

L'impact des activités humaines sur les milieux aquatiques fluviaux

Gérard Sachon et Yvette Bouvet

Gérard Sachon

Cemagref



Je vais aborder les approches du Cemagref dans le domaine de l'impact des activités humaines sur les milieux aquatiques fluviaux. L'impact positif d'une contrainte ou d'une action défavorable fait passer le milieu aquatique fluvial d'un état à un autre plus dégradé. L'approche de l'impact inclut normalement trois éléments de connaissance qui correspondent en fait dans la pratique à trois modes d'appréhension :

- caractérisation d'une contrainte, voire d'une action, inductrice ou susceptible d'induire un impact ;
- caractérisation des états du milieu aquatique avant et après contrainte ;
- caractérisation d'une contrainte ou d'une action et de ses conséquences sur un état du milieu aquatique pour aboutir à un autre état. Ces effets, ces retentissements peuvent être constatés ou prévus.

Contrainte, état, effet sont les trois composantes d'un impact, abordées par le Cemagref selon trois directions : le bassin versant, les ouvrages ou aménagements dans leur ensemble, les matières.

Contrainte

La connaissance d'une contrainte reste un niveau important d'appréhension. Les travaux sur la connaissance et la modélisation des flux polluants portent sur les bassins versants ainsi que sur les eaux usées, les eaux épurées et les boues. Sous ce vocable sont regroupées deux catégories :

- les flux polluants engendrés par les systèmes agricoles terrestres : apports aux cours d'eau et à l'océan d'azote et de phosphore utilisés en grandes cultures, avec ou sans drainage ; les potentialités de transfert de produits phytosanitaires en fonction de situations agro-pédo-climatiques à partir du cas de la viticulture ;
- les concentrations et les flux des eaux épurées rejetées par les stations d'épuration ainsi que leur toxicité. Les paramètres classiques sont mesurés

Ces synthèses ont été préparées afin de présenter les efforts d'étude et de recherche menés par les deux ministères et leurs organismes de recherche. Chaque synthèse a été préparée conjointement par un représentant du secteur Agriculture et un représentant du secteur Équipement.

Yvette Bouvet
ENTPE
Laboratoire des Sciences de l'environnement
3 rue Maurice-Audin
69518 Vaulx-en-Velin Cedex
Gérard Sachon
Cemagref
14, avenue de St-Mandé
75012 Paris

(photo J.-M. Le Bars - Cemagref)

ainsi qu'un certain nombre de micropolluants (dans le cadre de programmes de collaboration, pour une partie de ces derniers). La toxicité des eaux épurées est appréciée par des bioessais réalisés au laboratoire en conditions de température fixées, sur des échantillons moyens 24 heures ; au moyen d'organismes vivants (larves de poisson zèbre, microcrustacés, algues) selon différents niveaux (essais embryo-larvaires, essais de reproduction, mesures d'activités enzymatiques). Les dilutions d'eaux épurées affectant les survies ou la reproduction sont parfois du niveau de celles qui sont potentiellement présentes (étiage).

Sur le plan physico-chimique, les recherches portent sur la caractérisation de la matière organique. Les paramètres physico-chimiques désormais courants et certains micropolluants sont analysés sur les eaux usées et les différentes sortes de boues résiduaires (élevages, stations d'épuration urbaines, industries agricoles et alimentaires).

La définition des valeurs caractéristiques dans l'espace et dans le temps donne à ce premier mode d'approche une importance typologique parfois sous-estimée. Les bilans établis pour les modélisations en sont des exemples les plus nombreux et les plus marquants.

La réglementation est d'une façon générale largement fondée sur ce premier mode d'appréciation de la réalité.

État d'un milieu aquatique fluvial

La caractérisation de l'état d'un milieu aquatique continental superficiel d'eau courante est fondée sur l'observation d'éléments clefs des trois composantes d'un écosystème : l'eau, le substrat et l'édifice trophique (phytoplancton, zooplancton, invertébrés, poissons, macrophytes...). La complexité des systèmes aquatiques a conduit et conduit toujours à apprécier l'état à partir d'un nombre limité d'investigations de type physique : températures, densités, granulométries, vitesses, débits. L'approche chimique, de type analytique, a été progressivement complétée par une approche plus intégratrice sur les organismes vivants.

