



eau  
seine  
NORMANDIE



Livre de bord  
enseignement  
agricole



Classe d'eau

ENSEMBLE  
DONNONS  
VIE à L'eau

Agence de l'eau



# SOMMAIRE GENERAL

## Edito

p.1

## Introduction

p.5

## Partie A

. Conception et montage  
d'une classe d'eau

p.7

## Partie B

. Données pour le développement  
d'une problématique

p.16

## Partie C

. Volet pédagogique des classes d'eau

1. Exemples de programmes

p. 141

2. Analyse de l'évolution d'une classe d'eau

p. 151

3. Exemples de fiches actions

p. 161

## Bibliographie

p.194

## Direction générale de l'enseignement et de la recherche

Le présent livre de bord des classes d'eau de l'enseignement agricole est le résultat d'un partenariat entre l'Agence de l'eau Seine-Normandie et la Direction générale de l'enseignement et de la recherche. Oeuvre collective, sa rédaction a mobilisé pendant plusieurs mois le système national d'appui de l'enseignement agricole : les membres du réseau "éducation au développement durable", les membres du réseau "gestion et protection de l'eau", les chargés de mission de la Bergerie Nationale et du site de Beg Meil d'Agrocampus Ouest.

Le partage de l'eau est un défi majeur pour l'agriculture dans le monde et la protection de la qualité de l'eau est une exigence pour la santé et l'environnement. Ces enjeux globaux nécessitent des réponses locales, soutenues par l'Etat et les collectivités territoriales. Ils reposent aussi sur le comportement des citoyens et des professionnels que nous formons. A cet égard, le ministère s'est donné un objectif, "Terre 2020", pour transformer le modèle agricole. Les moyens de cette politique sont fournis par plusieurs plans d'actions : développement de l'agriculture biologique, Ecophyto 2018, développement de l'agriculture durable, démarche de certification à la haute valeur environnementale des exploitations. La mise en oeuvre de ces objectifs est confortée par les mesures issues des travaux des Assises de l'enseignement agricole publique de l'automne 2009. Celles-ci ont en effet permis d'inscrire le développement durable et l'innovation au coeur des métiers de l'enseignement agricole.

Les interactions entre l'eau, le sol, les pratiques agricoles et le milieu naturel sont éminemment complexes. Ce livre de bord apporte des éclairages et de nombreuses références qui permettent de mieux appréhender le fonctionnement des milieux aquatiques, les enjeux liés à l'agriculture et enfin les démarches concertées de gestion de l'eau au niveau du bassin versant. Au delà de ces aspects scientifiques et techniques, il donne aux équipes pédagogiques les méthodes et les outils pour animer une classe d'eau. L'expérience des classes d'eau, déjà réalisées dans l'enseignement agricole avec le soutien financier et technique de l'Agence de l'eau Seine-Normandie, est analysée et capitalisée pour guider les enseignants et formateurs dans l'organisation et l'animation d'une semaine de découverte interdisciplinaire des enjeux de l'eau sur leur territoire.

.../...

Les classes d'eau s'adressent à toutes les filières et à tous les niveaux de formation de l'enseignement agricole. Qu'il s'agisse d'éducation à la citoyenneté ou d'apprentissage des pratiques professionnelles respectueuses des milieux aquatiques, elles peuvent s'appuyer sur les exploitations agricoles et les ateliers technologiques des établissements. Les conclusions du Grenelle de l'environnement ont souligné l'importance fondamentale de l'éducation pour la prise de conscience des enjeux du développement durable, de la formation pour la mise en oeuvre de nouvelles pratiques professionnelles respectueuses de l'environnement. De longue date, l'enseignement agricole expérimente une pédagogie qui permet le passage des savoirs aux compétences, le passage de l'analytique au systémique en s'appuyant sur des situations réelles. Les classes d'eau sont un dispositif didactique qui s'inscrit pleinement dans cette démarche et devrait donc trouver toute sa place dans les itinéraires pédagogiques de nos établissements.

**Marion Zalay**

**Directrice générale de l'enseignement et de la recherche**

## Agence de l'eau Seine-Normandie

L'Agence de l'eau Seine-Normandie, établissement public de l'Etat, est un partenaire privilégié de l'enseignement agricole. Cette collaboration, formalisée au salon de l'agriculture le 26 février 2008 par la signature d'un accord cadre de coopération avec le ministère de l'agriculture, se concrétise aujourd'hui par la parution de ce livre de bord type, qui a fonction de support pour les équipes enseignantes réalisant une classe d'eau.

Depuis 1987, le dispositif des classes d'eau est proposé par l'agence afin de mobiliser les citoyens et les professionnels. Chacun est invité à ajuster ses pratiques pour viser le bon état des milieux aquatiques. Au même titre que les autres acteurs économiques du bassin, les professionnels agricoles sont concernés par cet effort collectif. En effet, les enjeux relatifs à la qualité des milieux aquatiques sur le bassin Seine-Normandie sont fortement dépendants de l'agriculture pour ce qui concerne principalement les pollutions diffuses, la disparition progressive des zones humides, l'érosion des terres et la morphologie des cours d'eau. A ce titre, il semble indispensable que les classes d'eau soient systématiquement le vecteur d'un certain nombre de messages forts portés par l'agence de l'eau.

1. La qualité chimique des eaux du bassin, notamment souterraines, se dégrade globalement depuis des décennies, particulièrement du point de vue des nitrates et des pesticides, rendant parfois difficile voire impossible l'utilisation pour l'alimentation en eau potable. Il est avéré qu'une grande majorité de ces polluants provient de l'agriculture. Les élèves de l'enseignement agricole doivent prendre conscience de la nécessité d'utiliser parcimonieusement les engrais et les phytosanitaires, notamment dans les aires d'alimentation des captages d'eau potable où il est même parfois recommandé de supprimer totalement l'usage des phytosanitaires.

2. Des zones humides du bassin, reconnues comme pourvoyeuses de biodiversité et utiles au traitement naturel des eaux ont disparues et restent menacées par les actions anthropiques, notamment agricoles. Les futurs agriculteurs et acteurs du monde rural doivent prendre conscience de la nécessité de préserver ces zones en adaptant leurs pratiques.

.../...

3. Les rivières, ainsi que les nappes dans les zones karstiques, reçoivent, du fait de l'érosion des sols, une pollution tellurique dommageable à la biodiversité et à la qualité de l'eau. Les futurs agriculteurs doivent prendre conscience de la nécessité, pour maintenir leur terre en place, de préserver la vie microbologique des sols, d'utiliser des haies, des arbustes, des arbres, de minimiser le labour et les façons culturales et enfin de conduire les travaux perpendiculairement à la ligne de pente autant que possible.

4. Le bon état écologique des cours d'eau dépend fortement de leur morphologie : état des berges, méandres, ombrage, espaces de liberté, diversification... Comme les autres riverains propriétaires ou locataires, les agriculteurs ont des droits et des devoirs, et notamment de veiller à maintenir ou à restaurer des conditions favorables à la faune et à la flore locales de la rivière par la mise en place d'une ripisylve, la protection des berges, etc.

5. De manière plus générale, l'enjeu de la qualité des milieux aquatiques s'insère dans celui, plus global, du développement durable, qui suppose un environnement vivant, capable de se régénérer. La santé des agriculteurs, des voisins et des consommateurs est également en jeu dans l'usage intensif des intrants. Les élèves de l'enseignement agricole doivent donc prendre conscience de la nécessité de travailler avec la nature et non pas en dépit de la nature, en utilisant les services rendus par la biodiversité, par l'action des insectes auxiliaires, par la pollinisation, par le compartiment bactérien des sols, essentiel à la fabrication de l'humus, par le rôle des arbres, par la structure du sol qui permet de maintenir son humidité. Il s'agit d'enrichir les pratiques agronomiques grâce aux fonctionnalités des écosystèmes.

Il est clair que ces objectifs ambitieux ne seront atteints qu'avec la participation pleine et entière du monde agricole. Je souhaite que ce livre de bord constitue un appui efficace pour l'apprentissage des nouvelles pratiques.

**Guy Fradin**  
Directeur de l'Agence de l'eau Seine-Normandie

# Livre de bord type de l'enseignement agricole

Cet ouvrage est destiné aux enseignants des différentes classes et sections de l'enseignement agricole, en support à la préparation de la classe d'eau qu'ils organisent. Il a été réalisé par des enseignants, des professionnels de l'eau et du ministère de l'agriculture avec l'appui de l'inspection générale de l'enseignement agricole.

Ce livre de bord type doit permettre à chaque équipe pédagogique de construire son propre livre de bord, élément de référence pour sa classe d'eau, de sa conception à son évaluation. Il s'agit d'adapter les données fournies en les complétant par rapport aux objectifs pédagogiques visés et aux contextes locaux, dans le respect des valeurs et des objectifs pédagogiques de l'Agence de l'Eau Seine Normandie.

## Mais d'abord, en résumé : qu'est ce qu'une classe d'eau ?

Il s'agit pour une équipe pédagogique de consacrer une semaine à l'étude de l'eau et des milieux aquatiques, en respectant une pédagogie active. Ce temps fort permet de sensibiliser à la protection et la gestion de l'eau et de responsabiliser à la participation citoyenne.

Sur une durée de cinq jours, les élèves suivent des interventions d'acteurs de l'eau, réalisent des visites sur le terrain et participent à des ateliers interdisciplinaires et collectifs.

A l'issue de cette action, une production finale doit être élaborée et une séance de clôture être organisée.

Dans ce cadre, ce livre de bord est un document de référence pour les organisateurs.

## Les valeurs portées par l'Enseignement Agricole (EA), et contexte de l'Education au Développement Durable dans l'Enseignement Agricole

L'enseignement agricole a pour but d'assurer une formation générale, mais aussi technologique et / ou professionnelle dans les métiers de l'agriculture, de la forêt, de l'aquaculture, de la transformation et de la commercialisation des produits agricoles, mais aussi dans les domaines de l'aménagement de l'espace, de la gestion de l'eau et de l'environnement et des services aux personnes.

Pour atteindre ces objectifs, l'enseignement agricole s'est fixé plusieurs missions :

- Assurer la formation initiale et continue des apprenants.
- Participer à l'animation et au développement du milieu rural.
- Contribuer à l'insertion sociale et professionnelle des jeunes et des adultes.
- Contribuer au développement, à l'expérimentation et à la recherche appliquée.
- Participer à des actions de coopération internationale.

L'enseignement agricole ne se limite pas à un face à face élève / enseignant, et à un échange ou une transmission de connaissances : d'autres missions sont à remplir pour permettre aux apprenants d'acquérir leurs savoirs, savoir faire et savoir être.

Une classe d'eau permet de remplir plusieurs de ces missions. En particulier :

- La formation initiale et continue des apprenants par l'acquisition de savoir et de savoir faire ;
- L'insertion professionnelle par la découverte de nouveaux métiers et missions, mais aussi grâce à la rencontre d'acteurs qui peuvent devenir ensuite maîtres de stage ;
- L'animation du milieu rural dès lors qu'une action de faire savoir se met en œuvre ;
- Une délocalisation et des échanges peuvent également s'envisager dans le cadre de coopération internationale.



# Conception et montage d'une classe d'eau

Le thème de l'eau est un thème transversal qui permet à toutes les disciplines d'être impliquées dans le projet.

## 1. Principes des classes d'eau

### 1.1. Finalités

- Développer des engagements citoyens (implication dans les débats de la cité)
- Acquérir des gestes professionnels issus de la pratique des acteurs impliqués par rapport à l'eau et les milieux aquatiques

### 1.2. Objectifs opérationnels

- Connaître les acteurs de l'eau et leurs responsabilités, en particulier concernant l'activité agricole en rapport avec l'eau.
- Aborder la question des impacts des pratiques agricoles sur l'eau et des possibilités de réduction de ceux-ci.
- Donner des repères à chacun, pour adapter son comportement, à la fois professionnel et citoyen.

Les acteurs de l'eau sont des institutionnels, professionnels, associatifs et domestiques (citoyens) : ce sont les «habitants territoriaux».

### Apprentissage de la gestion de l'eau

Les acteurs interviennent dans la gestion de l'eau pour répondre aux 5 usages nécessaires aux activités humaines :

- L'eau domestique, pour boire, se laver, arroser les jardins, laver les rues...
- L'agriculture, pour les cultures et l'élevage.
- L'industrie, pour fabriquer des produits.
- Les transports, pour la batellerie, le fret et la navigation.
- Les loisirs, pour se baigner, glisser, pêcher, rêver devant une rivière...

Tous ces usages doivent s'harmoniser avec la nécessité du maintien de la vie aquatique et du fonctionnement des écosystèmes.



Afin que l'ensemble des cinq usages de l'eau soient soit satisfaits, cinq fonctions doivent être mises en place :

- Maîtrise d'ouvrage (collectivité locale à l'échelle des communes).
- Maîtrise d'œuvre (bureau d'étude pour la conception des ouvrages).
- Règlementation (Etat).
- Financement (collectivités locales et agences de l'eau).
- Programmation (SDAGE par exemple).

### 1. 3. Moyens mis en œuvre

Une classe d'eau doit proposer une pédagogie active centrée sur des problématiques définies sur le territoire considéré.

Une problématique correspond à un thème traité sous forme de question.

Afin de vous aider dans ce travail, les ressources peuvent être :

- Les travaux de Bernadette Fleury du CEMPAMA, sous les conseils de l'inspection "Mettre en œuvre le module d'EATC – Ecologie, Agronomie, Territoire et Citoyenneté en classe de seconde" livret méthodologique – Educagri éditions.

Construire un projet pédagogique : pages 25 à 31 - La démarche du projet : pages 31 à 32 -

L'approche problématisée : pages 32 à 36.

- La pédagogie de projet : « Education à l'environnement par la pédagogie de projet » par le réseau Ecole et Nature, édition L'Harmattan (1996).

### 1. 4. Méthodologie

Pour être validée par l'agence de l'eau Seine-Normandie, la classe d'eau doit se dérouler sur un territoire proche de l'établissement et ne peut être une classe d'eau transplantée dans sa totalité.

Elle s'appuiera obligatoirement sur :

- Des rencontres avec des acteurs de l'eau ;
- Des visites de terrain ;
- Des travaux de groupe interdisciplinaires avec une restitution collective.

Il faudra prévoir un livre de bord dans lequel chaque élève consignera tous les jours son expérience.

La classe d'eau permet d'aboutir à la création d'une production collective comme par exemple une exposition, une maquette, des poèmes, un rapport d'étude...

La construction du problème et sa résolution peuvent permettre de construire des outils opérationnels mobilisables dans d'autres situations ou sur d'autres thématiques.

**Voir démarche pédagogique partie C**



## 2. Déclinaison du thème de l'eau selon les secteurs d'enseignement et les classes

Tous les secteurs d'enseignement sont concernés et la classe d'eau n'est pas réservée aux filières générales. La classe d'eau pour les futurs professionnels est l'occasion de prendre conscience de l'impact de leurs pratiques sur les masses d'eau.

### Les niveaux et les secteurs de l'Enseignement Agricole

#### NIVEAUX

4<sup>è</sup> et 3<sup>è</sup> - CAP - BEP - Seconde générale (et technologique) - 1<sup>ère</sup> et terminales Scientifique, Bac Professionnel, Bac Technologique - BTS : 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année - Licence professionnelle.

#### SECTEURS

##### Secteur Production

- Agriculture (productions animales, productions végétales, conduite de systèmes d'exploitation, développement de l'agriculture des régions chaudes).
- Technologies végétales (systèmes de culture, amélioration des plantes, protection des cultures).
- Agroéquipement, maintenance des matériels, génie des équipements.
- Productions horticoles (pépinières, productions florales, légumières, fruitières).
- Vignes et Vin (viticulture, œnologie).
- Productions Aquacoles (marine et d'eau douce).
- Formations Hippiques (soigneur, maréchal ferrant, production du cheval).
- Animalerie (animalier de laboratoire, conduite d'élevage félin et canin).

##### Secteur Transformation

- Laboratoire contrôle qualité, analyses biotechnologiques.
- Industrie alimentaire, industries des viandes, du lait.
- Bio-industries de transformation.

##### Secteur Aménagement

- Forêt (travaux forestiers, conduites de chantier, sylviculture, gestion forestière).
- Eau (traitement des eaux, gestion et maîtrise des eaux : services des eaux et assainissement, projets d'aménagements hydrauliques urbains et agricoles, maîtrise de l'eau en agriculture et aménagement).
- Gestion Protection de la Nature (gestion de la faune sauvage, animation nature, gestion des espaces naturels).
- Aménagement Paysager (travaux paysagers, aménagement paysager).
- Aménagement et valorisation des espaces naturels et ruraux.

##### Secteur Services

- Commerce (fleuriste, vente d'animaux de compagnie, vente de produits horticoles et jardinage, vente de produits frais, vente de produits alimentaires).
- Technico-commercial (agrofouritures, boissons, aliments, forêt, végétaux d'ornement).
- Services en Milieu Rural (secrétariat accueil, services aux personnes, services en espace rural).



### 3. Comment monter votre classe d'eau ?

#### 3. 1. Mobiliser l'équipe pédagogique, s'assurer du soutien de l'équipe de direction et choisir la période de réalisation

**Trouver un coordinateur pour initier le projet de classe d'eau et mobiliser l'animateur du réseau eau de l'enseignement agricole.**

Envisager une classe d'eau nécessite d'en discuter lors des réunions de fin d'année afin de :

- la faire figurer au projet d'établissement,
- trouver un coordinateur du projet.

L'organisation d'une classe d'eau nécessite un coordinateur : sans que tout repose sur lui, il remplit un rôle important pour assurer la mise en œuvre de la classe d'eau. C'est souvent lui qui :

- propose la mise en place d'une classe d'eau,
- centralise les souhaits des membres de l'équipe en termes de contenus,
- vérifie l'adéquation des souhaits avec le cahier des charges de l'Agence de l'eau,
- propose un programme et construit l'emploi du temps avec les visites, la réservation du car...
- répartit l'organisation et la prise de contacts,
- sert de référent pour les échanges d'informations et mobilise régulièrement l'équipe,
- est souvent responsable du projet auprès de la hiérarchie.

**Importance du travail en équipe**

Une telle semaine ne peut pas reposer sur une seule personne. Son bon fonctionnement nécessite l'implication de l'équipe pédagogique pour :

- le choix des thèmes en fonction de leur pertinence,
- la mise en œuvre des sorties et interventions,
- la rédaction et la correction des comptes rendus,
- l'élaboration du livre de bord.

**Valider la classe d'eau par l'Agence de l'eau**

Il est important de prendre contact, dès l'amont du projet, avec la direction territoriale de l'Agence de l'eau correspondant à votre secteur géographique. Selon les sous-bassins hydrographiques, la date de remise du dossier est différente.

**Construire l'emploi du temps de la semaine**

Créer un emploi du temps spécifique à la semaine de classe d'eau nécessite de comptabiliser les horaires disciplinaires en tenant compte des disponibilités de chacun.

Choisir les dates de la classe d'eau :

- en début d'année, elle peut servir de fil conducteur de l'année,
- en fin d'année, elle constitue un bilan et anticipe le travail à venir dans les classes suivantes.

Le choix de la date est toujours délicat : une région froide et humide bloquera la période mi novembre - mi mars. Deux solutions sont alors envisageables : réaliser la semaine après cette mauvaise période, pour appréhender sur le terrain ce qui a été étudié au cours de l'année de façon un peu plus théorique, ou avant ce qui permet d'utiliser les données pratiques comme illustration des cours. Les deux approches sont tout aussi intéressantes.

## 3. 2. Déterminer les objectifs de la classe d'eau

### 3.2.1. Acquisition de savoir et savoir faire disciplinaires et interdisciplinaires (référentiels de formation)

Les élèves sont demandeurs d'approches de terrain. Leur permettre de participer à une classe d'eau, c'est leur donner l'occasion d'aborder autrement des parties de référentiels.

Exemples de parties de référentiels pouvant être traitées en classe d'eau :

- En BEPA Entretien et Aménagement des Espaces Naturels et Ruraux, la classe d'eau peut être le support du module P 1, bases scientifiques et techniques nécessaires à l'entretien et à l'aménagement des espaces naturels et ruraux.
- En seconde générale semaine d'intégration pour appréhender l'EATC.
- En baccalauréat technologique STAV – Sciences et Technologies de l'Agronomie et du Vivant, la classe d'eau support pour le stage Territoire – Développement – Ressources - Produit, et/ou pour les visites d'entreprises dans le cadre des Espaces d'Initiative Locale, pour les enseignements de différentes matières.

La plupart des sorties ou interventions sont encadrées par au moins deux enseignants, Aménagement, Biologie – Ecologie, Agronomie, géographie, mais la liste n'est pas limitative.

Des séances de pluridisciplinarité peuvent être réalisées avec la classe d'eau comme support :

- TIM et Géographie pour la cartographie du réseau hydrique.
- TIM et Agronomie pour la mise en œuvre du livre de bord.

D'autres séances découleront de cette semaine, Biologie et Agronomie sur les aspects gestion conservatoire et zone Natura 2000, et en terminale Philosophie et Biologie sur la ressource en eau par exemple pour le cycle STAV.

Une telle semaine montre que les contenus des programmes ne sont pas seulement des connaissances à ensiler dans des disciplines diverses et variées, chaque discipline apporte un éclairage particulier au regard du problème posé.

Remarque : Les classes d'eau peuvent être aussi mises en place dans les nouveaux diplômes construits dans le cadre de la rénovation de la voie professionnelle. La nouvelle écriture des référentiels et la part d'autonomie laissée aux établissements à travers en particulier les EIE ou le stage collectif éducation à la santé et au développement durable peut permettre la construction de projets sur cette thématique.

### 3.2.2. Savoir-être, compétences transversales : dimension éducative à définir par l'équipe

La classe d'eau est un très bon moyen de connecter l'enseignement et la réalité sociale et professionnelle. Elle donne du sens aux savoirs acquis à l'école.

Elle contribue à développer des comportements citoyens, à favoriser le travail en équipe, à faire exprimer la créativité, à souder la classe, etc...

L'enseignement agricole forme à de nombreux métiers. Ceux-ci ont un point commun : ils sont en relation avec le vivant. L'importance de l'éducation à l'environnement semble alors évidente pour nos apprenants : il est fort important de leur expliquer ce qui compose leur environnement, de leur permettre de le découvrir pour pouvoir se l'approprier. Mais il faut aussi leur montrer

<sup>1</sup> Circulaire n° 2007 – 2015 du 12 septembre 2007, rappelant le Rapport Brundtland.

que tout ce qui les entoure, avec lequel ils devront construire leur projet professionnel, est sensible voire fragile. Il est important de répondre au besoin du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs<sup>1</sup>.

C'est donc tout naturellement que l'Education au Développement Durable – EDD, trouve sa place de façon transversale dans les programmes de l'enseignement agricole avec ses 3 volets économique, social et environnemental (schéma de Passet). La gestion de l'eau est le dénominateur commun d'une classe d'eau. Si ce point n'apparaît pas dans le projet, ce dernier n'est pas recevable par l'agence de l'eau.

Une telle semaine est riche d'enseignements qui peuvent être réinvestis dans différentes disciplines :

- Biologie – écologie : écosystème rivière, cycle de l'eau, gestion conservatoire des milieux sensibles, assainissement.
- Agronomie : impact des pratiques agricoles sur la rivière et les eaux souterraines, limitation des pollutions.
- Aménagement : étude des systèmes hydrauliques, gestion forestière.
- Géographie : approche concrète du territoire.
- Education socio culturelle : les responsabilités exercées dans le domaine de l'eau, tourisme autour de l'eau et de la pêche, le patrimoine autour de l'eau (moulin...).
- Français : l'eau dans la littérature et rédactions de fiches pour le livre de bord.
- Philosophie : le mythe de l'eau.
- Technique de l'Information et du Multimédia, TIM : mise en forme du livre de bord en utilisant le traitement de texte et le tableur grapheur, illustration avec des photos, réalisation de diaporamas.
- Technique Documentaire : recherche d'information et autres compléments.

La gestion de l'eau est quant à elle abordée en BTSA gestion et maîtrise de l'eau, en STAV, en aménagement.

### 3. 3. Repérer les enjeux territoriaux et conflits d'usage liés à l'eau et aux acteurs locaux et définir le thème et la problématique

L'équipe pédagogique doit au préalable repérer les enjeux territoriaux en s'appuyant par exemple sur des articles, de journaux de la recherche, des rencontres d'acteurs ou leur expérience personnelle pour faire émerger un problème à traiter.

Des entretiens avec des élus et des acteurs locaux sont incontournables pour l'ancrage territorial et pour mettre en évidence les conflits d'usages éventuels. Les animateurs de bassin sont des personnes ressources particulièrement bien informés sur les enjeux locaux

Le site [www.gesteau.eaufrance.fr](http://www.gesteau.eaufrance.fr) recense les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), les contrats de milieu (rivière, baie...).

Il peut être utile de soumettre pour avis le thème et la problématique choisie à la direction territoriale de l'agence de l'eau et à l'animateur du réseau eau de l'enseignement agricole.

Exemple du cas STAV : il doit s'appuyer sur le territoire pour y trouver les exemples nécessaires à l'illustration des différentes disciplines.



Ceci est particulièrement vrai pour :

- les Espaces d'Initiatives Locaux, EIL,
- le stage Territoire - Développement - Ressources - Produit.

Pour appréhender au mieux le territoire, il faut en déterminer les enjeux. Rare sont les territoires pour lesquels l'eau ne constitue pas un enjeu important voire majeur.

Cette démarche peut être élargie aux autres formations agricoles.

#### Quelques pistes :

Classe d'eau centrée sur un territoire :

- Lister les problématiques locales en essayant si possible d'aborder les problématiques majeures au niveau bassin et national : pollutions diffuses par les nitrates et les pesticides, érosion, drainage...
- Lister tous les acteurs locaux susceptibles d'être rencontrés, contactés.
- Les conflits d'usage à l'échelle spatiale et temporelle et selon différents points de vue.

Prendre en compte la notion d'échelle :

- Par exemple les zones humides sont à replacer dans le bassin versant, afin de montrer les interrelations.
- Dégager les notions d'échelles spatiales et temporelles.

Reconstruire globalement le système :

- Mettre en évidence la globalité du problème.
- Etablir les relations, sans pour autant travailler sur tout le bassin versant.

Utiliser la grille d'évaluation de l'impact des pratiques agricoles sur les milieux aquatiques élaborée à partir des indicateurs IDEA (indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles du Ministère de l'agriculture, consultables sur [chlorofil.fr](http://chlorofil.fr)).

### 3.4. Repérer les partenaires potentiels du territoire

Il est particulièrement important de contacter les élus et les acteurs locaux (administrations, techniciens de rivières, de stations d'épuration...) afin de comprendre les responsabilités exercées dans le domaine de l'eau.

Attention à prendre garde à ne pas viser l'exhaustivité, à choisir des intervenants pertinents et à prévoir des interventions d'une durée maximale d'1h30.

Vous pouvez utiliser en complément le jeu de rôle des acteurs de l'eau « POLU PALO » de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie.

### 3.5. Choisir et planifier les activités

La semaine est traditionnellement découpée en demi-journées. Conformément au cahier des charges des classes d'eau, il faut veiller à équilibrer l'approche plutôt théorique en classe avec les interventions et l'approche plus pratique sur le terrain.





Les activités doivent permettre de reconstruire le problème avec les élèves et d'y apporter des éléments de réponse ; on peut facilement alterner travaux de groupe, apports théoriques (cours et interventions), visite de terrain...

Au cours de la classe d'eau, des temps de formalisation sont nécessaires pour mettre à plat les connaissances acquises et identifier le problème à traiter. Par exemple, une demi-journée au milieu de la semaine et une demi-journée en fin.

Suite à l'analyse des classes d'eau expérimentées dans l'enseignement agricole, il est suggéré de prévoir par exemple :

- 3 à 4 demi-journées de visites et rencontres d'acteurs,
- 2 à 3 demi-journées consacrées à la remobilisation des acquis préalables, à la formalisation du problème et à la construction de nouveaux savoirs,
- une demi-journée de préparation de la production collective,
- une demi-journée de restitution collective et de clôture de la semaine.

Ce travail de restitution, réalisé par groupe (de deux ou plus), peut se décliner de différentes manières :

- Exposition pour une journée porte ouverte, rencontre parents professeurs, semaine de la science, semaines régionales de l'environnement...
- Présentation sous forme de power point à différents publics : parents, autres classes de l'établissement, autres classes d'un autre établissement...
- Articles dans la presse locale.

Dans tous les cas, il convient de souligner l'importance de ce travail de restitution. Il peut s'agir simplement du livre de bord « élève » complété par le travail de formalisation et des apprentissages acquis tout au long de la semaine. Mais un travail plus élaboré peut être envisagé.

Au cours d'une cérémonie de clôture, les diplômes de participation seront remis aux participants (disponibles auprès de l'agence de l'eau).

### 3. 6. Budget et financement

L'aide financière d'une classe d'eau, émanant de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, s'élève à une somme forfaitaire de 600 euros (IXème programme d'interventions 2007-2012).

L'obtention de cette subvention se fait par l'intermédiaire d'un dossier simple à remplir. Ce formulaire s'obtient auprès de la direction territoriale de l'agence dont dépend l'établissement ou sur le site de l'agence ([www.eau-seine-normandie.fr](http://www.eau-seine-normandie.fr) rubrique Enseignant/Classe d'eau/Mode d'emploi/Trouver les moyens). La liste de ces directions figure en dernière page du présent livre de bord ou sur le site de l'agence (Qui contacter ?). Il convient de contacter la personne ressource pour obtenir les détails pratiques qui peuvent varier d'un secteur à l'autre.

D'autres partenaires peuvent être sollicités, comme le Conseil Régional, le Conseil Général, la Mairie, ou toute autre source de financement.

## 4. Comment créer votre livre de bord de votre classe d'eau, à partir de ce livre de bord type ?

Le livre de bord type que vous avez entre les mains est le manuel de l'enseignant qui va vous permettre de constituer votre propre livre de bord pour chaque élève.

Ce livre de bord doit être remis dès le premier jour de la classe d'eau à chaque participant. Il contient :

- le programme de la classe d'eau
- des fiches ou bibliographies de culture générale (voir partie B)
- les fiches activités

Il est élaboré par l'équipe pédagogique à partir de du livre de bord type, des documents élaborés par l'équipe, les intervenants, les partenaires et les élèves (comptes-rendus de visites ou d'interviews par exemple).

Le livre de bord de l'élève est complété au fur et à mesure de la semaine. Il contiendra donc les apports scientifiques, théoriques et pratiques reçus tout au long de la semaine. Il est commun à toute la classe et personnalisé au fur et à mesure par chaque élève.

Pour le compléter, chaque groupe peut prendre en charge un thème abordé pour le présenter, l'expliquer et l'illustrer afin de constituer un document diffusable.

Les photos prises pendant la semaine sont également un support de travail.



## 5. Communication, capitalisation, bilan

Le choix de la date est un élément important. Son positionnement lors d'événements médiatisés (journée mondiale de l'eau...) peut permettre de faciliter la communication et de trouver des sources de financement complémentaires.



Au cours de la cérémonie de clôture il faut prévoir d'inviter la direction de l'établissement, les enseignants, les personnels de l'exploitation, les intervenants, les élus, la presse, les financeurs, l'animateur du réseau eau, les parents d'élèves. Les diplômes seront remis à chacun des participants.



# Données pour le développement d'une problématique

<b>1. L'eau liquide est un bien précieux et inégalement réparti qui façonne le monde</b>	<b>p.20</b>
1.1 - L'eau liquide est un privilège de la planète Terre	p. 20
1.2 - Les propriétés étonnantes de l'eau sont indispensables à la vie	p. 20
1.3 - La répartition géographique de l'eau n'est pas uniforme et le changement climatique va aggraver les difficultés des régions sèches	p. 21
1.4 - Le cycle de l'eau a un rôle majeur sur la formation du climat et des paysages	p. 22
1.5 - L'eau est à l'origine de la vie et des sols	p. 24
1.6 - L'occupation des sols affecte le cycle de l'eau	p.25
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La déforestation des zones tropicales réduit les précipitations</li> <li>• L'imperméabilisation aggrave les inondations</li> </ul>	
<b>2. La préservation de l'eau doit être envisagée sous trois aspects : morphologie, quantité et qualité</b>	<b>p. 27</b>
2.1 - Les services écologiques rendus par la rivière sont étroitement liés au bon état de son lit et de ses berges	p. 27
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Morphologie et dynamique de la rivière conditionnent son bon état écologique</li> <li>• La rivière est une mosaïque d'habitats qui lui donnent sa fonctionnalité écologique</li> <li>• Berges et ripisylve sont des zones d'échanges au service des rivières et des hommes</li> </ul>	
2.2 - Les populations biologiques sont des indicateurs de la qualité des eaux	p. 31
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le plancton</li> <li>• L'écrevisse</li> <li>• La moule perlière (<i>Margaritifera margaritifera</i>)</li> <li>• Le phoque veau marin (<i>Phoca vitulina</i>)</li> <li>• La loutre (<i>Lutra lutra</i>)</li> </ul>	
2.3 - Le cycle de l'eau et son équilibre biologique subissent des perturbations naturelles et anthropiques	p. 40
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les usages de l'eau impliquent des prélèvements massifs qui en cas de pénurie doivent être répartis entre les acteurs</li> <li>• Crues et inondations sont souvent le fait d'aménagements inadaptés et peuvent s'accompagner de pertes de sol (érosion) et de pollutions</li> </ul>	
2.4 - Les polluants dégradent la qualité de l'eau	p. 44
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les macropolluants</li> <li>• Les micropolluants</li> <li>• Les pluies acides, une menace pour les sols et les eaux résultant des activités humaines</li> </ul>	

2.5 - Le changement climatique nécessite une adaptation du partage de la ressource en eau	p. 52
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'état quantitatif de la ressource en eau dépend des précipitations efficaces et des prélèvements</li> <li>• L'aridité est permanente, la sécheresse transitoire</li> <li>• La désertification menace le potentiel des sols</li> <li>• Le changement climatique va conduire à une diminution des ressources disponibles en été en métropole, aggravant le déficit actuel</li> </ul>	
<b>3. L'eau potable, les eaux usées : le cycle de l'eau à l'échelle urbaine</b>	<b>p. 57</b>
3.1 - La disponibilité d'eau à usage domestique est essentielle à la santé publique	p. 57
3.2 - La potabilité de l'eau à usage domestique est garantie	p. 58
3.3 - Les ressources servant à la production d'eau potable doivent être protégées	p. 59
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La présence de nitrates dans l'eau est une cause importante d'abandon de captages</li> <li>• La qualité de l'eau du robinet vis-à-vis des pesticides s'améliore progressivement</li> <li>• Les dangers « émergents »</li> <li>• Des progrès restent à faire dans la protection des captages par la mise en place des périmètres réglementaires et l'adoption de programmes d'action</li> <li>• Exemples de programme d'actions engagé sur un captage pour préserver la qualité de l'eau</li> </ul>	
3.4 - Conseils pour consommateurs avertis	p. 62
3.5 - Les eaux usées non traitées affectent la qualité des milieux récepteurs	p. 63
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La DBO5</li> <li>• La DCO</li> <li>• Les matières en suspension (MES) et les colloïdes</li> <li>• L'azote</li> <li>• Le phosphore</li> </ul>	
3.6 - L'assainissement des eaux usées permet d'extraire la pollution dissoute des eaux usées pour la transformer en boues à valeur agronomique	p. 66
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'assainissement collectif</li> <li>• L'assainissement non collectif (ANC)</li> </ul>	
3.7 - Les eaux pluviales ne sont pas des eaux pures	p. 70
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractère polluant des eaux pluviales</li> <li>• La récupération des eaux de pluie est encadrée et n'est pas toujours rentable pour les particuliers</li> <li>• La lutte contre les inondations</li> </ul>	
<b>4. L'eau et l'agriculture : des interactions majeures</b>	<b>p. 73</b>
4.1 - Mobilisation de l'eau par l'agriculture en France	p. 73
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'eau est indispensable à la croissance des plantes et la quantité nécessaire varie en fonction des facteurs climatiques</li> <li>• Une faible proportion de la SAU est irriguée, mais cette pratique peut avoir des impacts quantitatifs et qualitatifs sur les masses d'eau</li> <li>• Le drainage est parfois nécessaire, mais affecte les fonctionnalités liées aux zones humides</li> </ul>	

4.2 - Relations problématiques entre l'agriculture et la ressource eau	p. 77
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'agriculture intensive a des effets défavorables sur l'eau de moins en moins bien acceptés par la société</li> <li>• Les sols agricoles sont parfois à l'origine de phénomènes d'érosion qui perturbent les cours d'eau</li> <li>• Les intrants peuvent être à l'origine de pollutions</li> <li>• Mobilisation institutionnelle</li> </ul>	
4.3 - Produire autrement : les défis des modes de production	p. 84
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les bases de l'agriculture dite « intensive » vont changer</li> <li>• Une alternative se dessine : mieux utiliser les fonctionnalités écologiques des milieux cultivés</li> <li>• Produire autre chose : les services écologiques</li> </ul>	
4.4 - Les actions techniques visant à préserver la ressource	p. 89
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'assolement et la rotation des cultures</li> <li>• Les amendements humiques et calciques</li> <li>• La culture intermédiaire</li> <li>• Le travail du sol</li> <li>• Le choix des espèces et des variétés</li> <li>• Le semis</li> <li>• La fertilisation</li> <li>• L'irrigation</li> <li>• La lutte contre les bioagresseurs</li> <li>• La protection intégrée</li> <li>• Les systèmes agricoles adaptés au développement durable de l'exploitation</li> <li>• L'organisation territoriale de l'exploitation</li> <li>• L'agriculture biologique</li> <li>• L'agriculture raisonnée</li> <li>• Production intégrée ou systèmes intégrés</li> <li>• Les zones tampons enherbées (ZTE)</li> <li>• Le drainage, un impact défavorable sur les zones humides</li> </ul>	
4.5 - L'eau dans l'élevage	p. 106
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les besoins en eau des troupeaux</li> <li>• L'importance de la qualité de l'eau en élevage</li> <li>• Les risques parasitaires liés aux zones humides</li> <li>• Effluents de ferme</li> <li>• Une nutrition maîtrisée permet de réduire la pollution des eaux</li> </ul>	
4.6 - Les activités de pêche et de production aquacole sont dépendantes de la qualité de l'eau	p. 111
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conchyliculture, algoculture et pêche à pied professionnelle</li> <li>• Pêche professionnelle et pisciculture marine</li> <li>• Pisciculture continentale</li> </ul>	
<b>5. Les autres usages : industrie, services, transport, loisirs, espaces verts</b>	<b>p. 113</b>
5.1 - La gestion de l'eau dans les ateliers de transformation agroalimentaires	p. 113
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le contexte législatif et réglementaire</li> <li>• Les consommations d'eau</li> <li>• Les effluents doivent être maîtrisés</li> </ul>	

5.2 - Les autres usages non domestiques	p. 119
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les caves vinicoles</li> <li>• Les autres industries</li> </ul>	
5.3 - La voie fluviale, un moyen de transport durable dont il faut maîtriser les perturbations sur le milieu aquatique	p. 120
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les bateaux</li> <li>• Les voies navigables</li> </ul>	
5.4 - Les loisirs aquatiques et leurs impacts	p. 122
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des loisirs différents selon les milieux</li> <li>• Les impacts des loisirs aquatiques</li> </ul>	
5.5 - L'eau dans les jardins et les espaces verts	p. 124
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les jardiniers amateurs sont des acteurs de la protection de la ressource</li> <li>• La gestion différenciée des espaces verts</li> </ul>	
<b>6. L'eau, gestion quantitative et qualitative : un enjeu à différentes échelles</b>	<b>p. 126</b>
6.1 - Les acteurs de l'eau	p. 126
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les acteurs des projets d'aménagement hydraulique</li> </ul>	
6.2 - L'évolution des politiques publiques et des rapports à l'eau	p. 128
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Loi sur l'eau 1964 : de la nature ressource à la nature milieu</li> <li>• La loi sur l'eau de 1992 : de la nature milieu à la nature système</li> <li>• La directive-cadre du 23 octobre 2000 et la LEMA (loi pour l'eau et les milieux aquatiques) du 30 décembre 2006 : vers un développement durable dans le domaine de l'eau ?</li> </ul>	
6.3 - Le dialogue territorial permet de co-construire efficacement les projets locaux	p. 132
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'information</li> <li>• La consultation</li> <li>• La médiation</li> <li>• La concertation</li> <li>• Une problématique qui touche de plein fouet le monde agricole</li> </ul>	
6.4 - Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) s'impose à tous	p. 136
<b>7. L'eau : aspects culturels et artistiques</b>	<b>p. 138</b>
7.1 - Les mythes, symboles et croyances	p. 138
7.2 - L'eau dans la construction des civilisations	p. 139
7.3 - L'eau dans la diversité culturelle et linguistique	p. 139
7.4 - L'eau dans les lettres et les arts	p. 140



# 1. L'eau liquide est un bien précieux et inégalement réparti qui façonne le monde

## 1.1 L'eau liquide est un privilège de la planète Terre

Il y aurait de l'eau dans tout l'univers, mais elle n'existerait sous forme liquide que dans le système solaire, sur la seule planète Terre. Ailleurs, elle est sous forme de vapeur ou de glace. Pour permettre la formation de la molécule d'eau (H<sub>2</sub>O), il faut réunir plusieurs conditions. Les atomes d'hydrogène et d'oxygène ne manquent pas, puisqu'on estime qu'ils forment respectivement 70 % et 1 % de la masse de l'univers. En revanche, la molécule d'eau ne peut pas se former dans les conditions de températures extrêmes qui sont courantes au-delà de notre planète. De plus, elle supporte mal le rayonnement ultraviolet intense. Cela explique pourquoi il y a en fait très peu d'eau dans l'univers.

L'essentiel de l'eau se trouve dans des nuages interstellaires froids, dont la formation est mal expliquée par les scientifiques à ce jour. On la trouve également à la surface ou à l'intérieur des roches des corps célestes tels que les astéroïdes, météorites ou comètes. Ces objets, de même que les planètes, seraient d'ailleurs issus de la condensation de poussières célestes gorgées d'eau.

L'eau présente sur la Terre pourrait avoir été présente dès la formation de la planète, ou encore avoir été amenée de l'extérieur par des comètes. Quoi qu'il en soit, les scientifiques pensent que toute l'eau a existé dans un premier temps sous forme de vapeur, puis se serait condensée sous forme de nuages, qui auraient causé un déluge de plusieurs millions d'années, formant les océans que l'on connaît aujourd'hui, et creusant les reliefs des terres. Si toute l'eau des océans était répartie uniformément sur la Terre, elle formerait une couche d'eau d'environ trois kilomètres.

### Références

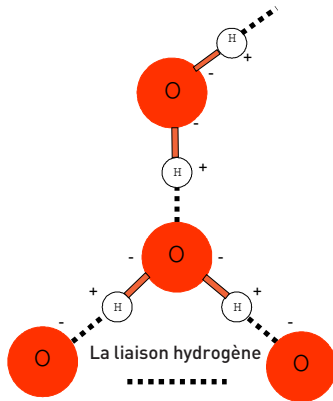
- CNRS, Découvrir l'eau : dans l'univers. In L'eau douce une ressource précieuse, dossier scientifique « Sagascience » [en ligne] <<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/douseau/>>
- G. de Marsily, 1995, 2000. L'eau. Flammarion, coll. Dominos, 129 p.
- P. Ravarini, L'eau dans l'espace intersidéral [en ligne] <<http://pravarini.free.fr/Eau02.htm>>

## 1.2 Les propriétés étonnantes de l'eau sont indispensables à la vie

Tout le monde connaît l'eau sous forme de glace, de vapeur et à l'état de liquide. Ce comportement qui peut sembler banal est en réalité peu commun, car l'eau est la seule substance qui se présente dans les conditions ordinaires sous les trois états de la matière.

La molécule d'eau, H<sub>2</sub>O, est formée d'un atome d'oxygène relié à deux atomes d'hydrogène. Le nuage électronique n'est pas réparti uniformément dans l'espace. Il est plus dense autour de

l'oxygène, ce qui donne à l'eau molécule d'eau un caractère polaire. Bien qu'elle soit globalement neutre, le voisinage de l'atome d'oxygène est électronégatif, tandis que celui des deux atomes d'hydrogène est électropositif. Cette géométrie est très importante, car elle explique de nombreuses propriétés de l'eau.



Ainsi, entre deux molécules d'eau, il se forme une liaison appelée « **liaison hydrogène** » entre l'oxygène négatif et l'hydrogène positif. D'autres molécules peuvent former des liaisons hydrogène, mais la molécule d'eau est la seule qui peut en former jusqu'à quatre. Cela lui donne des propriétés physiques uniques, en particulier le fait que l'eau liquide est plus dense que la glace. Ses propriétés sont indispensables à la vie biologique. Elle permet également la dissolution et le transport des composés ioniques que sont les sels, les acides ou bases. Que l'on pense à l'érosion, à la nutrition des végétaux, la migration des polluants, la formation des sols, les conséquences sont innombrables.

C'est aussi la multiplicité des liaisons hydrogènes de l'eau qui explique qu'il est difficile de modifier sa température sans lui apporter une grande quantité d'énergie. En effet, augmenter la température revient à augmenter l'agitation à l'échelle moléculaire, et il faut pour cela commencer par briser les liaisons hydrogène. Conséquence : les grandes masses d'eau océaniques peuvent emmagasiner le jour puis restituer la nuit de grandes quantités d'énergie solaire sans pour autant que leur température varie beaucoup. Les océans sont ainsi d'excellents régulateurs du climat.

#### Références

- CNRS, Découvrir l'eau : propriétés. In L'eau douce une ressource précieuse, dossier scientifique « Sagascience », [en ligne], <<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/>>
- J. Yindoula, P. Goudet, 2003, Sciences physiques 1re STAE, Tec & Doc Lavoisier, 585 p.
- M. Defranceschi, 1998, L'eau dans tous ses états, Ellipses, 127 p.

### 1.3 La répartition géographique de l'eau n'est pas uniforme et le changement climatique va aggraver les difficultés des régions sèches

Le volume d'eau présent sur la Terre serait de 1 386 millions de mètres cubes. C'est un ordre de grandeur, car en réalité cette valeur est difficilement chiffrable. L'eau est présente dans quatre compartiments principaux :

- les mers et océans représentent 97 % du total,
- les eaux continentales 3 %,
- l'atmosphère 1 pour mille,
- la biosphère 1 pour dix mille.

La circulation entre ces quatre compartiments est assurée par le soleil qui permet l'évaporation et la transpiration. L'eau circule dans l'atmosphère et sur les sols des continents.

La quantité d'eau douce utilisable par les êtres vivants ne représente qu'un pour cent du total des masses d'eau sur Terre. Cela serait pourtant suffisant pour tous si l'eau était équitablement répartie sur la planète. Il n'en est rien, et un tiers de l'humanité se trouve en état de stress hydrique, c'est à dire dispose de moins de 1 700 mètres cubes par individu et par an. Une vingtaine de pays de l'Afrique du Nord et du Proche-Orient sont en état dit de pénurie chronique, avec moins de 1 000 mètres cubes par individu et par an.

Là où les ressources ont pu être suffisantes jusqu'à maintenant, des difficultés voient le jour. En Europe, l'Espagne et l'Italie sont habituées à la sécheresse. Mais des tensions sur la ressource apparaissent aussi au sud-est de l'Angleterre : dans cette zone très densément peuplée, les besoins excèdent les ressources, et il y a peu de possibilités d'en trouver de nouvelles. Seule alternative, réduire le gaspillage et la consommation des ménages<sup>1</sup>.

Régulièrement, l'actualité fait état de régions en crise pour cause de pénurie d'eau. Des zones du monde comme la Californie, l'Australie ou la mégapole de Mexico ont subi de sérieuses tensions sur leurs ressources. Les autorités sont obligées de mettre en place des mesures de restriction de la consommation, avec des conséquences importantes pour l'économie<sup>2</sup>.

Les difficultés sont aggravées par le réchauffement climatique. Ainsi, l'Asie du Sud possède des bassins fluviaux qui sont parmi les plus importants au monde : Gange-Brahmapoutre-Meghna, Indus, Helmand. Ils sont déjà menacés par la surexploitation et la coopération inadéquate entre pays, mais le changement climatique va fragiliser l'alimentation en eau d'environ 750 millions de personnes. Environ 67 % des glaciers himalayens sont en train de diminuer, réduisant le ruissellement glaciaire qui alimente ces rivières<sup>3</sup>.

L'expression « pic de l'eau » (peak water), par analogie au pic pétrolier, a été utilisée pour la première fois dans l'ouvrage « The World's Water 2008-2009 »<sup>4</sup>. Cette expression est employée lorsque l'eau est prélevée à un rythme supérieur au renouvellement naturel de la ressource. Le stock s'épuise comme pour le pétrole. Les auteurs parlent également d'un « pic écologique de l'eau » dans le cas où les prélèvements d'eau apportent davantage de dommages écologiques que de bénéfices économiques.

Ce pic écologique serait atteint dans certaines régions de Chine, où l'eau est prélevée sans précaution, utilisée de manière peu efficace, rejetée sans épuration des pollutions domestiques et industrielles. Passé ce pic, la capacité des écosystèmes à rendre les services écologiques indispensables à la vie est compromise. Cela entraîne des difficultés de fournitures d'eau douce, réduit les capacités d'auto-épuration des cours d'eau, appauvrit les prises pour la pêche, et d'une manière générale, compromet le développement économique.

Notre pays reçoit en moyenne par an 900 litres de pluie par mètre carré, soit un volume annuel de 440 milliards de m<sup>3</sup>. Située au cœur de la zone tempérée, la France est donc relativement bien dotée, mais cette ressource est très variable dans le temps comme dans l'espace, ce qui explique que les préfets sont parfois amenés à prendre des mesures de restriction d'usage de l'eau, en particulier en été.

## 1.4 Le cycle de l'eau a un rôle majeur sur la formation du climat et des paysages

L'hydrosphère s'inscrit dans l'écosystème général. Le cycle de l'eau est un système autorégulé très complexe. La modification d'un seul facteur (pression, température, hygrométrie, composition de l'air en gaz ou en particules, etc.) entraîne des changements qui peuvent être très graves à long terme, voire irréversibles.

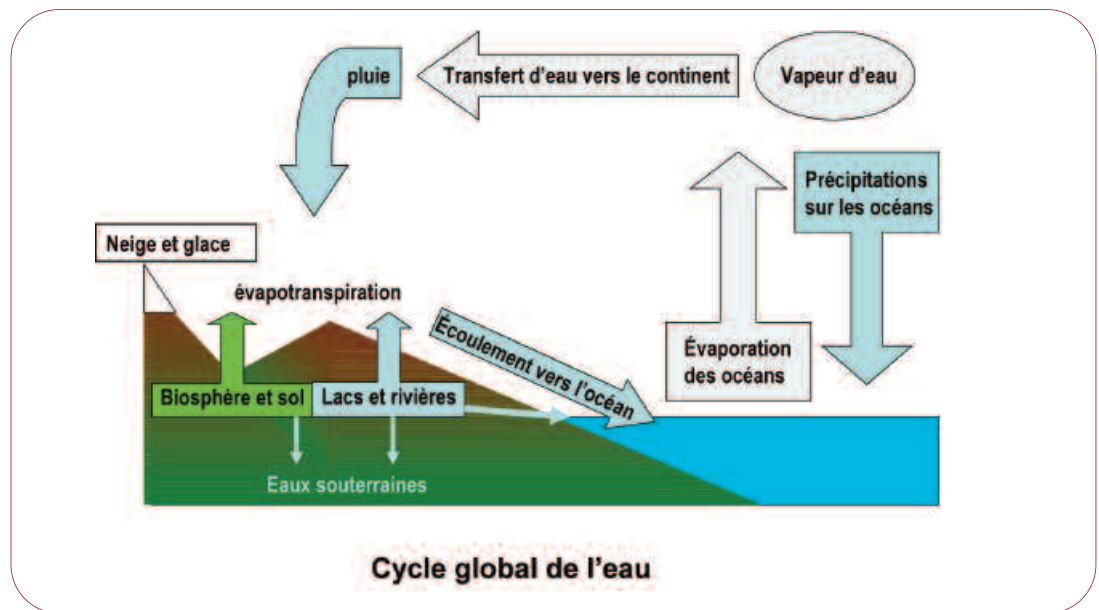
<sup>1</sup> Environment Agency, 2008, Water Resources - current state and future pressures, rapport, [en ligne], <<http://www.environment-agency.gov.uk>>, 23 p.

<sup>2</sup> UNESCO, 2009, Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau, [en ligne], <<http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/>>

<sup>3</sup> Organisation des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et Institut asiatique de technologie (AIT), 2009, Eau douce en danger : l'Asie du Sud, [en ligne], <[http://www.roap.unep.org/pub/southasia\\_report.pdf](http://www.roap.unep.org/pub/southasia_report.pdf)>

<sup>4</sup> P. Gleick, 2008, The world's water 2008-2009, Island Press, 432 p.

Il y a des cycles de l'eau à grande échelle ou plus localisés, des cycles courts ou longs. Le temps de séjour dans un réservoir est la durée pour que son stock d'eau soit entièrement renouvelé. Il est très variable.



Réservoir	Temps de séjour <sup>5</sup>
Atmosphère	Environ 12 jours
Rivière	Environ 2 semaines
Mer	Temps long, peut atteindre plus de 3000 ans
Nappe souterraine alluviale	Quelques jours à quelques mois
Nappe des bassins sédimentaires	Plusieurs centaines d'années, peut atteindre 10 000 ans et plus dans certaines nappes profondes
Nappes fossiles	Temps infini
Sols	Quelques mois

Ainsi, une rivière peut se régénérer grâce à l'écoulement rapide des eaux, mais ce n'est pas le cas pour la mer, ni pour les eaux souterraines. Les pollutions y ont donc un impact durable. Le cycle de l'eau joue un rôle majeur dans le climat et les changements climatiques, les courants marins, la géomorphologie et les paysages terrestres. Il ne connaît pas les frontières géopolitiques d'où la nécessité de coordonner la gestion de l'eau au niveau des bassins versants, quel que soit le nombre de pays impliqués. Dans le bassin Seine-Normandie, l'Oise est une rivière franco-belge. Elle prend sa source dans les Ardennes Belges et se jette dans la Seine. La partie belge de ce bassin représente 103 km<sup>2</sup> soit 0,6 % de la superficie du bassin de l'Oise. Une concertation est donc organisée par l'agence de l'eau Seine-Normandie avec les autorités wallonnes.

<sup>5</sup> Données extraites de L'environnement en France – Rapport de L'IFEN - 2006



## 1.5 L'eau est à l'origine de la vie et des sols

Le rayonnement ultraviolet de la lumière solaire ne permettait pas à l'origine l'éclosion de formes de vie sur les terres émergées. C'est donc dans les océans qu'apparurent les bactéries, premiers êtres vivants, il y a plus de 3,5 milliards d'années. Puis les premières algues se mirent à produire de l'oxygène par photosynthèse. Cet oxygène permit la formation progressive, dans la haute atmosphère, d'une couche d'ozone qui protégea la planète et son atmosphère des rayonnements nuisibles du Soleil. Grâce à l'oxygène et à l'ozone, la vie put enfin conquérir la terre ferme : c'était il y a environ 500 millions d'années.

Nous avons évoqué plus haut que les propriétés physico-chimiques de l'eau sont indispensables à la mécanique de la vie. L'eau régule également le climat, façonne les reliefs. Elle conditionne les processus de formation des sols, appelés pédogenèse.

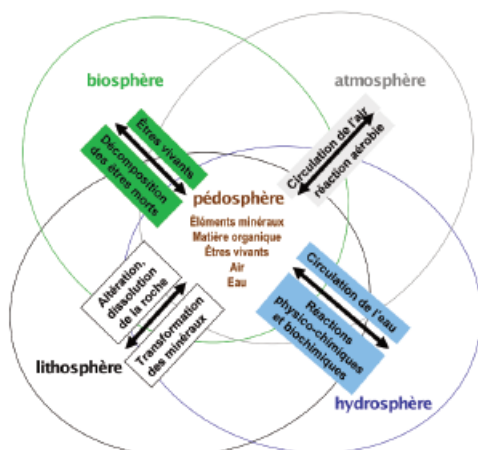
Les sols se forment à partir des roches par l'altération de leurs constituants minéraux, sous l'action combinée du climat et de la végétation.

Pluie, vent, variation de température entament la roche : érosion hydrique et éolienne, fissuration et dissolution par l'eau. L'action du gel et des écarts de température accentuent la fissuration et provoquent l'éclatement du matériau. Il en résulte la formation d'éléments suffisamment fins pour que la végétation puisse s'installer.

Parallèlement, l'eau permet de libérer les minéraux contenus dans la roche mère par hydratation, hydrolyse et dissolution. Les composés issus de la roche sont autant de nutriments pour les êtres vivants.

Microorganismes, flore, faune colonisent ce milieu et poursuivent le travail d'altération commencé par l'eau. Les racines s'infiltrent dans les fissures et les agrandissent. Leur activité respiratoire en dégageant du gaz carbonique accentue les réactions de dissolution auxquelles les microorganismes participent. Après leur mort, la matière organique qui en résulte, est décomposée par la microflore et microfaune du sol qui produisent l'humus et les éléments nutritifs, assurant ainsi une installation durable du couvert végétal et corrélativement un approfondissement du sol.

La circulation de l'eau dans le sol entraîne en profondeur des sels solubles, lessive les particules, ou provoque des remontées par capillarité. L'activité biologique participe au mouvement par la circulation de la faune, à l'exemple des lombrics. Les racines qui puisent les éléments en profondeur et les restituent en surface par le processus d'humification.



Ces transferts de matières aboutissent à une différenciation des horizons visibles à l'œil nu. L'évolution du sol sera différente selon la nature de la roche mère et les conditions bioclimatiques. On observe ainsi un zonage des sols dans le monde perturbé par des conditions particulières de station (montagne, microclimat, etc.) qui orientent différemment la pédogenèse.

Les sols se forment très lentement, de l'ordre de quelques mille à quelques centaines de milliers d'années. Ils ont une valeur patrimoniale et sont fragiles : l'influence bioclimatique, les aménagements urbains et les travaux agricoles peuvent détruire en quelques années la couche de sol, lorsqu'ils sont mal

conçus. On peut considérer à l'échelle du temps humain que le sol est une ressource naturelle non renouvelable, et que sa dégradation est irréversible. Il faut donc tout faire pour le protéger.

#### Sources et bibliographie

- P. Duchaufour, 2001. Introduction à la science du sol : sol, végétation, environnement, Dunod, coll. Sciences Sup, 6e ed, 352 p.
- A. Meinecz, 2008. Comment la vie a commencé, Belin, coll. Pour la science, 336 p.

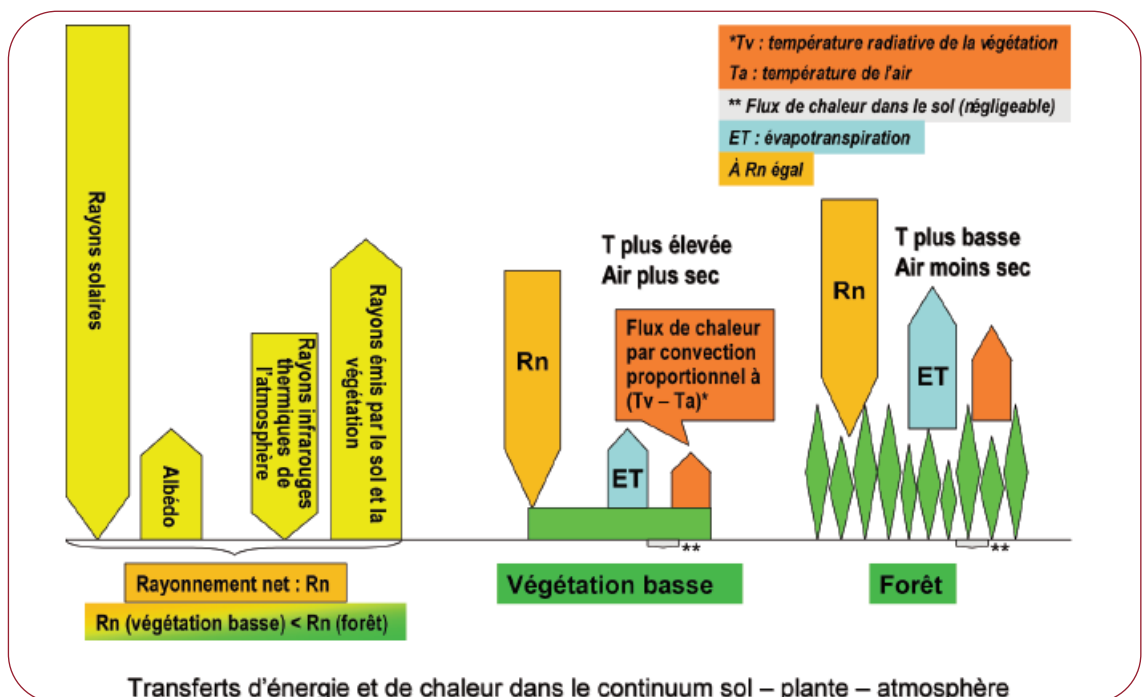
## 1.6 L'occupation des sols affecte le cycle de l'eau

L'homme modifie la production de vapeur d'eau en transformant de grandes zones de végétation naturelle, en asséchant des zones humides et par les émissions dans l'air.

### • La déforestation des zones tropicales réduit les précipitations

À l'échelle de la Terre, les zones occupées naturellement par les forêts reçoivent en moyenne deux fois plus d'eau que celles qui correspondent aux autres formations végétales. Les forêts sont donc amenées à avoir un effet important sur le régime hydrologique des bassins versants.

Pour les régions tempérées, les grandes zones boisées n'induisent pratiquement pas de variations des précipitations annuelles par rapport aux zones cultivées. Par contre, dans les zones tropicales humides, les déboisements de grande ampleur semblent s'accompagner d'une réduction des précipitations. Lorsque la forêt dense est remplacée par des cultures annuelles sur de grandes surfaces, l'évapotranspiration à l'échelle régionale est réduite pour plusieurs raisons. Les cultures annuelles ne couvrent pas la surface du sol en permanence et ont une profondeur d'enracinement moins importante que les forêts. Les précipitations sont moins bien interceptées et ruissellent plus aisément. La quantité d'énergie solaire captée par une végétation basse est plus faible que par une forêt, car la fraction d'énergie réfléchie est plus grande (une forêt présente des trous et des sous-étages).



En rapport avec l'évapotranspiration, la température de l'air est alors plus élevée au-dessus d'une végétation basse. Ainsi, des modifications de végétation sur une grande étendue affectent la circulation atmosphérique et le régime des précipitations.

### • L'imperméabilisation aggrave les inondations

Inde, Afrique de l'Ouest, Haïti, Grande-Bretagne, Vietnam : en 2008 comme chaque année, des inondations ont dévasté de nombreuses régions. Elles sont de plus en plus nombreuses, et cette évolution devrait se poursuivre. Premier facteur d'explication, le changement climatique, auquel le cycle de l'eau est très sensible. Mais le ruissellement est aussi aggravé par les pratiques d'aménagement urbaines et agricoles qui affectent la perméabilité du sol.

Pour faire face, il faudrait mieux contrôler l'affectation des terres, adapter les infrastructures situées en zone inondable, créer réservoirs souterrains et barrages dans les pays peu équipés. À l'échelle de la parcelle, le reboisement des sols nus, la végétalisation des toits et la généralisation des revêtements perméables sont à privilégier. Enfin, la préparation des procédures de sécurité civile est essentielle à la préservation des vies humaines et des intérêts économiques. Principal obstacle, le manque de financement et de volonté politique, les populations vulnérables, pauvres et peu éduquées, ayant peu de poids<sup>6</sup>.

#### Sources et bibliographie

- G. Grosclaude (coord.), 1999. L'eau – Tome 1 – milieu naturel et maîtrise. 201 p, Ed. INRA
- C. Faurie et al. 2003. Écologie – approche scientifique et pratique, Lavoisier Tec & Doc, 5e éd.
- Collectif, 2008. Dossier spécial : l'eau, La Recherche, n°421, juillet – août 2008
- G. de Marsily, 2008. L'eau, la terre et nous, Dossier Pour la Science n°58, janv.-mars 2008, pp. 4-6
- V. Andréassian, 2008. Dossier Pour la Science n°58, janv.-mars 2008, pp. 38-41
- IFEN, 2006. L'environnement en France, rapport, 194 p. [en ligne]  
<<http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/acces-thematique/eau.html>>

#### Sites

- Bureau de recherches géologiques et minières <<http://www.brgm.fr>>
- Banque de données de la FAO, «Aquastat » sur l'eau dans différents pays du monde <<http://www.fao.org/nr/water/>>
- Portail de l'eau de l'UNESCO <[http://www.unesco.org/water/index\\_fr.shtml](http://www.unesco.org/water/index_fr.shtml)>
- Thèmes et données sur l'eau, agence européenne pour l'environnement : <<http://www.eea.europa.eu/fr/themes/water/>>
- Décennie internationale «L'eau source de vie 2005 – 2015», ONU-eau <<http://www.un.org/french/waterforlifedecade/>>

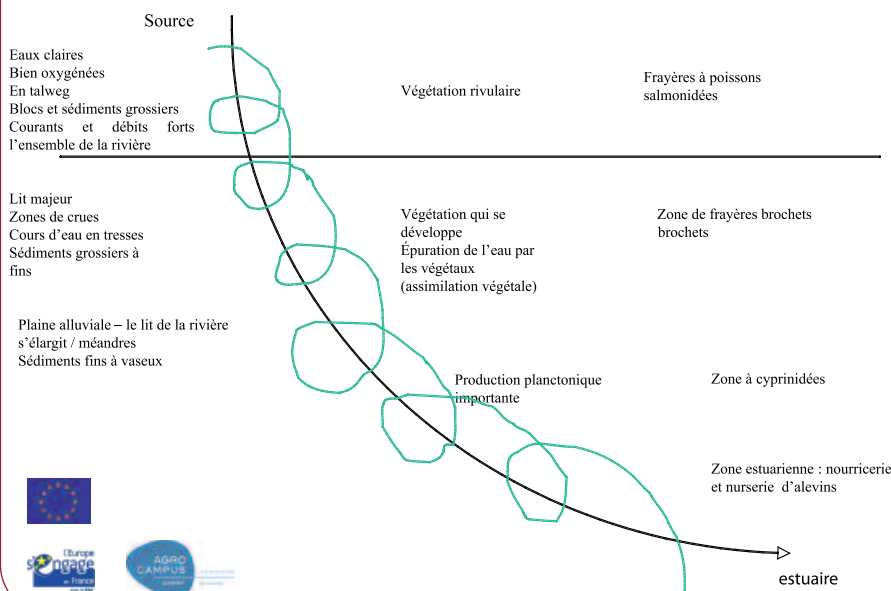
<sup>6</sup> Gaëlle Dupont, 2008. Face à l'aggravation des inondations, repenser l'affectation des terres et des sols. Le Monde du 29/12/2008

## 2. La préservation de l'eau doit être envisagée sous trois aspects : morphologie, quantité et qualité

### 2.1. Les services écologiques rendus par la rivière sont étroitement liés au bon état de son lit et de ses berges

La France est sillonnée par plus de 500 000 km de cours d'eau qui constituent autant d'écosystèmes plus ou moins dégradés par l'activité humaine. Il est nécessaire de prendre conscience de la fragilité de cette ressource et des services écologiques qu'elle rend pour la gérer avec soin.

"Essai de schématisation" du fonctionnement des cours d'eau  
une tentative de mise en évidence du fonctionnement de la rivière...



