

Contribution au débat sur l'eau et l'environnement en Bretagne

**Un point
sur le problème majeur
de la qualité de l'eau en Bretagne
et
sur quelques questions environnementales
en émergence**

*Paul TREHEN,
président du Conseil Scientifique Régional de l'Environnement*

Exposé devant la Commission « Aménagement du territoire, Environnement »
du Conseil économique et social régional de Bretagne

12 mars 2002

Sommaire

<u>INTRODUCTION</u>	p.2
<u>I – UN DES PROBLEMES MAJEURS, PRIORITAIRE AUJOURD’HUI : L’ EAU</u>	p.2
1.1 - L’importance primordiale de l’eau pour notre planète	p.2
1.2 – Les spécificités bretonnes	p.3
<u>II – A PROPOS DE L’ATTEINTE A LA QUALITE DES EAUX</u>	p.5
2.1 – Les flux d’azote	p.5
2.2 – Le phosphore	p.6
2.3 - Les pesticides et autres substances	p.7
2.4 - Qualité de l’eau et disponibilité de la ressource en eau potable	p.8
<u>III – A PROPOS DE L’EUTROPHISATION</u>	p.9
3.1 – Diagnostic	p.9
3.2 – Causes de l’eutrophisation	p.10
➤ Prolifération des différentes espèces d’algues et cyanobactéries en eau douce	
➤ L’eutrophisation des eaux marines	
<u>IV – DES PROBLEMES EN EMERGENCE</u>	p.14
4.1 - Comment valoriser et traiter l’afflux de diverses boues et vases ? Quelles conséquences ?	p.14
4.2 - Une veille « santé / environnement / économie / prospective » vis-à-vis des risques nouveaux liés à l’épandage au sol de boues ou autres déchets.	p.16
<u>V - CONCLUSION</u>	p.17
5.1 - Les concepts du développement durable	p.17
5.2 - Les suivis à long terme	p.17
5.3 - La veille scientifique et technique, l’information et l’explication.	p.18

INTRODUCTION : La Bretagne, région exposée et sensible.

La Bretagne est une région sensible du point de vue environnemental, en raison de :

- la richesse exceptionnelle de son patrimoine naturel marin et terrestre
- sa grande vulnérabilité due à sa situation géographique et sa façade littorale qui équivaut au 1/3 du littoral français avec 25% du trafic maritime dans le rail d'Ouessant
- sa géomorphologie: l'essentiel des ressources en eau exploitées est constitué par les eaux superficielles réparties dans plus de 90 bassins versants directement exposés aux activités humaines et ayant directement accès à la mer

Depuis les années 50, la Bretagne a subi 3 grandes catégories d'atteintes environnementales :

- les marées noires se sont succédées depuis le Torrey Canyon en 1957. Pour mémoire, en dehors des dégazages en mer qui causent une pollution chronique difficile à quantifier, 26 accidents plus ou moins importants ont été relevés en Manche depuis 1951.
- des événements catastrophiques non liés directement à l'homme ont régulièrement marqué notre région : inondations (1974,1995, 2000-2001), tempêtes (1987, 1999).
- les impacts de la modernisation pourtant nécessaire de l'agriculture n'ont pas été assortis pendant des décennies de mesures environnementales adaptées. Ainsi, l'arasement des talus lié au remembrement a-t-il été souvent excessif, de même que l'usage des fertilisants chimiques, la concentration de l'élevage hors-sol et les opérations de drainage et de redressement des cours d'eaux. Les premières constatations scientifiques objectives de contaminations des eaux datent des années 70.

La Bretagne est donc exposée plus que toute autre région à de nombreux facteurs de dégradation d'ordre environnemental qu'ils soient d'origine anthropique ou qu'ils soient les conséquences locales d'effets climatiques globaux.

I – UN DES PROBLEMES MAJEURS, PRIORITAIRE AUJOURD'HUI : L'EAU

1.1 - L'importance primordiale de l'eau pour notre planète

- **Indispensable** à la vie, elle représente 60 à 95% de la constitution des organismes
- **C'est une ressource limitée** dont 20% sont prisonniers des structures cristallines des roches
- **Les réserves d'eau libre sont inégalement réparties:**
97,2% constituent les mers du globe.
Les 2.8% restants sont de l'eau douce libre dont :
 - les deux tiers, soit 2,1% constituent les calottes glaciaires.
 - les lacs, les fleuves (1/3) et les eaux souterraines (2/3) ne correspondent qu'à 0.7% de cette eau libre.
 - l'eau atmosphérique ne représente que le millième des eaux libres de la planète soit 0,1%.
- **C'est une ressource renouvelable**
Le caractère renouvelable de la ressource est plus ou moins avéré selon les catégories distinguées et variable en fonction des changements climatiques selon des rythmes

géologiques multiples de 20 000 ans (Milankovitch) Il peut être assimilé pour partie au temps de renouvellement du volume contenu dans chacun des compartiments :

- quelques semaines pour l'eau atmosphérique.
- de quelques mois à dix ans dans le cas des lacs et rivières
- de l'ordre de la décennie pour les aquifères souterrains relativement superficiels, et parfois millénaire pour les grands réservoirs fossiles.
- millénaire pour les glaciers et calottes glaciaires

C'est en conséquence une ressource renouvelée à partir de cette énorme réserve océanique pérenne et très active dont l'importance varie au gré des changements climatiques.

Les océans apparaissent de plus en plus comme des régulateurs importants du climat. C'est la raison pour laquelle les derniers satellites lancés (Envisat, Jason) apporteront des renseignements précis complémentaires de ceux obtenus par « Topex Poseidon », sur le relief des océans, le tracé et les flux des grands courants océaniques, et les échanges aux interfaces océan/atmosphère et terre/atmosphère.

➤ **C'est une ressource exploitée inégalement disponible pour l'homme.**

Bien que ce constat soit connu depuis très longtemps un récent rapport réalisé par une commission d'experts nationaux permet de chiffrer certaines des inégalités les plus marquantes.

La distribution des ressources planétaires¹ entre tous les peuples aboutirait à 7300 m³ par habitant et par an, cette valeur est de 3100 m³ pour les Français. Les difficultés apparaissent dès que cette ressource est inférieure à 1000 m³ par habitant et par an.

- 23 pays se partagent les 2/3 des ressources mondiales. Le débit du fleuve Amazone atteint 15 % du flux mondial d'eau douce. Et l'eau disponible par habitant atteint 630 000 m³/habitant en Islande.

Ce sont essentiellement les pays arctiques et sub-arctiques, les pays tempérés montagneux (pays scandinaves et Amérique du nord) et les zones tropicales humides et équatoriales (Gabon, Congo Brazzaville, Guinée équatoriale, etc) dont les précipitations annuelles atteignent et dépassent parfois trois mètres.

- 26 pays sont en situation de pénurie avec moins de 500m³/habitant : Egypte (43 m³), Mauritanie (163 m³), Niger (346 m³), Tunisie (369 m³), Djibouti, Rwanda, Burundi.

