une véritable gestion du territoire pour les aménagements (ruraux, routiers, zones humides), contrôle de l'utilisation des phytosanitaires, etc. Cependant, d'une part, « *la pollution de demain est déjà partiellement inscrite dans les sols* », d'autre part, les effets attendus ne devraient pas être significatifs à court ou moyen termes ;

- **une hypothèse de rupture très improbable : la mise en œuvre à large échelle de modèles agricoles alternatifs** (agriculture biologique généralisée, diminution

des productions, taxation de l'azote et interdiction des pesticides, augmentation des prix à la production accompagnées de contraintes environnementales fortes), qui peuvent se poser comme rupture à ces tendances. La conséquence envisageable serait, dans les cas où le temps de transfert vers la nappe n'est pas trop long, un plafonnement plus rapide des teneurs observées, puis une lente décroissance.

Les objectifs de restauration fixés par la DCE qui pourraient être complétés par une directive-fille spécifique pour les eaux souterraines, courant 2006, devraient imposer le développement d'actions qui sont encore aujourd'hui au stade de l'expérimentation. Il va donc falloir combiner à la fois les actions curatives à court terme pour l'alimentation en eau potable (aspect santé publique : dénitrification, élimination des pesticides, interconnexions de réseaux, etc.) et les actions préventives efficaces à long terme.



5

Les zones humides

Le thème traité ici est celui de l'évolution en surface et en qualité des zones humides du bassin Seine-Normandie. Les zones humides considérées sont les zones humides alluviales (lits majeurs des cours d'eau et leurs annexes hydrauliques), mais aussi les zones

plus petites ou moins connectées au réseau hydrographique : tourbières, vasières, marais, étangs, landes... On ne considère pas ici les zones humides littorales [voir chapitre 8 sur les milieux littoraux et estuariens].

SYNTHÈSE	
Évolutions positives en cours Maintien des zones humides d'importance stratégique pour la gestion de l'eau. Prise de conscience des services rendus par les zones humides pour la gestion de l'eau. Plafonnement ou réduction du drainage agricole.	Évolutions négatives en cours Dégradation diffuse des zones humides qui ne sont pas identifiées comme stratégiques pour la gestion de l'eau, à tort ou à raison.
Facteurs d'infléchissement + Ralentissement des grands travaux d'aménagements (voies de communication) et des travaux ruraux. + Reconnaissance des fonctionnalités des zones humides par la réglementation (définition, délimitation, incitations financières).	États tendanciels résultants Une prise de conscience des fonctionnalités des zones humides pour la gestion de l'eau permet de protéger les plus stratégiques ; les autres continuent à se dégrader en termes de qualité écologique.

Une destruction généralisée depuis trente ans, qui ne s'infléchit que partiellement

L'état des zones humides est historiquement lié aux usages socio-économiques qui en sont faits

L'état des zones humides présentes sur le bassin résulte des pratiques et des usages socio-économiques d'une zone à forte densité humaine. Historiquement, la perception des zones humides du bassin a été marquée :

- **par les usages** : meunerie, pisciculture, stockage du bois, ressource en eau, rétention de crues pour des intérêts économiques et sociaux (XVIII^e à XX^e siècle) ;
- **par les désagréments associés aux zones humides**, qui ont induit une perception négative : miasmes, insalubrité... (décrets royaux d'assèchement aux XVI^e et XVII^e siècles) ;
- **par les politiques de protection** visant certains animaux ou végétaux (exemple des oiseaux avec la convention Ramsar) au détriment d'autres objectifs [Fustec, Lefeuvre et coll., 2000].

On peut, en fait, distinguer deux grandes valeurs attribuées aux zones humides selon les périodes : une valeur patrimoniale et une valeur fonctionnelle. Si les fonctions socio-économiques ont été bien valorisées par le passé, récemment, ce sont les fonctionnalités écologiques de ces objets qui ont été mises en avant [ill. 32].



Lac de Grand-Lieu

Les principaux services hydrologiques et écologiques rendus par les zones humides

- Recharge des nappes
- Décharge d'eaux souterraines
- Stabilisation des rivages
- Dissipation des forces érosives
- Contrôle des crues
- Rétention des sédiments
- Rétention, élimination des nutriments

Ill. 32 - Source : Fustec & Lefeuvre (2000, p.377), d'après Adamus & Stockwell (1983).

La destruction des zones humides a été générale en Europe

La modification des usages depuis le XIX^e siècle, et les politiques d'équipement (Second Empire, Trente glorieuses, etc.), se sont accompagnées d'une régression générale de la surface des zones humides en France [ill. 33], et d'une dégradation de celles qui subsistent.

Le caractère structurel, inhérent aux modes de production, de cette réduction des zones humides, trouve une confirmation

La réduction des surfaces de zones humides en Europe de l'Ouest

Ill. 33 - Source : CEC, 1995, Barnaud, 1998.

Pays	Période	Perte en zones humides
France	1900-1993	67 %
	1960-1990	50 %
Espagne	1948-1990	60 %
Italie	1938-1984	66 %
Grèce	1920-1991	62 %
Pays-Bas	ND	60 %
Royaume-Uni	ND	60 %

spectaculaire lorsqu'on élargit le regard à l'Europe de l'Ouest : le rythme de réduction des surfaces de zones humides apparaît presque homogène [ill. 33].

Les « moteurs » principaux des processus à l'œuvre sont restés globalement défavorables aux zones humides. Celles-ci ne pouvaient pas facilement résister aux usages concurrents du sol : urbanisme et infrastructures de transport, extraction de granulats alluvionnaires, drainage et retournement des prairies, culture du peuplier, etc. Ces phénomènes conjugués ont conduit à une consommation de zones humides, et à une pression générale pour la baisse des niveaux d'eau dans l'hydrosystème : assèchement, réduction des inondations, etc. [ill. 34].

La loi d'orientation agricole de 1980, notamment, a accéléré le processus de dégradation déjà enclenché, en particulier, du fait du drainage [ill. 36]. La majorité des zones humides « valorisables » ayant été drainées et tout projet supérieur à 20 ha étant soumis à déclaration puis à autorisation au-delà de 100 ha (donc étude d'impact), le rythme annuel de drainage a fortement ralenti [ill. 35].

La variation des différents types d'utilisation des sols dans le bassin de la Seine entre 1948-1953 et 1995-1997

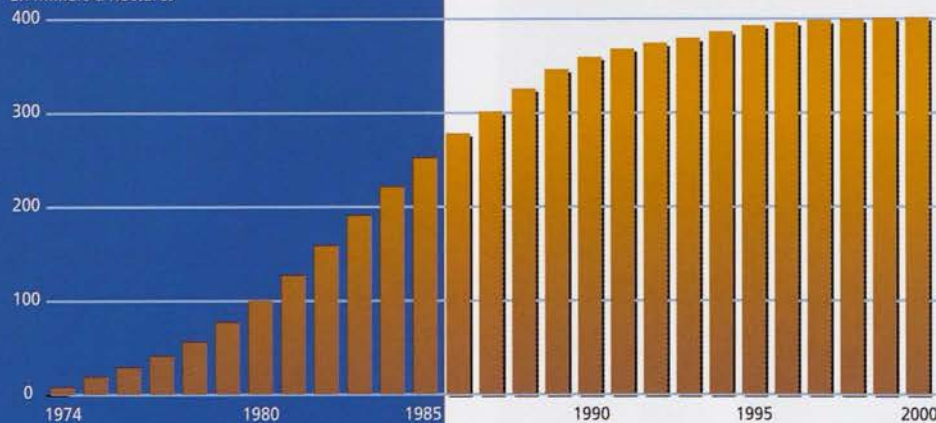
Ill. 34 - Source : Benjoudi et al., 2000.

Utilisation des sols ayant régressé	En ha	En % des régressions*
Prairies	- 10 400	90,4
Fourrés et friches arbustives	- 650	5,7
Sylviculture	- 250	2,2
Eaux naturelles et marais riverains	- 200	1,7
Utilisation des sols ayant progressé	En ha	En % des progressions*
Cultures et jachères	+ 5 300	46,1
Gravières y compris remblais	+ 3 050	26,5
Boisements d'aspect naturel	+ 1 900	16,5
Bâti, infrastructures et abords	+ 1 100	9,6
Canaux et rivières calibrées	+ 150	1,3

* Ce qui a été perdu d'une part et gagné de l'autre correspond à 11 500 ha.

L'évolution du total des surfaces drainées sur le bassin Seine-Normandie entre 1974 et 2000

En milliers d'hectares



Ill. 35 - Source : Cemagref (enquête annuelle).

Le rythme annuel de drainage en France

Ill. 36 - Source : revue « Drainage » in Bernard, 1994.

Année	Surface drainée (en ha)
1970	8 760
1971	8 689
1972	20 000
1973	28 661
1974	32 815
1975	44 297
1976	46 834
1977	50 524
1978	63 135
1979	74 400
1980	105 000
1981	115 000
1982	135 000

* 4 juillet 1980 : loi d'orientation agricole

Une politique de préservation défensive, par essence limitée

Dans ce contexte, la politique de préservation des zones humides a été principalement défensive. Elle a tenté de freiner les processus là où c'était possible, c'est-à-dire là où l'attention de la société pouvait être attirée : sur les grands sites remarquables. Ainsi la France possède un dispositif de protection et de mise en valeur des sites remarquables qui est reconnu de bonne qualité (sur le bassin Seine-Normandie : le mont Saint-Michel, la baie des Veys, les marais du Cotentin et du Bessin, entre autres). En revanche, pour la grande majorité des surfaces et des problèmes, les lois sont restées faiblement contraignantes ou peu appliquées. Entre autres, les problèmes de délimitation qui subsistent actuellement entravent la mise en œuvre de la police de l'eau. Cependant, les lois ont lentement évolué vers une meilleure prise en compte des zones humides : dans la loi sur l'eau de 1964, les zones humides apparaissent par référence aux espèces qui y vivent. La loi sur l'eau de 1992 a poursuivi cette évolution, en inscrivant la première définition des zones humides.

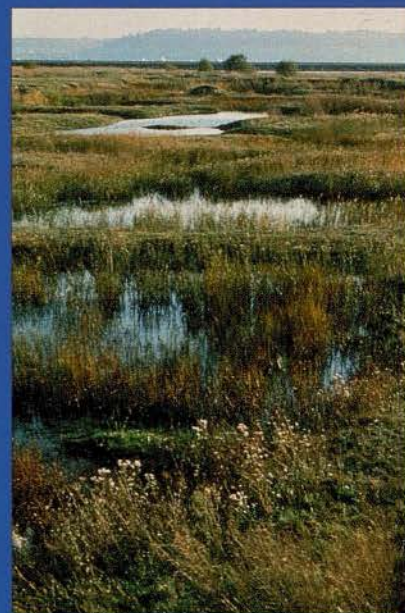
Sur le bassin Seine-Normandie, les pourcentages de zones humides bénéficiant de protections nationales fortes, de protections internationales fortes, ainsi que d'une potentielle protection du réseau Natura 2000 sont sensiblement les mêmes que pour la France entière, respectivement 2%, 9% et 40%. Cependant, la superficie de zones humides qui font l'objet d'inventaires (ZNIEFF) ou de protections moins fortes (parcs naturels régionaux), représente entre 60 et 70% de la superficie totale des zones humides du bassin, estimée à 581 000 ha.

La perception sociale des zones humides n'est pas un moteur de préservation puissant

Face à ces moteurs négatifs, le moteur social lié à la perception des zones humides dans le public et parmi les acteurs du développement n'a pas été suffisamment positif. Il n'y a pas de « projet social » pour les zones humides qui ait été défini. Cette perception est restée fondée sur trois types de rapports :

- **l'usage direct des zones humides**, notamment agricole ; celui-ci s'est trouvé régulièrement désavantagé par rapport aux usages plus intensifs, donc plus incitatifs, que permettait le drainage et/ou le retournement des terres ;
- **la préservation ou la conservation défensive** de certains espaces ou certaines espèces, nécessairement cantonnés à des zones protégées marginales ;
- **les désagréments** historiquement associés à l'humidité : insalubrité, inconfort et dangers.

Aux dires des spécialistes, cette perception évolue dans un sens plus favorable aux zones humides, mais très lentement ; le renforcement de la population urbaine et de sa supposée « demande de nature » y entre probablement pour une part, en particulier sur le bassin. La culture des aménageurs resterait encore marquée par une vision des zones humides comme des espaces marginaux, justifiant essentiellement des mesures de précaution mais non une prise en compte effective dans les politiques d'équipement et d'aménagement. Il n'y a pas de virage ou d'évolution marquée constatés dans l'opinion publique. Ce thème et ces espaces ne sont pas propices à l'attention de l'opinion, à l'exception des problèmes qui mettent en jeu la sécurité civile, comme les inondations.



Zone humide du littoral.

Processus de destruction

- Intensification agricole par drainage, pol-dérivation, remblaiement et mise en culture.
- Développement aquacole en eau marine et saumâtre.
- Canalisation ou mise à grand gabarit de cours d'eau.
- Infrastructures linéaires.
- Développement de l'urbanisation.
- Aménagements touristiques.
- Aménagements portuaires.
- Régulation du débit des cours d'eau.
- Aménagements hydroélectriques.
- Extraction de granulats ou de tourbe.

Processus de dégradation

- Pollution agricole liée à l'utilisation abusive d'engrais et de pesticides.
- Pollutions d'origine industrielle.
- Intensification de la pisciculture en eau douce.
- Aménagement du lit des cours d'eau.
- Boisements (populiculture, résineux).
- Aménagements cynégétiques ou piscicoles.
- Prélèvement d'espèces.
- Prélèvement d'eau (adduction, irrigation, industries).
- Espèces introduites envahissantes.

Les processus de destruction et de dégradation des zones humides

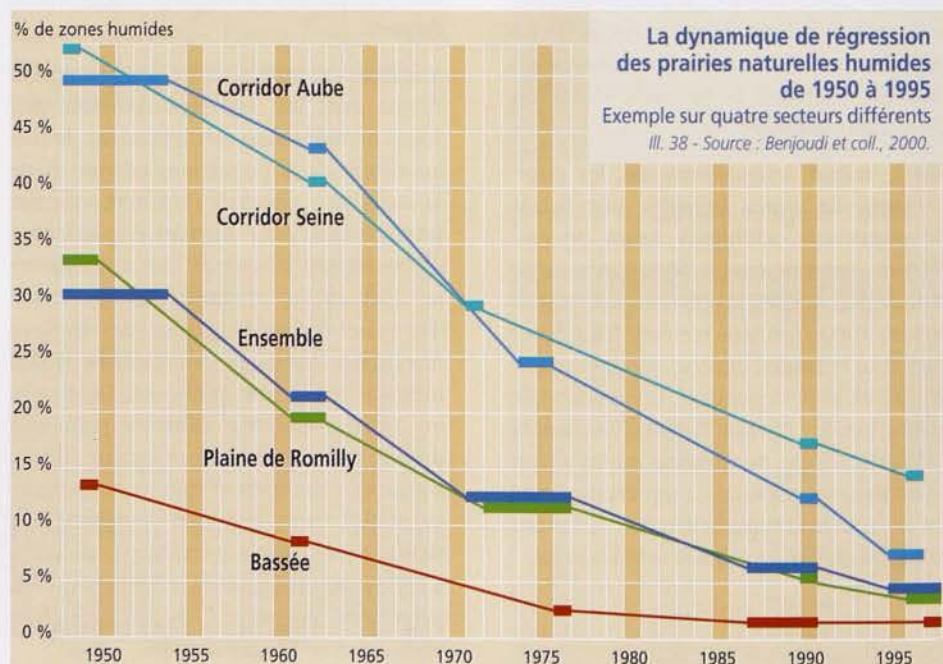
Ill. 37 - Source : Barnaud, 1998.

Une dégradation qualitative diffuse plutôt que des destructions quantitatives

Évoquer la situation des zones humides suppose de distinguer les processus de destruction les plus directs (assèchement, disparition) de la dégradation diffuse (perte de biodiversité, eutrophisation, etc.) [ill. 37]. De fait, comme on le développera plus loin, les zones humides sont plus nettement dégradées que détruites (introduction d'espèces, création de voies d'eau plutôt qu'installation de grands équipements). Les activités économiques qui menacent les zones humides sont toujours en augmentation, même si l'on peut noter un ralentissement pour certaines d'entre elles : drainage, développement de l'urbanisme, construction d'infrastructures (la grande vague d'équipement en matière de transports étant passée), retournement de prairies, extraction de granulats (sur la Bassée,

les autorisations d'extraction s'arrêteront vers 2030). Par ailleurs, les zones humides les plus petites, les moins remarquables, les plus répandues, qui constituent l'essentiel des surfaces concernées, sont sur des espaces privés, ce qui limite la portée des politiques publiques.