*Aménagement en épi  
sur la Seine à Charrey*

#### • Morphologie et dynamique de la rivière conditionnent son bon état écologique

La dynamique des cours d'eau est influencée en grande partie par le transport des matières solides érodées dans les parties amont. Ces matériaux sont transportés au gré des crues. Ces mouvements naturels permettent au cours d'eau de faire transiter des éléments de granulométrie très variable (des limons, des sables, des graviers, des galets et des blocs).



Le lit est donc un lieu de transit de l'eau, mais aussi de matières solides en suspension. Il varie à chaque crue, les matériaux alluvionnaires de la crue précédente étant en partie déplacés par la crue suivante. Des bancs alluviaux (ou atterrissements) se forment, se végétalisent et peuvent pour certains devenir de véritables îlots. D'autres zones s'approfondissent où passe la majeure partie des eaux transitant (on appelle ces zones plus profondes des mouilles). Cette évolution permanente du niveau du fond du lit est appelée « respiration ».

Lit et berge des rivières sont ainsi en perpétuel remaniement et résultent d'un équilibre dynamique entre érosion et dépôts. L'espace de mobilité d'une rivière correspond à la partie du lit majeur dans laquelle le méandrage et le déplacement du lit sont actifs.

Certains cours d'eau ont vu leur respiration et méandrage naturels modifiés par les extractions de granulats, par des aménagements de berges, des obstacles à l'écoulement (piles de pont...). Cette artificialisation des lits s'accompagne souvent de conséquences néfastes : accentuation de l'érosion, perte de biodiversité, aggravation des inondations... Pour un grand nombre de cours d'eau, l'altération de la morphologie des berges et du lit se trouve même être le principal obstacle à l'atteinte d'un bon état écologique.

Pour cette raison, les cours d'eau sont parfois rendus à leur évolution naturelle. Mais comme ce processus est très long, des opérations d'aménagement appelées « renaturation » sont conduites à l'aide de travaux adaptés. La renaturation nécessite un savoir technique approfondi de la dynamique fluviale et de la végétation des rives pour s'approcher au mieux du mode de fonctionnement naturel.



*La Boussarde sur le Vieux Rhône*

#### Références

- J-M. Deleuze, 2004. Gestion des cours d'eau et des berges. [en ligne] <[http://www.aquadoc.fr/article.php3?id\\_article=161](http://www.aquadoc.fr/article.php3?id_article=161)>
- Agence de l'eau Seine-Normandie, 2007. Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau. [en ligne] <<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=5313>>

### • La rivière est une mosaïque d'habitats qui lui donnent sa fonctionnalité écologique

Les conditions physico-chimiques, la nature du fond et les végétaux présents dans le lit de la rivière façonnent une succession d'habitats variés. Les espèces aquatiques se sont adaptées pour les coloniser. Les organismes rhéophiles sont ceux qui sont adaptés aux forts courants : plantes fortement enracinées, poissons et invertébrés de forme aplatie et fouisseurs ou bons nageurs. Les organismes de faciès lotique sont ceux qui vivent dans les eaux courantes, alors

que ceux de faciès lentique sont dans les eaux calmes comme les bras morts. Les connexions entre tous les milieux aquatiques permettent des échanges et favorisent ainsi la diversité génétique entre les populations. Des habitats variés permettent d'assurer la totalité de leur cycle vital (anguille, truite de mer, saumon, brochet, truite fario).

La zone des sources (les rivières du Morvan par exemple) représente le premier maillon du système rivière. La faible largeur du lit favorise les échanges avec les berges ce qui implique que leur qualité environnementale doit être particulièrement surveillée. Source nourricière des alevins, ces ruisseaux sont le refuge de l'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*), crustacé d'intérêt communautaire protégé<sup>7</sup>.

Les pentes fortes de la zone moyenne déterminent un courant rapide et une moyenne thermique annuelle inférieure à 20°C. Zone d'habitat préférentiel de la truite, elle est peuplée d'organismes rhéophiles et sténothermes, supportant mal les grandes amplitudes de variation de température.

La plaine alluviale est occupée par la zone inférieure, à pente faible, chargée de limons, où le plancton apparaît.

Le fonctionnement de la rivière dépend des échanges entre le lit mineur et le lit majeur qui sont assurés en partie par les infiltrations à travers la berge et par la présence de la nappe d'accompagnement de la rivière, et surtout par les débordements dans les zones d'expansion des crues.

Les submersions sont nécessaires à la pérennité des milieux humides qui assurent une régulation des échanges avec la nappe et constituent des biotopes spécifiques particuliers à héliophytes<sup>8</sup>, peuplés d'espèces à intérêt patrimonial.

Ces zones humides enrichissent la biodiversité du corridor formé par la rivière et la ripisylve (forêt riveraine), qui sont des lieux d'abri, d'alimentation, de reproduction pour de nombreux animaux. De la disparition de ces biotopes résulte une fragmentation et un rétrécissement des habitats, puis un appauvrissement génétique, la dissémination des espèces ne pouvant plus se faire aussi facilement. C'est pourquoi une attention particulière doit être portée à la gestion des espaces rivulaires<sup>9</sup>.

### • Berges et ripisylve sont des zones d'échanges au service des rivières et des hommes

Les espaces qui bordent les cours d'eau constituent des zones d'échanges incomparables. Il s'agit de zones de contact entre la terre et l'eau. La présence de l'eau et des alluvions permet la croissance d'une végétation exubérante et explique la présence d'espèces différentes de celles des versants. Dans ces lisières (« écotones ») vivent des animaux comme le héron qui y trouve habitat et nourriture. Il s'agit également de couloirs de circulation pour la faune.

<sup>7</sup> annexe II de la directive 92/43/CEE « Habitats » qui liste les espèces de faune et de flore en danger d'extinction, vulnérables, rares ou endémiques.

<sup>8</sup> Une plante est héliophyte lorsqu'elle est enracinée sous l'eau, mais dont les tiges, les fleurs et feuilles sont aériennes. De tels végétaux prospèrent dans les zones humides.

<sup>9</sup> Le Grenelle de l'environnement envisage ainsi la constitution de « trames vertes » pour assurer la continuité des espaces boisés en bordure de cours d'eau.



La végétation qui borde un cours d'eau est indispensable au bon fonctionnement de celui-ci. Les corridors rivulaires constituent les «espaces de liberté». La végétation constitue une zone tampon permettant de stocker, voire d'éliminer bien des substances provenant du bassin versant, qui menaceraient de polluer les cours d'eau (nitrates, phytosanitaires...). Dans de bonnes conditions, une bande de 10 à 20 mètres de large permet d'intercepter plus de 80 % de ces polluants.

Enfin, la présence de la ripisylve est particulièrement favorable pour la vie de la rivière, et pour les poissons en particulier. La végétation entretient ainsi un microclimat qui peut limiter, jusqu'à 4°C, l'échauffement des eaux en été. Les feuilles et autres débris végétaux tombés des berges alimentent les larves d'insectes. La végétation des rives sculpte véritablement le milieu aquatique ; les racines, mais aussi les embâcles (accumulation de bois) créent une multitude d'habitats : cascades, trous d'eau, cavités, dépôts de sédiments...

La végétation riveraine peut représenter un intérêt économique : production de bois, élevage (l'herbe y reste verte lors des sécheresses). La pêche commerciale est dépendante de la qualité des abords des cours d'eau. Les rivières et leurs bordures boisées constituent des lieux majeurs pour la chasse et la pêche, mais aussi pour bien d'autres loisirs.

Plus encore, ces corridors offrent des « espaces verts » propices à la détente jusqu'aux cœurs de ces régions particulièrement peu diversifiées, dominées par l'urbanisation ou les grandes cultures.

Les corridors rivulaires jouent un rôle majeur pour la ressource en eau. Ils protègent les milieux aquatiques situés en aval : lacs, étangs, eaux côtières.

En outre, ces zones tampons permettent de protéger les hommes des excès des cours d'eau, puisque les arbres ralentissent les crues et limitent ainsi les dommages liés aux inondations et à l'érosion des berges.

#### Références

- Conseil scientifique du patrimoine et de la biodiversité, 2008. L'arbre, la rivière et l'homme, 64 p. [en ligne] <[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN\\_Depliant\\_3\\_VOLETS\\_CORRIDORS\\_BD.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_Depliant_3_VOLETS_CORRIDORS_BD.pdf)>
- Agence de l'eau Seine-Normandie, 2006. Protection et gestion des rivières du secteur Seine aval, 240 p. [en ligne] <<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=3004>>
- CORPEN, 2008. Les zones tampons, plaquette de présentation, 20 p. [en ligne] <[http://look4www.cemagref.fr/methodes/etape-1-identification-des-elements-de-contexte/les-solutions-possibles/zones-tampons/ZTCorpen\\_plaquette.pdf](http://look4www.cemagref.fr/methodes/etape-1-identification-des-elements-de-contexte/les-solutions-possibles/zones-tampons/ZTCorpen_plaquette.pdf) >

## 2.2. Les populations biologiques sont des indicateurs de la qualité des eaux

Certains organismes vivants ont des exigences très strictes vis-à-vis des différents facteurs du milieu physique, chimique ou biologique. Ce sont donc de bons indicateurs de la qualité des eaux.

Le plancton joue un rôle essentiel dans tous les écosystèmes aquatiques, dulcicoles, saumâtres et marins. Il représente les premiers maillons des chaînes alimentaires et de ce fait, doit fondamentalement être pris en compte dans la gestion des milieux.

Dans les cours d'eau, les fonds pierreux offrent des conditions d'habitats variés et très riches. La faune y est très sensible aux pollutions organiques, thermiques ou chimiques. Les herbiers abritent une biomasse importante d'invertébrés brouteurs.

### • Le plancton

La planctologie est une science assez récente, l'existence du plancton a été suggérée au 18<sup>e</sup> siècle et les premières descriptions scientifiques datent du 19<sup>e</sup> (Hensen, Nitzsch, Grunow, Peragallo, etc.). La première classification a été établie par Peragallo au début 19<sup>e</sup>. Depuis, les connaissances ont évolué en parallèle des avancées technologiques, notamment avec l'apparition de microscopes perfectionnés.

Le plancton (du grec plaktos = errer) caractérise les organismes vivants qui, en milieu aquatique, ont des mouvements propres négligeables comparés à ceux des masses d'eau, et qui sont donc obligés d'errer au gré des courants. L'appartenance au monde planctonique n'est donc que le critère de locomotion. Le plancton appartient au monde pélagique, qui vit dans la colonne d'eau, par opposition au benthos (qui vit en relation avec le fond).

### Description et écologie

#### Classification

Le monde planctonique est très vaste, et plusieurs classifications existent, en fonction de différents critères.

Classifications	Quelques exemples
Taxonomie	Bactérioplancton Phytoplancton Zooplancton - Protoplancton (protozoaires) - Ichtyoplancton (poissons)
Trophique	Photoplancton = photosynthétique Saproplancton = détritivore
Taille	Nannoplancton ( $5 < t < 50 \mu\text{m}$ ) Microplancton ( $50 \mu\text{m} < t < 1 \text{mm}$ ) Macroplancton ( $5 \text{mm} < t < 5 \text{cm}$ )
Cycles biologiques	Holoplancton = plancton permanent Méropiancton = plancton temporaire
Position dans la colonne d'eau	Epiplancton (0 à -20 m) Bathypiancton (< -500 m)
Milieu de vie	Haloplancton = plancton marin Limnoplancton = plancton lacustre



En général, on classe le plancton en fonction de la taxonomie, auquel on adjoint des adjectifs pour préciser (ex. : phytoplancton et nanoplancton).

Les cyanobactéries forment un règne à part, mais on les retrouve souvent associées au phytoplancton, du fait qu'elles sont photosynthétiques. Il faudrait plutôt parler de « photoplancton ». De même, les dinoflagellés sont tantôt classés parmi le phytoplancton et tantôt parmi le zooplancton ; car au sein du même taxon, on trouve des autotrophes et des hétérotrophes.

### Les grands groupes du phytoplancton

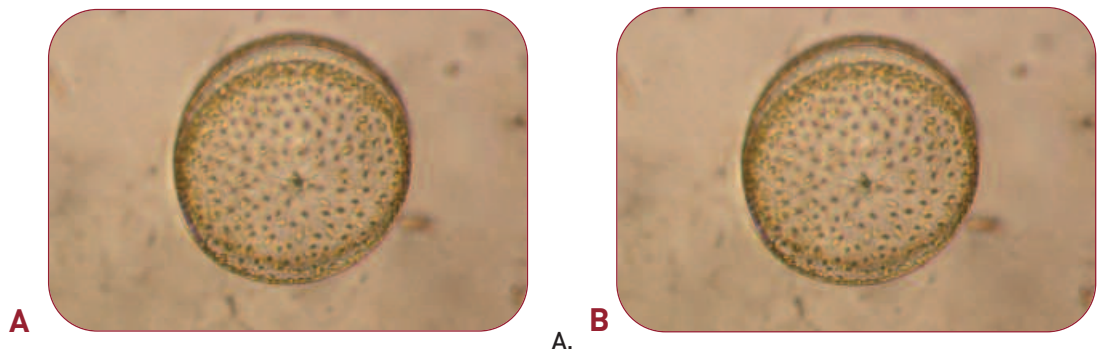
Le phytoplancton, ou plancton végétal, est constitué de **micro-algues unicellulaires**. Tout d'abord, il faut rappeler que la vie est d'abord apparue dans les océans, et parmi les plus vieilles formes de vie on rencontre des cyanobactéries primitives (bactéries photosynthétiques) puis, bien plus tard, du phytoplancton. On peut donc penser que les cyanobactéries constituent un maillon intermédiaire dans l'évolution entre bactéries et micro-algues.

Le phytoplancton se distribue en surface (zone photique) des milieux aquatiques où il effectue la photosynthèse. C'est un groupe très hétérogène, composé notamment des taxons :

- les diatomées,
- les cyanobactéries,
- les chlorophycées,
- les coccolithophoridés,
- les dinoflagellés,
- etc.

Les **diatomées** sont le groupe le plus important en terme de biomasse et biodiversité dans les régions tempérées marines. Leur particularité est la présence d'une enveloppe externe en silice, la frustule. En fonction de la symétrie de la cellule, on distingue deux classes :

- les diatomées centriques,
- les diatomées pennales.



**A** Coscinodiscus, diatomée centrique ; **B**. Gyrosigma, diatomée pennale.

Photos : H. Laguerre

Le phytoplancton est aussi un **bioindicateur** de qualité d'eau ; au même titre que l'IBGN<sup>10</sup>, on trouve l'IBD (indice biologique diatomée), utilisé en eau douce (notamment dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE<sup>11</sup>). En milieu marin ou saumâtre, la diversité de phytoplancton peut renseigner sur la qualité d'eau. La présence de diatomées est très souvent indicatrice de bonne qualité des milieux. À l'inverse, la présence de cyanobactéries, surtout en milieux dulcicoles, est signe d'eutrophisation ou caractéristique d'eaux stagnantes.

<sup>10</sup> L'indice biologique global normalisé ou IBGN est une méthode standardisée utilisée en écologie appliquée afin de déterminer la qualité biologique d'un cours d'eau.

<sup>11</sup> Directive-cadre sur l'eau [2000/60/CE du 23 octobre 2000]

Le phytoplancton joue un rôle fondamental dans les écosystèmes aquatiques et est à l'origine de la **production primaire**. Ces microalgues autotrophes vont produire, via la photosynthèse, les molécules organiques constitutives du monde vivant. Il constitue le premier maillon trophique des systèmes aquatiques ; sa présence et sa composition vont, en partie, expliquer la distribution des espèces. En fonction de l'abondance en phytoplancton, une zone sera plus ou moins productive. Certains phytoplanctons se développent de façon importante, notamment au printemps et à l'automne, les concentrations peuvent atteindre des centaines de milliers de cellules par litre ! On parle alors de blooms phytoplanctoniques.

Cette productivité est un signe de bonne qualité des eaux, sauf en cas de prolifération trop importante, on parlera d'eutrophisation (souvent au-delà du million de cellules par litre).

Ainsi, les zones humides littorales sont très productives, le phytoplancton s'y développe grâce aux sels minéraux apportés par le bassin versant et les faibles courants ; c'est pour cela qu'elles sont qualifiées de nurseries, où on peut y trouver de nombreux alevins notamment.

*Les falaises calcaires d'Etretat.  
La formation des falaises calcaires du Pays de Caux  
(Haute-Normandie) au Crétacé résulte de l'accumulation pendant des  
milliers d'années, d'enveloppes calcaires de coccolithophoridés.  
Ces roches sédimentaires sont appelées « craie ».*



### Les grands groupes du zooplancton

Le zooplancton, ou plancton animal, est constitué du zooplancton permanent et du zooplancton temporaire.

#### Zooplancton permanent

Il désigne les animaux qui ont tous leurs stades de vie planctoniques. On distingue :

Les protozoaires ont un rôle essentiel, ce sont bien souvent les « éboueurs » des milieux aquatiques, en mangeant les débris organiques et certaines bactéries par exemple. Ainsi, après des périodes de crue ou des tempêtes, ceux-ci vont se développer.

Animaux unicellulaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- les protozoaires</li> <li>- certains radiolaires</li> <li>- les foraminifères</li> </ul>
Animaux pluricellulaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- les cténophores</li> <li>- certains crustacés</li> <li>- les méduses</li> </ul>



Le zooplancton le plus représentatif est le **copépode**, avec des représentants marins et dulcicoles. C'est un petit crustacé qui mesure bien souvent moins de 1 mm ; la plupart des espèces sont des herbivores phytophages. Il a été démontré que celui-ci effectuait des migrations circadiennes grâce à son œil unique photorécepteur, en remontant à la surface le soir pour se nourrir du phytoplancton dans la zone euphotique, et descend

la journée en profondeur pour fuir les prédateurs. On les retrouve dans toutes les mers, mais préférentiellement dans les eaux froides et tempérées.

Le copépode n'est pas le seul représentant des crustacés planctoniques, il existe également les **cladocères** et les **artémias** par exemple.

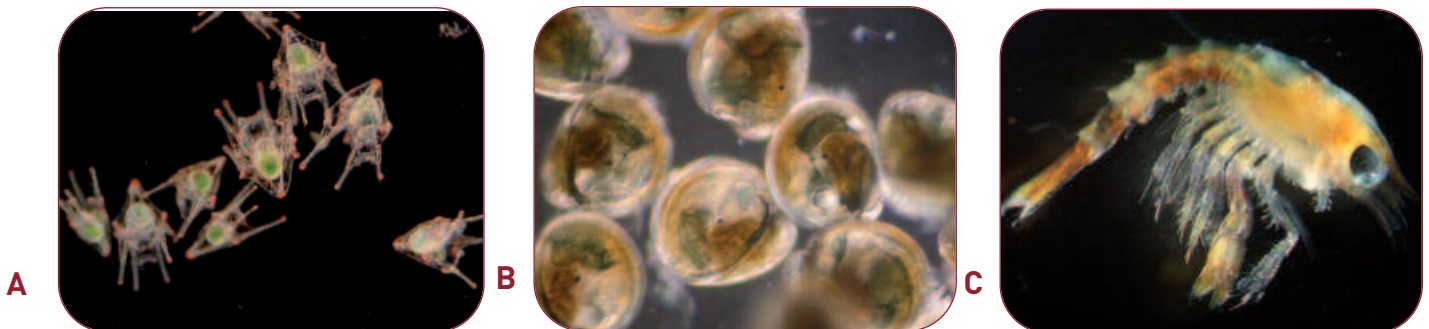
Les Cténophores sont des organismes marins, gélatineux et souvent bioluminescents. Dans ce groupe, on retrouve notamment les **Béroë**, les **groseilles de mer**, etc.

Contrairement aux idées reçues, le plancton n'est pas composé que d'organismes microscopiques : les méduses sont planctoniques, elles errent au gré des courants et s'échouent parfois malgré elles sur nos rivages.

#### *Zooplancton temporaire*

La plupart des animaux aquatiques ont leurs premiers stades de vie planctoniques. De ce fait, le zooplancton temporaire contient un nombre important de taxons. On peut noter :

- les mollusques bivalves et gastéropodes
- les crustacés : décapodes, cirripèdes, etc.
- les échinodermes : oursins, étoiles de mer, etc.
- les annélides
- les bryozoaires
- les chordés : ascidies
- poissons : œufs et alevins
- etc.



A. larve d'oursin - B. larve de bivalve - C. larve de homard.

Observer le zooplancton est très important, il permet de définir des cycles biologiques, d'estimer les taux de reproduction des espèces aquatiques, etc. D'autre part, il servira aussi de nourriture à d'autres animaux de niveau trophique supérieur.

#### *Le plancton et les activités humaines*

Le plancton est un élément indispensable notamment pour toutes les professions aquacoles et maritimes.

#### *Le plancton et la conchyliculture*

Le plancton tient une place essentielle dans la conchyliculture (élevage de coquillages) ; en effet, le phytoplancton est la nourriture privilégiée de tous les bivalves élevés : huîtres, moules, coques, palourdes, coquilles saint-jacques, etc. Sa présence, sa composition et son abondance sont des facteurs dont va dépendre la croissance des coquillages et directement les productions conchylicoles. On sait que certaines microalgues ont plus d'appétence que d'autres, par exemple, la diatomée

Thalassiosira est un met apprécié des huîtres, de même Odontella est très riche en oméga 3 ; à l'inverse de la diatomée Rhizosolenia, qui possède des prolongements pointus et est donc peu digeste. Par conséquent, l'activité conchylicole est garante d'une diversité phytoplanctonique et généralement témoin d'un bon fonctionnement écologique.

Toutefois, il existe des phytoplanctons toxiques soit pour la faune aquatique (en provoquant des anoxies, obstructions branchiales, toxines), soit pour l'homme.

	Genre	Classe	Effets observés
Phytoplanctons toxiques pour la faune	 Dictyocha	Dictyochophycées	Mortalités chez des truites d'élevage
	 Gymnodinium		
Phytoplanctons toxiques pour l'homme	 Alexandrium	Dinoflagellés	Toxines paralysantes
	 Dinophysis		Toxines diarrhéiques
	 Pseudo-nitzschia	Diatomées	Toxines amnésiantes

Du fait des risques de toxicité, les coquillages sont contrôlés et le phytoplancton est observé régulièrement par le réseau RePHY de l'Ifremer. Comme les coquillages filtrent le phytoplancton, ils vont accumuler les toxines en cas de blooms de phytoplanctons toxiques. À présent, on arrive à maintenir et cultiver certaines microalgues en éclosure, et optimiser les conditions de production. Ceci permet de mieux les connaître (cycles biologiques, toxicité) et de nourrir les larves, ou le naissain de bivalves, ou tout autre organisme phytophage.

La pisciculture n'est, quant à elle, pas directement dépendante du phytoplancton, sachant que les poissons d'élevage sont généralement nourris avec des granulés de poissons-fourrages (il faut 4 à 5 kg de ces poissons pour produire 1 kg de granulés). Cependant, ces poissons sont liés par relations trophiques au phytoplancton. D'autre part, certains phytoplanctons sont toxiques pour les poissons et peuvent provoquer des anoxies, des baisses d'appétit voire des mortalités.

### *Le plancton et la pêche*

Les pêcheurs à pied de coquillages sont liés comme les conchyliculteurs au « phytoplancton », leurs coquillages étant des filtreurs microphages. Ces deux professions, bien que différentes, évoluent dans le même milieu et font face aux mêmes contraintes.

Chez les pêcheurs embarqués, une autre forme de dépendance au plancton est à noter. Par exemple, lors des campagnes de pêche à la morue, ils suivent les migrations de copépodes pour trouver les morues, les alevins se nourrissant de ces petits crustacés. Cependant, les migrations des copépodes évoluent, dû probablement aux changements climatiques et au réchauffement des masses d'eau.

Les bolincheurs pêchant la sardine (planctonophage) ont bien souvent, à bord de leur bateau, des filets à plancton.

### Références

- A. Beaumont et P. Cassier, 1983. Biologie animale, Tome 2 : des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens, Éditions Dunod, Paris, 969 p.
- G. Tregouboff et M. Rose, 1978. Manuel de Planctonologie Méditerranéenne, Tome 1 : Texte, éditions CNRS, Paris, 587 p.
- G. Tregouboff et M. Rose, 1978. Manuel de Planctonologie Méditerranéenne, Tome 2 : Planches, éditions CNRS, Paris.
- G. Jacques, 2006. Écologie du plancton, Ed. Lavoisier, coll. Tec & Doc, Paris, 283 p.
- M. Loir, 2004. Guide des diatomées, Ed. Delachaux et Niestlé, coll. les guides du naturaliste, Paris, 239 p.
- O. Larink et W. Westheide, 2006. Coastal Plankton, Photo Guide for European Seas, Editions Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 143 p.
- C.-D. Todd, M.-S. Laverak et G.-A. Boxshall, 1996. Coastal Marine Zooplankton, Éditions Cambridge University Press, 2e éd., 106 p.
- R.-A. Horner, 2005. A Taxonomic Guide To Some Common Marine Phytoplankton, Ed. Biopress Limited, Bristol, 2e édition, 195 p.
- A. Sournia, 1986. Atlas du phytoplancton marin, vol. 1 : Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées, Raphidophycées, Éditions du CNRS, Paris, 219 p.
- M. Ricard, 1987. Atlas du phytoplancton, vol. 2 : Diatomophycées, Éditions du CNRS, Paris, 294 p.
- M. Loir. Le plancton marin, découvrir les organismes du phytoplancton et du zooplancton. [en ligne] <<http://www.diatomloir.eu/Siteplancton/Index.html>>
- Ifremer. Surveillance de l'environnement littoral. [en ligne] <<http://wwz.ifremer.fr/envlit/>>
- Station biologique de Roscoff. Plancton océanique. [en ligne] <<http://www.sb-roscoff.fr/Phyto/>>
- A. Kraberg (coord.) Projet Plankton\*.net. [en ligne] <[http://www.planktonnet.eu/fileadmin/user\\_upload/PDF/PLANKTON\\_NET\\_H\\_Res.pdf](http://www.planktonnet.eu/fileadmin/user_upload/PDF/PLANKTON_NET_H_Res.pdf)>
- M. Leitao et A. Couté, 2005. Guide pratique des cyanobactéries planctoniques du Grand Ouest de la France, Agence de l'Eau Seine-Normandie, 63 p.



## • L'écrevisse

Les espèces indigènes comme l'écrevisse à pattes rouges (*Astacus astacus*) et l'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*), inscrites à l'annexe II de la directive Habitats<sup>12</sup>, sont en danger face à l'Écrevisse américaine (*Orconectes limosus*) introduite en 1911. En concurrence alimentaire, celle-ci est plus tolérante à la pollution et plus résistante à l'aphanomyose, une forme de peste des écrevisses qui ne laisse aucun survivant dans les populations indigènes. Les pollutions agricoles, l'acidification des eaux ainsi que le recalibrage des cours d'eau ou la construction de barrages sont probablement aussi des causes de la baisse des effectifs. Ces facteurs ont causé un préjudice considérable aux espèces locales aujourd'hui disparues ou au bord de l'extinction.



*Ecrevisse de Californie*  
pêchée en Eure et Loir, à la Ferté Vidame



*Ecrevisse américaine*



*Ecrevisse à pattes blanches*

L'écrevisse à patte rouge recherche des habitats peu profonds et des rivières de taille moyenne aux eaux fraîches et bien oxygénées sans aucune pollution.

Protégée depuis 1983, l'écrevisse à pattes blanches, plus petite, habite les eaux fraîches de bonne qualité et rapides aux fonds parsemés de graviers et de pierres.

Sur le bassin Seine-Normandie, on en trouve encore dans certains cours d'eau du Morvan. Les adultes sont visibles de juin à septembre, l'activité étant réduite en hiver quand la température de l'eau descend en dessous de 10°C.

## • La moule perlière (*Margaritifera margaritifera*)

Espèce très sensible à la qualité de l'eau, elle constitue un bio indicateur remarquable. Elle est plus exigeante que les salmonidés avec lesquels elle vit.

Les cours d'eau des terrains siliceux proches de l'état naturel, oligotrophes, c'est-à-dire pauvres en éléments nutritifs, caractérisés par la présence de courant et un fond meuble de graviers et de sable stables, constituent son habitat où il lui est possible de s'enfourir.

Elle est présente près du bord, sous l'ombre des arbres de la rive, à proximité d'îlots, voire d'embâcles.

L'absence totale des zones sans courant (zones amont de barrages et de seuils, même de petite dimension), le colmatage par des éléments fins lié soit à une activité agricole importante à proximité (labour) soit à des dépôts formés suite à la création de retenue, la présence de calcium... sont autant de facteurs souvent fatals à l'espèce.

L'absence actuelle dans une rivière de bonne qualité s'explique par un épisode même bref de pollution. En effet, elle n'a pas la possibilité, en raison de sa grande longévité, entre 20 et

<sup>12</sup> Directive 92/43/CEE habitats faune flore,

<[http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index_en.htm)>

150 ans, de recoloniser rapidement son milieu après une pollution. Sa reproduction s'arrête quand la quantité de nitrate dépasse 1 mg par litre et la quantité de phosphate maximale tolérée est de 0,03 mg par litre, à pH compris entre 6 et 7,5.

Sa reproduction nécessite la présence d'un poisson-hôte à proximité, les larves devant se fixer sur les branchies du poisson. En Europe, la moule perlière ne peut se développer que sur deux espèces de poissons-hôtes : la truite fario âgée de quelques mois à 2 ans (*Salmo trutta*) et le saumon atlantique (*Salmo salar*).

Une population naturelle améliore la qualité de l'eau en filtrant sur 10 km, 125 millions de litres d'eau par jour. Plus de 90 % de la matière organique en suspension est ainsi supprimée ! Tous les compagnons de la moule (chabot, truite, écrevisse à patte blanche ou le cincle plongeur) profitent de cette qualité exceptionnelle.

Cette espèce relève de l'annexe III de la convention de Berne et est classée « menacée d'extinction » par l'UICN (Union mondiale pour la Nature). Trois espèces de nayades (la moule perlière, la grande mulette et *Unio crassus*) sont inscrites dans les annexes de la Directive Habitats et de nombreux cours d'eau à moules perlières entrent dans le réseau Natura 2000. Sur le bassin Seine-Normandie, on en trouve encore dans certains cours d'eau du Morvan.

#### Références

- G. Cochet, 2004, La moule perlière et les nayades de France, Catiche productions, coll. Histoire d'une sauvegarde, 32 p.



*Phoque veau marin*

#### • Le phoque veau marin (*Phoca vitulina*)

Hôte des estrans bas, sableux ou vaseux, des estuaires à l'abri des dérangements humains, il peut remonter les cours d'eau.

Des bancs ou flèches de sable ou de vase, des récifs ou des rochers quotidiennement submergés d'accès facile sont autant de reposoirs qu'il utilise toute l'année pour assurer la parturition, l'allaitement, la mue, la thermorégulation, l'économie de calories et le stockage de son énergie sous forme de graisse.

Ses prédateurs naturels sont les orques (*Orcinus orca*) et les requins. Mais ces deux espèces étant très occasionnellement présentes au large, le phoque commun est un super prédateur sur le littoral normand.

Les métaux lourds, les substances organochlorées et de nombreux autres polluants organiques persistants, comme les PCB (Polychlorobiphényles) présents en quantité infime dans l'eau de mer se concentrent dans les graisses de ce super prédateur. Cela entraîne des troubles endocriniens et de la reproduction, des dysfonctionnements du système immunitaire et des malformations.

À ce titre, le phoque veau marin constitue un indicateur de la contamination chimique des eaux côtières.

La réduction des habitats, les dérangements des lieux de repos (activités de planche à voile, chasse, déplacement rapide des embarcations) peuvent entraîner leur déclin et les effets des contaminants chimiques ont un impact non négligeable sur la population européenne de phoque veau marin.

Le phoque commun ou veau marin est listé prioritairement dans la Directive Habitats de l'Union européenne comme une espèce menacée d'extinction.

#### Références

- J-F. Elder, 2006. Le phoque veau marin en Normandie, association Claude Hettier de Boislambert, Sainte-Marie-du-Mont (Beauguillot, 50480), 64 p.

#### • La loutre (*Lutra lutra*)

Super prédateur, elle peut consommer la quasi-totalité des proies qui vivent dans les rivières, les étangs et leurs abords immédiats, en s'attaquant aux espèces les plus abondantes et les plus faciles à prendre. Truites, chabots, anguilles, gardons, tanches, perches sont capturés sur certaines petites rivières, crabes, poulpes, poissons marins, en bord de mer. Grenouilles, crapauds, écrevisses, oiseaux et petits mammifères viennent compléter son alimentation.

Elle se reproduit à n'importe quel moment de l'année. Sa durée de vie n'excède pas cinq ans.

Elle est présente dans tous les types de milieux : ruisseaux, rivières et fleuves, tourbières, lacs et étangs, marais intérieurs et littoraux et côtes marines. La qualité de son habitat est déterminée par une nourriture variée et par la présence d'un grand nombre d'abris au bord de l'eau.

Durant l'élevage des jeunes, le noyau familial est constitué par la mère avec ses deux petits et son domaine vital est réduit. Le domaine vital des mâles peut atteindre 40 km linéaires de rivière ou 30 km<sup>2</sup> de plan d'eau.

Elles possèdent plusieurs abris dans leur domaine vital, occupés temporairement pour le repos ou le toilettage, ou toute la journée après la chasse nocturne. La catiche est le gîte le plus élaboré, avec une entrée sous l'eau et une sortie de secours dans la berge. Elle sert au repos, à la mise bas et à la protection des jeunes durant les premiers mois.

En 1919, la loutre était présente sur 214 sites recensés dans le bassin Seine-Normandie ; en 2002 il en reste 11, ce qui représente une baisse des effectifs de 95 %. Sa régression au niveau de l'agglomération parisienne débute à partir des années 1930 et est très sensible dans tous les départements : elle est présumée disparue dans 19 des 25 départements et est très rare dans les 6 départements restants.

Le piégeage, encouragé par des primes jusqu'en 1940, la collision avec des automobiles, les anticoagulants utilisés contre les ragondins et rats musqués sont autant de causes directes de sa disparition. Mais depuis que le piégeage est interdit (1972), la régression se poursuit à cause de la détérioration de son habitat : la moitié des zones humides du bassin a disparu en 30 ans du fait de l'intensification agricole et des grands aménagements (drainage et comblement des zones humides, pompage excessif des rivières, création de zones navigables, exploitation des graviers et de tourbe, recalibrage des rives, construction de barrages, de microcentrales – 8000 dans le bassin – pollution aux pesticides et métaux lourds).

Totalement protégée depuis 1981, elle figure dans l'annexe II de la convention de Berne et son habitat entre dans le réseau de protection Natura 2000.

#### Références

- C. Bouchardy, 2005. La Loutre dans le bassin Seine-Normandie, brochure Agence de l'eau Seine-Normandie, 31 p.



Loutre

## 2.3. Le cycle de l'eau et son équilibre biologique subissent des perturbations naturelles et anthropiques

Au-delà des perturbations naturelles, le cycle de l'eau est malmené un peu partout sur la planète, avec des conséquences parfois très graves : désertification, inondations, réserves d'eau potable surexploitées ou contaminées, raréfaction de la ressource halieutique, érosion de la biodiversité, salinisation des sols, eaux de baignade insalubres, etc. Ces perturbations ont des origines anthropiques diverses, qu'il s'agisse de problèmes de pollutions, de modifications hydromorphologiques, de prélèvements excessifs, mais aussi des phénomènes tels que le réchauffement climatique.

### Références

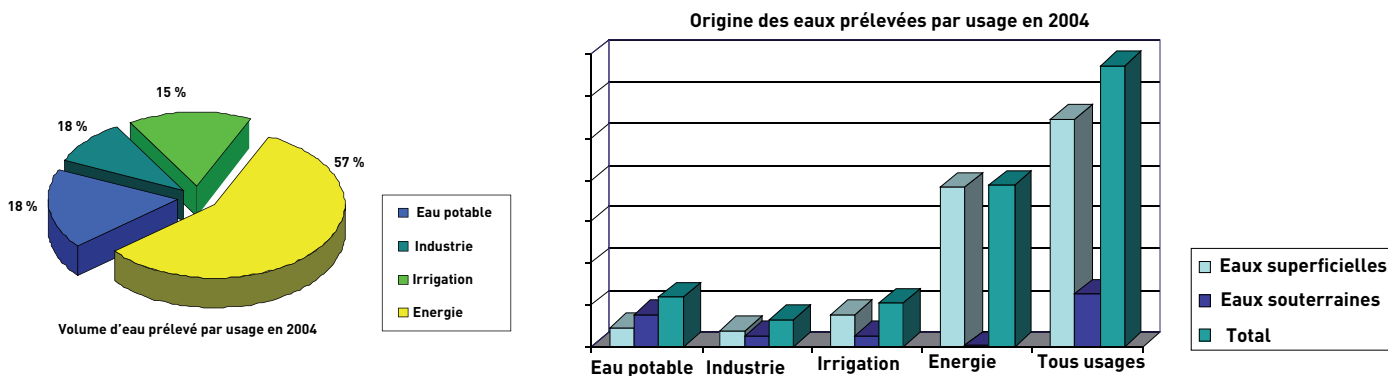
- UNESCO, 2009. L'eau dans un monde qui change, 3e rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau [en ligne]  
<[http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index\\_fr.shtml](http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index_fr.shtml)>
- N. Katerjia, P. Hoflackb, 2004. Les pressions anthropiques et leurs impacts sur les situations qualitatives et quantitatives de l'eau dans le Bassin versant de la Seine, Le Courrier de l'environnement de l'INRA n°51, février 2004, pp. 75-87  
[en ligne] <<http://www.inra.fr/dpenv/pdf/katerc51.pdf>>

### Site

- Portail de la prévention des risques majeurs du MEEDM <<http://www.prim.net>>

### • Les usages de l'eau impliquent des prélèvements massifs qui en cas de pénurie doivent être répartis entre les acteurs

Tous les secteurs de l'économie prélèvent de l'eau (d'après l'IFEN ; valeurs de 2004 pour la France métropolitaine) :



### L'énergie

Les prélèvements concernent essentiellement les centrales thermiques et nucléaires pour leur refroidissement. Ils sont importants (57 % en 2004 d'après l'IFEN) et proviennent essentiellement des eaux superficielles à 99,9 %. 93 % de ces prélèvements sont restitués au milieu, c'est pourquoi leur impact quantitatif est faible. En revanche, les eaux de refroidissement qui retournent au milieu ont une température plus élevée de 4 à 5°C. Cela peut perturber la vie aquatique, animale ou végétale, notamment en modifiant les rythmes physiologiques des espèces. Elles sont aussi contaminées par les biocides ajoutés pour empêcher l'obstruction des conduites de refroidissement par le développement des larves de mollusques qui pourraient s'y fixer.

**L'alimentation en eau potable (AEP)**

38 % des eaux proviennent des eaux superficielles et 62 % des eaux souterraines, soit 18 % des prélèvements totaux.

**L'industrie**

Elle prélève 3,2 milliards m<sup>3</sup> (2004) dont 58 % provenant des eaux superficielles, et 42 % des eaux souterraines, soit 10 % des prélèvements totaux.

**L'agriculture**

Elle prélève pour l'irrigation un volume provenant à 75 % des eaux superficielles et 25 % des eaux souterraines, qui représente 15 % des prélèvements totaux. Elle est la plus grosse consommatrice d'eau avec 48 % de la consommation totale. Ces prélèvements peuvent avoir des impacts saisonniers ou chroniques très importants (perturbation de l'équilibre des milieux aquatiques et des habitats piscicoles), car ils ont lieu à 80 % lors des périodes d'étiage des cours d'eau et des nappes phréatiques.

En 2000, près de 95 000 exploitations agricoles ont eu recours à l'irrigation, soit 14,5 % des exploitations. Le nombre d'hectares irrigués s'élevait à 5,7 % de la surface agriculture utilisée (SAU) nationale. Cette surface a triplé depuis 1970. L'irrigation, qui s'est relativement stabilisée depuis 1992, est surtout développée dans le Sud-Est et le Sud-Ouest, le Centre et l'Alsace.

**• Crues et inondations sont souvent le fait d'aménagements inadaptés et peuvent s'accompagner de pertes de sol (érosion) et de pollutions**

Le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes, un aléa— la présence de l'eau qui s'écoule habituellement dans son lit mineur et peut en sortir et recouvrir tout ou partie de son lit majeur — et des enjeux— la présence de l'homme qui s'installe dans le lit majeur du cours d'eau pour y implanter constructions, équipements et activités.

**La crue** correspond à l'augmentation du débit du cours d'eau, composante naturelle de la variabilité naturelle de l'écoulement d'un fleuve. L'étiage désigne au contraire la période de plus faible débit.

**L'inondation** est la submersion temporaire de parties du lit majeur. Les régions inondées sont les zones d'expansion du fleuve où l'eau s'accumule au cours de la crue.

**Le lit mineur** est constitué par le lit ordinaire du cours d'eau, pour le débit d'étiage ou pour les crues annuelles.

**Le lit majeur** comprend les zones basses situées de part et d'autre du lit mineur, sur une distance qui va de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Sa limite est celle des crues exceptionnelles. Le lit majeur fait partie intégrante de la rivière. Il ne devrait pas être construit, car en s'y implantant, on s'installe dans la rivière elle-même.

**LES PETITES CRUES FRÉQUENTES AMÉLIORENT LE FONCTIONNEMENT DES SYSTÈMES AQUATIQUES**

Les petites crues de période de retour de deux ans sont nécessaires au fonctionnement des systèmes aquatiques. Elles contribuent au transport des sédiments nécessaires à la dynamique du cours d'eau, à l'enrichissement des biotopes par l'apport des nutriments qui fertilisent les zones inondées, à la reproduction des espèces de poissons, tel le brochet, qui ne peuvent pondre que dans les prairies inondées, à la recharge des nappes d'eau souterraines, à la dynamique des zones humides qui elles-mêmes assurent de nombreuses fonctions écologiques.



## Les inondations diffèrent selon les régions, la topographie et le régime des pluies

### *La montée lente des eaux en région de plaine*

Les inondations des grandes rivières du bassin Seine-Normandie se produisent essentiellement lorsqu'elles sortent lentement de leur lit mineur et inondent la plaine pendant une période relativement longue. Elles surviennent généralement entre novembre et avril. Elles apparaissent après une succession d'épisodes pluvieux de longue durée, lorsque les débits des cours d'eau sont soutenus et les sols saturés, et lorsque survient ensuite un cycle de précipitations exceptionnelles de plusieurs jours.

Des crues importantes, telle celle de la Seine en janvier 1910, peuvent inonder Paris et avoir ainsi des conséquences très importantes sur la vie économique. Elles peuvent également engendrer des pollutions en emportant des produits industriels et toxiques entreposés à proximité du lit mineur ou des rejets d'eaux usées ou non traitées.

Après plusieurs années pluvieuses consécutives, il arrive que dans les bassins sédimentaires aquifères à relief de plateau, la nappe remonte et inonde les terrains bas en surface. La lenteur de la propagation dans le sous-sol peut conduire à un décalage important entre la pluie et l'inondation, de quelques jours à quelques mois, et à une durée considérable d'inondation (plusieurs mois). Des dommages importants aux habitations et aux réseaux publics peuvent être engendrés. Tel a été le cas lors des inondations de la basse vallée de la Somme qui ont, au cours du printemps 2001, marqué par leur ampleur et leur durée. La crue avait été alimentée par l'écoulement des nappes de versant amplifié par des pluies d'automne et d'hiver exceptionnelles qui se sont ajoutées au régime excédentaire des trois années précédentes. On a observé une brusque remontée de nappe, inattendue en milieu sédimentaire. En mars 2001, cette montée a atteint par endroits 10 m en quelques jours.

### *Les inondations en zone littorale*

Les inondations par submersion en zone littorale sont des inondations temporaires de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques et marégraphiques défavorables provoquant par exemple des ondes de tempête. Par ailleurs, les zones voisines d'un estuaire peuvent être inondées du fait de la conjonction d'une crue fluviale et d'un niveau de la mer exceptionnellement élevé, lors des périodes de marée ou dans des configurations de fortes pressions atmosphériques, bloquant ou ralentissant l'évacuation de la crue.

### *La formation rapide de crues torrentielles*

Elles correspondent à des crues dont le temps de concentration est par convention inférieur à 12 heures. Elles se forment lors d'averses intenses à caractère orageux et localisé, sur des pentes fortes et/ou des vallées étroites sans effet de laminage et d'amortissement. Le cours d'eau transporte de grandes quantités de sédiments et de flottants (bois morts, etc.), ce qui se traduit par une forte érosion du lit et un dépôt des matières transportées. Ces dernières peuvent former des barrages, appelés embâcles, qui, s'ils viennent à céder, libèrent une énorme vague pouvant être mortelle.

### *Le ruissellement pluvial*

Les inondations par ruissellement pluvial sont dues à des écoulements qui ne sont pas absorbés par le sol (imperméabilisation des sols par l'urbanisation intensive) ou par le réseau d'assainissement sous dimensionné des eaux pluviales. La disparition du réseau naturel de drainage superficiel et les pratiques agricoles de mise en place d'un drainage artificiel aggravent également le ruissellement. Elles sont la conséquence de pluies intenses de courte durée ou d'épisodes pluvieux d'un voire quelques jours, sur des bassins versants de petite taille (moins de

quelques dizaines de km<sup>2</sup>). Le temps de montée des crues est très court, de quelques minutes à quelques heures. En milieu rural, elles sont à l'origine de l'érosion des bassins versants.

Lorsqu'une quantité importante de matières en suspension est observée, on parle de coulée boueuse. Elle s'explique par une sensibilité naturelle de certains sols à l'érosion par la pluie notamment lorsqu'ils sont nus. Les conséquences dues à l'envasement affectent le milieu naturel, les ouvrages hydrauliques, la voirie, les habitations qui se trouvent sur la trajectoire de la coulée. Outre l'envasement dû aux matériaux, une pollution due aux pesticides ou aux engrais est parfois observée, menaçant les captages pour l'alimentation en eau potable. Pour l'agriculteur, cela s'accompagne de plants arrachés, d'apparition de ravines gênant les travaux des cultures ou au contraire de recouvrement de parcelles par la terre déplacée.

Des pratiques agronomiques favorisant l'infiltration de l'eau plutôt que le ruissellement, l'implantation de cultures intermédiaires, des labours selon les courbes de niveau et non dans le sens de la pente, etc. sont souvent suffisants pour éviter ces coulées. Outre une gestion adaptée des parcelles agricoles, des aménagements hydrauliques complémentaires peuvent être envisagés : haies, bandes enherbées, fossés, diguettes ou bassins de rétention.

### ***Les aménagements agricoles et urbains peuvent aggraver les crues***

La plupart des aménagements agricoles et urbains affectent l'écoulement de l'eau : modification du couvert forestier, drainage agricole et disparition des zones humides, réduction de la couverture du sol en hiver, remembrement et disparition des haies et prairies, imperméabilisation des sols par les parkings, modification des berges le long des cours d'eau, etc. Il en résulte une accélération des écoulements, une diminution de l'infiltration et une aggravation des crues.

De plus, alors qu'autrefois les cours d'eau étaient régulièrement entretenus pour leur intérêt économique, ils ont été progressivement abandonnés. Le défaut d'entretien des cours d'eau ne permet pas d'utiliser de façon optimale le transport des flux ou leur laminage par les zones naturelles d'expansion des crues. Des aménagements ont été réalisés par les riverains pour empêcher l'expansion des eaux en situation de crue après des inondations, comme la construction de digues, le recalibrage, la coupure de méandres. Cela n'a fait qu'amplifier et reporter le problème en aval, où les riverains sont à leur tour incités à se protéger, et ainsi de suite. Aujourd'hui il existerait plus de 7 000 km de digues en France. La tendance actuelle est d'inverser cette logique pour rendre non constructibles les zones inondables et laisser des zones d'expansion des crues.

#### **Sources et bibliographie**

- M. Deneux et P. Martin, 2001. Les inondations de la Somme, établir les causes et les responsabilités de ces crues, évaluer les coûts et prévenir les risques d'inondations (rapport parlementaire). [en ligne] <<http://www.senat.fr/rap/r01-034-1/r01-034-1.html>>
- IFEN, 2005. L'érosion des sols, un phénomène à surveiller. Le 4 pages IFEN n°106 [en ligne] <<http://www.ifen.fr/>>
- Y. Le Bissonnais, J. Thorette, C. Bardet, J. Daroussin, 2002. L'érosion hydrique des sols de France. INRA, IFEN, 106 p. [en ligne] <<http://erosion.orleans.inra.fr/rapport2002/>>
- IFEN, 2006. L'eau, In L'état de l'environnement en France, pp.195-234
- IFEN, 2006. L'agriculture In L'état de l'environnement en France, pp.63-82
- Chambre d'agriculture de Seine-Maritime, AREAS, 2008. Organisation du parcellaire pour un meilleur fonctionnement hydraulique du bassin versant. In Fiches techniques érosion. [en ligne] <[http://www.seine-maritime.chambagri.fr/fiches\\_techniques\\_erosion.asp](http://www.seine-maritime.chambagri.fr/fiches_techniques_erosion.asp)>
- J. Beauchamp, 2008. La lutte contre l'érosion des sols dans les régions de grande culture. [en ligne] <[http://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/Erosion\\_sol/Erosion-sol.htm](http://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/Erosion_sol/Erosion-sol.htm)>

## 2.4. Les polluants dégradent la qualité de l'eau

La qualité naturelle d'une masse d'eau peut être dégradée par des polluants de diverses origines : urbaine, agricole ou industrielle, ainsi que par la réalisation de travaux dans le sous-sol. Les polluants perturbent le fonctionnement du milieu et peuvent conduire à restreindre ses usages. On distingue les pollutions diffuses de polluants à faible concentration sur de grandes étendues, des pollutions ponctuelles caractérisées par le déversement très localisé dans l'espace et le temps de polluants concentrés.

### • Les macropolluants

Ce sont des substances dont les effets négatifs se font sentir lorsqu'ils sont présents à des concentrations anormales, de l'ordre de plusieurs mg/l.

Les matières en suspension (MES) augmentent la turbidité des eaux. La turbidité affecte la vie aquatique : elle réduit la transparence, empêche la pénétration de la lumière, ce qui a pour effet de freiner la photosynthèse. Elle est également défavorable pour la production d'eau potable. Les MES conduisent aussi à des fermentations contribuant aux carences en oxygène, et ont des effets mécaniques sur les poissons par colmatage des branchies.

Dans le milieu naturel, les MES sont issues de l'érosion et des débris d'origine organique. Les eaux résiduaires urbaines et industrielles contribuent également à élever la teneur des matières en suspension dans l'eau, notamment les rejets en provenance des industries agroalimentaires et de la chimie.

Les matières organiques ne deviennent polluantes que lorsqu'elles sont en excès dans le milieu, notamment le milieu aquatique. Celles qui sont biodégradables se décomposent dans le milieu naturel. C'est le cas des polluants d'origine humaine (déjections humaines ou animales, résidus des activités agricoles, des ateliers agroalimentaires...) qui peuvent générer divers problèmes (odeurs, consommation d'oxygène) et surtout être associés à des micropolluants bactériens, et d'autre part les matières organiques non biodégradables (hydrocarbures...).

La concentration de l'oxygène dans l'eau est déterminante pour la vie aquatique. Or la matière organique est dégradée par l'activité aérobie microbienne. En cas d'eaux fortement chargées en matière organique, ceci conduit à un déficit grave en oxygène et à mortalité massive des poissons. C'est pourquoi la pollution d'origine organique est souvent mesurée par la demande biochimique en oxygène (DBO), en mg/l d'oxygène nécessaire à la dégradation microbienne de la matière organique présente.

### L'eutrophisation

L'eutrophisation, liée à un enrichissement des eaux superficielles en nutriments, se manifeste par des proliférations végétales (producteurs primaires) dans les cours d'eau, plans d'eau et littoral au printemps et en été. Ces producteurs primaires, plantes aquatiques, macro algues et plancton végétal sont à la base de la chaîne alimentaire des écosystèmes aquatiques, mais leur multiplication excessive peut conduire à l'anoxie du milieu avec des conséquences néfastes pour les espèces sensibles. Elle peut aussi rendre les eaux douces impropres à la potabilisation et la baignade en raison de la présence de cyanobactéries (algues bleues toxiques). Les boues extraites se valorisent mal dans l'agriculture en raison de leurs risques toxiques.

Les nutriments sont principalement de l'azote et du phosphore. L'agriculture et la chimie industrielle apportent les plus grosses contributions à la pollution azotée. Quant au phosphore,

il a pour principale origine l'agriculture et les rejets domestiques. Mais l'industrie en rejette également du fait de la présence de phosphore dans certains réactifs de laboratoire. Les phosphates sont également utilisés dans les lessives pour éviter la précipitation du calcaire. Il a été interdit<sup>13</sup> dans les lessives domestiques pour le linge, mais reste présent dans les lessives industrielles et les détergents pour lave-vaisselle.

L'eutrophisation des eaux marines a pour principal facteur limitant la concentration en nitrates, contrairement aux eaux continentales, pour lesquelles ce sont les phosphates qui sont limitants.

### **Le cas des nitrates : un constat inquiétant et des controverses**

Les nitrates sont issus de l'oxydation des composés azotés des déjections animales et humaines. Comme ils sont utilisés comme fertilisant agricole, ils peuvent provenir d'un transfert des parcelles agricoles vers les eaux souterraines et les eaux de surface, en particulier lorsque la fertilisation n'est pas équilibrée au regard des besoins des cultures. Les nitrates ne se fixent pas sur les sols, et suivent le même cheminement que l'eau. Alors que la concentration naturelle des eaux est de l'ordre du mg/l, la concentration des eaux souterraines et de surface est la plupart du temps de l'ordre de plusieurs dizaines de mg/l et a tendance à augmenter.

Cela pose des problèmes majeurs pour l'alimentation eau potable. La réglementation prévoit qu'il n'est pas possible d'utiliser des eaux brutes<sup>14</sup> dont la concentration est supérieure à 50 mg/l.

Cette exigence historique de 50 mg/l est fondée sur des aspects sanitaires. La réduction des nitrates en nitrites, par exemple suite à la contamination accidentelle d'un plat cuisiné, est à l'origine d'une grave maladie du nourrisson, la méthémoglobinémie. Les circonstances y conduisant sont très rares et il y a très peu de cas dans les pays où l'hygiène alimentaire est stricte. Cela a fait dire à certains médecins que la norme de 50 mg/l est trop sévère.

Mais les nitrates sont également à l'origine de l'eutrophisation croissante des eaux estuariennes et marines. Pour éviter les « marées vertes » de plus en plus fréquentes sur les côtes, il faudrait ramener la concentration de nitrate dans les rivières à des valeurs bien inférieures à 50 mg/l, de l'ordre de la dizaine de milligrammes par litres<sup>15</sup>.

Au final, les autorités considèrent qu'il reste crucial de lutter contre la pollution des eaux par les nitrates, notamment en améliorant les pratiques agricoles. À cette fin, il existe diverses aides financières à l'agriculture pour promouvoir des pratiques plus respectueuses<sup>16</sup>, dans le cadre de la politique de développement rural de l'Union européenne<sup>17</sup>. En plus de ces mesures incitatives qui existent depuis 1991<sup>18</sup>, la réglementation se renforce en 2009 pour imposer des mesures reconnues efficaces contre le lessivage des nitrates<sup>19</sup>.

<sup>13</sup> Décret n° 2007-491 du 29 mars 2007 relatif à l'interdiction des phosphates dans certains détergents

<sup>14</sup> Article R1321-42 du Code de la santé publique pour les eaux superficielles.

<sup>15</sup> IFREMER, Les marées vertes à Ulves, une forme d'eutrophisation côtière. Foire aux questions. [en ligne] <<http://www.ifremer.fr/francais/faq/tipe/marees-vertes.htm>>

<sup>16</sup> Voir le site du ministère de l'agriculture : Aides aux exploitations

<<http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/exploitations-agricoles/aides-aux-exploitations>>

<sup>17</sup> Voir le site du ministère de l'agriculture : PAC : Développement rural (FEADER). <<http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/europe-international/la-programmation-de-developpement-rural-2007-2013>>

<sup>18</sup> Directive nitrates 91/676/CEE, programme d'action volontaire et de conseils « Ferti-mieux » porté par l'Association Nationale pour le Développement Agricole, disparue en 2003.

<sup>19</sup> Couverture des sols obligatoire dès 2012 dans les zones vulnérables, généralisation des bandes enherbées ou boisées pérennes le long des cours d'eau dès 2009.

**Sources et bibliographie**

- Agence de l'eau Seine Normandie, 2008. Guide pratique des substances toxiques dans les eaux douces et littorales du bassin Seine Normandie, 272 p. [en ligne] <<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=5327>>
- G. Miquel, 2003. La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 195 p. [en ligne] <<http://www.senat.fr/noticerap/2002/l02-215-1-notice.html>>

**• Les micropolluants**

Les micropolluants sont des composés dont les effets sont toxiques à très faible concentration, de l'ordre du microgramme par litre ( $\mu\text{g/l}$ ). Ils contaminent les cours d'eau soit par apport direct, par ruissellement, par érosion, soit indirectement par la pluie. On distingue aussi des apports ponctuels avec des sources clairement identifiées (rejets industriels, pollution accidentelle, rejets des eaux usées domestiques) et des sources diffuses, liées aux activités agricoles ou aux précipitations.

**Le cas des pesticides**

La France est le premier consommateur de pesticides de l'Union européenne, et est au quatrième rang pour la consommation de pesticides par hectare cultivé<sup>20</sup>.

Les pesticides regroupent les substances qui éliminent les organismes nuisibles. D'un point de vue réglementaire on distingue les produits phytopharmaceutiques (PPP)<sup>21</sup> également appelés « phytosanitaires » ou « produits de protection des plantes » qui visent principalement la protection des végétaux, et les biocides<sup>22</sup>, qui visent les organismes dits « nuisibles ».

On observe une tendance à la baisse des tonnages vendus, principalement due au remplacement de produits anciens par de nouvelles molécules, actives à doses plus faibles. L'utilisation de mélanges de produits est également de plus en plus courante, ainsi que l'augmentation du nombre de traitements à dose réduite. La quantification de l'utilisation des pesticides ne doit donc pas être considérée sur des valeurs absolues. Il est préférable<sup>23</sup> d'utiliser un indicateur comme l'indice de fréquence de traitement (IFT), qui intègre le nombre de passages par campagne de culture, ainsi que le rapport entre la dose apportée et la dose maximale homologuée. Ainsi, en «équivalent pleines doses», le recours aux PPP a diminué de 2 % entre 2001 et 2006 alors que, dans le même temps, les tonnages vendus de substances actives (hors cuivre et soufre) ont baissé de 20 %<sup>24</sup>.

***Une présence généralisée dans les milieux aquatiques qui nécessite des traitements spécifiques pour l'eau potable***

En France métropolitaine, en 2006, la présence de pesticides a été détectée et quantifiée au moins une fois pour 90 % des 1 097 points de mesure en cours d'eau et au moins une fois sur

<sup>20</sup> En 2005, hors surface en herbe.

<sup>21</sup> Directive 91/414/CE

<sup>22</sup> Directive 98/8/CE

<sup>23</sup> N. Pingault, 2007. Améliorer la qualité de l'eau : un indicateur pour favoriser une utilisation durable des produits phytosanitaires. Atelier OCDE, 19 – 21 mars 2007, Washington : indicateurs de développement, de suivi et d'analyse des politiques agroenvironnementales

<sup>24</sup> N. Ouvrard, 2009. L'emploi des produits phytosanitaires demeure stable. Réussir grandes cultures. [en ligne] <<http://www.reussir-grandes-cultures.com/actualites/environnement-ecophyto-2018-pesticides-l-emploi-des-produits-phytosanitaires-demeure-stable&fldSearch=:4IL12UWC.html>>



53 % des 1 507 points de mesure en eau souterraine. Bien que les teneurs mesurées sont parfois très faibles, cela révèle une présence généralisée dans les milieux aquatiques.

Les substances les plus rencontrées dans les cours d'eau en 2006 sont le glyphosate<sup>25</sup> et son produit de dégradation l'AMPA<sup>26</sup>, l'atrazine<sup>27</sup> et son produit de dégradation l'atrazine déséthyl, et le Diuron<sup>28</sup>. Dans les eaux souterraines, les produits les plus courants étaient l'atrazine et ses produits de dégradation l'atrazine déséthyl et l'atrazine désisopropyl, et la simazine<sup>29</sup> et son produit de dégradation le terbuthylazine déséthyl.

En revanche, le nombre de dépassements du seuil de potabilité, historiquement<sup>30</sup> fixé à 0,1 µg/l, est aujourd'hui très faible dans les eaux délivrées au robinet, mais c'est au prix de traitements souvent coûteux.

Enfin, les pesticides sont mal connus dans les eaux littorales : les données du RNO<sup>31</sup> montrent une diminution des niveaux de pesticides interdits, comme le DDT ou le lindane, dans les mollusques et dans les sédiments.

#### ***Mobilité, durée de vie et volatilité déterminent le devenir des pesticides dans les eaux et dans l'air***

Au sol, le pesticide se répartit dans les trois phases solide, liquide, gazeuse. Pour la plupart des produits, ce sont les phénomènes liés à la phase solide, notamment la capacité d'adsorption qui régule les autres phénomènes en particulier la disponibilité des produits pour leur dégradation.

En effet, les pesticides ont une faculté plus ou moins grande à se fixer sur la matière organique du sol, caractérisée par une valeur de Koc, coefficient de partage matière organique / eau. Par ailleurs, les molécules n'ont pas toutes la même durée de vie. Une grandeur, appelée demie-vie, ou DT50, désigne le temps qu'il faut pour qu'une population de molécules identiques soit divisée par deux. La DT50 varie de quelques heures pour les molécules les plus fragiles, à plusieurs dizaines d'années. Koc et DT50 sont disponibles, pour chaque produit, sur le site Agritox<sup>32</sup>.

Pour éviter la contamination des eaux, il est préférable d'utiliser des produits ayant un Koc élevé, une DT50 faible et un dosage faible. Cette apparente évidence est à la base de substitutions de produits. Toutefois, elle ne tient pas compte des caractéristiques des produits de dégradation, qui ont généralement une persistance dans l'environnement supérieure à celle de la matière active. Ces métabolites sont même parfois plus toxiques que la molécule. À titre d'exemple, la mesure de la DT50 en laboratoire dans un sol argileux a donné 0,8 jour pour le glyphosate, mais 34 jours pour son produit de dégradation, l'AMPA. Il n'est donc pas étonnant

<sup>25</sup> Désherbant total connu sous la marque Roundup

<sup>26</sup> L'AMPA (acide aminométhylphosphonique) peut également provenir de certains produits détergents (lessives), mais dans les zones agricoles sa présence est généralement très majoritairement due à la dégradation du glyphosate.

<sup>27</sup> Herbicide dont l'usage est interdit à l'utilisation depuis juin 2003

<sup>28</sup> Désherbant, anti algue et anti mousse, interdit à l'utilisation depuis décembre 2008

<sup>29</sup> Herbicide interdit en 2003

<sup>30</sup> Le choix des normes européennes en matière de pesticides relève moins d'analyses toxicologiques que d'une prise de position visant à se rapprocher du risque zéro. Il s'agit donc moins d'un choix de santé publique que d'un choix politique et environnemental : dès lors que dans l'état naturel, il n'y a pas de pesticide dans l'eau, il ne doit pas y en avoir non plus dans les eaux de consommation. La fixation des teneurs en pesticides a été donc fixée à 0,1 µg/l, seuil minimum de détection dans les années 80. On est aujourd'hui en mesure de déterminer des valeurs beaucoup plus faibles.

<sup>31</sup> Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin créé en 1974 par le ministère de l'environnement – géré par l'IFREMER

<sup>32</sup> <http://www.dive.afssa.fr/agritox/php/fiches.php>

de trouver des quantités importantes d'AMPA dans l'environnement<sup>33</sup>. De plus, ces substitutions ne prennent pas en compte la toxicité pour l'environnement.

Enfin, certaines molécules sont volatiles et se retrouvent également dans les eaux de pluie et dans l'air. On dispose de peu de références sur les pertes à l'épandage qui peuvent être très importantes, selon le type de pesticide, la technique d'application, le développement du couvert. En pulvérisation sur le feuillage, ces pourcentages peuvent

atteindre 10 à 70 % de pertes vers le sol et 30 à 50 % vers l'air. Lors d'une fumigation du sol, 20 à 30 % de pertes dans l'air proviennent du bon respect ou non des règles d'application.

En 2005, par exemple, 45 pesticides différents ont été détectés dans l'air en Région Centre. Substances très volatiles transportées par les vents sur de longues distances, elles ont tendance à se concentrer et à s'accumuler dans les zones les plus froides. Les brouillards et rosées sont 30 à 60 fois plus chargés que l'eau de pluie qui atteint 200 fois les normes tolérées pour l'eau potable. En 2007, le groupe Phyt'air du CORPEN a confirmé la présence systématique de pesticides dans l'air, y compris en dehors des périodes théoriques d'épandage dans les centres-villes de grandes agglomérations.

***Le durcissement de la réglementation et des mesures incitatives doivent permettre de réduire progressivement l'utilisation des pesticides***

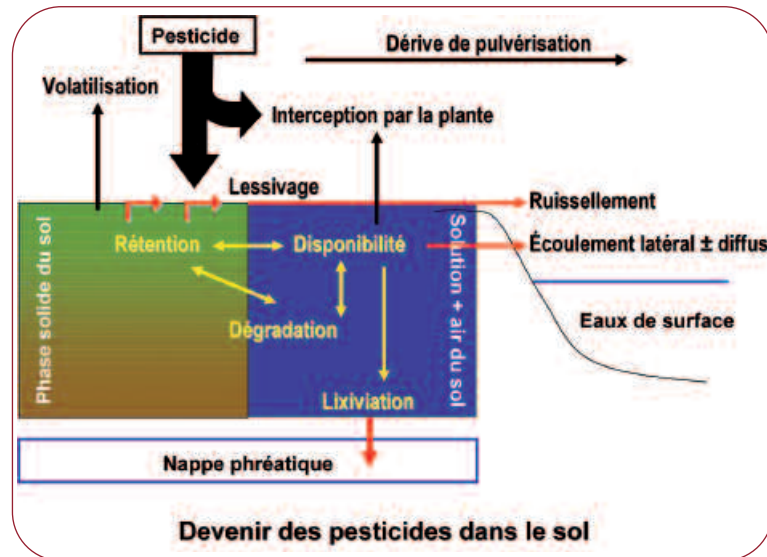
En France, plusieurs arrêtés ministériels ou interministériels réglementent d'ores et déjà l'utilisation des pesticides.

L'arrêté du 28 novembre 2003 est relatif aux conditions d'utilisation des pesticides et acaricides à usage agricole en vue de protéger les abeilles et autres insectes pollinisateurs.

L'arrêté interministériel du 12 septembre 2006 comporte quatre volets et deux nouvelles obligations :

- conditions générales d'utilisation des produits phytosanitaires,
- limitation des pollutions ponctuelles,
- gestion des effluents phytosanitaires,
- mise en œuvre des zones non traitées (ZNT).

Il oblige à respecter, d'une part, une zone non traitée minimale de 5, 20 ou 50 m selon les produits, pour lutter contre les pollutions diffuses et, d'autre part, de bonnes pratiques agricoles comme disposer d'un moyen de protection du réseau d'eau, d'éviter le débordement des cuves, de pratiquer le rinçage des bidons, de rincer et d'épandre les fonds de cuve au champ, de ne pas traiter par vent supérieur à 3 Beaufort. Le respect des ZNT est contrôlé dans le cadre de la conditionnalité des aides du premier pilier de la PAC.