1.2 – Les spécificités bretonnes

- L'absence de montagne prive notre région de réserve permanente sous forme de glace
- La nature de la roche mère limite le volume des nappes ce qui fait dire que les ressources superficielles exploitables sont principalement les eaux de ruissellement.
Remarque : Ce n'est vrai qu'en partie, car le socle armoricain est un milieu hétérogène très fracturé, « *Or il existe de l'eau dans les fractures !* », selon Philippe DAVY directeur du CAREN (Centre Armoricain de Recherches en Environnement), « *Si on fore à une profondeur suffisante dans un milieu très fracturé, le forage peut traverser une faille qui donnera de l'eau* ». À Plœmeur, une étude a démontré qu'on trouve, à 100 mètres de

¹M.O. Monchicourt, 2002 - " Va-t-on manquer d'eau? " , Platypus Press.

profondeur, de quoi alimenter 20.000 habitants, soit un débit d'un million de mètres cubes par an, avec une concentration en nitrate très faible de 3 à 7 milligrammes par litre.

Le sous-sol breton n'est donc pas imperméable : « *La zone d'alimentation des fissures est diffuse car les fractures se recoupent et constituent une sorte de réseau dans lequel l'eau circule ; elle peut être très étendue et même plus grande que le bassin versant topographique* ». Toutefois, la façon dont ce réseau collecte ou ne collecte pas les pollutions diffuses d'origine agricole reste encore à définir.

Reste aussi à mieux connaître la vitesse de renouvellement de ces réserves avant d'en envisager l'exploitation. Le débit et le taux de renouvellement de ces ressources est globalement limité ; si le taux de renouvellement était plus élevé, la dénitrification chimique et bactérienne par les pyrites ne serait pas suffisante. L'exploitation des réserves d'eaux souterraines peut être une solution locale à certains problèmes (industries, petites agglomérations).

- La Bretagne compte 94 bassins versants principaux de plus de 2000 ha mais les petits bassins versants côtiers, inférieurs à 2000 ha, concernent près de 460 petits cours d'eau. Les bassins versants sont donc, à l'exception de celui de la Vilaine, de surface très limitée et pour la presque totalité entièrement voués à l'agriculture et l'urbanisme, laissant une surface restreinte et très fragmentée aux zones « naturelles » et aux aquifères souterrains.
- Ces bassins versants sont à la fois des outils de stockage de la ressource, et par les activités qui s'y développent les facteurs de dégradation de la qualité de cette ressource. Cette répartition des usages est différente des statistiques françaises : 75% pour l'agriculture, 13% domestique, 12% industrie, aquaculture, centrales thermoélectriques.
- Les ressources en eau dépendent principalement des précipitations dont nous avons pu évaluer le caractère fluctuant au cours des dernières années. La pluviosité annuelle moyenne reste modérée, elle va de 650-700 mm sur notre littoral à un peu plus de 1400 mm dans la partie la plus élevée des Mont d'Arrée.
- La faible longueur des cours d'eau présente deux conséquences majeures qui accentuent encore le caractère de notre région :
 - Le pouvoir auto-épurateur des rivières est d'autant plus limité que le temps de séjour est limité entre la source de pollution et l'embouchure ;
 - La pollution littorale est d'autant plus sensible que la plupart des rivières bretonnes débouchent directement à la mer par des estuaires qui pénètrent profondément vers l'intérieur des terres.

Le problème de l'eau en Bretagne a été soulevé, il y a 30 ans, à travers une tendance déjà alarmante à l'augmentation des taux de nitrate dans les nappes phréatiques et les rivières. C'est aujourd'hui le problème majeur le plus connu en raison de ses prolongements économiques et sanitaires.

Trois constatations doivent être faites:

- **la teneur en nitrate toujours excessive est assortie aujourd'hui de l'apparition de nombreux autres facteurs de contamination chimique et biologique dont les effets se font sentir en eau douce et dans les eaux littorales.**
- **il existe un lien étroit entre la contamination des eaux et la disponibilité de la ressource en eau potable**
- **il faut renforcer notre connaissance des ressources profondes en milieu fracturé.**

II – A PROPOS DE L'ATTEINTE A LA QUALITE DES EAUX

2.1 – Les flux d'azote

La teneur en nitrate atteint encore aujourd'hui dans les rivières au nord de la Bretagne des valeurs comprises entre 50 à 100 mg/l alors que les rivières du sud de la Bretagne ont une teneur qui varie de 25 à 40 mg/l.

Le flux annuel d'azote apporté par les rivières dans les eaux littorales est estimé à 110.000 tonnes, en année de pluviométrie moyenne. Rappelons que l'excédent du bilan annuel d'azote en Bretagne serait de l'ordre de 150000–160000 tonnes pour la Bretagne, ce qui montre un défaut de flux, appelé « abattement » de 40 à 50000 tonnes par an. Cet abattement recouvre tout un ensemble de processus naturels consommateurs d'azote comme notamment la dénitrification, la volatilisation et la réorganisation d'azote dans la matière organique du sol.

Il est intéressant de traduire ce flux annuel en termes de **flux spécifiques (flux annuels d'azote ramenés par unités de surface de bassin versant)** : les bassins versants de la Bretagne ont un flux spécifique interannuel moyen de l'ordre de **3700 Kg de N par km² de bassin versant et par an** alors que le flux spécifique des bassins versants de la Seine, du Rhin et de l'Elbe moyen serait de 1450 kg N/km²/an². La moyenne des bassins versants de l'Atlantique Nord se situe aux alentours de 600 kg de N/km²/an.

Aucun élément ne permet à ce jour de mettre en évidence un ralentissement quelconque de ces flux. Pour la Bretagne, le flux augmente en moyenne de 3400 tonnes de N par an, soit une augmentation du flux spécifique de plus de 110 kg d'azote par km² et par an. A la faveur de l'année 2000 qui a été exceptionnellement pluvieuse, les flux ont atteint des valeurs records qui n'avaient jamais été atteints auparavant même en 1994, année du précédent record.³

Il faut comprendre que la qualité des eaux vue à travers les chiffres de teneurs et de taux prend une réelle signification lorsqu'ils peuvent être traduits en flux, grâce à une connaissance réelle des débits des rivières, et du taux de renouvellement de tous les aquifères c'est-à-dire les nappes phréatiques et les réserves profondes.

On a maintenant une meilleure idée de **l'importance des nappes phréatiques dans le stockage du nitrate**. On pense aujourd'hui que les nappes phréatiques constituent **un réservoir de l'ordre d'un million de tonnes de nitrate**, capable d'alimenter les sols au cours des périodes pluvieuses lorsque la nappe affleure, et donc de maintenir les taux actuels pendant plusieurs années.

Quel est le devenir du nitrate dans les écosystèmes ?

- L'azote est, avec le phosphore et le potassium, une part essentielle de la nutrition végétale. Certains végétaux peuvent selon les conditions environnementales fixer l'azote atmosphérique et/ou assimiler les nitrates solubles dans l'eau libre ou l'eau circulant dans les sols.
- Il entre dans le réseau trophique du sol (chaînes alimentaires). La biomasse des vers de terre d'une prairie permanente est équivalente à celle des bovins qui peuvent s'y nourrir ;
- Il peut être transformé sous l'action des nitrites réductases produites par les microorganismes présents dans les micro-agrégats des sols ;

² L'IFEN vient de confirmer le flux spécifique de la Seine à 1160 kg de N/km²/an, soit environ 3 fois en dessous du flux spécifique moyen des bassins versants de Bretagne.

