

## Préservation des écosystèmes aquatiques

La préservation des profils et formes naturels des cours d'eau doit être recherchée de façon à ce qu'ils assurent le bon fonctionnement de l'hydrosystème. Sur les rivières, les estuaires et les zones côtières dégradés du point de vue de l'hydromorphologie, il est indispensable d'entreprendre des actions de restauration, voire de renaturation, dans le cadre d'une approche globale et programmée, à une échelle hydro-morphologique cohérente.

La garantie d'une fonctionnalité optimale de ces milieux aquatiques continentaux et littoraux requiert la prise en compte de l'ensemble des phénomènes physiques (hydrauliques, morphologiques,...), biologiques et de leurs interactions, dans une approche dynamique de leur dimension spatiale.

Par ailleurs, ces milieux assurent de multiples fonctions tant du point de vue de la ressource en eau que de la biodiversité. Leur préservation et leur restauration sont des enjeux majeurs à appréhender.

### La restauration d'un écosystème aquatique

Peut-on restaurer un écosystème aquatique? Peut-être, mais cela exige du temps et dépend de la nature de la perturbation. Les effets du dragage, par exemple, peuvent s'étendre sur une ou plusieurs années, mais le nombre des organismes déplacés comme les poissons peuvent se rétablir d'eux-mêmes. Dans d'autres cas, des perturbations plus graves comme la construction de barrages peuvent entraîner l'extinction locale d'espèces déjà menacées. Il est peu probable que ces écosystèmes se rétablissent naturellement.

Il arrive souvent qu'on puisse avoir recours à des mécanismes en place pour favoriser la restauration d'un écosystème ou réduire au minimum les incidences néfastes entraînées par les activités humaines. Voici quelques-uns de ces mécanismes :

- Lois en matière d'environnement : Des lois comme la Loi canadienne sur la protection de l'environnement visent à protéger les Canadiens et le milieu aquatique contre l'exposition aux substances toxiques et contre les risques que représente l'utilisation de produits chimiques.
- Planification intégrée des ressources : Cette approche permet d'assurer l'étude des liens entre l'utilisation des terres, l'aménagement du territoire, le débit des cours d'eau, la

qualité de l'eau et les écosystèmes aquatiques avant la désignation des terres d'une région à certaines fins.

- Technologie : Les préoccupations relatives à l'environnement et à l'utilisation des eaux ont entraîné la mise en œuvre de mesures visant à améliorer la qualité des rejets d'eaux résiduaire et à réduire à la fois les demandes d'eau et la charge des effluents.
- Surveillance environnementale : La surveillance des produits chimiques dans l'eau, des sédiments et des organismes permet d'identifier plus facilement les problèmes potentiels des écosystèmes et de localiser les problèmes existants.
- Mesures de compensation : Par exemple, une entreprise piscicole peut produire les alevins qu'un habitat perturbé ne peut plus fournir.

### Concepts généraux de restauration et niveaux d'ambition

Une opération de restauration hydromorphologique peut être menée « passivement » (en réduisant les « forces de dégradation ») ou « activement » (par des interventions plus lourdes). Le concept de restauration passive fait référence à la typologie géodynamique des cours d'eau. Plus un cours d'eau sera puissant, avec des berges facilement érodables et des apports solides encore importants, plus sa restauration sera facile, peu coûteuse et avec des effets rapides. La simple suppression des forces de dégradation (enrochements de protection de berges, barrages) suffira généralement pour que le cours d'eau se réajuste rapidement, tant du point de vue physique qu'écologique (à condition toutefois pour ce dernier point, que la qualité physico-chimique de l'eau soit correcte).

La restauration active sera nécessaire sur les cours d'eau peu puissants, peu actifs et à faibles apports solides. Elle nécessitera des travaux plus coûteux et donnera a priori des résultats moins spectaculaires.