<sup>33</sup> L. Mamy et al., 2008. Evaluer les risques environnementaux des pesticides. Innovations agronomiques (2008) 3, pp 121-143.

Depuis le 1er janvier 2009, le contrôle périodique des pulvérisateurs est obligatoire<sup>34</sup> et doit être réalisé tous les cinq ans.

Le plan « Écophyto 2018 » comporte 105 mesures pour permettre aux agriculteurs et autres utilisateurs de pesticides de produire en utilisant moins de pesticides. De plus, les produits contenant les substances les plus préoccupantes sont progressivement retirés du marché : 30 substances utilisées dans 1 500 produits ont été retirées fin 2008, 10 substances supplémentaires seront retirées fin 2010. L'objectif est d'arriver à réduire de 50 % la quantité de pesticides utilisés en 10 ans.

Au plan européen, de nouvelles règles vont également émerger avec le « paquet pesticides » qui a été adopté le 24 septembre 2009, comprenant un règlement concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques<sup>35</sup>, une directive-cadre sur l'utilisation durable des pesticides<sup>36</sup> et un règlement concernant les statistiques relatives aux pesticides<sup>37</sup>. Ces règles entreront en vigueur en 2011.

Les dispositions réglementaires sont complétées par des mesures incitatives dans le cadre du deuxième pilier de la PAC financé par le Fonds européen Agricole pour le Développement Rural (FEADER).

Le PVE (plan végétal pour l'environnement) finance des investissements matériels permettant de mieux répondre aux exigences environnementales. Les enjeux visés sont notamment la lutte contre les pollutions par les produits phytosanitaires. Elles permettent notamment de lutter contre les pollutions ponctuelles, par exemple en finançant la réalisation d'aires de remplissage adaptées au siège de l'exploitation, ou de dispositif d'épuration des fonds de cuve des pulvérisateurs.

Les MAE (mesures agroenvironnementales) permettent de financer les surcoûts engendrés par des changements de pratiques agricoles favorables à la protection de l'environnement. La réduction des pollutions diffuses est favorisée par la conversion ou le maintien de l'agriculture biologique, la gestion extensive des surfaces en herbe et milieux remarquables, la réduction des produits phytosanitaires.

Les dispositifs de formation et d'expérimentation s'ajoutent aux deux premiers par la formation initiale, la formation continue aux effets non intentionnels des pesticides, via les instituts techniques, les chambres d'agriculture, les distributeurs prescripteurs... L'expérimentation phytosanitaire par les référentiels régionaux de systèmes de cultures « bas intrants », innovants et viables aux plans technico économique et écologique (essais dans les exploitations agricoles des LEGTA), ainsi que le développement de techniques alternatives aux herbicides (zéro pesticide dans les villes et les villages, et l'agriculture durable bénéficiant aussi à la biodiversité).

### ***Les pesticides ont des impacts sur la santé humaine et sur l'environnement***

Les risques toxicologiques et de santé publique existent, mais sont différents selon les molécules. Le risque augmente en cas d'exposition multiple, car les pesticides peuvent agir en synergie, phénomène qui est encore peu étudié. Certains sont suspects d'être cancérigènes,

<sup>34</sup> Application de l'article 41 de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 31 décembre 2006.

<sup>35</sup> Règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché de produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414 CEE du Conseil.

<sup>36</sup> Directive 2009/128/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable.

<sup>37</sup> Règlement (CE) n°1185/2009 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2009 relatif aux statistiques sur les pesticides

d'autres seraient des perturbateurs endocriniens interférant avec le système hormonal, avec un effet possible sur la reproduction. Certains sont neurotoxiques, et parfois suspectés d'être impliqués dans la maladie de Parkinson. Les organochlorés peuvent perturber le système immunitaire.

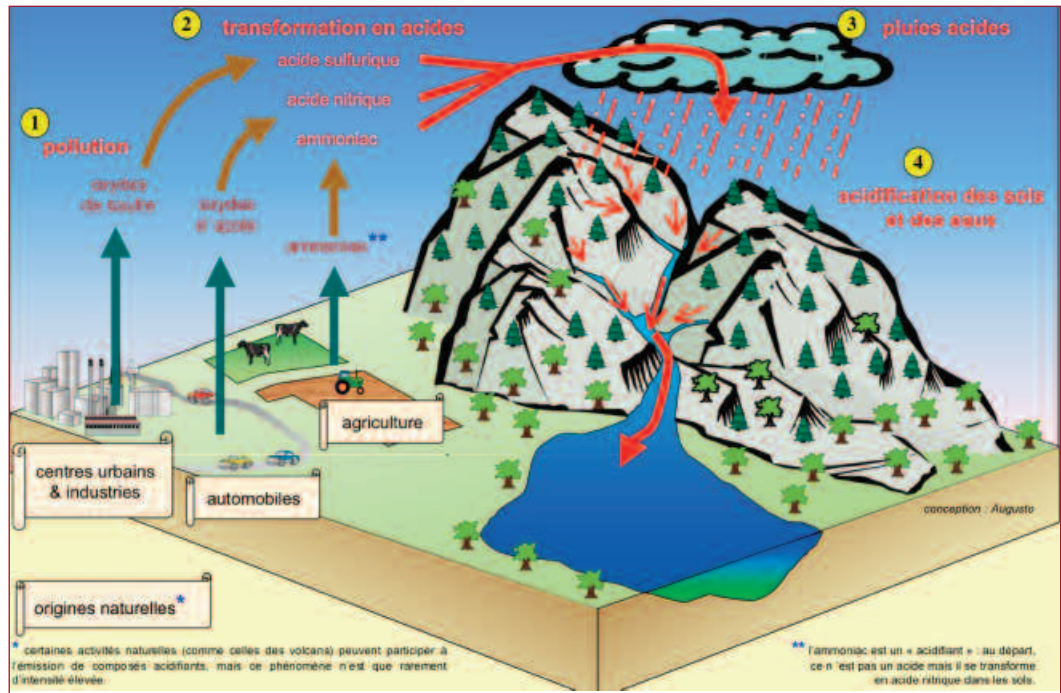
Parmi les 45 actions du plan national santé environnement (PNSE) 2004-2008, quatre concernent les pesticides. Le deuxième PNSE (2009-2013) réaffirme l'importance du plan Écophyto 2018 et appelle à renforcer la connaissance de l'exposition des populations aux pesticides.

#### Sources et bibliographie

Références et sites internet

- IFEN, 2007. Les pesticides dans les eaux – données 2005. coll. Les dossiers IFEN, n° 09, 36 p. [en ligne] <[http://www.ifen.fr/uploads/media/dossier09\\_02.pdf](http://www.ifen.fr/uploads/media/dossier09_02.pdf)>
- Ministère de la Santé, 2005. Les pesticides dans l'eau potable. Guide technique. 75 p. [en ligne] <[http://www.sante-sports.gouv.fr/IMG/pdf/bilan\\_pesticides\\_2001-2003.pdf](http://www.sante-sports.gouv.fr/IMG/pdf/bilan_pesticides_2001-2003.pdf)>
- Ministère de l'Agriculture et de la pêche, 2001. Pesticides mode d'emploi : protéger les végétaux, garantir la sécurité des utilisateurs et des consommateurs, préserver l'environnement. Brochure, 12 p. [en ligne] <[http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Broch\\_Pesticide-1.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Broch_Pesticide-1.pdf)>
- IFEN, 2006. L'usage des produits phytosanitaires. [en ligne] <<http://www.ifen.fr/donnees-essentielles/activites-humaines/agriculture-et-environnement/l-usage-des-produits-phytosanitaires.html>>
- Ministère de l'Agriculture et de la pêche, 2008. Les produits phytosanitaires. [en ligne] <<http://agriculture.gouv.fr/sections/thematiques/environnement/prevention-des-pollutions/produits-phytosanitaires6167>>
- Ministère de l'Agriculture et de la pêche, 2009. ECOPHYTO 2018 : un plan pour réduire de moitié l'usage des pesticides [en ligne] <<http://agriculture.gouv.fr/sections/magazine/focus/phyto-2018-plan-pour/>>
- Ministère de l'Agriculture et de la pêche, Organisation nationale de protection des végétaux. E-phy, Le catalogue des produits phytopharmaceutiques et de leurs usages des matières fertilisantes et des supports de culture homologués en France [en ligne] <<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>>
- Groupe Régional d'Action pour la réduction des Pesticides en Poitou-Charentes (GRAP), Pesticides et santé. [en ligne] <<http://www.mdrgf.org/216pesticides.html>> ou <<http://www.pesticides-poitou-charentes.fr/Pesticides-et-sante.html>>
- J-N. Aubertot, J-M. Barbier, A. Carpentier, J-J. Gril, L. Guichard, P. Lucas, S. Savary, I. Savini, M. Voltz (Editeurs), 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'expertise scientifique collective, INRA et Cemagref [en ligne] <[http://www.inra.fr/l\\_institut/expertise/expertises\\_realisees/pesticides\\_agriculture\\_et\\_environnement](http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_agriculture_et_environnement)>
- CORPEN, 2007. Les produits phytosanitaires dans l'air, origine, surveillance et recommandations pratiques en agriculture, 122 p. [en ligne] <[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN\\_phytos\\_dans\\_air\\_08.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_phytos_dans_air_08.pdf)>
- Ministère de l'Agriculture et de la pêche, 2009. Le contrôle périodique des pulvérisateurs. Brochure.
- Ministère de l'Agriculture et de la pêche, 2008. PAC : Développement rural (FEADER). [En ligne] <<http://agriculture.gouv.fr/pac-developpement-rural-feader>>
- M. Gentilini, 2009. Propositions pour un deuxième plan national santé-environnement. Rapport, 78 p.

## • Les pluies acides, une menace pour les sols et les eaux résultant des activités humaines



La pollution atmosphérique est à l'origine des pluies acides<sup>38</sup>

L'eau de pluie est naturellement légèrement acide, en raison de la dissolution du dioxyde de carbone atmosphérique, qui donne de l'acide carbonique, un diacide faible. Mais depuis le début des années 1950, on observe une forte augmentation de l'acidité des eaux de pluie dans diverses régions du monde, résultant essentiellement de la pollution de l'air par des gaz (dioxyde de soufre et oxydes d'azote) et des particules, issus de différentes activités industrielles, de la combustion de produits fossiles riches en soufre, de la circulation automobile et de l'élevage industriel. Ces gaz se dissolvent dans la vapeur d'eau de l'atmosphère et sont oxydés en acides (notamment sulfurique et nitrique) qui acidifient les précipitations.

Ces pluies acides endommagent les forêts et polluent sols, lacs et rivières. Si le pouvoir tampon des sols qui reçoivent ces pluies est suffisant, les carbonates et les bicarbonates neutralisent l'apport acide sans dommage. Mais si les apports acides sont trop importants ou que le pouvoir tampon des sols est trop faible, ceux-ci deviennent acides. Pour un pH inférieur à 5, les sels d'aluminium contenus dans des silicates, comme les argiles, sont libérés (pour un pH supérieur à 6, l'aluminium n'est pas soluble dans l'eau). À ces sels très toxiques vis-à-vis des végétaux, s'ajoutent d'autres métaux toxiques, comme le cadmium et le plomb, jusque-là bloqués dans les sédiments et libérés à pH très acide. Cette acidité détruit toute vie excepté quelques algues et bactéries.

### Sources et bibliographie

- Dossier de la série « saga sciences » du CNRS sur <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/accueil.html>
- E. Dambrine et al. (2005) Pollution atmosphérique acide et azotée : des effets variés, des dynamiques lentes (diaporama) [en ligne] [http://www.gip-ecofor.org/publi/page.php?id=975&rang=0&domain=1&lang=fr\\_FR](http://www.gip-ecofor.org/publi/page.php?id=975&rang=0&domain=1&lang=fr_FR)

<sup>38</sup> Schéma reproduit avec l'aimable autorisation de Laurent Augusto, INRA Bordeaux.



## 2.5. Le changement climatique nécessite une adaptation du partage de la ressource en eau

### • L'état quantitatif de la ressource en eau dépend des précipitations efficaces et des prélèvements

Les bulletins de situation hydrologique<sup>39</sup> utilisent plusieurs indicateurs pour donner la situation quantitative de la ressource en eau : indice d'humidité des sols, hydraulicité des cours d'eau<sup>40</sup>, niveau des nappes.

Ces indicateurs résultent des précipitations et des prélèvements.

#### *Les précipitations efficaces rechargent les nappes phréatiques*

Toutes les précipitations ne participent pas à la recharge des nappes et aux écoulements des cours d'eau. En effet, les précipitations remplissent la réserve d'eau du sol, avant de s'infiltrer en profondeur ou de s'écouler vers les cours d'eau. La partie facilement utilisable de cette réserve (RFU) est perdue par évaporation à la surface du sol et transpiration par le feuillage du couvert végétal. L'évapotranspiration potentielle (ETP) peut atteindre 6 mm par jour en zone tempérée et 8 mm par jour en zone méditerranéenne. L'évapotranspiration réelle (ETR) est égale à l'ETP tant que la RFU n'est pas vide.

Les précipitations qui restent après évaporation et remplissage de la RFU sont appelées pluies efficaces. Elles sont caractérisées par une forte variabilité spatiale et temporelle et ont lieu principalement en hiver en métropole.

#### *Les prélèvements n'ont pas le même impact selon la région et la saison*

Les prélèvements représentent 19 % de la pluie efficace, en moyenne sur le territoire de la métropole. Une partie de ces prélèvements est restituée au milieu naturel, en particulier les eaux utilisées pour le refroidissement des centrales de production électrique. La consommation n'est que de 7 % de la pluie efficace. Mais cette abondance apparente cache des disparités spatiales importantes et des difficultés saisonnières.

### • L'aridité est permanente, la sécheresse transitoire

Si la pluviométrie annuelle est inférieure à l'évapotranspiration potentielle, on parle d'aridité. Cela suppose une pluviométrie systématiquement inférieure à 500 mm en cumul annuel.

Degré d'aridité	Répartition des pluies	Pluviométrie annuelle en mm
Hyper-aride	Précipitation exceptionnelle	10 – 15
Arde	Faibles pluies	50 – 150
Semi-aride	Pluies saisonnières	Jusqu'à 500 mm

En France métropolitaine, le climat n'est pas aride, les pluies étant supérieures à cette valeur (voir tableau page suivante).

En revanche, il y a sécheresse lorsque la pluviométrie est inférieure à la normale. On observe deux catégories de sécheresse en France.

<sup>39</sup> Les bulletins de situation sont publiés chaque mois par le MEEDM - Direction de l'Eau et de la Biodiversité, et disponibles sur le site EauFrance [en ligne] <<http://www.eaufrance.fr/>>

<sup>40</sup> Rapport du débit moyen observé pendant le mois écoulé, à sa valeur moyenne interannuelle

Station météo	Altitude (m)	Chronique	Pluviométrie normale (mm)
Paris Montsouris	75	1961 – 1990	641,6
Rennes	36	1961 – 1990	648,8
Reims	91	1961 – 1990	604,2
Bordeaux	47	1961 – 1990	923,1
Marseille Marignane	5	1961 – 1990	544,4
Mont Aigoual (Gard)	1567	1961 – 1990	2 193,8
Perpignan	42	1961 – 1990	572,4
Ajaccio	4	1961 – 1990	645,5
Nouméa	69	1966 – 1995	1 071,6

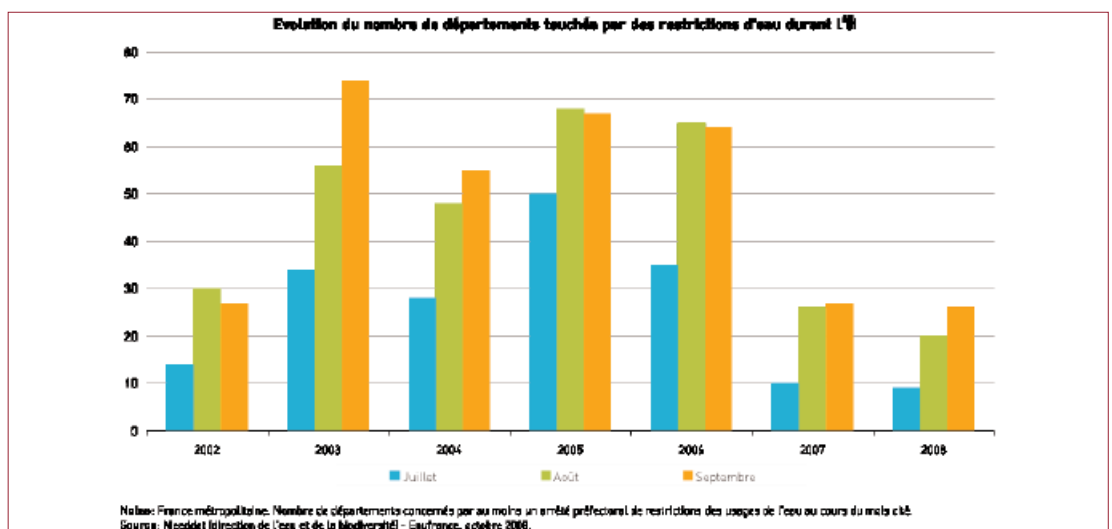
La sécheresse hydrologique arrive lorsque les pluies d'automne et d'hiver sont insuffisantes.

L'agriculture est affectée dans la mesure où les « réservoirs » ne sont pas remplis.

On parle de sécheresse édaphique lorsque les pluies de printemps et d'été sont insuffisantes pour remplir le « réservoir » du sol que représente la RFU (réserve facilement utilisable) pendant la saison de végétation.

Les difficultés saisonnières dues à la rareté de l'eau sont davantage dues à une gestion quantitative inappropriée qu'à des épisodes de sécheresse, ce qui impose une évolution plus restrictive de la réglementation.

Chaque été, on observe des hydraulicités faibles voire des assecs, des niveaux piézométriques de nappes anormalement bas. Les préfetures prennent des arrêtés pour limiter l'usage de l'eau<sup>41</sup>.



Ce déficit quantitatif affecte les milieux aquatiques : risque d'intrusion saline dans les nappes souterraines, effondrement de karsts, diminution du potentiel de dilution des pollutions, détérioration des zones humides, augmentation de température, atteinte à la biodiversité aquatique. La rareté a donc un impact indirect, mais souvent sévère sur la qualité des eaux. Elle

<sup>41</sup> En application de l'article L.211-3 II-1° du code de l'environnement.

<sup>42</sup> France métropolitaine. Nombre de départements concernés par au moins un arrêté préfectoral de restrictions des usages de l'eau au cours du mois cité. Source : Meedm (Direction de l'Eau et de la Biodiversité), octobre 2008.

peut aussi entraîner des difficultés pour l'alimentation en eau potable et des pertes économiques pour les agriculteurs et les industriels.

La récurrence des situations de crise est supérieure à la fréquence des sécheresses. Cela démontre que la gestion quantitative des eaux n'est pas satisfaisante. Les SDAGE ont pourtant des débits d'objectif d'étiage permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne huit années sur dix<sup>43</sup>. Mais plusieurs freins s'opposent à cet objectif. L'abondance de la ressource en moyenne masque la problématique sécheresse et rend difficile la concertation entre acteurs, nombreux et aux intérêts divergents.

Pour éviter à l'avenir les crises, il est nécessaire de mettre en place une gestion interannuelle des nappes et des réserves de surface pour assurer un équilibre à long terme. Cela implique de limiter les autorisations de prélèvements futurs pour les nappes très sollicitées, et d'avoir des modèles précis de fonctionnement des réservoirs. À titre d'exemple, en Île-de-France, différents modes de gestion des aquifères multicouches dit de Beauce ou du Champigny et de la masse d'eau captive de l'Albien-Néocomien ont été mis en place. Ces modes de gestion émergents doivent permettre à terme une exploitation durable des ressources en eaux souterraines<sup>44</sup>.

Des outils réglementaires sont progressivement mis en place. Les pénuries chroniques ont conduit à définir des ZRE, zones de répartition des eaux<sup>45</sup>, en vue de concilier les différents usages. Le classement d'une zone en ZRE par arrêté préfectoral a notamment pour effet de ramener à 8 m<sup>3</sup>/h au lieu de 80 m<sup>3</sup>/h le seuil au-dessus duquel les prélèvements sont soumis à autorisation, de façon à maîtriser le développement des captages. Les cartes<sup>46</sup> des ZRE en eaux superficielles et en eaux souterraines donnent un aperçu de la réalité des problèmes quantitatifs à caractère chronique en France métropolitaine et dans les DOM. Mais le tableau est incomplet, car un certain nombre de bassins en déficit n'ont pas été classés en ZRE.

Plus récemment, la loi<sup>47</sup> a prévu que les SAGE se dotent de règlements qui peuvent préciser les volumes prélevables et la répartition entre usages sur leur territoire. Ce volume peut être décliné par saison et être variable en fonction d'indicateurs précis, tels que l'état de la recharge hivernale ou l'hydraulicité de l'année évaluée à la fin de l'hiver. Lorsque ces volumes seront connus, ils permettront de réviser les autorisations de prélèvement.

Enfin, pour traiter les bassins où le déficit est particulièrement lié à l'agriculture, la répartition des volumes d'eau d'irrigation sera confiée à un organisme unique<sup>48</sup>, personne morale qui représentera les irrigants sur un périmètre déterminé. L'autorisation de prélèvement d'eau pour l'irrigation, sur le périmètre concerné, sera délivrée à cet organisme unique. Seuls seront concernés les prélèvements pour l'irrigation à des fins agricoles, à l'exception des prélèvements domestiques. Cela permettra une gestion collective structurée, pour une meilleure répartition qu'actuellement entre irrigants d'une ressource disponible, mais limitée.

<sup>43</sup> En application de l'article L.211-3 II-1° du code de l'environnement.

<sup>44</sup> France métropolitaine. Nombre de départements concernés par au moins un arrêté préfectoral de restrictions des usages de l'eau au cours du mois cité. Source : MeedM (Direction de l'Eau et de la Biodiversité), octobre 2008.

<sup>45</sup> Initialement créées par le décret 94-354 du 29 avril 1994, les ZRE sont désormais définies à l'article R211-71 du Code de l'environnement.

<sup>46</sup> MEEDM, 2005. Les zones de répartition des eaux.

[en ligne] Exemple en Limousin <[http://www.limousin.developpement-durable.gouv.fr/article.php3?id\\_article=170](http://www.limousin.developpement-durable.gouv.fr/article.php3?id_article=170)>

<sup>47</sup> Article 77 de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 (article L. 212-5-1 du code de l'environnement)

<sup>48</sup> Décret 2007-1381 du 24 septembre 2007 (art R211-111 à 211-117 et R214-31-1 à 5)

<sup>49</sup> Selon l'article 1 de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification signée à Paris en 1994

## • La désertification menace le potentiel des sols

La désertification désigne<sup>49</sup> «la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines». La désertification désigne ainsi le déclin irréversible ou la destruction du potentiel biologique des terres et de leur capacité à supporter ou à nourrir les populations.

En effet, le manque d'eau entraîne la disparition de la plupart des plantes. En conséquence, la matière organique du sol disparaît par minéralisation et la terre perd son eau résiduelle. Privés d'eau et de matière organique, les agrégats terreux deviennent instables et sensibles à l'érosion éolienne qui soulève les particules fines, laissant en place les sables et cailloux. Ces terres détruites deviennent incapables de porter une quelconque végétation, c'est le processus de désertification.

La lutte contre la désertification passe par un emploi judicieux des eaux disponibles.

### Bibliographie et sites

- JP. Amigues et al., 2006. Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective, Rapport, INRA, 380 pages + annexes [en ligne]  
<[http://www.inra.fr/les\\_partenariats/expertise/expertises\\_realisees/secheresse\\_et\\_agriculture\\_rapport\\_d\\_expertise](http://www.inra.fr/les_partenariats/expertise/expertises_realisees/secheresse_et_agriculture_rapport_d_expertise)>
- Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification [en ligne] <<http://www.unccd.int>>
- Comité scientifique français de la désertification [en ligne] <<http://www.csf-desertification.org/>>
- G. Grosclaude (coord.), 1999. L'eau – Tome 1 – milieu naturel et maîtrise. 201 p, Ed. INRA
- U. Safrieli et al., 2005. Dryland Systems. In Millennium Ecosystem Assessment, vol. 1, pp. 625-662, Island Press, [en ligne] <<http://www.maweb.org/fr/Index.aspx>>

## • Le changement climatique va conduire à une diminution des ressources disponibles en été en métropole, aggravant le déficit actuel

Le réchauffement global de la planète se traduit par une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer. Il est très probablement attribuable à la hausse des concentrations de GES (gaz à effet de serre) anthropiques.

Le protocole de Kyoto a été adopté par la Convention Cadre des Nations unies sur les changements climatiques en 1997 et ratifié par de nombreux États. Malgré cela, les impacts du changement climatique vont affecter la plupart des secteurs de l'économie et les ressources naturelles. Les effets du réchauffement s'exerceront de façon disproportionnée sur les pays en voie de développement et sur les populations déshéritées, renforçant les inégalités en matière de santé et d'accès à une alimentation adéquate, à l'eau potable et d'autres ressources.

En France, selon la Mission interministérielle de l'effet de serre, des perturbations notables des précipitations et de la température de l'air sont attendues pour la première moitié du XXI<sup>e</sup> siècle. La disparition de la moitié des glaciers alpins est prévue d'ici 2100.

D'ores et déjà, le Cemagref a observé une tendance à des étiajes estivaux plus sévères dans

<sup>49</sup> Selon l'article 1 de la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification signée à Paris en 1994

les secteurs pyrénéens et basques. À l'inverse, dans la zone alpine, l'augmentation des températures de l'air semble avoir réduit la quantité d'eau retenue en hiver sous forme de neige, augmentant ainsi les débits sur cette saison. Pour les autres bassins examinés, le régime des basses eaux semble stationnaire.

Pour l'avenir, les estimations s'accordent toutes sur une diminution du niveau des basses eaux en été. Les bassins dont le régime actuel est dominé par la fonte des neiges verraient leurs écoulements hivernaux augmenter sensiblement, tandis que leurs débits estivaux diminueraient (assèchement plus marqué des sols et disparition des stocks neigeux).

L'augmentation de la température va entraîner une augmentation de l'évapotranspiration et donc du transfert d'eau du sol vers l'atmosphère. La pluie efficace sera mécaniquement diminuée, et la recharge des nappes en sera affectée. Ainsi, les déséquilibres actuels seront aggravés.

La prévision de l'état futur des ressources en eau reste un exercice difficile, car aux effets du changement climatique va s'ajouter le poids, qui peut être du même ordre de grandeur, de l'évolution socio-économique. Ainsi, les progrès dans la gestion de l'eau, l'évolution démographique, les usages (généralisation de la récupération de l'eau de pluie), l'évolution des marchés agricoles, le développement des agrocarburants, la politique agricole commune peuvent avoir un effet favorable ou défavorable sur la demande en eau domestique et agricole, pesant sur le bilan de la ressource au niveau de chaque bassin versant.

#### Sources, bibliographie

- Changements climatiques 2007 - Rapport de synthèse du GIEC - résumé à l'intention des décideurs - PNUC et OMM [en ligne] <[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_fr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf)>
  - IFEN, 2006. L'environnement en France, rapport, 194 p. [en ligne] <<http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/acces-thematique/eau/publications.html>>
  - MEEDM. Changement climatique. <<http://www.science.gouv.fr/fr/dossiers/bdd/res/2148/le-rechauffement-climatique/>>
  - H. Douville, 2008. Vers une sécheresse globale. La Recherche n°421 - juillet - août 2008 pp. 41-43
  - J. Jouzel et A. Debroise, 2007. Le climat : jeux dangereux. 2e éd. Dunod, coll. Quai des sciences, 232 p.
  - INRA, 2008, Dossier changement climatique [en ligne] <[http://www.inra.fr/la\\_sciences\\_et\\_vous/dossiers\\_scientifiques/changement\\_climatique](http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous/dossiers_scientifiques/changement_climatique)>
  - J. Diamond et al., 2006. Effondrement : Comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie, Gallimard, coll. NRF essais, 648 p.
  - M. Calame, 2008. La tourmente alimentaire : pour une politique agricole mondiale. Éditions Charles Léopold Mayer, 202 p.
  - A. Vieillefosse et C. Cros, 2007. Les enjeux du changement climatique : quelle gouvernance pour le climat ? Collection « Études et synthèses » de la Direction des Études Économiques et de l'Évaluation Environnementale (D4E), ministère de l'Écologie [en ligne] <[http://temis.documentation.equipement.gouv.fr/document.xsp?id=Temis-0062943&qid=sdx\\_q0&n=7&q=%20des\\_cripteur:%20TRANSFERTS%20DE%20TECHNOLOGIE%7C](http://temis.documentation.equipement.gouv.fr/document.xsp?id=Temis-0062943&qid=sdx_q0&n=7&q=%20des_cripteur:%20TRANSFERTS%20DE%20TECHNOLOGIE%7C)>
  - P. Chevalier, 2005. Impact sur la ressource en eau, In Changement climatique, quels impacts en France, Greenpeace, Climact, pp. 72-77 [en ligne] <<http://www.impactsclimatiquesenfrance.fr/>>
  - Cemagref, 2006. Changement climatique et ressource en eau [en ligne] <<http://www.cemagref.fr/Informations/Actualites/Actu/sec/>>
  - Plan bleu, 2008. Séminaire régional Changement climatique en Méditerranée, Marseille, 22-23 octobre 2008 [en ligne] <[http://www.planbleu.org/publications/seminaire\\_cc/CC\\_Seminaire\\_CR.pdf](http://www.planbleu.org/publications/seminaire_cc/CC_Seminaire_CR.pdf)>
- Sites simulateurs de changement climatique**
- Météo France : <<http://climat.meteofrance.com/>>
  - Science & vie : <<http://climat.science-et-vie.com/>>
  - Projet REXHySS - Rapport final [en ligne] <<http://www.sisyphes.upmc.fr/~agnes/rexhyss/index.php>>

## 3. L'eau potable, les eaux usées : le cycle de l'eau à l'échelle urbaine

Dans chaque commune, le maire est responsable de la distribution de l'eau potable, de la collecte et du traitement des eaux usées. Les communes peuvent se regrouper avec d'autres sous la forme par exemple d'un syndicat des eaux ou au sein d'une communauté de communes. Deux possibilités existent pour la gestion de ce service :

- la commune ou le groupement possède ses propres équipements et personnels, on dit alors que le service des eaux est en régie ;
- la commune ou le groupement fait appel à un gestionnaire privé à qui elle confie le service. Les entreprises qui fournissent ce service sont souvent des groupes industriels importants (Lyonnaise des eaux, Générale des eaux, SAUR...), mais il existe aussi localement des entreprises plus petites.

### 3.1 La disponibilité d'eau à usage domestique est essentielle à la santé publique

L'eau courante est un produit tellement banal et facilement disponible dans les pays développés qu'on en oublie son importance vitale. En cas de pénurie d'eau, par exemple à la suite d'une catastrophe, même si des distributions d'eau en bouteille sont réalisées en urgence, la population ne peut plus réaliser les actes quotidiens essentiels à l'hygiène : cuisson des aliments, toilette personnelle, lavage des mains. De nombreuses maladies apparaissent alors, comme les diarrhées, qui peuvent conduire à la mort les personnes âgées, les jeunes enfants ou les personnes fragiles.

La quantité minimale d'eau nécessaire pour satisfaire les besoins élémentaires et vitaux liés à la boisson et à l'hygiène est de 15 litres par personne et par jour<sup>50</sup>.

Consommations moyennes par type d'habitant, en l/j <sup>51</sup>	
Parisien	180
Francilien	140
Personne en milieu rural	110
Personne à revenu modeste	90
Enfant	69
Personne âgée	105
Sportif	204
Français en vacances	230

Au-delà de ces utilisations essentielles, l'eau courante est utilisée pour l'entretien des locaux, du linge, de la vaisselle, l'évacuation des excréta (chasse d'eau des WC), et l'agrément des habitants (arrosage du jardin, remplissage de la piscine, lavage de la voiture...).

De fait, lorsque l'eau est abondante comme c'est le cas en France, la consommation de chaque personne est bien supérieure.

<sup>50</sup> Projet SPHERE. Charte humanitaire et normes minimales pour les interventions lors de catastrophes, 2004.

<sup>51</sup> Chiffres et données de l'eau en Seine-Normandie, mémento statistique 2005



### Définition des usages domestiques<sup>52</sup>

Alimentaires	Boisson Préparation des aliments Lavage de la vaisselle
Liés à l'hygiène corporelle	Lavabo, douche, bain, Lavage du linge
Dans l'habitat	Évacuation des excréta Lavage des sols
Connexes	Arrosage des espaces verts et du potager Lavage des véhicules

Dans les grandes agglomérations, la consommation par habitant est plus importante car elle comptabilise les utilisations d'autres services : hopitaux, restaurants, industries, etc.

### 3.2. La potabilité de l'eau à usage domestique est garantie

L'eau à usage domestique est avant tout un produit alimentaire, même si seulement 7 % de l'eau consommée est utilisée pour la boisson ou la préparation des repas<sup>53</sup>. Sa potabilité est garantie au robinet du consommateur par l'obligation faite au distributeur<sup>54</sup> de surveiller 54 paramètres de qualité physico-chimiques, organoleptiques et microbiologiques<sup>55</sup>. Elle est donc agréable à boire et ne présente pas de risque pour la santé.

Deux grands types de ressources pour la production d'eau potable coexistent :

- les eaux superficielles sont les eaux issues des cours d'eau et des plans d'eau naturels (lacs, étangs...) ou artificiels (retenues, barrages) ;
- les eaux souterraines proviennent des nappes phréatiques (en contact avec la surface, pour lesquelles on utilise des puits) ou profondes (pour lesquelles on utilise des forages).

Dans le bassin Seine-Normandie, il a été distribué 525 millions de m<sup>3</sup> en provenance des eaux de surface, dont l'essentiel concerne la région parisienne, et 763 en provenance des nappes au cours de l'année 2003.

Un traitement physico-chimique et une désinfection sont généralement nécessaires pour atteindre la potabilité. Pour les eaux de surface, le traitement est le plus souvent constitué d'une clarification qui permet de supprimer les colloïdes responsables de la couleur, de la turbidité et de la contamination organique. Ce traitement nécessite des étapes de coagulation, floculation, décantation, filtration. Un traitement d'affinage est parfois mis en œuvre, comme la filtration sur charbon actif, qui retient les pesticides et améliore les qualités organoleptiques. La désinfection permet, après clarification, de supprimer les germes pathogènes éventuellement présents dans l'eau.

Il y a 587 usines de traitement en fonctionnement dans le bassin Seine-Normandie.

C'est le responsable de la distribution de l'eau qui assure la surveillance de la qualité de l'eau. À ce titre, il est tenu d'effectuer un examen régulier de ses installations et de réaliser un programme d'analyses en fonction des dangers identifiés sur le système de production et de distribution d'eau. Il informe les usagers et les services de l'État en cas de problème.

<sup>52</sup> D'après un avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Public de France (CSHPPF) du 5 septembre 2007

<sup>53</sup> Chiffres et données de l'eau en Seine-Normandie, mémento statistique 2005

<sup>54</sup> Article L1321-4 du Code de la santé publique

<sup>55</sup> Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine



*Filtres à sable dans une usine d'eau potable*



*Système de chloration dans une usine d'eau potable*

### 3.3. Les ressources servant à la production d'eau potable doivent être protégées

Les collectivités exploitent environ 5 200 captages d'eau dans le bassin Seine-Normandie. Pour parvenir à fabriquer une eau potable, cette ressource doit elle-même être d'une qualité suffisante.

La réglementation interdit d'utiliser de l'eau brute de trop mauvaise qualité<sup>56</sup>. C'est le cas par exemple lorsque sa concentration en ions nitrate est supérieure à 50 mg/l ou que sa concentration en pesticides est supérieure à 5 µg/l. Cette contrainte conduit chaque année les collectivités à abandonner certaines ressources et à trouver des solutions de remplacement souvent coûteuses. De plus, il est toujours préférable d'éviter autant que possible les traitements que l'on doit faire subir à l'eau, car ces traitements peuvent laisser dans l'eau des sous-produits indésirables, et parce qu'ils augmentent le prix de l'eau.

#### • La présence de nitrates dans l'eau est une cause importante d'abandon de captages

Dans les unités de distribution où les concentrations en nitrates dépassent 50 mg/l et dans celles où une dégradation de la qualité des ressources en eau risque de compromettre à terme la conformité des eaux, les collectivités doivent mettre en œuvre des actions d'amélioration de la qualité des eaux d'alimentation, parmi lesquelles :

- la protection des captages d'eau vis-à-vis de la pollution diffuse, en particulier celle d'origine agricole ;
- la substitution de la ressource en eau par une autre de meilleure qualité ;
- le raccordement à un autre réseau d'adduction ;
- la mise en place de traitement de dénitratisation.

Dans le bassin Seine-Normandie, entre 1989 et 2000, 443 captages d'eau utilisés pour la production d'eau potable ont été abandonnés sur un total d'environ 5 000 ouvrages. Les nitrates représentaient la cause principale d'abandon de captages (191 cas).

S'agissant de la Bretagne, la proportion de la population ayant reçu de l'eau dont la qualité était non conforme, une fois ou plus vis-à-vis des nitrates, est descendue de 13,3% en 1999, à 4,4% en 2001 puis à 1,3% en 2004. Outre l'abandon des captages les plus pollués, cette diminution est liée à la mise en œuvre de mélanges d'eau ou de traitements de dénitratisation, à la protection des ressources en eau ainsi qu'au régime climatique de ces dernières années.<sup>57</sup>

<sup>56</sup> Article R1321-42 du Code de la santé publique pour les eaux superficielles.

## • Le problème des pesticides pour l'eau potable

L'eau du robinet était en 2003 globalement de bonne qualité vis-à-vis des pesticides. 91% de la population française, soit plus de 51 millions d'habitants, était alimentée par une eau dont la teneur en pesticides était conforme en permanence aux limites de qualité. Cette situation n'est pas liée à la qualité des eaux brutes, utilisées pour la production d'eau potable pour laquelle une contamination par les pesticides est régulièrement constatée mais elle est due à l'adoption de solutions palliatives ou curatives comme :

- l'abandon des captages d'eau les plus pollués ;
- la mise en œuvre de traitements spécifiques des eaux (filtration sur charbon actif, rétention membranaire...) ou de mélanges d'eau, quand cela s'avère nécessaire.

164 000 habitants ont été concernés en 2003 par des restrictions de consommation d'eau pour des usages alimentaires en raison d'une présence trop importante de pesticides. 57% des situations de restriction des usages alimentaires de l'eau concerne trois départements (Oise, Seine-et-Marne et Eure-et-Loir).



## • Les dangers « émergents »

Certains microorganismes et certaines substances chimiques (perturbateurs endocriniens...) retiennent l'attention des experts et des acteurs du domaine de l'eau. L'étude de ces nouvelles substances (origine, conséquences sur la santé...) permettra aux scientifiques de se prononcer sur leur dangerosité et de proposer de nouvelles exigences de qualité pour l'eau potable.

## • Les périmètres de protection

La réglementation prévoit trois types de périmètres, qui doivent<sup>58</sup> être définis réglementairement autour des points de prélèvement après une étude hydrogéologique et prescrits par une déclaration d'utilité publique (DUP) :

- **un périmètre de protection immédiate** : il correspond à l'environnement proche du point d'eau. Il est acquis par la collectivité, clôturé et toute activité y est interdite ;
- **un périmètre de protection rapprochée** : il correspond à la « zone d'appel » du point d'eau. Sa surface est déterminée par les caractéristiques de l'aquifère. À l'intérieur de ce périmètre peuvent être interdits ou réglementés toutes sortes d'installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols de nature à nuire directement ou indirectement à la qualité des eaux ;
- **un périmètre de protection éloignée** (facultatif) : il correspond à la « zone d'alimentation » du point d'eau, voire à l'ensemble du bassin versant. Les activités peuvent être réglementées compte tenu de la nature des terrains et de l'éloignement du point de prélèvement.

<sup>57</sup> Ministère de la Santé et des Solidarités – Direction générale de la Santé, 2005. Dossier d'information : La qualité de l'eau potable en France - Aspects sanitaires et réglementaires.

<sup>58</sup> Article L1321-2 du Code de la santé publique.

Aujourd'hui, en France, 64 % des captages d'eau potable bénéficient d'une protection réglementaire, alors que l'objectif des pouvoirs publics était d'atteindre les 80 % en 2008.

La directive-cadre européenne sur l'Eau<sup>59</sup> (DCE), dans son article 7, impose pourtant que les masses d'eau utilisées pour alimenter la population en eau bénéficient de la protection nécessaire afin de prévenir la détérioration de leur qualité et de réduire les traitements nécessaires à la production d'eau potable.

Pour ce faire, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006 impose la définition de programmes d'actions dans les zones de protection des aires d'alimentation des captages<sup>60</sup>. Ces programmes d'actions, basés sur le volontariat des agriculteurs, peuvent être rendus obligatoires par le préfet après trois ans (délai ramené à un an en cas d'utilisation d'eaux brutes non conformes aux normes de qualité), s'il en estime la mise en œuvre insuffisante au regard des objectifs fixés.

Conformément à ces exigences, le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Seine-Normandie s'est ainsi fixé comme objectif de mettre en œuvre des actions spécifiques de protection pour environ 1 700 captages identifiés comme les plus menacés du bassin. Sur les bassins d'alimentation de ces captages, des programmes pour réduire les pollutions identifiées doivent être engagés. Les actions peuvent aller jusqu'à l'utilisation de techniques alternatives aux pesticides, la création de zones sans pesticides, la couverture générale des sols pendant la période adaptée au principal problème de pollution identifié, etc.

### • Exemples de programmes d'actions engagés sur un captage pour préserver la qualité de l'eau

#### L'expérience de Munich

Dès la fin du XIXe siècle, la ville de Munich s'est souciée de préserver la qualité de l'eau distribuée à ses citoyens en développant, tout au long du XXe siècle une politique d'acquisition foncière et de boisement des terres sur plus d'un millier d'hectares autour des principaux captages de la ville. Sur les terrains non acquis par la collectivité, des périmètres de protections ont été mis en place.

Le constat d'une augmentation des pollutions d'origine agricole (nitrates et pesticides) ces trente dernières années a conduit la collectivité à aller encore plus loin dans sa politique de protection des ressources.

Dès 1991, elle décide en effet d'encourager l'agriculture biologique sur les parcelles agricoles en finançant des aides à la conversion.

Il s'agit de contrats sur six ans pour lesquels les agriculteurs qui s'engagent perçoivent une aide de 280 euros par hectare et par an. En 1998, l'aide a été reconduite sur 18 ans et revalorisée à 500 euros par ha et par an. Au total, plus de 2 000 ha autour du point de captage sont concernés. De son côté, la ville s'est également engagée à acheter les produits biologiques pour alimenter les cantines scolaires et municipales.

Le dispositif est financé conjointement par l'État et par la Société Municipale de l'eau, moyennant une partie du prix de l'eau : 0,01 euros/m<sup>3</sup> d'eau sur un prix de l'eau total de 2,73 euros/m<sup>3</sup>, ce qui permet de dégager une recette annuelle de l'ordre de 600 000 euros/an.

À titre de comparaison, le coût de la mise en place d'installations de traitement de l'eau (dénitratation) est estimé à 0,23 euros/m<sup>3</sup>.

<sup>59</sup> Directive n°2000/60/CE établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

<sup>60</sup> Zones définies à l'article R114-11 du code rural.

**En France aussi...**

À l'instar de l'expérience de Munich, des municipalités, en France, ont mis en place des dispositifs d'aide visant à encourager les agriculteurs à faire évoluer leurs pratiques autour des captages d'eau potable.

À Lons-le-Saunier, la ville et la Chambre d'agriculture ont proposé, dès 1993, des conventions d'adaptation des pratiques culturales aux agriculteurs. En contrepartie d'indemnités, les exploitants avaient la possibilité de s'engager sur des mesures de type : abandon de la culture de maïs, couverture des sols en hiver, réalisations de bilans de reliquat d'azote, réduction de la fertilisation, non-retournement prairies, etc.

De même, la société chargée d'assurer le service public de production et de transport de l'eau à Paris, Eau de Paris, engage depuis plus de 10 ans, des actions de terrain avec le monde agricole. Elle a dans un premier temps encouragé des pratiques raisonnées de la fertilisation azotée, et constatant l'insuffisance de ces efforts pour inverser durablement les tendances, a récemment intensifié ses actions en accompagnant les agriculteurs dans la mise en œuvre d'une agriculture dite « intégrée », à mi-chemin entre l'agriculture raisonnée et l'agriculture biologique. La mise en place de bandes enherbées non cultivées, qui permet aussi de réduire les infiltrations de nitrates et de produits phytosanitaires dans les nappes souterraines, fait également partie des actions qui ont été aidées par Eau de Paris.

**Références**

- Fiche Agriculture biologique, un choix pour une eau de qualité [en ligne]  
<[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/spipwwwmedad/pdf/agriculture\\_biologique\\_et\\_eau\\_de\\_qualite\\_cle793b7f.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/spipwwwmedad/pdf/agriculture_biologique_et_eau_de_qualite_cle793b7f.pdf)>
- P. Pointereau, 1999. L'approvisionnement en eau potable de la ville de Munich. Notes prises lors d'une visite d'étude, Solagro  
[en ligne] <[http://www.solagro.org/site/im\\_user/153\\_notestechmunich.pdf](http://www.solagro.org/site/im_user/153_notestechmunich.pdf)>
- Observatoire régional de l'environnement de Poitou-Charentes. Ville de Lons-le-Saunier : conventions de bonnes pratiques et compensation financière [en ligne]  
<<http://www.observatoire-environnement.org/OBSERVATOIRE/5-eau-potable-15-37-97.html>>
- Gest'eau. L'expérimentation de Vittel. [en ligne]  
<<http://www.gesteau.eaufrance.fr/spip/spip.php?article46>>
- C. Corisco-Perez, 2006. Potabilisation : les coûts réels de production de l'eau potable. Synthèse technique ENGREF.  
[en ligne] <<http://www.agroparistech.fr/Syntheses-techniques.html>>

**3.4. Conseils pour consommateurs avertis**

Le goût de chlore fait parfois que l'eau du robinet soit injustement qualifiée comme étant de mauvaise qualité, en raison de son goût. Toutefois, quelques règles de consommation très simples à mettre en œuvre permettent de l'améliorer.

Pour éliminer l'éventuel goût de chlore de l'eau, il convient de laisser l'eau quelques heures au réfrigérateur dans un récipient propre et fermé (bouteille, carafe).

Avant de remplir ce récipient et lorsque l'eau a stagné longtemps dans les canalisations (par exemple le matin au réveil ou après une journée de travail), il est recommandé de laisser couler l'eau quelques instants, selon la longueur du réseau intérieur de quelques dizaines de secondes

à une à deux minutes. Une vaisselle préalable, voire une douche si la salle d'eau est alimentée par la même colonne montante que la cuisine, permet d'éliminer l'eau ayant stagné dans les tuyaux sans la gaspiller.

Cette pratique assure l'élimination de la plus grande partie des éléments métalliques dissous dans l'eau.

Il est également déconseillé d'utiliser l'eau chaude du robinet pour la préparation des denrées alimentaires (café, thé, cuisson des légumes et des pâtes...) dans la mesure où une température élevée de l'eau favorise la migration des métaux constitutifs des canalisations dans l'eau.

Concernant les équipements électroménagers consommant de l'eau tels que le lave-linge, le lave-vaisselle, il est recommandé de comparer les différents modèles et d'opter pour ceux consommant le moins. Cela est facilité, pour les appareils neufs, par la présence d'une étiquette énergie qui comporte également des informations sur le nombre de litres d'eau consommés à chaque cycle de lavage. Pour économiser encore plus, il est recommandé de ne pas enclencher un cycle avant le remplissage complet de la machine.

L'utilisateur de réducteurs de débit pour les robinets et les douches permet non seulement d'économiser l'eau, mais aussi l'énergie nécessaire à la production d'eau chaude. La robinetterie vendue n'étant jamais pourvue de dispositifs d'économie pour des raisons de normalisation, il est nécessaire de se procurer les réducteurs séparément dans un magasin de bricolage ou une quincaillerie. Leur faible coût fait qu'ils sont très rapidement rentables.

De même, le remplacement des chasses d'eau de toilettes traditionnelles par des versions à double commande est souhaitable. Outre l'économie sur la facture d'eau, cela permet de prélever moins d'eau dans l'environnement et de ne pas diluer inutilement les eaux usées.

#### Comparaison des appareils anciens et des appareils économes : consommation en litre par cycle

Appareil	Ancien ou non économe	Économe
Lave-vaisselle	25 à 40	20
Lave-linge	70 à 120	60
Chasse d'eau	6 à 12	3 à 6

### 3.5. Les eaux usées non traitées affectent la qualité des milieux récepteurs

Les eaux usées contiennent plus ou moins de polluants susceptibles de dégrader le milieu naturel. On considère principalement trois effets :

- les microorganismes du milieu naturel utilisent la matière organique oxydable présente dans l'effluent pour leurs besoins physiologiques. Ce phénomène d'auto-épuration s'accompagne d'une consommation d'oxygène qui peut aller jusqu'à l'asphyxie complète du milieu. Cette diminution de la concentration en oxygène ne permet parfois plus le maintien des conditions de vie normales de la faune aquatique. Il faut donc connaître quelle va être la demande en oxygène de l'effluent. Cette quantification est obtenue par la mesure de la demande biochimique en oxygène (DBO5) et la demande chimique en oxygène (DCO).
- les particules en suspension dans l'effluent troublent l'eau (turbidité) empêchant la pénétration



de la lumière et réduisant la photosynthèse ; elles peuvent recouvrir des frayères par ensablement ou envasement, ce qui perturbe la vie piscicole. Ces matières en suspension véhiculent différents polluants comme les métaux lourds, les hydrocarbures et des germes pathogènes.

- les nutriments constitués par les éléments azote (N) et le phosphore (P) participent au phénomène d'eutrophisation des plans d'eau, des cours d'eau lents et du littoral. De plus, l'azote ammoniacal est toxique pour le milieu, et en s'oxydant (principalement en ions nitrates  $\text{NO}_3^-$ ) il augmente la demande en oxygène de l'effluent.

### • La $\text{DBO}_5$

Demande biochimique en oxygène à cinq jours. Par définition, c'est la quantité d'oxygène consommée naturellement en cinq jours par les microorganismes présents dans l'effluent, dans les conditions d'essai, c'est-à-dire à 20°C et à l'obscurité. L'obscurité permet d'éviter les phénomènes de photosynthèse qui seraient dus aux éventuelles algues présentes dans l'échantillon. L'activité des microorganismes varie avec la température, c'est pourquoi cette dernière est toujours la même et fixée conventionnellement à 20°C.

En France la  $\text{DBO}_5$  pour un effluent urbain est en moyenne de 360 mg/L, mais peut varier largement autour de cette valeur.

Le flux de pollution rejeté par un habitant est de 60 g  $\text{DBO}_5$  par jour. Cette valeur sert à définir<sup>61</sup> la notion d'« équivalent-habitant ».

### • La DCO

Demande chimique en oxygène. La DCO représente la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la totalité des matières oxydables présentes dans l'effluent, carbonée ou non, biodégradable ou non. La DCO est mesurée par une oxydation chimique. On a donc toujours  $\text{DCO} > \text{DBO}_5$ .

La DCO des effluents domestiques est généralement inférieure à 750 mg/L. La DCO des effluents industriels peut avoir des valeurs très supérieures aux effluents domestiques.

### • Les matières en suspension (MES) et les colloïdes

Ce sont les matières solides contenues dans les eaux usées sous forme de particules qui sont séparables par filtration ou centrifugation. Elles sont exprimées en poids de matière sèche.

On classe les particules présentes dans l'effluent en trois classes selon leur taille :

- les matières en suspension sont les plus grosses, plus de 1  $\mu\text{m}$
- les matières colloïdales sont comprises entre 1  $\mu\text{m}$  et 1 nm
- les matières dissoutes ont une taille inférieure à 1 nm.

### • L'azote

On distingue cinq formes d'azote dans les eaux usées. Ces formes évoluent au cours de la chaîne de traitement.

L'azote organique : c'est la quantité d'azote contenue dans les molécules organiques comme l'urée ou les protéines. Ces molécules composent les substances animales et végétales présentes dans l'effluent.

L'azote ammoniacal ( $\text{N}^-\text{NH}_4^+$ ) : c'est l'azote contenu dans les ions ammonium. L'azote

<sup>61</sup> Directive du conseil CE 91/271 du 21 mai 1991 relative à la collecte et au traitement des eaux usées urbaines résiduaires

ammoniacal provient de la transformation de l'azote organique par des processus biologiques appelés ammonification. D'autre part, il est contenu dans l'urine et les excréments animaux. L'azote ammoniacal se transforme en  $\text{NH}_3$  en milieu basique, lequel est toxique pour les poissons à faible dose (quelques mg/L).

L'azote nitreux ( $\text{N-NO}_2^-$ ) est contenu dans les ions nitrites  $\text{NO}_2^-$ . Il est souvent en quantité très faible dans les eaux usées, car les nitrites y sont instables et se transforment rapidement en nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ). La présence de nitrites dans les eaux naturelles est gênante pour la production d'eau potable.



L'azote nitrique ( $\text{N-NO}_3^-$ ) est l'azote des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ). Cette forme de l'azote est, au contraire des nitrites, très stable. Les nitrates posent les problèmes évoqués plus haut (cf. 2.4). Le milieu marin est particulièrement sensible aux nitrates.

#### *Évolution des formes de l'azote dans l'eau usée dans une station d'épuration*

L'azote dans les eaux usées urbaines est présent sous forme organique et ammoniacale. Habituellement, les nitrites et nitrates sont absents d'un effluent frais. Les formes de l'azote évoluent dans l'effluent au cours de la chaîne de traitement d'une station d'épuration. Si les conditions le permettent (traitement de nitrification), l'effluent traité contiendra essentiellement des nitrates. Lorsque du milieu naturel l'exige, les nitrates sont transformés en azote gazeux ( $\text{N}_2$ ) par un traitement de dénitrification.

La dénitrification consiste à transformer les nitrates en azote gazeux ( $\text{N}_2$ ). La réglementation impose aux collectivités de plus de 10 000 équivalent habitants une dénitrification à 70 % minimum de rendement. Lorsque le milieu naturel l'exige, la dénitrification peut également être imposée aux collectivités de plus petite taille.

#### • Le phosphore

Le phosphore est présent dans l'eau sous différentes formes, en particulier :

- le phosphore organique : résidu de matière vivante,
- le phosphore minéral : essentiellement composé d'orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), d'ailleurs souvent appelés phosphates. Ils composent 50 à 90 % du phosphore total des eaux usées. Comme les nitrates, c'est un agent fertilisant qui participe à l'eutrophisation. Il est particulièrement critique pour les eaux de surface intérieures.

Dans les eaux usées urbaines, le phosphore provient pour moitié des rejets humains et pour moitié des phosphates contenus dans les lessives. Les concentrations sont de l'ordre de 15 à 25 mg/L.

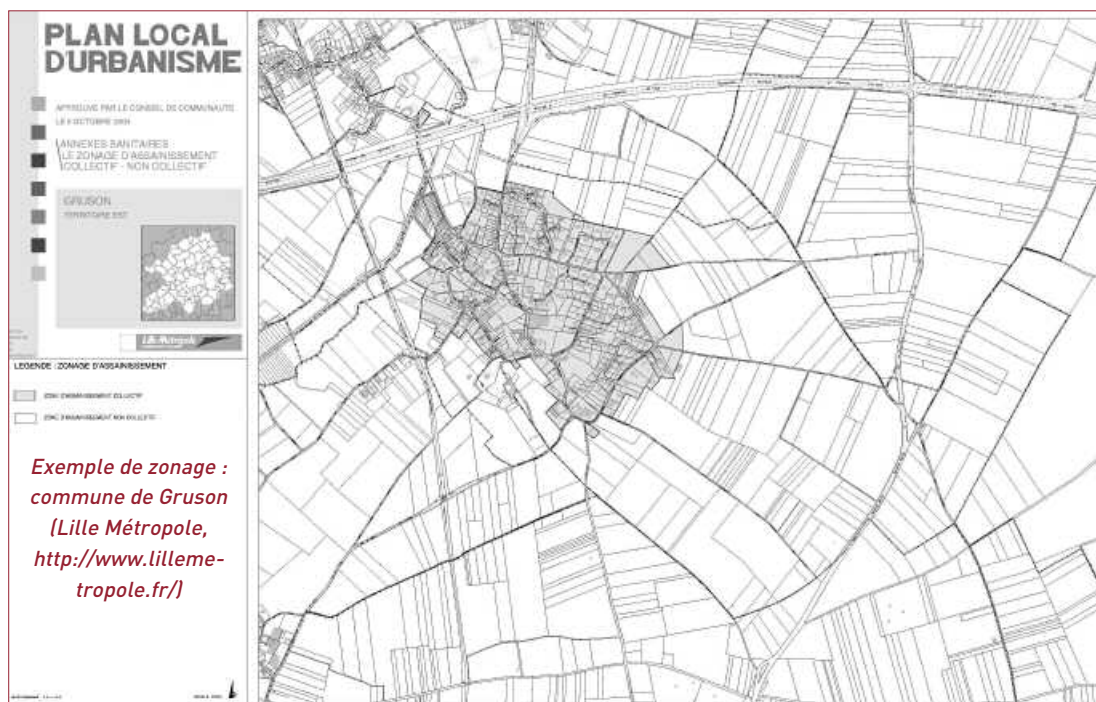
Au cours du traitement dans une station d'épuration, presque tout le phosphore est transformé en orthophosphates. La réglementation impose l'élimination de 80 % du phosphore total pour les communes de plus de 10 000 équivalent habitants mais, selon les exigences du milieu naturel, une déphosphatation plus élevée peut être imposée.

### 3.6. L'assainissement des eaux usées permet d'extraire la pollution dissoute des eaux usées pour la transformer en boues à valeur agronomique

L'assainissement comprend la collecte, le transport et le traitement des effluents.

Les communes ou leur groupement doivent délimiter<sup>62</sup>, après enquête publique :

- les **zones d'assainissement collectif**, où elles sont tenues d'assurer la **collecte** des eaux usées et leur **épuration** avant rejet,
- les **zones d'assainissement non collectif**, où elles sont tenues d'assurer le contrôle des dispositifs d'assainissement.
- Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage et, en tant que de besoin, le traitement **des eaux pluviales et de ruissellements** lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement.



#### • L'assainissement collectif

Les communes qui possèdent des zones d'assainissement collectif sont tenues de respecter des obligations réglementaires<sup>63</sup>. Ces obligations ont pour objectif de réduire les flux de substances polluantes rejetées et par conséquent l'impact des rejets sur les milieux récepteurs.

#### Les obligations des communes

L'obligation de collecte des communes se limite aux eaux usées domestiques, les autres eaux usées, notamment industrielles, ne pouvant être introduites dans un système d'assainissement collectif public qu'avec l'autorisation expresse du maître d'ouvrage concerné<sup>64</sup>.

L'obligation d'assurer le transport, le stockage, l'épuration, le rejet, la réutilisation de toutes les eaux collectées concerne les eaux usées domestiques, ou le mélange de ces eaux avec des eaux industrielles usées et des eaux de ruissellement.

<sup>62</sup> Directive n°2000/60/CE établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

<sup>63</sup> Décret 94-469 du 3 juin 1994, pris en application de la directive européenne n° 91-271 du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires.

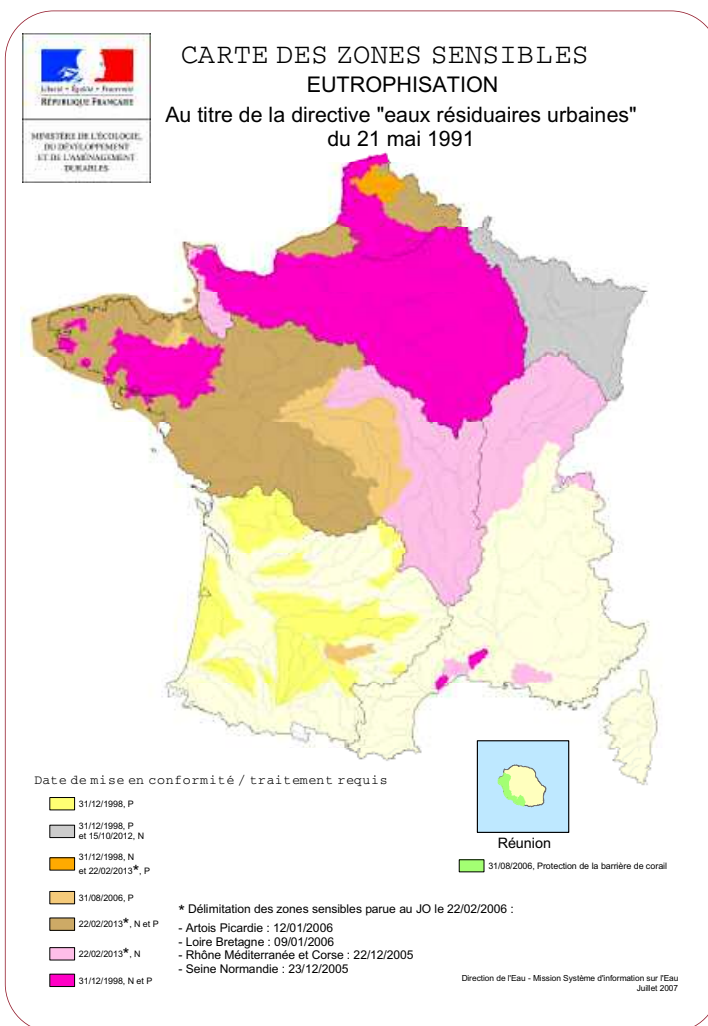
<sup>64</sup> Article L1331-10 du Code de la santé publique

Les zones dans lesquelles la population et les activités économiques sont suffisamment concentrées pour qu'il soit possible de collecter les eaux usées pour les acheminer vers un système d'épuration unique sont appelées des agglomérations. Ces zones sont définies par le préfet.

Les agglomérations de plus de 2 000 équivalent habitants ont des obligations spécifiques. Pour ces agglomérations, le préfet fixe des objectifs de réduction des flux de substances polluantes en fonction de la sensibilité des milieux récepteurs. Les communes dont le territoire est compris dans l'agglomération doivent alors élaborer un programme d'assainissement.

Les rejets de l'assainissement collectif étant susceptible de dégrader le milieu récepteur, ils doivent être déclarés à la préfecture, voire autorisés pour les plus importants<sup>65</sup>. Un arrêté technique<sup>66</sup> fixe les prescriptions techniques minimales à satisfaire, et en particulier les objectifs de rejet.

Certaines parties du territoire sont qualifiées de zones sensibles. Il s'agit de masses d'eaux significatives à l'échelle du bassin, qui sont particulièrement sensibles aux pollutions (zones sujettes à l'eutrophisation). Ces zones sont proposées par le comité de bassin et arrêtées par le ministre de l'Environnement<sup>67</sup>. Elles sont révisées tous les 4 ans. Dans ces zones, les exigences de rejet sont renforcées sur les paramètres liés à l'eutrophisation (azote et phosphore).



### Les réseaux d'assainissement collectifs

Les réseaux d'assainissement permettent la collecte et le transport des eaux usées. Ils sont composés de canalisations et stations de pompage. .

Il existe deux types principaux de réseaux de collecte :

- les **réseaux unitaires** collectent à la fois les eaux usées domestiques et les eaux pluviales qui ont ruisselé sur des surfaces imperméables (toitures, chaussées...). La totalité de ces effluents est transportée vers une station d'épuration. La maîtrise des eaux pluviales nécessite souvent d'y aménager des ouvrages complémentaires tels que des déversoirs d'orage ou des bassins de rétention.

<sup>65</sup> Le décret 93-743 du 29 mars 1993 fixe les opérations soumises à autorisation ou déclaration

<sup>66</sup> Arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5

<sup>67</sup> Arrêté du 23 novembre 1994 modifié

- les **réseaux séparatifs** collectent séparément les eaux usées et les eaux pluviales. Ces dernières sont alors rejetées directement vers le milieu naturel ou dirigées vers une station de traitement.

Les réseaux d'assainissement sont parfois la cause de pollution du milieu naturel :



*Déversement de réseau unitaire*

- des eaux usées domestiques peuvent être déversées en permanence dans la partie pluviale d'un réseau séparatif, suite à une erreur lors de la réalisation du branchement d'un particulier. De telles erreurs sont difficiles à déceler et peuvent entraîner une pollution permanente ;

- des eaux polluées peuvent être rejetées par déversement du réseau unitaire dans le milieu naturel sans traitement préalable, soit à la suite d'une pluie d'une intensité exceptionnelle, soit en raison du mauvais fonctionnement d'un déversoir d'orage ou d'une station de pompage ;

- les canalisations et regards de visite du réseau peuvent être endommagés et ne plus être étanches, laissant ainsi les eaux usées s'infiltrer dans le sol.

Les collectivités locales font réaliser des diagnostics de réseau pour identifier ces sources de pollution et programmer la réalisation de mesures correctives.

### Les stations d'épuration urbaines et leurs sous-produits

Dernier maillon du cycle de l'eau domestique avant le retour au milieu naturel, les stations d'épuration éliminent une partie des substances polluantes. Pour atteindre les objectifs de rejet fixés par la réglementation et compatibles avec la préservation du milieu naturel, elles utilisent le plus souvent des procédés biologiques.

Les stations biologiques sont basées sur la dégradation des matières oxydables par une biomasse épuratrice<sup>68</sup> composée pour l'essentiel de bactéries et d'animaux microscopiques (protozoaires). Ces microorganismes assimilent ou transforment les substances polluantes grâce à leur métabolisme. Pour la dégradation des matières oxydables et la nitrification, il est nécessaire de fournir de l'oxygène à cette biomasse.

Les premiers procédés d'épuration biologiques exploités à la fin du 19<sup>e</sup> siècle en Grande-Bretagne ont été des lits bactériens<sup>69</sup>. L'effluent y ruisselle sur un lit de matériaux de granulométrie grossière (cailloux ou autres) sur lesquels la biomasse s'accroche, sous la forme d'un film bactérien. Ce procédé est toujours utilisé dans une forme plus moderne (utilisation de matériaux de remplissage en plastique). Mais en France, ce sont surtout les boues activées qui se sont imposées. La biomasse y est en suspension sous la forme d'un floc bactérien, et un apport d'oxygène par insufflation d'air ou brassage est assuré mécaniquement. D'autres procédés moins intensifs sont bien adaptés aux petites collectivités<sup>70</sup>, comme le lagunage naturel ou, d'apparition plus récente, les filtres plantés de roseaux.

*Bassin d'aération d'une station à boues activées contenant le floc bactérien en suspension*



*Surface d'un filtre planté de roseaux*



<sup>68</sup> B. Védry, 1996. Les biomasses épuratrices. Agence de l'eau Seine-Normandie, Nanterre, 220 p.

<sup>69</sup> P. Boutin, 1986. Éléments pour une histoire des procédés de traitement des eaux résiduaires. Trib. Cebedeau, n°515, 39, 30-44

<sup>70</sup> Commission Européenne, 2001. Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités (500 – 5000 eq-hab)



L'activité bactérienne conduit à une augmentation de la biomasse, qui doit régulièrement être évacuée sous forme de boues, dites « boues d'épuration ». Ces boues se présentent sous forme liquide, pâteuse ou sèche selon les traitements mis en place sur la station d'épuration. Elles peuvent avoir reçu, pour leur hygiénisation, une dose de chaux.