³ Cf article P. AUROUSSEAU (2000) – Les flux d'azote sortant des bassins versants de Bretagne pendant la période 1980-2000. Disponible sur internet à l'adresse suivante <http://viviane.roazhon.inra.fr/spanum/diagnostic/fluxn/azote.htm>

Le nitrate peut aussi être détruit par nitrification-dénitrification dans les conditions anaérobies des sols saturés en eau (zones humides) et libéré dans l'atmosphère sous forme d'oxyde d'azote.

Remarque : Une partie des zones humides actuelles jouent un rôle effectif dans l'abattement en nitrate que l'on observe à la sortie des bassins versants. Ce processus peut être exploité à des fins environnementales, à condition d'élargir les surfaces actives aux fonds de vallées actuellement encore non classés. En tout état de cause, et à condition de résoudre les vides juridiques qui subsistent, les résultats prévisibles bien que positifs resteront cependant limités face à l'ampleur des problèmes qui nous sont posés.

Le rôle des zones humides sur l'élimination d'une partie des nitrates reste toujours un enjeu important, sur lequel les connaissances sont encore notoirement insuffisante. L'optimisation des fonctions épuratrices des zones humides reste un domaine où des recherches actives devraient être soutenues. Cependant, ces méthodes d'éco-engineering ne peuvent être considérées que comme des appoints à des modifications substantielles de la production agricole (méthodes et objectifs), visant notamment la réduction des excédents.

- Le nitrate transporté par les rivières et présent dans toutes les eaux libres est indispensable au même titre que les autres nutriments, au fonctionnement de tous les écosystèmes. Les teneurs excessives de nos eaux bretonnes entraînent, avec les autres ions, des phénomènes d'eutrophisation des eaux douces alors que le flux permanent de nitrate excédentaire vers le littoral est responsable d'une eutrophisation de nature différente par les espèces concernées, et la biomasse produite, en raison de la salinité, les volumes d'eau brassés par les marées et les superficies touchées beaucoup plus importantes qu'en milieu terrestre. Cette relation étroite entre l'eau douce et l'eau salée est bien visible en Bretagne.

2.2 – Le phosphore

Le phosphore est aussi la source d'une préoccupation majeure probablement plus complexe à appréhender en raison de la multiplication des formes solubles, non solubles et des délais plus ou moins longs de séjour dans les sols et sédiments, les eaux interstitielles, les nappes et les couches géologiques profondes.

Quelques données illustrent la complexité des problèmes posés :

Dans les années 1945, les sols de Bretagne étaient déficitaires en phosphore. La teneur en phosphore assimilable (P_2O_5 méthode DYER)⁴ était inférieure à 150 mg/kg de terre, soit inférieure à la teneur recommandée de 220-240 mg/kg de terre.

A ce jour, la teneur moyenne en phosphore assimilable dans les sols de Bretagne est de près de 400 mg P_2O_5 / kg de terre (ppm). Plus de la moitié des communes seraient en situation d'excès et près de 10% dépassent même 500 mg/kg.⁵

⁴ Le phosphore Dyer constitue un indicateur du P assimilable par les plantes, mais la fraction extraite par le réactif utilisé n'est pas strictement égale à celle réellement assimilée par les plantes, qui reste généralement inconnue et variable selon les espèces et les caractéristiques biologiques du milieu (notion de biodisponibilité).

⁵ Ces estimations sont réalisées avec une certaine fourchette d'erreur car les seules analyses de teneur en phosphore qui sont réalisées sont des analyses de phosphore dit assimilable (représentant une proportion variable du phosphore total) faites à la demande des agriculteurs pour ajuster leur politique de fertilisation.

Cf. article P. AUROUSSEAU (2001) – Le phosphore dans les sols et les eaux de Bretagne. Disponible sur internet à l'adresse suivante <http://viviane.roazhon.inra.fr/spanum/diagnostic/phosphore/phospho1.htm>

Sur la base d'une teneur moyenne dans les sols de Bretagne de 400 ppm P_2O_5 , on peut estimer le stock de phosphore assimilable présent dans les sols à 4,8 millions de tonnes de P_2O_5 assimilable. En nous fondant sur une relation statistique entre « phosphore assimilable » et « phosphore total »⁶, on peut estimer le stock en phosphore total entre 8 et 12 millions de tonnes (exprimé en P). Les incertitudes sur l'estimation de ce stock sont très grandes, compte tenu de l'absence de mesures directes de phosphore total.

En France, en dehors de la Bretagne, une seule autre région est l'objet d'un tel niveau de stockage : il s'agit de la Région Nord-Pas de Calais et peut-être dans une moindre mesure une partie de l'Alsace (on se reportera à la synthèse nationale des analyses de sols réalisée en 1995). En Europe, on peut estimer que moins de 10 millions d'hectares sont concernés par un tel niveau de stockage.

Il manque beaucoup d'informations pour avoir une réelle estimation de ce problème. Les méthodes d'analyse qui sont à l'origine des données disponibles ne permettent aucune estimation du stock de phosphore assimilable à moyen terme (un an et plus par les végétaux) ou circulant dans les aquifères sous forme soluble ou adsorbé sur les particules en suspension, ou enfin s'accumulant pour des périodes encore plus longues dans les horizons profonds des sols, les sédiments lacustres et littoraux. Seuls peuvent être décrits avec précision les mécanismes physico-chimiques et physiologiques de la circulation de cet élément selon ses formes moléculaires, à travers la rhizosphère et son assimilation par les plantes et les micro-organismes telluriques. L'extrapolation des résultats obtenus in vitro à la réalité complexes des écosystèmes nécessitera d'autres investigations.

Le problème majeur est posé par le stockage du phosphore dans les sols. Il faudrait faire ensuite la part du stockage dans les estuaires, dans le réseau hydrographique et les retenues. La crédibilité de l'estimation de la quantité de phosphore évacuée vers le littoral dépend de la qualité des estimations précédentes.

2.3 - Les pesticides et autres substances

➤ En France, le budget consacré à l'achat de pesticides⁷ :

- par les agriculteurs, est de 12,3 milliards de Francs en 2000 ;
- pour les espaces verts et jardins, il est de 2,4 milliards de Francs ;
- 110 000 tonnes de pesticides sont utilisés en 1998, les fongicides et les herbicides venant en tête avec respectivement 60 000 et 35 000 tonnes.

L'IFEN montre en 1999 que 94 % des points mesurés en France révèlent une contamination significative en pesticides et 10% de ces points sont considérés comme impropres à la production d'eau potable.

Notons tout de même que la Bretagne n'est pas une exception et que d'autres régions nous dépassent dans cette pollution par les pesticides.

Les moyens de lutter contre cette contamination permanente sont très complexes compte tenu du nombre de molécules en jeu : plus de 900 molécules et de 9000 préparations distribuées sur le marché.

⁶ Relation construite à partir de résultats présentés par N. Turpin et al., 1999 (CEMAGREF) et confrontés aux résultats de F. Vertès, INRA.