#### ■ Niveaux d'ambition des travaux de restauration

On peut définir trois grandes catégories d'actions sur un cours d'eau visant à préserver ou à restaurer un bon fonctionnement morphologique et écologique :

#### • Si le fonctionnement morpho-écologique est encore bon :

##### - **Préservation : catégorie P.**

Il s'agira le plus souvent d'opérations de sensibilisation, de protection ou de maîtrise foncière de secteurs menacés par une pression anthropique latente. Ceci peut se concrétiser par des arrêtés de biotopes, l'achat de terres sur un espace alluvial élargi ou en secteur de mobilité potentielle d'un cours d'eau, des contrats d'exploitation extensive de terres riveraines avec des agriculteurs, la définition de zones « tampon », etc.

- **Si le fonctionnement morpho-écologique est légèrement dégradé mais encore correct :**

- **Limitation des dysfonctionnements futurs : catégorie L.**

Une opération de restauration n'est peut-être pas nécessaire mais il semble important de mettre en œuvre des actions qui bloquent les dysfonctionnements en cours de manifestation : seuils de fond pour stabiliser une incision qui commence à se manifester, espace de mobilité pour éviter une accentuation d'une incision encore modérée, meilleure gestion des débits à la sortie d'un barrage, meilleure gestion de la qualité de l'eau, etc.

- **Si le fonctionnement morpho-écologique est dégradé**

- **Restauration : catégorie R.**

Dans la catégorie R, on peut alors distinguer 3 niveaux d'objectifs de restauration (qui correspondent aussi à 3 niveaux d'ambition) :

- **niveau R1** ; objectif de restauration d'un compartiment de l'hydrosystème, souvent piscicole, dans un contexte où l'on ne peut réaliser une véritable opération de restauration fonctionnelle. Il s'agit généralement de mettre en place des structures de diversification des écoulements et des habitats : déflecteurs, petits seuils, caches, frayères, etc. Ce niveau d'ambition ne nécessite pas une grande emprise latérale. Il peut être mis en œuvre dans l'emprise actuelle du lit mineur ou légèrement augmentée. Il devrait être réservé aux zones urbaines ou périurbaines, où les contraintes foncières sont importantes mais on constate qu'il est fréquemment mis en œuvre en zone rurale, pour des raisons foncières aussi et probablement par manque d'ambition... (Voir figure 1, ci-dessous) ;

- **niveau R2** ; objectif de restauration fonctionnelle plus globale. L'amélioration de tous les compartiments aquatiques et rivulaires est visée : transport solide, habitat aquatique, nappe alluviale, ripisylve.

Ce niveau nécessite une emprise foncière plus importante (de 2 à 10 fois la largeur naturelle du lit mineur). Il peut être atteint par exemple par un reméandrage léger pour un cours d'eau rectifié, par un écartement des digues pour un cours d'eau fortement endigué, par la « remise » à ciel ouvert d'un lit de cours d'eau mis sous tuyau ou couvert, etc. (voir figure 2, ci-contre) ;

- **niveau R3** ; niveau R2 + espace de mobilité ou de fonctionnalité. Restauration fonctionnelle complète de l'hydrosystème, y compris de la dynamique d'érosion et du corridor fluvial.

L'emprise nécessaire pour que ce niveau d'ambition soit pertinent est au minimum de l'ordre de 10 fois la largeur du lit mineur avant restauration.