Indicateurs chimiques, rappels succincts

Dans le domaine de la chimie des eaux, les classes de qualité définies au Cemagref par MM. Nisbet et Verneaux (1970) sur la base de la concentration en oxygène dissous, de la DBO₅, des orthophosphates et des formes de l'azote restent des références largement utilisées. Le nombre de descripteurs chimiques analysés augmente avec la variété des polluants (métaux, micropolluants organiques) en même temps que se fait une extension des applications analytiques des eaux vers les matières particulières, matières en suspension et sédiments. La principale limite du contrôle physico-chimique des polluants est son caractère non exhaustif.

Bioindicateurs

Un indicateur biologique est un organisme ou un ensemble d'organismes qui – par référence à des variables biochimiques, cytologiques, phy-

siologiques, éthologiques ou écologiques – permet de façon pratique et sûre de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un écosystème et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées (Blandin, 1986). Cette définition recouvre trois niveaux d'organisation du vivant : cellulaire et tissulaire, organismes d'une espèce, peuplements constituant les communautés.

Le Cemagref développe des indicateurs se situant à chacun de ces niveaux pour améliorer la connaissance de l'état d'un milieu. On distingue maintenant couramment les indicateurs écologiques globaux fondés sur la prise en considération de la biocénose, organismes et peuplements – des organismes producteurs (végétaux + certaines bactéries et champignons) aux organismes décomposeurs (bactéries + champignons) en passant par les organismes consommateurs (phytophages, carnivores, détritivores) – des indicateurs moléculaires ou biomarqueurs fondés sur la modification d'une cible moléculaire d'individus prélevés *in situ* ou bien soumis à un milieu toxique (eau de rivières, eau épurée, substance pure), des bioessais réalisés au laboratoire sur des organismes vivants en conditions standardisées.

■ **Indicateurs écologiques**

Les indicateurs écologiques mis au point au Cemagref sont développés en vue d'apprécier l'impact des rejets organiques et toxiques sur les communautés des milieux aquatiques : algues, invertébrés benthiques, poissons.

Citons les indicateurs portant sur les algues diatomées fixées (indice diatomique), sur le phytoplancton (cas des lacs – indice trophique), sur les vers annélides des sédiments (indice oligochètes), sur les mollusques.

Pour les poissons, une approche typologique définissant l'écart entre peuplements piscicoles théorique et observé a été élaborée à partir des critères pente, largeur du lit, distance aux sources, dureté totale, température maximale moyenne du mois le plus chaud. Un indice d'intégrité biotique à partir du poisson est en cours de mise au point en partenariat.

Des approches descriptives et qualitatives sont également conduites, notamment sur le compartiment microbien, les macrophytes, le zooplancton et les insectes aquatiques. Les indices biotiques mis au point en 1967 portent sur les invertébrés benthiques ; ils ont évolué progressivement vers un indice biologique global normalisé (IBGN), indicateur d'une qualité globale du milieu.

Le Cemagref a participé au cours des deux dernières années à l'élaboration d'un cahier technique pour la vulgarisation de l'utilisation de l'indice qu'il a mis au point. Le cadre de nos recherches actuelles est l'appréhension d'un état écologique global visant à tenir compte de tous les compartiments trophiques pour aboutir à des diagnostics écologiques. La principale limite des indicateurs écologiques est leur réponse tardive, après une disparition notable des individus et des espèces à la suite de dégradations. Ils ne peuvent donc être utilisés comme indicateurs précoces.

■ **Indicateurs moléculaires : biomarqueurs**

La nécessité de disposer de révélateurs précoces de l'altération de la santé des écosystèmes et le développement des déversements de produits chi-

miques dans l'environnement ont motivé la recherche de biomarqueurs physiologiques, immunologiques et comportementaux.

Le développement des biomarqueurs est fondé d'une part sur la connaissance du mécanisme d'action des polluants, d'autre part sur celle des manifestations biochimiques, physiologiques, etc., qui accompagnent ou expliquent un état pathologique donné.

Les deux méthodes actuellement utilisées au Cemagref portent sur la mesure d'induction d'enzymes par les Dioxine, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les PCB, dans le foie des poissons, ainsi que sur l'inhibition de la dégradation de l'acétylcholinestérase par les pesticides organophosphorés et les carbamates dans les muscles des poissons. Les recherches actuelles portent sur la connaissance approfondie des niveaux physiologiques en fonction des espèces et des conditions environnementales afin de connaître l'incidence des facteurs naturels.

■ Conclusion

Les indicateurs écologiques ou biocénotiques, reposant sur la structure de l'édifice biologique, ont une forte signification écologique mais sont généralement peu spécifiques d'une contrainte identifiée. Ils sont d'excellents instruments d'évaluation des conséquences de modifications physiques de l'habitat.