⁷ Chiffres de l'Union des Industries de la Protection des Plantes (UIPP)

Le Comité de Prévention et de précaution créé par arrêté ministériel du 30/07/96 présidé par Alain GRINFELD, professeur et médecin à Paris a défini récemment un plan d'action à ce sujet :

- Accentuer l'effort de suivi et les mesures. Quelles molécules, dans quels milieux, détecter les sources et réservoirs, mettre en œuvre des recherches sur les bio-indicateurs.
- Identifier les risques dus à l'exposition des agriculteurs
- Améliorer la connaissance des effets sanitaires, par les relations doses réponses, en particulier les effets conjugués des différentes molécules.
- Organiser un réseau permanent de recherche sur le devenir des pesticides dans l'environnement
- Elaborer un principe d'utilisation et d'homologation des pesticides dans une perspective de gestion des risques.

L'étude CORPEP, réalisée en 2000 et qui porte sur 7 bassins versants bretons (3 en Ille-et-Vilaine, 3 en Côtes d'Armor, 1 en Finistère)⁸, confirme la présence de 28 molécules retrouvées au moins une fois dans l'une des 7 rivières. Elle confirme l'augmentation du glyphosate et de l'isofluron, l'apparition de fongicides, ainsi que le maintien des teneurs en atrazine dans les eaux. On peut souligner qu'une telle étude devrait être élargie à un nombre beaucoup plus important de rivières, choisies en fonction de leur contexte urbain, agricole et industriel.

- A la multitude de molécules de synthèse issues de la dégradation de pesticides divers et de désherbants, s'ajoutent de nombreux autres facteurs qui affectent la qualité de l'eau : **la teneur en matière organique dans les eaux, le développement des cyanobactéries productrices de toxines, l'accumulation de métaux lourds, ...**

Tout ceci entraîne aujourd'hui de plus en plus de **difficultés en matière de traitement des eaux de consommation**. Il en résulte une sorte **d'escalade technologique permanente** qui ne parvient pas réellement à faire face aux facteurs croissants de dégradation de la qualité de l'eau en Bretagne.

L'évolution des teneurs en matières organiques dans les réservoir d'eau potable est inquiétante car elle est la traduction de l'érosion des sols et du développement des algues lié à l'enrichissement des eaux en azote et en phosphore. En profondeur, la matière organique s'accompagne d'éléments indésirables comme l'azote ammoniacal, le fer, le manganèse et parfois des sulfures.

Ce paramètre « matière organique » est très contraignant pour la préparation des eaux alimentaires car il conduit, lors de la désinfection par le chlore, à la formation de sous-produits chlorés souvent responsables du mauvais goût de l'eau de consommation, dont le décret du 20 décembre 2001 limite la concentration.

Parallèlement, la présence de toxines (notamment les microcystines) et les goûts provenant des diverses algues (diatomées et cyanobactéries) obligent à recourir à des traitements onéreux et/ou délicats comme du charbon actif ou des membranes. Les cellules de cyanobactéries comme les toxines qu'elles contiennent sont imparfaitement extraites ou filtrées par les dispositifs habituels de traitement de l'eau et les traitements par désinfectants favorisent la libération de certaines des toxines.

Plusieurs accidents mortels et la cancérogénicité de diverses toxines de cyanophytes ont récemment conduit l'OMS à recommander une dose maximale pour la microcystine (1 ug/l) et à conseiller d'éviter l'utilisation d'eaux eutrophes. Les normes réglementaires européennes sont de plus en plus sévères vis-à-vis de l'eutrophisation.

⁸ CORPEP, 2001 – "Etude de la contamination des eaux superficielles de Bretagne par les produits phytosanitaires en 2000." Agence de l'eau Loire-Bretagne, DIREN, Conseil régional. Octobre 2001.

➤ Cette dégradation de la qualité de l'eau se traduit en **termes économiques** (conchyliculture, tourisme, loisirs...) et en **perte de la qualité du cadre de vie**. Elle entraîne ponctuellement **des conflits sociaux** ainsi que des actions en justice où l'Etat se voit condamné.

2.4 - Qualité de l'eau et disponibilité de la ressource en eau potable

➤ Les difficultés croissantes de traitement liées aux facteurs multiples de contamination dont il a été question, entraînent de fait une diminution des ressources en eau utilisables car **certains réservoirs trop atteints sont difficilement exploitables**.

➤ L'accélération de la **vitesse de comblement des retenues d'eau** est un autre facteur de limitation des ressources : la **diminution de leur capacité volumique** est encore faible pour les réservoirs créés depuis 1970 mais elle peut atteindre, selon les cas, de l'ordre de 20 à 50 % de leur volume initial pour les réservoirs très anciens.

➤ Il existe bien **un réservoir d'eaux souterraines**, mais il est **indispensable d'approfondir notre connaissance de ces réserves** dont le taux de renouvellement varie de 3 à 10 ans, avant de prendre les dispositions éventuelles d'exploitation à grande échelle. Notons à ce propos que les nappes phréatiques en communication avec les eaux superficielles sont un réservoir potentiel de nitrate dont les mécanismes ont été bien mis en évidence à l'occasion des derniers épisodes pluvieux (stock potentiel d'apport dans les eaux douces).

III – A PROPOS DE L'EUTROPHISATION

3.1 - Diagnostic

L'eutrophisation des eaux douces et des eaux littorales (estuariennes et côtières) **résulte de l'enrichissement des eaux et de l'accumulation de nutriments dans les réservoirs, principalement l'azote et le phosphore**. Cet excès est responsable de dysfonctionnement des écosystèmes dont on peut extraire deux phénomènes généraux principaux : la prévalence, c'est à dire à terme la pullulation d'une espèce au détriment de la diversité des populations de l'écosystème, et l'abaissement de l'oxygène disponible pour l'écosystème (hypoxie).

Ce processus naturel a été amplifié par l'homme au cours des récentes décennies, suite principalement à l'enrichissement en substances nutritives issues de pratiques culturales intensives et de rejets urbains.

L'enrichissement en sels nutritifs (azote et phosphore) et la matière organique excédentaire ainsi engendrée est à l'origine de **nombreuses conséquences environnementales** de premier plan :

- *Prolifération d'algues et de cyanobactéries productrices de toxines dans les retenues d'eau douce (étangs, plans d'eau, réservoirs d'eau potable,..)*
- *Accélération de la sédimentation et de l'envasement des retenues d'eau et des cours d'eau.*

Depuis 40 ans, la sédimentation fine augmente dans les rivières : les milieux sablo-graveleux sont maintenant recouverts de vase provenant de l'érosion des sols mais aussi d'apports biogènes (manque d'entretien de la ripisylve, apports de nutriments,..) et de la

production endogène (production de phytoplancton, de diatomées). Cette production endogène se fait surtout dans les rivières à écoulement lent et étiage fort ; elle devient prépondérante dans tous les milieux aquatiques, 70% de l'envasement lui serait attribué. Dans les réservoirs (retenues d'eau potable, barrages, étangs,...), les taux de sédimentation sont très importants : ils varient de 1 à 6 cm/an (à titre de comparaison, ce taux est de 1 à 3 mm maximum dans les espaces naturels nordiques) et diminuent la capacité volumique des retenues.⁹