Par ailleurs les politiques publiques sont affaiblies et pénalisées par le caractère discontinu, voire inconstant, des dispositifs mis en place. À intervalles réguliers, des espoirs naissent pour des efforts, notamment financiers. Mais ces espoirs ont généralement été déçus. Il en a été ainsi de Natura 2000, annoncé comme un cadre accompagnant d'importants financements pour la gestion des espaces naturels, et pour lequel le volet financier est resté pour l'instant presque inexistant. De même, l'arrêt du système des CTE¹⁷, qui a nécessité des efforts de mise en place, de coordination et d'explication, est vécu comme pénalisant par les acteurs.



La Bassée, un grand témoin

Le cas de la Bassée, grande zone alluviale en amont de Paris sur la vallée de Seine, est un témoin significatif de ces moteurs et de ces évolutions [ill. 38]. Elle concentre en effet tous les usages d'une vallée alluviale et tous les conflits associés : agriculture, extraction de granulats, populiculture, navigation, eau potable, inondations, et qualités écologiques et hydrologiques remarquables. Elle a bénéficié de presque tous les instruments d'action publique : mises en réserve, contractualisation, interventions foncières, etc. Pourtant, son état s'est progressivement dégradé, sans que cette tendance ne connaisse d'infléchissement. Il faut dire que ces interventions étaient le fait de multiples acteurs, sans qu'une politique forte, unifiée et planifiée, n'ait pu réellement se mettre en place, faute de consensus entre les usages du sol et les souhaits de gestion concurrents.

En résumé

La préservation des zones humides est très liée à leurs fonctionnalités et à l'intérêt socio-économique qu'elles suscitent. La période passée récente (1960-1990) a vu la destruction d'une part significative de ces milieux, dont la protection était cantonnée aux sites et aux espèces remarquables.

Aujourd'hui, le rôle des zones humides dans la préservation des ressources en eau est reconnu et permet de ralentir la destruction des plus stratégiques, mais la dégradation diffuse de la plupart des autres se poursuit sans freins significatifs.

11 - Contrats territoriaux d'exploitation, outils mis en place à partir de 1999 pour le financement des politiques agro-environnementales, sous forme de contrats entre l'exploitant agricole et l'État, et visant à financer les orientations les mieux compatibles avec les objectifs environnementaux. Ce dispositif a été arrêté en 2002, et remplacé par le contrat d'agriculture durable, aux caractéristiques différentes.

Des connaissances qui manquent, mais des voies de progrès, notamment réglementaires

La délimitation : vers la fin des faux problèmes ?

L'inventaire et la recherche de délimitation des zones humides, ainsi que leur définition, ont longtemps été des questions problématiques pour la gestion des zones humides. Ces démarches complexes et lourdes n'ont pu être menées rapidement, ce qui a affaibli la protection de ces milieux. D'une part, les règlements ne trouvaient pas facilement de base opposable pour qualifier les atteintes aux milieux, d'autre part, les filières économiques pouvaient temporiser en objectant un besoin de recherche, durant laquelle elles pouvaient poursuivre leurs pratiques sans résistance significative. Il semble que cette situation soit en train de changer : les recensements et les délimitations ont, à présent, suffisamment progressé pour que l'inscription des zones humides aux inventaires soient possible. C'est notamment le cas sur le bassin Seine-Normandie, où la réflexion pour la caractérisation et la délimitation des zones humides est entreprise. De même, l'inscription dans les textes est facilitée, ce qui renforce progressivement les pouvoirs de police et de justice. Le plan national d'action sur les zones humides, lancé en 1995 après le rapport alarmant du préfet Bernard, concerne surtout la recherche, l'information, et la sensibilisation. Il n'a pas en lui-même les moyens d'imposer un changement radical des rapports de forces évoqués plus haut. Il a en revanche soutenu le mouvement, lent mais bien attesté, de prise en compte des zones humides dans les politiques sectorielles. Il a aussi permis un progrès dans la culture générale des acteurs de l'aménagement.

Le bilan mitigé des processus de destruction et de recréation

La création ou la réhabilitation de zones humides est souvent mise en avant comme une compensation aux processus de destruction et de dégradation. Ces créations sont cependant à relativiser. La création de zones humides en relation avec les politiques de l'urbanisme (zones humides « urbaines », utilisation des zones humides pour l'épuration tertiaire sur le littoral, etc.) peut représenter de réelles occasions de reconquête en associant des intérêts bien combinés. Certaines réhabilitations de zones humides, menées avec d'importants moyens, présentent un intérêt écologique certain (restaurations de certains sites d'extraction de granulats, de frayères à brochets, etc.). Mais le coût de ces opérations ne permet pas d'en espérer une généralisation telle que les processus de dégradation soient compensés, et beaucoup de réhabilitations ordinaires contribuent à une banalisation des milieux humides, par exemple en créant des plans d'eau sans intérêt patrimonial avéré (faible biodiversité : pas d'espèces rares) en lieu et place de prairies inondables.



Marais de Larchant.



Marais de Larchant.

Les nouvelles orientations législatives : intégration dans les politiques sectorielles, via la politique de l'eau et ses moyens financiers

En 2003, une série de propositions d'articles législatifs du ministère de l'Écologie et du Développement durable ont été adoptées par l'arbitrage interministériel. Ces articles, qui ont été inclus à la loi relative au développement des territoires ruraux de 2004 comportent trois volets :

- **reconnaissance de l'utilité socio-économique des zones humides** et paiement pour les services rendus par ceux qui les préservent : cela se traduit par une série de dispositions fiscales et financières telles qu'un reversement de la taxe de séjour, l'instauration de servitudes, l'exonération de la majorité des zones humides de la taxe foncière non bâtie, compensée aux communes par l'État, etc. ;
- **renforcement de la coordination des actions, structuration de la maîtrise d'ouvrage**, notamment via l'élargissement des missions de certains organismes (Conservatoire du littoral) ou instances (CLE, commissions locales de l'eau des SAGE) la modification de lois ou codes (rural, en particulier, avec arrêt des travaux de drainage de l'État) ;
- **délimitation des zones humides** : définition des critères et des méthodes, précision accrue des limites considérées, intégration aux textes.

Ces articles devraient favoriser l'intégration de la politique des zones humides aux pratiques des autres ministères.

De son côté, la DCE renforce également ces avancées en indiquant l'utilité de ces zones dans la préservation de la ressource et des espèces (en particulier via l'aspect habitats).

Ainsi, l'orientation actuelle de l'action publique est axée sur la préservation des zones humides pour leurs fonctionnalités collectives les plus manifestes, qui se trouvent être celles de l'eau : préservation de la qualité de la ressource en eau potable (épuration des nitrates, rôle de filtre, etc.), prévention des inondations. Cet accent mis sur les fonctionnalités hydrologiques a un atout : il peut mobiliser un certain nombre de moyens publics réglementaires et puiser dans « l'argent de l'eau ». Il a aussi des faiblesses : en focalisant l'attention et les moyens sur ces fonctionnalités, on court le risque d'un utilitarisme excessif. Celui-ci conduirait à privilégier certains types de zones humides, les plus spectaculairement fonctionnelles, au détriment des autres : celles dont le rôle hydrologique est plus discret et celles qui, peu connectées au système hydrographique, ne rendent que peu de services immédiats ou visibles, alors que ce sont souvent les plus riches sur le plan de la biodiversité. De plus, le rôle des zones humides dans l'épuration des eaux n'est pas toujours aussi simple et direct que le laisse penser l'accent mis sur les fonctionnalités. Les zones humides n'« enlèvent » pas les pesticides, elles les transforment éventuellement en sous-produits, qui peuvent même s'avérer parfois plus nocifs que l'origine ; les processus de dénitrification sont d'une efficacité variable. En règle générale, les fonctionnalités des zones humides dépendent beaucoup de leur caractéristiques hydrogéomorphologiques [Benjoudi et coll., 2000].

Globalement, la tendance est à la protection des grandes plaines d'inondation, comme cela a été exposé plus haut. Mais la tendance est aussi à la poursuite des processus de dégradation des autres : les mares, les tourbières, les marais, les landes,...

Les zones humides seront inégalement protégées

Les tendances

La projection des tendances qu'on a exposées à l'horizon 2015, sans changement fondamental de logiques, aboutit à la situation suivante : une préservation, pour l'essentiel, des surfaces et des fonctionnalités des « grandes » zones humides identifiées par tous comme stratégiques pour la gestion de l'eau et, en particulier, pour la prévention des inondations. Autrement dit, le lit majeur des grands cours d'eau, lorsqu'il est encore fonctionnel, devrait connaître une certaine stabilité, du moins en termes hydrauliques : connexion, préservation des capacités de stockage, et de l'essentiel des espaces de liberté résiduels. Cette préservation n'est pas aussi probable pour ce qui est des caractéristiques écologiques des zones humides, et de l'occupation des sols ; les plaines alluviales devraient rester inondables voire le redevenir par endroits, mais leur qualité écologique n'est pas garantie globalement. En parallèle de cette stabilité, la préservation des sites remarquables ou emblématiques n'est pas remise en cause, et devrait être poursuivie. Les moyens financiers des actions nécessaires seront, plus encore que par le passé, prélevés sur ceux de la politique de l'eau et justifiés par elle.

Ce ralentissement projeté de la destruction des grandes zones humides devrait être accompagné d'une poursuite de la dégradation qualitative, pour les petites zones humides qui ne sont pas identifiées comme emblématiques ou stratégiques pour la ressource en eau. Cette sélection se fera parfois à tort, comme pour le réseau des petites zones humides de tête de bassin, à travers lequel une partie des ressources en eau circule, et dont le caractère stratégique

est discret. Ni Natura 2000, ni les évolutions réglementaires en cours, ne seront en mesure d'arrêter cette dynamique, car elle est diffuse : elle tient à une multiplicité d'arbitrages locaux, souvent privés, et s'inscrit dans un contexte économique qui y incite, parfois fortement. De plus le tracé retenu pour les zones Natura 2000 n'est généralement pas déterminé sur une base hydrologique ; de ce fait il ne contient généralement pas les secteurs où circule l'eau en amont des sites, autrement dit leur « moteur hydrologique ».

Les possibilités de rupture

L'engouement pour le « tourisme vert » n'est pas en mesure d'inverser ces tendances, car il n'est pas attaché fortement à la qualité écologique des zones humides. Les possibilités de rupture se trouvent plutôt, semble-t-il, du côté de la sensibilité générale de l'opinion. Celle-ci évolue très lentement ; un changement brusque de perception pourrait se concevoir essentiellement en résultat d'une série d'inondations de plaine ou de sécheresses, qui relanceraient l'attention portée aux atouts des zones humides. En tout état de cause, ce serait encore par le biais de la politique de l'eau que pourrait s'opérer une telle rupture, qui serait moins un changement de logique qu'un regain d'attention publique.

D'autres facteurs de rupture sont à chercher du côté de ce qui a constitué les moteurs de ces évolutions passées. La continuité de l'affichage de l'importance de ces enjeux qualitatifs, par les instruments d'action publique et des financements associés, pourrait être un facteur de rupture. La modification des signaux économiques en serait également un.

Paysage de marais.



Bibliographie

- Barnaud G., 1998 ; *Conservation de zones humides : concepts et méthodes appliquées à leur caractérisation* ; thèse de l'université de Rennes 1 – Laboratoire d'évolution des systèmes naturels et modifiés, MNHN ; 451 p.
- Benjoudi H et coll., 2000 ; *Fonctionnement des zones humides riveraines du cours moyen des rivières* ; Projet 07 du PNRZH ; rapport final ; 140p.
- Bernard P., 1994 ; *Les zones humides. Rapport d'évaluation* ; Comité interministériel pour l'évaluation des politiques publiques, Premier Ministre – Commissariat au plan, La Documentation Française, Paris ; 391p.
- Fustec E., Lefeuvre J.C. et coll., 2000 ; *Fonctions et valeurs des zones humides* ; Dunod, Paris ; 426 pages

Experts auditionnés

Intervenants

- Marie-Françoise Bazerque, MEDD/DE
- Marie-Odile Guth, MEDD
- Claire Poinot, MNHN
- Jean-Philippe Siblet, Diren Île-de-France
- Marie-Claude Ximenes, Ifen

Participants

- Aïcha Amezal, pôle Rivières et zones humides, Agence de l'Eau Seine-Normandie
- Paul Baron, commission du milieu naturel aquatique du bassin Seine-Normandie,
- Hocine Benjoudi, université Pierre et Marie Curie

Rédacteurs de la fiche

- Stéphanie Blanc
- Yann Laurans

La réforme de la PAC est une perspective qui pourrait aller dans le sens d'une préservation accrue des zones humides. Mais il reste à en mesurer les conséquences sur la gestion des prairies, des bords de cours d'eau, des intrants. Et la PAC n'est pas la seule en cause : l'urbanisation et l'artificialisation des sols, les politiques d'infrastructures, etc. sont aussi génératrices de signaux économiques déterminants.



Zone humide du littoral.

En résumé

Des réglementations ponctuelles et appliquées à de petites superficies, et des dispositifs publics discontinus n'ont pas permis d'enrayer la dégradation des zones humides dans les années passées. De nouveaux articles de lois qui prennent en considération les zones humides et surtout leur donnent une définition et des critères de délimitation applicables juridiquement et de façon opérationnelle devraient permettre un progrès.

Les principaux leviers actionnés pour infléchir la tendance de dégradation des zones humides seront trouvés via la politique de préservation de la ressource en eau ; mais cette politique concernera, au mieux, les zones humides « stratégiques pour la gestion de l'eau », et notamment la politique de lutte contre les inondations. L'intérêt

du public pour ces milieux n'est pas toujours très affirmé même s'il grandit actuellement ; les incitations économiques d'ensemble ne permettront pas une remise en cause des processus diffus de dégradation qualitative des zones humides qui ne sont pas identifiées, à tort ou à raison, comme « stratégiques pour la ressource en eau ».

La situation qui devrait en résulter à l'horizon 2015 est globalement celle d'un contraste augmenté entre les grandes zones humides importantes pour la gestion de l'eau (plaines inondables), et les sites remarquables, d'une part, qui devraient voir leurs fonctionnalités et leur qualité préservées ; les autres types de zones humides (étangs et mares, petits cours d'eau, tourbières et marais, etc.), d'autre part, qui devraient voir leur surface et leur qualité diminuer.

6

Morphologie du réseau hydrographique Habitats et inondations

Évolutions positives en cours

Le rythme de l'artificialisation pourrait être ralenti par la faiblesse de la dynamique économique.

Préoccupation croissante pour l'état morphologique des cours d'eau car les acteurs prennent progressivement conscience des services rendus par les vallées alluviales dans l'étalement des crues.

Certains cours d'eau du bassin sont encore mobiles.

Évolutions négatives en cours

Augmentation de l'envasement.

Augmentation du mitage des zones d'expansion des crues.

Maintien voire augmentation des aménagements de protection demandés par la population.

Division des centres de décision (collectivités, État, etc.).

Augmentation des dommages liés aux inondations.

Facteurs d'infléchissement

+ Passage, dans la réglementation, d'une logique de protection a priori à une logique de réduction du risque à partir de la connaissance de la vulnérabilité (exposition des biens et des personnes aux inondations) et de l'aléa (intensité des crues en lien avec le champ d'expansion de crue disponible).

- Demande de protection des habitants (aménagements de protection développés et bien vus).

+ Adoption croissante d'une bonne échelle de travail : le SAGE.

+ Modification du régime d'indemnisation des dommages liés aux inondations.

+ Prise de conscience progressive de la fonction des inondations.

• Développement réglementaire en cours, comprenant des aménagements pour la réduction des risques.

États tendanciels résultants

Les aménagements ne peuvent aboutir à la « maîtrise » de la nature.

Dans quelques territoires innovants, on parvient à réellement réduire la vulnérabilité, on ne supprime pas le risque : la réglementation est écrite dans ce sens.

En général et en revanche, pas de redéveloppement des zones d'expansion de crue.

SYNTHÈSE

Comment caractériser les évolutions de l'état morphologique du réseau hydrographique ?