Les indicateurs biochimiques peuvent être utilisés comme systèmes d'alarme pour la détection précoce d'effets écotoxiques ; ils peuvent être utilisés en laboratoire sur eaux épurées, substances pures et eaux naturelles. Sur la base d'une extrapolation du schéma proposé par Adams (1990) pour évaluer les effets du stress chez les poissons, il est possible de situer les indicateurs sur deux axes orthogonaux. Ainsi, on peut distinguer les indicateurs à forte signification écologique et temps de réponse long, des indicateurs à plus faible signification écologique à réponse rapide.

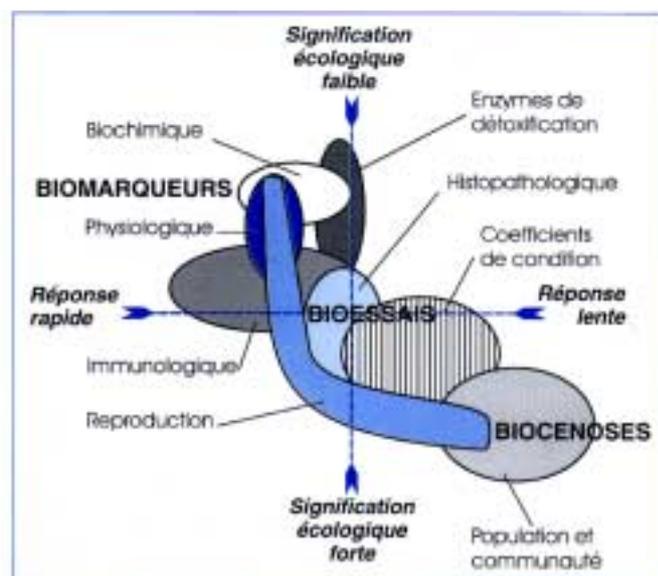


Figure – Caractéristiques de signification écologique et de temps de réponse des bio-indicateurs (d'après Adams, 1990).

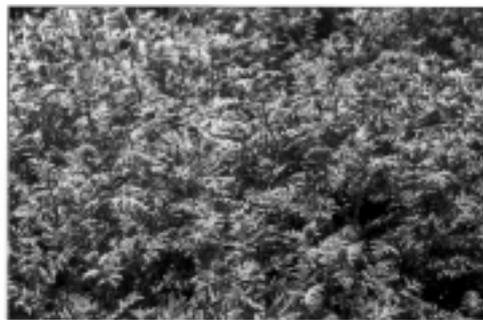
Bioessais

Les bioessais mentionnés plus haut consistent à évaluer en laboratoire, dans des conditions standardisées ne dépendant pas des variables physiques du milieu, les effets du produit ou de la matière à tester sur des organismes vivants. Ils permettent de connaître, dans les conditions de l'expérimentation, les concentrations toxiques pour la survie, la reproduction, la croissance ou les modifications du métabolisme des espèces testées. Ces bioessais permettent un bon traçage de la pollution toxique, leur réponse est rapide. Ils n'intègrent pas l'historique de la présence de toxiques dans le milieu naturel. Leur utilisation se fait de manière prédictive sur des eaux épurées.

Les travaux actuels portent principalement sur l'opportunité d'une barrière d'essais comportant plusieurs niveaux trophiques pour l'évaluation de la toxicité ambiante (croissance algale, essai sur cycle de vie sur invertébré zooplanctonique, essai embryon-larvaire sur poisson) ainsi que sur la simplification des essais. Ces bioessais ont maintenant une traduction moderne sous la forme de capteurs de toxicité.

Effet de contraintes ou d'actions sur le milieu aquatique

Les questions majeures sur l'impact des pratiques agricoles et de l'occupation des bassins versants, sur l'impact des équipements hydrotechniques et sur l'impact de grands aménagements induisent des recherches finalisées et des recherches amont sur les cours d'eau selon trois axes (axe longitudinal, axe vertical et axe latéral) auxquels s'ajoute une dimension temporelle. Les résultats obtenus récemment et les recherches en cours sont rapportés ci-après. Sauf indications contraires, les recherches sont effectuées sur sites réels.



■ *Impact des pratiques culturales sur les fuites de nitrates*

Les effets des pratiques culturales telles que les cultures intermédiaires pièges à nitrates sur la diminution de la richesse en azote nitrique des sols sont encore masqués par l'hydrologie (effets des phénomènes de dilution ou de limitations de la lixiviation). L'impact de ces cultures intermédiaires sur l'économie des exploitations agricoles est en cours d'analyse.