- *Prolifération algales (phytoplancton et macroalgues) dans les eaux littorales.* En été, les marées vertes se développent sur un grand nombre de sites. Il s'agit d'algues vertes échouées sur les estrans sableux de baies à faible hydrodynamisme ou transportées vers le large. Certains estuaires (Aber-Benoît, Penzé, Rance) connaissent des floraisons du phytoplancton toxique *Alexandrium*, et la zone côtière sud-Bretagne des successions d'eaux colorées par diverses espèces de phytoplancton.
- *Hypoxie dans les bouchons vaseux :* l'eutrophisation favorise, dans une première étape, la production de matières organiques suivie, dans un second stade d'une consommation accrue de l'oxygène dissous. L'eutrophisation se manifeste en été dans les estuaires (zone du bouchon vaseux) et dans les baies peu renouvelées par les courants de marée. Ce déficit en oxygène peut aller jusque *l'anoxie* et provoquer des mortalités importantes d'organismes marins (poissons, crustacés, mollusques) comme cela a été constaté en 1982 en Baie de Vilaine.
- *L'apparition de dystrophies :* L'enrichissement des eaux entraîne un profond déséquilibre des communautés phytoplanctoniques. Ce déséquilibre est responsable d'anomalies de croissance et de productivité des animaux filtreurs d'intérêt commercial.¹⁰

L'augmentation des apports terrigènes riches en azote et en phosphore, alors que l'apport en silicium par lessivage naturel des sols ne change pas (celui-ci ayant pour principale origine la dissolution naturelle des roches du bassin versant), provoque une baisse des rapports silicium/azote et silicium/phosphore. Ceci induit une situation de dystrophie favorable au phytoplancton non siliceux (flagellés) par rapport aux diatomées (à frustule siliceuse). Or, certains dinoflagellés peuvent présenter une toxicité (mortalités d'organismes marins ou maladies chez l'homme) alors que les diatomées sont rarement à l'origine de nuisances écologiques dans le milieu aquatique. Cette modification qualitative des successions phytoplanctoniques entraîne une perturbation des populations naturelles et cultivées de mollusques dont l'importance économique n'échappe à personne.

3.2 – Causes de l'eutrophisation

A la différence de l'azote inorganique, majoritairement sous forme de nitrate soluble, le phosphore est présent sous des formes multiples, très généralement sous la forme de phosphates peu solubles. Ils sont intégrés dans les organismes et dans les sédiments à partir desquels ils sont remis en circulation. Leur disponibilité dépend de leurs apports au plan d'eau (charge externe) et de la remise en circulation depuis le sédiment (charge interne, qui est rapidement mobilisée en cas d'anaérobiose). Du fait de la sédimentation et des algues, les retenues d'eau sont des pièges à phosphore qui s'enrichissent au fil du temps.

Remarque : les grands fleuves, les canaux, et même les petites rivières lentes peuvent eux-aussi être affectés par une tendance eutrophe. L'eutrophisation y est cependant différente car le développement des algues (du plancton surtout) est limité par le courant, par l'âge de l'eau

⁹ Jigorel A., Bertru G. (1994) - Endogenic development of sediments in a eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 268, 45-55.

¹⁰ Conseil scientifique régional de l'environnement, 1998 – « Les apports de nitrates aux eaux littorales bretonnes : Caractérisation et évolution des flux ; rôle dans les proliférations algales (macroalgues et phytoplancton) ». Octobre 1998.

dans les rivières (les algues se développent moins rapidement que les bactéries), par le taux élevé de matières en suspension.

➤ Prolifération des différentes espèces d'algues et cyanobactéries en eau douce¹¹

• **Importance relative du rapport Azote / Phosphore en eau douce**

Le contenu cellulaire des algues (chlorophycées) présente un rapport N/P compris, *grosso modo*, entre 7 et 10 (en masse). Dans toute eau douce caractérisée par un rapport N/P supérieur à 10, le phosphore devient facteur limitant ; il provoquera la diminution de production d'algues.

Si on introduit du phosphore dans des eaux déjà riches en azote, on fait baisser N/P (par exemple entre 7 et 10), ce qui provoque une prolifération phyto-planctonique, la lumière finit par ne plus pénétrer et provoque l'élimination des diatomées et chlorophycées au profit des cyanobactéries. Ceci explique qu'en eau douce la première priorité est de maintenir une concentration très faible en phosphore grâce à des actions en conséquence sur le contrôle des rejets de phosphore tant agricoles qu'urbains.

Quand N/P passe en dessous de 7, l'azote devient limitant pour les algues vertes qui déclinent au profit des cyanobactéries. Alors que les diatomées et les chlorophycées, comme de vrais végétaux, prolifèrent quand la lumière est abondante et utilisent les sels minéraux en solution, les cyanobactéries, grâce à des pigments spécifiques, se contentent d'un faible éclaircissement, ou même de pas d'éclaircissement du tout étant donnée leur aptitude à tirer partie des molécules organiques. De plus, elles sont capables de fixer l'azote atmosphérique¹² dès que $N/P < 7$, c'est-à-dire quand le milieu manque d'azote par rapport au phosphore pour constituer de la matière végétale (dans laquelle le rapport N/P est compris entre 7 et 10). La suprématie des cyanobactéries finit par être totale¹³.

• **Cependant, il est dangereux de limiter le problème de l'eutrophisation et la production des cyanobactéries à ce simple rapport azote/phosphore (N/P).**

Cette notion de rapport N/P, développée notamment par G. Barroin, oublie toutefois de préciser que **ces rapports n'ont de signification que si N et P sont en concentrations limitantes** : c'est à dire pour l'azote une concentration de 1-5 mg/l et pour le phosphore entre 0.05 et 0.020 mg/l. Dans ces conditions, la compétition pour ces ressources auraient un effet significatif sur la composition spécifique du phytoplancton. Aujourd'hui, les eaux douces en Bretagne ne font pas l'objet d'une limitation par l'un ou l'autre de ces éléments. On connaît des exemples de retenues d'eau en Bretagne où le rapport actuel N/P se situe, selon G. Bertru¹⁴, entre 50 et 100 et où des cyanobactéries sont pourtant de plus en plus abondantes.

En fait, le phosphore et l'azote étant en excès, la compétition pour ces ressources ne jouent plus de rôle déterminant ; le succès reproducteur des cyanobactéries est surtout redevable à leurs traits physiologiques : vacuoles gazeuses, capture plus efficace de la lumière et absence de prédation. Ce plancton « mi-végétal, mi-bactérien » est peu consommé car sa taille, sa protection mucilagineuse et sa toxicité le mettent à l'abri de la convoitise du zooplancton.

Ceci démontre que **les ressources en nutriments, qu'il s'agisse de l'Azote ou du Phosphore, ne sont pas les seuls facteurs en cause**. Bien d'autres facteurs interviennent

¹¹ Le conseil scientifique de l'observatoire de l'environnement des Côtes d'Armor prépare un rapport sur le problème des cyanobactéries et la qualité des eaux douces de baignade et de consommation.

¹² La fixation de l'azote est réservée à des microorganismes qui n'apparaissent qu'en cas de carence en azote, les cyanobactéries, appelées aussi cyanophycées (il faut les classer parmi les bactéries (structure procaryotique) et non les algues).