La destination normale des boues d'épuration est l'épandage agricole, qui est autorisé<sup>71</sup> par la réglementation dès lors que ces boues présentent un intérêt agronomique. C'est toujours le cas avec des boues issues d'effluents urbains, qui contiennent des éléments fertilisants (azote, phosphore), ainsi que de la matière organique. Lorsqu'elles contiennent de la chaux (CaOH), elles participent à l'amélioration des sols acides. Cet épandage nécessite la réalisation d'une étude préalable de périmètre d'épandage pour identifier les agriculteurs qui acceptent les boues et l'adapter aux caractéristiques des sols et aux besoins nutritionnels des plantes.



*Stockage de boues de station d'épuration en attente d'épandage agricole*

Malgré tout l'intérêt qu'il présente, l'épandage n'est pas toujours accepté par les agriculteurs, parfois sous la pression des industriels qui constituent leurs débouchés. La réglementation actuelle, très rigoureuse, garantit pourtant l'innocuité des boues. Des limites strictes sont définies<sup>72</sup> pour les éléments traces métalliques (métaux lourds), pour les micropolluants organiques (PCB<sup>73</sup>, HAP<sup>74</sup>) et les boues sont hygiénisées.

Aucun problème notoire n'a été constaté durant les trente dernières années ce qui laisse penser que le risque sanitaire est proche de zéro. Même si ce risque venait à se réaliser, la nouvelle loi sur l'eau<sup>75</sup> a prévu la mise en place par l'État d'un fonds de garantie visant à indemniser des agriculteurs et propriétaires des terres agricoles et forestières sur lesquelles sont épandues des boues d'épuration en cas de dommages imprévisibles.

En 2002, les boues d'épuration urbaines représentaient 888 000 tonnes de matière sèche (TMS) dont seulement 55 % épandues en agriculture sur environ 187 000 ha/an. Les boues urbaines représentent moins de 2 % des déchets épandus en agriculture. 15 % des boues sont éliminées en incinération et 25 % en centre technique d'enfouissement.

### • L'assainissement non collectif (ANC)

Dans les zones où la dispersion de l'habitat ne permet pas de mettre en place un système d'assainissement collectif, les particuliers doivent<sup>76</sup> assurer individuellement l'assainissement de leurs eaux usées. La filière de traitement nécessite une parcelle de terrain de superficie suffisante. En effet le traitement est assuré par le sol en place ou un sol reconstitué lorsque sa perméabilité n'est pas adapté<sup>77</sup>.



*Hameau isolé non raccordé*

<sup>71</sup> Décret n°97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées

<sup>72</sup> Arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles, pris en application du décret n°97-1133 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées.

<sup>73</sup> Polychlorobiphényle, famille de substances produites dans les années 1930 à 1980, utilisée principalement comme diélectrique dans les condensateurs et transformateurs, toxique fortement rémanent dans l'environnement.

<sup>74</sup> Les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont pour certains toxiques, ils ont principalement pour origine la combustion incomplète des matières organiques à haute température.

<sup>75</sup> Loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006

<sup>76</sup> Article L1331-1-1 du code de la santé publique

<sup>77</sup> AFNOR (1998) Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement autonome, maisons d'habitation individuelle. Norme XP-P 16-603, référence DTU 64.1, 39 p.



Un système d'assainissement individuel correctement conçu comporte une fosse toutes eaux qui regroupe les eaux de l'habitation, ou pour les installations anciennes une fosse septique, qui ne recueille que les eaux-vannes (des toilettes). Cette fosse constitue un prétraitement permettant de liquéfier l'effluent. Comme des matières solides s'y accumulent, elle doit être vidangée au moins une fois tous les quatre ans. Les boues issues de ces vidanges sont appelées « matières de vidange » et sont généralement transportées vers une station d'épuration. Ensuite l'effluent est dirigé vers le traitement proprement dit qui se fait dans un lit de matériau fin qui peut être un lit de sable ou le sol lui-même. Pour finir, l'effluent traité est soit infiltré dans le sous-sol soit restitué au milieu récepteur superficiel lorsque le sous-sol est imperméable.

Le contrôle de l'ANC est de la responsabilité des communes<sup>78</sup> qui mettent en place à cet effet un SPANC, service public de l'assainissement non collectif<sup>79</sup>. Elles vérifient la conception et l'exécution des installations réalisées ou réhabilitées, et doivent diagnostiquer le bon fonctionnement et l'entretien pour les installations anciennes.



*Filtre à sable pour ANC  
en cours de construction*



*Rejet d'eau domestique  
non épurée dans un fossé*

### 3.7. Les eaux pluviales ne sont pas des eaux pures

Les eaux pluviales ruissellent sur les parties imperméables de la voirie et des habitations (parkings, toitures...). Si elles ne s'infiltrent pas localement ou ne sont pas stockées en vue d'être réutilisées, elles doivent être évacuées pour éviter les inondations. Ces eaux contiennent des substances polluantes, et dans certaines circonstances elles peuvent entraîner une forte perturbation du milieu récepteur. Des solutions alternatives au rejet direct dans le milieu naturel peuvent être envisagées et doivent être privilégiées.

#### • Caractère polluant des eaux pluviales

L'eau de pluie, au cours de sa traversée de l'atmosphère, dissout du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) lequel se transforme en H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, un diacide faible. À l'arrivée sur le sol, l'eau est donc naturellement légèrement acide. Le lessivage des poussières contenues dans l'atmosphère peut lui conférer une pollution plus ou moins importante. On rencontre ainsi dans les eaux de pluie des concentrations non négligeables de pesticides<sup>80</sup>. Ces derniers sont en effet appliqués par pulvérisation, et une partie reste dans l'atmosphère, jusqu'à la pluie suivante. Les pesticides épandus peuvent aussi se volatiliser après application ou être remobilisés par le vent<sup>81</sup>.

S'écoulant sur les surfaces imperméables, l'eau de pluie peut mobiliser des polluants organiques qui y sont déposés, telles que des fientes (toitures), des excréments d'animaux domestiques ou des hydrocarbures (parkings et autres voiries). Des particules minérales sont

<sup>78</sup> Article L2224-8 du Code général des collectivités territoriales (CGCT)

<sup>79</sup> Article L2224-10 du Code général des collectivités territoriales (CGCT)

<sup>80</sup> L'INRA de Rennes a mené une étude à ce sujet en 1995 - 1996. Cf. In Environnement magazine, 1587, mai 2000.

<sup>81</sup> AirParif (2007). Évaluation des concentrations en pesticides dans l'air francilien : campagne exploratoire.

également mobilisées par l'écoulement (sables, particules détachées des matériaux de couverture ou de voirie par érosion...). Enfin, l'eau de pluie étant corrosive, des métaux peuvent être mis en solution, par exemple lors du passage dans les chenaux en zinc.

Valeur médiane de la composition d'eaux pluviales analysées dans le marais parisien <sup>82</sup>			
Paramètre	Toitures	Zones piétonnes	Rues
Matières en suspension (mg/l)	17	40	97
Demande biochimique en oxygène (DBO5), mg/l O2	4	14	31
Demande chimique en oxygène (DCO), mg/l d'O2	27	63	135
Cuivre (µg/l)	43	27	63
Hydrocarbures (µg/l)	692	753	867

Lorsque les eaux de pluie s'écoulent à travers un réseau d'assainissement unitaire, le flot d'orage remet en suspension les dépôts organiques qui ont pu se constituer dans le réseau. Cela a pour conséquence une forte demande en oxygène, souvent plus importante que celle des eaux usées classiques. Ainsi, le flux de DCO véhiculé par les eaux de pluie d'une agglomération lors d'un événement pluvieux assez important peut représenter jusqu'à 250 fois la masse journalière de DCO contenue dans le rejet de la station d'épuration de cette agglomération<sup>83</sup>.



Un déversoir d'orage

Le déversement par débordement des déversoirs d'orage explique la forte mortalité de la faune piscicole qui a pu être observée après des pluies importantes, en absence de dispositif permettant de retenir et de traiter ce flux de matières polluantes. À titre d'exemple, en 1991 d'importants orages causèrent de gros déversements dans la Seine, provoquant un spectaculaire épisode de mortalité piscicole. On extrait près de 150 tonnes de poissons morts à Suresnes. La situation s'est nettement améliorée grâce à la modernisation du réseau d'assainissement parisien : création de bassins de stockage de la pluie et gestion dynamique des effluents<sup>84</sup>.

Les volumes d'eau pluviale dépendent de la surface imperméabilisée, de la quantité d'eau précipitée. Les débits dépendent de l'intensité de la pluie, de l'existence éventuelle de capacités de stockage amont (bassins de rétention par exemple), ainsi que de la forme et de la pente du bassin versant.

### • La récupération des eaux de pluie est encadrée et n'est pas toujours rentable pour les particuliers

Les particuliers tout comme les collectivités peuvent récupérer les eaux de pluie tombant sur des toitures non accessibles. Le stockage et l'utilisation de ces eaux est soumis à des conditions<sup>85</sup>, en raison de leur caractère particulier (absence de minéralisation, potentiel corrosif) et de leur contenu éventuellement pathogène.

<sup>82</sup> CERREVE, 1998, cité dans Ciel de l'eau ! Utilisation des eaux de pluie : effet de mode ou geste citoyen ?, Conseil général de la Seine-Saint-Denis, 2007 (disponible en ligne)

<sup>83</sup> B. Tassin et G. Chebbo, CERREVE, Qualité des rejets urbains par temps de pluie, support de cours (en ligne sur le site de l'École nationale des ponts et chaussées / CERREVE).

<sup>84</sup> GAASPAR protège les eaux de la Seine. In L'eau, l'industrie, les nuisances, n° 264

<sup>85</sup> Arrêté du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments

Ces eaux peuvent être utilisées au jardin pour l'arrosage, en dehors de la présence du public. À l'intérieur des bâtiments, il est possible d'utiliser l'eau de pluie pour le lavage des sols et la chasse d'eau des toilettes. La réglementation autorise également l'alimentation des lave-linge à titre expérimental et à condition d'utiliser un dispositif de traitement préalable approprié. Dans tous les cas, le bassin de stockage doit être régulièrement surveillé et entretenu.

Malgré les promesses commerciales, les dispositifs de récupération d'eau de pluie sont rarement économiquement rentables pour les particuliers<sup>86</sup>.



*Inondations à Paris en 1910  
(Avenue Ledru-Rollin)*

### • La lutte contre les inondations

Les inondations sont responsables de dégâts matériels importants qui ont un impact sur la vie économique. Elles résultent du dépassement des capacités de stockage et de transport des réseaux d'écoulement urbains et naturels.

Pour un lieu donné, les statisticiens des services de la météorologie peuvent définir les caractéristiques d'un événement pluvieux se reproduisant tous les 10 ou 100 ans. On parle de période de retour décennale ou centennale. Les réseaux urbains sont dimensionnés sur ces bases, par exemple pour évacuer une pluie décennale. Le débit à évacuer est calculé<sup>87</sup> sur la base de l'intensité de cette pluie, de la surface imperméable ruisselant dans le réseau et de la forme du bassin versant. Dans le cas d'une pluie décennale, le réseau ne devrait pas déborder plus d'une fois tous les 10 ans.

Ces prévisions peuvent cependant être déjouées. Le changement climatique rapide que nous connaissons peut augmenter la fréquence des épisodes pluvieux importants. Mais surtout, l'urbanisation augmente l'imperméabilisation des surfaces contribuant aux écoulements.

C'est pourquoi des mesures compensatoires sont mises en place. Des bassins de retenue sont par exemple installés lorsqu'un nouveau lotissement ou une zone artisanale sont créés et que le réseau pluvial est déjà saturé. Ces bassins se remplissent lors de la pluie, et se vident à débit réduit après la précipitation, ce qui soulage les réseaux. Il existe d'autres techniques alternatives à l'écoulement direct dans un réseau, visant à infiltrer l'eau dans le sol en place. On peut

aménager à cet effet des puits, tranchées ou noues ou tout simplement laisser s'écouler les eaux sur des surfaces enherbées. Les noues sont des aménagements paysagers permettant de recueillir les eaux de ruissellement. Ce sont des tranchées peu profondes et souvent utilisées dans des sites urbains peu denses ou ruraux. Ces techniques diminuent les volumes d'eau d'orages, mais elles ont aussi un effet bénéfique sur le paysage.



*Exemple d'une noue engazonnée*

<sup>86</sup> Voir le site du SMEREG, <<http://www.jeconomiseleau.org/>>

<sup>87</sup> Deux méthodes de calcul sont principalement utilisées, la méthode « rationnelle » et la méthode « superficielle ».

## 4. L'eau et l'agriculture : des interactions majeures

Productrice de « matières vivantes » et alimentaires, l'agriculture est une grosse consommatrice d'eau pour les productions végétales et l'élevage. Ce secteur économique crucial pour le bien-être des sociétés humaines a de plus une responsabilité environnementale essentielle par son occupation de l'espace.

À l'échelle mondiale, l'agriculture prélève 70 % des ressources d'eau douce, quand l'industrie en prélève 20 % et que 10 % sont consacrés aux usages domestiques<sup>88</sup>. Ce sont naturellement des moyennes qui masquent une grande diversité de situation et de profondes inégalités d'accès à la ressource et d'usages.

### Références

- Aquastat, système d'information de la FAO sur l'eau et l'agriculture [en ligne] <<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/maps/indexfra.stm>>

En France, la SAU (surface agricole utile) occupe près de 30 millions d'hectares, soit 54 % du territoire en 2004. Avec la forêt, cela représente 80 % du territoire (données IFEN). Au-delà de la valeur marchande des productions, l'agriculture a une fonction de gestion de l'espace et tient donc une place essentielle dans les politiques environnementales et d'aménagement du territoire.

### 4.1. Mobilisation de l'eau par l'agriculture en France

Les pluies assurent en France un approvisionnement en eau globalement suffisant. La pluviométrie moyenne sur le territoire (hors DOM) est proche de 900 mm/an<sup>89</sup>. Plus de 90 % de l'agriculture est pluviale. Toutefois, la répartition annuelle des pluies ne coïncide pas toujours avec les besoins de l'agriculture, notamment dans le sud de la France et l'irrigation dépend alors de la capacité des sols à stocker l'eau en tant que réservoir superficiel.

- **L'eau est indispensable à la croissance des plantes et la quantité nécessaire varie en fonction des facteurs climatiques**

#### Les besoins des cultures

L'eau est utilisée pour les transferts et réactions chimiques dans les végétaux. L'eau du sol et les nutriments dissous dans la solution du sol sont absorbés par les racines<sup>90</sup>. Puis, acheminée dans la plante par le système vasculaire, l'eau est utilisée pour la photosynthèse qui produit des composés organiques.

<sup>88</sup> F. Molle et F. Maraux (2008). A-t-on assez d'eau pour nourrir la planète ? In dossier «Pour la science» n°58 – janvier - mars 2008

<sup>89</sup> INRA, Colloque CIAG « productions végétales et sécheresse » – 6 juin 2008, Toulouse [en ligne] <[http://www.inra.fr/ciag/colloques/productions\\_vegetales\\_et\\_secheresse](http://www.inra.fr/ciag/colloques/productions_vegetales_et_secheresse)>

<sup>90</sup> Eau et nutriments dissous dans la « solution du sol » sont absorbés par les poils des racines, les mycorhizes. Les feuilles sont susceptibles d'absorber l'eau atmosphérique, notamment par temps de brouillard.

Cette « usine naturelle » a une capacité de production considérable de matières organiques que l'on mesure habituellement par leur teneur en matière sèche (MS). En moyenne, pour 1 kg MS de blé, il faut 550 litres d'eau, mais cela dépend de l'évapotranspiration des plantes, donc de l'ensoleillement. De même, en moyenne, pour 1 kg MS de maïs, il faut 350 litres d'eau et il faut 380 litres d'eau pour 1 kg MS de betteraves.

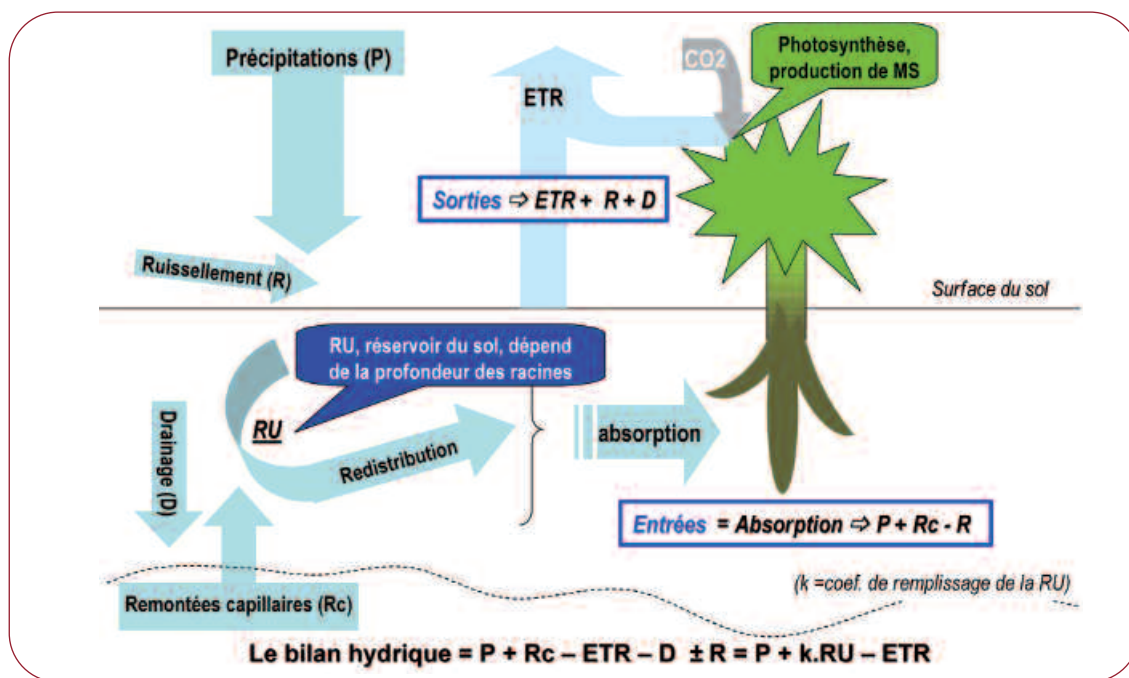
Les plantes transpirent l'eau au niveau des cellules stomatiques situées dans l'épiderme des feuilles et jeunes tiges. Parfois, on observe des phénomènes de guttation, émission d'eau liquide à partir de stomates aquifères. La transpiration, liée aux caractéristiques de la plante est influencée par les conditions pédoclimatiques dans lesquelles se trouve la plante et entraîne l'absorption de l'eau du sol et la circulation de la sève dans la plante en créant un appel d'eau. Ajoutons que l'ouverture des stomates libérant la vapeur d'eau, permet l'entrée du CO<sub>2</sub> utilisé pour la photosynthèse et nous comprenons l'importance de l'eau pour la croissance des plantes et la production agricole.

#### Bilan hydrique : bilan des entrées et sorties d'eau

À chaque instant, dans les tissus de la plante, la quantité d'eau est la résultante entre l'absorption et la transpiration. Il importe donc que le bilan hydrique de la plante soit équilibré ce qui suppose une égalité entre l'offre d'eau du sol, susceptible d'être absorbée par les racines et la demande d'eau dont la transpiration des plantes et l'évaporation du sol sont l'expression :

**Bilan hydrique = Absorption – Évapotranspiration**

Le bilan hydrique permet de calculer le déficit en eau du sol.



En pratique : Apports = Précipitations + k RFU ; qui prend en compte la nature du sol ( $0 < k < 1$ ).

L'ETR est l'évapotranspiration réelle. L'ETM, évapotranspiration maximale, correspond à l'évapotranspiration maximum du couvert considéré bien irrigué. L'ETP, évapotranspiration potentielle, est une mesure d'ordre climatique, car les facteurs limitants liés au sol et aux plantes sont supprimés. Les pertes correspondent pratiquement à l'ETP ou à l'ETR.

**Bilan hydrique = P + k RFU – ETP**



Par une belle journée d'été...

- un sol nu humide, évapore 1 mm d'eau
- un gazon bien arrosé transpire de 2 à 3 mm d'eau
- une luzerne transpire près de 4 à 5 mm d'eau

#### Références

- G. Grosclaude (coord.), 1999. L'eau – Tome 1 – milieu naturel et maîtrise. 201 p, Ed. INRA
- INRA, 2006. Sécheresse, sensibilité des productions au manque d'eau et impacts de l'agriculture sur les ressources en eau. In Sécheresse et agriculture. Expertise scientifique collective. 379 p. + ann. [en ligne]  
<[http://www.inra.fr/les\\_partenariats/expertise/expertises\\_realisees/secheresse\\_et\\_agriculture\\_rapport\\_d\\_expertise](http://www.inra.fr/les_partenariats/expertise/expertises_realisees/secheresse_et_agriculture_rapport_d_expertise)>
- INRA, 2008. Productions végétales et sécheresse. Colloque, carrefour de l'innovation agronomique (CIAG). [en ligne]  
<[http://www.inra.fr/ciag/colloques/productions\\_vegetales\\_et\\_secheresse](http://www.inra.fr/ciag/colloques/productions_vegetales_et_secheresse)>

### • Une faible proportion de la SAU est irriguée, mais cette pratique peut avoir des impacts quantitatifs et qualitatifs sur les masses d'eau

Si le bilan hydrique est négatif, l'offre en eau du sol est insuffisante et il devient nécessaire d'irriguer. L'irrigation, pratique remontant à l'antiquité dans certaines régions, prélève en France 5,1 milliards de m<sup>3</sup> d'eau en 2004, 75 % proviennent des eaux superficielles et 25 % des nappes souterraines de surface. Il est cependant très difficile d'évaluer le volume prélevé par l'irrigation, car une partie seulement des prélèvements est enregistrée de façon fiable par des compteurs volumétriques.

Les 100 000 irrigants cultivent 1,9 million d'hectares irrigués sur 28 millions d'hectares cultivés soit 6,9 % de la SAU en 2003<sup>91</sup>. 60 % de la surface irriguée est occupée par le maïs.

Dans le bassin de Seine-Normandie, 130 000 ha sont irrigués en 2005, essentiellement en Beauce (55 %), Champagne (12 %), dans l'Aisne et l'Oise (8 %) auxquels s'ajoutent quelques bassins locaux. 92 % des prélèvements d'eau pour l'irrigation seraient d'origine souterraine. Globalement, l'irrigation a peu d'impacts quantitatifs sur la ressource dans le bassin, hormis dans certaines zones de surexploitation comme la nappe de Beauce<sup>92</sup>. Cependant, en permettant l'intensification et les cultures de printemps, l'irrigation peut avoir un impact sur la qualité de l'eau.

#### La demande en eau agricole est particulièrement problématique en période d'étiage

Les prélèvements correspondent environ à l'absorption par les plantes et la consommation à la quantité d'eau contenue dans la matière exportée des cultures.



<sup>91</sup> Selon Agreste Enquête Structure 2003 cité au colloque CIAG « productions végétales et sécheresse » – 6 juin 2008,

<sup>92</sup> 2001, données de l'Agence de l'eau Seine-Normandie



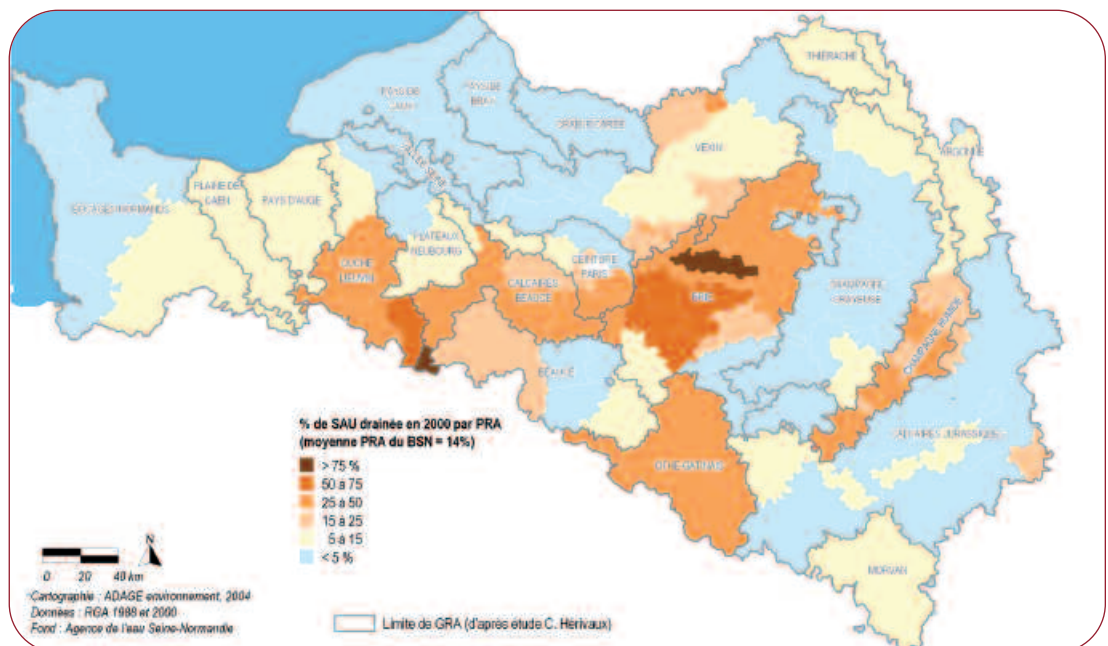
En France, l'agriculture ne prélève qu'un faible pourcentage de la ressource en eau pour l'irrigation, de l'ordre de 12 %, mais en consomme 30 %. La demande se concentrant en période estivale, cette consommation peut atteindre 80 à 90 % en période d'étiage, ce qui explique qu'elle soit de plus en plus l'objet de conflits d'usage avec les autres activités<sup>93</sup>.

#### Références

- IFEN, 2006. L'environnement en France, rapport, 194 p. [en ligne] <<http://www.ifen.fr/acces-thematique/eau/publications.html>>
- INRA, 2006. Usages agricoles et ressources en Eau. Un état des lieux des 5 régions françaises, PACA, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes, Centre/Beauce, Picardie. In Sécheresse et agriculture. Expertise scientifique collective. [en ligne] <[http://www.inra.fr/les\\_partenariats/expertise/expertises\\_realisees/secheresse\\_et\\_agriculture\\_rapport\\_d\\_expertise](http://www.inra.fr/les_partenariats/expertise/expertises_realisees/secheresse_et_agriculture_rapport_d_expertise)>
- INRA, 2008. Productions végétales et sécheresse. Carrefour de l'innovation agronomique, colloque INRA – juin 2008. [en ligne] <<http://www.inra.fr/ciag/>>
- Agence de l'eau Seine-Normandie, 2005. L'agriculture et l'eau. Brochure, 40 p. [en ligne] <<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=2262>>

#### • Le drainage est parfois nécessaire, mais affecte les fonctionnalités liées aux zones humides

Si le bilan hydrique est positif, l'offre du sol peut parfois s'avérer si forte que les conditions en deviennent asphyxiantes pour les racines des plantes cultivées. Il est alors possible de drainer artificiellement le sol par la pose de drains en profondeur qui recueillent l'excès d'eau, le canalisent et l'entraînent vers un exutoire. Le drainage est aussi une technique de lutte efficace contre l'excès de sels dans les sols et permet la mise en valeur des terres salées. Il est utilisé pour réduire la salinisation secondaire résultant d'irrigations mal conduites. Dans certaines situations, les réseaux de drains sont utilisés pour l'irrigation souterraine et permettent une subirrigation. Les sols hydromorphes en France couvrent une surface de l'ordre de 12 millions d'hectares dont la moitié concerne des terres cultivées<sup>94</sup>. L'objectif poursuivi en agriculture est d'améliorer la fertilité des terres pour atteindre des rendements performants. Un diagnostic pédo-environnemental et agro-économique fournit une aide à la décision.



Carte des zones drainées dans le bassin Seine-Normandie

<sup>93</sup> Données de l'Esco Sécheresse et agriculture – Chapitre 1.1.26

<sup>94</sup> D'après G. Grosclaude, L'eau, vol. 1

Le drainage a pour inconvénient de supprimer des zones humides qui rendent des services naturels utiles à la gestion de l'eau et à la biodiversité. Il est toutefois possible de développer certains types d'agricultures adaptées aux zones humides ce qui permet de les maintenir. Des études montrent qu'il peut même s'avérer plus rentable économiquement de pratiquer de l'élevage en zone humide. En effet, grâce aux zones humides, l'agriculteur réduit les intrants, bénéficie des primes supplémentaires et sécurise l'alimentation de son bétail en période de sécheresse. Quant à la collectivité, elle profite des services rendus par la zone humide : protection contre les crues, biodiversité, réduction de la pollution diffuse. C'est par exemple le cas sur le plateau de Millevaches dans le Limousin<sup>95</sup>.

#### Références

- ASHAA. Charte de drainage pour le département de l'Ain : concilier drainage et environnement. 11 p. [en ligne]  
<[http://ddaf.ain.pref.gouv.fr/ode/agri/docs/charte-drainage\\_ASHAA.pdf](http://ddaf.ain.pref.gouv.fr/ode/agri/docs/charte-drainage_ASHAA.pdf)>
- Y. Nedelec, 2001. Méthodes d'analyse de l'incidence du drainage et de l'assainissement agricoles, Propositions de mesures d'accompagnement. Cemagref Antony, 37 p. [en ligne]  
<[http://ddaf.ain.pref.gouv.fr/ode/agri/docs/incidences-precautions\\_drainage.pdf](http://ddaf.ain.pref.gouv.fr/ode/agri/docs/incidences-precautions_drainage.pdf)>
- G. Grosclaude (coord.), 1999. L'eau – Tome 1 – milieu naturel et maîtrise. 201 p, Ed. INRA
- Agence de l'eau Seine-Normandie, 2005. L'agriculture et l'eau. Brochure, 40 p. [en ligne]  
<<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=2262>>

## 4.2. Relations problématiques entre l'agriculture et la ressource en eau

### • L'agriculture intensive a des effets défavorables sur l'eau de moins en moins bien acceptés par la société

C'est après la Deuxième Guerre mondiale que l'agriculture dite moderne a pris son essor. Il s'agissait alors de reconstruire le pays et faire face à la pénurie alimentaire qui dura jusqu'aux années 1948-49. L'objectif était d'accroître les surfaces emblavées<sup>96</sup> et d'augmenter les rendements. Les soutiens mis en place par le « marché commun agricole » entré en vigueur en 1962 ont constitué un levier formidable pour l'intensification qui s'est appuyée sur des facteurs de production, tout en entraînant les effets collatéraux aujourd'hui constatés sur l'eau.

L'agriculture intensive a permis à l'Europe communautaire<sup>97</sup> de dépasser largement ses objectifs initiaux d'autosuffisance dès la fin des années soixante. Mais dans le même temps, des mouvements d'opinion se constituent, dénonçant les désordres environnementaux de cette forme d'agriculture cependant que face aux difficultés économiques provenant souvent du surendettement, s'amorce une situation de déprise agricole du territoire avec embroussaillage et fermeture du paysage.

Gestionnaire de vastes territoires, l'agriculture est en grande partie responsable des pollutions diffuses qui atteignent les cours d'eau et les nappes souterraines. C'est ainsi que les nitrates et les pesticides sont omniprésents en zones de cultures intensives et difficiles

<sup>95</sup> Stéphane Robichon (2009). L'exemple agricole du Limousin (plateau de Millevaches). In Les bons comptes des zones humides. Colloque de l'agence de l'eau Adour-Garonne, 3 février 2009, Bordeaux.

<sup>96</sup> Ensemencées en céréales

<sup>97</sup> Le traité de Rome créant la Communauté économique européenne (CEE) a été signé le 25 mars 1957. Il prévoyait notamment la mise en place d'une politique agricole commune. Le traité de Maastricht, signé le 7 février 1992, a instauré à partir du 1er novembre 1993 l'Union européenne (UE). La composante économique et monétaire de l'UE est désormais appelée Communauté européenne (CE) au lieu de CEE.

à appréhender en raison de ce caractère diffus. Les prélèvements d'eau et les modifications du paysage ont pour conséquences un dysfonctionnement du cycle de l'eau avec des sécheresses répétées, des problèmes d'écoulement des eaux dus à l'érosion, le tassement des sols, des inondations graves, des coulées de boues. De plus, cette agriculture et le système agro-industriel dans lequel elle s'insère sont très énergivores : on estime par exemple que ces systèmes alimentaires (y compris la transformation, la distribution) consomment 5 à 10 fois plus de calories qu'ils n'en amènent dans notre assiette<sup>98</sup>.

Facteur	Objectif initial	Effets défavorables sur l'eau	Autres effets défavorables
Sélection végétale et animale	Haut rendement, races performantes	Fort besoin en intrants → risque de pollution	Inadaptation aux conditions locales, fragilité face aux maladies et ravageurs
Utilisation massive d'engrais minéraux et de synthèse	Améliorer la productivité des nouvelles variétés	Pollutions	Perte d'autonomie économique de l'exploitation
Utilisation de produits pesticides issus de l'industrie chimique phyto-pharmaceutique	Protection des cultures	Pollutions	Perte d'autonomie économique de l'exploitation, perte des savoirs agronomiques, risques pour la santé et la biodiversité, risque pour la vie des sols
Mécanisation	Amélioration des conditions de travail et réduction apparente du coût du travail	Effet sur les écoulements à la parcelle, entraînement de matières en suspension dans les cours d'eau	Tassement du sol, perte de la fonction des sols, érosion, agrandissement des exploitations, observation moins fine des parcelles, spécialisation
Drainage	Augmentation de la surface cultivable	Disparition des zones humides et des zones d'étalement des crues	Perte des fonctionnalités des zones humides (biodiversité...)
Irrigation	Sécurisation et augmentation des rendements, mise en culture de variétés inadaptées aux conditions climatiques	Prélèvements déséquilibrés dans la ressource	
Spécialisation	Meilleure rentabilité économique, simplification du travail		Perte d'autonomie, accroissement des risques sanitaires, augmentation des transports, excédents structurels...

<sup>98</sup> B. Chevassus-au-Louis, 2006. Refonder la recherche agronomique : leçons du passé, enjeux du siècle. Les leçons inaugurales du Groupe ESA, Angers.

## • Les sols agricoles sont parfois à l'origine de phénomènes d'érosion qui perturbent les cours d'eau

Outre la perte parfois irréversible des terres, les phénomènes d'érosion sont particulièrement défavorables à la vie aquatique. Les particules arrachées au sol augmentent la turbidité, provoquent le colmatage des habitats et l'envasement des fonds, et sont accompagnées d'un flux de matières dissoutes présentes dans les sols érodés : azote, phosphore, pesticides...



*Ruissellement érosif hivernal sur parcelle de céréale en Pays de Caux*

Si le moteur principal de l'érosion des sols est le ruissellement, la surface et le profil du sol ont un rôle majeur, ainsi que les éléments de paysage et le relief. Les sols agricoles sont particulièrement exposés au risque d'érosion en hiver ou lors des périodes d'orages sous les latitudes métropolitaines. Une attention particulière doit donc être apportée aux pratiques qui permettent de limiter ce risque : couverture hivernale, labour perpendiculaire à la pente, maintien, restauration et entretien des éléments fixes de paysage (prairies, haies...)

### Références

- G. Grosclaude (coord.), 1999. L'eau – Tome 1 – milieu naturel et maîtrise. 201 p, Ed. INRA
- P. Merot et al., 2005. Aménagement rural et gestion des excès d'eau. In Sols et environnement : cours et études de cas. Dunod, coll. Sciences sup, 832 p.
- GIS sol, 2005. Esquisse de la réserve en eau des sols dans le domaine d'extension de la nappe de Beauce. Fiche, 2 p. [en ligne] <<http://www.gissol.fr/fiches/ATR1.pdf>>
- Y. Le Bissonnais, J. Thorette, C. Bardet, J. Daroussin, 2002. L'érosion hydrique des sols de France. INRA, IFEN, 106 p. [en ligne] <<http://erosion.orleans.inra.fr/rapport2002/>>

## • Les intrants peuvent être à l'origine de pollutions

L'agriculture est responsable d'environ deux tiers de la charge azotée et du tiers de la charge phosphorée véhiculée par les cours d'eau.

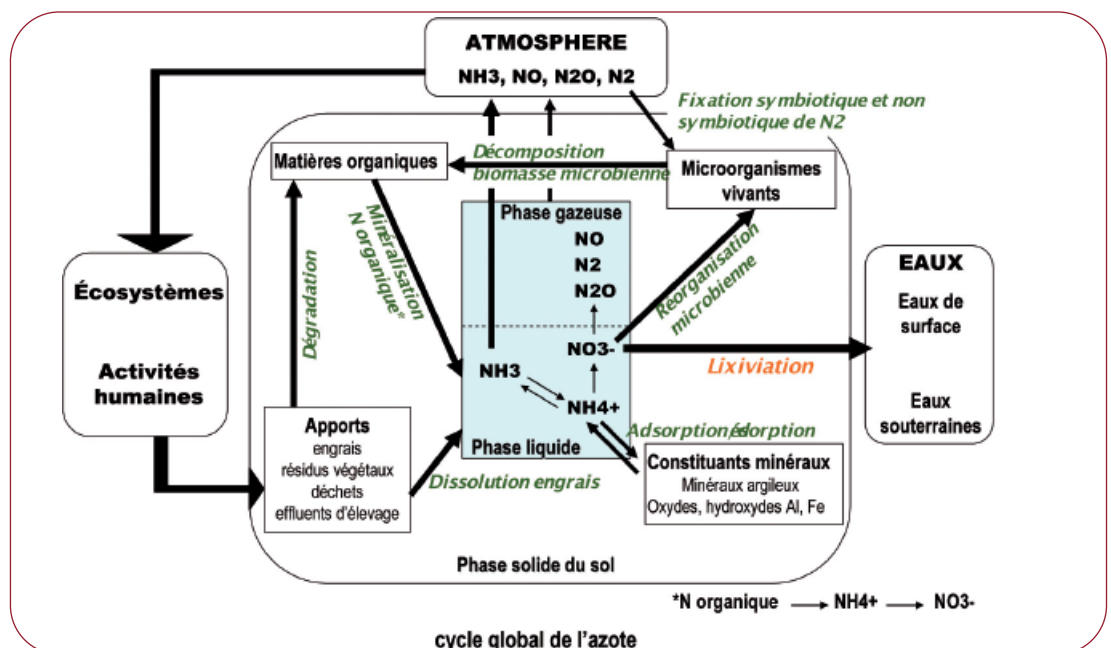
Pratique agricole	Pollution des eaux
Apport d'engrais	Les engrais de synthèse libèrent les nitrates par dissolution et/ou action de la microflore du sol. Épanchés en quantité, ils sont rapidement transformés et dissous dans la solution du sol avec des risques importants de lixiviation et pollution des nappes d'eau. Les phosphates sont lessivés au cours du ruissellement et sont source de pollution en Cd. Nitrates et phosphates sont responsables du phénomène d'eutrophisation. Les nitrates peuvent rendre les eaux brutes impropres à la production d'eau potable.

Pratique agricole	Pollution des eaux
Apports d'effluents d'élevage et produits organiques	Déjections animales (fumier, purin, amendements humiques) subissent l'action des microorganismes du sol et libèrent des nitrates. Les zones d'élevage intensif et hors-sol sont particulièrement touchées par la pollution en Bretagne, Basse-Normandie, Pays de Loire. Certains fumiers et le lisier sont riches en phosphates, Cu, Zn, facteurs de pollution et d'eutrophisation lorsque ces éléments sont lessivés par ruissellement. Le fumier est moins problématique que l'apport de lisier.
Pâturage	Les restitutions directes (urines et fécès) des animaux pâturant à proximité des cours d'eau et s'y abreuvent peuvent être à l'origine de pollution par l'apport de germes pathogènes.
Épandage de déchets urbains et industriels	Les boues de station d'épuration, les composts, les eaux usées libèrent nitrates, phosphates et métaux lourds susceptibles de pollution, notamment Cd et Pl.
Pesticides	Pollution des pesticides et de leurs métabolites par ruissellement, lixiviation des eaux de surface et souterraines. Divers pesticides contiennent As, Hg, Cu, Mn, Pl. Les pesticides sont rendre les eaux brutes impropres à la production d'eau potable. Les eaux de pluie peuvent contenir des pesticides volatilisés à la surface du sol.

### Les nitrates

Les plantes absorbent l'azote par leurs racines préférentiellement sous forme de nitrate (ion nitrique  $\text{NO}_3^-$ ) et d'ammoniaque (ion ammoniacal  $\text{NH}_4^+$ ) dissous dans la solution du sol selon leur abondance relative. L'ion nitrique est mobile, car il n'est pas retenu sur le complexe adsorbant du sol, contrairement à l'ion ammoniacal. Si l'ion nitrique n'est pas absorbé par les racines, il suffit d'une pluie pour que les nitrates soient **lixiviés**, c'est-à-dire entraînés en profondeur hors de la zone de prospection des racines, vers les nappes phréatiques.

Les nitrates sont produits dans le sol par un phénomène de minéralisation dû à l'activité de bactéries aérobies spécifiques. Cette nitrification exige certaines conditions pédoclimatiques : le

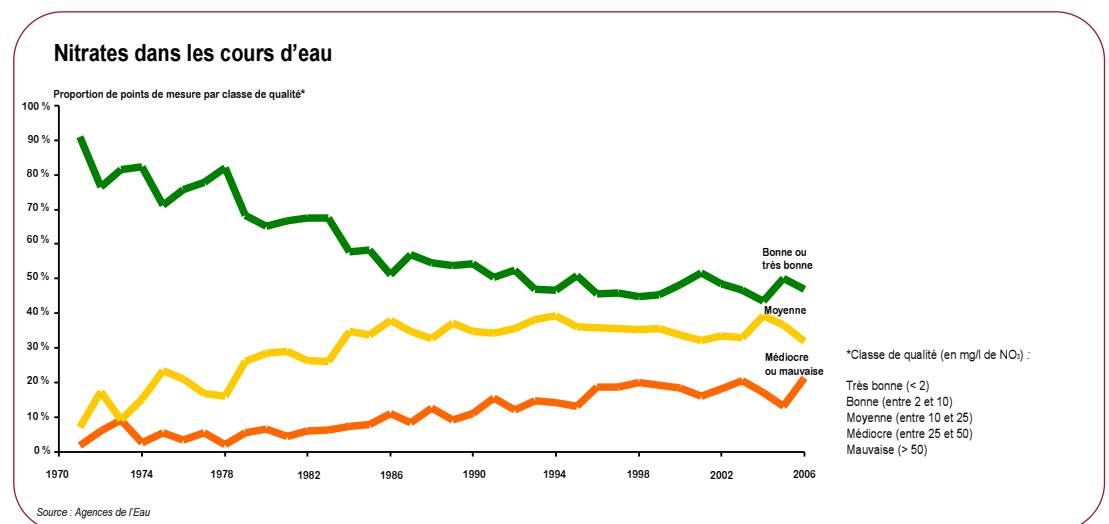


sol doit être aéré, réchauffé, ressuyé, avec un pH relativement neutre. C'est pourquoi la disponibilité des nitrates, selon la richesse en matières organiques et l'activité biologique du sol, dépend de l'état structural du sol et sa porosité. Réciproquement, la structure du sol est stabilisée grâce aux matières organiques et à l'activité biologique du sol.

Un apport régulier de matières organiques sur un sol bien structuré constitue une réserve d'azote qui sera progressivement libéré par l'activité biologique pour satisfaire les besoins végétaux. L'apport de fumier, qui non seulement permet d'amender le sol, mais aussi d'améliorer sa structure, est préférable à l'apport de lisier.

Les pratiques de l'agriculture intensive négligeant cet enrichissement régulier du sol en matières organiques ont tendance à compenser la carence d'azote qui en résulte par l'apport d'engrais minéraux de synthèse. Ces engrais minéraux sont à l'origine de la pollution des masses d'eau, puisque les nitrates épandus percolent rapidement, polluant les nappes.

Lorsque des efforts sont entrepris pour maîtriser les apports de nitrates sur les sols, l'état des eaux de surface s'améliore rapidement. Les premiers résultats du projet Life Agri Péron dans l'Aisne, par exemple, le montrent<sup>99</sup>. En revanche, les eaux souterraines ont un temps de réponse beaucoup plus long, car les temps de séjour de l'eau dans les sols peuvent être importants, de l'ordre de plusieurs mois. La concentration des eaux souterraines en nitrates diminue alors lentement, restant influencée par les pollutions diffuses historiques<sup>100</sup>.



### Les phosphates

Les racines des cultures absorbent plus facilement le phosphate monovalent  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dissous dans la solution du sol, car il est moins fortement adsorbé sur les parois des cellules racinaires.

Contrairement aux nitrates, les phosphates sont peu mobiles dans le sol. Bien retenus par le complexe adsorbant, ils ne sont pas entraînés par les flux d'eau dans le sol excepté lorsque les particules qui les fixent sont emportées par les eaux de ruissellement. Dans cette situation d'érosion hydrique, il y a lessivage des phosphates.

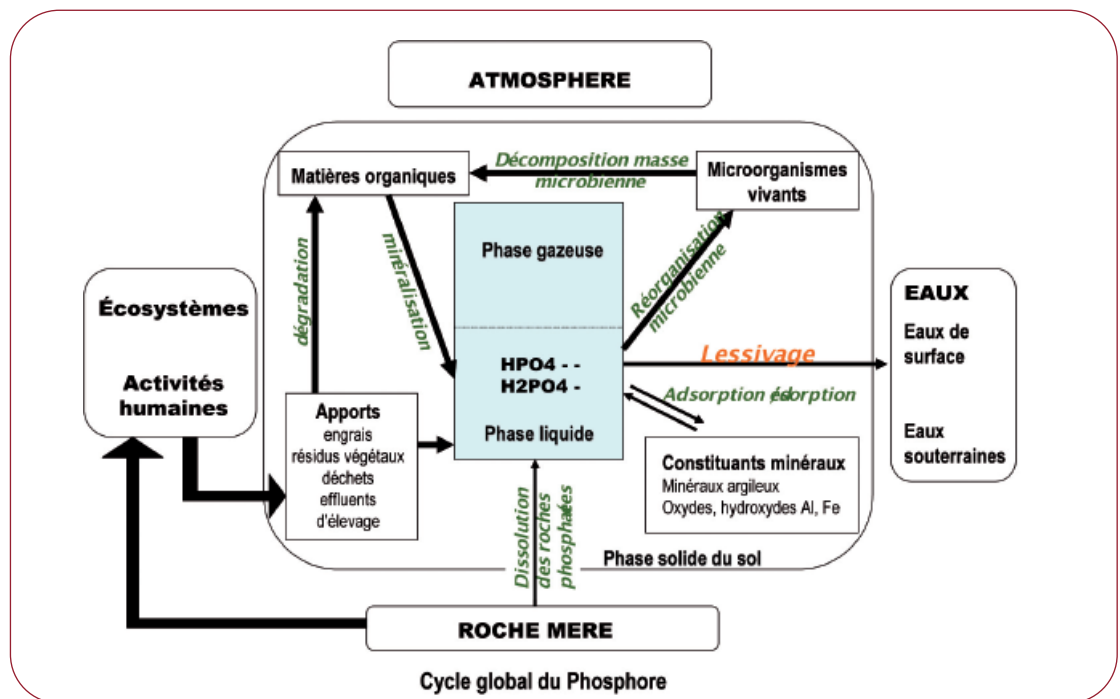
<sup>99</sup> Projet Life Agri Péron. [en ligne] <<http://agriperon.fr/>>

<sup>100</sup> Pour approfondir ce sujet, on peut se reporter à la publication du Conseil scientifique de l'environnement de Bretagne, Temps de réponse des bassins versants, fiches techniques et scientifiques pour la compréhension des bassins versants et le suivi de la qualité de l'eau [en ligne] <<http://www.cseb-bretagne.fr/index.php/Table/Eau/>>



**Les flux de phosphates vers les eaux marines**

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

**Sources et bibliographie**

- IFEN, 2006. L'environnement en France, rapport, 194 p. [en ligne] <<http://www.ifen.fr/acces-thematique/eau/publications.html>>
- G. Miquel, 2003. Les nitrates. In La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, pp. 54-58 [en ligne] <<http://www.senat.fr/noticerap/2002/l02-215-1-notice.html>>
- R. Calvet, 2003. Le sol – propriétés et fonctions. Tome 1 : constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Ed. France Agricole – Dunod, 448 p.
- R. Calvet, 2003. Le sol – propriétés et fonctions. Tome 2 : phénomènes physiques et chimiques, applications agronomiques et environnementales. Ed. France Agricole – Dunod, 512 p.
- G. Grosclaude (coord.), 1999. L'eau – Tome 2 – usages et polluants. Ed. INRA, 208 p.
- M-C. Girard, C. Walter, J-C. Remy, J. Bertelin, J-L. Morel, 2005. Bilan environnemental du phosphore (chap. 28). In Sols et environnement, Dunod, 832 p.

**Les pesticides**

Les produits phytopharmaceutiques sont appliqués sur les cultures pour prévenir des agressions des ravageurs et des maladies. Ces agressions sont facilitées par l'homogénéité de la population végétale cultivée, caractéristique de l'agriculture intensive. Les pesticides ont de nombreux effets défavorables sur l'environnement<sup>101</sup>. Il est donc indispensable de respecter les bonnes pratiques d'application<sup>102</sup>. Mais il est souhaitable d'aller plus loin et d'éviter les pesticides en rendant les

<sup>101</sup> Voir paragraphe 2.4 de ce livret

<sup>102</sup> Sur ce sujet voir par exemple le site de l'Union des industries de la protection des plantes [en ligne] <<http://www.uipp.org/>>

populations végétales cultivées plus résilientes aux attaques. Parmi les mesures favorables, on peut citer : la diversité spatiale et temporelle des cultures, une densité moindre, un apport mesuré et sans excès d'engrais, la qualité du sol, l'adaptation des espèces et des variétés aux conditions pédo-climatiques locales, la présence de zones de régulation écologiques (haies, bois...) hébergeant des insectes auxiliaires, l'acceptation de certaines adventices ne gênant pas forcément la culture.

#### • Mobilisation institutionnelle

Date	Mesure	Description
1991	Directive «nitrate»	Délimitation des « zones vulnérables » et programmes d'action obligatoire dans ces zones : « code de bonne conduite » - 2008, 4e programme : implantation d'une bande enherbée ou boisée permanente le long de tous les cours d'eau (5 m. min) ; couverture des sols pendant la période de risque de lessivage.
1993	PMPOA	Plan de maîtrise des pollutions d'origine agricole – financement de la mise aux normes des bâtiments d'élevage afin de limiter les pollutions issues des élevages intensifs
<b>1992</b> fin 2000	MAE	Mesures agrienvironnementales : soutien financier des agriculteurs s'engageant à adopter des pratiques respectueuses de l'environnement (5 ans min) selon la surface contractualisée
1992 2003	PMSEE PHAE	Prime au maintien des systèmes d'élevage extensifs dite « prime à l'herbe » remplacée en 2003 par la prime herbagère agro environnementale
1999 2003	CTE CAD	Contrat territorial d'exploitation portant sur la globalité de l'exploitation avec pour objectif le développement durable, est remplacé en 2003 par le contrat d'agriculture durable à l'objectif environnemental
2001	ICCS	Indemnité compensatoire de couverture des sols : aide aux CIPAN (cultures intermédiaires pièges à nitrates) – obligatoire dans les ZAC (zones d'action complémentaires dans l'ouest de la France)
	Rotation	Diversification des cultures dans l'assolement
2000	DCE	Directive cadre sur l'eau : protection des écosystèmes, politique de résultat (bon état des eaux et des milieux aquatiques à atteindre d'ici 2015). Association de tous les acteurs. Information et consultation du public.
2006	LEMA	Loi sur l'eau et les milieux aquatiques. Conforte les grands principes de gestion de l'eau par bassin hydrographique (lois de 1964 et 1992). Reprend les objectifs de la DCE et propose des outils pour reconquérir la qualité des eaux en 2015 et retrouver une meilleure adéquation entre ressources en eau et besoins dans une perspective de développement durable. Modernisation de l'organisation des structures fédératives de la pêche en eau douce.
2008	Ecophyto 2018	Suite au plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides (2005), plan pour réduire l'usage des pesticides d'ici 10 ans et suppression progressive des 53 molécules les plus dangereuses.

**Sources et bibliographie**

- G. Miquel, 2003. La qualité de l'eau et de l'assainissement en France. Rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 195 p. [en ligne] <<http://www.senat.fr/noticerap/2002/l02-215-1-notice.html>>
- MEEDM. Pollutions d'origine agricole : le PMPOA. [en ligne] <[http://agriculture.gouv.fr/spip.php?page=recherche&recherche=PMPOA&id\\_rubrique=0&lang=fr](http://agriculture.gouv.fr/spip.php?page=recherche&recherche=PMPOA&id_rubrique=0&lang=fr)>

**4.3 Produire autrement : les défis des modes de production****• Les bases de l'agriculture dite « intensive » vont changer**

En France, depuis plus d'un demi-siècle, les grandes cultures ont répondu à l'accroissement des besoins du marché par une augmentation des rendements, elle-même permise par un ensemble de techniques hautement productives : le travail profond du sol et la préparation appropriée du lit de semence, l'utilisation de variétés végétales sélectionnées, l'apport d'engrais issu de l'industrie chimique, et l'utilisation fréquente de molécules chimiques de protection sanitaire (principalement herbicides, fongicides, insecticides). On a pris l'habitude de désigner cette agriculture comme « intensive » ; on devrait préciser : intensive en intrants chimiques et en énergie. Le travail du sol, en particulier le labour, est en effet fortement consommateur d'énergie. Les engrais eux-mêmes ont un coût essentiellement représenté par des dépenses en énergie, tant pour leur production (par exemple les engrais azotés) que pour leur transport (par exemple pour l'acheminement des réserves fossiles de phosphates jusqu'aux champs où ils sont répandus). Cette technologie a permis d'obtenir des rendements très élevés.

Or, à moyen et long terme, les bases physiques et économiques de ce choix technologique vont sans doute changer. La hausse des prix des carburants rend les coûts des opérations motorisées plus élevés, en particulier pour le travail du sol. Les engrais azotés sont très tributaires des prix du gaz naturel qui vont suivre ceux du pétrole. Les phosphates et les potasses vont subir l'accroissement des coûts de transport. De plus, dans un raisonnement à long terme, on ne peut plus ignorer le fait que les gisements planétaires de phosphate et de potasse sont limités, et qu'une certaine rareté pourrait aussi faire monter les prix parallèlement à l'évolution des prix du pétrole dans les cinq décennies qui viennent.

Outre les prix de l'énergie, une deuxième modification importante se dessine, celle d'un manque éventuel de molécules chimiques pour faire face aux maladies et ravageurs des grandes cultures. S'il faut, dans ce domaine rester prudent, on ne peut manquer d'observer que la mise au point par les firmes de molécules chimiques efficaces et sans danger reconnu pour l'environnement, ainsi que dans leur homologation, demandent des investissements très élevés et des durées longues (environ une décennie). Il s'agit donc, pour les firmes de l'agrochimie, d'une activité industrielle risquée. Or, la plupart de ces molécules encourent le risque d'avoir une durée de vie sur le marché qui se réduit, essentiellement pour deux raisons. La première est le risque d'apparition de plus en plus fréquente, après quelques années de traitement, de résistances génétiques des maladies et ravageurs concernés (champignons, insectes adventices). En effet, dès lors que, du fait de leur coût, mais aussi de la concentration des firmes agrochimiques, le nombre de molécules disponibles se réduira et qu'elles viseront un marché de plus en plus large, la probabilité d'apparition de résistances sera accrue. L'autre raison est la suspicion des consommateurs et des associations environnementalistes vis-à-vis d'éventuels effets négatifs et imprévus sur l'environnement, entraînant une interdiction d'usage au nom du

principe de précaution. On peut supposer que les procédures d'homologation deviendront de plus en plus sévères et que, de plus en plus souvent, des molécules seront « mises en examen », car la suspicion est une tendance lourde.

Une troisième modification à envisager concerne la création variétale. Le phénomène de mondialisation conduit en effet à une concentration de plus en plus forte des firmes semencières, et les impératifs croissants de rentabilité des capitaux amènent ces firmes à se concentrer sur un nombre restreint d'espèces à large diffusion potentielle, les coûts de développement d'une nouvelle variété étant similaires quels que soit les quantités commercialisées. Une évolution semblable à celle des médicaments humains ou vétérinaires – pour lesquels de nombreuses maladies sont « orphelines » et ne disposent pas de médicaments adaptés, car elles ne représentent pas des marchés solvables suffisants – pourrait donc toucher de nombreuses productions agricoles. En outre, comme pour les produits phytosanitaires, un durcissement et une complexification des réglementations de mise en marché pourraient intervenir – à l'image de ce qui se passe pour les OGM – et accentuer le phénomène de double concentration que nous venons d'évoquer.

En somme, pour les grandes cultures, disparaît la perspective de l'énergie bon marché et des ressources de fertilité illimitées, et apparaît une interrogation sur les bases mêmes de la technologie de protection phytosanitaire, voire, plus généralement, sur la poursuite d'un processus d'innovation fournissant régulièrement aux agriculteurs des intrants adaptés. Il est donc légitime de commencer à définir une agriculture qui soit plus économe en énergie et en matières chimiques, tout au moins pour ce qui concerne les molécules posant problème, et qui assure également une utilisation plus durable des innovations dont elle dispose.

#### • Une alternative se dessine : mieux utiliser les fonctionnalités écologiques des milieux cultivés

Aujourd'hui, pour répondre à cette situation nouvelle, la principale hypothèse alternative est celle d'une utilisation intensifiée des fonctionnalités naturelles offertes par les écosystèmes, de manière à assurer un fonctionnement écologiquement durable des écosystèmes productifs et à renouveler en permanence les ressources naturelles. Depuis longtemps déjà existent des pratiques alternatives à la famille de techniques culturales caractérisées par le labour, les apports d'engrais chimiques et de traitements phytosanitaires.

Dans les régions du monde qui ont connu une érosion pluviale et surtout éolienne forte, ont été inventées les techniques de travail minimum du sol et même de non-travail utilisant le « semis direct ». Ces techniques dites « d'agriculture de conservation » occupent aujourd'hui environ 95 millions d'hectares. Ce type d'agriculture a souvent été développé aux États-Unis, puis s'est étendu en Argentine et au Brésil. En Australie, le semis direct est combiné à la culture de luzerne annuelle (ley farming) et l'élevage de moutons. Le semis direct se fait dans les résidus de récolte et dans des cultures de couverture, qui sont de plus en plus diversifiées. En France, notamment dans les réseaux agriculture durable, sont expérimentés des mélanges de cultures intercalaires dont le but est d'assurer une couverture permanente du sol, un apport en biomasse pour la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique ou la constitution d'humus puis la minéralisation. De nombreux essais sont conduits par le Cirad dans des régions de petite agriculture à Madagascar, dans la péninsule indochinoise, au Brésil, en Amérique Centrale et au Maghreb.

De la même manière, les systèmes de culture nécessitant de nombreux traitements,

notamment dans les régions tropicales, ont incité à développer la lutte biologique et la lutte intégrée, afin de limiter l'usage des pesticides. L'agriculture biologique utilise toutes les techniques possibles sauf le recours aux pesticides. Il en a résulté de nouvelles approches, comme, par exemple, l'usage « intensif » d'auxiliaires existants dans l'écosystème pour contrôler les invasions de ravageurs. La généralisation de cette démarche définit des techniques de maîtrise écologique des pathogènes.

C'est encore un raisonnement écologique qui guide les projets de réaccumulation lente, systématique et ordonnée de l'eau dans les paysages dans les régions sèches, en particulier dans le Sahel. Ces projets dits de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) réaménagent progressivement les bassins versants d'amont en aval, alors que la technique classique consistait à faire des barrages en aval afin d'ouvrir des périmètres d'irrigation.

Par généralisation du principe d'un usage intensif des fonctionnalités des écosystèmes se sont créés des concepts nouveaux tentant d'exprimer le fait que l'agriculture du futur s'inscrit de plus en plus dans le fonctionnement des écosystèmes. Il s'agit de définir une agriculture « écologiquement intensive », certains diront une agriculture « écologiquement raisonnée ». Cette perspective concrète a reçu l'appellation principale de « Révolution Doublement Verte », ou « Evergreen Revolution », ou « agroécologie », ou encore « Ecoagriculture ». Ces termes recouvrent des travaux de recherche de plus en plus nombreux, de plus en plus diversifiés et touchant un grand nombre de situations écologiques et économiques. Le mouvement est donc en marche, et ceux qui y participent le font avec une forte volonté de progresser. C'est pourquoi on peut maintenant parler de nouvelle modernité.

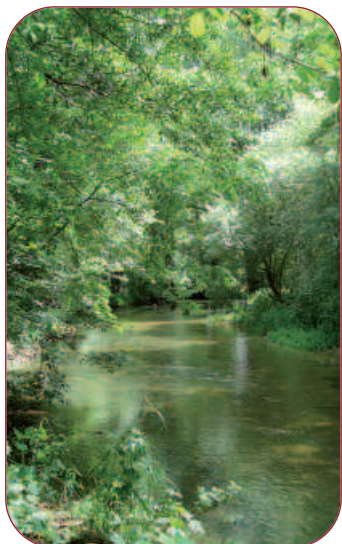
Cela amène donc conceptuellement à envisager l'agriculture comme la partie productive contrôlée du fonctionnement des écosystèmes, et donc à s'intéresser aux autres rôles que joue inévitablement l'agriculture dans les écosystèmes en les manipulant et en les contrôlant partiellement : la production de services écosystémiques extraagricoles.

### • Produire autre chose : les services écologiques

#### L'agriculture transforme depuis toujours les écosystèmes

L'activité agricole est inscrite dans le fonctionnement plus général des écosystèmes. Mais l'agriculture, en prenant de plus en plus de place dans les écosystèmes et les paysages, les transforme au point qu'on les qualifie souvent « d'agroécosystèmes » ou d'écosystèmes cultivés. En Europe, la transformation des paysages est très ancienne et l'agriculture a cessé de s'étendre au détriment de la forêt ; au contraire, la forêt progresse. Dans les pays où il faut encore accroître fortement la production pour faire face aux besoins, l'agriculture s'étend rapidement au détriment des paysages naturels, en les transformant d'une manière souvent brutale : d'une forêt naturelle comme par exemple en Amazonie, on passe directement à de grandes parcelles cultivées. Il en résulte généralement une dégradation rapide de la fertilité organique, un ruissellement accru des eaux pluviales, une vive érosion des sols, une dégradation du cycle de l'eau et l'installation progressive d'un processus de désertification. Par ailleurs, la monoculture monovariétale en grandes parcelles favorise la prolifération rapide de maladies et ravageurs. Ce passage soudain d'un milieu écologique à un autre met bien en lumière l'ensemble des perturbations introduites par les grandes cultures et fait apparaître la fragilité des milieux d'origine, dès lors que certains aspects de la dégradation sont peut-être irréversibles.

Ce genre de faits liés à l'extension de l'agriculture, et d'une manière plus générale la progression d'effets de la démographie humaine sur les écosystèmes, ont amené la communauté



internationale des chercheurs à faire une évaluation de l'état et de l'évolution des écosystèmes de la planète : le « Millenium Ecosystem Assessment ». Ce travail<sup>103</sup>, réalisé par un grand nombre de chercheurs spécialistes issus de nombreux pays, a confirmé le rôle central de l'extension de l'agriculture dans la transformation et la dégradation des écosystèmes. Mais au-delà de cette conclusion, l'étude a révélé que, dans les sociétés, les agriculteurs sont ceux qui transforment le plus les écosystèmes et qu'ils interviennent dans un grand nombre de fonctionnalités de ces écosystèmes. Par exemple : ils modifient le cycle de l'eau, le cycle du carbone et de nombreux éléments minéraux, ils altèrent et font évoluer la diversité biologique... Il y a au total une quinzaine de grandes fonctionnalités dont la régulation dépend des choix techniques des agriculteurs. Ces choix techniques peuvent dégrader ces fonctionnalités ou les améliorer. Examinons de plus près ces fonctions.

### **L'agriculture peut détériorer le fonctionnement des écosystèmes ou l'améliorer tout à son bénéfice**

La fonction agricole au sens très large est de produire des biens : des aliments issus des cultures et de la cueillette, des aliments issus de l'élevage et de la chasse, de l'énergie traditionnellement à partir du bois, du bois pour la construction et des fibres textiles. Tous ces produits sortent de l'écosystème productif et entrent pour beaucoup dans l'espace de l'écologie urbaine et industrielle. Notons aussi que l'écosystème productif maîtrisé par les agriculteurs produit de l'eau (issue du ruissellement, des sources, des nappes phréatiques) après que celle-ci soit passée dans les parcelles. Les prélèvements qui sont opérés dans l'écosystème (carbone, azote, phosphore...) doivent être restitués si l'on veut assurer le fonctionnement durable des grands cycles (dits biogéochimiques) de ces éléments, qui sont des ressources naturelles renouvelables. Faute de la faire, une extraction longue sans compensation suffisante dégraderait la reproduction de la fertilité générale du milieu et de ses fonctionnalités.

La plus importante des fonctionnalités est celle qui constitue le cycle de base de la dynamique de la biosphère : la production de biomasse par les plantes sous l'effet du soleil, de l'eau et des éléments nutritifs, puis sa dégradation, son humification, sa minéralisation et enfin l'absorption de ses composés comme dit plus haut. Ce cycle de réactions assure le maintien de la fertilité organique des sols et de leur structure ; elle assure la base du fonctionnement de la biosphère. Une autre fonctionnalité est celle qui permet sur une très longue période d'entretenir le processus de formation du sol à partir de la roche mère et de son substrat, de manière à contrebalancer les pertes par érosion et dégradation de la structure. Une autre fonctionnalité est la compétition entre les plantes au sein d'un peuplement pour mobiliser l'énergie solaire et coloniser le sol par les racines, compétition que l'agriculture règle en faveur des seules plantes cultivées au détriment des adventices présentes dans le milieu. D'autres fonctionnalités, fort nombreuses, existent comme les chaînes alimentaires qui lient entre elles les plantes, les phytophages, les parasites et maladies des plantes et animaux, les prédateurs... Ces chaînes –ou réseaux trophiques– sont fortement « déformés et simplifiés » par les grandes cultures qui établissent des paysages où la diversité biologique est réduite. Autrement dit, l'agriculture modifie les fonctions de régulation des écosystèmes et des « services » qu'ils procurent aux sociétés. Voici quelques exemples.

Par son intervention dans le cycle du carbone, l'agriculture contribue à l'effet de serre, mais aussi à son atténuation : le labour, le brûlis de pailles et des prairies, l'épandage d'engrais azotés, l'irrigation par inondation, l'élevage des ruminants, sont des activités émettrices de gaz à effet de serre. Au contraire, la photosynthèse, donc la production de biomasses, contribue à séquestrer momentanément le carbone dans les plantes, et leur dégradation contribue à le séquestrer plus durablement dans le sol, à condition que l'humus reste très présent.

<sup>103</sup> Évaluation des écosystèmes pour le millénaire. Voir [en ligne] <<http://www.millenniumassessment.org/fr/>>



Autre exemple bien connu lui aussi, le défrichement et le travail du sol diminuent la « rugosité » du paysage et facilitent le ruissellement des eaux au détriment de leur infiltration et de la recharge des nappes phréatiques. Le cycle des eaux est ainsi accéléré et les paysages perdent progressivement une part significative de leur « contenu en eau ». Les crues peuvent être accentuées provoquant plus d'érosion, tout comme peuvent être accentuées les pénuries d'eau dans les sols faute d'infiltration suffisante et de recharge de nappes phréatiques. En outre, les surfaces agricoles en sol nu sont claires et plus réfléchissantes que les surfaces en végétation et modifient l'albédo, ce qui a un effet sur la distribution spatiale des pluies. Tout au contraire, un aménagement approprié du paysage peut ralentir le cycle de l'eau. Par ailleurs, l'eau qui sort des agroécosystèmes peut être plus ou moins filtrée selon les techniques culturales utilisées, ou bien plus ou moins polluées.