▲
Culture intermédiaire de phacelies (C. Cédra, Cemagref).

■ *Impact du ruissellement des produits phytosanitaires*

Les constats d'entraînement de produits phytosanitaires lié au ruissellement et à l'érosion ont conduit à proposer des techniques d'intervention sur les écoulements de surface. La couverture du sol, les cultures intermédiaires et les blocs de cultures (damiers), les prairies *gelées* dans les zones de concentration du ruissellement limitent celui-ci et l'érosion. Les eaux de ruissellement peuvent être filtrées au moyen de bandes enherbées.

Les recherches actuelles portent sur l'efficacité de rétention des zones enherbées en particulier vis-à-vis des possibilités d'entraînement en profondeur des produits phytosanitaires avec les eaux d'infiltration.

■ *Vulnérabilité des champs captants à une pollution des eaux superficielles*

La possibilité d'analyser simultanément l'impact de rejets polluants et les zones d'échanges hydrauliques actifs à l'interface des hydrosystèmes superficiels et souterrains à partir des mêmes peuplements, végétaux ou animaux, constitue une approche en cours de développement intéressante pour la protection des eaux souterraines.

■ *Conséquences des activités humaines sur le fonctionnement d'un grand fleuve*

Des recherches en cours portent sur l'ensemble du bassin de la Loire. Elles ont pour objet d'établir un référentiel régionalisé de l'état *naturel* des cours d'eau fondé sur une structuration spatiale des bassins versants confrontée à une structuration linéaire des cours d'eau.

Ce référentiel permettra de définir les sensibilités des milieux aquatiques aux altérations anthropiques à partir d'une typologie des activités humaines et des *pathologies* régionales dominantes qu'elles entraînent.

La structuration spatiale réalisée à ce jour a abouti à la proposition d'hydroécorégions homogènes fondées essentiellement sur les écorégions définies à partir du climat, de la géologie et des formations végétales. La structuration linéaire est en cours d'établissement sur la base de facteurs physiques (variabilité des régimes hydrologiques et dynamique morphologique) et des peuplements de poissons et d'invertébrés qui correspondent aux structures physiques. Les altérations anthropiques constatées seront typées en fonction des caractéristiques morphologiques et hydrologiques naturelles dont dépendent la fragilité des milieux et leur faculté de récupération face aux agressions.

D'autres actions sur le bassin hydrographique de la Seine, dans le cadre d'un programme dit PIREN-Seine auquel participent nos collègues du CERGRENE, permettent de mettre en évidence une influence de la chenalisation et de la régulation des rivières naviguées sur les peuplements piscicoles (altération de la structure et diminution de la richesse spécifique). La quantification de l'impact des activités des pêcheries et d'une centrale nucléaire sur les poissons migrateurs amphihalins est en cours sur la Garonne.

■ *Impact des rejets urbains de temps de pluie sur la mortalité piscicole*

Les conséquences d'un orage estival en agglomération parisienne pour les peuplements piscicoles de la Seine ont été évaluées : richesse spécifique dans le chenal fortement corrélée à la teneur en oxygène dissous elle-même fortement liée aux rejets des déversements d'orage et aux chutes de barrage ; importance des zones refuges latérales pour la résistance aux flux polluants.

Les recherches en cours portent sur l'analyse en laboratoire des effets conjoints de deux paramètres essentiels pour la vie du poisson, l'ammoniac et l'oxygène dissous. Le modèle piscicole utilisé est la truitelle mise en conditions contrôlées. Les premiers travaux de modélisation conduits sur les effets individuels et combinés de l'ammoniac et de l'hypoxie s'orien-

tent vers l'influence sur la mortalité des truitelles de l'amplitude, de la durée et de la fréquence d'apports de NH_3 et de situations de concentrations en oxygène dissous (simulation des conditions de déversement d'un bassin d'orage).

■ *Impact d'annexes hydrauliques du corridor fluvial sur la structuration et le développement des peuplements piscicoles du fleuve*

La contribution des annexes naturelles et artificielles à la reproduction et au recrutement des populations de poissons en contexte fortement anthropisé est en cours d'évaluation sur deux milieux jouxtant le fleuve Seine au travers de la composante alevinique, étape clé du développement des espèces. L'identification et la hiérarchisation des facteurs biotiques et abiotiques qui contrôlent ces phénomènes constituent des éléments de réflexion sur la gestion du fleuve.