¹³ G. Barroin, 2000 – Evolution et gestion de la qualité des écosystèmes aquatiques : évolution naturelle, évolution anthropique. In « L'eau dans l'espace rural : vies et milieux aquatiques » Ed. INRA.

¹⁴ Hydrobiologiste, professeur à l'Université de Rennes I

parmi lesquels, le cycle de vie des organismes et les successions phytoplanctoniques, l'existence de formes de résistance sous formes de kystes dans les sédiments, la prédation sélective aux dépend du phytoplancton, etc...

Remarque : En réalité, de nombreux paramètres combinent leur action pour limiter la croissance des algues, et d'une façon générale les populations de toutes espèces végétales et animales. Parmi les facteurs dits dépendants de la densité, citons le nombre et les caractéristiques des espèces en compétition pour une même ressource dans l'écosystème, et le volume d'eau disponible pour chacune des populations monospécifiques. Parmi les facteurs nutritionnels, la température et la lumière déterminent l'intensité des fonctions physiologiques nécessaires en présence des différents nutriments essentiels : le carbone, l'azote, le phosphore, le potassium. Ajoutons aujourd'hui que la présence de plus en plus réelle de molécules étrangères à l'écosystème perturbe par des effets toxiques complexes, cet équilibre dynamique.

Il serait coupable d'en tirer des conclusions hâtives uniquement sur les apports en azote ou en phosphore comme l'a fait récemment M. Buson et d'avancer des solutions pratiques non étayées par des expérimentations préalables menées in situ par des équipes de recherche indépendantes. En effet, les expérimentations qui sont à l'origine de cette nouvelle querelle ne sont pas remises en cause ; seulement elles sont insuffisantes pour permettre une extrapolation au fonctionnement des écosystèmes aquatiques d'eau douce. Ces hypothèses sont de plus totalement inadaptées au fonctionnement des écosystèmes marins.

A propos des toxines, il faut que les "décideurs" prennent conscience de la dangerosité de celles-ci et notamment de l'hépatotoxine (ou microcystine) qui est un promoteur des cancers primaires du foie.

► **Pour l'eutrophisation des eaux marines**, il ne fait aucun doute que, dans les baies ou lagunes à faible profondeur et faible renouvellement des eaux, les marées vertes à algues chlorophycées en Bretagne sont strictement sous contrôle nutritionnel de l'azote inorganique dissous. Il existe une corrélation positive entre l'abondance des marées vertes annuelles sur un site et le flux azoté délivré sur ce site en période de croissance des ulves. Ce constat établi à l'échelle de l'écosystème constitue un argument très convaincant en faveur du rôle fondamental de l'azote en milieu littoral. Cet argument est confirmé, à propos des algues elles-mêmes, par l'évolution saisonnière comparée de leurs teneurs en azote et phosphore : alors que la teneur en phosphore reste élevée, celle en azote subit systématiquement une profonde chute en fin de printemps, l'amenant durant l'été au seuil inférieur en deçà duquel la croissance de l'algue n'est plus possible. L'ulve est capable d'utiliser l'ion nitrate et l'ion ammonium avec cependant une préférence pour ce dernier. En Bretagne, les marées vertes causées par les apports de nitrate d'origine agricole sont largement majoritaires.

Il est très clair que les apports terrestres croissants de nitrate et autres nutriments à la mer côtière ont un rôle dans la genèse des phénomènes d'eutrophisation à phytoplancton. Là encore, même si le phosphate exerce un contrôle printanier dans les panaches de fleuves, le nitrate est souvent le facteur de contrôle en été, et peut déplacer les flores vers des dinoflagellés toxiques en cas de forts rapports azote/silicium¹⁵.

¹⁵ cf Rapport IFREMER pour la commission européenne DG Env. B1, janvier 2001 – L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France ». Téléchargeable par internet sur le site <http://www.ifremer.fr/envliti/documentation/documents.htm#6>

Donc, il est très clair que les apports croissants de nitrate à la mer côtière ont un impact notoire, parfois délétère (anoxies en milieu hypereutrophisé), et que laisser croître indéfiniment les teneurs dans les rivières est dangereux pour certains écosystèmes marins.

En résumé de cette réflexion sur les taux relatifs d'éléments nutritifs :

1. Le volume d'eau et la pénétration de la lumière sont deux éléments qui déterminent la capacité potentielle de la production primaire. Le volume est souvent limité dans les lacs et retenues d'eau douce alors qu'il ne constitue pas un facteur régulateur de même nature en mer.
2. L'équilibre entre les proportions d'éléments nutritifs présents en plus du carbone issu de l'atmosphère et de l'énergie lumineuse entraîne selon sa nature une sélection des micro-organismes. Certains de ces nutriments jouent un rôle régulateur des espèces, c'est le cas du phosphore et du silicium en eau douce, et de l'azote et du silicium en mer.
3. En règle générale en eau douce, le phosphore est un facteur limitant au delà du rapport de référence N/P >10 pour les algues vertes chlorophycées en présence de lumière. Entre 10 et 7, la prolifération des algues crée un ombrage favorable à la prolifération des cyanobactéries. Le déficit en azote peut quant à lui être compensé par la capacité des cyanobactéries à fixer l'azote atmosphérique.
Il est bien connu et admis que les ressources nutritives (azote ou phosphore) ne sont pas, loin s'en faut, les seuls facteurs en cause dans la régulation des communautés d'un écosystème. Bien d'autres facteurs de régulation existent parmi lesquels la prédation, la compétition intra et interspécifique, les régulations génétiques et physiologiques, etc. Cette grande complexité disqualifie d'emblée tout projet qui s'appuierait sur la seule régulation du phosphore.
4. La silice est un facteur limitant pour les diatomées. En l'absence de silice il y a place pour les autres espèces selon la salinité de l'eau. En milieu marin, la prolifération des cyanophycées est négligeable, mais en zone calme très peu profonde, il y a place pour une prolifération des algues vertes (chlorophycées) et les marées vertes que l'on connaît. Par ailleurs, à cause des apports massifs d'azote, les blooms de diatomées qui s'ensuivent épuisent le stock de silice disponible dans les panaches de fleuves, ce qui permet dans un deuxième temps le développement anarchique d'espèces opportunistes : les dinoflagellés parmi lesquelles se développent des espèces toxiques à toxine diarrhéique (DSP) ou paralysante (PSP). A noter toutefois que certaines diatomées aussi, du genre *Pseudonitzschia*, peuvent également produire des toxines amnésiantes (ASP).

L'inversion des tendances ne pourra pas se faire sans une remise en question des pratiques culturelles, de l'aménagement et de l'occupation de l'espace rural pour prendre en compte les facteurs identifiés des différents aspects de la dégradation de la qualité des eaux.

La querelle entretenue à propos de l'éventuelle toxicité du nitrate en matière de santé humaine est dépassée car le nitrate ne peut être isolé des nombreux autres facteurs de contamination des eaux qui affectent successivement les eaux douces, les eaux marines et les écosystèmes correspondants. Un relâchement des normes en vigueur aurait pour conséquences immédiates et différées d'accroître encore tous les effets environnementaux, objet de nombreuses mobilisations justifiées.

Ces questions complexes doivent être appréhendées de manière intégrée afin de définir les meilleurs moyens d'action compatibles avec l'ensemble des exigences de la société.