Exemple encore : la diversité biologique dans l'écosystème. Si l'on considère les trois niveaux classiques d'organisation de la biodiversité – diversité des espèces, diversité génétique au sein des espèces, diversité des écosystèmes et de leur peuplement – on observe que l'agriculture réalise souvent une « triple réduction » : la monoculture réduit par définition la diversité des espèces dans les espaces cultivés ; elle les ensemeince souvent avec un petit nombre de variétés génétiquement homogènes, réduisant ainsi la diversité génétique cultivée. Enfin, lorsqu'elle se développe sur de grandes surfaces et élimine des unités écologiques comme des haies, des bosquets, des talus, des mares, l'agriculture réduit également la diversité écosystémique. Outre son action négative sur la biodiversité des espèces considérées comme non-directeur utiles à l'agriculture, cette simplification peut conduire à des effets néfastes pour l'agriculture elle-même : sensibilité accrue des agrosystèmes aux perturbations climatiques, maladies cryptogamiques qui ne trouvent pas de résistance génétique à leur progression, ou insectes qui ne trouvent plus d'ennemis naturels pour les contrôler, faute de diversité. Au contraire, l'agriculture peut aussi conserver de la diversité biologique dans les paysages. Elle peut par exemple contribuer à la diminution du nombre des insectes pollinisateurs ou au contraire en favoriser l'extension.

Outre ces effets régulateurs des écosystèmes et de l'agriculture pratiquée en leur sein, les paysages qui en résultent produisent aussi des effets culturels : les paysages sont porteurs d'une esthétique, certains lieux peuvent avoir un rôle spirituel, éducatif et récréatif. Leurs fonctions sont donc nombreuses. Les services que ces fonctions procurent le sont aussi. Donnons là encore quelques exemples.

Les écosystèmes cultivés fournissent d'abord des ressources essentielles pour le bien-être des sociétés : l'alimentation, l'eau potable, des abris, des vêtements, de l'énergie. Ils procurent de la sécurité alimentaire, de la sécurité sanitaire, de la sécurité en matière de limitation de certaines catastrophes. Ils ont des effets sur la santé : sur la pureté de l'eau et de l'air, sur le contenu nutritionnel, sur la propagation des maladies. Ils offrent aussi des options différentes en termes de degrés de liberté pour le futur selon que l'évolution qu'on leur a donnée est très contrainte ou offre des opportunités variées.

Au total, sur toute la planète, l'agriculture n'est donc pas seulement une activité productive classique ; c'est organiquement une activité de gestion de l'évolution des écosystèmes. Et les agriculteurs sur toute la planète ne sont pas seulement des producteurs classiques, ils sont aussi les principaux gestionnaires des écosystèmes. Dès lors se pose la question suivante : comment gérer à la fois la production agricole et les écosystèmes ?

Depuis la mise en place de la DCE, les SDAGE sont en cours de révision. Ils sont adoptés en 2009 pour la période 2010-2015 et visent le bon état des eaux à cette échéance. Le 9e programme de l'agence de l'eau Seine-Normandie, conformément au SDAGE, s'inscrit dans une logique de résultats et les projets retenus sont contractualisés sur des critères environnementaux. Son action vise la protection et la restauration des ressources en qualité et quantité et passe par



l'intervention sur les territoires, en particulier dans le secteur de l'agriculture. Les enjeux prioritaires sont :

- la protection de la santé et de l'environnement par l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques ;
- l'anticipation et la gestion des situations de crise, notamment la sécheresse et les inondations.

#### 4.4. Les actions techniques visant à préserver la ressource

Les stratégies d'action sont déterminées à différentes échelles et impliquent divers types d'acteurs. Les échelles opérationnelles sont le bassin versant, l'exploitation agricole et la parcelle au niveau de laquelle la gestion des intrants est mise en œuvre.

Dans la pratique du métier, l'agriculteur raisonne dans un même ensemble système de culture et itinéraire technique sur la parcelle.

Le système de culture est l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. Chaque système se caractérise par la nature des cultures, leur ordre de succession et les itinéraires techniques de chaque culture.

L'itinéraire technique correspond à la combinaison logique et ordonnée de techniques appliquées à une culture. Ce qui signifie que les techniques interagissent les unes avec les autres<sup>104</sup>.

Pour la commodité, nous évoquerons les interventions techniques les unes après les autres en pointant les interactions. C'est par l'étude d'un cas concret que l'on appréhende le concept d'itinéraire technique.

Intervention technique	Économie d'eau <i>Se prémunir contre la sécheresse</i>	Écoulement de l'eau <i>Agir contre le ruissellement et l'érosion</i>	Pollution <i>Réduire l'utilisation des engrais et pesticides</i>
Assolement et rotation	Diversification	Prairie dans la rotation	Systèmes adaptés – diversification
Amendements humiques et calciques	Réserve en eau	Stabilise la culture	Améliore le complexe adsorbant et vie du sol
Inter culture	Mulch – CIPAN éventuellement	Couverture végétale – enrichissement en MO	CIPAN – biodiversité Travail du sol etc.
Travail du sol	Labour pour la mise en réserve de l'eau	Sens du travail / pente. Adapter les outils au sol. TSL.	Enfouissement des graines par le labour
Choix espèces	Espèces adaptées	Cultures d'hiver	Associations
Choix de variétés	Variétés adaptées à la sécheresse. Variétés précoces		Variétés rustiques, résistantes, précoces, tardives...
Semis	Date, densité		Date, densité
Fertilisation	Raisonner / peuplement		Fertilisation raisonnée
Irrigation	Raisonner		Inter culture
Action contre les bioagresseurs	Protection intégrée Aménagement spatial	Aménagement spatial	Protection intégrée
Récolte		Conditions de récolte	

<sup>104</sup> Définitions de Sébillotte, 1978, 1990.

## • L'assolement et la rotation des cultures

Ils sont intimement liés et représentent une technique traditionnelle toujours très efficace pour limiter les adventices et parasites dans la parcelle cultivée. Le principe consiste à limiter les conditions favorables aux bioagresseurs, dans le temps et l'espace.

La **rotation** est définie par la succession des cultures sur une parcelle donnée.

Les recommandations sont :

- alterner des cultures à cycles différents et/ou de familles botaniques différentes pour éviter l'installation des adventices dont le cycle de développement est calé sur celui de la culture, et rompre le cycle des ravageurs et maladies ;
- alterner cultures d'hiver et cultures de printemps ;
- alterner graminées<sup>105</sup> et dicotylédones ;
- alterner cultures à enracinements différents et exigences différentes en nutriments ;
- alterner cultures nettoyantes et salissantes ;
- intégrer au moins une interculture longue tous les trois ans ;
- introduire des légumineuses<sup>106</sup> dans la rotation, car elles enrichissent naturellement le sol par la fixation symbiotique de l'azote de l'air et limitent l'apport d'engrais azotés ;
- dans un système polyculture élevage, l'introduction de prairies temporaires dans la rotation permet de nettoyer les parcelles. La prairie améliore la fertilité du sol en granulant la structure et augmente son taux de matière organique.

L'**assolement** correspond à la répartition des cultures sur l'ensemble de la surface cultivée de l'exploitation. Recommandations :

- diversifier les productions correspond à des rotations plus longues et plus efficaces et représente une assurance pour l'agriculteur vis-à-vis des risques culturels et notamment la sécheresse ;
- agir sur le parcellaire en limitant la surface des parcelles consacrées à une culture ou une famille de cultures permet de limiter la propagation de parasites.

Cette technique permet de limiter la pollution des eaux par la réduction des intrants, pesticides et engrais. Outre l'aspect environnemental, il convient de souligner la réduction des charges opérationnelles et l'économie d'énergie que cela entraîne.

### Bibliographie

- RAD, CIVAM, 2006. Cultiver son autonomie en protéines, en produisant des légumineuses et tourteaux d'oléagineux pour l'alimentation animale. Cahier technique de l'agriculture durable, 2e édition, 52 pp.
- RAD, CIVAM, 2009. Construire et conduire un système herbager économe. Cahier technique de l'agriculture durable, 2e édition, 76 pp.

## • Les amendements humiques et calciques

Les matières organiques participent à la stabilité structurale qui maintient une certaine porosité au sol et facilite l'infiltration de l'eau. Elles jouent un rôle important dans les phénomènes de rétention et dans l'activité microbienne de dégradation et minéralisation. Elles renforcent la

<sup>105</sup> Famille de plantes à fleurs monocotylédones : herbes, céréales, canne à sucre, plantes de prairie...

<sup>106</sup> Leurs racines présentent des nodosités colonisées par des bactéries du genre *Rhizobium* qui fixent l'azote atmosphérique sous forme assimilable par la plante. On distingue notamment les légumineuses fourragères (luzerne, trèfle, sainfoin...) et les légumineuses à graine (fève, féverole, pois, haricot, lentille, soja, arachide...)

rhizosphère et les « défenses » des cultures et favorisent la biodiversité. Les pratiques accroissant le niveau humique des sols sont à favoriser en particulier l'apport d'amendements humiques, fumier, compost, etc.

La gestion des matières organiques du sol est déterminée par le taux de matière organique du sol et le bilan humique établi sur la durée de la rotation pratiquée sur la parcelle. Un bilan excédentaire sera nécessaire pour un sol pauvre en matière organique. Si le sol est riche, l'analyse commande d'en rechercher les causes. Le rapport C/N, indicateur de minéralisation, permet de préciser s'il s'agit d'apports importants ou d'accumulation résultant d'une faible minéralisation préjudiciable à la fertilité du sol.

L'évolution de la matière organique dans un sol est très lente, et les effets d'un déséquilibre mettront longtemps à se manifester... au bout de quelques décennies.

La stratégie en matière d'apport d'amendements calciques s'appuie sur la valeur du pH du sol et sa teneur en  $\text{Ca}^{2+}$ , deux paramètres reliés par la dynamique de  $\text{CaCO}_3$  (le calcaire total de l'analyse de sol). Préserver une teneur minimale de calcaire dans le sol est nécessaire pour maintenir une réserve de  $\text{Ca}^{2+}$  et le pouvoir tampon du sol dont le carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$  est une des sources. Dans les sols acides, on peut raisonner à partir du pH, l'objectif étant déterminé à partir du comportement des cultures ou du sol : exigence d'un pH donné pour certaines cultures (pH basique pour betteraves, luzerne, pH plutôt acide pour céréales, pommes de terre, etc.), renforcer la structure du sol par l'apport d'ions  $\text{Ca}^{2+}$ .

Pour les sols battants, le pH optimum est élevé (jusqu'à 7,5).

Le choix des amendements dépend de la nature du sol et des objectifs d'entretien ou de redressement du sol.

#### • La culture intermédiaire

Elle s'intercale dans la rotation entre deux cultures principales.

Le travail du sol permet de réduire le stock de graines d'adventices et d'inoculum pathogène. On peut citer l'exemple du faux semis, technique qui consiste à travailler le sol comme pour un semis pour laisser les adventices avant de les détruire pour réaliser le semis.

La gestion de l'interculture par le semis d'une culture intermédiaire de type CIPAN (culture intermédiaire piège à nitrate) ou les repousses du précédent cultural, limite l'entraînement des nitrates lors du drainage hivernal. En France, la réduction de l'évaporation du sol en présence de CIPAN compenserait le supplément de transpiration de la végétation si celle-ci est détruite assez tôt au printemps.

La couverture végétale du sol en automne et hiver protège la surface du sol des risques d'érosion et renforce l'infiltration de l'eau dans le sol.

Le couvert végétal favorise la biodiversité, condition d'une limitation naturelle des bioagresseurs par le processus de tolérance.

L'enfouissement de la culture intermédiaire ou des repousses enrichit le sol en matières organiques, mais attention au désherbage.

**Bibliographie**

- Groupe Azote du COMIFER, 2002. Lessivage des nitrates en systèmes de cultures annuelles ; diagnostic du risque et propositions de gestion de l'interculture. 41 p. [en ligne] <<http://www.comifer.asso.fr>>

**• Le travail du sol**

Le travail du sol peut constituer une lutte mécanique contre les bioagresseurs, mais il faut veiller à ce que la vie microbologique du sol, qui a un impact sur la santé des plantes, la stabilité du sol et l'écoulement des eaux, ne soit pas mise en danger par d'éventuels tassements.

Quelques pratiques sont à considérer :

- le labour permet l'enfouissement des graines d'adventices ;
- le binage, sarclage permettent le désherbage sans recours aux herbicides ; ces techniques traditionnelles sont aujourd'hui réhabilitées ;
- le travail perpendiculairement à la pente entrave le ruissellement, de même que la conservation d'une rugosité de surface en évitant de trop affiner la surface du sol ; il faut aussi éviter le tassement en profondeur (semelles) en travaillant un sol ressuyé et limiter la multiplication des passages d'engins ;
- le travail du sol sans labour dans certaines conditions pédoclimatiques, permet une couverture du sol, accroît la richesse du sol en matières organiques et l'activité biologique, crée une porosité d'origine biologique sur l'épaisseur du sol cultivé en 3 à 4 ans, en faisant disparaître les discontinuités du sol (semelle de labour, pseudo-labour, etc.) ce qui réduit les risques d'érosion. Ajoutons la réduction des temps de travaux et de la consommation d'énergie. La gestion de l'eau est également améliorée par une réduction de l'évaporation par temps sec et une amélioration de l'infiltration des pluies. Cette technique nécessite toutefois une attention au développement de certains nuisibles comme les limaces qui sont favorisées dans certaines conditions ; de plus, elle peut nécessiter un recours accru au désherbage.

**Bibliographie**

- CORPEN, 2004. Communications du colloque Techniques culturales sans labour du 31 mars 2004, 31 pp. [en ligne] <<http://www.ecologie.gouv.fr/Principales-brochures-et,6679.html>>

**• Le choix des espèces et des variétés**

	<b>Économie d'eau</b> <i>Se prémunir contre la sécheresse</i>	<b>Écoulement de l'eau</b> <i>Agir contre le ruissellement et l'érosion</i>	<b>Pollution</b> <i>Réduire l'utilisation des engrais et pesticides</i>
Espèces adaptées	Tournesol tolérant à la sécheresse Sorgho, évitement et tolérance	Espèces pour l'interculture, au cycle court	Tournesol, exige peu d'intrants
Cultures d'hiver	Profitent des pluies hivernales et ETP réduite	Assurent une couverture du sol	
Association d'espèces			Céréale + légumineuse → réduction d'engrais Prévention et limitation des bioagresseurs

La **résistance génétique** d'une variété contribue à empêcher, ralentir ou rendre moins efficace le cycle de reproduction du bioagresseur. Une variété tolérante reste sensible, mais ses caractéristiques morphologiques permettent de la rendre moins vulnérable aux dégâts occasionnés par un niveau donné de population du bioagresseur.

	<b>Économie d'eau</b> <i>Se prémunir contre la sécheresse</i>	<b>Écoulement de l'eau</b> <i>Agir contre le ruissellement et l'érosion</i>	<b>Pollution</b> <i>Réduire l'utilisation des engrais et pesticides</i>
Variétés adaptées	Variétés précoces et à cycle court. Travaux de recherche sur la croissance aérienne pour la réduire et augmenter la croissance souterraine. Travaux privilégiant les organes récoltés	Variétés adaptées pour l'interculture	Variétés résistantes aux maladies. Variétés résistantes ou tolérantes aux ravageurs. Variétés rustiques. Les blés rustiques multi résistants aux maladies, ont un potentiel de rendement un peu inférieur aux variétés de même génération plus productives, mais sensibles. Le CTPS (comité technique permanent de la sélection) accorde désormais un bonus pour la résistance aux maladies. Variétés utilisées en agriculture biologique (demande de variétés plus couvrantes rapidement)
Associations variétales			Prévention et limitation des bioagresseurs Semis en mélange de variétés porteuses de gènes de résistance différents, dont l'efficacité repose sur le cumul de plusieurs modes d'action (effet de barrière, de dilution des spores, stimulation des mécanismes de défense...)

Les productions pérennes ont des contraintes particulières pour l'utilisation de variétés plus résistantes : durée de vie de la plantation ; cadre réglementaire (en vigne, les AOC sont liées à un cépage) ; commercialisation (introduction difficile sur le marché de nouvelles variétés de fruits).

#### Bibliographie

- C. Bouchard, M-H. Bernicot, I. Félix et al., 2008. Itinéraires techniques, niveaux d'intrants et variétés rustiques de blé tendre. *Courrier de l'environnement*, 55, février 2008, [en ligne] < <http://www.inra.fr/dpenv/pdf/BouchardC55.pdf> >
- P. Grieu, P. Maury, P. Debaeke, A. Sarrafi, 2008. Améliorer la tolérance à la sécheresse du tournesol : apports de l'écophysiologie et de la génétique. *Innovations Agronomiques* (2008) 2, pp. 37-51 [en ligne] < [http://www.inra.fr/ciag/revue\\_innovations\\_agronomiques/](http://www.inra.fr/ciag/revue_innovations_agronomiques/) >
- C. Welcker, J-F. Rami, 2008. Améliorer la tolérance du maïs à la sécheresse ou la productivité du sorgho : enjeux et limites. *Innovations Agronomiques* (2008) 2, pp. 125-130 [en ligne] < [http://www.inra.fr/ciag/revue\\_innovations\\_agronomiques/](http://www.inra.fr/ciag/revue_innovations_agronomiques/) >
- J-N. Aubertot, J-M. Barbier, A. Carpentier, J-J. Gril, L. Guichard, P. Lucas, S. Savary, I. Savini, M. Voltz (Editeurs), 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'Expertise scientifique collective, INRA et Cemagref [en ligne] <[http://www.inra.fr/l\\_institut/expertise/expertises\\_realisees/pesticides\\_agriculture\\_et\\_environnement](http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_agriculture_et_environnement)>



## • Le semis

Une gestion du peuplement cultivé : date et densité de semis, fertilisation, irrigation peuvent créer des conditions défavorables au développement de bioagresseurs tels que les champignons pathogènes, ou l'esquiver par un décalage des cycles culturaux sensibles (par exemple, préférer un semis précoce du colza pour éviter l'exposition de la culture aux spores de phoma pendant les stades les plus précoces et les plus sensibles).

On pourra réaliser un semis direct si les conditions s'y prêtent. Un enherbement de l'inter rang en culture pérenne, voire en culture annuelle (maïs), si la concurrence avec la culture n'est pas rédhibitoire permet de limiter les transferts.

### Bibliographie

- M-L. Leroux, 2006. Grandes cultures : variétés rustiques, semis clair et rotations allongées. Fiche technique, coll. Réduire ma consommation de pesticides à la ferme, Adeas-Civam, 2 p. [en ligne] < [http://www.agriculture-durable.org/?page\\_id=625](http://www.agriculture-durable.org/?page_id=625) >

## • La fertilisation

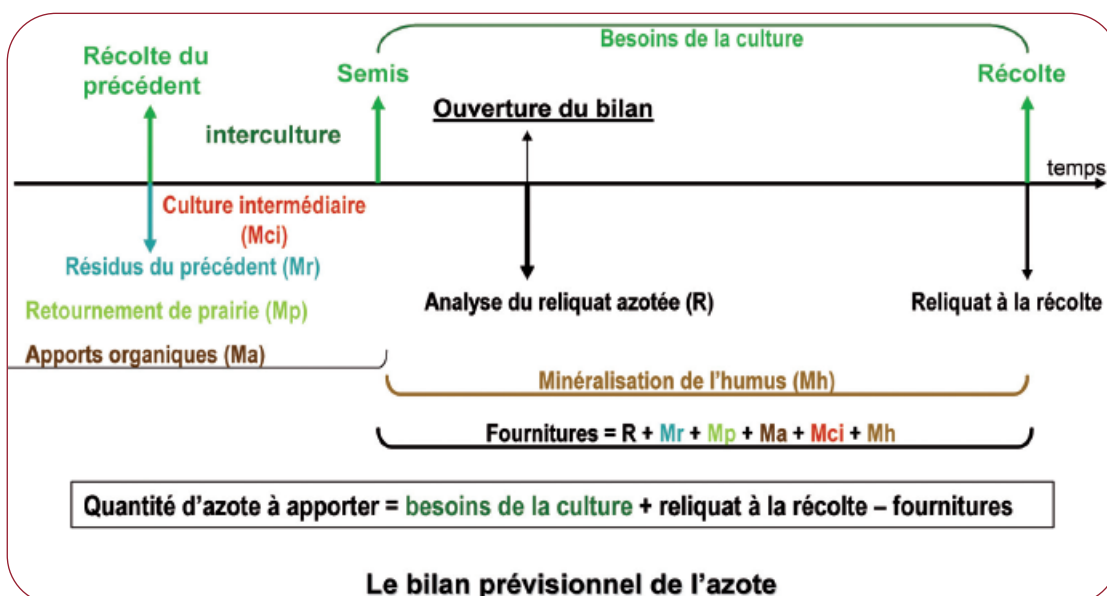
La réponse des cultures (en terme de MS) à la fertilisation azotée est croissante jusqu'à un seuil au-delà duquel la production n'augmente plus. En conséquence, il faut adapter la fumure azotée aux besoins des cultures et la raisonner par la méthode des bilans.

Plusieurs logiciels proposent le calcul de la dose d'azote à apporter à l'ouverture du bilan avec une évaluation plus ou moins fine des fournitures du sol.

Fractionner les apports et éviter l'épandage en sol nu.

Raisonner la fumure de fond, prendre en compte les apports organiques.

Favoriser les apports organiques, fumier, compost, « engrais vert »... car ils immobilisent l'azote sous forme organique dans le sol sur un temps plus ou moins long selon le rapport de leurs teneurs C/N.

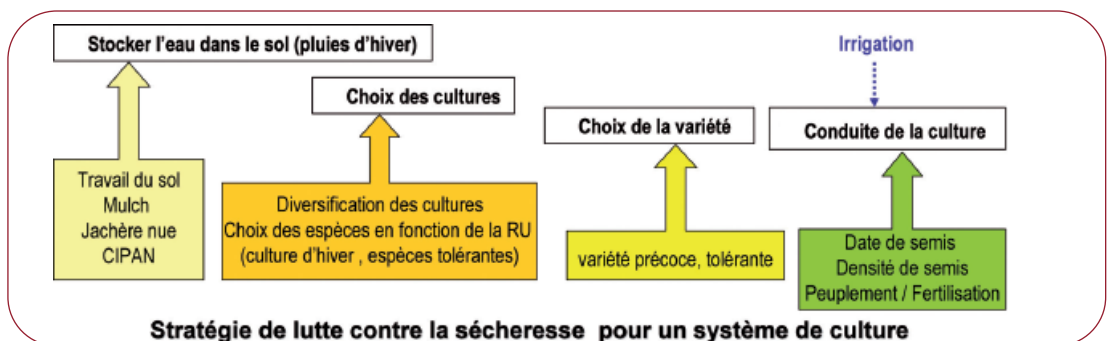


**Bibliographie**

- RAD, CIVAM, 2001. Réduire les intrants avec le bilan des minéraux. Cahier technique de l'agriculture durable, 32 pp.
  - B. Leclerc, 2002. Guide des matières organiques. Tome 1. ITAB (Institut Technique de l'Agriculture biologique), 2e éd, 240 pp.
  - C. Schwartz, J-C. Muller, J. Decroux, Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée, 2005. Guide de la fertilisation raisonnée. Coll. Produire mieux, France agricole, Paris, 414 pp.
  - CORPEN, 1998. et CORPEN, 1988.
- [en ligne] < <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Principales-brochures-et.html> rubrique « Principales brochures et plaquettes publiées dans le domaine de "l'azote et du phosphore" »>

**• L'irrigation**

L'irrigation doit être raisonnée dans une stratégie d'ensemble sur l'exploitation et l'irrigation réservée aux cultures les plus rémunératrices lorsque la ressource est limitée.

**Sources et bibliographie**

- J-M. Deumier, C. Jacquin, M. Berrodier, B. Lacroix, A. Bouthier, 2008. La mise en œuvre de pratiques innovantes en vue de mieux valoriser la ressource en eau chez les agriculteurs. Innovations agronomiques (2008) 2, pp. 83-92 [en ligne] <[http://www.inra.fr/ciag/revue\\_innovations\\_agronomiques/](http://www.inra.fr/ciag/revue_innovations_agronomiques/)>
- P. Debaeke, M. Willaume, P. Casadebaig, J-M. Nolot, 2008. Raisonner les systèmes de culture en fonction de la disponibilité en eau. Innovations agronomiques (2008) 2, pp. 19-36 [en ligne] <[http://www.inra.fr/ciag/revue\\_innovations\\_agronomiques/](http://www.inra.fr/ciag/revue_innovations_agronomiques/)>
- L. Chauveau, 1998. Irrigation : le début de la sagesse. Le courrier de l'environnement n°34, pp. 99-100 [en ligne] <<http://www.inra.fr/dpenv/chauvc34.htm>>
- J-D. Levy, M. Bertin, B. Combes, J. Mazodier, A. Roux, 2005. Irrigation durable. Rapport du CGGREF n°2185, 117 pp. [en ligne] <<http://agriculture.gouv.fr/sections/publications/rapports/irrigation-durable/>>
- Chambre d'agriculture de la Somme, 2006. Charte départementale de gestion de l'irrigation agricole. 12 pp. [en ligne] <<http://www.somme.chambagri.fr>>

**• La lutte contre les bioagresseurs**

La limitation du recours aux pesticides passe par une diversification des méthodes de lutte contre les bioagresseurs et la conception de systèmes de culture qui réduisent les risques phytosanitaires. Citons la lutte biologique, la lutte biotechnique, la lutte physique, etc. Diversifier les cultures dans le temps et dans l'espace et limiter la densité et l'apport d'engrais sont également des techniques qui permettent de limiter l'attaque des bioagresseurs, de plus prévoir des zones de régulations écologiques (haies par exemple) permet de favoriser la présence d'insectes auxiliaires.

**Bibliographie**

- J. Pousset, 2003. Agricultures sans herbicides – principes et méthodes. Agridécisions, 704 pp.
- ITAB, 2006. Biodiversité. Dossier, In Alter Agri n° 76, pp. 4-14 [en ligne]  
<<http://www.itab.asso.fr/downloads/AlterAgri/AA76.pdf>>
- A. Fraval (dir.), 1993. La lutte biologique. Dossiers de l'environnement de l'INRA n°5, 238 pp.
- A. Fraval et Christine Silvy (dir.), 1999. La lutte biologique (II). Dossiers de l'Environnement de l'INRA n°19, 274 pp. [partiellement en ligne] <<http://www.inra.fr/dpenv/do19.htm>>
- J. Frandon et F. Kabiri, 1998. La lutte biologique contre la Pyrale du maïs avec les trichogrammes. Évolution de la technique pour une utilisation à grande échelle. Le courrier de l'environnement de l'INRA. [en ligne] <<http://www.inra.fr/dpenv/frandc00.htm>>
- L. Gran-Aymerich (coord.), 2006. Solutions agronomiques limitant le recours aux herbicides. Agrocampus Montpellier, 41 pp. [en ligne] <[http://www.phyteauvergne.ecologie.gouv.fr/IMG/Conseils\\_agri/79%20-%20memoire\\_gran\\_aymerich\\_fiches.pdf](http://www.phyteauvergne.ecologie.gouv.fr/IMG/Conseils_agri/79%20-%20memoire_gran_aymerich_fiches.pdf)>

En dernier recours, la lutte chimique, lorsqu'elle devient indispensable après avoir envisagé des alternatives, doit être « raisonnée ». Première étape vers une réduction de l'utilisation de pesticides, le raisonnement intervient à différents niveaux : réduction de la fréquence des traitements, réduction des doses, respect des conditions d'efficacité des traitements et des conditions d'application, choix du produit pour un minimum d'impact sur la santé et l'environnement (critères à prendre en compte : toxicité pour l'homme et les animaux, solubilité dans l'eau, rémanence, spécificité du désherbage...) L'information est nécessaire et doit être fiable : utiliser les avertissements, les modèles de prévisions, les seuils.

**Bibliographie**

- CORPEN, 2003. Mesures réglementaires concernant les produits phytosanitaires et leur incidence sur l'environnement, 68 pp. [en ligne] <[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN\\_2003\\_09\\_mesure\\_regl\\_phyto\\_enviro.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_2003_09_mesure_regl_phyto_enviro.pdf)>
- CORPEN, 2006. Techniques d'application et de manipulation des produits phytosanitaires. Fiches [en ligne] <<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Techniques-d-application-et-de.html>>
- Projet Life TOPPS. Plate forme européenne pour la prévention de la pollution ponctuelle des eaux par les pesticides. Nombreux documents [en ligne] <<http://www.topps-life.org>>

• **La protection intégrée**

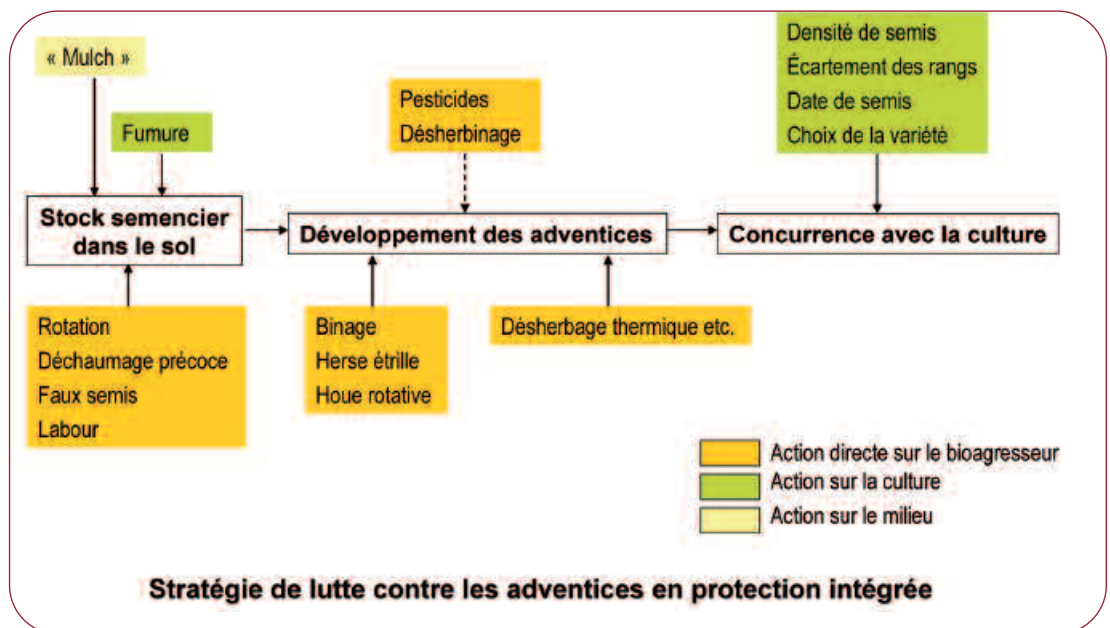
### Définitions de la "lutte intégrée"

Selon la FAO et l'OILB/SROP <sup>107</sup>	Selon la directive 91/414/CEE du 15 juillet 1991 <sup>108</sup>
Conception de la protection des cultures dont l'application fait intervenir un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois écologiques, économiques, et toxicologiques en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance.	L'application rationnelle d'une combinaison de mesures biologiques, biotechnologiques, chimiques, physiques, culturelles ou intéressant la sélection des végétaux dans laquelle l'emploi de produits chimiques phytopharmaceutiques est limité au strict nécessaire pour maintenir la présence des organismes nuisibles en dessous de seuil à partir duquel apparaissent des dommages ou une perte économiquement inacceptables.

<sup>107</sup> OILB : organisation internationale de lutte biologique et intégrée contre les animaux et les plantes nuisibles, voir [en ligne] <<http://www.unipa.it/iobc/>>

<sup>108</sup> Directive n° 91/414/CEE du 15/07/91 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, article 2.

Pour chaque catégorie de bioagresseurs, des techniques permettent soit d'éviter, soit de réduire, soit de détruire le bioagresseur. Une stratégie est à organiser selon les priorités qui déterminent la protection intégrée dans chaque parcelle.



**Contre les adventices** : réduction de la production de graines par une limitation des levées, l'augmentation de la compétitivité de la culture, une récolte avant leur maturation ; réduction de leur capacité à germer par un enfouissement profond (labour).

Esquive par le choix de la succession de cultures, de l'alternance ou non des profondeurs de travail du sol, de la date de semis permettent de limiter l'apparition des espèces les plus adaptées à un cycle donné.

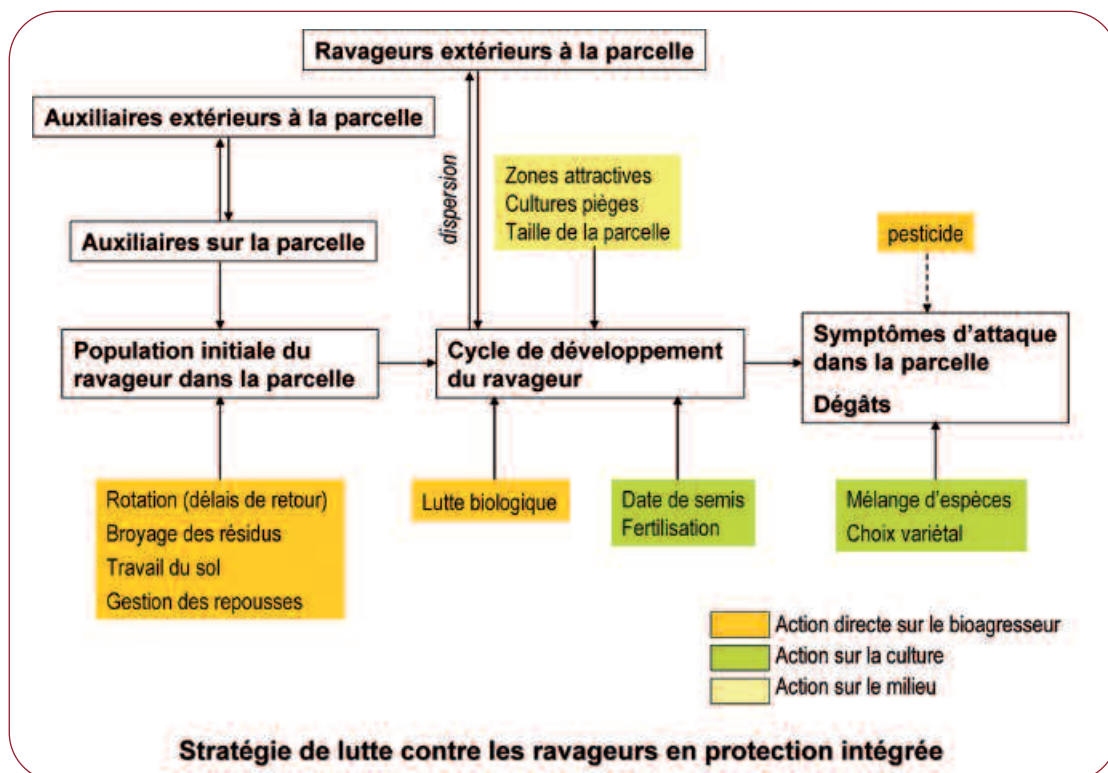


**Contre les champignons pathogènes** : réduction de l'inoculum primaire, limitation des contaminations par la gestion du couvert végétal moins dense, offrant un microclimat moins favorable ;  
utilisation de variétés résistantes.

**Pour les maladies telluriques** : destruction des résidus de récoltes.

**Pour les maladies à dissémination aérienne** : esquive par le décalage des cycles culturaux (stades sensibles) et des périodes de dispersion des spores ; diminution de la réceptivité du couvert par un microclimat peu favorable (par ex. en réduisant la densité de peuplement ou en modérant la fertilisation azotée).

Des arbitrages sont à effectuer selon les risques dominants : un peuplement cultivé dense étouffera mieux les adventices, mais favorisera les maladies fongiques...



### Bibliographie

- P. Lucas, 2007. Le concept de la protection intégrée des cultures. Innovations Agronomiques (2007) 1, pp. 15-21 [en ligne]  
<[https://www.inra.fr/ciag/revue/protection\\_integree\\_en\\_arboriculture\\_et\\_viticulture](https://www.inra.fr/ciag/revue/protection_integree_en_arboriculture_et_viticulture)>
- B. Sauphanor et F. Lescourret, 2007. Construction d'itinéraires techniques pour une protection intégrée en arboriculture. Innovations Agronomiques (2007) 1, pp. 63-74 [en ligne]  
<[https://www.inra.fr/ciag/revue/protection\\_integree\\_en\\_arboriculture\\_et\\_viticulture](https://www.inra.fr/ciag/revue/protection_integree_en_arboriculture_et_viticulture)>
- D. Thiéry et al., 2007. Démarches innovantes pour une protection durable du vignoble. Innovations Agronomiques (2007) 1, pp. 75-94 [en ligne]  
<[https://www.inra.fr/ciag/revue/protection\\_integree\\_en\\_arboriculture\\_et\\_viticulture](https://www.inra.fr/ciag/revue/protection_integree_en_arboriculture_et_viticulture)>
- J-N. Aubertot, J-M. Barbier, A. Carpentier, J-J. Gril, L. Guichard, P. Lucas, S. Savary, I. Savini, M. Voltz (éditeurs) 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'Expertise scientifique collective, INRA et Cemagref [en ligne]  
<[http://www.inra.fr/l\\_institut/expertise/expertises\\_realisees/pesticides\\_agriculture\\_et\\_envi\\_ronnement](http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_agriculture_et_envi_ronnement)>

## • Les systèmes agricoles adaptés au développement durable de l'exploitation

L'exigence sociétale pour la qualité des eaux, des paysages, la préservation de l'environnement et le maintien nécessaire de l'activité agricole, sa viabilité et « vivabilité » constituent une demande complexe qui ne peut être appréhendée que par une approche globale s'appuyant sur une démarche systémique. C'est ainsi que se dessinent aujourd'hui, plusieurs formes d'agriculture s'inscrivant plus ou moins dans la perspective du développement durable.

Dans cette optique, il s'agit de modifier profondément les systèmes de culture et de concevoir des systèmes alternatifs ainsi que l'organisation territoriale de ces systèmes.

Forme d'agriculture	Rapport à la ressource en eau
Agriculture biologique	Le cahier des charges exclut l'utilisation d'engrais chimique de synthèse. C'est le système de production qui assure la meilleure préservation de l'eau.
Agriculture intégrée	Utilisation de produits de synthèse en dernier recours. L'approche globale de l'exploitation permet d'envisager une baisse des intrants et corrélativement une amélioration de la ressource en eau.
Agriculture extensive	La productivité à l'hectare est relativement faible, avec pour corollaire une utilisation minimale d'intrants avec effet positif sur la qualité de l'eau.
Agriculture HVE	Label défini lors du Grenelle Environnement. Le mode de production reste à préciser.
Agriculture raisonnée	Application de la réglementation, enregistrement, impact faible sur la ressource en eau
Agriculture de précision	Ne correspond pas à un système de production, mais à un ensemble d'outils guidés par satellite, qui permettent d'adapter les apports d'intrants aux besoins ; s'inscrit plutôt dans un système intensif.

### Bibliographie

- L. Vilain, 1999. De l'exploitation agricole à l'agriculture durable. Educagri, Dijon, 158 pp.
- Réseau Agriculture Durable, 2002. Évaluer la durabilité d'un système de production. Cahier Techniques de l'Agriculture Durable, 60 pp.
- L. Vilain (dir.), 2008. La méthode IDEA – indicateurs de durabilité des exploitations agricoles. Coll. Approches, Educagri, Dijon, 184 pp.
- Ministère de l'Agriculture et de la pêche. Site IDEA, indicateurs de durabilité des exploitations agricoles [en ligne] <<http://www.idea.portea.fr/>>
- S. Bellon, 2008. Agriculture durable, penser les activités agricoles à partir des enjeux du développement durable. INRA, [en ligne] <[http://www.inra.fr/la\\_sciences\\_et\\_vous/apprendre\\_experimenter/agriculture\\_durable](http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous/apprendre_experimenter/agriculture_durable)>

## • L'organisation territoriale de l'exploitation

Des aménagements visant à renforcer l'infiltration de l'eau par rapport au ruissellement sont possibles au niveau de l'exploitation. Ces aménagements herbagers ou boisés favorisent dans



le même temps une biodiversité qui peut participer à la protection des cultures, réduisant d'autant le recours aux intrants.

#### Les bandes enherbées

Les mesures de conditionnalité de la PAC imposent depuis 2005, la mise en place de bandes enherbées de 5 à 10 m de large le long des cours d'eau sur lesquelles fertilisants et pesticides sont interdits. La végétation ralentit l'écoulement des eaux susceptibles d'être chargées de produits polluants et favorise l'infiltration grâce à son système racinaire dense. Le sol enrichi par la matière organique retient une partie des produits infiltrés avec les eaux. Ces bandes enherbées constituent aussi une zone refuge pour la faune et améliore la biodiversité et donc les insectes auxiliaires qui luttent contre les ravageurs.

Les prairies permanentes jouent le même rôle de tampon. Favorisant l'infiltration, elles tempèrent le phénomène de ruissellement et l'érosion et retiennent une partie des polluants. Elles sont riches de biodiversité floristique et faunistique.

#### Les bandes boisées, haies, bosquets

Leur intérêt relève de la même logique de rétention et infiltration. Ajoutons l'effet de barrière lorsque la haie est associée à un talus et l'adoucissement de la pente. Elles contribuent aussi à revitaliser la biodiversité. Un maillage adéquat du territoire permet la circulation de la faune, et un effet sur la dispersion atmosphérique.

Elles ont un effet brise-vent et maintiennent un microclimat qui protège de la température excessive et de l'évapotranspiration. Notons l'aspect paysager et la valeur économique du bois d'œuvre et/ou bois de feu.

#### Les fossés

Le maintien d'une végétalisation contrôlée des fossés favorise la rétention des molécules lors du transfert vers les eaux de surface. L'effet est significatif pour de faibles débits d'écoulement, et probablement mineur en cas de forts débits à charge polluante élevée. Le gain de cette action par rapport à son coût (investissement en matériel d'entretien des fossés, temps de travail...) n'est pas évaluable en l'état des connaissances.

Les zones humides sont des zones tampons par excellence, elles interceptent l'excès d'eau qui ruisselle et en recueillent les sédiments.

#### Bibliographie

- Réseau agriculture durable, 2001. Gérer haies et bocage avec les plans de gestion des haies. Cahier technique de l'agriculture durable, 36 pp.
- ITAB, 2006. Biodiversité. Dossier, In Alter Agri n° 76, pp. 4-14 [en ligne] <<http://www.itab.asso.fr/downloads/AlterAgri/AA76.pdf>>
- J. Bertrand, 2001. Agriculture et Biodiversité. Educagri, Dijon, ONCFS, 158 pp.
- C. Le Rohellec, 2006. Haies sur talus : plus d'auxiliaires, moins de ruissellement. Fiche technique, coll. Réduire ma consommation de pesticides à la ferme. Réseau agriculture durable, 2 pp. [en ligne] <[http://www.agriculture-durable.org/?page\\_id=625](http://www.agriculture-durable.org/?page_id=625)>

#### • L'agriculture biologique

La Communauté européenne a défini les règles<sup>109</sup> du mode de production biologique et du

<sup>109</sup> Règlements (CEE) n° 2092/91 du 24 juin 1991 et (CE) n° 1804/99 du 19 juillet 1999

contrôle des produits, le premier pour les végétaux et le second pour les produits animaux. Les organismes génétiquement modifiés (OGM) et produits dérivés sont exclus des modes de production biologique.

L'agriculture biologique est définie selon le dernier règlement européen<sup>110</sup> comme un mode de production agricole et alimentaire qui allie les meilleures pratiques environnementales, un haut degré de biodiversité, la préservation des ressources naturelles, l'application de normes élevées en matière de bien-être animal et une méthode de production respectant la préférence de certains consommateurs à l'égard de produits obtenus grâce à des substances et à des procédés naturels.

Principes de production en agriculture biologique : règlement (CE) n° 834/2007	
Objectif	Principe
Fertilité : pas d'engrais chimique de synthèse "la fertilité et l'activité biologique du sol sont préservées et augmentées par..." →	- la rotation pluriannuelle des cultures, comprenant les légumineuses et d'autres cultures d'engrais verts - et par l'épandage d'effluents d'élevage ou de matières organiques, de préférence compostés, provenant de la production biologique; En outre, les engrais et amendements du sol ne peuvent être utilisés que s'ils ont fait l'objet d'une autorisation d'utilisation dans la production biologique. L'utilisation d'engrais minéraux azotés est interdite.
La protection des cultures : pas de produits phytosanitaires de synthèse. "la prévention des dégâts causés par les ravageurs, les maladies et les mauvaises herbes repose principalement sur..." →	- la protection des prédateurs naturels, - le choix des espèces et des variétés, - la rotation des cultures, - les techniques culturales - et les procédés thermiques. En cas de menace avérée pour une culture, des produits phytopharmaceutiques ne peuvent être utilisés que s'ils ont fait l'objet d'une autorisation d'utilisation dans la production biologique.

Ce mode de production est particulièrement intéressant dans les zones très vulnérables telles que les bassins d'alimentation en eau potable.

L'agence de l'eau Seine-Normandie a par exemple signé une convention avec le GAB (Groupement d'Agriculture Biologique) d'Ile-de-France le 1er février 2008 visant la protection voire la reconquête de la qualité de l'eau. Il s'agit d'accompagner des conversions à l'Agriculture biologique sur les territoires prioritaires « eau », de vulgariser les pratiques de l'AB auprès des agriculteurs conventionnels, d'établir des diagnostics environnementaux, d'assurer la communication et la sensibilisation du grand public. 342 captages d'eau potable sont à protéger prioritairement contre les pollutions par les pesticides et les nitrates sur l'Ile-de-France. Les bassins d'alimentation de ces captages représentent un territoire rural couvrant près de la moitié de la région francilienne.

<sup>110</sup> Règlement (CE) n° 834/2007 du conseil du 28 juin 2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques et abrogeant le règlement (CEE) n° 2092/91

De plus, le Grenelle Environnement a prévu de passer à 6 % des surfaces agricoles en agriculture biologique d'ici 2010, et viser 20 % pour 2020, contre moins de 2 % en 2004. Ces surfaces pourraient être préférentiellement situées sur les 700 000 hectares des périmètres de captage d'eau potable afin de préserver la ressource en eau et de réduire les coûts d'épuration en prévenant la pollution à la source.

#### Bibliographie

- Institut technique de l'agriculture biologique, 2008. L'agriculture biologique : un outil efficace et économe pour protéger les ressources en eau. Dossier de 7 fiches [en ligne] <<http://www.itab.asso.fr>>
- INRA. Agriculture biologique. <[http://www.inra.fr/la\\_sciences\\_et\\_vous/dossiers\\_scientifiques/agriculture\\_biologique](http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous/dossiers_scientifiques/agriculture_biologique)>
- Fédération Nationale d'Agriculture Biologique des régions de France [en ligne] <<http://www.fnab.org>>
- International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) [en ligne] <<http://www.ifoam.org/>>

#### • L'agriculture raisonnée

En 2002, à l'initiative de l'association FARRE (Forum de l'Agriculture Raisonnée Respectueuse de l'Environnement), les pouvoirs publics ont officialisé un système de qualification portant sur le respect de l'environnement par les agriculteurs dans la conduite de leur exploitation. Le cahier des charges comporte le respect de la réglementation et celui d'exigences particulières relevant d'une « bonne conduite », et qui concerne notamment la formation de l'exploitant, l'enregistrement des pratiques, la connaissance des zones à risques de l'exploitation, l'utilisation de matériel adapté et contrôlé régulièrement, les précautions prises dans l'utilisation de produits polluants, etc. Elles constituent l'amorce d'une prise de conscience, mais donnent peu de garanties pour l'amélioration du milieu. Les produits provenant de telles exploitations peuvent être étiquetés « produits issus d'une exploitation qualifiée en agriculture raisonnée ».

#### Production intégrée ou systèmes intégrés

Pour Philippe Viaux de l'institut Arvalis, la production intégrée représente une approche agronomique pour un développement durable de l'agriculture, car elle s'appuie sur une combinaison de pratiques qui permettent ensemble d'éviter l'utilisation des intrants.

Définitions de l'agriculture raisonnée	
Selon Philippe Viaux, ARVALIS	Selon l'OILB/SROP, 1993
Approche globale de l'utilisation du sol, de l'exploitation, cherchant à remplacer au maximum les intrants extérieurs à l'exploitation (énergie, produits chimiques) par des processus naturels de régulation.	Système agricole de production d'aliments et des autres produits de haute qualité qui utilise des ressources et des mécanismes de régulation naturels pour remplacer des apports dommageables à l'environnement et qui assure à long terme une agriculture viable.

Les objectifs poursuivis sont :

- des rendements qui restent élevés (accessibles une année sur deux),
- des produits de qualité (technologique) et sains (sans résidus),
- des techniques de production respectant l'environnement, la qualité de l'eau (nitrates,

phosphates, pesticides), de l'air, préservant les ressources naturelles (énergie, eau, fertilisants, sols, etc.), la biodiversité et respectant l'aménagement de l'espace et les paysages.

Les résultats environnementaux attendus sont :

- l'augmentation de l'activité biologique,
- la réduction des coûts énergétiques,
- des bilans azotés plus équilibrés,
- une diminution de l'utilisation des pesticides.

Philippe Viaux s'appuie sur un certain nombre de principes :

- la recherche d'un système de production mixte : animaux – cultures pérennes et/ou annuelles ;
- allonger la rotation permet : de réduire la pression des adventices et des parasites, de réduire l'apport d'engrais de fond et azoté (en introduisant une légumineuse dans la rotation tous les trois ou quatre ans) et donc de réduire les intrants ;
- deux tiers de la surface sous couverture hivernale ;
- adapter le parcellaire aux besoins : des parcelles assez grandes pour manœuvrer et rentabiliser le travail, mais pas trop pour éviter l'explosion des parasites, la limitation de l'action des auxiliaires, la réduction de la biodiversité, l'augmentation de l'hétérogénéité du sol ; surface <15 ha (voir IDEA) ;
- les zones non cultivées deviennent des zones de compensation écologique, elles ne sont pas cultivées, mais entretenues. Objectif : 5 % du territoire ;
- la simplification du travail du sol, éventuellement un travail du sol sans retournement si les conditions pédoclimatiques s'y prêtent ;
- dans le choix des variétés, le potentiel de rendement n'est plus prioritaire ; rechercher plutôt des variétés plus résistantes aux maladies, de bonne qualité technologique ; adapter la précocité de la variété à la protection de la culture (semis souvent plus tardif pour un blé, plus précoce pour un colza) : la densité de semis doit être adaptée à la variété et choisie pour limiter le développement des maladies. Pour une surface > 15 ha, semer plusieurs variétés ;
- pour la fumure azotée, s'appuyer sur la méthode des bilans avec des objectifs de rendement adaptés ; fractionner les doses et adopter une fumure localisée si possible ;
- la fertilisation PK doit être raisonnée ;
- la protection intégrée des cultures ;
- l'irrigation est raisonnée dans le cadre du système de culture.

#### Bibliographie

- P. Viaux, 1999. Une troisième voie en grande culture : environnement, qualité, rentabilité. Agridécisions, 210 pp.
- Collectif, 2008. Systèmes de culture innovants et durables ; quelles méthodes pour les mettre au point et les évaluer ? Coll. Transversales, Educagri, Dijon, AgroParisTech, 176 pp.
- J-M. Deumier, C. Jacquin, M. Berrodier, B. Lacroix, A. Bouthier, 2008. La mise en œuvre de pratiques innovantes en vue de mieux valoriser la ressource en eau chez les agriculteurs. Innovations agronomiques (2008) 2, pp. 83-92 [en ligne] <[http://www.inra.fr/ciag/revue\\_innovations\\_agronomiques/](http://www.inra.fr/ciag/revue_innovations_agronomiques/)>
- P. Debaeke, M. Willaume, P. Casadebaig, J-M. Nolot, 2008. Raisonner les systèmes de culture en fonction de la disponibilité en eau. Innovations agronomiques (2008) 2, pp. 19-36 [en ligne] <[http://www.inra.fr/ciag/revue\\_innovations\\_agronomiques/](http://www.inra.fr/ciag/revue_innovations_agronomiques/)>
- J-M. Nolot, 2002. Systèmes de grande culture intégrés : principes et outils de conception, conduite et évaluation. Le courrier de l'environnement de l'INRA. [en ligne] <<http://www.inra.fr/dpenv/nolotc47.htm>>
- E. F. Boller et al., 2004. La production intégrée : principes et guide technique. 3e édition. Bulletin OILB srop, 27 (2) 2004, 54 pp. [en ligne] <[http://www.iobc.ch/iobc\\_bas.pdf](http://www.iobc.ch/iobc_bas.pdf)>

### • Les zones tampons enherbées (ZTE)

Leur efficacité s'avère très variable (de très faible à près de 100 % d'interception des pesticides). L'efficacité d'une ZTE tenant essentiellement à sa capacité d'infiltration, elle est très réduite si la ZTE est saturée (cas fréquent des zones hydromorphes en hiver), ou si elle intercepte un écoulement concentré. La ZTE peut même avoir un effet négatif si elle favorise l'infiltration vers une nappe sensible.

L'efficacité d'une ZTE dépend de sa localisation dans le bassin versant, des conditions locales de milieu (sol, sous-sol...) et de son entretien ; seuls un diagnostic local précis du fonctionnement du système et la mise en œuvre éventuelle d'aménagements de dispersion du ruissellement peuvent garantir son efficacité.

#### Bibliographie

- CORPEN, 2008. Les zones tampons : un moyen de préserver les milieux aquatiques. Plaquette, 20 pp. [en ligne] <[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN\\_zonnes\\_tampons\\_20\\_pages\\_a4.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_zonnes_tampons_20_pages_a4.pdf)>
- CORPEN, 2007. Les fonctions environnementales des zones tampons - les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux, 176 pp. [en ligne] <[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN\\_fonctions\\_environn\\_zones\\_tem\\_p\\_bd.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_fonctions_environn_zones_tem_p_bd.pdf)>



bande enherbée



Fossé à redents

### • Le drainage, un impact défavorable sur les zones humides

Le drainage implique une modification de l'écoulement des eaux sur le bassin versant qui participe à la formation des crues. Sans précaution, il contribue au risque d'inondation. C'est pourquoi des ouvrages d'étalement des crues sont de plus en plus souvent installés dans les zones concernées. Le drainage peut également participer à l'élimination des zones humides et de leurs fonctionnalités environnementales. Il aggrave aussi parfois la pollution diffuse en favorisant le transfert des intrants hors de la parcelle.

En conséquence, le Code de l'environnement impose de réaliser une étude d'impact avant tout projet. Mais une réflexion approfondie peut également conduire à abandonner l'idée du drainage au profit d'une exploitation alternative de la zone hydromorphe. Outre la conservation des bénéfices de la zone humide et l'effet favorable sur le régime des eaux, cette option peut s'avérer la plus rentable d'un point de vue économique<sup>111</sup>. Elle est donc recommandée par l'Agence de l'eau.

<sup>111</sup> Voir par exemple Stéphane Robichon, 2009. L'exemple agricole du Limousin (plateau de Millevaches). In Les bons comptes des zones humides. Colloque de l'agence de l'eau Adour-Garonne, 3 février 2009, Bordeaux.

**Bibliographie générale**

- R. Calvet, 2003. Le sol – propriétés et fonctions. Tome 1 : constitution et structure, phénomènes aux interfaces. France Agricole, Dunod, 455 pp.
- R. Calvet, 2003. Le sol – propriétés et fonctions. Tome 2 : phénomènes physiques et chimiques, applications agronomiques et environnementales . France Agricole, Dunod, 511 p.
- G. Grosclaude (coord.), 1999. L'eau – Tome 1 – milieu naturel et maîtrise. 201 p, Ed. INRA
- G. Grosclaude (coord.), 1999. L'eau – Tome 2 – usage et polluants. 208 p, Ed. INRA
- IFEN, 2006. L'eau. In L'état de l'environnement en France. Coll. Les synthèses, pp. 195-234 [en ligne] <[http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/publications/les\\_syntheses/2006/ree2006\\_nouvelle\\_maquette\\_2009/ree2006\\_eau\\_corrige.pdf](http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/publications/les_syntheses/2006/ree2006_nouvelle_maquette_2009/ree2006_eau_corrige.pdf)>
- IFEN, 2006. L'agriculture. In L'état de l'environnement en France. Coll. Les synthèses, pp. 63-82. [en ligne] <[http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/publications/les\\_syntheses/PDF/agriculture\\_ree2006.pdf](http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/publications/les_syntheses/PDF/agriculture_ree2006.pdf)>
- IFEN, 2007. Les pesticides dans les eaux, données 2005. Coll. Les données n°9 [en ligne] <[http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/uploads/media/dossier09\\_02.pdf](http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/uploads/media/dossier09_02.pdf)>
- D. Soltner, 2005. Les bases de la production végétale. Tome 1 : le sol et son amélioration. Coll. Sciences et techniques agricoles, 24e éd, 472 pp.
- C. Faurie, C. Ferra, P. Médori, J. Dévaux, J-L. Hemptinne, 2003. Écologie : approche scientifique et pratique. Lavoisier, Tec&Doc, 5e éd, 406 pp.
- M-C. Girard, C. Walter, J-C. Remy, J. Bertelin, J-L. Morel, 2008. Sols et environnement. Coll. Sciences sup, Dunod, 832 pp.
- J-N. Aubertot, J-M. Barbier, A. Carpentier, J-J. Gril, L. Guichard, P. Lucas, S. Savary, I. Savini, M. Voltz éditeurs), 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'Expertise scientifique collective, INRA et Cemagref [en ligne]<[http://www.inra.fr/l\\_institut/expertise/expertises\\_realisees/pesticides\\_agriculture\\_et\\_environnement](http://www.inra.fr/l_institut/expertise/expertises_realisees/pesticides_agriculture_et_environnement)>
- Y. Le Bissonnais, J. Thorette, C. Bardet, J. Daroussin, 2002. L'érosion hydrique des sols de France. INRA, IFEN, 106 p. [en ligne] <<http://erosion.orleans.inra.fr/rapport2002/>>
- JP. Amigues et al., 2006. Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective, Rapport, INRA, 380 pages + annexes [en ligne]<[http://www.inra.fr/les\\_partenariats/expertise/expertises\\_realisees/secheresse\\_et\\_agriculture\\_rapport\\_d\\_expertise](http://www.inra.fr/les_partenariats/expertise/expertises_realisees/secheresse_et_agriculture_rapport_d_expertise)>
- INRA, 2008. Productions végétales et sécheresse. Carrefour de l'innovation agronomique, colloque, 6 juin 2008, Toulouse [en ligne] <[http://www.inra.fr/ciag/colloques/productions\\_vegetales\\_et\\_secheresse](http://www.inra.fr/ciag/colloques/productions_vegetales_et_secheresse)>
- L. Vilain, 1999. De l'exploitation agricole à l'agriculture durable. Educagri, Dijon, 158 pp.
- P. Viaux, 1999. Une troisième voie en grande culture : environnement, qualité, rentabilité. Agridécisions, 210 pp.
- Réseau d'agriculture durable [en ligne] <<http://www.agriculture-durable.org>>
- L. Gran-Aymerich (coord.), 2006. Solutions agronomiques limitant le recours aux herbicides. Agrocampus Montpellier, 41 pp. [en ligne] <[http://www.phyteauvergne.ecologie.gouv.fr/IMG/Conseils\\_agri/79%20-%20memoire\\_gran\\_aymerich\\_fiches.pdf](http://www.phyteauvergne.ecologie.gouv.fr/IMG/Conseils_agri/79%20-%20memoire_gran_aymerich_fiches.pdf)>
- Eaufrance, portail [en ligne] <<http://www.eaufrance.fr>>
- CEMAGREF. Eau et agriculture. Dossier thématique [en ligne] <<http://www.cemagref.fr/Informations/DossiersThematiques/EauAgriculture/Enjeu.htm>>
- Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée (COMIFER) [en ligne] <<http://www.comifer.asso.fr>>
- Météo France [en ligne] <<http://www.meteo.fr>>
- Réseau national documentaire de l'enseignement agricole (RENADOC) [en ligne] <<http://www.chlorofil.fr/pratiques-educatives/reseaux-et-partenaires/renadoc.html>>



**Suite bibliographie générale**

- Office international de l'eau [en ligne] <<http://www.oieau.fr>>
- Observatoire des résidus de pesticides (ORP) [en ligne] <<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Productions-de-la-Corpen.html>>
- Agence Française pour la Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET). Portail [en ligne] <<http://www.afsset.fr/index.php?pageid=422>>
- Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (CORPEN) [en ligne] <<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-Comite-d-ORientation-pour-des,3125-.html>>
- Direction générale de l'agriculture et du développement rural de la Commission européenne. Agriculture biologique [en ligne] <[http://ec.europa.eu/agriculture/organic/home\\_fr](http://ec.europa.eu/agriculture/organic/home_fr)>

**4.5. L'eau dans l'élevage**

L'eau est le constituant le plus abondant de l'organisme. Elle représente 50 à 80 % du poids d'un animal. La consommation d'aliments et donc les performances zootechniques des animaux d'élevage sont directement liées à la consommation d'eau.

**• Les besoins en eau des troupeaux**

En élevage, l'eau est nécessaire pour l'abreuvement des animaux, mais aussi pour l'entretien et le nettoyage des équipements, des installations et des bâtiments d'élevage.

**L'abreuvement des animaux**

Les besoins en eau du bétail varient selon :

- l'espèce animale, son poids vif et son stade de croissance,
- les pratiques d'élevage et les conditions environnementales : niveau de production, température de l'air, humidité relative,
- la teneur en eau du régime.

La qualité chimique et bactériologique de l'eau a un impact sur la santé des animaux.

En règle générale, les quantités totales d'eau consommée sont exprimées par rapport à la matière sèche volontairement ingérée (MSVI). Chez les ruminants, le porc et le cheval, elles varient de 2 à 5 kg / kg MSVI, selon le stade physiologique. Chez la vache laitière, il faut ajouter 0,9 l d'eau / kg de lait produit, ou encore 5 kilos d'eau par kilo de matière sèche ingérée. Ainsi, si un ruminant diminue son abreuvement de 60 %, son ingestion recule de 24 % et sa production de lait de 16%.

<b>Besoins quotidiens en eau du bétail <sup>112</sup></b>	
Espèces	Besoin en eau
Ovin à l'entretien	0,5 à 6 l
Ovin en lactation	5 à 8 l
Caprin	6 l
Vache laitière	60 à 100 l
Génisse	40 à 90 l
Vache allaitante ou tarie	70 l
Equin	100 l

<sup>112</sup> CERPAM, 2003, et services pastoraux des Alpes du Nord

**Besoins quotidiens en eau des porcs <sup>113</sup>  
(Environ 10% du poids vif de l'animal,  
y compris le gaspillage inévitable)**

Espèce	Besoin en eau
Truie en attente saillie	12 à 17 l
Truie gestante	15 à 20 l
Truie allaitante	20 à 35 l
Porcelet sous la mère	0,2 à 0,4 l
Porcelet en post sevrage	2 à 4 l
Porc charcutier	4 à 12 l
Verrat	8 à 12 l

On peut également se référer aux tables d'alimentation de l'INRA<sup>114</sup>, qui font référence.

**L'entretien des équipements, des installations et des bâtiments d'élevage**

La laiterie par exemple est une forte consommatrice d'eau : machine à traire et tank consomment 40 litres d'eau par poste et par jour. Le lavage du matériel divers de la laiterie peut consommer jusqu'à 100 m<sup>3</sup> par an.

Des exemples de volume de stockage imposés dans différentes situations sont donnés ci-dessous.

**Volume de stockage pour les effluents d'installation de traite  
(Eaux vertes + eaux blanches) <sup>115</sup>**

	Epi double équipement	Traite par l'arrière
2 x 3	20 m <sup>3</sup> / mois	
2 x 4	24 m <sup>3</sup> / mois	
2 x 5	28 m <sup>3</sup> / mois	
2 x 6	34 m <sup>3</sup> / mois	
2 x 8	44 m <sup>3</sup> / mois	53 m <sup>3</sup> / mois
2 x 10	56 m <sup>3</sup> / mois	67 m <sup>3</sup> / mois
2 x 12	66 m <sup>3</sup> / mois	79 m <sup>3</sup> / mois

**Volume d'eau de lavage utilisé par portée (gestante, allaitante)  
ou par animal produit (porcelet, porc à l'engrais) <sup>116</sup>**

Stade physiologique	Eau de lavage	% eau de lavage / volume de lisier	
		Produit par stade physiologique	Total pour un élevage naisseur-engraisseur
Gestante	90 à 120 l	9	2,3
Allaitante	160 à 205 l	31	3,0
Porcelet	12 à 20 l	19	3,0
Porc charcutier	20 à 30 l	8	3,7

<sup>113</sup> ITP

<sup>114</sup> INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux, valeur des aliments. Tables INRA 2007. Coll. Guide pratique, Quae, 312 p.

<sup>115</sup> Dexel, 1996

<sup>116</sup> P. Levasseur, 1998. Facteurs de variation du niveau des rejets et du volume de lisier produit par le porc. Techni porc. vol 21, n°5, pp. 19-29.

### • L'importance de la qualité de l'eau en élevage

La qualité de l'eau est un critère important en élevage. Une eau de mauvaise qualité chimique et/ou bactériologique peut avoir des conséquences sur les quantités d'eau bue, et donc sur le niveau d'ingestion et sur les performances des animaux. Elle affecte aussi la santé du troupeau : salmonellose, botulisme, paratuberculose, diarrhées néonatales, problèmes de cellules chez les vaches laitières...

L'eau d'abreuvement des animaux doit avoir une qualité identique aux eaux destinées à la consommation humaine<sup>117</sup>.

#### La qualité de l'eau dans les bâtiments

Elle dépend surtout de la propreté des abreuvoirs : contaminations par les matières fécales, par les résidus d'aliment, par la paille... En fonction des températures extérieures, la prolifération des germes pathogènes peut être importante : coliformes, streptocoques, staphylocoques.

Pour éviter le développement de ces germes pathogènes, il faut donc nettoyer et désinfecter les abreuvoirs. Cette opération doit être répétée plus fréquemment en été : tous les 15 jours en hiver, toutes les semaines en été.

Les abreuvoirs doivent répondre aux caractéristiques suivantes :

- fournir une eau en quantité suffisante : débit de 15 à 30 l/min ;
- fournir une eau tempérée : au moins 12°C, pour ne pas perturber le fonctionnement du rumen ;
- être facile d'accès, sans gêner la circulation dans le bâtiment. Les vaches laitières ne doivent pas y boire depuis l'aire paillée ;
- être facilement vidangeable ou démontable pour un nettoyage régulier. Il faudra prévoir pour cela les écoulements des eaux de vidange.

La localisation des abreuvoirs doit être adaptée aux besoins des animaux. Par exemple, il est nécessaire d'en prévoir en nombre suffisant à proximité des zones d'alimentation ou à la sortie de la salle de trait<sup>118</sup>.

#### La qualité de l'eau au pâturage

Au pâturage, les animaux ne devraient jamais avoir accès aux ruisseaux, rivières, étangs, mares, marais, fossés... En effet, cela induit des risques tant pour les animaux que pour l'environnement.