On s'intéresse ici aux évolutions et transformations de l'état morphologique du réseau hydrographique et leurs conséquences sur les habitats et en termes d'inondations. Décrire l'état morphologique du réseau à une échelle adaptée à l'utilisation souhaitée est un exercice long, parce qu'il faut caractériser cet état en chaque point du linéaire de tous les cours d'eau. Les données à collecter sont donc particulièrement nombreuses, et les outils pour une caractérisation systématique ne sont pas encore opérationnels (Système d'évaluation de la qualité - volet physique). On s'appuie donc sur une caractérisation de l'état du milieu à partir de points ou de biefs représentatifs et de la connaissance d'experts qui rendent compte d'une synthèse de l'état du milieu.

Une difficulté supplémentaire s'ajoute lorsqu'on souhaite évaluer le sens d'évolution de l'état morphologique du milieu, car il est difficile de définir un état de référence (hors les « hydro-éco-régions », HER, mais à un niveau régional très synthétique). En effet, l'état morphologique du réseau hydrographique est un état durablement non stabilisé, puisqu'il évolue naturellement au rythme du cycle hydrologique et du transport de matériaux de l'amont vers l'aval, même sans tenir compte des impacts anthropiques ; l'état morphologique évolue aussi à un rythme multi-décennal contrôlé par les changements climatiques et par les grands changements d'affectation du sol, en particulier dans les environnements à forte énergie (massifs montagneux), ce qui n'est pas le cas sur le bassin Seine-Normandie.

On assiste depuis plus d'un siècle à un tarissement des apports de charge de fond qui affecte la géométrie des lits fluviaux ; l'accroissement des flux de matières en suspension dû à la modification des pratiques agricoles dans le Bassin parisien pourrait aussi avoir des conséquences à l'échelle des lits fluviaux ainsi qu'à l'échelle des micro-formes et des micro-habitats. La morphologie des cours d'eau est en déséquilibre dynamique, et on ne peut donc se référer à un état d'équilibre qu'il serait souhaitable de retrouver.

Cependant, il est notable que l'évolution permanente de l'état morphologique des cours d'eau présente une très forte sensibilité aux modifications d'origine anthropique qui déstabilisent et accélèrent les transformations. Aller dans le bon sens, c'est donc



L'évolution du lit mineur d'un cours d'eau chenalisé entre 1970 et 1996

Ill. 39 carte 1 - Source : Étude SIEE sur l'analyse morphologique de l'Aisne (2003) pour l'Entente Oise-Aisne.



L'évolution du lit mineur d'un cours d'eau mobile entre 1970 et 1996

Ill. 39 carte 2 - Source : Étude SIEE sur l'analyse morphologique de l'Aisne (2003) pour l'Entente Oise-Aisne.

ne pas rendre encore plus instable ou figée l'évolution normale de la morphologie du réseau hydrographique par des aménagements inappropriés dans le lit mineur ou le lit majeur. C'est là une première indication pour évaluer les évolutions en cours.

Deuxième indication, en ce qui concerne l'impact des évolutions morphologiques sur les habitats et donc les cycles biologiques, on notera que le bon état écologique implique dans la mesure du possible une morphologie où la liberté d'évolution (méandrage) est laissée au cours d'eau [ill. 39].

Pour le bassin Seine-Normandie, on peut donc caractériser deux types de zones du réseau hydrographique¹² :

- d'une part, **des zones très aménagées** (typiquement les axes de navigation à grand gabarit) où l'évolution morphologique est figée artificiellement dans un état canalisé stabilisé qui renvoie les transformations à l'amont et à l'aval [carte 1] ;
- d'autre part, **des zones amont, où les rivières sont encore mobiles** et où tout aménagement supplémentaire peut être considéré comme un facteur de déstabilisation ; ce sont ces zones qui nous intéressent particulièrement [carte 2].



Un barrage sur la Marne et ses canaux de restitution.

12 - Les zones estuariennes et littorales font l'objet d'un chapitre spécifique ; elles ne sont donc pas évoquées ici.

Des lits et des berges fortement modifiés

Les tendances passées, qui se prolongent encore aujourd'hui, peuvent être décrites schématiquement comme une spirale qui conduit à devoir toujours plus perturber la morphologie des cours d'eau. En effet, les aménagements humains modifient les cours d'eau qui à leur tour réagissent et menacent les installations humaines. La sédimentation est une illustration de ces phénomènes naturels accentués par les aménagements humains qui, à terme, gênent les activités humaines. Un autre exemple est celui du méandrage des cours d'eau : on cherche à canaliser le plus possible les cours d'eau près des zones urbaines mais une installation en un point donné induit des variations à l'amont et à l'aval avec risque de rapprochement du cours d'eau, ce qui est le contraire de l'effet recherché.

Le premier constat est que les impacts des activités humaines sur la morphologie des cours d'eau continuent à augmenter. Dans le lit mineur, les aménagements se poursuivent (pratiques d'endiguement longitudinal et de recalibrage, revêtements de berges, sinon en expansion, du moins en maintien). Dans le lit majeur, on assiste à un mitage des espaces de bon fonctionnement des cours d'eau, c'est-à-dire une diminution des surfaces disponibles pour ses diverses fonctionnalités utiles dont l'expansion des crues¹³. C'est notamment le cas en zone agricole sur l'amont, mais aussi dans les secteurs d'extension des bassins d'urbanisation, de gravières et de certaines infrastructures [ill. 40]. L'urbanisation en zone inondable ne peut pas être considérée comme arrê-

13 - L'espace de bon fonctionnement est l'espace laissé au cours d'eau pour lui permettre de modifier son tracé et d'être associé à une vallée bien connectée avec son lit.

L'évolution de l'occupation du sol sur le bassin de la Seine

Ill. 40 - Source : *Écosphère in Bendjoudi et al, 2002.*

	1948-1953	1961-1962	1971-1976	1987-1990	1995-1997
1 Eaux naturelles et marais riverains	3,0%	2,9%	2,8%	2,8%	2,5%
2 Eaux calibrées	0,5%	0,5%	0,6%	0,8%	0,9%
3 Gravières, y compris remblais	0,1%	0,5%	3,0%	6,1%	7,6%
4 Bâti et réseaux	5,0%	5,6%	6,4%	7,4%	7,7%
5 Cultures	27,1%	30,1%	37,1%	39,6%	40,1%
6 Prairies	30,3%	21,7%	12,4%	6,4%	4,9%
7 Fourrés et friches arbustives	6,3%	7,3%	4,4%	5,4%	4,6%
8 Sylviculture	18,1%	19,1%	17,6%	17,0%	17,5%
9 Bois « naturels »	9,7%	12,2%	15,7%	14,6%	14,3%
Total (40 700 ha)	100%	100%	100%	100%	100%

tée, alors qu'on sait qu'elle contribue à accroître fortement la vulnérabilité aux crues et parfois aussi leur intensité. Même si certaines autres dégradations peuvent être considérées comme de taille limitée voire ponctuelle, c'est leur nombre et leur accumulation qui permet de confirmer une tendance à l'aggravation de l'état morphologique des cours d'eau.

Les conséquences de cette tendance concernent à la fois les habitats et la problématique des inondations. La poursuite des interventions anthropiques sur la morphologie des cours d'eau a conduit à la poursuite de la régression des milieux comme les zones humides et des habitats. En ce qui concerne les crues et la gestion du risque d'inondation, la poursuite de l'artificialisation a une double conséquence. D'une part elle a conduit à une augmentation de l'aléa : les crues peuvent être plus importantes et plus intenses, notamment par l'étanchéification des sols (augmentation de la pointe des crues par le ruissellement en zone urbanisée et en zones agricoles intensives), mais aussi parce la diminution des espaces disponibles pour l'expansion des crues ne permet pas de réduire le débit de pointe par débordement («ralentissement dynamique»). D'autre part, la poursuite des interventions anthropiques sur la morphologie des cours d'eau a conduit aussi à l'augmentation de la vulnérabilité : les activités humaines ont continué à s'installer dans des zones susceptibles d'être touchées par les inondations. Ces deux conséquences cumulées conduisent à l'augmentation des domma-

ges dus aux inondations. On constate en particulier un mitage du lit majeur, les PPRI (plans de prévention des risques inondations) autorisant en zone «bleue»¹⁴ des compensations verticales pour des atteintes horizontales : les bâtiments peuvent comporter plus d'étages pour compenser le manque d'espace.

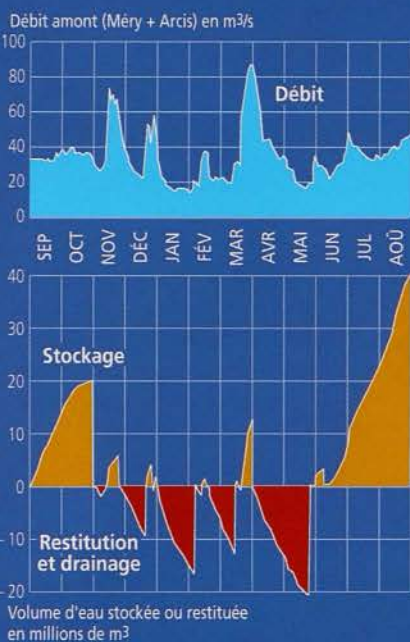
En réaction, on a continué à protéger davantage ces activités installées dans l'espace de bon fonctionnement, par des aménagements ponctuels, ce qui concourt encore plus à la déstabilisation de la morphologie du milieu, reporte et augmente l'aléa (c'est-à-dire l'importance des crues) en aval et en amont (par les mécanismes d'érosion progressive et régressive). Pour faire face à cet engrenage des aménagements, la coordination par une politique d'aménagement du territoire est nécessaire pour assurer la cohérence d'ensemble d'amont en aval sur tout le bassin versant. Mais sa mise en œuvre, même là où elle existe, comme pour l'entente Oise-Aisne, semble encore difficile. Pourtant une telle maîtrise est accessible : on peut, par exemple, citer l'exemple des contraintes d'alignement adoptées dans les documents d'urbanisme depuis longtemps par certaines villes.

Une tendance importante qui peut mener à des blocages, est celle de la dispersion des centres de décisions, du fait principalement de la décentralisation. La majorité des élus se voient obligés d'agir dans l'intérêt apparent et immédiat de leurs électeurs ; alors qu'une bonne gestion à long terme de la vulnérabilité aux inondations et de la préservation des milieux aquatiques riverains passe par un travail à l'échelle du bassin versant, voire plus grand (cas de la Seine). Soulignons, cependant que certains élus, notamment au sein des syndicats de rivière, ont la volonté de s'engager dans cette voie.

¹⁴ - La zone «bleue» est une zone urbanisée inondable (donc dans le lit majeur d'un cours d'eau) de risque important : la hauteur d'eau en cas d'inondation centennale ne dépasse pas 0,5 mètre et la vitesse d'écoulement de l'eau lors de la crue centennale n'atteint pas 0,5 mètre par seconde. Elle se définit par opposition à la zone rouge de risque grave, dans laquelle la hauteur d'eau en cas d'inondation centennale atteint ou dépasse 0,5 mètre ou la vitesse d'écoulement de l'eau lors de la crue centennale atteint ou dépasse 0,5 mètre par seconde.

Illustration de la fonction de stockage des zones humides

Ill. 41 - Source : Weng, 2000 ; Bendjoudi et al, 2002.



Enrochement de berges.



Des inflexions possibles grâce aux changements culturels en cours

Un changement dans la conception des projets d'aménagement de rivières

Les notions de fuseaux de mobilité, d'espace de bon fonctionnement ou de liberté sont utilisées depuis plusieurs années par la communauté scientifique et commencent à se diffuser dans le milieu des concepteurs des aménagements de rivières. Mais ces éléments de recadrage sont aussi l'objet de confusions conceptuelles (difficulté de vulgariser les concepts de ralentissement dynamique ou d'espace de bon fonctionnement). De plus, les aménagements, fussent-ils pervers à terme ou ailleurs, sont généralement bien perçus par la population riveraine puisqu'ils représentent une sécurité. Enfin, on assiste encore souvent au colportage d'idées fausses sur les bienfaits ou méfaits des curages, l'entretien de rivières, etc. Par exemple, les branchages présents dans les rivières ne doivent généralement pas être enlevés pour obtenir une rivière qui semble alors « propre » aux promeneurs car ils apportent une diversification des types de milieux aquatiques.

Un changement de démarche dans la politique des risques

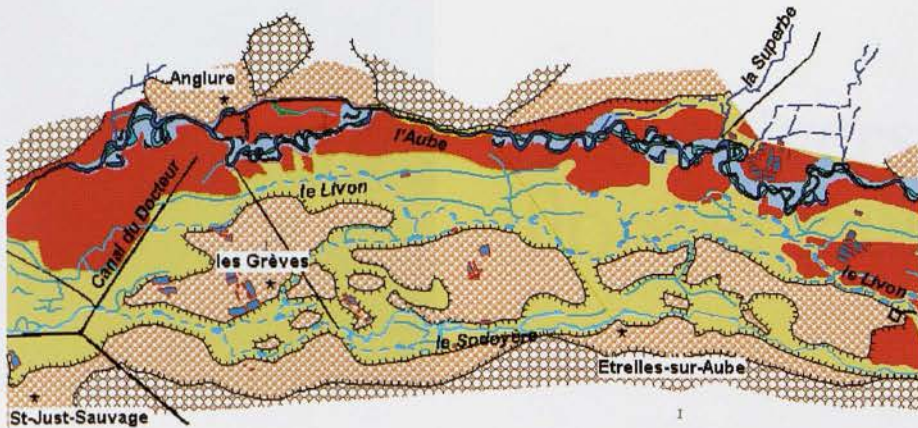
Dans l'esprit de la loi Barnier de 1995 et dans les dispositions de la loi Risques naturels de 2003, il commence à devenir possible de se centrer moins sur la lutte contre l'aléa (qui consisterait à essayer de maîtriser les crues) et de privilégier la gestion de la vulnérabilité (tenter de maîtriser les activités qui se mettent en situation de subir des dommages). Il s'agirait ainsi de mettre en œuvre une forme de principe de prévention.

Au lieu de « lutter contre les inondations » - expression à bannir - le changement de démarche qui apparaît consiste à tenter de lutter contre les dommages dus aux inondations. Pour diminuer la vulnérabilité, on commence à prendre en compte les servitudes imposées par l'espace de bon fonctionnement des rivières et à organiser les compensations de ces servitudes. Pour cela, la cartographie des aléas est réalisable, mais sa mise en œuvre reste timide car il est politiquement difficile de rendre publiques de telles cartes. Cependant, dans les évolutions législatives sur la politique des risques, une certaine transparence est de plus en plus exigée.

Une ouverture possible : voir les inondations comme une ressource et non pas seulement comme un risque

Un autre changement de culture pour les politiques publiques commence à se faire sentir. Il consiste à faire évoluer la perception des inondations : certaines sont dommageables, mais d'autres ne le sont pas. Les inondations non dommageables peuvent être considérées comme une ressource à valoriser (espace de bon fonctionnement des fleuves, milieux, habitats, zones humides, etc.). Les champs d'expansion des crues peuvent être positifs tant pour l'état morphologique du cours d'eau que pour l'état chimique et biologique des rivières, ainsi que pour la ressource (volume) qu'ils font perdurer localement [ill. 41].

Il faut donc intégrer les inondations dans la gestion de l'eau comme ressource et pas seulement comme risque. Les germes de



Exemple d'une plaine alluviale surdimensionnée mais présentant des potentialités de stockage importantes

Ill. 42 - Source : Stéphane Gaillard, université de Nantes.

cette évolution sont présents dans la loi relative au développement des territoires ruraux de 2005 (à propos des zones humides), mais aussi dans les outils de gestion locale de l'eau comme les SAGE. Les établissements publics territoriaux de bassin peuvent aussi servir de relais à l'action de l'État en ce domaine.

Les acteurs commencent ainsi à réfléchir au fonctionnement naturel d'une rivière, à l'utilisation du ralentissement dynamique des crues grâce au redéploiement de l'espace de bon fonctionnement, à la définition des fuseaux de mobilité. Ces notions ne sont cependant pas toujours bien comprises. Les exemples réussis d'une telle gestion de la rivière sont généralement des cas d'apprentissage local qu'il est difficile de généraliser. Dans le Bassin parisien, il est notamment difficile de trouver la bonne échelle de mise en cohérence entre l'amont et l'aval, entre protection contre les inondations dommageables et valorisation des inondations non dommageables. À l'amont, subsistent des espaces de bon fonctionnement et de liberté encore préservables et des zones agricoles sur lesquelles des servitudes pourraient être négociées. Cependant les acteurs de ces territoires amont doivent être convaincus qu'il ne s'agit pas seulement de préserver l'agglomération parisienne, mais que les inondations non dommageables peuvent être valorisées localement [ill. 42].