IV- DES PROBLEMES EN EMERGENCE ¹⁶

4.1 - Comment valoriser et traiter l'afflux de diverses boues et vases ? Quelles conséquences ?

Le recyclage de déchets par épandage sur les sols agricoles concerne :

- Les déjections animales et les co-produits issus du traitement des effluents d'élevages
- Les effluents agro-alimentaires
- Les composts de déchets verts, ordures ménagères et/ou algues vertes
- Les boues de station d'épuration urbaine et industrielle
- Les vases de curage

Les effluents d'élevages constituent actuellement une part importante des déchets organiques épandus au sol. En France, ils représentent 48% des épandages pratiqués sur les sols contre seulement 2% répartis entre les déchets industriels et domestiques.

Le comblement des retenues d'eau en amont des barrages, la multiplication des stations de traitement des eaux usées ou des effluents d'élevage (station d'épuration dans les grandes villes, des unités de production agricole ou agroalimentaire), les diverses opérations de curage, entraîneront dans les quelques années à venir une accumulation de boues et de vases.

La valorisation agricole par épandage au sol de l'ensemble des déchets organiques produits en Bretagne n'est pour l'instant pas entièrement résolue. **Les sols sont-ils capables d'absorber les différents déchets ou produits organiques sans devenir des sources nouvelles de contamination diffuse impossible à contrôler ?** C'est l'une des grandes questions à résoudre. Le sol ne peut être ramené à un filtre poreux, c'est un réacteur biogéochimique complexe, assurant des fonctions de transformation, d'accumulation et de transfert y compris de gènes. Des risques de dégradation des fonctions biologiques du sol et de transferts de pollution dans les eaux et l'air existent et doivent être pris en compte dans la gestion de ces situations nouvelles, contraignantes et complexes.

Des synthèses intéressantes ont été rédigées sur ce sujet. Jusqu'à présent l'épuration urbaine et industrielle a été traitée séparément de l'épuration agricole. La construction en cours de centaines de stations de traitement des effluents d'élevage pose le problème de façon différente¹⁷.

Les solutions à apporter à ces nombreux problèmes demandent :

- **une approche globale pour estimer la capacité des sols à accepter tous les différents produits**
- **une vision de gestion de l'ensemble des produits,**
- **une analyse fine des questions qui se posent à l'échelle d'un territoire en termes environnemental mais aussi économique**

¹⁶ Voir le rapport du Conseil scientifique régional de l'environnement « Gestion des sols et apport de déchets organiques en Bretagne » - 2003. (sera disponible sur le site internet www.bretagne-environnement.org)

¹⁷ Journée d'étude AGHTM Ouest Bretagne – Pays de Loire, 2002 - « Le devenir des sous-produits de l'épuration urbaine » - ENSP Rennes, 8 février 2002

F. Beline & al, 2002 - Gestion et traitement des déjections animales (lisiers) en agriculture. CEMAGREF Rennes. Note.

Beline F., Daumer M.L., Guiziou F. & Rapon P., 2001 - Bilan de fonctionnement des unités de traitement biologique aérobie du lisier de porcs. Etude des flux de matières et compréhension des processus. Rapport d'étude, CEMAGREF. Agence de l'eau Loire-Bretagne, Conseil régional de Bretagne. 122 p.

Il est nécessaire de déterminer un plan régional global de gestion des déchets organiques permettant de mettre en perspective l'ensemble des épandages agricoles. Ce qui suppose notamment de :

- Connaître précisément le gisement réel des différents déchets ou produits organiques (boues, composts, déjections animales, co-produits issus du traitement des effluents d'élevages, ...) et leur qualité (composition) : quantités produites, caractérisation des différents types de déchets si possible avec les mêmes indicateurs (valeurs matière organique, azote N, phosphore P, potassium K, ..), part destinée à une valorisation agronomique par un épandage aux sols.
- Connaître les possibilités réelles d'épandages, les pratiques actuelles et les apports exacts réalisés par épandage au sol pour les différents déchets organiques : cartographie des surfaces disponibles selon la réglementation et selon les aptitudes des sols, des parcelles à risques (érosion, ruissellement)..., cartographie des divers plans d'épandage à l'échelle régionale. Une adéquation est nécessaire entre la nature des déchets, la nature des sols et les activités développées, et la nature du sous-sol
- Développer une démarche qualité-traçabilité-conseil, qui passe par l'élaboration de cahiers des charges s'inspirant des recommandations faites par le CSRE à propos des études d'impact¹⁸.
- Approfondir la démarche de risque environnemental et de risque sanitaire (valeurs seuils / normes, signal d'alerte).
Les risques étudiés depuis plusieurs années pour les boues de station d'épuration urbaines doivent être posés de façon similaire pour l'ensemble des déchets organiques apportés au sol. La présence de métaux pose à moyen terme les mêmes problèmes étant donné les procédés de traitement des effluents d'élevages, orientés principalement pour un abattement de l'azote, qui génèrent donc une plus forte concentration de métaux et phosphore dans les co-produits.
- Avoir un débat citoyen sur le risque et la gestion de risque : être conscient des déchets produits par l'ensemble de la société.
- Développer la recherche sur certaines molécules à suivre dans le sol : molécules médicamenteuses, prions, pesticides et produits de dégradation.

Le « centre de ressources sur la résorption » et de « l'association interprofessionnelle de valorisation/transformation/exportation des matières fertilisantes organiques », dont la mise en place est proposée à l'échelle régionale dans la charte pour un développement pérenne de l'agriculture, devront se doter de toutes les compétences pour intégrer l'ensemble de ces points.

4.2 – Une veille « santé/environnement/économie/prospective » vis-à-vis des risques nouveaux liés à l'épandage au sol de boues ou autres déchets

Les boues contiennent des métaux lourds, des substances synthétiques, des antibiotiques et des dérivés hormonaux qui par leur puissance d'action et leur persistance sont susceptibles de modifier les microorganismes, bactéries, virus, parasites ou d'influer sur la faune.

¹⁸ Conseil scientifique régional de l'environnement, 1995 - « Pour une meilleure efficacité des études d'impact en Bretagne : un cahier de recommandations en 16 propositions » . Juillet 1995.

Problèmes de résistance bactérienne :

La revue « le quotidien du médecin » du 12 mars 2002 publie un article de Delphine CHARDON à propos de la veille santé/ environnement/ économie/ prospective ».

En voici quelques idées maîtresses :

« *On n'a aucune idée de la proportion de médicaments actifs que les usines d'épuration relarguent dans l'environnement* » (T. SERFATY du Centre d'information sur l'eau).

Les boues des stations d'épuration sont « *des pays de cocagne pour des milliards de bactéries qui ingèrent, modifient, concentrent ou stockent les molécules, hydrophobes ou non. On trouve même dans les stations, des bactéries extrêmement résistantes aux biocides les plus classiques (eau de javel)* ». (J.M. Porcher de l'INERIS)

Ces deux extraits, montrent la complexité de la question posée. S'y ajoute un troisième élément déjà annoncé par de nombreux travaux d'écologie microbienne : Le sol, les boues de station d'épuration, les vases contiennent une multitudes de bactéries qui, en condition de stress, sont capables d'échanger des gènes de résistance.