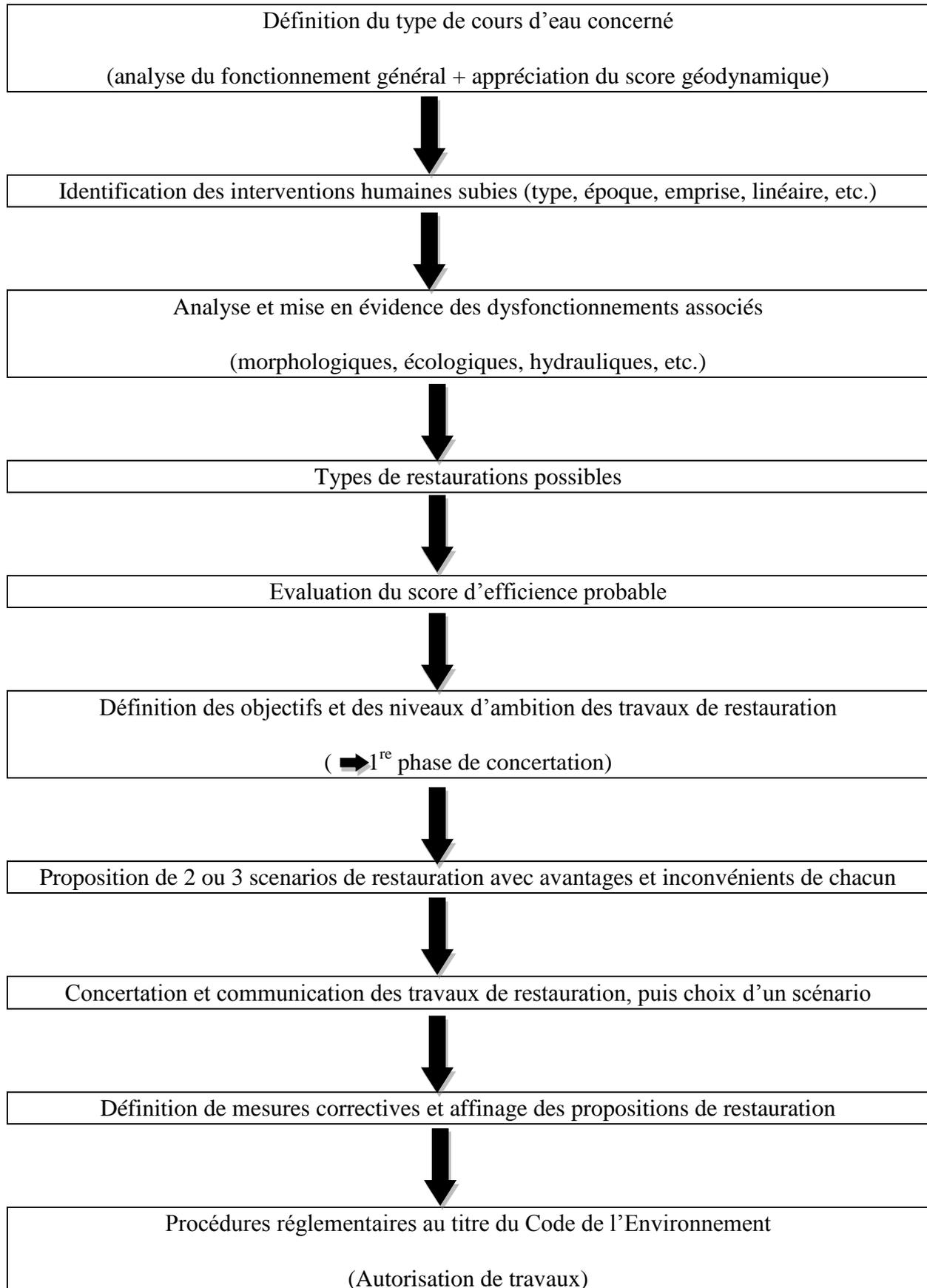
**Figure 1 :** Différents exemples d'aménagements essentiellement piscicoles : en haut à gauche risberme en enrochements sur la Bienne (39), en haut à droite agencement de blocs sur la Savoureuse (90), au centre amas de blocs et radier artificiel sur le Drugeon (25), en bas à gauche caches artificielles sur un petit ruisseau affluent de l'Allondon (Suisse, canton de Genève) et en bas à droite aménagements piscicoles sur l'Arve (74)