La directive cadre sur l'Eau

La directive prend en compte non seulement les aspects physico-chimiques sur lesquels se sont concentrés la majorité des efforts de dépollution, mais également l'hydrobiologie et, donc, la morphologie des cours d'eau. En effet, les habitats sont aussi

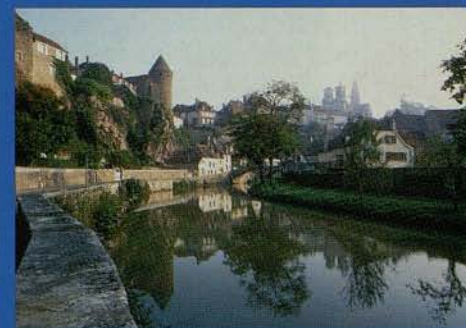
importants pour la qualité de la faune et de la flore que la qualité physico-chimique des eaux. Cependant, les outils pour étudier la morphologie des cours d'eau sont encore peu développés. Sur le bassin Seine-Normandie, plusieurs études vont y être consacrées dans les années à venir.

Des déclencheurs pour des changements plus rapides

Quelques éléments pourraient déclencher à l'avenir une prise de conscience et un changement plus rapides :

- **l'augmentation des franchises** dans l'indemnisation des catastrophes naturelles pourrait mettre en balance, dans le calcul de chaque acteur individuel, le coût de ces franchises et le coût des servitudes imposées par une réduction de la vulnérabilité, et amener ainsi à réfléchir à une réelle réduction de la vulnérabilité ;
- en cas de croissance économique moindre, **l'augmentation de la vulnérabilité** pourrait être ralentie : moins d'activités économiques devront être implantées en général, donc moins aussi en zones inondables. Cependant, on note aussi qu'en période de récession, l'implantation d'emplois sera probablement privilégiée, quelle que soit la zone, même inondable, plutôt que de mettre en œuvre une réelle gestion intégrée de l'eau, des risques et du territoire ;
- si, avec le changement climatique, la fréquence des événements extrêmes augmente, on pourrait assister à **une prise de conscience plus rapide** de la nécessité de passer par un changement culturel dans la politique des risques et dans la perception des inondations ;

Le lac du Der en hautes eaux. L'église de Gifaumont.



Semur-en-Auxois dominant l'Armançon.

Experts auditionnés

- Hocine Bendjoudi, université Pierre et Marie Curie, membre du programme scientifique Piren-Seine
- Jean-Paul Bravard, université de Lyon II, responsable de la zone atelier bassin du Rhône
- Jean-Michel Cornet, directeur de l'entente Oise-Aisne
- Pierre-Philippe Florid, chef du service Eaux et Milieux aquatiques, DIREN Champagne-Ardenne
- Stéphane Gaillard, université de Nantes, membre du programme scientifique Piren-Seine
- Guy Oberlin, ex-directeur de recherche au Cemagref et à l'IRD

Participants

- Aïcha Amezal, pôle Rivières et Zones humides, AESN
- Gilles Euzenat, Conseil supérieur de la Pêche
- Brigitte Lancelot, pôle Rivières et Zones humides, AESN
- Roland Patry, conseiller municipal d'Argenteuil, membre de l'association « La Seine en partage »
- Charles Perrin, Cemagref
- Jean-Louis Rizzoli, Grands Lacs de Seine

Rédacteurs de la fiche

- Gilles Crosnier
- Sébastien Treyer

• **un aménagement du territoire plus global** par les élus : inscription de servitudes dans les documents d'urbanisme, par exemple.

• **la sensibilisation du public** : communication simple des résultats scientifiques (preuve des fonctionnalités des zones humides), analyse économique des dommages (comparaison des coûts des dommages en cas de crues sur terrains agricoles ou urbains, facteur 1 à 20 à certains endroits) puisque ce sont eux qui dictent leur conduite aux élus ;

• **le recours à l'analyse économique** et plus précisément des analyses coûts/bénéfices qui mettent en relation le coût des actions (y compris les dommages aux activités ou à l'environnement) et leurs bénéfices environnementaux. En effet, des études montrent de plus en plus souvent que beaucoup de travaux de protection ont des coûts bien supérieurs à leurs bénéfices et qu'ils ne sont donc pas « rentables », dans un contexte général, par ailleurs, de réduction des moyens ;

• **la loi sur le développement des territoires ruraux** [voir le chapitre sur les zones humides] qui introduit la notion de « servitudes » des zones humides et des espaces de bon fonctionnement.



Petit barrage avec glacis pour l'aération du cours d'eau.

Le scénario tendanciel pour 2015 : pas de re-développement de zones inondables

Le scénario tendanciel ainsi esquissé est celui des tendances passées prolongées, infléchies par les changements de culture qui sont à l'œuvre, mais sans faire jouer les facteurs de rupture (accélérateurs de changement) listés ci-dessus. Dans ce cas, l'évolution de l'état morphologique des cours d'eau d'ici 2015 est la suivante : les changements culturels sont lents à se mettre en place, les changements de politique sont en cours mais peinent à être mis en œuvre à grande échelle, à part quelques exemples locaux de bonne gestion de l'eau (quelques SAGE, des établissements publics territoriaux de bassin [EPTB]).

Donc, un scénario moyen à 2015, est qu'il n'y aura pas de redéveloppement de zones inondables sur le bassin Seine-Normandie, sauf sur quelques secteurs vitrines.

Un scénario plutôt haut verrait l'explicitation des services rendus par les territoires riverains des lits mineurs, afin de définir des espaces de bon fonctionnement, utiles à la préservation du milieu mais également, à plus long terme, à la réduction de la vulnérabilité aux inondations.

7

La biodiversité [flore et faune aquatiques]

Le terme de biodiversité est assez générique et recouvre des notions ou réalités diverses. Pour ce travail de prospective, la biodiversité traitée ici est la biodiversité spécifique, mesurée par la richesse des milieux aquatiques en diverses espèces floristiques et faunistiques. Cette richesse associe des critères de nombre des espèces et d'abondance relative de ces espèces. En effet, si on dénombre trente espèces mais que dix d'entre elles ne présentent que quelques individus, on ne peut pas considérer que la biodiversité se mesure à ces trente espèces.

Pour la directive cadre sur l'Eau, la biodiversité ou plutôt la qualité biologique des milieux aquatiques est appréciée par rapport à une

situation de référence. C'est-à-dire que l'on cherchera à mesurer puis à réduire l'écart entre, d'une part, l'abondance et la composition des taxons observés et d'autre part, des communautés de référence, caractéristiques des milieux considérés. Ces communautés de référence sont différenciées par type de milieu.

Les différents éléments de la flore ou de la faune qui sont concernés ici sont : le phytoplancton, les macrophytes, les invertébrés et les poissons, ce qui n'est pas exhaustif, mais donne un aperçu solide puisque certaines caractéristiques de tendances ou de causes de ces tendances sont communes.

Évolutions positives en cours

Amélioration de la qualité physico-chimique.

Évolutions négatives en cours

Augmentation des espèces nouvelles et eutrophes.

Banalisation des espèces sans forcément de baisse du nombre d'individus.

Destruction des habitats.

Modifications du régime hydraulique.

Accélération des invasions surtout sur les plans d'eau et les eaux stagnantes.

Facteurs d'infléchissement

+ Pratiques croissantes de réhabilitation des habitats.

+ Exploitation des connaissances et des données.

+ Prise en compte du fait que la santé de l'écosystème nous renseigne sur notre propre santé.

- Persistance d'une eutrophisation malgré la réduction des apports en phosphore.

États tendanciels résultants

Après l'amélioration de la qualité physico-chimique des cours d'eau, on se préoccupe des habitats.

Une faune et une flore banalisées et résistantes. On s'intéresse à la santé de l'écosystème, essentiellement en tant que facteur de santé humaine.

SYNTHÈSE

La banalisation de la flore et de la faune aquatiques

La principale tendance qui se dégage est la banalisation des espèces. En particulier, on déplore la progression des espèces de plantes eutrophes due au fort niveau d'eutrophisation. Celui-ci est en baisse, mais cette baisse ne suffit pas encore à permettre à d'autres espèces mésotrophes¹⁵ ou oligotrophes¹⁶ de se développer. Néanmoins, ce phénomène est réversible et si le niveau

d'eutrophisation des eaux poursuit sa baisse, des espèces anciennes réapparaîtront. Cette banalisation est liée au fait que les peuplements actuels sont déjà très endommagés. Ceux qui subsistent se sont adaptés à des situations de stress anciennes, héritées des impacts anthropiques sur le bassin, y compris en termes de pollutions ponctuelles en eau de surface.

La situation sur le bassin Seine-Normandie est, assez logiquement, plus mauvaise que sur le reste de la France du fait des concentrations d'activités humaines [ill. 44, page

suivante]. Il y a très peu de faune propre au bassin de la Seine (endémique), probablement du fait des variations climatiques successives, qui contribuent à ce caractère banal : c'est un système relativement jeune. La Seine est surtout une zone de transit d'eaux où le plancton ne se développe pas. Il provient des annexes hydrauliques et des milieux lenticules (marais, étangs, lacs) qui sont moins nombreux que dans le reste de la France. La situation est globalement la même dans toute l'Europe, on retrouve, en effet, les mêmes types de faune et de flore et l'appauvrissement gagne aussi l'est de l'Europe.

¹⁵ - Mésotrophe : se dit d'une espèce végétale liée à un écosystème aquatique, moyennement pauvre en éléments minéraux nutritifs, moyennement chargé en matière organique.

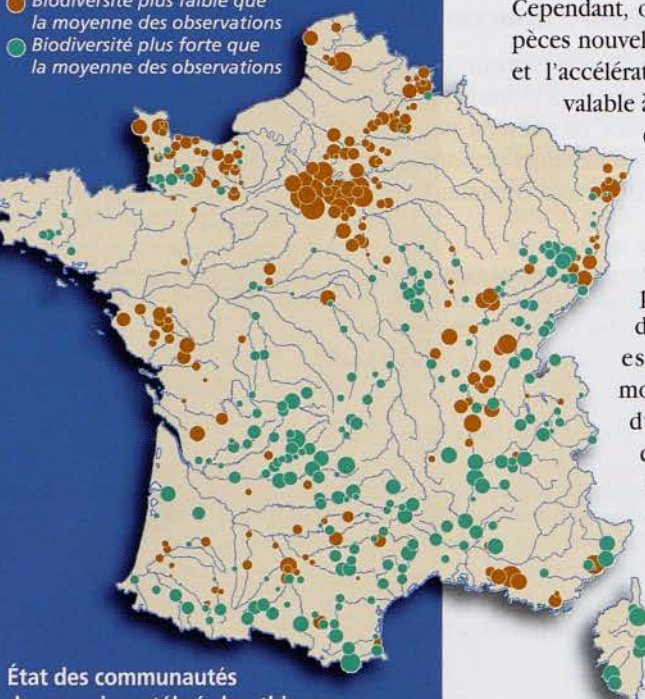
¹⁶ - Oligotrophe : se dit d'une espèce végétale liée à un écosystème aquatique, pauvre en éléments minéraux nutritifs, très peu chargé en matière organique.



Qualité biologique des cours d'eau.
Indice Poisson 2001

Ill. 43 - Source : DIREN, AESN.

● Biodiversité plus faible que la moyenne des observations
● Biodiversité plus forte que la moyenne des observations



État des communautés de macroinvertébrés benthiques avant 1990

Ill. 44 - Source : S. Doledec d'après RNB.

Introductions et extinctions de poissons dans le bassin de la Seine

Ill. 45 - Source : Cemagref.

	Nombre d'espèces	% de la faune originelle
Faune originelle	33	
Introductions	19 <i>Europe et Asie : 13</i> <i>Amérique du Nord : 6</i>	40 %
Extinctions	7	20 %
Bilan actuel	45	

Cependant, on constate l'apparition d'espèces nouvelles, des disparitions moindres et l'accélération des invasions. Cela est valable à la fois pour les macrophytes (plantes et algues de taille moyenne) et pour les poissons. Pour ces derniers, la biodiversité est mesurée par l'absence/présence d'espèces [ill. 43]. Sur le bassin de la Seine, on enregistre 46 espèces de poissons [ill. 46], mobiles, adaptables. Les introductions représentent 40 % de la faune actuelle ; 20 % de la faune originelle a disparu, principalement des migrateurs [ill. 45].

Il faut s'attendre à la poursuite des introductions d'espèces, en provenance du Danube notamment, du fait des communications établies entre les différents bassins européens (pour partie du fait des voies navigables). De plus, les écosystèmes permettent aux espèces qui sont déjà introduites de se développer encore. La question des introductions est problématique et s'avère presque idéologique. On peut voir les introductions d'espèces uniquement comme un danger (attitude alarmiste) ou penser qu'elles ne vont pas nécessairement déséquilibrer l'éco-système aquatique à long terme, à l'exception peut-être du cas des invertébrés. C'est une question d'attitude face au risque.

Pour les macrophytes, on constate des invasions surtout sur les plans d'eau et les eaux stagnantes. Les proliférations sont notamment aggravées par les déboisements

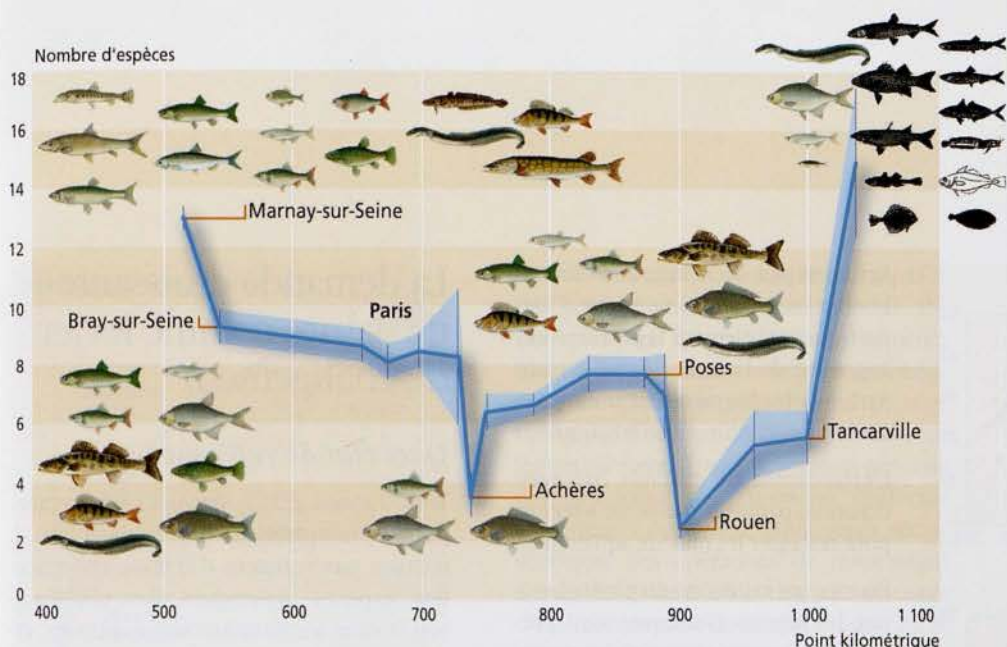
de berges de petits cours d'eau [Bernez et al., 2002, Dufayt, 2000]. La question de la lutte contre les proliférations végétales soulève des difficultés économiques alors que la demande sociale est forte. La baignade, par exemple, est un usage incompatible avec les proliférations algales or les interdictions de baignade impactent négativement le tourisme littoral.

Certaines espèces de phytoplancton qui, théoriquement, ne devraient pas se trouver à un endroit du bassin s'y développent pourtant. Cela peut être dû à une production locale mais plus sûrement à des importations. On enregistre également des espèces bien particulières aux confluences et aux exutoires de rejets.

Le fleuve Seine est assez pauvre en espèces et en biomasse ; dans la rivière Marne, on retrouve des diatomées ; seule l'Oise présente un profil un peu différent des deux autres, plus riche, probablement dû à la moindre canalisation de cette rivière. Néanmoins, une comparaison nationale montrerait que ces rivières ont toutes un niveau de biodiversité inférieur à celui de la Loire, par exemple.

L'eutrophisation va certainement se stabiliser du fait de la baisse des apports en phosphore et de la relative stabilisation des apports azotés. Les chroniques de phytoplancton montrent, en général, une stabilisation de la biomasse.

Par ailleurs, il est de plus en plus probable que la fréquence des événements extrêmes (sécheresse, inondations) augmente, ce qui induira plus de risques de rupture dans les proliférations, et risque donc d'influer négativement sur la composition des peuplements.