### Impacts possibles occasionnés par l'accès libre aux cours d'eau

Impacts sur le cours d'eau	Impacts sur la santé du troupeau
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégâts à la végétation</li> <li>- Elévation de la température de l'eau</li> <li>- Erosion des berges</li> <li>- Envasement</li> <li>- Drainage inefficace</li> <li>- Accumulation d'éléments fertilisants</li> <li>- Croissance accrue des algues</li> <li>- Oxygénation réduite</li> <li>- Contamination par les déjections</li> <li>- Impact sur la vie aquatique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consommation d'eau réduite</li> <li>- Accroissement des toxines produites par les algues</li> <li>- Augmentation des maladies transmises par l'eau : mammites, BVD, leptospirose, piétin...</li> <li>- Performances zootechniques réduites</li> <li>- Blessures aux pattes, aux sabots</li> <li>- Présence de certains parasites : grande douve, paramphistome...</li> </ul>

<sup>117</sup> Cf. arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine

<sup>118</sup> À ce sujet, voir par exemple l'article Pour satisfaire les besoin en eau des VHLP, PLM n°380, juin 2007.

Il est donc important de prévoir des systèmes d'abreuvement au pâturage. Dans le cas d'une citerne mobile, il faut éviter de la placer à proximité d'un cours d'eau s'il y en a un. Les animaux venant s'abreuver vont créer un tassement autour du point d'eau et il y aura des déjections. Lors de fortes pluies, le ruissellement pourrait provoquer la contamination de l'eau par des streptocoques fécaux.

**Remarques :**

- si l'abreuvoir est situé à moins de 200 m, les bovins vont s'abreuver par petits groupes, sans empressement ;
- si l'abreuvoir est situé à plus de 200 m, le troupeau se déplace massivement pour boire. Les risques de bousculades sont importants.

Le choix d'un système d'approvisionnement en eau est un compromis entre la distance à parcourir, le volume des abreuvoirs, la température idéale de l'eau, le travail d'installation et d'entretien et le coût.

Comparaison des systèmes d'approvisionnement en eau <sup>119</sup>			
Système	Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
À partir des bâtiments	Débit de 15 l/min et plus	Fiable et flexible Faible coût Eau fraîche	Risque de bris par le gel
Par gravité	Débit limité par l'installation	Peu coûteux Installation facile Eau fraîche	Possibilité de bouchon d'air Ne s'adapte pas aux cours d'eau à pente faible
Pompe à nez		Installation facile Entretien minime Eau fraîche	Animaux âgés d'au moins 1 an 15 à 20 têtes max. A éviter pour les vaches en lactation
Bélier hydraulique	Débit de 6.6 l/min	Eau fraîche Fonctionne en permanence après l'amorçage Elève l'eau à 12 m	Dénivellation de 1,2 m entre la prise d'eau et la pompe Installation de précision
Pompe à énergie solaire	Débit de 10 à 100 l/min, selon conception	Grand choix de modèles Peu d'entretien Peut fournir l'électricité pour la clôture	Compétence technique requise pour l'installation Coûteux pour les grosses installations
Pompe rotative	Débit de 2 à 10 l/min, selon modèle	Facile à installer Facile à déplacer Eau fraîche	Débit limité par rapport au prix Vitesse de courant minimale de 0,6 m/sec.
Pompe éolienne "activée à l'air"	27 000 l/jour. Montée de 6 m. Distance de 300 m	Pompage continu	Certaines compétences nécessaires pour l'installation Stockage d'eau nécessaire Maîtrise du trop-plein à l'abreuvoir ou au réservoir
Citerne mobile	Capacité limitée au volume	Eau transportée à l'endroit désiré	Main-d'œuvre requise tous les jours Débit important nécessaire pour le remplissage

<sup>119</sup> Robert Paquin, 1999. L'eau au pâturage. Fiche technique, 5 pp. [en ligne]

<<http://www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers/Documents/bov22.pdf>>

## • Les risques parasitaires liés aux zones humides

Les infestations parasitaires sont un des aspects de la santé des animaux au pâturage. Dans les zones humides, les infestations par la grande douve du foie et/ou le paramphistome sont importantes. Ces deux parasites ont besoin d'un hôte intermédiaire, des mollusques aquatiques, pour boucler leur cycle biologique.

### La fasciolose

C'est la grande douve du foie (*Fasciola hepatica*) qui est responsable de cette maladie. Elle parasite le foie où elle se nourrit du sang et des cellules hépatiques de l'animal infecté ; elle y grandit et y pond ses œufs. Les œufs quittent leur hôte via les excréments. À l'éclosion ils donnent une larve appelée miracidium qui infectera une limnée, mollusque aquatique. La larve se reproduit dans cet hôte intermédiaire et en ressort sous la forme de cercaire, capable de nager jusqu'à un végétal et de s'y enkyster sous forme de métacercare. C'est ainsi qu'elle peut être ingérée par un nouvel animal hôte qui sera infecté et permettra la reproduction de ce cycle.

De nombreuses espèces sont réceptives à la grande douve. Les plus sensibles sont les moutons et les bovins. Les formes aiguës mortelles s'observent principalement chez les moutons.

Les bovins présentent habituellement une forme chronique qui entraîne une baisse d'état général et une immunodéficience, une baisse de la fertilité et une augmentation de la sensibilité des veaux aux infections néonatales, une diminution de la production laitière et de la qualité du lait.

La lutte contre la fasciolose nécessite d'harmoniser des mesures agronomiques et médicales.

Les mesures agronomiques ont pour but de limiter les possibilités d'évolution et de survie des limnées et des formes libres de la douve :

- drainage ou clôture des zones dangereuses,
- emploi de molluscicides, mais ces substances sont peu ou pas employées voire interdites à cause des risques environnementaux, de leur coût, de leur efficacité limitée et des difficultés d'application.

Les mesures médicales reposent sur l'utilisation répétée d'antihelminthiques. Sept molécules sont efficaces contre la grande douve : l'albendazole, le bithionol sulfoxide, le clorsulon, le closantel, le nitroxinil, l'oxyclozanide, le triclabendazole.

### La paramphistomose

Le paramphistome, parasite responsable de cette maladie, se nourrit du sang de l'animal infecté après s'être fixé dans la sous-muqueuse de l'intestin grêle. Son cycle biologique est assez similaire à celui de la grande douve du foie, puisqu'il comporte également un stade de développement intermédiaire dans un mollusque aquatique (limnée ou planorbe). Il a toutefois des conséquences très différentes sur le cheptel et provoque des symptômes différents.

La paramphistomose est surtout grave sous sa forme aiguë qui entraîne des troubles digestifs importants. Elle peut s'accompagner de mortalité. La forme chronique est beaucoup mieux tolérée. Elle modifie la motricité digestive et entraîne une alternance de diarrhée, de constipation et de météorisation. Ses conséquences économiques ne doivent pas être sous-estimées, car cette maladie a des répercussions sur les productions de lait et de viande.

La lutte contre le paramphistome est proche de celle de la grande douve. Elle passe par :

- l'élimination des zones à limnées,

- le contrôle des zones dangereuses,
- le pâturage,
- le traitement des animaux avec des fasciolocides (oxyclozanide), à la rentrée en étable.

#### • Effluents de ferme

Les déjections animales ont une excellente valeur agronomique et sont donc utilisés pour fertiliser les cultures. Il faut toutefois ne pas épandre une quantité supérieure aux besoins des plantes, car cela entraîne une pollution de l'eau. De plus, des capacités de stockage suffisantes doivent être prévues pour conserver les effluents en dehors des périodes propices à l'épandage. Dans le cas où la production d'effluents de ferme est supérieure aux besoins de fertilisation, un traitement biologique doit être envisagé.

Les élevages génèrent aussi des volumes importants d'effluents peu chargés (eaux blanches et vertes issues du bloc traite, eaux brunes, lixiviats de fumière non couverte...). Ces effluents peu chargés ont une faible valeur agronomique et il est toujours intéressant de les traiter sur site, ce qui évite des dépenses énergétiques inutiles pour l'épandage<sup>120</sup>.

#### • Une nutrition maîtrisée permet de réduire la pollution des eaux

La composition des aliments du bétail a un impact sur les flux de nutriments dans un élevage. En effet, une bonne partie des nutriments apportés par les aliments excède les besoins métaboliques et se retrouve dans les excréments. Il est donc possible de réduire les rejets de nutriments dans les lisiers et autres effluents d'élevage, en apportant juste ce qu'il faut en acides aminés essentiels, et en adaptant les apports de phosphore. De même, on peut réduire la quantité d'éléments traces métalliques rejetés par l'élevage en limitant par exemple les apports de cuivre et zinc<sup>121</sup>.

### 4.6. Les activités de pêche et de production aquacole sont dépendantes de la qualité de l'eau

#### • Conchyliculture, algoculture et pêche à pied professionnelle

En fonction de la qualité chimique et biologique d'un site, les activités de conchyliculture et pêche à pied sont possibles ou non. Ainsi, les zones de production ou de pêche sont classées en zones conchylicoles sanitaires : A, B, C ou D, en fonction de la qualité<sup>122</sup>. Les critères sont basés sur des analyses bactériologiques et métaux lourds. Il existe des suivis périodiques de qualité de ces zones (REMI<sup>123</sup>, RNO<sup>124</sup>...)

Les facteurs pouvant influencer les activités conchylicoles et de pêche à pied sont par exemple la présence de coliformes fécaux à haute concentration (suite à de fortes pluies), entraînant des fermetures administratives, ou la présence de métaux lourds dans les sédiments, ou encore les marées vertes qui provoquent au final une anoxie du milieu.

<sup>120</sup> Voir à ce sujet les publications de l'Institut de l'élevage [en ligne] <<http://www.inst-elevage.asso.fr/>>

<sup>121</sup> Pour une introduction à ce sujet on peut lire l'article de Corinne Bensimon, 1997. Animal fast-food, Libération [en ligne] <<http://www.liberation.fr/sciences/0101206529-animal-fast-food>>

<sup>122</sup> voir à ce sujet ONEMA, classement sanitaire, In atlas des zones conchylicoles, [en ligne] <[http://www.zones-conchylicoles.eaufrance.fr/zconchy/frontend\\_dev.php](http://www.zones-conchylicoles.eaufrance.fr/zconchy/frontend_dev.php)>

<sup>123</sup> Le REMI est le réseau national de contrôle microbiologique des zones de production de coquillages.

<sup>124</sup> Le réseau national d'observation de la qualité du milieu marin (RNO) créé en 1974 suit la contamination de l'eau, des sédiments et de la matière vivante le long des côtes françaises.



### • Pêche professionnelle et pisciculture marine

Les marées vertes, créant des anoxies sur certaines zones de nursery, peuvent générer des mortalités importantes d'alevins. D'autre part, certains polluants sont qualifiés de « perturbateurs endocriniens » et affectent la reproduction de certains poissons, notamment les poissons plats en contact avec le sédiment (féminisation des mâles). Les marées noires peuvent aussi être à l'origine, ponctuellement, de pertes massives.

### • Pisciculture continentale

Les piscicultures continentales s'approvisionnent en eau via des pompages dans les nappes souterraines ou dans les cours d'eau. Dans ce dernier cas, une concentration en nitrate excessive peut être toxique pour les poissons d'élevage.

D'autre part, les activités de pisciculture marine et continentale, sont à l'origine de rejets (résidus de nourriture, de produits vétérinaires et excréments) qui doivent être maîtrisés par le pisciculteur afin d'éviter de polluer le milieu aquatique. En Norvège, l'agence de contrôle de la pollution a calculé qu'une exploitation produisant 3 120 tonnes de saumon par an produit autant de rejets que 50 000 habitants<sup>125</sup>. En France, les piscicultures dont la production est supérieure à 20 tonnes sont soumises à autorisation au titre des installations classées pour la protection de l'environnement<sup>126</sup>. La maîtrise des rejets en pisciculture continentale est à présent une des priorités de la profession qui met en place des traitements de plus en plus efficaces afin de diminuer son impact sur l'aval de la rivière.

#### Références

- Y. Carbone, 2004. Pêche à pied en Normandie et en famille. Ed. OREP, 104 pp.
- A. Pejouan, 1998. Toutes les pêches à pied. Ed. Jean-Paul Gisserot, 123 pp.

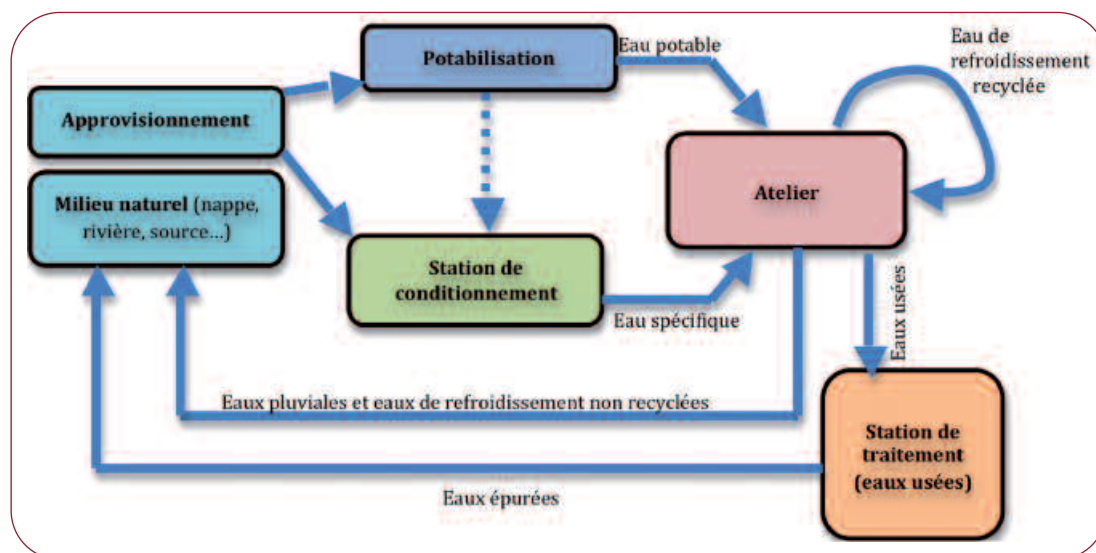
<sup>125</sup> O. Truc, 2009. La Norvège veut lutter contre la pollution piscicole. Le Monde, édition du 13 novembre 2009

<sup>126</sup> Rubrique 2130 de la nomenclature ICPE, cf. livre V du Code de l'environnement.

## 5. Les autres usages : industrie, services, transport, loisirs, espaces verts

### 5.1. La gestion de l'eau dans les ateliers de transformation agroalimentaires

Dans les ateliers de transformation de petite taille, situés dans une zone relativement urbanisée, le cycle de l'eau est intégré au cycle de l'eau domestique : l'eau utilisée provient du réseau d'eau potable ou parfois d'un forage privé en nappe souterraine. Les effluents sont rejetés au réseau d'assainissement collectif. Pour les sites isolés ou les grands ateliers, le cycle de l'eau est indépendant et comprend un approvisionnement dans le milieu naturel superficiel ou souterrain, un traitement de potabilisation éventuel, un conditionnement pour certaines applications (ex. eaux destinées aux chaudières), et un traitement des eaux usées avant retour au milieu naturel. Dans tous les cas, les eaux pluviales doivent être collectées et rejetées de manière séparée après un éventuel traitement pour supprimer les substances polluantes. Quant aux eaux de refroidissement, utilisées pour la réfrigération des produits ou du matériel de fabrication, elles sont soit recyclées soit rejetées directement au milieu naturel.



Cycle de l'eau dans un atelier de transformation agroalimentaire

Une bonne gestion de l'eau est donc nécessaire pour se conformer à la réglementation. Cela permet également de réduire les coûts, de prévenir les risques environnementaux et de donner une image positive de l'entreprise. La gestion de l'eau est le plus souvent affaire de bon sens et nécessite une réflexion et une prise en compte par l'ensemble des acteurs de l'atelier. Ce peut être un projet d'amélioration qui s'inscrit dans une dynamique fédératrice pour le fonctionnement de l'atelier.

## • Le contexte législatif et réglementaire

### La réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Le terme ICPE désigne toutes les installations susceptibles de « présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature et de l'environnement, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique<sup>127</sup> ».

Les ICPE comprennent deux catégories, autorisation et déclaration, qui sont définies par rapport à des seuils de production établis en fonction de l'activité de l'entreprise. Ce classement entraîne des contraintes sur la gestion des eaux usées, des déchets, des émissions dans l'air, qui permettent d'assurer le respect de l'environnement.

Les rubriques des installations classées sont nombreuses. Le tableau suivant donne des exemples de classification pour des installations de transformation viande ou lait.

Activité	Critère	Seuil	Catégorie
Transformation de viandes	Quantité maximale de produits d'origine animale susceptibles d'être traités en une journée	< 500 kg/j 500 à 2 000 kg/j > 2 tonnes/j	. Non classé . Soumis à déclaration . Soumis à autorisation
Filière lait	Capacité journalière de traitement	< 7 000 litres / jour 7 000 à 70 000 litres / jour > 70 000 litres / jour	. Non classé . Soumis à déclaration . Soumis à autorisation

Les ateliers de transformation qui ne sont pas classés au titre des ICPE sont soumis au règlement sanitaire départemental.

### Le règlement sanitaire départemental (RSD)

Il fixe le minimum réglementaire concernant tous les particuliers et les professionnels. Il définit la réglementation pour les activités ne relevant pas des ICPE.

Lorsque la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (DDASS) détecte un non-respect du RSD, elle en informe le maire de la commune concernée. Le maire est donc chargé de faire appliquer le RSD.

La DDASS donne des avis sur les permis de construire. Elle est particulièrement concernée par l'alimentation en eau potable, l'évacuation des eaux usées et les dispositions constructives des bâtiments de stockage et de transport des déjections animales.

Le RSD aborde :

- les eaux destinées à la consommation humaine
- les locaux d'habitation et assimilés
- les dispositions applicables aux bâtiments autres que ceux à usage d'habitation et assimilés
- l'élimination des déchets et mesures de salubrité générales

<sup>127</sup> Art. L.511-1 du code de l'environnement

- le bruit
- les mesures visant les malades contagieux, leur entourage et leur environnement
- l'hygiène de l'alimentation
- les activités d'élevage et autres activités agricoles
- les dispositions diverses

Le RSD est disponible à la Préfecture ou à la DDASS : on peut l'obtenir gratuitement.

#### • Les consommations d'eau

Le tableau suivant donne des valeurs de consommation pour différents types de transformation.

Type d'atelier	Consommation spécifique
Conserve de légumes ou champignons	5 à 40 l par kg de produit fini
Salaisons, charcuterie, saucisserie	6 à 10 l par kg de produit fini
Plats cuisinés	5 à 9 l par kg de produit fini
Viennoiserie	0,7 l par kg de produit fini
Fromagerie	1 à 3 l par litre de lait
Yaourts et desserts lactés	2 à 10 l par litre de lait
Brasserie	4 à 7 l par litre de bière

Les valeurs types peuvent varier grandement d'un atelier à l'autre, en fonction des pratiques de l'atelier. La consommation réelle peut être déterminée en faisant des relevés réguliers du compteur d'eau de l'atelier, ou un suivi des factures d'eau. Les consommations peuvent être confrontées à la production pour vérifier si l'on se trouve dans un ratio acceptable.

Une bonne gestion de l'eau dans l'atelier peut diminuer la consommation, avec à la clé des économies et en aval une moindre pression sur l'environnement. La « chasse au gaspi » est souvent assez simple à réaliser, en prenant du recul sur l'activité et en imaginant des mesures de bon sens.

Les chiffres qui suivent démontrent que des fuites d'apparence bénigne finissent par provoquer des surconsommations importantes. Ainsi, en matière d'eau, il n'y a pas de petites économies :

- Une eau de refroidissement en circuit ouvert : plusieurs m<sup>3</sup>/jour (consommation multipliée par deux)
- Rinçages trop longs, robinet laissé ouvert : plusieurs m<sup>3</sup>/jour
- Un jet d'eau sans pistolet : 6000 litres/jour (1 500 m<sup>3</sup>/an)
- Une garniture de pompe mal ajustée : 1000 litres/jour (250 m<sup>3</sup>/an)
- Un robinet ou une chasse d'eau qui goutte : 80 à 120 litres/jour (30 à 40 m<sup>3</sup>/an)

Diminuer sa consommation d'eau potable est aussi possible en trouvant des appareils et des procédures de travail économes :

- chasses d'eau à double bouton poussoir
- robinets à rappel, pistolet à arrêt automatique,
- autoclaves à vapeur
- appareils électroménagers à faible consommation en eau
- utilisation des eaux propres d'autoclave pour le nettoyage des sols
- utilisation des moyennes pressions pour les lavages ou canons à mousse pour les sols
- utilisation de raclettes plutôt que de jets d'eau avant le nettoyage des sols

- mise en place de compteur dans les ateliers
- aspiration des farines ou sucre tombés sur les sols plutôt que leur lavage à l'eau
- optimisation des séquences de production pour diminuer les lavages intermédiaires (par exemple fabrication du yaourt nature avant le yaourt au chocolat...)
- etc.

Les eaux utilisées pour la préparation des aliments doivent au moins répondre aux mêmes critères que les eaux potables ordinaires<sup>128</sup>.

### • Les effluents doivent être maîtrisés

Les rejets d'atelier de transformation contiennent de nombreux polluants : résidus de matières premières, matières organiques, graisses, mousses, détergents, saumure, particules diverses, et parfois des polluants toxiques... Certains effluents ont une température élevée, un pH acide ou basique. Ils ne doivent pas être rejetés au milieu naturel sans traitement, refroidissement, neutralisation.

Lorsque les effluents de l'atelier de transformation sont rejetés sans traitement dans un réseau d'assainissement collectif, ils auront un impact sur le fonctionnement du réseau et de la station d'épuration située en aval :

- risques pour les égoutiers intervenant dans le réseau (effluents chauds par exemple ; émanation d'hydrogène sulfuré par fermentation, gaz toxique et qui par réaction avec l'eau peut former de l'acide sulfurique fortement corrosif)
- colmatage des canalisations par les graisses refroidies ou perturbation du fonctionnement des stations de pompage par accumulation de graisses et d'huiles
- diminution de l'efficacité du transfert d'oxygène en présence de graisses ou d'huiles sur la station d'épuration
- apport de matière oxydable supplémentaire → risque de dépassement de la capacité de traitement de la station (par exemple 1 g de graisse équivaut à 2 à 4 g de DCO) et déséquilibre du ratio des nutriments
- variation soudaine du flux de matières oxydables → difficultés de gestion du traitement des eaux usées par procédés biologiques dans lesquels les micro-organismes ne sont pas habitués aux à-coups de pollution ou de débit

### Le directeur de l'atelier de transformation est responsable des rejets liquides

#### *Le rejet au milieu naturel*

En cas de pollution du milieu naturel, la personne reconnue responsable encourt une forte amende et une peine de prison<sup>129</sup>. Il est donc impératif de traiter les effluents, dans le cas où ils sont rejetés au milieu naturel. Des prescriptions particulières s'appliquent pour les ICPE.

#### *Le rejet en réseau*

Pour ce qui est des rejets dans un réseau d'assainissement, le responsable du rejet doit<sup>130</sup> préalablement être autorisé par le maître d'ouvrage, là aussi sous peine d'amende<sup>131</sup>. Il faut donc signer un arrêté d'autorisation de déversement décrivant notamment la nature de l'effluent, l'implantation du point de déversement prévu, ainsi que tous renseignements susceptibles d'éclairer la collectivité sur les risques éventuels présentés par l'effluent à rejeter, concernant le réseau, le fonctionnement de la station et l'épandage agricole des boues. Si besoin, une

<sup>128</sup> Article L1321-1 du Code de la santé publique.

<sup>129</sup> Article L216-6 du Code de l'environnement

<sup>130</sup> Article L1331-10 du Code de la santé publique

<sup>131</sup> Article L1337-2 du Code de la santé publique

convention spécifique de déversement sera mise en place pour régler les modalités techniques et financières du raccordement autorisé au préalable : flux maximum accepté, traitement préalable à appliquer (par exemple : boîte à graisse pour les restaurateurs ou traiteurs avec contrat d'entretien régulier).

Dans le cas particulier des ICPE soumises à autorisation, pour raccorder à un égout public une nouvelle installation ou procéder à l'extension d'une installation existante, une étude d'impact doit démontrer l'aptitude du réseau et de la station à traiter convenablement les nouveaux effluents. Le raccordement au réseau public n'est autorisé que si la charge polluante en DCO apportée par l'installation classée est inférieure à la moitié de la charge totale reçue par la station<sup>132</sup>.

### La composition des effluents

Voici quelques exemples de paramètres de pollution en fonction du type de transformation.

Type d'atelier	Pollution oxydable exprimée en g de DBO5
Conserve de légumes ou champignons ou fruits	5 à 20 g par kg de produit fini entrant en fabrication
Salaisons, charcuterie, saucisserie	4 à 10 g par kg de produit entrant en fabrication
Abattoir	6 à 15 g par kg de carcasse abattue
Plats cuisinés	15 à 25 g par kg de produit fini
Viennoiserie, pâtes alimentaires	6 à 10 g par kg de produit fini
Fromagerie	1 à 3 g par litre de lait (sans rejet de lactosérum) 40 à 45 g par litre de lait (avec rejet de lactosérum)
Yaourts et desserts lactés	2 à 10 g par litre de lait
Brasserie	5 à 8 g par litre de bière
Fabrication de purée en flocons, pommes frites...	12 à 16 g par kg de pommes de terre mises en œuvre

### Réduire la pollution à la source, c'est réduire les traitements et les coûts

La réduction de la pollution à la source est le meilleur moyen pour réduire les coûts liés au traitement des rejets et garantir le respect des exigences de rejet.

La composition des rejets liquides dépend fortement du fonctionnement de l'atelier de transformation. Toute amélioration passe donc par une réflexion sur l'organisation du travail. Voici quelques exemples de bonnes pratiques à privilégier.

<sup>132</sup> Arrêté du 2 février 1998 modifié relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des ICPE soumises à autorisation.



**Toutes filières**

- Utiliser des revêtements de sols et de murs qui soient à la fois lisses et en bon état (résines).
- Nettoyer les sols à sec par raclage avant utilisation de l'eau.
- Utiliser des siphons, grilles pour améliorer la récupération des matières solides s'écoulant avec les eaux de lavage.
- Récupérer le maximum de sous-produits : graisse, sang, viande, huile, farine, bouillon, petit lait (sérum)...
- Utiliser les produits de nettoyage les moins toxiques possible et respecter les dosages.

**Transformation de viande**

- Permettre le refroidissement des effluents chauds (eaux d'autoclave, d'échaudage) pour figer les graisses avant traitement dans le dégraisseur.
- Éviter les adjuvants dans les autoclaves, qui créent une pollution supplémentaire.
- Utiliser, si possible, des autoclaves économiques (fonctionnant à la vapeur = 3 à 5 fois moins d'eau utilisée) et/ou les eaux de refroidissement propres pour le lavage des sols.
- Récupérer à sec par raclage le maximum de restes de découpe ; collecter les graisses de cuisson et les sels souillés pour un envoi en filière spécifique de traitement.

**Filière Lait**

- Prévoir la séparation des eaux de lavage (eaux blanches) et du petit lait lors de la conception ou de la rénovation des ateliers : table d'égouttage pour récupération du lactosérum ou mise en place d'une collecte distincte.
- En fromagerie pour le lactosérum<sup>133</sup>, polluant et acide, mettre en place une collecte adaptée en vue d'une valorisation éventuelle en alimentation animale.
- En laiterie et fabrication de desserts lactés, optimiser la récupération et la valorisation des premières pousses de lavage (eaux blanches).
- Utiliser des équipements permettant le recyclage de la dernière eau de lavage des circuits du lait ou des tanks : mise en place des NEP (nettoyages en place).
- Adapter les outils de lavage à la dimension du matériel de fabrication : armoires de lavage pour les claies, tunnels de lavage pour les moules.

**Les procédés adaptés au traitement des effluents****Les prétraitements et leurs sous-produits**

Que ce soit pour un rejet en réseau d'assainissement ou un rejet en milieu naturel, l'étape des prétraitements est indispensable pour éliminer autant que possible les graisses et les déchets solides de l'eau. Il est donc généralement constitué :

- d'un dégrilleur, ou d'un tamisage plus fin, qui permet de séparer les éléments solides en fonction de leur taille,
- d'un dégraisseur, statique ou aéré en fonction de la performance souhaitée, qui sépare les huiles et graisses de l'effluent,

- d'un bassin tampon pour écrêter le débit, baisser la température ou homogénéiser et neutraliser l'effluent avant envoi du flux vers le réseau ou la station de traitement puis le milieu récepteur.

Le dégrilleur doit être régulièrement raclé ou le tamis nettoyé à l'eau à contre courant. Les déchets récupérés peuvent généralement être dirigés vers la même filière que les autres déchets banaux de l'atelier de transformation.

**Un dégrilleur**

<sup>133</sup> Produit liquide issu de la coagulation du lait

Le dégraisseur doit être régulièrement vidangé. La destination des graisses est souvent problématique dans la mesure où seules certaines stations d'épuration de grande taille sont équipées pour traiter ce déchet. Les coûts de transport sont donc importants. Il faut faire appel à un collecteur spécialisé et les diriger vers un traitement autorisé.

*Un bac à graisses*



À titre d'information, en moyenne, dans le secteur de la restauration, un kilo de graisses est généré pour un mètre cube d'eau consommée.

### **Les traitements**

Les traitements mis en œuvre lorsqu'il n'est pas possible de rejeter dans un réseau d'assainissement dépendent de la quantité des rejets et de la nature de l'effluent. Pour les petits ateliers, ils peuvent être de même nature que les dispositifs d'assainissement individuel.

Pour des ateliers plus importants, les traitements comportent un étage de traitement biologique (boue activée, lit bactérien, SBR, filtre planté de roseaux...). Ces procédés entraînent la production de boues d'épuration, qui sont la plupart du temps valorisées en agriculture par épandage.

La conception et le dimensionnement de tels traitements doivent être confiés à un spécialiste (bureau d'études, organisme de conseil technique...).

### **Références**

- Guide de sensibilisation à l'environnement des petites entreprises de l'alimentaire : artisans, restaurateurs, producteurs à la ferme. Agence régionale pour l'environnement Midi-Pyrénées, 42 p., disponible en ligne.
- C. Mathieu-André, Maîtrise de la consommation d'eau et des rejets des IAA, In Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire, pp. F 1450 – 1 à F 1450 – 17
- Agence de l'Eau Seine Normandie. Guide du raccordement des entreprises à un réseau d'assainissement, Direction Collectivités et Industries.
- Modèles d'arrêté type d'autorisation de déversement (7 articles) et de convention spéciale de déversement (23 articles). [en ligne]  
<<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=4581>>
- Guide de recommandations et commentaires explicatifs pour la mise en œuvre de chacun des articles de ces deux modèles est disponible à l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (Nathalie Thomassin)
- Pour approfondir, voir aussi : R. Moletta, 2006. Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires, Tec et Doc, 2006, 2e éd, 720 p.

## **5.2. Les autres usages non domestiques**

### **• Les caves vinicoles**

Se reporter au document « Les effluents vinicoles : problématique du traitement et premier bilan sur la conception et le fonctionnement des procédés biologiques » de Y. Racault, A-E. Stricker et J. Vedrenne, in Ingénieries n°32, pp. 13 – 26, décembre 2002, disponible en ligne.

### • Les autres industries

Se reporter au document « L'industrie et l'eau : analyse économique des usages industriels de l'eau du bassin de la Seine et des fleuves côtiers normands ». Agence de l'eau Seine Normandie (DEPEE), 2003, 26 p., disponible en ligne.

Pour les ratios de pollution et d'eau par type d'industrie se reporter aux études internes de l'Agence de l'eau Seine Normandie consultables auprès de la Direction des collectivités et de l'industrie (données sur les laiteries, abattoirs, plats cuisinés).

### 5.3. La voie fluviale, un moyen de transport durable dont il faut maîtriser les perturbations sur le milieu aquatique

On compte en France 8 500 km de voies d'eau navigables, dont 2 000 km de voies à grand gabarit (accessibles aux bateaux de plus de 650 t).

Ces voies d'eau ont assuré en 2006 le transport de 66,5 millions de tonnes de fret (en progression de 8,5% par rapport à 2005), soit plus de 8 milliards de tonnes-kilomètres marchandises (en progression de 2 % par rapport à l'année 2005).

### • Les bateaux

On distingue deux catégories de bateaux :

- les automoteurs, pourvus d'un moteur,
- les barges, non pourvues de moteur, qui doivent être poussées par un bateau pousseur.



*Transport fluvial sur la Seine*



*Petit port de plaisance à St Florentin*

La flotte fluviale française compte 1 455 bateaux, dont :

- 917 automoteurs pour le transport de marchandises générales,
- 461 barges pour le transport de marchandises générales,
- 77 automoteurs et barges-citernes.

Les marchandises transportées sont les suivantes :

- |  |        |
|--|--------|
| 1 - Filière des matériaux de construction<br>sables, graviers, cailloux, pierres, craie, ardoises... | 33,4 % |
| 2 - Filière agroalimentaire :  | 25,7 % |
| - les produits agricoles (céréales, pommes de terre, huile...) : 20 %                                |        |
| - les denrées alimentaires (sucre, lait, vin, bière...) et les fourrages : 5,7 %                     |        |

3 - Filière énergie :	18,5 %
- les combustibles minéraux (charbon) : 10 %	
- les produits pétroliers : 8,5 %	
4 - Filière chimique :	7,8 %
- les produits chimiques : 5,4 %	
- les engrais : 2,4 %	
5 - Filière métallurgique :	7,4 %
- produits métallurgiques : 4,3 %	
- minerais et déchets pour la métallurgie (ferrailles) : 3,1 %	
6 - Conteneurs, colis lourds (machines), véhicules :	7,2 %

### • Les voies navigables

Entre 1997 et 2006, le transport par voie fluviale est passé de 5,7 milliards de tonnes-kilomètres à 8,4 milliards de tonnes-kilomètres, soit une croissance moyenne de 3,3 % par an.

Le transport fluvial présente de nombreux avantages au vu des enjeux du développement durable :

- pour le nombre de véhicules en circulation : un convoi fluvial de 3 800 tonnes équivaut à 66 wagons de chemin de fer et à 127 camions semi-remorques de 30 tonnes,
- pour la consommation énergétique : le transport fluvial consomme quatre fois moins de carburant que le transport routier (1 kilo équivalent pétrole permet de déplacer 1 tonne sur 147 km par voie d'eau, sur 39 km par camion) ;
- pour les émissions de CO<sub>2</sub> : un convoi fluvial produit 21,5 g de CO<sub>2</sub> par tonne-kilomètre, un poids lourd 79 g.
- pour le maintien d'une ligne d'eau même lorsque la ressource est réduite (à l'étiage) facilitant ainsi le captage pour l'alimentation en eau potable.

L'aménagement des voies navigables a toutefois des incidences :

- sur la morphologie des cours d'eau : les chenalizations, endiguements, curages, barrages, etc. conduisent à une artificialisation et à une banalisation des milieux ;
  - sur la qualité des eaux : diminution de l'oxygénation, augmentation de l'eutrophisation et des matières en suspension sans compter les pollutions accidentelles ;
  - sur la disparition des poissons migrateurs et la banalisation des espèces (en raison de l'aménagement des berges et du lit et de la faiblesse de la variation de la ligne d'eau) ;
  - sur l'augmentation de la capacité hydraulique des lits mineurs (risque de crues élevé avec, en plus, le comblement des zones humides) et la consommation d'eau dans les canaux parallèles.
- Des actions correctives peuvent réduire ces impacts : installation de passes à poissons, végétalisation des berges...

Le site des Voies navigables de France contient de nombreuses informations complémentaires, telles que la carte des voies navigables ou l'évolution du transport fluvial (<http://www.vnf.fr>).

### les écluses

Les écluses sont des installations hydrauliques installées sur les cours d'eau et les canaux pour permettre aux bateaux de franchir des dénivellations.

#### Schéma de fonctionnement

Une écluse comprend :

- un bief amont,

- un sas dans lequel on fait varier le niveau de l'eau,
- un bief aval.

Le sas est séparé du bief amont et du bief aval par des portes munies de vannes par lesquelles l'eau s'écoule.

Pour le passage d'un bateau de l'aval vers l'amont, l'écluse fonctionne de la manière suivante :

- les portes à l'aval sont ouvertes, le bateau entre dans le sas,
- les portes à l'aval sont fermées et le bateau est amarré,
- l'eau provenant du bief supérieur entre dans le sas par les vannes,
- lorsque le niveau de l'eau est le même dans le sas et dans le bief amont, les portes à l'amont sont ouvertes et le bateau passe dans le bief amont.

Le passage du bateau de l'amont vers l'aval s'effectue avec les manœuvres inverses.



On compte en France 1 865 écluses. Certaines sont gardées et actionnées par un éclusier, certaines sont manœuvrées par les usagers et certaines sont automatiques.

*Péniche de tourisme à l'écluse de Montbard*

#### 5.4. Les loisirs aquatiques et leurs impacts

Les loisirs constituent un usage de l'eau au même titre que les usages domestiques, agricoles, industriels ou de transport. Ils procurent des satisfactions plus ou moins contradictoires et peuvent générer des nuisances pour les milieux aquatiques.

##### • Des loisirs différents selon les milieux

Les milieux aquatiques sont propices à de nombreuses activités :

**Eau salée** : en mer ou en bord de mer, se pratiquent la baignade, la plongée, la voile, la planche à voile et surf, le kayak, l'aviron de mer, le motonautisme, la pêche à pied, en bateau...

**Eau douce courante** :

- sur les petits cours d'eau et rapides : canoë-kayak, rafting, nage en eau libre...
- sur les rivières plus importantes : aviron et voile, motonautisme...
- sur les canaux créés pour les besoins de la navigation marchande intérieure, mais aussi pour l'alimentation de barrages-réservoirs : voile, aviron et canoë-kayak, motonautisme...

**Eau douce stagnante** : dans les étangs, carrières (sablères, gravières) et grands lacs naturels ou artificiels, des bases de loisirs se sont créés pour le motonautisme, la voile et planche à voile, les barques et pédalos... Des sites privés ou appartenant à des collectivités sont utilisés pour la pêche et la chasse au gibier d'eau.

Les loisirs aquatiques se pratiquent également sur terre le long des cours d'eau ou dans les zones humides particulièrement favorables à la découverte de la nature et aux pratiques artistiques (peinture, écriture...). Les milieux naturels ne sont pas les seuls concernés, car des espaces fermés



sont aménagés pour les sports nautiques, la détente, la découverte et la santé :

- en **piscine** : natation, natation synchronisée, plongeon, water-polo, aqua-gym, plongée...
- dans les **parcs aquatiques** : jacuzzi, piscine à vagues, aquaglisse...
- dans les **aquariums** pour la découverte des milieux aquatiques et de leurs habitants
- dans les **stations thermales** aux vertus thérapeutiques



Le bassin Seine-Normandie compte 558 sites de loisirs aquatiques, dont la grande majorité est située en eau douce. La baignade est principalement localisée sur le littoral normand, les barrages-réservoirs situés sur la Seine et quelques rivières de Bourgogne. 450 000 pêcheurs exercent leurs loisirs en mer ou en eau douce, dont 360 000 pratiquent la pêche à ligne dans le domaine continental.

### • Les impacts des loisirs aquatiques

Les différentes activités peuvent avoir un impact sur le milieu :

- la **surfréquentation** de certains sites peut avoir des conséquences graves si les ouvrages d'assainissement ne sont pas assez dimensionnés. Elle peut également perturber l'écoulement des eaux ainsi que la vie de la faune et la flore. Les nuisances impactent les usagers directement, notamment pour les baigneurs : gêne spatiale et pollution microbienne ;
- les **lâchers d'eau** nécessaires aux sports en eau vive peuvent favoriser l'érosion des berges ou le bouleversement des zones de frayères, tout comme le batillage dû au passage des engins motorisés ;
- la **navigation** et le stationnement dans les ports peuvent provoquer des rejets polluants directs (vidanges, eaux usées), notamment en saison estivale.

Les impacts d'une activité de loisir sur l'eau peuvent être la source de conflits lorsque plusieurs activités différentes sont pratiquées sur un même site, par exemple :

- les sports d'eau vive et la pêche
- les activités motorisées et la baignade

Voir le rapport « Loisirs nautiques du bassin de la Seine et des fleuves côtiers normands » et « Etude socio-économique et spatialisée des usages du milieu aquatique - Lot n°2 : pêche de loisir » téléchargeables sur le site de l'Agence de l'eau/Experts.



## 5.5. L'eau dans les jardins et les espaces verts

### • Les jardiniers amateurs sont des acteurs de la protection de la ressource

Au jardin et dans les espaces verts, l'eau peut être un élément paysager grâce à l'aménagement d'un bassin ou d'une zone humide. Mais jardin et espaces verts peuvent aussi nuire à la ressource, dans le cas d'un arrosage non maîtrisé ou par la contamination due à une utilisation non raisonnée de pesticides.

L'arrosage doit être réalisé uniquement en fonction des besoins, et avec parcimonie. Il sera plus efficace en fin de journée ou tôt le matin, car l'évaporation est moins importante. Il est évidemment inutile avant une pluie. Les systèmes d'arrosage localisé par goutte-à-goutte avec programmateur sont les plus économes. Il faut appliquer les consignes arrêtées par la préfecture, et en général cesser d'arroser en période de sécheresse.

Les produits phytosanitaires vendus en jardinerie ou utilisés par les professionnels des espaces verts doivent être adaptés et autorisés (mention « emploi autorisé dans les jardins » sur l'emballage). Il faut bien respecter la dose préconisée et ne pas traiter par temps de pluie, grosse chaleur ou vent fort.

Des méthodes naturelles peuvent remplacer ces produits. Ainsi, les désherbages chimiques sont avantageusement remplacés par un arrachage manuel ou l'utilisation d'eau bouillante. La rotation des cultures au potager limite les maladies.

### • La gestion différenciée des espaces verts

La gestion différenciée est une façon de gérer les espaces verts en milieu urbain qui consiste à ne pas appliquer à tous les espaces la même intensité ni la même nature de soins. Ainsi, certains espaces peu fréquentés, aux sols fragiles, plus fragiles ou écologiquement précieux seront laissés à eux même, fauchés ou extensivement pâturés, afin d'y conserver des « refuges » pour la biodiversité et une plus grande diversité des paysages. D'autres seront intensivement tondus en raison de leurs fonctions comme, par exemple, le terrain de football destiné aux compétitions homologuées.

La gestion différenciée a trois objectifs principaux :

- rationaliser la gestion des espaces verts et l'affectation des ressources nécessaires,
- améliorer la qualité de vie et d'usage en diversifiant les qualités paysagères et les offres d'aménités,
- restaurer, préserver et gérer l'environnement en limitant l'artificialisation, les pollutions (engrais, pesticides, pollution induite par les engins) et le dérangement en favorisant la diversification des milieux et des espèces.

Ce mode de gestion des espaces verts encourage donc les responsables de collectivités à prendre des mesures afin de protéger la ressource en eau.

Diminuer les consommations en eau potable est souvent possible en responsabilisant le personnel par rapport au gaspillage et en pratiquant un arrosage écologique :

- arroser le matin ou le soir,
- raisonner les apports en fonction des besoins,
- installer un équipement d'arrosage économe,
- utiliser l'eau de pluie (les plantes n'ont pas besoin d'eau potable !),

- installer des récupérateurs d'eau qui pourront servir également au nettoyage : véhicules, voiries...
- choisir des plantations locales pas trop avides d'eau,
- réutiliser des eaux usées traitées.

La plupart des milieux aquatiques souffrent de la pollution en nitrates ou en pesticides (insecticides, herbicides, fongicides...). Il est possible de diminuer les contaminations qui peuvent être ponctuelles ou diffuses. En effet, même si la pollution en nitrates et pesticides provient essentiellement du milieu agricole, la part des collectivités n'est pas négligeable. Elles ont, de plus, un rôle éducatif sur la population. Il convient donc de former les agents sur la dangerosité de ces produits pour leur santé et pour l'environnement et d'instaurer des pratiques alternatives aux traitements chimiques.

Enfin, il est possible de mieux protéger les cours d'eau et les zones humides en entreprenant diverses actions :

- restaurer les stations d'épurations,
- mettre en œuvre des programmes d'entretien des rivières,
- réaliser un état des lieux concernant le ruissellement et l'érosion sur le territoire,
- réaliser un plan d'urbanisme (PLU ou carte communale) dans lequel tout milieu aquatique ou humide sera répertorié et où figurera des mesures pour sa sauvegarde.

#### Références

- Jardin 21, de la gestion différenciée au développement durable : actes du colloque de Strasbourg, 6 et 7 juin 2000, Paris, CNFPT, 2001.
- J-L. Larcher et T. Gelgon, 2005. Aménagement et maintenance des surfaces végétales, 2e ed., Tec et Doc Lavoisier, 482 p.
- ADULM, Espace Chico Mendès, association Chantier Nature, 2001. Mieux comprendre la gestion différenciée des espaces verts, 10 p. [en ligne]  
<<http://chicomendes.free.fr/telecharg/Annexe-gestion-dif.pdf>>
- Mission gestion différenciée Nord Pas-de-Calais. La gestion différenciée, site internet [en ligne] <<http://www.gestiondifferentiee.org/>>
- Gestion différenciée, article de Wikipédia. [en ligne]  
<[http://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion\\_différenciée](http://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion_différenciée)>

## 6. L'eau, gestion quantitative et qualitative : un enjeu à différentes échelles

### 6.1. Les acteurs de l'eau

La gestion de l'eau implique un grand nombre d'acteurs – pouvoirs publics, collectivités et élus locaux, acteurs économiques, associations – et s'exerce sur une multiplicité d'échelles géographiques : le cadre européen (avec les directives), le cadre national, les sept grands bassins versants, les 22 régions, les 96 départements et les 36 772 communes.

L'Europe et l'État définissent la politique de l'eau et la transcrivent en directives, lois et règlements.

À l'échelle des bassins hydrographiques, les **comités de bassin** regroupent les différents acteurs pour définir de manière concertée la politique de gestion de la ressource en eau et de protection des milieux aquatiques. Il existe en 2007 sept comités de bassin sur le territoire métropolitain correspondant aux sept grands bassins hydrographiques, et cinq comités de bassin dans les DOM (Guadeloupe, Martinique, Guyane, Réunion et Mayotte). Les comités de bassin sont chargés depuis 1992 d'élaborer les **SDAGE, schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux**. Ils élaborent également la politique mise en œuvre par l'Agence de l'eau de chaque bassin et donnent leur avis sur les grands aménagements.

Dans chaque bassin existe une **Agence de l'eau**, établissement public de l'État. Les six Agences de l'eau prélèvent des redevances sur les usages de l'eau, et accordent des aides financières permettant de lutter contre la pollution, de mieux gérer la ressource en eau et de restaurer les milieux aquatiques. Dans les DOM, la compétence est confiée à un Office de l'eau.

La gestion par bassin versant correspond à un découpage naturel. Ainsi, le bassin Seine-Normandie est le territoire sur lequel toute goutte d'eau qui tombe va en ruisselant rejoindre la Manche.

Les Conseils Régionaux et les Conseils Généraux peuvent apporter un appui technique et financier aux communes.

La gestion locale des milieux aquatiques est assurée par des établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) ou par des syndicats mixtes qui associent des communes et le département, par exemple. Ces structures animent et mettent en œuvre des politiques de gestion des milieux aquatiques en associant l'ensemble des acteurs de leur territoire (bassin versant d'un cours d'eau, baie, nappe souterraine...). Ils peuvent élaborer pour cela un **SAGE, schéma d'aménagement et de gestion des eaux**, qui doit être compatible avec le SDAGE. Ils peuvent financer des actions et travaux en élaborant un contrat de milieu (contrat de rivière, nappe,

baie...]. Pour assurer la concertation de tous les acteurs, les SAGE sont élaborés par une Commission Locale de l'Eau (CLE). Elle regroupe des élus (50 %), des usagers (25 %), l'État et ses établissements publics (25 %). Les contrats de milieux sont pilotés par des comités qui sont organisés dans les grandes lignes selon les mêmes principes.

**Au niveau de chaque commune, le maire est responsable de la distribution de l'eau potable, de la collecte et du traitement des eaux usées.** Il peut toutefois confier cette compétence à un EPCI, par exemple une communauté de communes ou un syndicat des eaux. Il est responsable des décisions d'investissements pour lesquels il peut bénéficier de l'appui technique et financier de l'Agence de l'eau et/ou de la Région et/ou du Département. Le maire est responsable également du choix du mode de gestion. Elle peut être confiée, soit aux services municipaux ou syndicaux (on parle alors de régie), soit à des groupes industriels privés (Lyonnaise des Eaux, Générale des Eaux, SAUR, etc.).

### • Les acteurs des projets d'aménagement hydraulique

Le **maître d'ouvrage** est la personne pour laquelle les travaux sont effectués. Ce sera le plus souvent une commune ou un EPCI, mais cela peut être aussi un agriculteur pour les projets d'irrigation ou de drainage.

Pour concevoir le projet et diriger les travaux, le maître d'ouvrage fait appel à un **maître d'œuvre**. Le plus souvent, c'est un bureau d'études privé qui assure cette mission.

L'exécution de l'aménagement est confiée à une **entreprise de travaux**. Elle réalise les ouvrages sous la direction du maître d'œuvre.

Pour payer les études de conception et les travaux, le maître d'ouvrage fait appel à divers **financeurs** pour compléter son propre apport. Il peut s'agir de l'Agence de l'eau et/ou du Conseil Général et/ou du Conseil Régional. Ces financeurs ont aussi un rôle de contrôle technique. En échange de leur apport, ils imposeront des exigences de qualité de fonctionnalité à l'ouvrage.

La **police de l'eau** est consultée dans les aménagements hydrauliques. Elle peut donner un simple avis, mais aussi imposer des prescriptions techniques particulières liées à la réglementation. Pour les projets les plus importants, la loi prévoit que la réalisation du projet est soumise à autorisation de la police de l'eau. La police de l'eau est assurée par un service départemental sous l'autorité du Préfet. Les différents services de l'État impliqués dans la police de l'eau sont coordonnés au sein d'une mission interservices de l'eau (MISE).

De nombreux autres acteurs peuvent être impliqués dans le projet à un moment ou à un autre. Les **usagers** sont souvent consultés dans la phase de définition du projet. Le maître d'ouvrage peut faire appel à des **experts** pour certaines tâches techniques : étude de sol, hydrogéologue, géomètre expert, étude d'impact environnemental... Les **services publics** peuvent également être consultés : services municipaux, service d'incendie et de secours, gestionnaires de réseaux (RTE, Gaz de France distribution, RFF, France Télécom...). Pour la conception, le maître d'œuvre peut aussi faire appel à un paysagiste pour assurer une bonne intégration de l'aménagement.

Enfin, une fois l'ouvrage terminé, son exploitation doit être assurée. Le **gestionnaire** peut être le maître d'ouvrage lui-même ; on parle alors d'exploitation en régie. Il peut aussi faire appel à une entreprise privée, sous la forme d'une concession ou d'un affermage, deux formes de délégation de service public.

## 6.2. L'évolution des politiques publiques et des rapports à l'eau

L'eau en Europe, pendant longtemps, a été considérée comme un bien libre, une ressource au service des intérêts humains qui se renouvelle sans cesse, « corvéable et malléable à merci », qui peut-être déplacée, déviée, transportée...

Pendant des années, on s'est donc attaché à transformer les cours d'eau pour satisfaire nos usages en les détournant, les canalisant, les busant... dissociant ainsi l'eau de son support. Cette forme de gestion, que nous pourrions qualifier de « gestion des flux », est caractéristique de bouleversements scientifiques, culturels, politiques voire philosophiques qu'a connus notre civilisation<sup>134</sup>.

Notre vision d'une « nature que l'homme peut toujours maîtriser » a par conséquent amené à mettre en place des actions très technicistes dans un souci de toujours contrôler la ressource en eau, tant d'un point de vue qualitatif que d'un point de vue quantitatif. Cette vision des choses justifie ainsi bon nombre de nos choix, bon nombre d'actions qui se déclinent ensuite sur le terrain.

On règle par conséquent très souvent les problèmes d'inondation par un rehaussement des digues, par la construction de bassins de rétention... À chaque problème est trouvé une solution technique.

Mais depuis quelques années, pollutions sécheresses, inondations... se succèdent et questionnent : est-ce la fatalité ou le résultat de l'action humaine ?

Ces catastrophes dites « naturelles » mettent en cause les pratiques en matière de gestion de l'eau. Car l'eau n'est pas seulement une ressource que l'on peut dompter au gré de nos besoins, elle est aussi le support et le milieu de vie de nombreuses espèces.

Il est par conséquent important de faire évoluer les rapports à l'eau et ne plus uniquement comprendre l'eau comme une « ressource que l'on maîtrise » mais comme un support de vie avec une fonctionnalité qui lui est propre.

Tel est le sens de l'évolution des politiques de l'eau en France. L'émergence et l'évolution des politiques de l'eau à partir de 1964, traduisent assez bien les grandes prises de conscience et les évolutions à atteindre. Elles mettent en avant de nouvelles manières de gérer la ressource en eau, des nouveaux éléments à intégrer dans les démarches de gestion et de nouveaux objectifs.

Mais ce n'est pas parce que ces politiques pointent des changements nécessaires que les pratiques intègrent automatiquement les éléments du changement. La vision « d'une nature maîtrisée » même si elle tend progressivement à s'estomper, reste ancrée dans nos mentalités. Faire changer les regards nécessite de prendre du temps, de comprendre les processus de fonctionnement de l'eau, les conséquences de nos activités...

### • Loi sur l'eau 1964 : de la nature ressource à la nature milieu

La loi de 1964 est une loi fondatrice dans le domaine de l'eau. Elle organise la gestion de l'eau autour de six grands bassins géographiques, issus d'un découpage naturel selon les lignes de

<sup>134</sup> J-B. Narcy, 2004. Pour une gestion spatiale de l'eau : comment sortir du tuyau ? Presses interuniversitaires européennes – Peter Lang, Bruxelles, 346 pp.

partage des eaux, qui visent principalement à gérer la ressource de manière à organiser la satisfaction de l'ensemble des usages.

La loi du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution constitue, avec la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, l'un des principaux textes régissant, en France, la gestion des ressources en eau. Elle tente de lutter contre la pollution des eaux et d'assurer l'alimentation en eau potable des populations tout en permettant de fournir à l'agriculture et à l'industrie l'eau dont elles ont besoin. Elle porte donc sur l'ensemble des ressources en eau, à l'exception de l'eau minérale.

Cette loi est innovante car à l'heure où « la préservation de l'environnement » n'est pas réglementée, elle met en avant des idées nouvelles sur la « prise en compte d'une vie biologique dans l'eau ».

Elle ne remet certes aucunement en cause les différentes activités mais stipule cependant qu'il convient de satisfaire aussi aux exigences de la vie biologique du milieu récepteur, et spécialement de la faune piscicole, ainsi que des loisirs, des sports nautiques et de la protection des sites.

Elle pointe ainsi l'émergence d'une représentation « nature milieu de vie » en considérant la rivière plutôt comme un réceptacle que réellement comme un milieu naturel avec un fonctionnement qui lui est propre.

Cette loi met ainsi en évidence le **besoin d'organiser les usages** de l'eau ainsi que la nécessaire prise en compte de la **préservation des conditions biologiques** du milieu naturel au travers des études d'impacts, des débits réservés, de la protection des sites, du maintien des frayères...

Il faudra ensuite attendre les années 1990 pour aller plus loin dans la traduction de la prise de conscience à l'égard des fonctionnements naturels liés à l'eau.

#### • La loi sur l'eau de 1992 : de la nature milieu à la nature système

Cette loi du 3 janvier 1992 prolonge et complète cette première loi de 1964 et renforce les aspects « respect du milieu naturel ».

Elle précise que « l'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général. »

Cette loi dépasse ainsi des logiques plus sectorielles organisées autour des usages de l'eau, pour définir une gestion intégrant autant la protection des milieux aquatiques que la satisfaction de tous les usages, dans une approche plus équilibrée de la ressource au sein d'un même bassin hydrographique.

Cette nouvelle loi émerge à partir de nouvelles réflexions sur les relations continues entre les différents éléments liés à l'eau, qui ne peuvent être pensés ni séparément et ni indépendamment des relations avec les diverses activités humaines. Il s'agit de penser le tout comme une composition interactive et non pas comme la juxtaposition de plusieurs éléments. Ces nouvelles approches se traduisent par la mise en place de nouveaux outils pour aider à la mise en pratique.



Deux outils de planification, les SDAGE et les SAGE sont instaurés et visent à une gestion de l'eau plus cohérente par :

- une gestion globale de l'eau prenant en compte les interactions entre les différents systèmes : les interrelations entre les différents compartiments liés à l'eau sont mises en avant et doivent être traitées dans le cadre d'approches par bassin versant
- une conciliation du développement socio-économique et de la préservation des milieux aquatiques qui vise à :
  - . satisfaire l'alimentation en eau potable de la population,
  - . garantir la santé, salubrité publique et la sécurité civile,
  - . assurer le libre écoulement des eaux et la protection contre les inondations,
  - . concilier les besoins en eau de l'agriculture, de la pêche et de l'aquaculture, de l'industrie...
- une organisation pour la gestion : elle renforce le principe de concertation entre les usagers et les acteurs de l'eau et met en place dans l'organisation des SAGE d'une commission locale de l'eau (la CLE) pour tenter de concilier l'ensemble des usages.

Cette « nouvelle loi sur l'eau » a ainsi permis de porter un regard nouveau sur la gestion de l'eau, mettant en avant la nécessité de mieux gérer l'eau par une approche plus collective et plus responsable qui prenne en compte les interactions entre les différents écosystèmes et sociosystèmes, à l'échelle des bassins versants.

Cette nouvelle forme de gestion doit ainsi satisfaire à l'ensemble des interactions d'ordre naturel, mais aussi d'intégrer les attentes, les pratiques, et les différents usages. On parle alors de gestion intégrée.

### • La directive-cadre du 23 octobre 2000 et la LEMA (loi pour l'eau et les milieux aquatiques) du 30 décembre 2006 : vers un développement durable dans le domaine de l'eau ?

#### La directive-cadre européenne

La directive-cadre européenne sur l'eau (DCE) se veut être un cadre pour une politique communautaire. Adoptée fin 2000, cette directive fixe un objectif ambitieux aux pays membres de l'Union européenne : donner un coup d'arrêt à la dégradation des eaux et des milieux aquatiques et parvenir à un bon état à échéance 2015 pour la majorité des masses d'eau (2027 pour la dernière échéance d'atteinte des objectifs).

#### Des points clés

Elle est appelée à jouer un rôle stratégique et fondateur en matière de politique de l'eau.

Elle fixe des objectifs ambitieux de préservation et de restauration des eaux, souterraines et superficielles, et des eaux douces et côtières ; alors que jusqu'alors les eaux souterraines et côtières étaient un peu oubliées...

Elle donne la priorité à la protection de l'environnement en veillant à ne pas dégrader la qualité des eaux (le capital naturel devient ainsi une priorité dont les différents usages vont dépendre).

Elle fixe un objectif de résultat : il faut parvenir à l'échéance 2015 au bon état écologique des eaux. Cette obligation de résultat est une contrainte forte.

Le bon « état écologique » ne signifie pas uniquement répondre à de nouvelles normes de qualité d'eau à l'échelle des bassins versants (précisé dans la loi sur l'eau de 1992), mais met en

évidence une nouvelle manière d'aborder la rivière en intégrant la morphologie comme un élément déterminant de la qualité des cours d'eau.

La morphologie des cours d'eau est la résultante d'une histoire climatique, géologique ; elle est étroitement liée aux précipitations, aux débits des cours d'eau, aux aménagements (de type chenalisation par exemple), à l'histoire humaine...

De cette morphologie en découle une fonctionnalité de l'hydrosystème, une qualité de milieu, une réponse en terme d'habitat, une réponse en terme de qualité d'eau... « Les processus géomorphologiques génèrent les structures qui fournissent le cadre physique de l'habitat »<sup>135</sup>.

Par ailleurs, elle conforte également le dispositif français qui organise la gestion de l'eau par grand bassin hydrographique.

### La loi sur l'eau et les milieux aquatiques

La politique de l'eau en France a été réformée par la loi du 30 décembre 2006 et vise à la mise en application de la Directive-cadre sur l'eau.

Elle doit ainsi permettre au niveau français de préciser les moyens et de décliner les objectifs au niveau national.

Car, malgré le dispositif mis en place depuis quarante ans (loi sur l'eau de 1964, loi pêche de 1984, loi sur l'eau de 1992...) force est de constater que la situation en France n'est pas satisfaisante, et bon nombre de communes ne pourront respecter les objectifs fixés par la DCE : un état des lieux réalisé en 2004 révèle que seules 23 % des masses d'eau superficielles et 43 % des masses d'eau souterraines françaises pourraient probablement atteindre le bon état écologique. Certains ouvrages font obstacle dans le lit des cours d'eau et entravent la continuité biologique et le transit sédimentaire (rapport du Sénat).

Cette nouvelle loi française insiste sur les aspects écologiques des cours d'eau et vise à reconquérir non plus la qualité de l'eau, mais la qualité écologique des cours d'eau.

Le respect du bon état écologique suppose que les milieux aquatiques soient entretenus en utilisant des techniques douces et que les continuités écologiques soient assurées tant pour les migrations des espèces amphihalines<sup>136</sup> que pour le transit sédimentaire. La loi a pour objectif de :

- stipuler que le débit minimum imposé au droit des ouvrages hydrauliques soit adapté aux besoins écologiques et énergétiques et que leur mode de gestion permette d'atténuer les effets des éclusées,
- donner les outils juridiques pour protéger les frayères, et préciser les modalités de délimitation des eaux libres et des eaux closes,
- permettre une gestion collective des prélèvements diffus pour l'irrigation par la mise en place de structures ad hoc prenant en charge la gestion de quotas d'eau.

Cette nouvelle réglementation s'impose donc aux collectivités locales qui doivent mettre en place des mesures pour « atteindre en 2015 » le bon état écologique des cours d'eau. Les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) sont renforcés comme outils de

<sup>135</sup> J-G. Wasson, J-R. Malavoi, L. Maridet, Y. Souchon, L. Paulin, 1998. Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. Coll. Etudes, série gestion des milieux aquatiques n°14, Cemagref Editions, Lyon, 160 pp.

<sup>136</sup> Espèce dont une partie du cycle biologique se fait en mer et une autre partie en rivière.

gestion locale et partagée de la ressource. Les procédures d'entretien des rivières sont revues pour limiter les curages destructeurs. La circulation des espèces migratrices amphihalines devra aussi être assurée sur tous les barrages à compter de 2014.

Il est ainsi important qu'il y ait une prise de conscience sur la nécessité de changer de regards, de méthodes de diagnostic, pour mieux gérer l'eau et le support dont elle dépend, et retrouver une meilleure adéquation entre ressources en eau et besoins dans une perspective de développement durable des activités économiques utilisatrices d'eau et en favorisant le dialogue au plus près du terrain.

Le domaine de l'eau met en évidence de **nouveaux rapports** qui s'instaurent **entre nature et société** : protection du milieu et de la ressource, gestion patrimoniale, mise en place d'espaces de rencontre et de concertation entre acteurs...

Ces nouveaux rapports témoignent de l'évolution des représentations vis-à-vis des milieux et des ressources naturelles<sup>137</sup>.

### 6.3. Le dialogue territorial permet de co-construire efficacement les projets locaux

Le dialogue territorial est « l'ensemble des processus de concertation et de médiation visant à mobiliser les habitants et les groupes organisés d'un territoire en vue de définir des orientations de développement, de gérer des conflits locaux, de mettre en œuvre des projets ou de créer du lien social. Le dialogue territorial peut prendre des formes diverses, en fonction de ses objectifs et des particularités de la situation. Il combine en général des actions de concertation, de médiation, de consultation et/ou d'information, parfois de débats publics (...) il vise une gestion plus participative, plus harmonieuse et plus efficace<sup>138</sup> ».

Ce nouveau principe semble être un outil pertinent pour apporter un souffle nouveau à la conduite du débat démocratique en France. Il offre clairement la possibilité au citoyen de participer plus directement et à un niveau local, à l'action de la collectivité.

La mise en place de ce changement ne va pas de soi et force est de constater qu'il ne suffit pas de disserter sur la concertation et le dialogue local pour que cela se pratique. Cette nouvelle façon de l'agir et du penser au niveau territorial remet en cause des habitudes, des positions sociales, une certaine construction identitaire aussi chez les acteurs. Ceci représente un vrai virage dans nos pratiques professionnelles : il convient désormais de co-construire les projets et non pas de les appliquer en transposant localement des directives nationales. Il convient désormais de s'écouter localement, de comprendre le point de vue de l'autre, d'avoir une empathie sociale. C'est aussi reconnaître sa propre imperfection, ses propres limites : on ne sait pas tout. Les acteurs sont tous porteurs de filtres qui déforment leurs visions des problèmes locaux qui par définition n'est que parcellaire. À la posture des certitudes succède l'humilité de la propre finitude de son savoir. Dialoguer, c'est parier sur l'intelligence collective. Dans un monde complexe, la résolution des problèmes nécessite l'expertise croisée des protagonistes, car les interdépendances entre eux sont décuplées si on les compare à il y a 40 ans. Chaque point de vue a sa légitimité, son sens... et se doit d'être respecté même si certaines prises de position peuvent heurter, parfois profondément ; il faut dépasser cela, ce qui n'est pas toujours simple.

<sup>137</sup> C. Aspe et P. Point, 1999. L'eau en représentations : gestion des milieux aquatiques et représentations sociales.

Gip Hydrosystèmes, Cemagref, 102 pp.

<sup>138</sup> P-Y. Guiheuneuf, F. Cauchoix, P. Barret, P. Cayre, 2006. La formation au dialogue territorial : quelques clés issues d'une réflexion collective, coll. Transversales, Educagri éditions, 196 pp.

## Quatre types d'action peuvent être menés :

### • L'information

C'est une action qui consiste à informer un groupe social ou un individu d'une décision prise où à prendre. Elle suppose donc l'existence d'un émetteur et d'un récepteur. Le premier est actif et le second passif. Cette information transmise peut être d'une qualité variable. Le récepteur peut également filtrer l'information. L'information est une condition nécessaire et incontournable pour parler de participation et de concertation, mais ne peut être confondue avec elles.

### • La consultation

C'est un mode de communication visant à demander son avis à un tiers. C'est ce que fait le comité de bassin lors des consultations pour l'élaboration du Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE). Les avis du public et des assemblées (conseils régionaux, conseils généraux, chambres consulaires, conseil économique et social régional et commissions locales de l'eau) sont collectés, analysés, synthétisés et présentés au comité de bassin avec la version définitive du SDAGE tenant compte des avis exprimés. Après adoption, le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux sera mis en œuvre de 2009 à 2015, échéance donnée par la directive cadre européenne sur l'eau pour atteindre les objectifs fixés.

### • La médiation

On parle de médiation généralement quand il existe un conflit entre différents acteurs. L'objectif est de rétablir le dialogue entre des parties qui n'arrivent plus à se parler et à s'entendre pour traiter une question. C'est avant tout la restauration du lien social qui est l'objectif central de cette action et, au-delà, la co-construction d'un projet commun.

### • La concertation

L'objectif de la concertation est d'aboutir à un accord satisfaisant des acteurs concernés par un problème. Les acteurs co-construisent le diagnostic de départ, le valident puis cherchent ensemble une solution partagée qu'ils jugent équitable pour résoudre et apporter une solution au problème qui les concerne. À la fin de la démarche, les acteurs signent souvent un contrat. Par ce biais ils s'engagent dans leur champ d'activité à agir et à modifier leur pratique.