Ces travaux s'inscrivent dans des programmes plus vastes sur les interactions des cours d'eau et des différents milieux qui jalonnent les plaines alluviales.

■ *Impact de modifications de débit sur les écosystèmes*

Le débit minimal à maintenir dans un cours d'eau a fait l'objet de recherches en cours d'aboutissement.

Il est défini sur la base de la méthode des microhabitats du poisson, indicateur sensible et synthétique de l'état biologique d'un cours d'eau. La méthode quantifie cette sensibilité au moyen d'une notation reliant les caractéristiques morphodynamiques de la rivière (vitesses, profondeurs, nature des fonds) et les préférences d'habitat du poisson. On établit ainsi des graphes d'évolution des notes de qualité d'habitat en fonction du débit.

Les recherches pour la fixation d'un débit minimal à partir du poisson se poursuivent avec les invertébrés benthiques, non mobiles et plus diversifiés que les poissons. Des travaux s'engagent sur la notion de régimes réservés.

■ *Impact des rejets liquides de station d'épuration*

Les travaux de recherche sur l'effet des rejets des systèmes d'assainissement sur le milieu aquatique constituent une action et un objectif fort du Cemagref.

Il s'agit de faire évoluer les connaissances et de mettre au point des outils utiles à un meilleur fondement des objectifs de qualité des milieux et des niveaux de rejet.

Les premiers travaux conduits sur le site d'Achères dans le cadre du PIREN Seine ont mis en évidence une influence significative du compartiment bactérien rejeté par la station d'épuration sur la dégradation de la matière organique en Seine. Des recherches complémentaires sont actuellement conduites au laboratoire sur les influences des populations bactériennes de cours d'eau et de rejet épuré sur la dégradation des matières organiques (cas des stations d'épuration d'Achères et d'Angoulême) ainsi que sur l'interaction des rejets avec le compartiment sédiments.

La mise en évidence de la toxicité de l'ensemble des rejets d'une station d'épuration sur les organismes du milieu aquatique récepteur (bioessais sur rejets, invertébrés benthiques présents dans le milieu, inductions d'activité enzymatique chez les poissons du milieu et des poissons en conditions contrôlées) ainsi que l'identification de produits ou de fractions toxiques dans ces rejets sont en cours au Cemagref dans le cadre d'un programme associant l'IFREMER, la Lyonnaise des Eaux et la Compagnie Générale des Eaux.

■ *Impact des centrales de production d'électricité nucléaire*

Les travaux hydrobiologiques conduits sur le Rhône, sur la Seine et sur la Garonne fournissent une base de données d'observation très riche qui soutient fortement une connaissance approfondie du fonctionnement écologique des fleuves pour les recherches conduites par ailleurs.

■ *Impact des produits de lavage domestique sur les milieux aquatiques de surface*

Le Cemagref intervient avec une quinzaine de laboratoires dans le programme dit *Environnement-détergents* démarré en 1995, dont l'objectif principal est l'évaluation de l'impact de tous les produits de lavage domestique sur les milieux aquatiques et l'approfondissement des mécanismes d'eutrophisation. Il s'agit de déterminer les concentrations des composants lessiviels susceptibles d'apparaître dans l'environnement (PEC = Predicted Environment Concentration) de façon à pouvoir les comparer aux concentrations n'ayant pas d'effet sur l'environnement (NOEC = No Observed Effect Concentration).

Le Cemagref intervient essentiellement en écotoxicologie (mise au point d'un test d'inhibition-fertilisation vis-à-vis des algues d'eau douce, interactions des constituants des lessives et des contaminants présents dans l'environnement) et sur l'influence des stations d'épuration sur la rétention des produits.

Conclusion - Perspectives

La caractérisation de l'état d'un écosystème aquatique en évolution permanente est complexe. Les paramètres utilisés, souhaités simples, sont des indicateurs de tendance. Les formalisations des réponses biologiques des organismes vivants, pour intégratrices qu'elles soient par rapport à quelques mesures physicochimiques, nécessitent certainement l'appréhension d'un ensemble d'indicateurs pour l'évaluation d'un impact. La mesure d'un impact implique l'établissement de références ou de référentiels que l'on commence à approcher en évaluant la part de l'influence des conditions naturelles sur les effets anthropiques.