Les aménagements et la qualité de l'eau

Ill. 46 - Source : Cemagref, Philippe Boet, Unité de recherche qualité et fonctionnement hydrologique des systèmes aquatiques, Antony.

La qualité physico-chimique de l'eau s'améliore, mais la qualité d'habitat reste insuffisante

Les principaux facteurs qui sont à l'origine de ces tendances passées (qui se poursuivent) sont, en particulier pour le poisson et les invertébrés :

- **l'oxygénation des cours d'eau**, qui a été le problème premier par le passé (mortalité de poissons) mais qui est actuellement résolu (l'essentiel des efforts a été mené) [ill. 47] ;

- **l'hydrologie et la diversité des habitats**, sur lesquels il reste encore beaucoup à faire. La modification du régime hydraulique et la perturbation du transport sédimentaire par les barrages peuvent être très pénalisantes pour les espèces. La qualité des habitats, une fois l'oxygénation rétablie est primordiale pour le développement de la biodiversité ;

- **la maîtrise des nutriments et les autres aspects de qualité de l'eau** (micropollution chimique). En milieu continental, la question de l'eutrophisation devrait continuer à se poser sur les plans d'eau, notamment les lacs réservoirs. Sur les cours d'eau, il est difficile d'expliquer les phénomènes et les tendances : on constate,

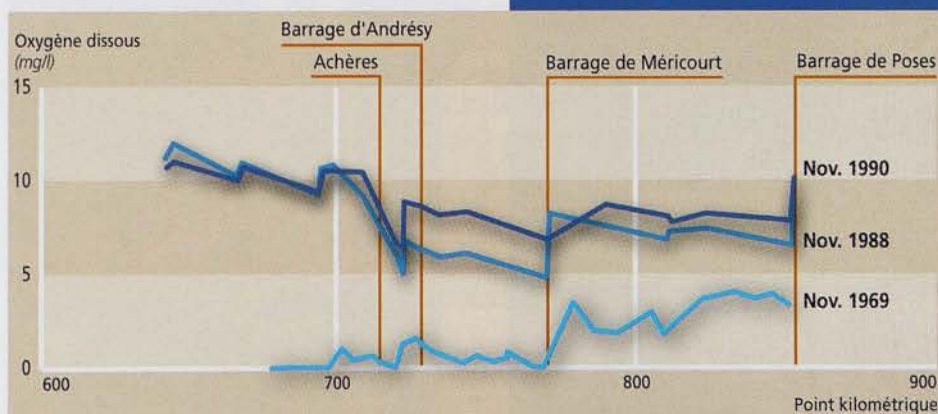
en particulier, des proliférations atypiques, par exemple de dinoflagellés.

En ce qui concerne les macrophytes, les moteurs d'évolution de leur présence sont l'eutrophisation, la sédimentation (colmatage des fonds), les aménagements physiques et la moindre hydraulicité. La qualité de l'habitat physique est en général prédominant sur la qualité de l'eau, au moins pour les cours d'eau petits et moyens. Les effets en milieu naturel des pesticides et métaux lourds sont peu connus sur les macrophytes.

L'amélioration de l'oxygène en aval de Paris

Le traitement des eaux usées a conduit à une amélioration notable. Mais la situation reste encore fragile en aval d'Achères, où la baisse de l'oxygène n'est que partiellement compensée par le brassage des barrages de navigation.

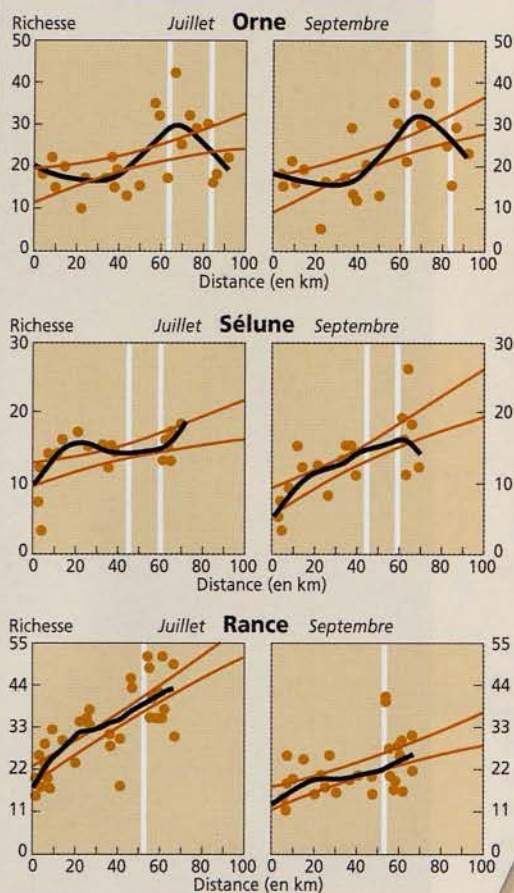
Ill. 47 - Source : Cemagref, P. Boët, ibd.



La richesse des bassins de l'Orne, de la Sélune et de la Rance

Variation longitudinale de la richesse (nombre de taxons) des échantillons en juillet (gauche) et septembre (droite). L'intervalle de confiance de 95% est figuré sur les graphiques. Les lignes verticales blanches représentent la position des barrages.

Ill. 48 - Source : Bernez et al., 2002.



Les exemples de l'Orne, de la Sélune et de la Rance [ill. 48] montrent, d'une part, que globalement la prolifération augmente de l'amont à l'aval, d'autre part, que les barrages ont un impact sur la prolifération macrophytique.

L'effacement de certains barrages constitue parfois la meilleure solution pour restaurer les milieux aquatiques.

Pour ce qui est du cas du phytoplancton, les aspects chimiques sont prépondérants pour contrôler les populations dans les eaux stagnantes (lacs, eaux fermées) ; en eaux courantes, ce sont plutôt les aspects physiques.

La demande croissante de nature comme levier de changement

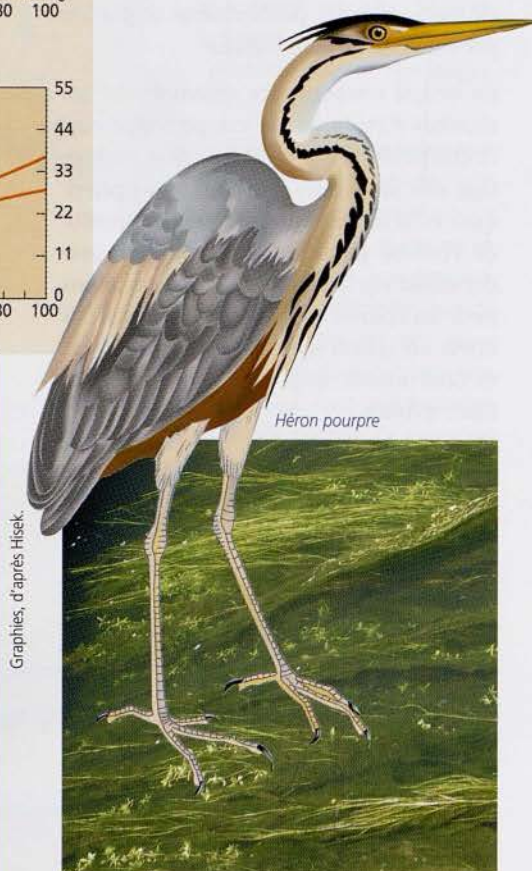
Quel état de référence ?

Tout d'abord, il faut signaler que, comme pour la morphologie des cours d'eau, il n'existe pas vraiment d'état de référence des espèces aquatiques. Le problème réside dans les introductions continues, et proportionnellement importantes, qui font qu'il n'y pas de retour possible à un stade précédent l'intervention de l'homme.

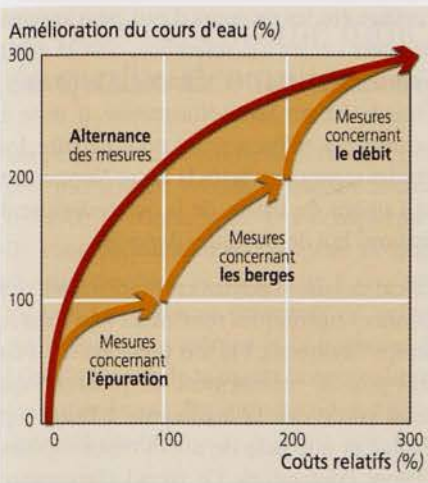
Les facteurs de changement

- La perception de l'environnement aquatique par les urbains est en croissance et leur demande de nature, de zones humides urbaines dans lesquelles vivent une certaine faune et flore, est une vraie tendance et peut constituer un facteur de changement. On cherche par exemple à réintroduire certaines espèces de poissons pour la pêche. Cela n'est cependant pas valable pour toute la faune : les invertébrés ou les macrophytes, par exemple, n'ont pas de valeur sociale directe ou apparente. Cependant, de plus en plus, ils possèdent une valeur sociale indirecte : ils sont, en effet, de bons indicateurs de la santé des écosystèmes et, par voie de conséquence, de la santé humaine.

- Les effets des aménagements des cours d'eau et de la dégradation de la qualité des eaux sur la biodiversité sont réversibles. Ainsi, sur la Tamise, on a constaté le retour du saumon après réhabilitation, tandis que sur les rivières allemandes, des exemples de re-naturation ont montré des effets appréciables. Mais les réhabilitations morphologiques sont très coûteuses et leur généralisation à court terme sur le bassin ne peut être envisagée en tendance. Plus il



Graphiques, d'après Hisek.



Ill. 49 - Source : Statzner B., Capra H., Higler, L.W.G. & Roux A.L. (1997) Focusing environmental management budgets on non-linear system responses: potential for significant improvements to freshwater ecosystems. *Freshwater Biology*, 37, 463-472.

existe de zones annexes, plus il existe de réservoirs pour le refuge et la recolonisation. Les gravières, de ce point de vue, peuvent être réutilisées parfois avec intérêt, pourvu qu'elles soient bien restaurées [voir le chapitre sur les zones humides]. Cependant, les changements de peuplement dus à des activités humaines ou des conditions climatiques se font avec une grande inertie.

Des expériences ont montré que c'est par l'association de divers types de mesures (épuration, restauration de berges, régulation hydraulique, etc.) et leur mise en œuvre concomitante qu'on obtient le meilleur rapport coût-efficacité [ill. 49]. Il est ainsi préférable de commencer à agir sur les habitats, ce qui permet d'améliorer la capacité auto-épuratoire des milieux, avant d'avoir fini l'épuration totale des eaux. Cela plaide en faveur de l'alternance des mesures morphologiques avec certaines actions d'épuration, les plus poussées.

Des premiers résultats (encore à valider) obtenus dans le cadre du réseau d'observa-

tion des milieux (ROM) mis en place par le CSP tendent à confirmer cette idée [ill. 50]. Les opérations de restauration ponctuelles (du type contrôle des rejets ou aménagement de passes à poissons) ne permettraient pas d'espérer d'effets importants sur les peuplements. Une amélioration générale des peuplements de poissons, conforme aux attentes de la DCE, impliquerait nécessairement des opérations de restauration d'ampleur, à l'échelle des tronçons de cours d'eau (restauration de la morphologie du lit des cours d'eau notamment) et des bassins versants (contrôle des pollutions diffuses et des phénomènes d'érosion).

Disponibilité des données : une nécessité et un possible facteur de progrès

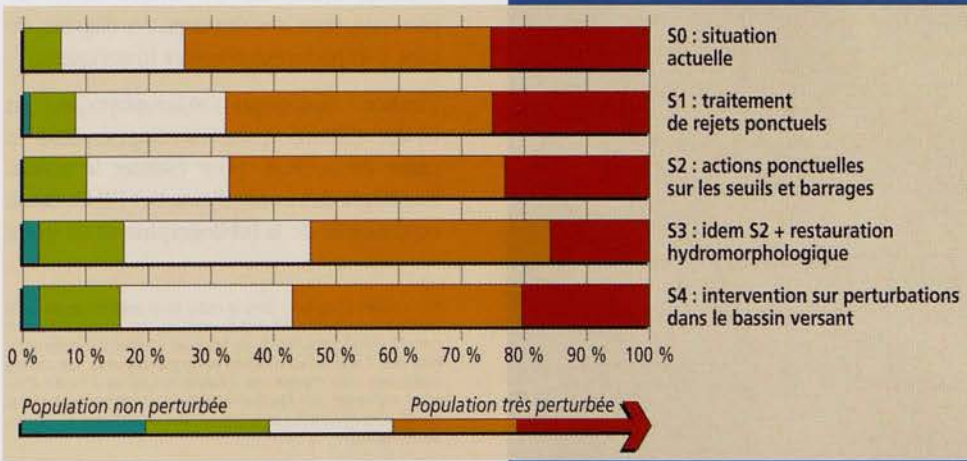
Il existe quelques indices de mesure de la qualité hydrobiologique des cours d'eau, mais ils sont encore insuffisants.

L'indice biologique global normalisé (IBGN), tout d'abord, faisant intervenir l'identification d'invertébrés. Ces organismes sont assez sédentaires et reflètent bien le contexte local. Leur temps de réaction est de cinq ans environ, ce qui permet d'observer assez facilement les conséquences de changements

Les effets de quatre scénarios de pressions et leur impact sur les peuplements de poissons

Résultats provisoires obtenus à partir des données du ROM sur une partie du bassin Seine-Normandie. Ces résultats sont présentés à titre indicatif et sont en cours de validation.

Ill. 50 - Source CSP.



Les conséquences du barrage de Rophémel sur la biodiversité

Le barrage de Rophémel interrompt le cours de la Rance, dans les Côtes-d'Armor. Grâce à des historiques anciens, datant d'avant la construction du barrage, on a pu mettre en évidence aujourd'hui que des espèces se sont maintenues, certaines espèces rares ont disparu et de nouvelles espèces envahissantes sont apparues (adventices), indicatrices d'eutrophisation et dont l'identification est délicate. Les espèces en berge sont moins sensibles que les espèces aquatiques et se sont maintenues plus facilement que ces dernières. Les bryophytes ont disparu du fait de l'assèchement et on a constaté la progression d'espèces eutrophes.



Eutrophisation d'un ruisseau.

dans les conditions chimiques ou physiques des cours d'eau. Le protocole de mesure de l'indice IBGN est standardisé. Cependant, d'une part, la collecte des invertébrés utilisés pour l'échantillonnage est souvent délicate car ce sont de petits organismes et d'autre part, l'échantillon n'est pas toujours pertinent. En effet, une étude de réaction des organismes à la pollution menée par les agences de l'Eau montre que certains des taxons qui sont utilisés pour calculer l'IBGN, ne sont plus observés dans le milieu et/ou sont peu réactifs à la pollution. Néanmoins, ces méthodes normalisées, même imparfaites, ont permis de recueillir d'importantes données brutes sur les invertébrés et les poissons. Pour ces derniers, on dispose, de plus, d'importantes données historiques.

L'indice biologique macrophytique en rivière (IBMR) a été développé dans le cadre de la DCE pour estimer le niveau trophique des cours d'eau. Cet IBMR, établi en fonction de la bibliographie et de nom-

breuses études de cours d'eau, peut servir à mesurer l'écart à la référence, celle-ci étant approchée dans les cahiers d'habitats¹⁷. Pour le bassin Seine-Normandie, il reste à « caler » ces références, et pour ce faire, les études manquent. Seuls la Basse-Normandie et l'amont du bassin de la Seine disposent aujourd'hui de quelques données.

Le cas des macrophytes est représentatif : les données historiques remontant loin dans le temps manquent, à la fois parce qu'il y a eu très peu de recensement de rivières, mais aussi parce que la taxonomie a beaucoup évolué et que jadis de nombreuses espèces étaient confondues. Ce travail d'inventaire bibliographique et d'échantillons d'herbiers est à réaliser en grande partie [voir en hors-texte, l'exemple du barrage de Rophémel].

Le phytoplancton ne fait pas l'objet d'un indice en France, contrairement au Royaume-Uni, par exemple, qui en a mis un en place récemment en réponse à la directive cadre sur l'Eau. De manière générale, l'échantillonnage (insuffisamment fréquent), la normalisation et la validation par des données historiques (chroniques longues) ou des inventaires fiables sur des sites bien choisis, pouvant servir de référence pour les opérateurs de terrain, manquent. De plus, les compétences en matière de détermination (techniciens) manquent en France.

Berge entretenue en Bourgogne.



17 - Cahiers d'habitats : dans le cadre de la mise en œuvre de la directive européenne Habitats faune-flore, des cahiers d'habitats ont été rédigés sous l'égide du Muséum national d'histoire naturelle avec l'aide de scientifiques et de gestionnaires. Ces cahiers définissent, pour chaque type d'habitat naturel ou d'habitat d'espèces menacées, son fonctionnement, les conditions écologiques qui lui sont nécessaires et proposent des orientations de gestion de ces habitats.