Issu de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) est un outil de concertation et de planification à l'échelle d'un bassin versant. L'initiative d'un SAGE revient aux acteurs locaux qui s'inscrivent, dès le départ, dans une logique de recherche permanente d'un équilibre durable entre protection, restauration des milieux naturels et satisfaction des usages. Il est élaboré par une Commission Locale de l'Eau (CLE), représentative de l'ensemble des acteurs, qui se donne les moyens d'une large concertation sur le terrain.

### Les trois volets du dialogue

Un animateur neutre et compétent est nécessaire pour accompagner les acteurs dans la résolution du problème qui les mobilise. Cela suppose une méthodologie d'animation maîtrisée, un lieu de réunion, un échancier. Le dialogue à plusieurs ne va pas de soi, des règles du jeu doivent être établies et l'animateur est le garant du respect de ces dernières. Au centre des débats, il doit y avoir une ou des questions validées par le groupe.

Il ne se substitue pas à la responsabilité, confiée à l'élu et légitimée par le vote de prendre in fine des décisions. La concertation est une invitation de l'agir ensemble, dans un processus

d'échange, pour aller vers le meilleur choix possible pour et par la communauté concernée. Dans nos sociétés démocratiques, seul l'élu a le pouvoir de prendre la décision au final. La concertation appuie la légitimité de l'élu à faire des choix.

La concertation vise à confronter les acteurs locaux les uns aux autres pour produire des propositions nouvelles, car on considère que souvent, ce sont les acteurs du territoire qui sont les mieux placés pour produire des solutions en faveur de ce dernier. Ces acteurs sont souvent des experts et leur mobilisation pour construire des projets allant dans le sens d'un développement durable est déterminante.

Le dialogue territorial suppose une méthodologie, une éthique et de l'exigence. Il ne peut être confondu avec la cogestion ; il est plus ambitieux que la consultation. Il ouvre un nouvel espace démocratique au niveau local. Certains auteurs parlent de démocratie participative. D'un processus de concertation, souvent les acteurs en ressortent avec un point de vue modifié, plus riches, pour le bénéfice du plus grand nombre.

### • Une problématique qui touche de plein fouet le monde agricole

Le monde rural change, l'agriculture hier dominante voit son poids économique diminuer sans cesse. Il y a de moins en moins d'agriculteurs et la France actuelle a une culture et une identité à dominante urbaine. L'agriculteur n'est plus le maître de ses campagnes. De nouveaux habitants s'installent dans le monde rural. Dans l'ouest de la France, en Normandie, beaucoup d'urbains retournent vivre loin des villes, dans une nouvelle quête de nature. Qui plus est, la demande sociétale actuelle adressée à l'agriculture n'est plus celle des années 60 : la demande de produire des biens de qualité, avec un impact faible sur l'environnement monte en puissance.

Il y a une nouvelle donne et le monde agricole doit s'ouvrir vers les territoires et dialoguer. Ce nouveau challenge est parfois mal compris par les agriculteurs qui ont le sentiment, parfois avec raison, d'être mis en permanence sur le banc des accusés, d'être incompris malgré les efforts consentis. En face, les acteurs ont l'impression que le monde agricole est immuable, figé dans ses représentations et que les subventions accordées sont inégalement réparties pour une finalité qui ne se justifie plus.

L'étude d'une procédure de dialogue territorial pratiquée par un groupe d'agriculteurs peut être une étude de cas passionnante. Outre la question du dialogue local, on touche aussi la problématique propre du développement agricole qui est au cœur de notre enseignement.

Dans l'ouest de la France, une association regroupant les producteurs primaires localisés sur la bande littorale, baptisée CAP 2000, permet aux pêcheurs, conchyliculteurs et aux agriculteurs d'échanger sur leurs pratiques professionnelles localement. La question des épandages des effluents d'élevage est centrale dans leur débat car elle les concerne tous. Nationalement, il y a interdiction d'épandre dans la bande des 500 mètres. Ceci concerne le littoral et les fleuves côtiers, les rivières dont l'exutoire se jette dans la mer. Les conchyliculteurs sont tributaires de la qualité de l'eau ; c'est une question de survie. Une eau non conforme, de mauvaise qualité et c'est toute la production qui est perdue. Le dialogue interprofessionnel permet à chaque acteur de cette association de se rendre compte des contraintes des autres. La mise en place de cette interdiction a considérablement fragilisé certaines exploitations agricoles littorales ; la menace de la cessation d'activité plane... Elles ne peuvent plus épandre, le coût des exportations des effluents d'élevage est élevé, il faut trouver de nouvelles terres... Ce type de contraintes supplémentaires peut faire voler en éclat un système de production fragilisé par la conjoncture économique.

La problématique de ces acteurs est la même et c'est le ciment du départ de leur réflexion : comment faire pour pérenniser nos activités de production primaire sur le littoral ? Comment dans ce cas obtenir et construire une action gagnant-gagnant ?

Une réponse a été co-construite, elle est très originale, preuve du bénéfice que peut amener le dialogue territorial. Au départ tout opposait ces acteurs, et pourtant ! L'action « CAP 2000 » est apolitique et non syndicale, elle a été mise en place dans le Morbihan, le Finistère et le sud Manche (nouvellement). Elle se décompose en trois phases et est pilotée par un animateur neutre. Ceci a demandé la mobilisation de moyens de financement, du temps et une certaine dose de patience :

. **Phase 1** : phase de découverte des métiers des partenaires et de leurs contraintes, dans un dialogue ouvert, sans victimisation des uns et des autres.

. **Phase 2** : co-construction d'un diagnostic partagé et interpellation des pouvoirs publics. Pour sortir de cette impasse et après discussion, les partenaires sont venus à un accord. Les conchyliculteurs acceptent de voir la bande pour les épandages aller à 200 mètres du rivage en contrepartie de la signature et du respect d'un cahier des charges. La possibilité de dérogation existe dans la loi, le préfet associé à l'action a signé.

. **Phase 3** : mise en place du cahier des charges, changement de pratique et contrôle. Les acteurs s'engagent au respect du cahier des charges, la qualité de l'eau est régulièrement contrôlée. L'engagement du collectif est fort ; l'acteur déviant, soumis au regard de ses pairs prend un risque élevé.

L'observation de l'expérience par les élèves de cette procédure, la rencontre avec les acteurs, la mise en projet du groupe classe autour d'une problématique similaire : « est-ce que vous pensez que, sur le littoral Manche est (baie des Veys), ce type de démarche soit transposable et à quelles conditions ? » peut être très formateur... pour les élèves, mais peut être aussi par les acteurs rencontrés.

### LE CONTRAT GLOBAL POUR L'EAU, UNE DÉMARCHE COLLECTIVE ET VOLONTAIRE

L'Agence de l'eau propose aux acteurs locaux un partenariat qui se traduit par l'élaboration, la signature et l'application d'un Contrat global pour l'eau. Il définit un programme d'actions concret qui engage les signataires du contrat. Il fixe des priorités et un objectif local de protection de la ressource en eau. Il s'applique sur un territoire hydrographique (cours d'eau) cohérent, délimité par les cours d'eau ou les eaux souterraines.

Établi pour cinq ans, il est initié et mis en œuvre par les élus, les socioprofessionnels et des associations d'usagers.

Une cellule d'animation locale mobilise, coordonne et fédère tous les acteurs.

#### Une dynamique locale au service de l'eau

- Travailler ensemble grâce à des moyens renforcés

Une méthode de travail est proposée pour un réel pilotage local du contrat territorial : analyse de la situation, définition d'objectifs, mise en œuvre et évaluation des actions.

- Favoriser la concertation

Chacune des actions mises en œuvre est soumise au sein d'un comité de pilotage regroupant les signataires du contrat.

- Associer les usagers

Les Contrats globaux pour l'eau permettent d'informer et de débattre sur la politique de l'eau du territoire au sein d'un comité consultatif réunissant élus, artisans, agriculteurs, consommateurs et associations.



## 6.4 Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) s'impose à tous

La loi du 16 décembre 1964 met en place les comités et agences de bassin et la loi du 3 janvier 1992 instaure le SDAGE et le SAGE (schéma d'aménagement et de gestion des eaux). Le SDAGE fixe, pour chaque bassin hydrographique, les grandes orientations de la gestion de la ressource en eau. Le préfet coordonnateur de bassin approuve les SDAGE sur proposition des comités de bassin.

Le SDAGE comprend un état de la connaissance et des lieux, un diagnostic, la définition d'objectifs prioritaires, des préconisations générales concernant la gestion de l'eau et des préconisations locales pour atteindre ces objectifs prioritaires.

Objectif	Stratégie	Mesures
Qualité des eaux pour l'alimentation	Définition des zones protégées AEP (alimentation en eau potable) et des AAC (aires d'alimentation de captage)	<p><b>Pour les eaux souterraines</b> : boisement, enherbement, élevage extensif, agriculture biologique. Diagnostic, classes de captage, réglementation. Seuils d'alerte vis-à-vis de la pollution diffuse. Pratiques agricoles à promouvoir pour réduire la pression de pollution :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- systèmes d'exploitation moins polluants avec techniques alternatives aux pesticides</li> <li>- zones de régulation écologique favorables à la résistance naturelle des cultures : agir sur le paysage (habitat, diversité, continuité biologique) ; diversification, surfaces de compensation</li> <li>- bandes enherbées</li> <li>- haies</li> <li>- Maîtrise des transferts de polluants : fertilisation raisonnée, couverture des sols en hiver</li> </ul>
	Mise à jour, surveillance de la liste des substances prioritaires et dangereuses	<p><b>Pour les eaux de surface</b> : protection des eaux souterraines qui constituent l'essentiel de l'alimentation des cours d'eau hors temps de pluie. Maîtriser le ruissellement et l'érosion en amont des captages et cours d'eau affectés par ces phénomènes. Action vis-à-vis du lessivage du sol par le ruissellement des eaux.</p>

Les SDAGE sont également des instruments juridiques. Tous les documents émanant des collectivités et des services de l'État doivent être conformes aux recommandations. Le SDAGE est mis à disposition du public et son suivi est assuré par l'agence de l'eau du bassin à l'aide de tableaux de bord.

Enjeux	Défis	Programme de mesures
1. Protéger la santé et l'environnement - améliorer la qualité de l'eau et des milieux aquatiques	1- Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants "classiques" 2- Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques 3- Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses 4- Réduire les pollutions microbiologiques des milieux 5- Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuels et futurs 6- Protéger et restaurer les milieux aquatiques humides	- Assainissement des collectivités : eaux usées et pluviales - Rejets des industries et de l'artisanat - Rejets des élevages - Fertilisants et pesticides agricoles - Transferts des pollutions diffuses agricoles - Fonctionnement des milieux aquatiques - Préservation des zones humides et secteurs littoraux
2. Anticiper les situations de crise, inondation et sécheresse	7- Gérer la rareté de la ressource en eau 8- Limiter et prévenir le risque inondation	- Gestion quantitative de la ressource : rareté, réduction des prélèvements d'eau, maintien ou restauration de zones d'expansion de crues, maîtrise du ruissellement
3. Renforcer, développer et pérenniser les politiques de gestion locale - renforcer l'implication des acteurs	Levier 2 : développer la gouvernance et l'analyse économique pour lever les défis	- Acquisition et connaissance et de données sur l'eau - Actions territoriales de gouvernance
4. Favoriser un financement ambitieux et équilibré - développer l'analyse économique au service de l'équité des contributions		
	Levier 1 : acquérir et partager les connaissances pour relever les défis	

## 7. L'eau : aspects culturels et artistiques



Fontaine à l'Alhambra, Grenade

### 7.1. Les mythes, symboles et croyances

L'eau a longtemps revêtu plusieurs aspects dans les croyances et les religions des peuples. Ainsi, de la mythologie gréco-romaine aux religions actuelles, l'eau est toujours présente sous différents aspects : destructrice, purificatrice, source de vie, guérisseuse et protectrice<sup>139</sup>. On la retrouve chez les Grecs anciens, dans la Bible, le Coran, chez les aborigènes d'Australie<sup>140</sup>. Mais aussi dans le monde aztèque<sup>141</sup> ou chez les Dogon du Mali<sup>142</sup>...

La vie humaine commence dans l'eau maternelle, avant l'accouchement. Il n'est pas étonnant, dès lors, que l'eau soit le support de nombreuses croyances. Ainsi au Paradis, représenté par les peintres de la Renaissance, il y a une fontaine, tout comme au milieu des jardins arabo-andalous, eux-mêmes métaphores paradisiaques. Mais les eaux peuvent aussi être celles de l'Enfer, dans les profondeurs abyssales d'un puits ou d'un gouffre, ou lorsqu'elles conduisent à la noyade. L'élément peut symboliser tant l'espérance que le désespoir. Narcisse découvre dans la source une beauté infinie, mais il sombre dans le délire sans reconnaître son propre reflet. L'eau apaise la soif de contemplation propre aux hommes, il suffit de songer à ses propres promenades, souvent empreintes de mélancolie, le long d'un cours d'eau paisible ou sur la plage d'un littoral. Une même masse d'eau peut avoir de multiples facettes : les cours d'eau, du torrent impétueux au fleuve tranquille, les océans, de la mer plate au tsunami. Tout cela n'est peut-être que le miroir de l'esprit des hommes<sup>143</sup>.

#### Exemples d'activités :

- recherches complémentaires,
- étude de texte,
- travail sur contes et légendes.

<sup>139</sup> L'eau dans les croyances (Wikipédia) [en ligne] <[http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau#L.27eau\\_dans\\_les\\_croyances](http://fr.wikipedia.org/wiki/Eau#L.27eau_dans_les_croyances)>

<sup>140</sup> Cité des Sciences Paris, 2006. L'eau et la civilisation. Exposition L'eau pour tous, 4 avril – 5 novembre 2006. [en ligne] <[http://www.cite-sciences.fr/francais/ala\\_cite/expositions/eau\\_pour\\_tous/index2.php?rub=&ss\\_rub=>](http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/expositions/eau_pour_tous/index2.php?rub=&ss_rub=>)

<sup>141</sup> C. Duverger, 1990. L'eau dans le monde aztèque. In Le grand livre de l'eau, La Manufacture, pp. 41-49.

<sup>142</sup> G. Calame-Griaule, 1990. L'eau, la femme, la parole (Dogon du Mali). In Le grand livre de l'eau, La Manufacture, pp. 50-53.

<sup>143</sup> Sur ce sujet, on peut lire l'article de C. Mettra, 1990. Les eaux et les songes. In Le grand livre de l'eau, La Manufacture, pp. 21-30.

## 7.2. L'eau dans la construction des civilisations

L'antiquité et le moyen-âge connaissaient déjà les techniques hydrauliques<sup>144</sup>. Par exemple, les premiers barrages connus dans le désert datent de 6 000 ans. De grands travaux furent entrepris vers 1 200 avant notre ère pour protéger la cité mycénienne de Tirynthe contre les inondations. L'ancienne civilisation de Sumer, entre le Tigre et l'Euphrate, pratiquait l'irrigation, tout comme la Chine, depuis son premier empereur, avec des ouvrages encore en service aujourd'hui. Le pharaon Amenemhat III a créé la riche province du lac en contrôlant les eaux du Nil à travers la dépression du Fayoum, en Égypte, et Sennacherib, le destructeur de Babylone, aimait les jardins et fit détourner des rivières pour irriguer les vergers de Ninive.

### Exemples d'activités – thèmes de recherches :

- la naissance des civilisations au sein du croissant fertile en liaison avec le Tigre et l'Euphrate
- les crues du Nil et les dépôts de limon dans l'Égypte des pharaons
- les Phéniciens et le développement du commerce maritime
- les aqueducs des Romains
- les drakkars des Vikings remontant la Seine
- le courage de Bayard lors de la défense du pont de Garigliano
- les villes bâties auprès des cours d'eau : Paris sur la Seine, Lyon sur le Rhône
- les ports : Marseille, le Havre
- les explorations de nouveaux pays en remontant les fleuves
- la création du canal de Suez, puis du canal de Panama
- des passages importants de fleuves : Alexandre le grand et le Granique, César et le Rubicon, Napoléon et la Bérézina, guerre de 14 – 18 et bataille de la Marne, guerre de 39 – 45 et opération Market Garden...



*Le Pont du Gard, construit vers le milieu du Ier siècle après J.-C., pour alimenter en eau la ville de Nîmes*

## 7.3. L'eau dans la diversité culturelle et linguistique

La racine « aqua » se retrouve dans toutes les langues issues du latin. Ce même mot s'est déformé progressivement en « awa, ewa, eve, eave, eau » au cours du temps. C'est le type même de mot transformé par la transmission populaire.

On est revenu au mot latin aqua pour créer des termes plus scientifiques : aquaculture, aqueduc, aquaplaning...

La racine grecque « hydro » complète le champ lexical concernant l'eau.

### Exemples d'activités :

- rechercher des mots français utilisant la racine grecque / latine et donner leur signification
- rechercher des noms de villes en liaison avec l'eau.
- rechercher comment se dit eau dans différentes langues étrangères
- rechercher des maximes ou proverbes faisant référence à l'eau
- rechercher des poèmes ou autres textes en langues étrangères
- écrire un texte en langue étrangère

<sup>144</sup> P-L. Viollet, 1970. L'hydraulique dans les civilisations anciennes - 5 000 ans d'histoire. Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées (ENPC), 374 pp.

#### 7.4. L'eau dans les lettres et les arts

L'eau est souvent présente dans la littérature, tant dans l'antiquité que dans les œuvres contemporaines. C'est essentiellement en poésie que le thème de l'eau sert de support à l'expression des sentiments des auteurs.

L'eau et les flots constituent un thème récurrent dans les œuvres des impressionnistes.

Les divinités servent d'inspirations à de nombreuses sculptures.

L'eau fascine avant tout. Les idées qui veulent être transmises sont généralement les suivantes :

- le reflet, l'image de soi ou de la réalité que nous donne une étendue d'eau (Narcisse)
- la mouvance qui évoque le changement, l'insaisissable
- l'eau qui coule comme le temps qui passe
- la beauté, la vie, l'éternité
- la maternité : l'eau et le corps maternel sont liés l'un à l'autre, mais aussi la renaissance

##### Exemples d'activités

- recherche d'œuvres artistiques<sup>145</sup> : peinture, sculpture, musique, chanson
- création d'une œuvre en art plastique
- prise de photographies et réalisation d'un montage



<sup>145</sup> Pour quelques exemples, voir G. Lascaut, 1990. L'art et l'eau (vingt-deux fragments d'un dossier dévasté). In Le grand livre de l'eau, La Manufacture, pp. 55-68.

# Volet pédagogique des classes d'eau

## 1. Exemples de programmes de classe d'eau dans l'Enseignement agricole

Les classes d'eau ont pour objectif de rendre des élèves citoyens et acteurs de la gestion de l'eau. Elles visent par conséquent à comprendre les grands enjeux de la gestion de l'eau, de construire et de s'approprier des outils pertinents pour mieux prendre en compte l'eau dans toutes ses composantes (eau potable, support de la vie, productrice de biens et de services, jouant un rôle économique fort...).

Il est très souvent préconisé dans l'enseignement agricole de « rentrer par une problématique » ; ce qui signifie de poser un problème de départ aux élèves pour lequel ils devront s'attacher à trouver une ou des réponses au travers de la semaine de classe d'eau.

Les classes d'eau ne sont pas uniquement réservées aux cursus eau ou aménagement. Vous trouverez ci-dessous quelques exemples de programmes réalisés par certains collègues depuis quelques années. De nombreux anciens modules permettent déjà dans l'enseignement agricole de monter ce type de projet ; les nouveaux offrent encore plus de possibilités. La classe d'eau est un bon prétexte pour travailler d'avantage en pluri ou interdisciplinarité.

Toutes les classes d'eau attestent ainsi d'une volonté de fédérer différents enseignements (dont nous soulignerons la difficulté plus tard), et de créer un moment fort lors de l'année scolaire.

Elles permettent d'une part d'aborder différentes approches liées à l'eau et d'autre part de créer de la cohésion entre les élèves, les enseignements et au sein des équipes. Les classes d'eau s'apparentent assez aux classes « d'études du milieu », bien connues dans l'Enseignement agricole, et dans leur conception et dans leur objectif.



EMPLOI DU TEMPS CLASSE D'EAU DE 4<sup>ème</sup>  
 MAISON FAMILIALE DU BARROIS (AUBE)  
 DU 21 AU 25 MAI 2007

Jour	Matin	Après midi
Lundi 21 mai	Accueil et présentation de la classe d'eau. Mise en commun de l'enquête sur l'eau dans la commune (Mme Magalhaès et M. Christmann).	<b>Biologie végétale</b> : l'eau dans la plante (M. Cazot) <b>Viticulture</b> : mise en évidence des sources de pollution dans l'activité viticole (M. Christmann).
Mardi 22 mai	Activités manuelles : création de bateaux par groupes (Mme Magalhaès). Essai des bateaux. Courses de bateaux sur la Laignes.	Fosse Dyonne à Tonnerre : découverte et explication d'un phénomène aquatique naturel
Mercredi 23 mai	Intervention de M. Mathiotte, président de l'APPMA locale. Visite de long de la Laignes pour observer les installations et le milieu naturel.	Visite de la station d'épuration des Riceys avec un responsable communal (M. Arthuis). <b>Mathématiques</b> : les volumes (M. Christmann).
Jeudi 24 mai	Visite de la rhizosphère par M. Rommel, maire de Gomméville <b>Géographie</b> : l'eau sur la terre (océans, mers, fleuves français)	Visite des installations et pêches de truites à la pisciculture de Vauxhaultes-sur-Aube par le responsable du GAEC "les truites de l'Aube" (M. Scherter).
Vendredi 25 mai	<b>Biologie humaine</b> : l'eau dans le corps humain (M. Terraz). Réalisation de panneaux sur le thème de l'eau.	<b>Français</b> : l'eau dans la mythologie (Mme Magalhaès). Remise des diplômes.

Source : Valérie Magalhaès

## Volet pédagogique des classes d'eau

CLASSE D'EAU DU CFA HORTITHEQUE  
FAUVILLE EN CAUX (SEINE MARITIME)  
BEP/CAP SECONDE JARDIN ESPACES VERTS  
15 AU 19 MARS 2010

Lundi 15 mars	Mardi 16 mars	Mercredi 17 mars	Jeudi 18 mars	Vendredi 19 mars
<b>Exposition de l'agence régionale de l'environnement "Eau fragile conquête"</b>				
<p>Intervention du Parc régional des boucles de la Seine (Marie Vaneau)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Découverte de la réserve naturelle des Mannevilles</li> <li>- Explication du fonctionnement des cours d'eau</li> <li>- Explication du rôle des milieux humides</li> <li>- Découverte des insectes des batraciens du milieu</li> </ul> <p><b>Visite</b> de la grand mare du marais Vernier</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Travail sur carte IGN</li> <li>- Visite de la grand mare</li> <li>- Visite du point de vue</li> </ul>	<p><b>Visite</b> de la vallée de la Durdent</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse du départ du fleuve</li> <li>- Parcours pédestre avec reconnaissance de la flore</li> <li>- Les moulins</li> <li>- Les aménagement</li> </ul> <p><b>Visite</b> de la grand mare du marais Vernier</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La jetée du fleuve en mer</li> </ul>	<p><b>Le cycle de l'eau et la législation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etude du cycle de l'eau</li> <li>- L'eau dans l'utilisation quotidienne</li> <li>- Le retraitement de l'eau</li> <li>- Recherche sur le droit de l'eau</li> <li>- Connaître les différents partenaires et leurs fonctions</li> </ul>	<p><b>Intervention</b> de la chambre d'agriculture sur les bassins versants.</p> <p>Etude des berges et de leur entretien :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mécanique (débroussaillage, taille, élagage)</li> <li>- manuel (nettoyage des abords, curage)</li> <li>- chimique (connaissance des produits adaptés au milieu aquatique).</li> </ul>	<p><b>Exposition</b> du travail des jeunes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation des dossiers réalisés</li> <li>- Présentation des herbiers réalisés</li> <li>- Présentation des maquettes réalisées</li> <li>- Exposition de panneaux sur les rivières et les mares</li> </ul>

Source : Marie Premel et Bruno Neveu

**EMPLOI DU TEMPS CLASSE D'EAU  
SECONDE ET PREMIÈRE STAV  
LYCÉE AGRICOLE DE LA THIERACHE (OISE)  
DU 22 AU 26 SEPTEMBRE 2008**

Jour	Matin	Après midi
Lundi 22 septembre	Présentation du fil conducteur et de la classe d'eau. <b>Biologie-écologie</b> : étude des populations aquatiques, assainissement, cycle de l'eau. <b>Sciences physiques</b> : analyse de l'eau.	<b>Intervention</b> du président de la société de pêche. <b>Visite</b> de la station d'épuration par le chargé de mission de la communauté de communes.
Mardi 23 septembre	<b>Aménagement</b> : gestion des milieux, aménagement d'un bassin versant (rivière et gestion des crues). <b>Visite</b> de l'aménagement du bassin de l'Oise Amont par une personne du syndicat intercommunal.	<b>Visite</b> d'une zone humaine en forêt "Natura 200" par un intervenant de l'ONF.
Mercredi 24 septembre	<b>Intervention</b> d'une personne de l'Entente Oise-Aisne : plan de prévention des crues, création d'ouvrages... <b>Français</b> : le compte-rendu, technique et réalisation.	<b>Technique informatique et multimédia</b> : traitement de texte, photoshop, powerpoint. <b>Travail de groupes</b> et rédaction des comptes-rendus.
Jeudi 25 septembre	<b>Agronomie</b> : lutte contre les pollutions ponctuelles et diffuses. <b>Histoire-géographie</b> : approche du territoire.	<b>Intervention</b> de la chambre d'agriculture de l'Aisne : programme Life AgriPéron (réhabilitation du bassin versant du Péron). <b>Visite</b> des exploitations agricoles engagées dans le programme par un technicien de la chambre d'agriculture et de la coopérative.
Vendredi 26 septembre	<b>Travail de groupes</b> : rédaction des comptes-rendus. <b>Education socio-culturelle</b> : le jeu de rôles	<b>Jeu de rôles</b> : POLU PALO <b>Visite</b> de la station de captage dans l'Oise d'Englancourt. <b>Cérémonie de clôture.</b>

Source : Patricia Roger

# Volet pédagogique des classes d'eau

## EMPLOI DU TEMPS CLASSE D'EAU DE 1<sup>ère</sup> STAV LYCÉE AGRICOLE DE SAINTE-MAURE (AUBE)

Horaires	1er jour	2ème jour	3ème jour	4ème jour	5ème jour	
8h00-9h00	Présentation de la classe d'eau Distribution du livre de bord	L'indice biologique lié aux macrophytes	L'indice hydromorpho- logique	Visite de l'Institut Interdépartementale des Barrages Réservoirs du Bassin de la Seine	Visite d'un réseau d'assainissement et d'une station d'épuration	
9h00-10h00	Anglais : Vocabulaire sur l'eau					
10h00-11h00	Présentation du rôle de la commune dans le domaine de l'eau potable, de l'assainissement et des cours d'eau par le maire de la commune	L'indice biologique lié aux poissons	Visite d'un réseau d'adduction d'eau potable	Visite et découverte de la faune et de la flore des bordures du lac en canoë	Histoire - géographie : L'eau dans la ville	
11h00-12h00						L'indice biologique lié aux invertébrés benthiques
13h30-14h30	L'indice biologique lié aux invertébrés benthiques	L'indice biologique lié aux poissons	Visite d'un réseau d'adduction d'eau potable	Visite et découverte de la faune et de la flore des bordures du lac en canoë	Histoire - géographie : L'eau dans la ville	
14h30-15h30						Restitution et remise des diplômes
15h30-16h30						

Source : Olivier Berthelot

**EMPLOI DU TEMPS CLASSE D'EAU**  
**1ÈRE TECHNOLOGIQUE**  
**LEGTA DE SEMUR CHATILLON (CÔTE D'OR)**  
**DU 2 AU 6 OCTOBRE 2006**

Jour	Matin	Après midi
Lundi 2 octobre	Intervention de M. Robin de l'agence de l'eau Seine-Normandie. - Fonctions - Compétences - Politique de l'eau - Financement : comment mener les interventions ? - L'eau : qualité, prix, consommation...	Visite de la station d'épuration de Semur en Auxois. Intervention de M. Meyer, conseil supérieur de la pêche. Etude naturaliste du cours d'eau : terrain puis salle. Relevé des êtres vivants dans l'Armançon, identifications, conséquences.
Mardi 3 octobre	Rencontres à la mairie de Venarey les Laumes : problématique de l'eau pour la commune. Mme Louis, SIRTAVA et M. Rogosinski, 1er adjoint de la commune.	Réhabilitation des berges de la Brenne Mme Petit, responsable de la cellule eau, DDE police de l'eau
Mercredi 4 octobre	<b>Anglais</b> : vocabulaire lié à l'eau, rivière, aménagement hydraulique. <b>Education socio-culturelle</b> : travail sur les techniques de communication pour la mise en place d'une exposition + restitution classe de terminale.	<b>Informatique</b> : création de CD de photos sur les aménagements de rivières + intervenant <b>Aménagement et production végétale</b>
Jeudi 5 octobre	Intervention de Mme Louis Sortie de terrain Réhabilitation des berges de la Brenne, de type urbain (Venarey les Laumes) et de type rural (Pouillenay).	Intervention de Mme Lamande, DIREN - Protection des espaces naturels - Politique de l'Etat - Bilan : problématiques, acteurs - Comparaison des aménagements  Préparation d'une restitution orale.
Vendredi 6 octobre	<b>Visite</b> du lavoir de Genay avec la police de l'eau et le CSP (Mme Petit, M. Meyer). Réglementation, problématique du moulin.	<b>Sortie de terrain</b> : répercussion des activités agricoles sur les cours d'eau - Genay (rencontre avec le maire J.Michel Garraut). - Senailly  Cérémonie de restitution.

## Volet pédagogique des classes d'eau

## CLASSE D'EAU LA BRETONNIERE (SEINE ET MARNE)

## SECONDE - 1ÈRE STAV

## PLANNING DU 9 AU 13 JUIN 2008

Date	Matin	Professeurs pilotes / lieu	Thèmes	Après midi	Professeurs pilotes / lieu	Thèmes	Un groupe électron libre collectera des informations toute la semaine pour constituer le carnet de bord.
<b>Lundi</b> 9 juin	9h-10h	Mime Pretot Ambassade de l'eau GSH	Présentation du projet. Gestion de l'eau en France (les acteurs de l'eau).	13h-15h	VM AM Sciences physiques et biologie	Prélèvements d'échantillons en différents endroits d'une rivière puis analyses physico-chimiques et biologiques.	3 à 4 groupes en fonction du nombre d'accompagnateurs (prévoir vêtements de circonstance + réservation trafics et bus).
	10h-12h	VM AM Sciences physiques et biologie Labos	Le cycle de l'eau Etude / analyses de différentes eaux : - minérales : étude d'étiquettes - présentation de divers protocoles d'analyse	15h-17h	VM AM Sciences physiques et biologie Labos	Analyses en laboratoire. Détermination de la qualité des eaux.	
<b>Mardi</b> 10 juin	8h-12h	LD CVDA Education socio-culturelle et histoire/géographie Honvilliers	Visite d'une station de pompage (1/2 groupe). La répartition planétaire des ressources en eau.	13h-17h	CVDA Agronomie La Breto exploit GH - CC Economie-gestion La Breto GSH	L'eau et son utilisation sur l'exploitation (1/2 groupe).  L'eau et son utilisation sur l'EPL (1/2 groupe).	Rotation des demi-groupes sur la journée.
	8h-12h	LD Education socio-culturelle et EPS Petit Morin Verdelot	Découverte d'un cours d'eau en canoë. Observation des conséquences des activités humaines sur ce milieu (1/2 groupe)	13h-17h	DD LD Education socio-culturelle et EPS La Breto GSH	Intervention d'un élu Les responsabilités en matière d'eau potable et d'assainissement (1/2 groupe)	Rotation des demi-groupes sur la journée 2 intervenants le matin 2 intervenants l'après midi. (Réservation du bus+ centre de canoë)
<b>Jeudi</b> 12 juin	8h-12h	LD Education socio-culturelle et biologie Achères Cité de l'eau	Visite de la station d'épuration (1/2 groupe) Cité de l'eau Exposition : "Développement durable"	13h-17h	LD Education socio-culturelle et biologie Achères	Visite de la station d'épuration Seine Aval Intervention de personnel(s) de la station (1/2 groupe)	Rotation des demi-groupes sur la journée (prévoir des paniers repas x 50 + profs. Réservation du bus)
	8h-12h	DD-SL La Breto organisation à établir (groupes répartis entre DD, SL, LD)	Etat des lieux : L'usage de l'eau sur l'exploitation agricole : étude de projet et préparation des restitutions.	13h-17h	Tous les professeurs La Breto Organisation à établir (Salle info + classes)	Etude de documents sélectionnés par les professeurs. Réflexion. Jeux de rôles Bilan. Restitution oral des élèves avec un diaporama.	Invitation des intervenants pour la restitution et/ou pour une discussion.
<b>Vendredi</b> 13 juin							

Abréviations : AM Antoine Martin, CC Claire Coulanges, CVDA Coralie Van Den Avenne, DD Dienaba Dia, GH Geneviève Hery, LD Laurent Devilliers, SL Soizic Lecointre, SL' Sébastien Lhardy, VM Valérie Meigneux, GSH Geoffroy St Hilaire  
Effectif : 50 élèves + professeurs



## CLASSE D'EAU LEGTA LA BAROTTE (CÔTE D'OR)

## BEPA CONDUITE PRODUCTION ANIMALE

26 AU 30 MAI 2008

## "COMMENT COLLECTIVEMENT DIMINUER NOS CONSOMMATIONS D'EAU ET RÉDUIRE NOS POLLUTIONS AU LYCÉE ?"

Lundi 26 mai	Mardi 27 mai	Mercredi 28 mai	Jeudi 29 mai	Vendredi 30 mai
<p>10h : Début de la classe d'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- présentation du programme</li> <li>- répartition du travail des groupes</li> <li>- évaluations prévues</li> </ul> <p>Sofie Aublin (agronomie)</p>	<p>Enquêtes au lycée auprès du gestionnaire, du directeur de l'exploitation et d'un agent d'entretien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- que devient l'eau qui arrive au lycée ?</li> <li>- diagnostic des consommations d'eau</li> <li>- pollutions</li> <li>- pistes d'amélioration</li> </ul> <p>François, Julien, Jean-Marie, Blandine</p> <p><b>Chimie eau (groupe naturaliste)</b> Sofie Aublin</p>	<p>Travail sur livre de bord, rédaction de la charte citoyenne du lycée et préparation de l'exposition</p> <p>Sofie Aublin, Nathalie Jacquenet(CDI), Raphael Moretto (ESC), Jean-Marie Pourcelot (ATOSS)</p>	<p>Visite de la Maison du Parc à Saint Brisson</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- découverte d'écosystèmes aquatiques</li> <li>- animation « ruisseau »</li> <li>- autres usagers de l'eau</li> <li>- historique de l'eau dans la région</li> </ul> <p>Eric Demouron (zootechnie) et François Hours (directeur exploitation du lycée de Chatillon)</p>	<p>Travail sur livre de bord et préparation de l'exposition</p> <p>Sofie Aublin et Corinne Pelletier (labo)</p>
<p><b>En bord de Seine avec technicien de rivière</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- d'où vient l'eau du lycée et où va-t-elle ?</li> <li>- découverte de la rivière et des berges</li> <li>- prélèvements</li> <li>- détermination de l'état de la rivière</li> <li>- step et gestion eau (maire)</li> </ul> <p>Sofie Aublin et Romuald Aulard (maths)</p>	<p><b>Intervention sur la lecture d'une analyse d'eau et d'une facture d'eau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- calcul du coût de l'eau</li> <li>- simulation d'économies</li> </ul> <p>Remue-méninge sur le thème « comment mieux respecter l'eau au lycée ? »</p> <p>Sofie Aublin et Jean-Philippe Delacre (économie)</p>	<p>Travail sur livre de bord, rédaction de la charte citoyenne du lycée et préparation de l'exposition</p> <p>Sofie Aublin, Nathalie Jacquenet(CDI), Raphael Moretto (ESC), Jean-Marie Pourcelot (ATOSS)</p>	<p>Visite de l'exploitation agricole de l'Abbaye de la Pierre qui Vire</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-visite technique</li> <li>-système de filtre à paille</li> </ul> <p>Eric Demouron (zootechnie)et François Hours (directeur exploitation du lycée de Chatillon)</p>	<p>Evaluation certificative</p> <p>Sofie Aublin</p> <p><b>15h : Inauguration de l'exposition</b></p> <p>Sofie Aublin</p>

Source : Sofie Aublin

**EMPLOI DU TEMPS CLASSE D'EAU**  
**B TSA GEMEAU**  
**LYCÉE AGRICOLE DE CHAMBRAY (EURE)**  
**DU 20 AU 25 MARS 2006**

Jour	Matin	Après midi
Lundi 20 mars	<p><b>Présentation</b> du déroulement de la semaine. Emmanuel Bon (écologie) Mohamed Kassoul (hydrologie)</p> <p><b>Distribution</b> des fiches de personnages du jeu de rôles (POLU PALO) prévu en fin de semaine.</p>	<p><b>Présentation</b> de la méthode du bilan azoté Mohamed Kassoul (hydrologie) J.Michel Cholet (agronomie)</p>
Mardi 21 mars	<p><b>Visite</b> de l'usine d'eau potable de Radicatel Ibrahim Aloui (hydraulique).</p>	<p><b>Visite</b> de la station d'épuration de la communauté de l'agglomération havraise (CODAH).</p>
Mercredi 24 septembre	<p><b>Visite</b> des aménagements portuaires de Port 2000 au Havre. Emmanuel Bon (écologie) Michel Vilatte (géographie)</p>	<p><b>Visite</b> de la maison de l'estuaire du Havre : présentation du groupement des exploitants des prairies alluvionnaires de l'estuaire de la Seine (GPAES) J.Michel Cholet (agronomie) Sandrine Laval (biologie)</p>
Jeudi 25 septembre	<p><b>Découverte</b> de la réserve de l'estuaire de la Seine. Stéphane Boudot (chimie) Sandrine Laval (biologie)</p>	<p><b>Visite</b> de l'exploitation de M. Le Thuillier adhérent du groupe FARRE.</p>
Vendredi 26 septembre	<p>Intervention de Vincent Pupin, auditeur patrimonial sur son action auprès des acteurs de la réserve de l'estuaire.</p>	<p>Jeu de rôle POLU PALO sur la gestion de l'eau dans les bassins versants. François Lenormand, association CARDERE Remise des diplômes par l'agence de l'eau (Barbara Tételain)</p>

*Source : Emmanuel Bon*

## PROJET NESSIE « EAU ET AGRICULTURE »

4 au juin 2007

L'Université de Reims participe à la constitution d'un réseau européen d'établissements d'enseignement supérieur – NESSIE : Network European for Sustainable Systems In Education – afin de développer l'échange de pratiques pédagogiques et d'expériences pour les étudiants dans le domaine du développement durable en agriculture. La Faculté des Sciences coordonne un projet de ce réseau visant le développement de parcours de formation sur Internet (français, anglais) avec des rencontres thématiques dans un pays partenaires afin d'illustrer concrètement le contenu du parcours de formation. Ce projet, qui associe les EPLEFPA de Chalons en Champagne, Croigny et Avize, s'est déroulé de 2007 à 2009 dans le cadre du programme européen Erasmus. L'année 2007 a été consacrée à la construction d'un parcours pédagogique sur « eau et agriculture » avec 2 semaines de rencontres en juin 2007 en France et en Belgique. La classe d'eau concerne donc l'accueil d'un groupe de 30 personnes (enseignants et étudiants européens) pendant une semaine dans la région de Reims (l'autre semaine se déroulant en Wallonie).

Jour	Matin	Après midi
LUNDI 4 juin	<b>Accueil</b> : présentation des objectifs pédagogiques des 2 semaines et du <b>contexte wallon</b>	Politique de l'eau en Wallonie en lien avec la <b>Gestion Intégrée de la Ressource en Eau et la DCE</b> : exemple du Contrat de Rivière
MARDI 5 juin	<b>Visite de terrain</b> : aménagement territoriaux afin de maîtriser impacts de l'agriculture sur la ressource en eau en Basse Semois et Semoy française	<b>Visite de terrain</b> : Impacts des autres activités humaines sur la qualité de l'eau et rôle des collectivités locales en Haute Semois
MERCREDI 6 juin	<b>Techniques de laboratoire</b> pour le contrôle de la qualité de l'eau	Présentation de la problématique <b>“eau et agriculture” dans les Pays d'Europe de l'Ouest</b> (restitution travaux étudiants)
JEUDI 7 juin	<b>Système de suivi des Mesures Agroenvironnementales</b>	Visite de terrain : Exemples d'application des MAE
VENDREDI 8 juin	Système de suivi des cultures pour la production intégrée en agriculture	<b>Visite de terrain</b> : Réseau de parcelles d'alertes pour le contrôle des ravageurs des cultures
Week end		
LUNDI 11 juin	<b>Présentation du contexte agricole champardennais</b> : modernisation de l'agriculture et impact sur la ressource en eau	<b>Visite de terrain</b> : techniques alternatives au désherbage et gestion des effluents en viticulture en partenariat avec la commune d'Avize (EPLFPA Avize)
MARDI 12 juin	<b>Visite de terrain</b> : de Tourbe Eau Pure au développement des Systèmes de Cultures Intégrés : expérimentation collective pour la protection des bassins versants (Chambre d'Agriculture 51)	Présentation de la problématique <b>“eau et agriculture” dans les Pays d'Europe de l'Est</b> (restitution travaux étudiants)
MERCREDI 13 juin	<b>Visite de terrain</b> : gestion du risque de pollution par la maîtrise des intrants (compostage des effluents, desherbinage, Cultures Intermédiaires Pièges à Nitrates, choix variétal et risques fongicide) (EPLFPA de Rethel)	Présentation de l' <b>intérêt des haies pour la protection de l'eau</b> et la lutte de l'érosion à partir de l'expérience de la commune de Gelannes (Aube) (CFPPA de Croigny)
JEUDI 14 juin	<b>Visite de Terrain</b> : le Contrat Territorial : outil de mobilisation des collectivités locales pour la protection de la ressource (Reims Metropole)	<b>Elaboration de supports de restitution du séminaire</b> en vue de la capitalisation des expériences (travail en groupe d'étudiants)
VENDREDI 15 juin	<b>Synthèse des 2 semaines</b> : bilan parcours formation, adéquation/séminaire	
Week end	Retour	

Source :

Quentin Delachapelle

## 2. Analyse de l'évolution d'une classe d'eau au LEGTA de La Saussaye à Chartres

### 2.1 - De la thématique à la problématique

« Les activités pluridisciplinaires traditionnelles ont tendance à s'organiser autour d'un thème (la mer, la ville, ou le parc régional...) ou d'un projet (réaliser le balisage d'un sentier de randonnée), ce qui en soi, représente un progrès par rapport aux découpages disciplinaires traditionnels. En effet le thème ou le projet produisent du lien, au niveau pédagogique tout au moins, ils permettent de décloisonner les disciplines et de travailler en équipe. Mais cette unité a quelque chose d'illusoire.

Avec l'approche thématique (la mer par exemple), on aborde au même moment tout ce qui de près ou de loin a trait au sujet (mouvement ondulatoire des vagues, la marée noire, les nodules polymétalliques, l'histoire des grands navigateurs, le cimetière marin de Paul Valéry, etc...) mais au delà de l'ordre de l'imaginaire, on retombe dans un catalogue hétéroclite de sous thèmes, dans la juxtaposition et la démarche analytique. Dans les pédagogies du projet, plusieurs disciplines concourent à une même action, c'est l'action qui crée du lien.

On se focalise tellement sur la résolution du problème pratique qu'on néglige la construction du problème théorique qui seul permettrait un apprentissage conceptuel et un réinvestissement dans d'autres situations. Dans ces deux cas, on oscille donc trop souvent entre la simple juxtaposition de savoirs disciplinaires ou la dilution des savoirs dans l'action. (...). C'est le problème qui produit l'unité de cohérence, elle se situe au moins au niveau des pratiques pédagogiques (on n'a pas besoin de travailler toujours en équipe) qu'au niveau épistémologique, c'est à dire au niveau du savoir. Les problèmes empiriques (...) sont par nature complexes et se posent au niveau infra-disciplinaire : chaque discipline peut éclairer un aspect du problème où il faut la collaboration de plusieurs disciplines pour venir à bout du problème. C'est à cette condition qu'il y aura véritablement pluri ou interdisciplinarité. Il s'agit non plus de juxtaposer ou de diluer les disciplines mais de les mettre en synergie, pour non seulement résoudre, mais poser et construire le problème qui leur donnent sens. »

*B. Fleury - Extrait des actes du colloque . Toulouse. Avril 1998*

Si l'on veut rendre des élèves citoyens, compétents et les aider à construire un regard critique, il est important de les outiller pour lire la réalité. Les démarches pédagogiques mises en oeuvre doivent donc viser la compétence et construire des savoirs outils c'est-à-dire des savoirs pour l'action.

Il est alors souhaitable, voire fondamental, de faire évoluer les approches thématiques vers des approches constructivistes, en ciblant un objectif d'apprentissage : que veut-on faire apprendre aux élèves ? Le cœur de cible doit être identifié et chaque discipline peut éclairer un aspect du problème. Il ne s'agit plus de juxtaposer les disciplines mais de les mettre en synergie pour poser, construire et résoudre le problème.

C'est à partir des idées développées dans le texte de B. Fleury, que nous analyserons l'évolution d'une classe d'eau réalisée de Chartres, au Legta de la Saussaye.

## 2.2 - De l'approche thématique... (une première classe d'eau)

La première classe d'eau organisée par le lycée agricole de Chartres (comme celles d'autres lycées agricoles) fait apparaître toute la difficulté à mettre en place des scénarios pédagogiques pour construire des savoirs.

Elle illustre parfaitement l'approche thématique, sur le thème de l'eau dans une conception assez large. La semaine s'organise à partir de cours, d'activités et de visites et mobilise une équipe pluridisciplinaire pour faire découvrir toutes les facettes « de l'eau » aux élèves.

Elle interpelle bon nombre de disciplines (plus d'une dizaine) et un travail de restitution est au final demandé aux élèves pour clore la semaine : le choix de l'équipe a porté sur la « lecture de poèmes » et sur la « mise en place d'un espace de sensibilisation » à la qualité de l'eau.

Cependant, elle ne recentre pas les élèves sur un objectif d'apprentissage précis. Au contraire, elle ouvre en éventail et noie très souvent les savoirs cruciaux dans des choses moins importantes. On aborde le sujet selon une collection thématique qui ne permet pas de créer du lien entre les différents aspects de l'eau (ex : les ressources en eau, les inégalités, les nuages, les pluies acides...).

Or « *l'acquisition de savoirs sous forme informative accroît certes l'érudition mais ne semble pas suffire en situation de diagnostic ou de décision* » (B. Fleury, 1998). La première question que l'on peut se poser, au regard de cette semaine est « quel est le savoir visé » et quel est finalement l'objectif d'apprentissage ?

Cette semaine se présente sous forme d'une succession d'interventions dans un souci d'exhaustivité, pour « voir » un maximum de choses sur l'eau. Aucune analyse n'est demandée à la fin de cette classe d'eau et aucune formalisation de l'ensemble des acquis n'a été faite. L'appréhension du réel « main nue » sans grille de lecture pour lire la réalité ne permet pas de construire l'esprit critique.

Dans de nombreux cas déjà analysés, il apparaît que la « *capitalisation des acquis s'enlise souvent dans une juxtaposition de récits de pratiques difficilement transférables* » (B. Fleury, 1998).

Entrer par une thématique permet certes de faire « découvrir » différentes facettes de l'eau, mais ne permet pas un apprentissage opérationnel et une conceptualisation des savoirs et l'acquisition de compétences.

Avec le thème et le projet, « *on oscille entre la simple juxtaposition des savoirs disciplinaires ou la dilution des savoirs dans l'action* » (B. Fleury, 1998).

# Volet pédagogique des classes d'eau

## DÉROULÉ DE LA PREMIÈRE CLASSE D'EAU DU LEGTA DE CHARTRES - LA SAUSSAYE

Date	Heures	Disciplines	Thèmes abordés	Réalisation
<b>Lundi</b> <b>19/02/07</b>	9h-10h 10h-12h 13h30-17h30	Ecologie Maths-Français EPS	Présentation de la semaine L'eau dans l'histoire des mathématiques Activités nautiques et entretien de la rivière	<b>Recherche</b> sur les solides de Platon (symbole de l'eau : octaèdre) <b>Pratique</b> de canoë kayak
<b>Mardi</b> <b>20/02/07</b>	8h-12h 13h30-17h30	Géographie Anglais  Agronomie Ecologie Espagnol	Les ressources en eau Les inégalités face à la ressource Les activités consommatrices d'eau La gestion de la ressource Les enjeux et les conflits face à la ressource Les ressources en eau à l'échelle d'un territoire	<b>Œuvre collective</b> : réalisation d'un quiz avec quelques questions en anglais  <b>Vidéo</b> : la géologie du bassin parisien et les nappes d'eau souterraine (quantité et qualité) <b>Rencontre</b> avec un agriculteur (agriculture et eau) <b>Rencontre</b> avec le service d'entretien de la rivière (faucardage) : cause et conséquence du développement de la végétation <b>Réalisation</b> d'un dossier en espagnol "L'eau est un trésor"
<b>Mercredi</b> <b>21/02/07</b>	8h-12h	Physique-Chimie	La formation des nuages L'eau dans tous ses états La formation des pluies acides	Réalisation de travaux pratiques
<b>Jeudi</b> <b>22/02/07</b>	8h-12h 13h30-17h30	Maths-Français  Géographie-ESC	L'eau dans l'histoire des mathématiques  Les ressources en eau Les inégalités face à la ressource Les activités consommatrices d'eau La gestion de la ressource Les enjeux et les conflits face à la ressource	Les solides de Platon et réalisation d'une maquette en 3D  <b>Œuvre collective</b> : poursuite de la réalisation du quiz <b>Conception d'une plaquette</b> et d'un texte de sensibilisation sur l'importance de la ressource en eau, dans le cadre de la mise en valeur et en espace du château d'eau du lycée de la Saussaye
<b>Vendredi</b> <b>23/02/07</b>	8h-12h 13h30-17h30	Economie Ecologie  Les enseignants + les intervenants + les parents d'élèves + le proviseur et le proviseur adjoint + la presse	Les ressources en eau à l'échelle d'un territoire  Séance de clôture et remise des diplômes	<b>Rencontre</b> avec le maire de Sours sur la gestion de l'eau dans sa commune (eau potable, assainissement, analyse d'une facture d'eau, les enjeux futurs face au développement démographique) <b>Visite</b> de la station d'épuration, de la ville et de ses sources



### 2.3 - ...A une tentative d'approche problématisée (une deuxième classe d'eau)

La deuxième classe d'eau met également en évidence des étapes incontournables d'évolution des pratiques des équipes pédagogiques et du cheminement long et difficile d'une tentative pour passer d'une approche thématique à une approche problématisée.

Une « problématique » a été identifiée et permet de se recentrer autour d'un objectif d'apprentissage un peu plus précis : « En quoi la dégradation de la qualité de l'eau nous oblige à modifier nos pratiques ? En partant du constat de l'évolution d'une facture d'eau au cours des 20 dernières années, les élèves vont rechercher les causes de cette augmentation. »

Le programme de la semaine montre que les activités tentent de se resserrer autour d'un sujet plus précis. L'équipe disciplinaire éprouve cependant quelques difficultés à sortir de la série d'interventions. Un gros travail d'intégration des enseignants « plus littéraires » a été fait et marque un certain intérêt à construire une cohésion d'équipe autour d'un sujet.

Cette approche permet d'aborder l'eau sous un autre angle, qui interpelle d'avantage l'imaginaire... Mais ce nouveau scénario pédagogique permet-il de comprendre le choix des solutions fait par la Mairie de Sours ?

Le problème tel qu'il est posé met en évidence que la facture d'eau augmente et ce parce que le taux de nitrates augmente, mais il ne permet pas de reconstruire l'ensemble du problème, c'est-à-dire d'identifier les causes de cette augmentation et la responsabilité des acteurs concernés.

Le choix qui est fait par l'équipe enseignante est de ne pas toucher à l'identité professionnelle des agriculteurs. Or, on ne peut analyser et comprendre une situation si on ne dote pas les élèves des bons outils d'interprétation.

Il est alors important que les professeurs de techniques (géographie, écologie, aménagement...) s'attachent à traiter avec les élèves du « problème de fond » et identifient en amont les compétences à acquérir et les savoirs cruciaux nécessaires de manière à organiser la semaine classe d'eau autour d'apprentissages précis. Le temps et les compétences sur ce sujet peuvent alors faire défaut en interne.

A partir d'une étude de cas, il est nécessaire lorsque l'on vise la compétence, d'accompagner les élèves à l'élaboration d'un diagnostic le plus réaliste possible et de construire des savoirs fondamentaux pour comprendre cette réalité. Sans ce travail de fond, les élèves quelque soit leur niveau (BEP au Bac) risquent de rester enlisés dans des éléments factuels, en diluant la responsabilité des uns et des autres et finalement en proposant des solutions à la marge ou bien de manière curative.

Cette approche par ailleurs ne renie en aucun cas la responsabilité des différents acteurs, et notamment celle de la responsabilité collective, qui se doit de faire partie intégrante des données (une tentative de mise en œuvre pédagogique sera proposée par la suite). On n'étudie ici qu'une solution technique « on dilue le problème » pour rendre l'eau potable. Est-ce finalement la bonne solution ? Quel est le problème ? Quelle est la diversité des choix des possibles ? Ces questions marquent le nécessaire travail de reconstruction du problème : le prix de l'eau augmente, quelles en sont les causes ?

## Déroulé de la deuxième classe d'eau du LEGTA de Chartres La Saussaye

**Problématique** : En quoi la dégradation de la qualité de l'eau nous oblige à modifier nos pratiques ?

En partant du constat de l'évolution d'une facture d'eau au cours des 20 dernières années, les élèves vont rechercher les causes de cette augmentation. Le pompage de l'eau est réalisé dans la nappe de Beauce sur le territoire du lycée. On orientera la réflexion des élèves sur la dégradation de la qualité de l'eau qui a entraîné une augmentation des coûts de traitement de l'eau potable ou usée, ou d'adduction de réseau d'eau potable. A cette occasion, un parcours sportif, VTT et course leur permettra de se rendre compte des distances parcourues par l'eau pour arriver au robinet.

Pour comprendre tous les enjeux territoriaux actuels, ils rencontreront le maire de la commune sur laquelle se trouve le lycée, ainsi que les personnes chargées de la qualité de l'eau de distribution (point de captage de l'eau de la nappe de Beauce sur le site pour la ville de Chartres qui comprend une unité de dénitrification). Le directeur de l'exploitation du lycée leur présentera le mode de conduite des cultures sur le périmètre immédiat de captage et les obligations réglementaires. Une réflexion plus large sera menée avec une étude de cas en Espagne ce qui leur montrera que ce problème n'est pas seulement un problème territorial local. Un conseiller prévention santé à la Mutualité Sociale Agricole montrera les effets des pesticides sur la santé et la nécessité de les réduire et de s'en protéger.

La récolte de données leur permettra de réaliser, en français et en langues, des poèmes d'invention qu'ils mettront en espace pour sensibiliser les jeunes au respect de la qualité de la ressource en eau.

Les élèves de seconde générale n'ont jamais entendu parler d'agronomie, très peu viennent du milieu agricole. Par conséquent, le problème étant posé, nous devons leur montrer à la fois les pratiques agricoles utilisées en grandes cultures, et les changements à opérer.

De plus, la sensibilité locale étant forte, nous ne devons surtout pas pointer du doigt les agriculteurs ce qui serait très mal perçu, c'est la raison pour laquelle nous ne l'avons pas mentionné dans la problématique, et que nous voulons aussi leur montrer que chacun d'entre nous peut être responsable de la dégradation de la qualité de l'eau.

Quant à la restitution, nous avons opté pour une mise en scène de poèmes écrits en français, anglais, espagnol, avec une mise en espace par l'enseignant d'éducation socio-culturelle (ESC), afin de sensibiliser les autres jeunes, non issus du milieu agricole, et la population en général. Ces poèmes seront reliés et chacun pourra repartir avec un exemplaire, il en restera une trace.

# Volet pédagogique des classes d'eau

## PROGRAMME DE LA CLASSE D'EAU : SECONDE GÉNÉRALE ET TECHNOLOGIQUE

Date	Heures	Disciplines	Thèmes abordés	Réalisation
<b>Lundi</b> 15/12/08	9h-10h SALLE	Ecologie Anglais	Le cycle de l'eau	Présentation du programme de la semaine et remise des livrets de bord Le cycle de l'eau en anglais, découverte du vocabulaire
	10h-12h 10h-11h	Economie Maths	Prix de l'eau Evolution du prix de l'eau	Présentation d'une facture d'eau et explication des composantes Comparaison de 2 factures d'eau. Calcul des pourcentages d'augmentation des différentes composantes.
	11h/12h 13h30/ 17h30 SORTIE	Agronomie	La ressource en eau à l'échelle d'un territoire : le site du lycée La qualité de l'eau	Visite de la station de captage de l'eau à la Saussaye et unité de dénitrification Rencontre avec le directeur de l'exploitation T. Renaudin et conséquence de la présence de la station de captage sur l'exploitation Rencontre avec la technicienne de la DDA chargée du dossier du captage et pratiques agricoles. Les solutions proposées.
<b>Mardi</b> 16/12/08	8h-8h45 9h-12h	Histoire géographie Français	La ressource en eau à l'échelle d'un territoire : la commune de Sours La qualité de l'eau	Restitution intervenants du lundi et Préparation rencontre avec le maire de Sours, Mr Joseph Rencontre avec le maire de Sours : historique de la distribution de l'eau sur la commune, distribution de l'eau potable aujourd'hui, assainissement aujourd'hui, responsabilités de la commune - Circuit de visite allant du château d'eau à la station d'épuration Etude de documents sur le problème d'une région agricole espagnole face à la qualité de l'eau
	13h30 14h30 14h30-17h30 SORTIE	Espagnol EPS Ecologie	La qualité de l'eau en Europe La ressource en eau à l'échelle d'un territoire : la commune de Sours	Parcours à pied ou à VTT : départ château d'eau et suivi d'une canalisation d'eau potable sur le territoire - Schéma du réseau d'adduction d'eau entre les 8 communes, repérage dans le paysage et carte topographique
<b>Mercredi</b> 17/12/08	8h-9h 9h-11h 11h-12h	Histoire géographie Français Economie	Communiquer sur les problèmes de qualité des eaux	Restitution sur eau potable et assainissement sur la commune de Sours Ecriture d'invention autour du thème de l'eau Restitution sur eau potable et assainissement sur la commune de Sours
	8h-9h 9h-10h 10h-12h 13h30- 17h30	Français Histoire Agronomie Biologie Education socio culturelle	La dégradation de la qualité de l'eau en Eure et Loir et les effets des pesticides sur la santé et sur la biodiversité	Ecriture d'invention autour du thème de l'eau Intervention sur la qualité des eaux en Eure-et-Loir Les effets de pesticides sur la santé : intervention d'un conseiller prévention santé à la Mutualité Sociale Agricole
<b>Vendredi</b> 19/12/08	8h-9h 9h-10h 10h-12h	Physique chimie	Les particularités de la molécule d'eau	Restitution sur les intervenants du jeudi La chimie de l'eau
	13h30-15h30 15h30- 16h30 SALLE DE REUNION	Les enseignants + les intervenants + les parents d'élèves + le proviseur et le proviseur adjoint + la presse	Synthèse sur la problématique Bilan personnel pour chaque élève Préparation de la synthèse orale pour les parents et la direction Synthèse du travail individuel et collectif : lecture de poèmes et mise en espace pour sensibiliser les jeunes au problème de la dégradation de la qualité de l'eau de la nappe de Beauce. BILAN à remettre à l'agence de Bassin pour évaluation Séance de clôture et remise des diplômes	

## 2.4 - ... Vers une approche constructiviste ?

Lors d'un stage de formation organisé sur le site d'Agrocampus Ouest à Beg Meil, et avec le concours de l'équipe de cet établissement, une nouvelle proposition de programme de classe d'eau à Chartres a été travaillée.

### *Proposition d'un travail lors d'une classe d'eau à partir de l'exemple de Chartres*

A partir du contexte de la classe d'eau de Chartres précédente, un objectif d'apprentissage plus précis a été identifié : faire comprendre aux élèves la part de l'augmentation du coût de l'eau liée à la dégradation de sa qualité et aux activités humaines.

Il y a plusieurs approches possibles pour traiter ce problème :

- soit de manière curative : on ne traite pas le problème mais on le dilue. Seule l'exploitation du lycée subit les conséquences de cette dégradation (on ne remet pas en cause les pratiques de l'ensemble de la profession agricole et des autres usages mais on pénalise uniquement ceux qui supportent les périmètres de captage d'eau).
- soit de manière plus « préventive » et « globale » : pour cela il est nécessaire de reconstruire complètement le problème en identifiant les principaux responsables et en travaillant sur des pistes possibles d'évolution de leurs pratiques.

Cette étude de cas peut s'organiser en deux parties :

- Une pour poser le problème de départ : la facture d'eau augmente, à qui la faute ?
- L'autre pour mettre en évidence l'existence de plusieurs modèles de gestion en comparant le mode de gestion de l'eau potable proposé par la mairie de Sours (qui s'oriente vers une logique curative puisqu'elle décide de mettre en place une usine de dénitrification) et une démarche SAGE (SAGE de l'Odette par exemple) où un des objectifs est de réduire les pollutions en amont en travaillant avec les différents acteurs concernés.

### **Contexte territorial du LEGTA de Chartres**

Le lycée agricole se trouve sur la commune de Sours, territoire à dominante de grandes cultures. Deux points de captage dans la nappe de la Beauce sont localisés sur l'exploitation du lycée, l'un pour le lycée, avec une simple désinfection, l'autre pour la ville de Chartres. Les eaux souterraines prélevées pour la ville de Chartres avec un fort débit sont ensuite mélangées aux prélèvements réalisés dans la rivière de l'Eure et vont nécessiter un traitement avant distribution.

Or le taux de nitrate de ce mélange est proche des limite de la norme de potabilité de l'eau voire la dépasse, ce qui a amené la communauté d'agglomération, qui gère les captages alimentant l'agglomération chartraine, à mettre en place une unité de dénitrification qui fonctionne depuis 2007 sur le site du lycée.

La ville de Sours dispose de ses propres captages. Certaines communes avoisinantes ont du fermer leur captage du fait du dépassement des normes de potabilité, soit par les nitrates, soit par les pesticides.

Les réseaux de distribution ont ainsi été raccordés sur des captages ne posant pas de problèmes (on ne traite pas la pollution, on la dilue).

Il existe différentes manières de s'alimenter en eau potable : les pompages dans les eaux de surfaces, les captages dans les nappes et par forage dans les eaux souterraines.

Les eaux de surfaces sont plus sensibles aux phénomènes ponctuels de pollution mais reviennent généralement rapidement en dessous des normes lorsque la pollution diminue

## Contexte territorial du LEGTA de Chartres : suite

ou s'arrête (exemple : période d'épandage de lisier ou désherbage d'automne avec fortes pluies derrière) par contre, les eaux souterraines qui se renouvellent beaucoup moins vite vont être le reflet des pollutions du passé (d'un passé plus ou moins lointain selon le mode de percolation) et également de pollutions diffuses dont l'origine est majoritairement agricole (surtout en Beauce).

L'exploitation du lycée est donc située dans le périmètre immédiat et rapproché du captage de la ville de Chartres. Par conséquent, il y a obligation de modifier les pratiques culturales : des réflexions sont en cours au lycée et les décisions opérationnelles devraient être prises prochainement.

Dans la réglementation, les périmètres de protection de captage sont au nombre de trois et n'impliquent pas tous les mêmes degrés de contraintes sur les exploitations agricoles :

- un périmètre immédiat (dit périmètre A) clôturé et géré par l'exploitant du captage
- un périmètre rapproché (dit périmètre B) dans lequel on préconise d'avoir recours à des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement (agriculture biologique, agriculture intégrée, cultures énergétiques sans intrant) mais aussi des pratiques de gestion des espaces (hors agriculture) plus respectueuses de l'environnement. Ce périmètre sera réglementé à terme par un arrêté préfectoral.
- un périmètre éloigné (dit périmètre C) qui ne sera pas concerné par la réglementation mais sur lequel une démarche de protection de bassin peut être mise en place (engagement volontaire des agriculteurs concernés par les MAE/mesures agri-environnementales [réduction de fertilisants et de phytosanitaires]).

***Voir partie B partie sur l'eau potable avec la protection des bassins d'alimentation de captages***

La mise en place des périmètres de captages d'eau est une obligation (démarche réglementaire). La mise en place de ces périmètres peut avoir un impact considérable sur certaines exploitations. En Bretagne, certaines ont été touchées à plus de 30 %.

On pose alors le problème suivant aux élèves :

- 1) La facture d'eau du lycée ne cesse d'augmenter depuis ces 20 dernières années, à qui la faute ?
- 2) Que pensez-vous du modèle de gestion proposé par la commune de Sours ?

Vous essaierez à partir des rencontres avec des acteurs, des visites, de vos lectures, de mettre en évidence «pourquoi la facture d'eau augmente» et d'identifier des alternatives pour gérer l'eau potable.

Pour répondre à ce travail, il est important d'identifier et de bien cibler les données nécessaires pour que les élèves puissent reconstruire le problème d'ensemble :

- Réglementation des périmètres de captage d'eau
- Réglementation sur l'eau (Sage, Directive cadre sur l'eau...)
- Un exemple de démarche de gestion par bassin versant : SAGE par exemple
- Grille (normes) de potabilité de l'eau (identifier les pollutions NO3, pesticides...)
- Le contexte agricole et urbain
- Les acteurs du territoire (agriculteurs, élus, citoyens, associations... à dimensionner en fonction du temps) qui vont pouvoir apporter des éléments de réponse
- Des éclairages particuliers (sous forme de bibliographies, de cours, d'outils...) complémentaires

Les élèves, au cours de la semaine, devront s'attacher à identifier quel est le problème. Le choix des intervenants, des interventions et des visites est donc déterminant dans l'orientation de la classe d'eau.

L'objectif ici n'est pas de résoudre le problème et d'identifier une solution « toute prête » à l'emploi mais de questionner la solution proposée par la mairie au regard d'autres expériences.

Ainsi la connaissance à acquérir n'est pas tant la solution apportée au problème posé que l'outil que les élèves seront amenés à construire pour lire la réalité.