Le Cemagref propose une analyse des impacts à partir d'outils de mesure physiques, chimiques et biologiques qu'il met au point et qu'il organise, qu'il diffuse, et dont il démontre les possibilités et les conditions d'utilisation pour les pratiques et les réalisations d'ouvrages et d'aménagements pour lesquelles il intervient.

Les sujets de recherche qu'il est d'ores et déjà prévu de développer visent (Garric, Vindimian, 1992) :

- une meilleure compréhension des phénomènes d'intoxication dans le milieu et des conditions d'ambiance pour les espèces vivantes,
- la connaissance des interactions entre typologie des écosystèmes et bioindicateurs,
- la modélisation de phénomènes complexes intervenant au sein des écosystèmes aquatiques (processus hydrauliques, chimiques, biochimiques et écologiques),
- l'amélioration des techniques de mesure et de traitement des données.

A long terme, trois objectifs très ambitieux peuvent être énoncés :

- passer progressivement de la concomitance à la causalité, notamment pour les substances chimiques déversées dans l'environnement,
- établir des situations de référence,
- prendre en compte les relations socio-économiques, au moins aussi complexes que les relations écosystémiques, impliquées par une référence implicite ou explicite aux usages de l'eau.

En fin de conférence – pour éviter le terme de conclusion –, je dois souligner qu'un certain pragmatisme oriente constamment l'opportunité de nos programmes de recherche et le fondement de nos expérimentations.

Malgré les difficultés liées au changement d'état permanent des milieux aquatiques soumis à l'influence des conditions naturelles et anthropiques, nous nous attachons à mettre à disposition des concepts, des modèles et des outils expérimentaux à différentes échelles. L'influence des facteurs naturels est intégrée à notre démarche sur l'effet des facteurs anthropiques.

Ayant bien conscience que les cours d'eau propagent vers le milieu marin l'ensemble des dysfonctionnements non résolus localement et qu'il existe des transferts vers les eaux souterraines, nous avons monté un certain nombre de programmes de recherche interorganismes, par exemple avec l'IFREMER et le BRGM.

Enfin, nous constatons que la législation est souvent en avance sur les données scientifiques et techniques, vraisemblablement parce que nous ne sommes pas assez efficaces. Ce retard se manifeste d'ailleurs au travers des difficultés qui se rencontrent bien souvent lors de l'établissement des réglementations, une fois la loi votée.

Yvette Bouvet

L'approche de l'équipement

Vous avez remarqué que le choix de notre présentation diffère un peu de celui de nos collègues puisque nous avons choisi de vous présenter d'abord les activités côté ministère de l'Agriculture – pour ne pas dire Cemagref – et d'autre part les activités de l'Équipement.

Il y a une raison à cela : dans le domaine des impacts, le Cemagref a vraiment plusieurs longueurs d'avance sur l'Équipement puisque c'est un organisme qui a travaillé depuis longtemps sur des modèles conceptuels dans le domaine du fonctionnement des écosystèmes et, de ce fait, l'aspect impacts était traité et a été théorisé.

Si bien qu'en ce qui concerne les recherches conduites à l'Équipement dans ce domaine nous utilisons très couramment les concepts et les données, les essais et les tests mis au point par le Cemagref, mais avec une spécificité qui est celle de l'Équipement. A savoir que les objets de recherche ne sont pas les mêmes, les finalités n'étant pas les mêmes puisque le domaine de compétence de l'Équipement n'est pas tout à fait le même que celui de l'Agriculture.

Je vais essayer de reprendre ce que vous a présenté mon collègue, sous trois volets :

- la caractérisation de la contrainte, c'est-à-dire quelles sont les activités qui font l'objet de recherches du côté Équipement ;
- l'état du milieu récepteur que les organismes de recherche de l'Équipement explorent ;
- j'illustrerai quelques études intégrées qui correspondent réellement à cette approche des impacts, à savoir modifications des milieux récepteurs par les activités humaines, donc modifications du fonctionnement normal. C'est la justification des trois volets ; elle est tout à fait logique et nous impose une recherche en amont sur les contraintes et les milieux récepteurs qui, parfois, déroutent les gens qui nous financent parce qu'ils se demandent pourquoi nous faisons ces recherches de base, alors qu'en tant qu'opérationnels sur le terrain ils veulent trouver des solutions à leurs problèmes concrets. Malheureusement, et c'est peut-être pour cela que nous sommes un peu en retard par rapport à la législation, nous devons prendre le temps d'effectuer des études préliminaires.