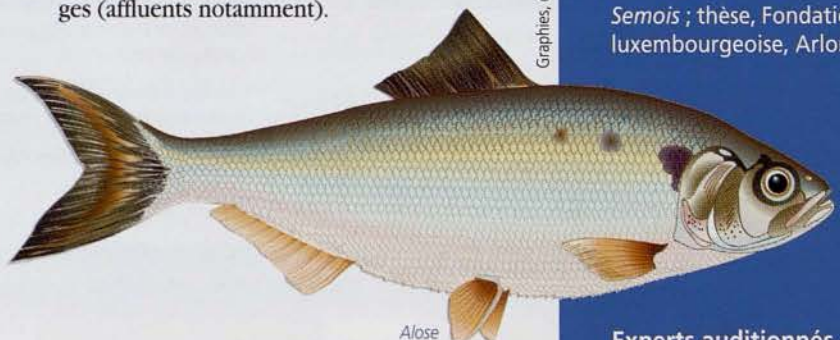
Les milieux littoraux
et estuariens

Le poisson comme indicateur privilégié de qualité des milieux aquatiques dans le futur

Les poissons et les invertébrés, étant depuis peu pleinement reconnus comme indicateurs de la bonne santé des écosystèmes. Ils vont probablement voir leur nombre et leur diversité se maintenir voire augmenter. Les espèces présentes ne seront pas toujours les mêmes et la question de la meilleure ou de la moins bonne richesse occasionnée par les introductions d'espèces reste entière.

Les proliférations phytoplanctoniques diminuent progressivement avec l'eutrophisation, mais elles ne dépendent plus uniquement des conditions locales. Des phénomènes de proliférations de dinoflagellés, par exemple, commencent à être observés à des endroits qui n'étaient pas classiquement des zones de développement d'algues. La montée des loisirs nautiques s'accommodera mal de ces proliférations dans le futur.

Pour les macrophytes, un scénario pessimiste serait celui d'un habitat dégradé, dont les végétations seraient réduites et dont les espèces introduites ou peu sensibles proliféreraient. A l'aval des cours d'eau lents, les macrophytes seraient remplacés par du phytoplancton, diminuant ainsi la biodiversité spécifique de ces zones. Un scénario plus optimiste serait celui d'une restauration et d'une recolonisation des milieux aquatiques à partir de zones refuges (affluents notamment).



Graphies, d'après Hisek.

Bibliographie

- Bernez I., Daniel H., Haury J., Ferreira M.T., 2002 ; *Combined effects of environmental factors and regulation on macrophyte vegetation along three rivers in western France* ; River Research and Applications, 19 : 1-17 (2003)
- Dufayt O., 2000 ; *Étude expérimentale et modélisation du développement de la renoncule flottante dans la Semois* ; thèse, Fondation universitaire luxembourgeoise, Arlon (Belgique).

Experts auditionnés

- Jérôme Belliard, Conseil supérieur de la Pêche.
- Philippe Boët, Cemagref.
- Sylvain Doledec, Laboratoire d'écologie des eaux douces et des grands fleuves, université Lyon 1.
- Jacques Haury, UMR INRA-ENSAR, Écobiologie et qualité des hydro-systèmes continentaux.
- Maria Leitao, bureau d'études Bi-Eau.

Participants

- Cécile Delattre, EDF.

Rédacteurs de la fiche

- Stéphanie Blanc
- Luc Pereira Ramos

8

Les milieux littoraux et estuariens

Les milieux littoraux et estuariens sont ici principalement analysés sous trois angles : leur qualité chimique et éco-toxicologique, l'eutrophisation et les toxines algales, et les écosystèmes littoraux. L'estuaire et les zones humides littorales sont abordés, quoique de manière plus succincte. Les principales activités génératrices de

pression sur le littoral sont les pollutions en provenance des bassins versants amont, la navigation, les activités portuaires, la conchyliculture, les loisirs nautiques et le tourisme en général, ainsi que l'urbanisation. L'évolution de la qualité des systèmes littoraux est indissociable de celle de ces activités.

Évolutions positives en cours

Amélioration de la qualité microbiologique grâce à l'amélioration de l'assainissement littoral.
Diminution des apports en métaux (sauf cas ponctuels).
Diminution du phosphore d'origine domestique et industrielle.
Plafonnement des aménagements et de l'artificialisation du littoral.

Facteurs d'infléchissement

- + Évolution des normes : convention OSPAR, directive Baignade et normes de consommation des coquillages plus sévères.
- + Limite physique à l'extension des aménagements portuaires et limitation des dragages sauf Port 2000.
- Maintien des activités de navigation et d'extraction de granulats, développement des ports de plaisance.
 - Augmentation des conflits d'usage ?
- + Préservation de sites remarquables en termes de richesse écologique.
 - Augmentation de la sensibilité des élevages conchylicoles.

Évolutions négatives en cours

Relargage de métaux contenus dans les sédiments d'où augmentation du risque pour les coquillages vulnérables.
Augmentation des teneurs en azote (la baisse des pollutions urbaines et industrielles ne compense pas la hausse des pollutions diffuses).
Eutrophisation et augmentation des proliférations d'algues toxiques.
Poursuite de la dégradation des habitats dans les estuaires.

États tendanciels résultants

Une qualité microbiologique globalement bonne mais des problèmes résiduels pour la conchyliculture.
La logique économique des ports est prépondérante mais la réglementation et les conventions européennes pèsent.
L'eutrophisation est encore importante.

SYNTHÈSE

Une qualité physico-chimique qui ne s'améliore que partiellement

Le suivi et la collecte de données sur la qualité des milieux

Grâce à la mise en place ancienne de réseaux de mesures, notamment à caractère patrimonial, nous disposons, sur les milieux côtiers et estuariens, d'un certain nombre de chroniques de données de bonne qualité à l'échelle française ou à l'échelle locale. Il s'agit en particulier du Réseau national d'observation (RNO) sur les eaux côtières, et du suivi de l'estuaire de la Seine par le Service de navigation de la Seine (SNS)- cellule Antipollution de Rouen. Ces réseaux portent en particulier

sur les paramètres physico-chimiques et les contaminants métalliques et organiques « classiques », mais un certain nombre de contaminants « nouveaux », comme certains pesticides, par exemple, sont mal suivis.

En matière d'évaluation de l'état biologique, un double manque se fait sentir :

- le manque d'indicateurs, portant notamment sur les éléments de qualité biologique visés par la directive ;
- le manque de réseaux de surveillance assurant l'acquisition régulière des données biologiques nécessaires.

Dans ce domaine, un outil d'évaluation des milieux littoraux, le SEQ Littoral, est en cours d'élaboration mais n'est pas encore opérationnel. Des développements d'indicateurs sont programmés, par exemple pour les invertébrés benthiques.

La qualité physico-chimique

Le suivi de la contamination de l'estuaire de la Seine montre une diminution des apports ponctuels, notamment industriels, pour la plupart des **micropolluants métalliques et organiques**. Ces tendances ne sont cependant pas systématiquement observées

sur l'estuaire aval et les eaux littorales, du fait de la persistance de ces contaminants et du piégeage possible dans les sédiments.

Ainsi, les vingt-cinq ans de chroniques du RNO sur la contamination chimique (huîtres et moules) [ill. 51] montrent :

• dans l'estuaire aval et les zones sous influence du panache de la Seine :

- une diminution significative de la contamination par les métaux lourds, à l'exception du cuivre et du plomb ;

- une diminution de la contamination par certains micropolluants organiques (lindane, tributyl étain [TBT]) traduisant l'effet des interdictions d'usage, mais une contamination persistante par les polychlorobiphényles (PCB), pourtant également interdits ;

- des concentrations en mercure, plomb, cadmium, lindane, DDT (et produits de

dégradation), PCB et hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP] diminuant mais restant supérieures à la médiane nationale ;

• sur le reste du littoral normand :

- une tendance générale à la diminution ou à la stagnation pour tous les polluants sauf le plomb et le mercure à Grandcamp ouest ;

- des niveaux de contamination inférieurs ou égaux à la médiane nationale pour la majorité des polluants suivis et la plupart des sites, sauf pour le plomb, le lindane et les PCB.

La tendance générale à la décroissance des niveaux de contamination observée sur le littoral normand accompagne la tendance à la baisse des médianes nationales. Cependant, des dépassements sont observés du fait, d'une part, de la baisse des teneurs maximales autorisées par les règlements européens pour certains métaux

dans les denrées alimentaires et, d'autre part, de caractéristiques locales (remplacement du TBT par d'autres produits anti-salissure contenant du cuivre sur la coque des bateaux, usine produisant des effluents chargés en une substance particulière, etc). Cela est ponctuellement le cas sur les sites de Vaucottes et Antifer, mais très régulièrement sur les sites du cap de la Hève et de Villerville, empêchant la baignade.

Une préoccupation croissante est l'apparition de « nouveaux » polluants tels que de nouveaux produits phytosanitaires, qui viennent en remplacement des anciennes substances interdites. Le développement des techniques analytiques permet aussi la mise en évidence de molécules à effet perturbateur du système hormonal (hormonomimétiques) à des concentrations faibles mais potentiellement actives.

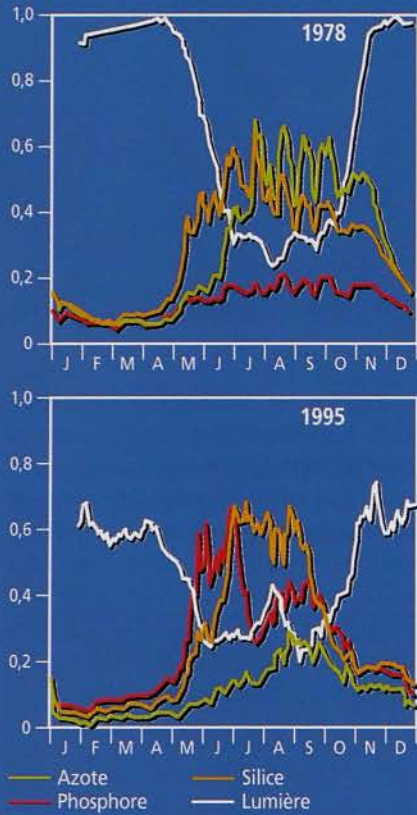
Les tendances observées pour les contaminants mesurés par le RNO

Nom du site	Nom du point	Période de suivi	Espèce	Mercure	Cadmium	Plomb	Zinc	Cuivre	PCB	ΣDDT	Lindane	Ss-prod. lindane	ΣHAP
Dieppe et Fécamp	Varengeville	1979 - 1999	Moule						▼	▼			
	Vaucottes	1979 - 1999	Moule	▲	*▼		▼		▼	▼			
Estuaire et baie de Seine	Antifer - digue	1986 - 1999	Moule	*▼	*▼	*▲	▼		▼				
	Villerville	1979 - 1999	Moule	*▼	*▼	▲	*▼			▼	▼	▼	
Calvados	Ouistreham	1993 - 1999	Moule		▼			▼	▼		▼		▼
	Port en Bessin	1981 - 1999	Moule	▼	*▼	▼	*▼			▼	▼		
Baie des Veys Saint Vaast	Géfosse	1981 - 1999	Moule		*▼		*▼	*▼		▼			
	Le Moulard	1989 - 1999	Moule	*▼	▼	▼	▼						▼
Cherbourg	Grande rade	1994 - 1999	Moule										
Ouest Cotentin	Pirou nord	1993 - 1999	Moule		▼			▼					
	Bréville	1980 - 1999	Moule	▼	*▼		▼			▼		▼	
Cancale	Le Vivier-sur-Mer	1979 - 1999	Moule		*▼		▼	*▼	▼	▼	▼	▼	▼
	Cancale	1979 - 1997	Huître			*▼		*▼		▼		▼	

Légende : ▼ : tendance décroissante significative ; ▲ : tendance croissante significative ; * : situé avant un symbole, indique une inversion de tendance.
 Points situés en Normandie, sauf Cancale (Bretagne). Sur fond beige : niveau médian supérieur à la médiane nationale.
 La période couverte va de 1979 à 1999 pour les métaux : mercure, cadmium, plomb, zinc et cuivre ; de 1979 à 1997 pour le DDT, de 1992 à 1997 pour les PCB, de 1982 à 1997 pour l'alpha HCH et le lindane, et de 1994 à 1998 pour les HAP

Ill. 51 - Source : Claisse et Beliaeff, RNO 2000.- Surveillance du Milieu Marin, Travaux du RNO. Edition 2000. IFREMER et Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

Les facteurs limitant le développement des diatomées
 Comparaison entre 1978 et 1995



Ill. 52 - Source : Ifremer.

Globalement, l'impact de ces diverses contaminations sur les organismes (effet à court terme) et sur les écosystèmes (effet à long terme) reste insuffisamment connu. Certains contaminants cancérigènes (PCB, HAP) sont suspectés de causer les tumeurs observées chez certains poissons plats, mais les relations de cause à effet ne sont pas encore clairement établies.

L'eutrophisation

Les éléments nutritifs (azote, phosphore, silice), apportés principalement par les bassins versants, soutiennent le réseau trophique littoral. Cependant, des apports excessifs causent un déséquilibre et modifient le cycle naturel des éléments nutritifs, voire empêchent le rôle limitant de certains d'entre eux. Ceci peut se traduire notamment par la prolifération d'espèces

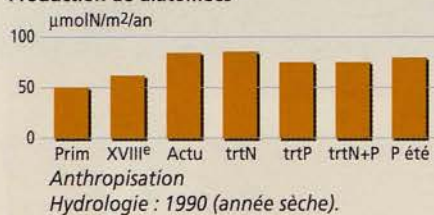
phytoplanctoniques, parmi lesquelles des espèces toxiques et des espèces nuisibles (« phénomènes d'eaux colorées »), et/ou par le développement de macroalgues vertes (« marées vertes »).

L'analyse de l'évolution du rôle limitant relatif de l'azote, du phosphore, de la silice et de la lumière dans le développement des diatomées [ill. 52] montre que l'azote n'est plus le facteur limitant principal. Le facteur à présent limitant est plus souvent le phosphore ou la silice. Ce constat corrobore les évolutions de ces dernières années, à savoir l'augmentation des apports azotés et la relative baisse des apports phosphorés.

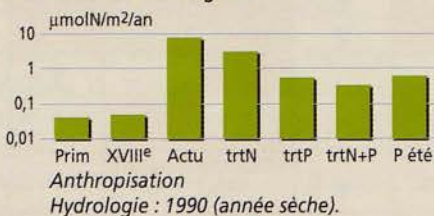
Les modèles numériques simulant le fonctionnement trophique de l'estuaire et de la baie de Seine [ill. 53] mettent en évidence l'efficacité d'une réduction des apports urbains d'azote (-50%) et de phosphore (-90%) sur la réduction des efflorescences phytoplanctoniques, en particulier les proliférations d'espèces toxiques (dinoflagellés). Alors qu'une partie des travaux d'amélioration des performances des stations d'épuration est engagée, leur bénéfice risque d'être compromis par l'augmentation observée des apports azotés diffus, dont la part devient prépondérante dans les flux parvenant au littoral.

Alors qu'elles constituent un risque majeur pour l'écosystème, car pouvant entraîner des mortalités de la faune (invertébrés benthiques, poissons), les désoxygénations massives (anoxies) ne sont pas observées sur le littoral normand, grâce aux courants. L'eutrophisation s'y traduit principalement par les proliférations de micro-algues toxiques (*Dinophysis*, *Pseudonitzschia*, *Alexandrium*) ou nuisibles (*Phaeocystis*, *Gymnodinium*). Même si les relations de cause à effet entre l'enrichissement des eaux en sels nutritifs et ces proliférations ne

Production de diatomées



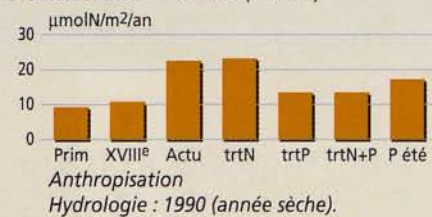
Production de dinoflagellés



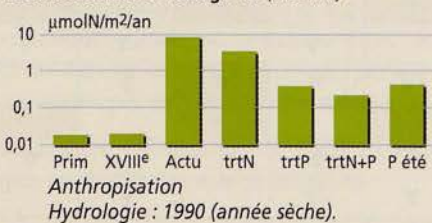
Les effets de divers scénarios de réduction des apports phosphorés et nitrates sur les productions de diatomées et dinoflagellés.