### Comparaison de deux manières d'aborder la gestion de l'eau potable

*Outil à construire : d'une gestion des flux à une gestion plus durable de la ressource en eau*

L'alimentation en eau potable sur la commune de Sours	Une démarche SAGE : SAGE de l'Odét par exemple
<b>Gestion des flux</b>	<b>Gestion globale de la ressource en eau (durabilité)</b>
<i>Pas de remise en cause du modèle de développement</i> <i>Résolution technique du problème</i>	<i>Questionnement du modèle de développement</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de ré-interpellation des activités des acteurs ni des pratiques des agriculteurs</li> <li>- Mise en place de la réglementation sur les périmètres de captage d'eau : on gèle les terres d'un ou plusieurs acteurs (impact fort sur quelques exploitations) mais pas de remise en cause des identités professionnelles</li> <li>- Traitement et dilution des pollutions (approche curative du problème)</li> <li>- Pas d'implication des acteurs dans la recherche de solutions (excepté par ceux concernés par le périmètre de captage) = gestion technocratique</li> <li>- Pas de connaissance partagée autour des enjeux de territoire (pas de partage de responsabilité)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identification des différents impacts liés aux activités humaines et interpellations des usages dont l'agriculture à l'échelle du bassin versant</li> <li>- Tous les acteurs sont impliqués dans la démarche et pas seulement les acteurs des périmètres de protection (co-responsabilité)</li> <li>- Réduction de la pollution à la source</li> <li>- Les solutions sont trouvées de manière concertée. La profession s'inscrit dans une démarche de volontariat (au départ) = action concertée</li> <li>- Partage des enjeux de la préservation de la qualité de l'eau et des milieux</li> </ul>

L'étude comparative permet de mettre en évidence deux modèles de gestion de l'eau potable :

- D'un côté, on dilue la pollution et on ne fait subir la réglementation qu'aux seules personnes présentes dans les périmètres A et B (avec des contraintes pour les exploitations agricoles) : nous sommes dans une résolution technique du problème. L'usine de dénitrification va permettre de répondre aux normes de potabilité qui est le problème de la collectivité et une urgence à régler.
- De l'autre, on fait porter la co-responsabilité de la pollution aux différents acteurs. On identifie collectivement le problème afin de trouver des solutions les plus acceptables pour les acteurs de manière concertée : on tente de traiter le problème en amont et de réduire les pollutions.



Ce n'est pas parce que l'on est dans une logique préventive que l'action curative n'est pas nécessaire. La réglementation s'impose et il est parfois nécessaire de mettre en place des actions pour obtenir des solutions rapidement et notamment au regard de la salubrité des eaux. Cette démarche n'a pas du tout la même valeur lorsqu'elle est combinée à une autre action « pensée » bien en amont.

Ces « outils théoriques » construits fonctionnent comme des grilles d'analyse du réel et permettront de révéler la complexité des problèmes. Il est cependant fondamental de mettre en forme tous ses acquis, de les formaliser dans le livre de bord par exemple, pour que les élèves puissent repartir avec une boîte à outil qu'ils pourront réutiliser dans d'autres situations de diagnostic.

Cette dernière démarche ne peut être construite qu'à la seule condition que les enseignants aient traité eux même le problème en amont, de manière à identifier l'ensemble des données pertinentes ; elle ne peut s'improviser. Les enseignants peuvent en outre se former pour approfondir cette nouvelle approche au cours de stages de formation continue (voir Plan National des Formations sur [www.educagri.fr](http://www.educagri.fr)).

#### **Conclusion :**

L'étude des programmes de classe d'eau de Chartres montre l'itinéraire parcouru par cette équipe enseignante. Les approches pédagogiques sont diversifiées, les activités proposées aux élèves sont très riches et les conceptions du savoir, certes différentes, méritent cependant toutes d'être tentées.

Elles sont toutes très mobilisatrices des élèves, de l'équipe enseignante et de l'équipe d'encadrement. La classe d'eau constitue un temps fort dans l'année qui peut coïncider avec la semaine du développement durable, les journées portes ouvertes...

	1er programme	2ème programme	Proposition de 3ème programme
Forme pédagogique	Non directive + magistrale	Pédagogie active mais non encore problématisée (tentative seulement)	Constructiviste Problématisée
Activité cognitive des élèves	Agir + Réception	Recherche d'infos sur des thèmes, mise en forme, exposé	Construction et réinvestissement de grilles de lecture : concept
Conception du savoir	Priorité au savoir-être, au vécu	Savoir informatif	Des savoirs-outils théoriques construits
Objectif d'apprentissage	Savoir informatif Recherche d'exhaustivité	Recentrage de l'objectif	
Mode d'approche du réel	Observation à mains nues		Concepts pour appréhender une réalité complexe

### 3. Exemples de fiches actions utilisables lors de classe d'eau

## Rencontre avec les différents acteurs de l'eau

**Contexte** : La gestion de l'eau fait appel à des acteurs multiples autour d'enjeux souvent complexes

**Disciplines** : Aménagement, géographie, économie

**Exemple de publics** : tous publics

**Objectifs** :

- Comprendre les modalités de la gestion de l'eau,
- Présenter la multiplicité des acteurs et déterminer leurs responsabilités respectives
- Se situer comme partenaire des différents acteurs de la gestion de l'eau
- Se repérer dans le droit de l'eau et dans les politiques qui le sous-tendent
- Se repérer dans le fonctionnement d'un organisme de gestion de l'eau

**Pré requis** : méthodologie de l'enquête et de l'entretien (élaboration d'un questionnaire, compte rendu de visite...)

**Lieu / matériel nécessaire** :

- Réseau de connaissances des acteurs institutionnels et professionnels
- Salle de classe
- Visites et rencontres
- Magnétophone, appareil photographique...

**Durée totale** : 4 heures

**Déroulement** :

- Rencontrer le maire de la commune, ou le président du syndicat d'eau potable et d'assainissement, l'adjoint au maire chargé de l'environnement
- Rencontrer les employés communaux en charge des secteurs de l'eau potable et des eaux usées (techniciens de station d'épuration, gestionnaire de rivière...)
- Rencontrer les gestionnaires des milieux aquatiques (cours d'eau, zones humides...)
- Rencontrer les services de l'Etat (DREAL, DRAF, DDTM, Conseil Régional, Conseil Général...)
- Rencontrer les représentants des organisations agricoles (Chambre d'agriculture, Fédération Régionale de Défense des Organismes Nuisibles, Mutualité Sociale Agricole...)
- Rencontrer les établissements publics territoriaux de bassin (Cellule d'Animation Locale de l'Eau, animateurs de contrats globaux...)
- Rencontrer les structures réalisant la maîtrise d'œuvre des ouvrages hydrauliques
- Rencontrer les associations et usagers (pêcheurs, protection de la nature...)
- Organiser une table ronde et un débat expliquant leurs fonctions, leurs rôles dans la gestion globale de l'eau... (cf jeu de rôle POLU PALO agence de l'eau)

# Etude du vocabulaire du cycle de l'eau en anglais

**Contexte :** Une partie de la classe d'eau peut se dérouler en anglais, permettant aux élèves de découvrir et de s'approprier le vocabulaire spécifique du cycle de l'eau.

**Discipline :** Anglais

**Exemple de public concerné :** Seconde, transférable à d'autres langues ou classes en adaptant le niveau des textes

**Objectifs :**

- Mobiliser ses connaissances pour s'approprier le vocabulaire du thème en langue étrangère
- Utiliser les acquis langagiers
- Créer un limerick (sorte de poème)

**Pré requis :** Pas de pré requis spécifique

**Lieu et matériel :**

- Salle de classe
- Schéma sans commentaire
- Texte sur le cycle de l'eau
- Transparent schéma du cycle de l'eau ou vidéo projection

**Durée totale :** Etude du cycle de l'eau : 3 h, création d'un limerick : 2 h.

**Déroulement :**

- Projection du schéma du cycle de l'eau sans le commentaire au tableau
- Distribution du schéma sans commentaire aux élèves, collecte des réponses
- Distribution d'un texte explicatif contenant le vocabulaire
- Correction commune avec la projection du schéma complet au tableau. Mémorisation, reformulation, devoir sur table : remplir le schéma sans commentaire
- **Limerick** (rimes a,a,b,b,a) :
  - . Chercher en commun des rimes sur l'eau
  - . Lire des exemples de poèmes
  - . Three green limericks (Pick and Choose 2de chez Hachette)
  - . Lecture devant la classe
  - . Travail de groupe

**Document élève :**

- Diagram of the natural water cycle... with the words removed
- Text : A summary of the water cycle

**Ressource :** Schéma en anglais du cycle de l'eau + texte explicatif « The water cycle »  
<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>

EXEMPLE DE LYDIA PERELLO, PROFESSEUR D'ANGLAIS AU LEGTA DE CHARTES LA SAUSSAYE

# Le bassin versant

**Contexte** : Les politiques de l'eau à différents niveaux (européen, national, régional, local) et leurs mises en application nécessitent de comprendre la dynamique de l'eau et d'identifier les bassins versants.

**Discipline** : Mathématiques, géographie, économie

**Exemple de public** : BTS

**Objectifs** :

- Mobiliser les outils et les connaissances scientifiques et techniques pour définir, caractériser et comprendre le fonctionnement d'un bassin versant
- Présenter les grands traits de la géographie de l'eau à l'échelle de la planète et des grands ensembles régionaux
- Se situer comme partenaire des différents acteurs de la gestion de l'eau
- Se repérer dans le droit de l'eau et dans les politiques qui le sous-tendent
- Analyser la ressource en eau d'une unité spatiale
- Prévenir les conséquences des activités humaines sur les flux et la qualité de l'eau
- Choisir et utiliser les outils cartographiques nécessaires à un aménagement

**Pré requis** : Rien de spécifique

**Lieu / matériel nécessaire** :

- Identifier un site local où il existe une problématique
- Carte IGN 1/25000
- Curvimètre, planimètre
- Salle de classe

**Durée totale** : 8 heures

**Déroulement** :

- Tracer sur carte IGN au 1/25000 les contours du bassin versant d'un cours d'eau local.
- Déterminer la surface et les caractéristiques du bassin versant (surface, pente moyenne, hydrologie, urbanisation...)
- Aborder des notions d'hydrologie (pente moyenne du bassin versant, pente moyenne du cours d'eau, ordre de Strahler, courbes isohyètes, temps de concentration...)
- Caractériser le degré d'anthropisation du bassin versant, sur la carte et sur le terrain
- Identifier les aménagements hydrauliques
- Visite des aménagements sur site

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT, PROFESSEUR AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE

# Classe d'Eau Européenne : Eau, Europe et Citoyenneté

**Contexte :** Projet éducatif destiné à des élèves âgés de 16 à 20 ans de quatre lycées agricoles et horticoles de pays européens (France, Italie, Allemagne et Pologne).

**Disciplines :** Toutes

**Exemple de publics :** 1ère bac technologique STAV

**Objectifs :**

- Sensibiliser les jeunes européens à l'importance de l'eau et à un comportement éco citoyen,
- Comparer les différents modes de gestion de l'eau en Europe et plus particulièrement dans le domaine agricole,
- Promouvoir la coopération entre établissements scolaires de l'UE et établir des partenariats,
- Permettre la rencontre de jeunes européens sur un projet scolaire, environnemental et culturel.

**Pré requis :** Rien de spécifique

**Lieu / matériel nécessaire :**

- Visites de jardins, d'exploitations agricoles
- CDI
- Salle de classe
- Partenaires : Agence de l'eau Seine-Normandie ; Association AVRIL (association locale d'éducation à l'environnement) ; UE - Agence SOCRATES-LEONARDO DA VINCI - Programme SOCRATES-COMENIUS

**Durée totale :** 30 h sur 4 mois à raison de 3 h par semaine

**Déroulement :**

**Thème choisi :** "l'eau, reflet du temps et du progrès" découpé en 7 sous thèmes :

- . L'eau comme moyen de communication
- . L'eau comme source d'énergie
- . L'eau et l'agriculture
- . La prévention des inondations
- . L'eau dans l'aménagement paysager
- . Les métiers liés à l'eau
- . L'eau dans les traditions locales

- Restitution de chaque sous thème par groupe sous forme d'un panneau de photos retraçant l'utilisation des techniques photographiques au fil du temps, commentaires rédigés en français et en anglais et réalisation d'un CD-ROM.

- Echanges scolaires d'une semaine et des travaux sur CD-ROM permettant d'établir une comparaison technique et culturelle dans le domaine lié à l'eau.

- Présentation au public lors de la Journée Mondiale de l'Eau.

EXEMPLE D'ELIZABETH LEBRUN, PROFESSEUR DE BIOLOGIE ÉCOLOGIE  
AU LYCÉE AGRICOLE DE COUTANCES

# Descente et découverte de la rivière en canoë kayak

**Contexte :** La pratique d'une activité sportive est l'occasion de découvrir toutes les particularités d'un milieu naturel.

**Disciplines :** Education physique, biologie écologie, géographie, économie

**Exemple de publics :** BTS

**Objectifs :**

- Présenter les grands traits de la géographie de l'eau à l'échelle de la planète et des grands ensembles régionaux
- Découvrir le lit de la rivière, les berges, les ouvrages hydrauliques et les annexes fluviales par la pratique du canoë kayak.
- Appréhender la dynamique des écosystèmes aquatiques, et les différents usages des eaux de surface, en conciliant une pratique sportive.
- Prévenir les conséquences des activités humaines sur les flux et la qualité de l'eau
- Se situer comme partenaire des différents acteurs de la gestion de l'eau
- Se repérer dans le droit de l'eau et dans les politiques qui le sous-tendent

**Pré requis :** rien de spécifique

**Lieu / matériel nécessaire :**

- Organisme d'accueil pour la pratique du canoë kayak
- Tronçon de cours d'eau rassemblant un maximum de problématiques

**Durée totale :** 8 heures

**Déroulement :**

- Avoir une bonne approche avec l'organisme d'accueil à la pratique du canoë kayak
- Découvrir le milieu naturel et les usages de l'eau
- Effectuer une reconnaissance du parcours en pointant toutes les curiosités : faune, flore, érosion, protection de berge, méandre, annexe fluviale, atterrissement, ouvrage d'art, ouvrage hydro-électrique, prise d'eau d'irrigation...
- Organiser des temps d'arrêt à chaque point caractéristique avec argumentaires, lors de la descente de la rivière

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT, PROFESSEUR AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE



# Elaboration et diffusion d'une enquête

**Contexte :** La consommation et les utilisations de l'eau sont multiples dans tous les domaines d'activités.

**Disciplines :** Mathématiques, français, ESC

**Exemple de publics :** Classe de 4ème

**Objectifs :**

- Construire une enquête liée à la consommation et aux utilisations de l'eau par les élèves, la diffuser, analyser les résultats et les interpréter
- Mobiliser les connaissances générales pour appréhender le projet, inventer le questionnaire, le rédiger, le mettre en forme, le diffuser et analyser les résultats
- Acquérir des notions simples sur la consommation
- Découvrir et utiliser des sources d'information variées pour se situer dans l'environnement local
- Travailler en groupe et aboutir à une production commune
- Utiliser le micro-ordinateur à travers la pratique du traitement de texte et de l'Internet

**Pré requis :** Rappel des connaissances élémentaires sur la proportionnalité et l'expression écrite

**Lieu / matériel nécessaire :**

- Ordinateur,
- Traitement de texte, tableur, Internet, Power point,...
- Connexion Internet

**Durée totale :** 6 heures

**Déroulement :**

- Rédaction de questions écrites individuelles
- Mise en commun et rédaction de l'enquête
- Diffusion auprès d'un échantillon d'au moins 100 personnes
- Dépouillement des réponses, traitement des données et comparaison avec les chiffres officiels
- Montage PowerPoint des résultats et présentation au public

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT ET V. BAROUX, PROFESSEURS  
AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE

# Transformation de l'énergie hydraulique en énergie mécanique, électrique

**Contexte :** Du fait de la diminution des ressources pétrolières, et afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'usage des énergies renouvelables se développe. Dans ce cadre, l'énergie hydraulique peut être source d'énergie mécanique et électrique.

**Disciplines :** Mathématiques, physique

**Exemple de publics :** Classe de 4ème

**Objectifs :**

- Construire une maquette de moulin, permettant de transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique et électrique.
- Mobiliser les connaissances générales, techniques et technologiques, pour appréhender le projet, le dimensionner, le construire, le mettre en situation et analyser les résultats
- Situer et reconnaître les appareils capables de transformer l'énergie
- Découvrir les outils utilisés dans le travail des matériaux

**Pré requis :** Rappel des connaissances élémentaires sur la proportionnalité

**Lieu / matériel nécessaire :**

- Cours d'eau à proximité du lycée
- Atelier, bois, scie, dynamo

**Durée totale :** 6 heures

**Déroulement :**

- Description du projet, objectifs, buts
- Réalisation d'un plan et de la maquette d'un moulin
- Découpage et assemblage des pièces
- Choix du site et installation de la maquette sur le site
- Analyse

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT, PROFESSEUR AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE

# Lecture d'une facture d'eau

## Contexte :

En France, les communes ont l'obligation d'assurer à leurs administrés la fourniture d'une eau propre à la consommation ainsi que l'assainissement de leurs eaux usées. Ces services nécessitent la mise en place et l'entretien d'infrastructures coûteuses (usines d'eau potable, stations d'épuration, réseaux de distribution, de collecte d'eaux usées, etc.) financées par les paiements pour utilisation des services facturés aux usagers. On dit alors que "l'eau paie l'eau". Par ailleurs, tout prélèvement et toute pollution de la ressource en eau doit donner lieu au paiement de redevances à l'Agence de l'eau qui utilise les recettes ainsi générées pour financer des actions de dépollution, de préservation des milieux aquatiques et de sécurisation des ressources en eau potable. Ces redevances sont perçues pour le compte de l'Agence par la collectivité auprès des usagers via la facture d'eau.

**Le prix de l'eau ou prix des services de l'eau :** Dans de nombreux pays, le prix payé pour l'accès aux services de l'eau connaît d'importantes augmentations. En France, la dernière enquête réalisée par l'IFEN estime que le prix de l'eau augmente annuellement de 2 à 3 %. Cette évolution est justifiée par la modernisation, la mise aux normes des installations de distribution, de potabilisation et d'assainissement et le développement quasi-généralisé de l'assainissement collectif. La pollution des eaux étant de plus en plus préoccupante et les nouvelles normes de plus en plus sévères, il est peu probable que le prix de l'eau baisse dans un avenir proche. De plus, comme ces services sont assurés localement, le prix au mètre cube peut varier énormément d'une commune à l'autre, atteignant par endroits plus de 4 € alors qu'il ne dépasse pas 1 € dans certaines communes. En moyenne, le prix de l'eau en France avoisine les 3 €/m<sup>3</sup>. Ainsi, la facture annuelle moyenne d'une famille de 2 à 3 personnes est d'environ 360 €, soit 1 % des dépenses du ménage.

Dans ce contexte, une manière simple d'appréhender concrètement le problème de la gestion de l'eau en France est d'analyser une facture d'eau.

**Disciplines :** Sciences économiques, mathématiques

**Exemple de publics :** Tous niveaux

## Objectifs :

- Expliquer les composantes d'une facture d'eau
- Expliquer le principe "l'eau paie l'eau"

**Pré requis :** Rien de spécifique

## Lieu matériel nécessaire :

- Salle de classe
- Factures : plusieurs origines, actuelles et anciennes
- Calculatrice

Déroulement :

### 1ÈRE ACTIVITÉ

- Faire rechercher les différents facteurs du prix de l'eau par les apprenants et classement des réponses en 3 catégories par l'enseignant

- Présenter les 3 composantes d'une facture d'eau (facture de la commune du lycée, facture d'une commune du territoire étudié).

Le but est de faire comprendre que la facture ne paye pas l'eau en tant que telle, mais rémunère l'ensemble des services qui garantissent sa qualité. Ces services, placés depuis 1992 sous la responsabilité du Maire de la commune, nécessitent de nombreuses installations et l'intervention d'un personnel important. Ils bénéficient de budgets spécifiques (on parle de budget annexe eau et de budget annexe assainissement) alimentés par les paiements des usagers pour ces services, qui n'entre pas dans le budget général de la commune (alimenté par les impôts). Autrement dit, c'est l'eau qui finance l'eau. Le but est également de faire comprendre la grande diversité des prix de l'eau.

- Relever les prix par mètre cube des 3 composantes de la facture d'eau.

- Expliquer les différentes redevances mentionnées sur le document utilisé (pour les syndicats, vous pouvez demander en mairie la signification de certains fonds non mentionnés sur le site de l'Agence).

- Calculer l'importance des 3 composantes en pourcentage (pour un mètre cube, la distribution d'eau potable représente x % du prix...).

### 2ÈME ACTIVITÉ

- Comparer 2 factures d'eau d'une même commune (à plusieurs années d'intervalle si possible) en s'assurant que la présentation soit restée identique.

- Relever les prix par mètre cube des 3 composantes pour les 2 factures.

- Calculer le pourcentage d'augmentation du prix des 3 composantes et du prix total (le prix de l'assainissement a augmenté de x % entre ....).

Le but est de sensibiliser les apprenants sur l'augmentation du prix de l'eau et les raisons de cette augmentation.

### 3ÈME ACTIVITÉ

- Demander à tous les apprenants d'apporter la facture d'eau de leur domicile.

- Réaliser la 1ère activité (chaque apprenant aura des chiffres différents selon les classes)

- Comparer le prix par mètre cube de la commune du domicile de l'apprenant au prix moyen en France.

**4ÈME ACTIVITÉ**

- Comparer une facture d'une commune ou d'un syndicat intercommunal pour l'eau situé en zone rurale et celle d'une commune ou agglomération urbaine.
- Comparer les prix par mètre cube des 3 composantes de la facture.
- Expliquer les différences entre une petite commune ou un syndicat rural et une commune ou agglomération urbaine.

Supports : Factures d'eau

Ressources :

<http://www.lesagencesdeleau.fr/francais/prix/veut.php?lien=2>

<http://www.lesagencesdeleau.fr/francais/prix/combien.php?lien=1>

<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=redevance>

<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=4356>

<http://www.lesagencesdeleau.fr/index.php5>

Rapport annuel sur le prix et la qualité de l'eau de chaque commune concernée (à demander à la mairie)

EXEMPLE DE LAURENCE GIRARDOT, PROFESSEUR DE SCIENCES ÉCONOMIQUES  
AU LEGTA DE CHARTRES LA SAUSSAYE

# Etude du fonctionnement d'un hydrant

**Contexte :** Lors d'un incendie, les pompiers ont besoin d'avoir de l'eau à pression et débit suffisant.

**Disciplines :** Mathématiques, physique

**Exemple de publics :** Classe de 4ème transférable à tous les niveaux

**Objectifs :**

- Avec l'aide des pompiers, présenter et montrer le fonctionnement d'une prise d'eau, son rôle lors d'un incendie.
- Mobiliser les connaissances scientifiques et techniques pour définir et mesurer la pression et le débit de l'eau à la sortie d'une borne incendie.
- Appréhender les notions de rendement de réseau, de fuites, de facturation...
- Sensibiliser les élèves aux fonctions des sapeurs pompiers, et à leurs rapports avec l'eau.
- Découvrir les pratiques sécuritaires dans l'utilisation de l'outillage.

**Pré requis :** Rappel des connaissances élémentaires en mathématiques

**Lieu / matériel nécessaire :**

- Réseau d'eau de la commune
- Appareil de mesure des pompiers
- Matériel de défense incendie des pompiers
- Equipements de protection individuels des pompiers

**Durée totale :** 6 heures

**Déroulement :**

- Description de l'objectif
- Démonstration de l'intérêt d'un hydrant, fonctionnement et choix du site
- Etablissement d'une lance
- Description et utilisation de l'appareil de mesure « pèse bouche »
- Lecture et interprétation des données
- Observations et réalisations sur le thème du cycle de l'eau

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT ET P. MERCIER, PROFESSEURS AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE



# L'Indice Biologique Global Normalisé ou IBGN

**Contexte :** La qualité de l'eau s'évalue en fonction de la présence ou de l'absence d'espèces plus ou moins sensibles à la pollution. Certaines espèces sont très polluo-sensibles et disparaissent lors de faibles perturbations, d'autres espèces sont polluo-résistantes et supportent des conditions difficiles. L'Indice biologique global normalisé constitue une méthode d'évaluation de la qualité des cours d'eau (qualité de l'eau et de l'habitat) à l'échelle de la station. Cette méthode est normalisée, ce qui signifie qu'elle est appliquée de manière uniforme sur l'ensemble du territoire national (norme AFNOR NF T 90-350).

**Disciplines :** Biologie écologie, aménagement, agronomie

**Exemple de public :** Elèves de BTS aménagement (GPN, GEMEau) ; élèves de baccalauréat (STAV, S), bac pro...

**Objectif principal :**

L'outil IBGN permet de diagnostiquer une pollution de l'eau ou une dégradation globale de l'habitat sans préjuger des causes de ces altérations. En cela, il s'agit d'une méthode globale qui se situe en amont d'analyses plus fines (chimie de l'eau ou du sédiment, enquêtes...). Selon l'intention pédagogique, l'objectif pour les élèves sera d'être capable d'utiliser l'IBGN pour caractériser l'état de pollution d'un milieu et/ou d'être capable de mettre en évidence les interactions entre environnement et populations.

**Pré requis :** Les élèves doivent préalablement être initiés à la détermination : utilisation d'une clé et du vocabulaire scientifique.

**Lieu / matériel nécessaire pour le prélèvement :**

- Accès cours d'eau de faible profondeur ; si possible plusieurs cours d'eau de nature différente (substrat, courant, état de pollution...)
- Un filet échantillonneur type surber (deux si possible, selon le groupe). Vous pouvez l'acheter (assez onéreux) ou le fabriquer par vos propres moyens. Si vous l'achetez : SEURI (Société) 36 avenue Hoche 75008 Paris (précisez bien le type d'échantillonneur et les dimensions). Si vous le fabriquez, le filet doit être en toile à bluter de 500 µm que vous trouverez chez FYLTIS S.A. 89, rue Villette 69003 LYON
- Huit bocaux de verre fermant bien (type bocal conserve ou confiture) avec étiquettes et crayon de bois.
- Une fiole de liquide conservateur.
- Une cuvette et une passoire fine.

**Lieu / matériel nécessaire pour le tri et analyse des échantillons :**

- Laboratoire de biologie.
- Colonne de tamis : tamis de 0,5mm et plus grand. Il n'est pas indispensable mais facilite le transfert du contenu des bocaux dans les cuvettes en séparant les gros individus des plus petits.
- Cuvettes à fond blanc (ou clair) : au moins une par prélèvement (ça peut être des boîtes plastiques style bac à glace).
- Des loupes binoculaires

- Des verres de montre : au moins 5 par poste.
- Aiguilles montées et pinces fines ou brucelles d'horloger inox : 1 jeu par poste.
- Clé de détermination : 1 par poste.
- Exemple de tableau de détermination proposé par Anne Gaulier, professeur de biologie écologie au lycée agricole de Lons le Saunier.

TABLEAU DE DETERMINATION DE L'IBGN

Date :	Lieu (commune, département) :
NOMS :	Nom de la rivière : Longueur du tronçon étudié :
Heure :	Type de temps :

Taxon indicateur :	Groupe Indicateur (GI) :
Diversité taxonomique St :	Classe de variété :

## Volet pédagogique des classes d'eau

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Taxons	St GI	> 50	49 45	44 41	40 37	36 33	32 29	28 25	24 21	20 17	16 13	12 10	9 7	6 4	3 1	
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlebiidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	
Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	
Limnephilidae * Hydropsychidae * Ephemerellidae * Aphelocheiridae *	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	
Baetidae * Caenidae * Elmidae * Gammaridae * Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	
Chironomidae * Asellidae * Achètes Oligochètes *	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
* Taxons représentés par au moins 10 individus - Les autres par au moins 3 individus.																

Valeur de l'IBGN :

Référence :

INITIATION AUX INVERTÉBRÉS DES EAUX DOUCES par TACHET H., BOURNAUD M., RICHOUX Ph., DESSAIX P. & PATTEE E. Edition 2009, 187 pages. 34 euros

On se procure cette clé sur le site de l'Association Française de Limnologie <http://aflimno.free.fr/>

## Exemple d'un tableau de prélèvement

## IBGN : TABLEAU DE PRELEVEMENTS

Cours d'eau :

Station :

Date du prélèvement :

## Hydrologie

Situation :

Coordonnées Lambert

X : km

Y : km

Altitude : m

## Etiage

Moyennes eaux

Autres situations (à préciser) : .....

Hydrologie des jours précédents :

## Conditions de prélèvement

Facile

Difficile

(préciser pourquoi) : .....

Largeur du lit mouillé : m

Longueur de la station : m

## Volet pédagogique des classes d'eau

Vitesse superficielle v (cm/s): Support	V s		v<150	150>v>75	75>v>25	25>v>5	v<5
Bryophytes	9	N° (R) h S					
Spermaphytes immergés (litières, branchages, racines)	8	N° (R) h S					
Éléments organiques grossiers (litières, branchages, racines)	7	N° (R) h S					
Sédiments minéraux de grande taille (pierres, cailloux, galets) 250 mm > Ø > 25 mm	6	N° (R) h cm S					
Granulats grossiers 25 mm > Ø > 2.5 mm	5	N° (R) h S					
Spermaphytes émergents de la strate basse	4	N° (R) h S					
Sédiments fins ± organiques ("vases") Ø < 0.1 mm	3	N° (R) h S					
Sables et limons Ø < 2.5 mm	2	N° (R) h S					
Surfaces naturelles et artificielles (roches, dalles, sols, parois) blocs Ø < 2,5 mm	1	N° (R) h S					
Algues, ou à défaut, marne et argile	0	N° (R) h S					

N° = N° de l'échantillon 1 à 8	R =	
R= Recouvrement du couple S - V	(1) accessoire	(≤ 5 %)
h= Hauteur d'eau en cm	(2) peu abondant	(< 10 %)
S= Support prélevé : par ex : galets	(3) abondant	(10 - 50 %)
Toutes les mesures sont estimées	(4) très abondant	(> 50 %)

Habitat dominant	
N° (R)	
h	
S	

Durée totale : 2 h par site + déplacements pour les prélèvements ; 3 à 4 heures pour le tri et l'analyse au laboratoire.

Déroulement :

Exemple de grille d'évaluation

Capacités	Capacités	Barème
<b>1. RECOLTE DES DONNEES</b> Objectif du travail Méthodologie		/3
Localisation et présentation des sites d'études Distance entre les stations		/1
Présentation de la station étudiée Cartographie des habitats		/2
<b>2. RESULTATS</b> Analyses physico-chimiques de l'eau Interprétation		/2
Présentation détaillée des résultats du tri de la faune		/2
Calcul de l'IBGN et explications		/2
Calcul du coefficient morpho dynamique et explications		/2
<b>3. INTERPRETATION</b> Analyse de tous les résultats sur la station étudiée		/2
Caractéristiques écologiques de la station (zonation...)		/2
<b>4. CONCLUSION</b> Comparaison avec les autres stations Valeur écologique de la rivière		/2
<b>TOTAL</b>		/20

Support : Les grilles ci-après copiées sur transparent.

Document élève : même source

Exemple : AESN ou Florac

Ressources internet :

- Site association limno
- Site Agrosup Montpellier – site de Florac
- Site Agence

EXEMPLE D'APRÈS AGROSUP MONTPELLIER – SITE DE FLORAC

ET TABLEAU PROPOSÉ PAR ANNE GAULIER, PROFESSEUR DE BIOLOGIE ÉCOLOGIE EN BTS ANIMATION NATURE À LONS-LE-SAUNIER (LEGTA LONS-LE-SAUNIER)

# L'Indice hydro morphologique

**Contexte :** L'organisation et le fonctionnement d'un cours d'eau dépendent de ses caractéristiques hydro morphologiques. Leur modification aura des répercussions sur son équilibre.

**Disciplines :** Aménagement, géographie, biologie - écologie

**Exemple de publics :** 1ère STAV

**Objectifs :**

- Mobiliser les connaissances générales, techniques et scientifiques, pour comprendre l'importance des phénomènes hydro morphologiques sur l'équilibre des écosystèmes
- Réaliser une fiche comparative des caractéristiques hydro morphologiques
- Compléter ces fiches sur le terrain et analyser les résultats
- Développer des attitudes responsables pour la gestion et la préservation du milieu

**Pré-requis :** Aborder les notions d'hydro morphologie et leurs importances sur l'équilibre des écosystèmes

**Lieu / matériel nécessaire :**

- Avoir accès à un cours d'eau
- Carte topographique du secteur étudié
- Salle de classe

**Durée totale :** 6 heures

**Déroulement :**

- Réaliser des fiches caractéristiques de station :
  - Caractéristiques générales (nom, lieu, largeur du lit, environnement...).
  - Caractéristiques du lit et des berges (profil, matériaux, pente, écoulement, diversité, ripisylve, végétaux aquatiques, faune...)
- Compléter les fiches lors de visites de terrain. Par exemple un canal, une rivière naturelle, une rivière en milieu urbain
- Comparer les résultats et interpréter





## Caractéristiques des berges

<b>Caractéristiques de l'habitat :</b> <input type="checkbox"/> Berges très variées <input type="checkbox"/> Berges variées <input type="checkbox"/> Berges peu variées <input type="checkbox"/> Berges artificielles ou uniformes	<b>Couvert végétal :</b> <input type="checkbox"/> Nombreux arbres et buissons <input type="checkbox"/> Bosquets d'arbres ou de buissons <input type="checkbox"/> Arbres ou buissons isolés <input type="checkbox"/> Aucun arbre ni buisson	<b>Intervention humaine :</b> <input type="checkbox"/> Aspect naturel, sauvage <input type="checkbox"/> Végétation haute, rarement fauchée <input type="checkbox"/> Des zones naturelles, des zones fauchées ou pâturées <input type="checkbox"/> Berges fauchées, pâturées ou tondues régulièrement
<b>Aspect visuel :</b> <input type="checkbox"/> Berges sinueuses d'apparence naturelle <input type="checkbox"/> Quelques courbes qui semblent artificielles <input type="checkbox"/> Berges rectilignes végétalisées <input type="checkbox"/> Berges rectilignes bétonnées, enrochées Si oui, sur une partie de la station sur toute la station		<b>Nature :</b> <input type="checkbox"/> Rocher <input type="checkbox"/> Cailloux et terre <input type="checkbox"/> Terre nue <input type="checkbox"/> Végétaux terrestres herbacés <input type="checkbox"/> Végétaux ligneux <input type="checkbox"/> Béton, enrochements
<b>Forme des berges :</b> symétriques :    oui            non		
<b>Rive droite :</b> <input type="checkbox"/> Verticale et abrupte, dénivelé =            m <input type="checkbox"/> Pente assez raide, dénivelé =            m <input type="checkbox"/> Pente douce <input type="checkbox"/> Très peu de pente		<b>Rive gauche :</b> <input type="checkbox"/> Verticale et abrupte, dénivelé =            m <input type="checkbox"/> Pente assez raide, dénivelé =            m <input type="checkbox"/> Pente douce <input type="checkbox"/> Très peu de pente

## Faune et flore (rivière et berges)

<b>Richesse spécifique :</b> <input type="checkbox"/> Plantes aquatiques : nb d'espèces observées : <input type="checkbox"/> Invertébrés aquatiques : nb d'espèces observées : <input type="checkbox"/> Poissons : nb d'espèces observées : <input type="checkbox"/> Oiseaux : nb d'espèces observées : <input type="checkbox"/> Insectes terrestres : nb d'espèces observées : <input type="checkbox"/> Traces de mammifères terrestres : nb d'espèces observées :	<b>Espèces envahissantes :</b> <input type="checkbox"/> Renouée du Japon <input type="checkbox"/> Impatiente glanduleuse <input type="checkbox"/> Berce du Caucase <input type="checkbox"/> Buddleia <input type="checkbox"/> Robinier faux acacia <input type="checkbox"/> Ambroisie <input type="checkbox"/> Autres :
---	--

Effectuer un relevé de la végétation des berges

Effectuer un relevé de la faune rencontrée

## L'environnement de la rivière

Activités humaines : <input type="checkbox"/> Habitations <input type="checkbox"/> Camping <input type="checkbox"/> Bâtiments agricoles <input type="checkbox"/> Bâtiments d'entreprises <input type="checkbox"/> Routes, voies de communication <input type="checkbox"/> Surfaces imperméabilisées (parking) <input type="checkbox"/> Chemins ou sentiers <input type="checkbox"/> Décharges sauvages <input type="checkbox"/> Aménagements des berges <input type="checkbox"/> Autre (préciser) :	Milieux naturels : (préciser le recouvrement en %) <input type="checkbox"/> Cultures <input type="checkbox"/> Prairies pâturées <input type="checkbox"/> Prairies de fauche <input type="checkbox"/> Potagers, vergers <input type="checkbox"/> Plantations de conifères ou de feuillus <input type="checkbox"/> Boisements naturels <input type="checkbox"/> Autre (préciser) :
---	---

## Analyse physico chimique de l'eau

Paramètre	Mesure relevée	Conditions de réalisation du prélèvement		Interprétation
		Outil utilisé Lieu : terrain ou labo	Autres	
pH				
Température (°c)			Nombre de relevé : Heure du relevé : Profondeur du relevé :	
Vitesse de l'eau (m.s-1) en surface				
Conductivité (mS.cm-1)				
NO3- (mg.L-1)				
NO2- (mg.L-1)				
NH4+ (mg.L-1)				
Dureté totale ([Ca2+] et [Mg 2+])				
PO43- (mg.L-1)				
O2 dissous (mg.L-1)			Nombre de relevé : Heure du relevé : Profondeur du relevé :	
Taux de saturation en O2 (en %)				

## Evaluation

Capacités	Capacités	Barème
<b>1. RECOLTE DES DONNEES</b> Organisation du travail au sein du groupe Méthodologie		/3
Pertinence du choix de la station		/1
<b>2. RESULTATS</b> Présentation détaillée de la station étudiée		/2
Réalisation d'une fiche exhaustive les caractéristiques générales		/4
Réalisation d'une fiche exhaustive les caractéristiques du lit et des berges		/4
Présentation d'une fiche complétée à partir de l'observation de la station		/4
<b>3. INTERPRETATION</b> Analyse des caractéristiques écologiques de la station étudiée		/2
<b>TOTAL</b>		/20

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT, PROFESSEUR AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE ET  
D'ANNE GAULIER, PROFESSEUR DE BIOLOGIE ÉCOLOGIE AU LYCÉE AGRICOLE DE LONS LE SAUNIER

# L'indice biologique lié aux macrophytes - IBMR

**Contexte :** La qualité de l'eau s'évalue en fonction de la présence ou de l'absence d'espèces plus ou moins sensibles à la pollution : certaines espèces sont très polluo-sensibles et disparaissent lors de faibles perturbations, d'autres sont polluo-résistantes et supportent des conditions difficiles. Pour gérer durablement un écosystème, il est nécessaire de faire l'inventaire des espèces présentes.

L'indice biologique macrophytique en rivière ou IBMR constitue une des méthodes d'évaluation de la qualité écologique des cours d'eau basée sur l'utilisation du peuplement végétal aquatique. Il permet de caractériser le statut trophique d'une rivière et d'évaluer l'état écologique des masses d'eau dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE. Il est obtenu à partir du relevé complet d'espèces de macrophytes (phanérophytes, ptéridophytes, bryophytes, macroalgues et cyanobactéries visibles à l'œil nu) et leur degré de recouvrement. Calculé à partir d'une liste d'espèces de référence, il varie de 0 à 20, un indice élevé correspondant à un faible niveau trophique.

**Disciplines :** Aménagement, géographie, biologie écologie

**Exemple de publics :** 1ère STAV

**Objectifs :**

- Mobiliser les connaissances générales, techniques et scientifiques, pour mettre en œuvre et comprendre l'importance des indices biologiques
- Récolter des macrophytes, éventuellement sur deux stations différentes
- Déterminer les espèces végétales qui composent la rypisylve.
- Développer des attitudes responsables pour la gestion et la préservation du milieu

**Pré requis :** Les élèves doivent être préalablement initiés à la détermination : utilisation d'une clé et du vocabulaire scientifique

**Lieu / matériel nécessaire :**

- Avoir accès à un petit cours d'eau de faible profondeur
- Salle de classe
- Clé de détermination des macrophytes

**Documentation :**

- Ecologie des principales hydrophytes fixés ou libres présentes dans les rivières de Seine Aval (fiche extraite de *protection et gestion des rivières du secteur seine aval* - février 2006 - AESN, page 47)
- Outils en téléchargement CEMAGREF pour calcul de l'indice <https://hydrobio-dce.cemagref.fr/Telecharger/Macrophytes%20rivieres%20/>
- Dossier de l'environnement n°26 sur l'impact des piscicultures sur les peuplements macrophytiques : [www.inra.fr/dpenv/pdf/haurjyd26.pdf](http://www.inra.fr/dpenv/pdf/haurjyd26.pdf)

**Durée totale :** 6 heures

## Déroulement :

- Identification de plusieurs (au moins deux) stations avec des caractéristiques morphodynamiques et/ou de qualité d'eau différentes (profondeur, luminosité, courant, situation géographique...)
- Réalisation de prélèvements de macrophytes,
- Identification, détermination au laboratoire
- Caractérisation de l'IBMR, comparaison des résultats et interprétation

Capacités	Capacités	Barème
<b>1. RECOLTE DES DONNEES</b> Organisation du travail au sein du groupe Méthodologie (quadrat, transect...)		/3
Pertinence du choix des stations Localisation, présentation des stations		/1
<b>2. RESULTATS</b> Présentation détaillée des caractéristiques morphodynamiques des stations		/2
Réalisation d'un schéma de la zonation de la végétation et des habitats		/4
Inventaire exhaustif des macrophytes (détermination juste et complète)		/4
Calcul de l'IBMR (juste, justifié)		/2
<b>3. INTERPRETATION</b> Analyse de tous les résultats sur les stations étudiées		/2
Caractéristiques écologiques des stations Comparaison et valeur écologique de la rivière		/2
<b>TOTAL</b>		<b>/20</b>

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT, PROFESSEUR AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE ET  
D'ANNE GAULIER, PROFESSEUR DE BIOLOGIE ÉCOLOGIE AU LYCÉE AGRICOLE DE LONS LE SAUNIER

# L'indice biologique lié aux poissons ou IPR

**Contexte :** La qualité de l'eau s'évalue en fonction de la présence ou de l'absence d'espèces plus ou moins sensibles à la pollution : certaines espèces sont très polluo-sensibles et disparaissent lors de faibles perturbations, d'autres sont polluo-résistantes et supportent des conditions difficiles.

Pour gérer durablement un écosystème, il est nécessaire de faire l'inventaire des espèces présentes.

L'IPR, indice poisson rivière, en usage depuis 2001, mesure l'écart entre le peuplement présent, déterminé à la suite de la pêche électrique, et un peuplement de référence attendu en l'absence de perturbation.

En fonction de l'importance et de l'abondance d'espèces caractéristiques, l'indice permet de définir 5 classes de perturbation, de nulle (indice compris entre 0 et 7) à très forte (indice > 35). Les grands migrateurs ne font pas partie des espèces caractéristiques ; il ne prend donc pas en compte la perturbation liée au cloisonnement des rivières.

**Disciplines :** Aménagement, géographie, biologie - écologie

**Exemple de publics :** 1ère STAV

**Objectifs :**

- Mobiliser les connaissances générales, techniques et scientifiques, pour comprendre l'importance des indices biologiques
- Développer des attitudes responsables pour la gestion et la préservation du milieu
- Déterminer les espèces de poissons

**Pré requis :** les élèves doivent être préalablement initiés à la détermination : utilisation d'une clé et du vocabulaire scientifique

**Lieu / matériel nécessaire :**

- Avoir accès à un cours d'eau
- Carte topographique du secteur étudié
- Salle de classe
- Clé de détermination des poissons

**Documentation :**

Sites de l'AESN ([www.eau-seine-normandie.fr](http://www.eau-seine-normandie.fr)) et de l'ONEMA, 16, avenue Louison Bobet - 94120 Fontenay sous Bois. - Tél : 01 45 14 36 00 - Fax : 01 45 14 36 60.

Indice poissons rivières : [www.onema.fr/IMG/pdf/Outil\\_de\\_calcul\\_indice\\_poissons\\_riviere.pdf](http://www.onema.fr/IMG/pdf/Outil_de_calcul_indice_poissons_riviere.pdf)

**Durée totale :** 4 heures



## Déroutement :

- Identifier des stations ayant des caractéristiques morphodynamiques différentes (topographie, habitats, végétation de la ripisylve...)
- Schématiser les stations
- Prélever l'eau des deux stations pour analyse physico chimique
- Rechercher les inventaires poissons auprès de professionnels et d'usagers (résultats de pêche électrique, concours de pêche, discussion avec le garde pêche, les pêcheurs...)
- Caractérisation de l'IP, comparaison des résultats et interprétation

Capacités	Capacités	Barème
<b>1. RECOLTE DES DONNEES</b> Organisation du travail au sein du groupe Méthodologie (terrain, laboratoire)		/3
Pertinence du choix de la station Localisation, présentation des stations		/1
<b>2. RESULTATS</b> Présentation détaillée des caractéristiques morphodynamiques des stations		/2
Réalisation d'un schéma des stations		/4
Tableau de résultats de l'analyse physico-chimique de l'eau des stations		/4
Présentation des fiches d'inventaire suite à enquête, récolte de données... et Calcul de l'IP		/4
<b>3. INTERPRETATION</b> Analyse de tous les résultats sur les stations étudiées		/2
Caractéristiques écologiques des stations Comparaison et valeur écologique de la rivière		/2
<b>TOTAL</b>		<b>/20</b>

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT, PROFESSEUR AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE ET  
D'ANNE GAULIER, PROFESSEUR DE BIOLOGIE ÉCOLOGIE AU LYCÉE AGRICOLE DE LONS LE SAUNIER

# Présentation des différents métiers de l'eau

Contexte : La gestion de l'eau recouvre des métiers divers.

Disciplines : Aménagement, géographie, économie

Exemple de publics : BTS

Objectifs :

- Présenter les grands traits de la géographie de l'eau à l'échelle de la planète et des grands ensembles régionaux
- Comprendre la gestion de l'eau à travers les différents métiers de l'eau
- Comprendre le fonctionnement économique et législatif de la gestion de l'eau
- Connaître les différents débouchés professionnels

Pré requis : Rien de spécifique

Lieu / matériel nécessaire :

- Réseau de connaissances et de contacts professionnels
- Salle de classe, CDI...
- Visites

Durée totale : 4 heures

Déroulement :

- Inviter des professionnels dans les secteurs de l'eau potable, des eaux usées et des eaux de surface et appartenant aux collectivités publiques d'état, territoriale, aux sociétés de service d'eau et d'assainissement, maître d'œuvre, technicien rivière, gestionnaire de barrage...
- Organiser une table ronde des professionnels de l'eau et un débat expliquant leurs fonctions et leurs rôles dans la gestion globale de l'eau, la procédure et le niveau de recrutement...

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT, PROFESSEUR AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE

# Etude des propriétés physiques et chimiques de l'eau

Contexte : Les activités humaines font usage de l'eau et en modifient la qualité.

Disciplines : Physique chimie

Exemple de publics : BTS

Objectifs :

- Mettre en œuvre de petites expériences simples et étudier les principales propriétés physiques et chimiques de la molécule d'eau et des solutions aqueuses
- Prévenir les conséquences des activités humaines sur les flux et la qualité de l'eau
- Déterminer les caractéristiques des systèmes hydrauliques

Pré requis : rappel des connaissances élémentaires sur la molécule d'eau

Lieu / matériel nécessaire :

- Laboratoire de physique chimie
- Matériel de laboratoire : ballon à essai, éprouvette, bec électrique, peson, papier pH, ...
- Blouse, lunette de sécurité, gant

Durée totale : 2 heures

Déroulement :

- Polarité de la molécule d'eau et applications : *Expérience de la déviation électrostatique d'un filet d'eau.*
- Les trois phases de l'eau sur terre et la relation entre pression et température : *Expérience de l'eau qui boue en la refroidissant et du marteau d'eau.*
- La tension superficielle : *Expérience du trombone qui flotte, puis qui coule après déversement d'une goutte de savon.*
- Le principe d'Archimède : *Expérience de la pesée dans l'air, pesée dans l'eau douce et pesée dans l'eau salée.*
- Le principe de Pascal : *Expérience avec deux seringues de volumes et sections différentes.*
- Corps en suspension, corps en solution : *Expérience de la filtration d'un mélange d'eau et de sable, et d'eau et de sel ou de sirop de menthe. Passage dans un filtre à charbon actif.*
- Phénomènes de floculation et décantation : *Expérience de la mise en suspension d'argile et floculation*
- Gaz en solution : *Expérience de mesure du pH de l'eau dans une éprouvette, après combustion de soufre.*

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT, PROFESSEUR AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE

# Projet de récupération d'eau pluviale et irrigation d'une serre

**Contexte :** Etudier la possibilité de mettre en place un dispositif de récupération d'eau pluviale issue de la toiture des bâtiments et l'utiliser pour assurer l'irrigation d'une culture sous serre.

Cette action peut être déclinée en deux phases :

- La récupération de l'eau
- Le dispositif d'irrigation

**Disciplines :** Mathématiques, biologie, agronomie

**Exemple de publics :** Classe de 4ème transférable à tous les niveaux

**Objectifs :**

- Mobiliser les connaissances générales, techniques et scientifiques, pour appréhender le projet, le dimensionner, le chiffrer et analyser la faisabilité.
- Utiliser la proportionnalité (représentation graphique, traitement des données, aires et volumes)
- Aborder le thème du climat
- Découvrir les plantes et leur fonctionnement
- Réaliser des observations sur le thème du cycle de l'eau

**Pré requis :** Rappel des connaissances élémentaires sur la proportionnalité

**Lieu / matériel nécessaire :**

- Bâtiments présentant une surface de toiture suffisante.
- Contexte justifiant la récupération d'eau pluviale.
- Décamètre pour prise de mesures
- Accès à la base de données météo du lycée (ou Internet)

**Durée totale :** 6 heures

**Déroulement :**

- Description du projet, objectifs et planification des tâches
- Prise de mesures
- Réalisation d'un plan
- Calcul de la surface de toiture
- Recherche de données météorologiques
- Calcul des volumes d'eau
- Dimensionnement des cuves
- Listage du matériel nécessaire
- Chiffrage
- Analyse

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT, PROFESSEUR AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE

# Technique de jaugeage chimique

**Contexte :** La qualité des eaux de surface se dégrade en raison des multiples sources de pollution liées aux activités humaines.

**Disciplines :** Mathématiques, physique chimie

**Exemple de publics :** BTS

**Objectifs :**

- Étudier les propriétés physicochimiques de l'eau et des solutions aqueuses
- Etudier la dispersion d'un nuage de saumure dans un cours d'eau et évaluer son débit.
- Montrer la relation entre la concentration en ions et la conductivité électrique.
- Simuler la dispersion d'un polluant dans un cours d'eau.
- Evaluer le débit d'un cours d'eau.
- Analyser la ressource en eau d'une unité spatiale
- Déterminer les caractéristiques des systèmes hydrauliques

**Pré requis :** Rien de spécifique

**Lieu / matériel nécessaire :**

- Laboratoire de physique chimie
- Matériel de laboratoire : sel de cuisine, balance, fluorescéine, sceau, conductimètre, gobelets, chronomètre
- Blouse, lunette de sécurité, gant

**Durée totale :** 2 heures

**Déroulement :**

- Déverser dans un cours d'eau, 5 à 10 litres d'une solution de sel de cuisine additionné de fluorescéine pour rendre visible le « nuage » de saumure.
- Prélever un échantillon (gobelets) toutes les 10 secondes, quelques dizaines de mètres à l'aval.
- Doser la concentration en sel à l'aide d'un conductimètre des échantillons.
- Tracer la courbe de la concentration en fonction du temps.
- Déterminer le débit à partir de la relation  
$$Q = (\text{Masse de sel utilisé}) / (\text{Concentration moyenne du nuage} \times \text{durée du nuage})$$

EXEMPLE D'OLIVIER BERTHELOT ET DE C. FOURNIER,  
PROFESSEURS AU LYCÉE AGRICOLE DE STE MAURE

# Les traditions locales en lien avec l'eau d'hier et d'aujourd'hui

**Contexte :** Découvrir les ouvrages liés à l'eau d'hier et d'aujourd'hui à l'échelle d'un bassin versant.

**Disciplines :** Biologie - écologie, géographie, physique - chimie, français, agroéquipement

**Exemple de publics :** Elèves de seconde, de baccalauréat (STAV, S), de bac pro...

**Durée :** 3h

**Objectifs :**

- Découvrir, à l'échelle du bassin versant, les différents ouvrages liés à l'eau sur la carte topographique d'une région donnée
- Etablir les liens entre les ouvrages et les traditions locales

**Pré requis :** Savoir lire une carte topographique

**Matériel :**

- Cartes IGN de la région étudiée (une carte pour 2 élèves)
- Un plan de carte du bassin versant (fourni par l'enseignant de géographie)
- Livres, articles de journaux... traitant des traditions locales liées à l'eau dans la région étudiée
- Un questionnaire à compléter (préparé au préalable par les enseignants)

**Déroulement :**

- Lecture de la carte IGN par les élèves
- Localisation des ouvrages actuels et d'hier, report en les classant selon différentes couleurs sur le plan de carte du bassin versant
- Lecture des sources documentaires afin de répondre aux questions du document (voir questionnaire ci-après)
- Réflexion sur la symbolique de l'eau (menée par le professeur de français).
- Intervention d'un sourcier lors de la séance de travail
- Participation à une lessive à l'ancienne

**QUESTIONNAIRE****(à compléter après lectures des documents fournis )****L'EAU DANS LES TRADITIONS LOCALES****Définitions**

- les traditions :
- locales :

**Ouvrages liés à l'eau**

1. Placer sur le plan de carte les ouvrages anciens (puits, lavoirs, abreuvoirs...) après repérage sur la carte topographique.
2. Placer sur le plan de carte les ouvrages nouveaux (château d'eau, stations de pompage, captage...).

**Ouvrages et traditions d'hier et d'aujourd'hui****1. les fontaines miraculeuses**

- 1.1-les repérer sur la carte topographique et rechercher leurs propriétés (maladies de peau, des yeux...).

**Tableau à compléter**

NOM DE LA COMMUNE	NOM DU SAINT	PROPRIETE

- 1.2-les propriétés thérapeutiques de l'eau aujourd'hui : thermalisme, homéopathie.

- 1.3-les symboles attachés à l'eau : origine de la vie baptême, purification (eau du bain)...

**2. les lavoirs**

- 2.1- utilités du lavoir : (social, sanitaire...).

- 2.2 – pratiques attachées à l'usage du lavoir  
(brossage, brassage, rinçage et le matériel utilisé et la préparation de la lessive...  
- intervention du professeur de physique chimie).

- 2.3 – le lavage aujourd'hui.  
(machines à laver et les diverses lessives).



### 3. les puits

3.1- différentes formes.

3.2- utilités et époques d'utilisation.

3.3- pompage (étude des éléments d'une pompe et fonctionnement d'une pompe aspirante – intervention de l'enseignant d'agroéquipement).

### 4. les abreuvoirs

4.1- localisation et types.

4.2- les abreuvoirs aujourd'hui.

### Le sourcier

1. son travail.

2. les différentes méthodes de recherche.

3. le principe.

4. les techniques actuelles de recherche des sources et leurs principes.  
(méthodes sismique, électrique, gravimétrique, télédétection...).

### Lexique

Définitions de tous les mots présents sur la carte topographique (source, fontaine château d'eau...).

EXEMPLE D'ÉLIZABETH LEBRUN, PROFESSEUR DE BIOLOGIE ÉCOLOGIE  
AU LYCÉE AGRICOLE DE COUTANCES

**Notre sélection :**

Chantal Aspe et Patrick Point, 1999. *L'eau en représentations : gestion des milieux aquatiques et représentations sociales*. Gip Hydrosystèmes, Cemagref, 102 pp.

Collectif, 2007. *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*. Agence de l'eau Seine Normandie. Manuel, 62 pp. et guide terrain, 100 pp.

Eliane Fustec, Jean-Claude Lefevre et coll. 2000. *Fonctions et valeurs des zones humides*. Dunod, Paris, 426 pp.

Jean-Baptiste Narcy, 2004. *Pour une gestion spatiale de l'eau : comment sortir du tuyau ?* Presses interuniversitaires européennes – Peter Lang, Bruxelles, 346 pp.

Protection et gestion des eaux. Coll. *Aux sources de la loi*. Recueil, direction des Journaux officiels, 2004, 516 pp.

Jean-Gabriel Wasson, Jean-René Malavoi, Laurence Maridet, Yves Souchon, Léna Paulin, 1998. *Impacts écologiques de la chenalisation des rivières*. Coll. Etudes, série gestion des milieux aquatiques n°14, Cemagref Editions, Lyon, 160 pp.

**Mais aussi :**

Angelier Eugène, 2000. *Ecologie des eaux courantes*. Editions Tec&Doc, Paris, 200 p.

Bachasson Bernard, 1997. *Mise en valeur des étangs*. Editions Lavoisier Tec et Doc, 176 p.

Carbonne Yvon, 2004. *Pêche à pied en Normandie et en famille*. Editions OREP, 104 p.

Clément Olivier, 1991. *Typologie aquacole des marais salants de la côte atlantique*. Série Ressources en eau n°3, Coll. Etudes, Cemagref, Antony, 232 p.

Collectif, 1996. *Hydrologie dans les pays celtiques*. Actes de colloque, Rennes, 8-11/07/1996. INRA éd., 472 p.

Collectif, 2001. *Comment préserver les cours d'eau tout en protégeant les cultures ?* Actes de colloque, Paris, 22/02/2001. Cemagref éditions, 92 p.

Collectif, 2005. *Sécurité des digues fluviales et de navigation. Ingénieries eau agriculture territoires n° spécial 2005*, 212 p.

Durand-Dastès François, 1992. *Les eaux douces : abondances, sécheresses et conflits*. Coll. Planète verte, Rageot ed, Paris, 160 p.

Edeline F., 2001. *Le pouvoir autoépurateur des rivières : une introduction critique*. Ed. Cebedoc, Liège et ed. Tec et Doc, Paris, 240 p.

Gaujous Didier, 1993. *La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire*. Tec et Doc, Paris, 212 p.

Genin Brigitte, Chauvin Christian et Ménard Françoise, 2003. *Cours d'eau et indices biologiques : pollutions, méthodes*, IBGN. 2e édition. Educagri éditions, Dijon, 224 p.

Grosclaude Gérard (coord.), 1999. *L'eau : Tome 1-Milieu naturel et maîtrise*. INRA éditions, Paris, 204 p.

Grosclaude Gérard (coord.), 1999. *L'eau : Tome 2 - Usages et polluants*. INRA éditions, Paris, 210 p.

IFREMER, 1999. *Atlas régional du littoral bas-normand*, Editions IFREMER, 48 p.

Lévêque Christian, 1996. *Ecosystèmes aquatiques*. Coll. Les fondamentaux, Hachette, Paris, 160 p.

Mathevet Raphaël, 2004. *Carmargue incertaine : sciences, usages et natures*. Buchet - Chastel, Paris, 208 p.

Meybeck Michel, Ghislain de Marsily, Eliane Fustec, 1998. *La Seine et son bassin : fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé*. Elsevier, Paris, 752 p.

Péjouan André, 2000. *Toutes les pêches à pied*, Editions Jean-Paul GISSEROT, 126 p.

Raines Ward Diane, 2003. *Obsession de l'eau. Sécheresse, inondations : gérer les extrêmes*. Coll. Mutations n°221, éd. Autrement, Paris, 260 p.

Rivière-Honegger Anne et Ruf Thierry (coord.), 2004. *La gestion sociale de l'eau, concepts, méthodes et applications*. Territoires en mutation, 12, nov. 2004, Montpellier, 262 p.

Tachet Henri et al., 2000. *Invertébrés des eaux douces; systématique, biologie, écologie*, Editions CNRS, 588 p.

Thomas Yvon et Chosson Alain, 2000. *Guide pratique pour bien gérer l'eau. La gestion de la distribution de l'eau, la qualité des eaux, les moyens de lutter contre la pollution, l'assainissement, la maîtrise des consommations domestiques, les textes législatifs essentiels*. Coll. CLCV – De Vecchi, ed. De Vecchi, Paris. Edition revue et augmentée, 334 p.

Touchart Laurent, 2003. *Hydrologie : mers, fleuves et lacs*. Armand Colin, Paris, 190 p.

## Brochures et revues

Dossier pour la Science, janvier/mars 2008. L'eau Attention fragile

Le chevelu hydrographique, un milieu fragile à préserver ! FDPPMA 29, CSP délégation régionale de Bretagne, Conseil général du Finistère, agence de l'eau Loire Bretagne délégation Armor Finistère

La dune et le marais de Moustierlin, 2006. Mairie de Fouesnant.

Inventaire et préservation des zones humides dans les plans locaux d'urbanisme. Eaux et rivières de Bretagne

## Cassettes vidéo

Aux sources de l'Hyvet, Chambre d'agriculture Côtes d'Armor, 2001, 26 min.

Le souci du SAGE, France 3 Rhône Alpes Auvergne, Syndicat mixte de la rivière Drôme, Voir Média Production, 58 min. [concertation, jeux d'acteurs]

Cap 2000 solidarités interprofessionnelles, 2004, 13 min.

6 DVD sur l'eau, 2008. Editions educagri.

## Sites Internet

[www.eau-seine-normandie.fr](http://www.eau-seine-normandie.fr), rubrique classe d'eau puis outils pédagogiques.

[www.alterre-bourgogne.org](http://www.alterre-bourgogne.org), rubrique « se former ». Guide pédagogique des journées de l'Education Relative à l'Environnement, mars 2001 « L'eau ne coule plus de source » avec le soutien de : l'Etat, la Région, l'ADEME, les Agences de l'Eau : Rhône-Méditerranée-Corse, Seine -Normandie et Loire -Bretagne.

[www.chlorofil.fr/territoires/fiches-educatives/fiches-dexperiences-pratiques-denseignants.html](http://www.chlorofil.fr/territoires/fiches-educatives/fiches-dexperiences-pratiques-denseignants.html)  
lien vers les fiches pédagogiques agriculture durable qui peuvent être utiles dans le cadre de la mise en œuvre de fiches sur les expériences "classe d'eau".

## **ONT COORDONNÉ LA RÉDACTION DE L'OUVRAGE :**

**Annick Bourrouillou**, Professeur de biologie écologie, LEGTA Chartres La Saussaye  
**Estelle GAVARD**, Agence de l'Eau Seine-Normandie, chargée de mission Education

## **ONT COLLABORÉ À LA RÉDACTION DE L'OUVRAGE :**

### **. Enseignement agricole**

**Sofie Aublin**, animatrice nationale du réseau EDD par la pédagogie, LEGTA Semur Chatillon

**Olivier Berthelot**, formateur, CFPPA Sainte-Maure

**Anne Gaulier**, professeur de Biologie Ecologie, LEGTA Edgar Faure de Lons Le Saunier

**Laurence Girardot**, professeur d'économie, LEGTA Chartres La Saussaye

**Viviane Goldberg**, chargée de mission Agriculture Durable, CEZ/Bergerie nationale de Rambouillet

**Laurence Goussen**, professeur de Zootechnie, LEGTA de la Thiérache

**Fabrice Hublard**, professeur d'aménagement de l'espace, gestion des milieux naturels, LEGTA de la Thiérache

**Hélène Laguerre**, ingénieur d'études aquaculture et pêche, Agrocampus - Site de Beg Meil

**Armelle Lainé**, ingénieur d'étude, "gestion et aménagement des espaces littoraux", Agrocampus - Site de Beg Meil

**Elizabeth Lebrun**, professeur de biologie écologie, LEGTA Coutances

**Jean-François Leclanche**, ingénieur d'étude, Agrocampus - Site de Beg Meil

**Lydia Perello**, professeur d'anglais, LEGTA Chartres La Saussaye

**Patricia Roger**, professeur de biologie écologie, LEGTA de la Thiérache

**Frédéric Séguret**, animateur réseau Gestion et protection de l'eau, Lycée Fonlabour à Albi

**Site des établissements publics du ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche :**

<http://www.educagri.fr/les-etablissements-publics.html>

### **. Agence de l'eau Seine-Normandie**

**Jacques BORIES**, expert Développement durable

**Baptiste CASTEROT**, chargé d'études Industrie

**Liliane CHAUFFREY**, chef du service Développement durable

**Jean DUCHEMIN**, chargé de mission Santé

**Sarah FEUILLETTE**, chef du service Pévision, évaluation, prospective

**Vincent MARTIN**, chargé de projets à la direction Seine-Aval

**Richard ROUSSEL**, chargé d'aides au fonctionnement à la direction Seine-Aval

**Jean-Pierre TABUCHI**, chef de service Paris & Petite couronne

**Nolwen THEPAUT**, chargé d'études Agriculture

## **Crédits photos**

Couverture : S. Aublin

Intérieur : Page 7, 8, 13, 14 et : S. Aublin - page 27 : A. Lainé - Page 28 : Patrice Pautrat - Page 30 : F. Séguret - Page 32, 33, 34, 35 : H. Laguerre - Page 37 : (écrevisse de Californie) : B. Allard, Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre ; (écrevisse américaine et à pieds blancs) Fédération d'Eure et Loir pour la pêche et la protection des milieux aquatiques - Page 37 : B. Massa (AESN) - Page 38 : (veau marin) Picardie Nature - Page 39 : (loutre) Emmanuel Holder - Page 59 : F. Séguret - Page 60 : A. Bourrouillou - Page 65 : Agence de l'Eau Seine-Normandie - Page 68, 69 : F. Séguret - Page 70 : (filtre à sable) G. Bayle ; (Rejet d'eau domestique) J. Facon - Page 71 : F. Séguret - Page 72 : Inondations à Paris en 1910 (Bibliothèque Nationale) ; Noue (Agence de l'Eau Seine-Normandie) - Page 75 : A. Bourrouillou - Page 79 : Y. Le Bissonnais, INRA Montpellier - Page 86 : Sofie Aublin - Page 88 : A. Bourrouillou - Page 104 : Agence de l'Eau Seine-Normandie - Page 118 : N. Alvarez, CFPPA du Tarn - Page 119 : Fonlabour - Page 120 : Transport fluvial sur la Seine : ©X.REMONGIN/Min.agri.fr ; Petit port de plaisance à St Florentin : S. Aublin - Page 122 : S. Aublin - Page 123 : Agence de l'Eau Seine-Normandie - Page 138 : F. Séguret - Page 139 : Michael Gwyther-Jones - Page 140 : S. Aublin.

**Conception, mise en page :** chantal Creusot, CEZ/Bergerie Nationale - Rambouillet

**Impression :** Novembre 2010 - Imprimerie FRAZIER - Paris - Tél. 01 42 46 64 64



Bergerie Nationale - Département 3DFI  
CS 40609 Parc du Château - 78514 Rambouillet cedex  
Tél. 01 61 08 68 11 - Fax : 01 61 08 69 37





**eau  
seine  
NORMANDIE**

L'Agence de l'eau Seine-Normandie est un établissement public de l'Etat qui fournit des aides techniques et financières aux usagers de l'eau qui contribuent à améliorer la qualité et la quantité de cette ressource indispensable à la vie



**Siège de l'Agence de l'eau** - 51 rue Salvador Allende - 92027 Nanterre Cedex

Tél. : 01 41 20 16 00 - Fax : 01 41 20 16 09

#### **Bocages Normands**

1 rue de la Pompe  
BP 70087  
14203 Hérouville-  
Saint-Clair Cedex  
Tél. : 02 31 46 20 20  
Fax : 02 31 46 20 29

#### **Seine Amont**

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

#### **Vallée de Marne**

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

#### **Rivières d'Ile-de-France**

51 rue Salvador Allende  
92027 Nanterre Cedex  
Tél. : 01 41 20 17 29  
Fax : 01 41 20 19 99

#### **Seine Aval**

Hangar C  
Espace des Marégraphes  
BP 1174  
76176 Rouen Cedex 1  
Tél. : 02 35 63 61 30  
Fax : 02 35 63 61 59

#### **Vallée d'Oise**

2 rue du Docteur Guérin  
ZAC de l'Université  
60200 Compiègne  
Tél. : 03 44 30 41 00  
Fax : 03 44 30 41 01

Site internet : [www.eau-seine-normandie.fr](http://www.eau-seine-normandie.fr)

Rubrique "Enseignant"