Je vous présente d'abord les *études préliminaires*. Concernant la caractérisation de la contrainte, elle se fait au sein des organismes de recherche de l'Équipement sur les deux volets quantitatif et qualitatif, les débits quantitatifs pour l'eau et la qualité des milieux, et s'adresse à différents types d'activités qui sont spécifiques de l'Équipement. Je parlerai donc des infrastructures routières, des zones urbaines qui sont quand même plus du domaine de l'Équipement que du domaine de l'Agriculture, même s'il y a un recouvrement très important actuellement.

Des organismes se positionnent assez fortement sur ces deux types de contraintes qui sont appliquées au milieu récepteur :

- le CERGRENE, sur les infrastructures transports et la caractérisation de ces effets,
- le LCPC, également sur ce créneau,
- l'ENTPE au travers du laboratoire des Sciences de l'environnement.

Ils s'attachent à définir quantitativement et qualitativement ce qui sort d'un réseau routier et des aménagements qui ont été construits autour, pour contrôler cette exportation d'eau et tout ce que cette eau transporte.

Dans les zones urbaines, c'est un peu le même champ d'activités pour les mêmes organismes, plus IFREMER qui se préoccupe beaucoup, en zones côtières, de la caractérisation des effluents urbains.

On recouvre très fortement les activités du Cemagref dans le domaine suivant : on se préoccupe également beaucoup de ce qui va sortir des ouvrages d'assainissement, les STEP essentiellement et initialement.

Avec une petite nuance et une petite originalité par rapport à l'Agriculture, c'est que, de plus en plus, nos laboratoires s'intéressent non plus seulement aux flux, qu'ils soient d'eaux ou de matières, mais également au rythme de sortie de ces flux injectés dans le milieu. La rythmicité et le type d'exploitation de ces systèmes d'assainissement commencent donc à être étudiés parce que l'on s'est rendu compte que, en ce qui concerne les impacts, les rythmes de fonctionnement allaient avoir une importance considérable.

Comme le Service de la navigation a des problèmes avec les industriels qui contestent les autorisations de rejets, on s'intéresse beaucoup aux rejets industriels pour essayer de les caractériser et voir comment on peut trouver des critères objectifs de fondement des autorisations de rejets.

Dans ce domaine de la caractérisation des rejets STEP et des rejets industriels, le LCPC, le LSE et l'ENTPE se positionnent assez fortement. L'IFREMER s'y ajoute pour les rejets industriels.

Une petite parenthèse pour quelque chose qui est à la limite de ce séminaire et qui concerne la caractérisation des sédiments, c'est-à-dire des matières déposées, des boues de stations d'épuration et des déchets. Pourquoi est-ce que je les place ici ? Parce que, à l'occasion de lessivages, à l'occasion de diverses actions de *l'eau du ciel*, on retrouve une mobilisation des éléments contenus dans ces substances qui vont être entraînées dans les milieux récepteurs que constituent les fleuves ou les eaux souterraines.

C'est donc très important actuellement, et on voit se faire un recouvrement très fort avec la caractérisation de ces éléments qui ne sont plus de l'eau mais qui, malgré tout, vont avoir une importance considérable sur la qualité des milieux récepteurs. On est donc bien obligé de les prendre en compte pour les impacts. Quand les boues de curage sont déposées sur la rive du fleuve, cela pose quelques petits problèmes pour la qualité des eaux !

Abordons maintenant les *états du milieu récepteur*. Que fait l'Équipement dans ce domaine qui pourrait constituer une recherche plus fondamentale – mais il n'en est rien parce que, en fait, la caractérisation que l'on va faire de l'état du milieu récepteur est toujours fonction du degré d'anthropisation que ces milieux vont subir, à savoir quels aménagements vont être effectués – et en quoi l'Équipement intervient sur ces milieux ? La sélection de ces milieux est donc faite en fonction des missions de l'Équipement.

Un certain nombre d'organismes se retrouvent en permanence sur ces thèmes : le CERGRENE, l'IFREMER, le LCPC et le LSE. Nous nous retrouvons tous confrontés à des problèmes de bilan de matières, avec lessivage de la matière et flux de matières, qui vont nous amener à nous préoccuper du degré d'eutrophisation. Le problème se pose en particulier dans la gestion des réservoirs liés aux aménagements que sont les barrages, ainsi que pour tout milieu qui reçoit des effluents. Des volers de recherche se développent sur ce problème de l'eutrophisation.



▲
Réseau routier et évacuation de l'eau (C.Cédra, Cemagref).