Ill. 53 - Source : Piren-Seine et Ifremer, modèle Baie de Seine.

Biomasse max. diatomées (nut lim)



Biomasse max. dinoflagellés (nut lim)



Prim : situation primitive
 XVIII^e : XVIII^e siècle
 Actu : situation actuelle
 trtN : avec traitement de l'azote (élimination de 50% de la charge azotée)
 trtP : avec traitement du phosphore (élimination de 90% de la charge phosphorée)
 trtN+P : traitement de l'azote et du phosphore
 P été : traitement du phosphore en été seulement

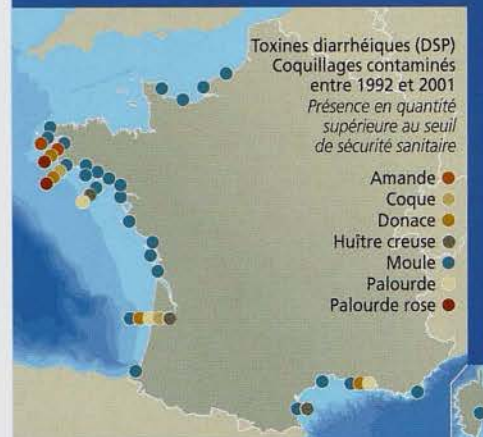
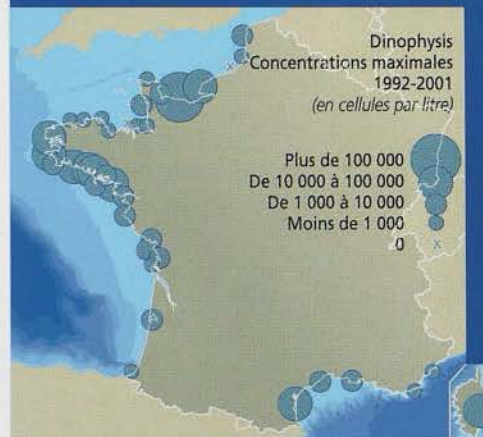
sont pas tout à fait clairement établies, ces proliférations concernent surtout la baie de Seine. Dans le secteur d'Antifer, les proliférations de *Dinophysis* [ill. 54] s'accompagnent très régulièrement de production de la toxine diarrhéique (DSP) [ill. 55], causant la fermeture du site par arrêté préfectoral.

Les marées vertes (prolifération d'ulves et d'entéromorphes) restent rares sur le littoral normand, mais les observations récentes laissent craindre une augmentation de leur fréquence d'apparition. Ainsi, certains secteurs du littoral normand ont eu à faire face, à quelques reprises, à la présence massive d'algues vertes (cas du sud de Granville). Sur la côte haut-normande, les suivis réalisés montrent une généralisation de la présence d'algues vertes sur tous les sites et à quasiment tous les niveaux de l'estran [ill. 56].

La qualité microbiologique

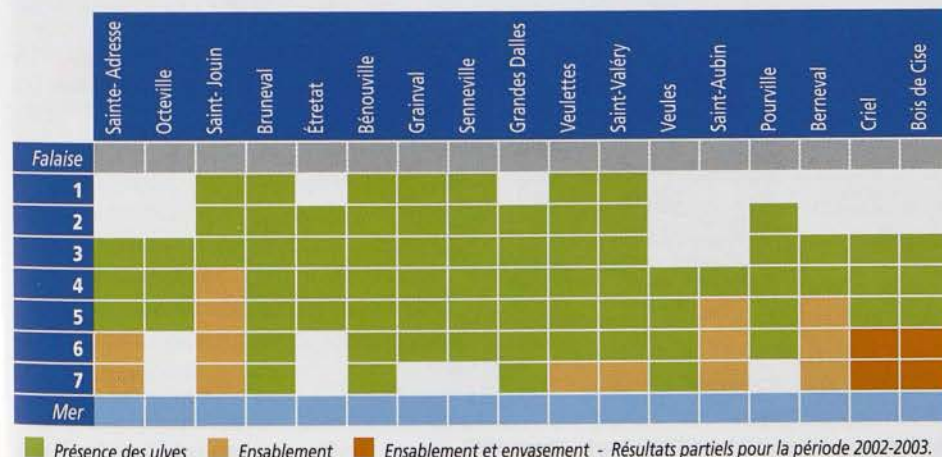
En matière de contamination microbiologique, la situation s'améliore grâce aux travaux engagés sur les ouvrages d'épuration, sur les réseaux d'assainissement, et la gestion du temps de pluie. Ceci se traduit en particulier par une augmentation considérable du taux de conformité des eaux de baignade dans les trois départements nor-

mands. Cependant, un certain nombre de plages restent sensibles et soumises à des dégradations momentanées lors d'épisodes pluvieux. Le contrôle des branchements des particuliers, et les travaux correctifs éventuellement nécessaires, comptent parmi les priorités de lutte contre la pollution microbiologique. En effet, une maison non raccordée à une station d'épuration collective apporte au milieu un flux en germes équivalant à cent maisons raccordées. En outre, des risques de déclassements existent dans la perspective de la nouvelle directive sur les eaux de baignade, qui rendent les normes plus sévères. La qualité des eaux dans les zones de production conchylicole est globalement bonne : la vingtaine de zones de production de coquillages du bassin est classée soit en classe A soit en classe B (sur une échelle telle que celle utilisée pour la qualité des eaux de baignade allant de A, qualité très bonne, à D, qualité mauvaise). Cependant, certains secteurs de production sont fragilisés par des apports locaux de contaminants microbiens (cas de certains havres de l'ouest Cotentin, contaminés lors du lessivage des prés salés par les grandes marées), ce qui implique de définir un mode de gestion approprié des différents usages.



La répartition de dinophysis et de coquillages contaminés par des toxines diarrhéiques.

Ill. 54 et 55 - Source : Ifremer.



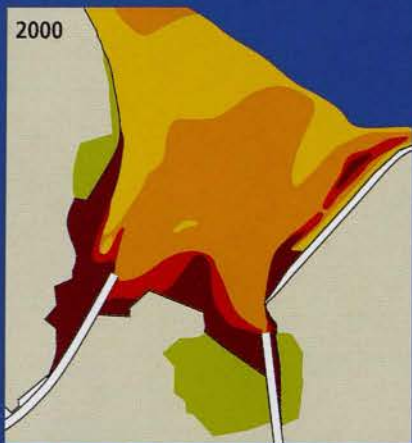
La présence d'ulves, l'ensablement et l'envasement du littoral normand

Bilan des résultats de suivi 2002-2003 dans quelques sites entre Le Havre et la Somme.

Ill. 56 - Source : Cellule de suivi du littoral haut-normand.



Ill. 57 - Source : J. Le Gall, 1970.



Ill. 58 - Source : modélisation Sylvand, 1995.



Ill. 59 - Source : modélisation Sylvand, 1995.

- Vase et vase sableuse
- Sable et sablon vaseux
- Sablon
- Sable fin
- Polder

L'évolution de la couverture sédimentaire de la baie des Veys

La qualité biologique

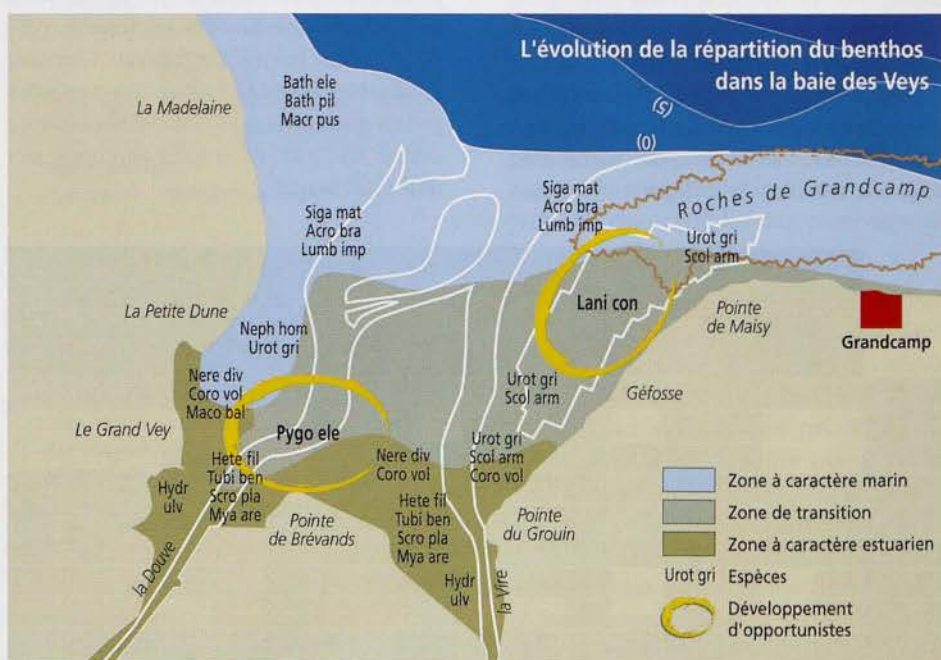
À l'heure actuelle, le réseau de mesures des paramètres hydrobiologique est incomplet, il est donc difficile de dégager des tendances sur les quelques données disponibles. Néanmoins, des signaux nous sont donnés de manière relativement claire. Citons l'exemple le plus frappant de changement de sexe de certains poissons en estuaire de Seine : des molécules ayant des propriétés de perturbation des hormones seraient à l'origine de telles modifications [voir chapitre sur les micropolluants chimiques].

Les écosystèmes littoraux

La surveillance de l'état des écosystèmes littoraux est globalement très insuffisante, et des indicateurs validés au niveau national font défaut. Néanmoins, certains secteurs bénéficient d'une meilleure connaissance. Ainsi, la disparition de certains habitats, notamment

la régression de milieux rocheux au profit de milieux sableux et vaseux, a pu être mise en évidence en Seine-Maritime. Les causes de ces perturbations n'ont pas été clairement identifiées. Du fait de ces altérations des habitats, et malgré la diminution globale de la contamination des milieux littoraux, une réduction de la biodiversité est observée. Dans certains cas, comme l'estuaire de Seine, les aménagements lourds et l'altération des habitats qu'ils génèrent, risquent de remettre en cause les acquis de plusieurs décennies de travaux sur la qualité des eaux.

L'évolution de certains secteurs est parfois modifiée par les activités humaines. C'est le cas de la baie des Veys, dont le comblement naturel est accéléré par la poldérisation et les installations conchylicoles [ill. 57 à 59]. Le caractère estuarien progresse clairement sur le flanc est de la baie, comme le traduisent les changements dans les communautés benthiques [ill. 60].



Ill. 60 - Source : Ropert et Sylvand (2002) d'après Sylvand (1995).

En dépit de ce contexte, il existe encore des secteurs à fort intérêt écologique, tels que les îles Chausey, ou des zones plus restreintes, telles qu'une zone relique de

platier à laminaires sur le littoral haut-normand. De tels secteurs d'intérêt patrimonial sont à préserver absolument.

Une dégradation des milieux littoraux liée au dynamisme des activités socio-économiques

La réduction de l'impact des activités génératrices de pression sur les milieux littoraux proviendrait presque exclusivement de changements économiques.

Les pressions physico-chimiques

■ **Les apports en phosphore** d'origine urbaine ou industrielle (non agricole) diminuent. Les apports totaux d'azote augmentent car la baisse des pollutions urbaines et industrielles ne compense pas la hausse des pollutions diffuses. Les apports agricoles restent deux à trois fois supérieurs aux apports urbains. Les éventuelles réductions d'apports fertilisants que l'on peut attendre d'ici quinze ans ne seront probablement pas suffisantes pour abaisser significativement le niveau de pollutions diffuses actuellement observé sur le territoire, du fait de l'inertie des sols et des nappes.

■ La croissance de la fréquentation touristique se poursuit et cela peut constituer un levier pour la protection de l'environnement. Le tourisme est une activité économique importante pour les zones littorales et les touristes sont très sensibles aux aspects environnementaux comme la propreté des plages. **Les proliférations phytoplanctoniques** ou les fermetures de plage pour risque microbiologique sont très pénalisants.

■ Des niveaux de plus en plus élevés de **molécules chimiques à effets incer-**

tains sur la santé et l'environnement, et jusqu'ici mal suivies, sont détectés. Toutes les activités anthropiques sont émettrices de produits toujours plus divers et efficaces à faible dose : pesticides et produits vétérinaires pour l'agriculture, par exemple ; médicaments, cosmétiques, phtalates (emballages plastiques toujours plus nombreux), tensio-actifs (produits ménagers), polybromodiphénylèthers (protections incendie) en ce qui concerne les usagers domestiques. Ceux-ci contribuent d'ailleurs à l'incitation des industriels à toujours plus d'innovation pour des produits domestiques toujours plus efficaces. Il ne faut pas non plus négliger le relargage de sous-produits issus des procédés de fabrication ou de la combustion (incinérateurs), dont les effets sont également mal connus.

Les dommages biologiques et hydromorphologiques

■ **La dégradation des habitats** est principalement due aux activités portuaires, plus particulièrement la navigation et les infrastructures d'accueil des navires, par le biais d'activités répétitives locales (dragage, endiguement, etc.).

La question du devenir du trafic maritime du port de Rouen, constitué à 44 % par du vrac liquide (produits pétroliers raffinés) et à 35 % par les céréales, peut se poser d'ici 2015. La vocation du port pourrait être



Algues sur une plage de Normandie.



Oiseaux aquatiques en baie des Veys.



Pêche à la nasse sur l'estran de la baie du mont Saint-Michel.

modifiée du fait de la difficulté à assurer un accès aux bateaux à fort tonnage. En effet, d'une part, le financement du dragage est en partie assuré actuellement par l'État et son avenir est incertain ; d'autre part, trouver des lieux de stockage des dépôts de dragage devient de plus en plus problématique.

Le port du Havre connaît une dynamique de développement économique, initiée avec la réalisation de Port 2000. L'impact direct sur les écosystèmes littoraux et estuariens est avéré (destruction d'une partie de la vasière nord). On peut alors s'interroger, plus globalement sur la capacité des mesures environnementales compensatoires à améliorer le milieu ou du moins freiner la dégradation du milieu. Malgré un projet de restauration environnementale, il n'est pas certain que les fonctionnalités du milieu seront toutes restaurées. Depuis 1830, de lourds aménagements se sont succédés dans l'estuaire (endiguement pour le port de Rouen et chenalisation) et Port 2000 est le dernier mais non le moindre des projets¹⁸.

Ainsi, sur l'estuaire de la Seine, à l'horizon 2015, les digues, qui sont les principales responsables des dégradations, seront toujours présentes voire seront développées partiellement, localement, et cela même si le port de Rouen voit son trafic se modifier.

¹⁸ - Pour des scénarios plus contrastés, notamment à cet égard, voir Démarche prospective sur l'Estuaire de Seine, AESN, Diren Haute-Normandie, 2004

Par ailleurs, le développement du cabotage augmentera l'activité des petits ports de la côte et pourra entraîner leur extension, mais l'impact sur le milieu littoral de cette évolution est difficilement appréciable.

Les activités de navigation, de plaisance, de baignade et d'extraction de granulats ont augmenté dans les années passées et devraient continuer à augmenter. Les trois premières du fait de l'augmentation du temps de loisirs et le dernier parce que le secteur de la construction continuera à se développer, les besoins de la région Île-de-France étant loin de diminuer, au contraire. Ces activités peuvent engendrer des impacts négatifs sur les milieux littoraux : création de nouveaux ports de plaisance qui modifient la courantologie, modification de la dynamique hydrosédimentaire...

■ **La dégradation de la faune aquatique :** la banalisation et l'apparition d'espèces invasives ont longtemps été causées par la pollution physico-chimique des eaux (eutrophisation). Elles sont de plus en plus liées - maintenant que cette eutrophisation est en baisse - à la dégradation des habitats.

■ En ce qui concerne **la conchyliculture**, il est probable que l'on assistera à deux types d'évolution, allant dans le sens d'une inflexion positive de certaines modifications morphologiques de la côte :

- désintensification à production constante via la restructuration de certains parcs dans des zones saturées (trois bassins de production du littoral du bassin Seine-Normandie sur quatre) et l'interdiction de nouvelles extensions de concession dans ces mêmes zones ;

- augmentation de production via l'extension géographique vers de nouveaux secteurs (Calvados et projets potentiels en Haute-Normandie) non encore saturés.