Des recherches menées en France montrent que l'eau est une voie privilégiée de dissémination des bactéries résistantes : 9 gènes différents de résistance aux antibiotiques ont été identifiés dans des bactéries non pathogènes présentes dans les eaux de consommation de Paris¹⁹.

La sélection et le développement de bactéries résistantes aux antibiotiques, aux pesticides, aux biocides est une problématique environnementale à surveiller, et ce d'autant plus que l'eau est un vecteur idéal de dissémination de ces bactéries.

A cela, s'ajoute la résistance des germes induite par un usage inadéquat des antibiotiques tant en pathologie humaine que dans les élevages. A court terme, il est important d'étudier les mesures à mettre en oeuvre pour diminuer les quantités d'antibiotiques présents dans les sols. La question que doivent se poser l'agriculture et la médecine est la diminution des antibiotiques ingérés par les animaux (en particulier les porcs) et les hommes.

Ceci justifie la mise en oeuvre d'une veille technologique et scientifique et une information objective ; tout retard dans les mesures à prendre à ce sujet sera difficilement rattrapé. Les programmes de recherche européens (programme européen REMPHARMAWATER) ou nationaux lancés en Allemagne, au Danemark, en Italie, en Suède, en France (programmes PNETOX, ENIMED) également doivent être connus de tous et leurs résultats analysés rapidement afin d'être exploités.

C'est l'une des responsabilités citoyennes de la Culture Scientifique et Technique.

Problèmes du prion

Très peu de choses sont publiées sur la présence de prions dans les sols et de leur persistance. « *Du fluide surnageant issu d'un homogénat de cerveau infecté de hamster a été mélangé à du sol, conservé dans des boîtes de Petri perforées elles mêmes incluses dans du sol en pot puis enterrées dans un jardin pour trois ans.*

Entre 2 et 3 unités log de l'infectivité de l'implant de près de 5 unités log ont survécu à une exposition de trois ans sans que pour autant il y ait une contamination importante du prion dans le sol plus profond. Ces résultats ont une implication sur les risques de contamination

¹⁹ Claude Danglot, (médecin du Centre de recherche et de contrôle des eaux de Paris) : les 9 gènes identifiés dans les eaux de consommation de Paris sont les gènes de résistance à l'ampicilline, la vancomycine, la kanamycine, la streptomycine, la tylosine + 4 antibiotiques utilisés en élevage animal.

environnementale par les résidus d'organes infectés par les prions (scrapies) et agents similaires, y compris ceux de l'E.S.B.²⁰

La question est en suspens et il serait coupable de ne pas se préoccuper de ces questions, connaissant d'autant plus le rôle prépondérant de la flore microbienne dans toutes les structures composant les sols, en premier lieu la rhizosphère, les microagrégats formés par l'association des colonies bactériennes au repos dans les compartiments multiples des sols : les particules argileuses, les solutions complexes occupant les pores du sol (macro et microporosité), les complexes organiques solubles et insolubles, etc..

V – CONCLUSION : Voies à suivre afin de limiter les problèmes environnementaux

5.1 - Les concepts du développement durable

La charte sur le développement pérenne de l'agriculture signé par de nombreux partenaires institutionnels bretons fait état de la volonté du monde agricole à prendre en compte les impacts environnementaux démontrés et reconnus de ses activités. Le problème demeure néanmoins préoccupant en raison de son intensité et des délais de réponse très longs des agro-systèmes et des écosystèmes.

La notion de développement durable en Bretagne impose que l'agriculture ne joue pas essentiellement la carte de la production de masse, mais celle de la qualité ; ceci valant également pour toutes autres activités (tout citoyen a quelque chose à faire dans ce domaine).

5.2 - Les suivis à long terme

Les problèmes d'environnement n'auront jamais de solution définitive. A chaque progression démographique, économique et technologique, doivent correspondre de nouveaux moyens adaptés. Les questions posées en la matière se renouvellent en même temps que les sources nouvelles de perturbations se multiplient et s'amplifient.

Toutes ces questions ont jusqu'à présent souvent été traitées à posteriori, détournant ainsi les études d'impact de leur objectif initial et les rendant inefficaces. Il est primordial de faire un effort supplémentaire d'anticipation en veillant au devenir des boues et des eaux provenant des stations de traitement d'effluents agricole en cours de construction, aussi bien que des sous produits de l'épuration urbaine et industrielle. Ceci n'est possible que par le recours à une meilleure exploitation en réseau des recherches, des observations et des mesures effectuées par de nombreux organismes aujourd'hui encore cloisonnés.

Cela nécessite :

- La poursuite et le renforcement des recherches en environnement en Bretagne en s'appuyant sur les structures existantes (CNRS, Universités, IFREMER, INRA, CEMAGREF, ENSAR, ENSP, ENSCR,..) et sur les actions déjà financées dans le

²⁰ Brown P., Gajdusek SDC. *Survival of scrapie virus after 3 years interment* ; Lancet 1991 Feb 2 ; 337 (8736) 269-270. Laboratory of CNS Studies, National Institute of Neurological Disorders and Stroke, National Institute of Health, Bethesda, Maryland 20892.

cadre du précédent contrat de plan Etat-Région (par ex. l'IUEM à Brest et le CAREN à Rennes).

- Un effort accru d'instrumentalisation et d'observations sur tous les bassins versants et le littoral. Cet effort doit être mis en œuvre en relation étroite avec les chercheurs, selon des protocoles d'échantillonnage élaborés en concertation. Les différents types d'observatoires de l'environnement qui existent ou se développent dans le cadre de programmes de recherche (OOE, ORE, zones atelier,..) doivent être soutenus sur le long terme avec le souci de communiquer vers l'extérieur les informations acquises.
- La mise en œuvre du RIEB (Réseau d'Information sur l'Environnement en Bretagne) en Bretagne va dans ce sens. Ce réseau est destiné à favoriser le croisement entre les informations contenues dans les banques de données aujourd'hui gérées séparément par de multiples structures et de faciliter l'accès à ces sources de données.

5.3 - La veille scientifique et technique, l'information et l'explication

- La veille technologique et scientifique est désormais indispensable, elle est assurée en premier lieu par les chercheurs et les centres de recherche publics et privés.
- Cette veille doit être relayée par les Centres de Culture Scientifique et Technique. L'information des décideurs, des socio-professionnels (formations à l'environnement des agriculteurs, agro-transfert...), du grand public est essentielle. Elle devrait permettre de mettre en œuvre ce qui a déjà été proposé par le Conseil en matière d'études d'impacts, à savoir un cahier des charges adapté à chaque type de bassin versant, de zone littorale, etc.
- Une réintroduction de la culture du risque par rapport aux événements naturels catastrophiques : « il faut réapprendre à vivre avec les risques naturels et faire des choix pour les accompagner au mieux ». Ceci concerne les chercheurs mais aussi les services administratifs, le grand public.

Paul TREHEN, président du conseil scientifique régional de l'environnement

Je tiens à remercier pour leur contribution ou leur relecture P. Aurousseau, A. Baert, G. Bertru, J. Launay, P. Leterme, J.L. Mauvais, A. Ménesguen, P. Mérot, P. Rainelli.