Quand je parlais de bilan de matières, il ne s'agissait pas seulement de matières responsables de l'eutrophisation, mais aussi du bilan de micropolluants qui posent de plus en plus de problèmes ; par exemple, des polluants du type hydrocarbures qui préoccupent évidemment beaucoup le ministère de l'Équipement dans la mesure où les transports sont très concernés par cet aspect des choses.

La métrologie est quelque chose qui nous préoccupe beaucoup pour la caractérisation des milieux récepteurs, des contraintes aussi. C'est un aspect qui intéresse le LROP et le LCPC parce que la qualité de la mesure et la fiabilité de la mesure sont le garant de la fiabilité de nos productions scientifiques. Si l'on veut être pris au sérieux, il faut que la métrologie soit performante.

On a des structures au sein de l'Équipement qui se préoccupent de cet aspect, mais en posant des problèmes par rapport à l'analyse de l'état des milieux récepteurs. C'est-à-dire que l'on ne se contente pas de tremper une électrode ou de mettre des organismes-tests dans un milieu. On se pose la question de savoir quelles informations on veut recueillir, et on élabore les méthodologies de mesures par rapport à cet objectif. C'est dans cet esprit qu'il faut concevoir la métrologie au niveau de la recherche.

Tout un axe de recherches est développé par le STCPMVN sur le transport et la sédimentation, donc sur la modélisation de cette sédimentation et du transport de matières parce que, dans le domaine de la qualification des milieux récepteurs, c'est quelque chose de très important, en particulier dans les zones estuariennes. On disait tout à l'heure *du nuage à la mer*. On se préoccupe beaucoup de ce qui est transporté par l'intermédiaire des milieux fluviaux jusqu'à la mer puisque la pollution de la mer dépend beaucoup de ce qui se passe sur les bassins versants fluviaux. Le travail fait au STCPMVN est très important, avec une modélisation numérique très poussée et qui est appelée à être utilisée de manière plus large par les gens qui ont à évaluer l'état des milieux récepteurs.

Un dernier point sur l'état des milieux récepteurs. Je mentionne quelque chose qui vous paraîtra peut-être à la limite du thème d'aujourd'hui mais devrait se développer dans les années à venir : tout ce qui concerne la caractérisation du fonctionnement hydraulique et du fonctionnement biologique de la zone non saturée qui est traversée par des flux.

Tout ce qui est précipitation ne ruisselle pas toujours sur des surfaces imperméabilisées, cela peut s'infiltrer, et on utilise aussi cette capacité d'infiltration dans les techniques alternatives et sur les champs d'infiltration pour contrôler les eaux pluviales. Cela va nous permettre de savoir si ce type de milieu est capable de protéger les eaux souterraines, qui représentent quand même 50 % de la ressource en eau potable en France. C'est une chose que l'on ne peut pas négliger. Le CSTB et le LSE travaillent actuellement en relation sur la mise au point de ces techniques alternatives de filtration des eaux de ruissellement.

Ma conclusion concerne l'approche des impacts. L'Équipement s'intéresse bien évidemment à tout ce qui est la gestion fluviale. Il est clair qu'au travers des aménagements se posent le problème de la gestion de ces aménagements et également la gestion non pas seulement qualitative

mais aussi quantitative avec les risques d'inondation. Le CERGRENE travaille sur cet aspect des choses.

Des études intégrées essaient également de caractériser les effets des rejets des infrastructures routières sur les milieux récepteurs, et une collaboration s'instaure par une superposition de thèmes de recherches entre le Cemagref et l'Équipement, au travers d'IFREMER, au travers du LCPC, du LROP et du LSE.

Un autre domaine : l'impact des rejets des effluents industriels. L'approche est encore plus complexe que les études habituelles d'impact : savoir comment l'aménagement des fleuves par les barrages, et la gestion de ces barrages en terme d'éclusées, c'est-à-dire la modification du rythme d'écoulement, va modifier la prise en compte par ce milieu fluvial des rejets, qu'ils soient industriels, urbains ou diffus.

On s'est rendu compte que les travaux faits actuellement prenaient en compte un tronçon de rivière et le considéraient comme un milieu naturel qui recevait un effluent, et on ne se préoccupait absolument pas de ces rythmes croisés et de ces modes de gestion. On commence à développer ce type d'approche à l'ENTPE. L'IFREMER travaille évidemment sur l'impact des rejets en mer, par exemple sur l'exploitation en conchyliculture, et également dans les pêcheries maritimes.