Il ne faut cependant pas occulter les problèmes dus au non-respect des mesures réglementaires existantes (schémas départementaux) par une dizaine de pour cent d'éleveurs. En effet, les conséquences environnementales qui en découlent nuisent, non seulement au milieu littoral mais aussi aux élevages eux-mêmes. La profession a d'ailleurs tendance à réclamer plus de contrôles aux services des Affaires maritimes.

Il existe actuellement des conflits d'usage importants, en particulier entre conchyliculture et agriculture. Par exemple, dans l'ouest du Cotentin, où la contamination microbiologique par les élevages ovins affecte la qualité des eaux des zones de production conchylicole. Ce type de situation n'est pas viable à long terme et des modifications de pratiques de gestion de ces activités devront avoir lieu. Des progrès récents sont à souligner avec le renouvellement de certains syndicats de moutonniers : des règles de pacage des moutons sur les prés salés (« herbus ») sont en cours d'élaboration dans certains endroits. De plus, certains agriculteurs souhaitent développer des AOC, ce qui pourrait aller dans le sens d'un meilleur respect de l'environnement et de la santé animale.

La réglementation comme facteur d'inflexion de la dégradation des milieux littoraux

C'est essentiellement la réglementation européenne qui a permis et peut permettre d'imposer un coup d'arrêt aux facteurs de dégradation des milieux littoraux. Au plan physico-chimique, les normes de qualité environnementale (NQE) fixées par la directive cadre sur l'eau pour le bon état chimique ne sont pas encore définies. Mais elles le seront bientôt, en cohérence avec les EAC (*Ecotoxicological Assessment Criteria*) de la convention OSPAR¹⁹. La DCE devrait également inclure dans son objectif de « bon état écologique » des objectifs sur les eaux côtières et de transition. Elle devrait par exemple intégrer les eaux conchylicoles qui font actuellement l'objet d'une directive, amenée à disparaître en 2007. La directive Baignade est en cours de révision. Elle fait l'objet de négociations qui n'ont pas encore abouties. L'adoption de la directive devrait tout de même intervenir en 2005-2006. Il est difficile de proposer des projections claires quant au contenu de cette directive mais il semblerait néanmoins que sa logique générale soit l'adoption de normes plus sévères. Cependant, les efforts de classement sur plusieurs années, d'établissement de profils de vulnérabilité et de priorités d'action en fonction de la hiérarchisation des sources de risques microbiologiques sont à souligner et devraient permettre de progresser rapidement (moins de dix ans) dans la fiabilisation des réseaux eaux usées et eaux pluviales. Cette directive devrait par ailleurs inclure des problématiques macrophytes mais ne concernera pas les proliférations de microalgues toxiques

comme le *Dinophysis*.

Les normes relatives à la qualité des eaux pour la pêche de loisirs devraient être incluses dans la directive Eaux conchylicoles révisées pour la DCE ou bien dans une directive Eaux de loisirs dont la mise en chantier devrait intervenir bientôt.

L'enjeu se situe, d'une part, au niveau des arbitrages entre les objectifs sanitaires et les objectifs environnementaux. D'autre part, le système de suivi à mettre en place peut apporter à terme une meilleure régulation des usages. Par exemple, en ce qui concerne les boues de dragage, le niveau actuel de qualité requis en France est défini au sein du Groupe d'étude et d'observation sur le dragage et l'environnement (Géode). Si la communauté européenne ne fixe pas d'éventuelles nouvelles normes pour la qualité des eaux marines, la France devra le faire, avec le risque que ce soit une adaptation des normes en eaux douces aux eaux marines. Les normes ne seront alors pas adaptées : trop laxistes ou trop sévères. Il y a un réel besoin d'études éco-toxicologiques sur des sites de référence pour pouvoir déterminer des normes.

On peut souligner l'incohérence des politiques, qui n'est pas propre au littoral. Une pression est exercée sur les collectivités pour réduire les apports mais elle n'est pas aussi forte sur l'agriculture, génératrice des plus gros apports azotés. Par ailleurs, en dehors des apports polluants, c'est la dégradation des habitats qui est peut-être le facteur le plus critique pour les écosystèmes or il est encore peu pris en compte dans les politiques portuaires, de lutte contre les inondations ou encore agricoles.



Moutons dans les prés salés du mont Saint-Michel.



Vasières en baie de Seine.



Vasières en baie de Seine.

¹⁹ - Convention OSPAR : convention de 1992 signée par quinze pays pour protéger le milieu marin de l'Atlantique Nord-Est, notamment, en réduisant les rejets.

Falaises d'Étretat.



Experts auditionnés (en séance ou par écrit) :

- Pierre-Jean Blanchet, chef du service des Affaires maritimes et de l'Environnement, conseil général de la Manche
- Didier Claisse, coordonnateur du réseau RNO, département Polluants chimiques, direction de l'Environnement et de l'Aménagement littoral, Ifremer
- Anne Jansens et Manuel Savary, section régionale conchylicole de Normandie
- Alain Menesguen, directeur du département Écologie côtière, direction de l'Environnement et de l'Aménagement littoral, Ifremer
- Stéphane Renard, Conservatoire du littoral
- Serge Simon, cellule de Suivi du littoral haut-normand
- Bernard Sylvand, université de Caen

Participants

- Franck Bruchon, délégation au Littoral et à la Mer, AESN
- Jean Duchemin, délégation au Littoral et à la Mer, AESN

Rédacteurs de la fiche

- Stéphanie Blanc
- Franck Bruchon

Un futur qui ne verra pas décroître les pressions sur les milieux littoraux

La situation tendancielle à horizon de quinze ans pourrait se décliner ainsi suivant les problématiques :

■ **Les écosystèmes** : comme pour les zones humides intérieures, on assistera à une évolution à deux vitesses. Les sites remarquables en termes de richesse écologique seront préservés, cette fois pour des raisons essentiellement patrimoniales, le Conservatoire du littoral jouant un rôle important dans cette protection. Dans d'autres zones (certains petits fleuves côtiers normands par exemple), les pressions morphologiques liées à l'aménagement des côtes resteront importantes.

■ **La qualité microbiologique**, appréciée sous l'angle de la santé humaine, est globalement bonne ; la majorité des travaux d'assainissement en zone littorale est réalisée. Cependant, la révision de la directive Baignade imposera probablement un renforcement des normes [voir le chapitre sur la contamination microbiologique]. De manière générale, le risque de maladies liées à la consommation de coquillages n'est plus accepté, les normes de consommation plus sévères imposent des contraintes aux éleveurs.

■ **Les conflits entre conchyliculture et agriculture** : des problèmes résiduels subsistent en certains endroits précis (prés salés) et à certaines périodes de l'année, liés à la proximité de certains rejets, parmi lesquels les rejets d'élevages terrestres. Cependant, les conflits d'usage entre ces deux activités devraient se résorber d'ici 2015, notamment grâce à une évolution constatée et plus générale (au-delà des problématiques de contamination microbiologique) de leurs pratiques. En ce

qui concerne la conchyliculture, s'il existe encore des parcs saturés et ne respectant pas la réglementation, ils vont probablement diminuer du fait des restructurations, de l'extension de nouvelles zones ou du renforcement des contrôles. Pour ce qui est de l'agriculture, on observe des modifications dans les règles de pacage ou le développement d'AOC. Ainsi, les conflits d'usage entre ces deux activités, encore importants localement, devraient se résorber d'ici 2015.

■ **Les ports** : dans l'estuaire de la Seine, la logique économique des ports reste prépondérante mais la réglementation et les conventions européennes représentent un poids non négligeable. Les ports doivent composer avec l'environnement et après Port 2000, ils cherchent à limiter l'impact de leurs projets sur les milieux littoraux.

■ **L'eutrophisation** : les apports agricoles en phosphore restant élevés, l'eutrophisation est encore importante et ne diminue que lentement. Il n'y a pas de rupture à attendre dans ce domaine, le niveau de pollutions diffuses devrait se maintenir. Les changements de pratiques agricoles qui pourront être observés ne suffiront pas à contrecarrer l'inertie de ces pollutions d'ici une dizaine d'années.

■ **Les loisirs** : on assiste à une montée en puissance de ces activités avec un risque d'accélération des aménagements portant atteinte à l'environnement.

Publications



AGENCE DE L'EAU
SEINE-NORMANDIE

Les autres publications économiques et prospectives

de la direction des Études, de la Prospective et de l'Évaluation Environnementales

■ **L'étude de cas Seine-Normandie**, extrait de *Water for People Water for Life, The United Nations World Water Development Report*. 2004, 19 p. (disponible en versions française et anglaise).

Description de la ressource en eau et de sa gestion sur le bassin Seine-Normandie : géographie, institutions, acteurs de l'eau, pressions sur l'eau, progrès.

■ **Observatoire du prix et des services d'eau. Prix de l'eau 2002 sur le bassin Seine-Normandie**. 2003, 26 p.

Résultats d'enquêtes statistiques auprès des communes du bassin : composition du prix de l'eau, prix moyen sur le bassin et par secteur géographique, éléments de compréhension du prix.

■ **Études Évaluation et Prospective. La navigation commerciale et de plaisance**. 2004, 20 p.

Analyse économique pour la caractérisation du bassin de la Seine et des fleuves côtiers normands.

■ **Études Évaluation et Prospective. L'industrie et l'eau**. 2004, 24 p.

Analyse économique des usages industriels de l'eau du bassin de la Seine et des fleuves côtiers normands.

■ **Études prospectives. L'estuaire de la Seine en 2005**, 2005.

Démarche prospective à l'horizon 2025 sur l'estuaire de la Seine.

■ **Études Évaluation et Prospective. L'eau et les hommes dans le bassin de l'Oise**, 2005, 72 p.

Caractérisation du territoire de la commission géographique Vallées d'Oise.

■ **Observatoire du prix et des services de l'eau. Financement et renouvellement de la collecte des eaux usées**, 2005, 20 p.

Analyse technico-économique - Étude de cas dans les Hauts-de-Seine.

■ **Études Évaluation et Prospective. L'agriculture et l'eau**, 2005, 36 p.

Analyse économique des usages agricoles de l'eau du bassin de la Seine et des fleuves côtiers normands.

Disponibles en fichier électronique (pdf) uniquement

■ **Études prospectives. Anticiper les évolutions de la qualité de l'eau : le « scénario tendanciel » de la directive cadre - Étude pilote sur le bassin de l'Oise et de l'Aisne**. 2002, 21 p.

Test, sur le bassin de l'Oise, d'un scénario d'évolution des pressions polluantes et de leur impact sur la qualité des rivières à l'horizon 2015 : méthode employée, projections chiffrées de rejets issus de la population, des industries et de l'élevage, simulation de qualité obtenue en 2015, dépenses d'investissement correspondant aux programmes de travaux en cours.

■ **Études Évaluation et Prospective. Le modèle français de gestion de l'eau au crible de la gouvernance : l'exemple du bassin Seine-Normandie**. 2002, 30 p.

Présentation des différentes approches de la gouvernance et de leur rencontre avec la gestion de l'eau. Analyse, au regard des critères de gouvernance identifiés, de la gestion de l'eau sur le bassin Seine Normandie.

■ **Études Évaluation et Prospective. Le modèle français de gestion de l'eau au crible de la gouvernance : l'exemple du bassin Seine-Normandie. Résumé**. 2002, 14 p.

Analyse en termes de gouvernance de la gestion de l'eau à la française mise en œuvre sur le bassin Seine Normandie.

■ **Observatoire des prix de l'eau sur le bassin Seine-Normandie. Enquête 1999**.

Composition de la facture des services d'eau potable et d'assainissement, prix moyen sur le bassin et par secteur géographique, éléments de compréhension du prix.

■ **Observatoire des prix de l'eau sur le bassin Seine-Normandie. Enquête 1998**.

Composition de la facture des services d'eau potable et d'assainissement, prix moyen sur le bassin et par secteur géographique, éléments de compréhension du prix.



L'évolution de la qualité des milieux aquatiques

Sur le bassin Seine-Normandie, un premier exercice « à dire d'experts » (scientifiques, Agence de l'Eau, ministère de l'Écologie et ses services déconcentrés) a visé à proposer un avis sur les tendances d'évolution en cours, les facteurs de changements et les scénarios d'évolution possibles de la qualité des milieux aquatiques du bassin (chimie, morphologie et biologie). Un groupe de rédaction composé de l'Agence de l'Eau (direction des Études, service Prévision, Évaluation et Prospective), de la Diren Île-de-France (service de Bassin) et de scientifiques et gestionnaires, a été mis en place afin d'auditionner lors de séances de prospective, des experts des thèmes à traiter. À la suite de ces auditions, qui se sont déroulées de mars à septembre 2003, le groupe de rédaction a effectué la synthèse des présentations et débats et a rédigé, pour chaque thème, une note dont les éléments principaux ont été intégrés à l'état des lieux du bassin Seine-Normandie.

Huit thèmes ont été traités : les pollutions diffuses agricoles (produits phytosanitaires) ; les micropolluants chimiques ; les contaminations microbiologiques ; les eaux souterraines ; les zones humides ; la morphologie du réseau hydrographique, habitats et inondations ; la biodiversité et les milieux littoraux et estuariens.

Cette image des milieux aquatiques en 2015 n'est bien évidemment pas une prédiction puisqu'il reste aux acteurs du bassin la possibilité d'agir et que, par ailleurs, des ruptures (non « tendancielle ») sont possibles d'ici à 2015 – et ont été examinées pour certains thèmes.

Les principales conclusions font état de progrès importants sur la pollution organique et sur les pollutions par les métaux lourds, du fait principalement de l'amélioration des traitements des effluents domestiques et industriels. Les rejets diminuant, les pics de pollution ayant été éliminés, les mesures mettent en évidence de nouvelles molécules (résidus médicamenteux, détergents, plastifiants (emballages), pesticides... Pour la plupart, ces substances existaient auparavant mais ne constituaient pas un enjeu majeur et se trouvaient masquées par des pollutions plus massives, aujourd'hui, réduites. À l'heure actuelle, d'une part, elles sont mieux détectées. D'autre part, on commence à mesurer des effets négatifs sur l'écosystème qui font craindre des effets néfastes pour la santé humaine. Du fait de la tendance générale à l'amélioration de la qualité chimique des eaux, la qualité biologique (faune et flore) est aujourd'hui principalement conditionnée à la qualité physique (habitats). Le rythme des processus de destruction les plus directs semble se ralentir alors que les processus de dégradation diffus qui atteignent la qualité générale de ces milieux se poursuivent.

À travers les différents types de pollution ou de milieu, trois grandes catégories de facteurs d'infléchissement, aujourd'hui bien identifiés, apparaissent : la réglementation (normes plus sévères, meilleure prise en compte des services rendus par les milieux) ; la pression des consommateurs et les actions locales et les politiques contractuelles, qui ont fait leurs preuves sur des périmètres nécessairement restreints.

L'Agence de l'eau Seine-Normandie contribue par des prêts et des subventions au financement de travaux, d'investissement et d'études dans le domaine de l'eau, grâce aux redevances de prélèvement et de pollution collectées. Durant le VIII^e programme (2003-2006), l'agence prévoit d'apporter aux maîtres d'ouvrage 2,57 milliards d'euros pour contribuer au financement de 4,32 milliards d'euros de travaux. En collaboration avec les services de l'État, elle est en charge de préparer la mise en œuvre de la directive cadre européenne sur l'eau qui prévoit notamment des analyses économiques.



**AGENCE DE L'EAU
SEINE-NORMANDIE**

Vos interlocuteurs
de l'Agence de l'eau Seine-Normandie

Siège

51, rue Salvador-Allende - 92027 Nanterre cedex
Tél. : 01 41 20 16 00 - Fax : 01 41 20 16 09

Directions de secteur

Seine amont

2 bis, rue de l'Écrivain - 89100 Sens
Tél. : 03 86 83 16 50 - Fax : 03 86 95 23 73

Bocages normands

1, rue de la Pompe - 14200 Hérouville-Saint-Clair
Tél. : 02 31 46 20 20 - Fax : 02 31 46 20 29

Seine aval

7, rue du Grand-Feu - 76100 Rouen
Tél. : 02 35 63 61 30 - Fax : 02 35 63 61 59

Vallées de Marne

30-32, Chaussée du Port - 51035 Châlons-en-Champagne cedex
Tél. : 03 26 66 25 75 - Fax : 03 26 65 59 79

Vallées d'Oise

Rue du Docteur-Guérin - 60200 Compiègne
Tél. : 03 44 30 41 00 - Fax : 03 44 30 41 01

Rivières d'Île-de-France

51, rue Salvador-Allende - 92027 Nanterre cedex
Tél. : 01 41 20 16 00 - Fax : 01 41 20 16 09