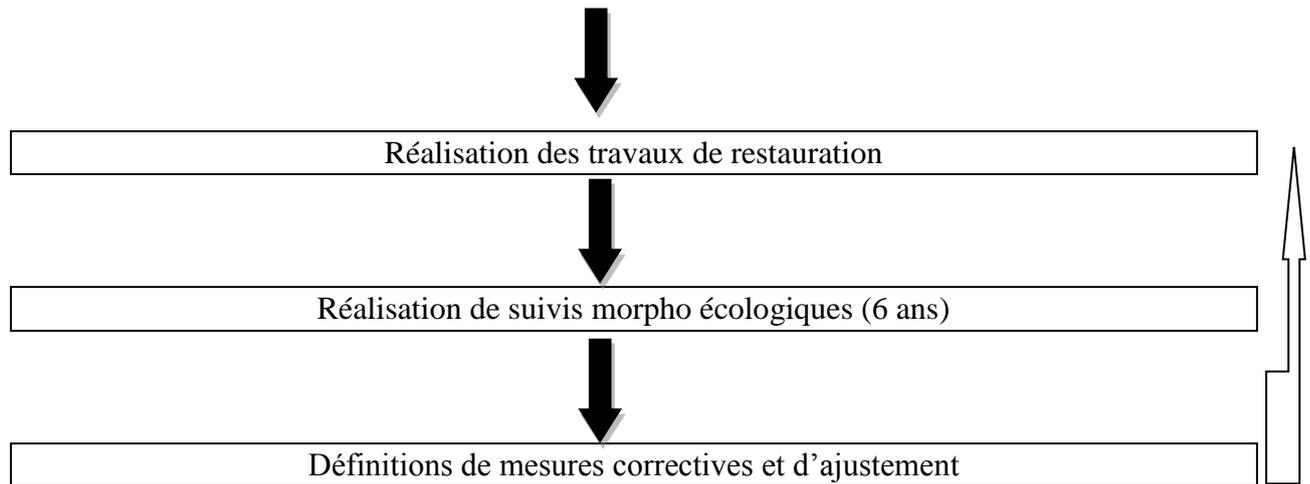
Si le cours d'eau est actif ou potentiellement actif, cette emprise sera un véritable espace de mobilité qui lui permettra d'éroder ses berges et de retrouver une dynamique fluviale naturelle. Si le cours d'eau n'est pas potentiellement actif (faible puissance, berges cohésives, peu d'alluvions en transit), cette emprise sera plutôt un espace de fonctionnalité.

Dans un tel espace de fonctionnalité, on laissera s'installer une végétation alluviale naturelle (corridor fluvial) ou on créera de toutes pièces une diversité de milieux biologiques annexes au cours d'eau (zones humides, mares, bocages, haies, secteurs pionniers, etc.) (Voir figure 3)



**Figure 2:** Exemples de restaurations fonctionnelles de niveau R3: en haut à gauche la Vurpillière, à droite le Bief de Nanchez, en bas, milieux diversifiés «retrouvés» sur le Colostre.

**Etapes clés d'une opération de restauration d' cours d'eau**



### **Fonctions naturels des milieux aquatiques et qualité hydromorphologique du milieu :**

Quelle que soit leur situation, les milieux aquatiques sont le lieu de nombreux processus qui leur permettent d'assurer plusieurs fonctions dont certaines sont essentielles à leur propre fonctionnement mais qui peuvent aussi avoir un intérêt pour certains usages de l'eau. Parmi ces fonctions, celles qui suivent sont particulièrement intéressantes:

- Auto-épuration
- Alimentation en matières solides
- Limitation de l'eutrophisation
- Régulation hydrologique
- Habitat d'espèces
- Dénitrification des eaux de nappes alluviales

Nous les décrivons ici brièvement en insistant sur les facteurs qui peuvent les renforcer ou, au contraire, les affaiblir.

#### **L'autoépuration :**

C'est la capacité d'un écosystème aquatique à digérer une charge polluante organique sans en subir d'effet négatif. Elle résulte de processus :

- Physiques : filtration, décantation, transfert aval

· biologiques : les organismes présents dans le milieu vont s'alimenter à partir de ces ressources nutritives.

### **Influence de l'état hydromorphologique des milieux sur leurs capacités auto-épuratoires :**

Les matières en suspension provenant de l'érosion des bassins versant limitent la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau, réduisant, de ce fait, les processus chlorophylliens : tout aménagement visant à limiter ces apports, tel que bandes enherbées, ripisylve dense, zone de rétention des sédiments au niveau des fossés...renforce donc la capacité auto-épuratoire des milieux.

En période de crue, les champs d'expansion correspondant aux forêts riveraines ou aux prairies ont un effet de filtre. Pour les cours d'eau dits "à biomasse fixée", les organismes responsables de l'autoépuration se développent au sein d'un biofilm fixé sur le substrat.

Des bactéries interviennent au sein du "sous-écoulement" c'est-à-dire de l'eau qui circule entre les graviers du fond du lit. Ces graviers sont également des habitats pour les invertébrés consommateurs de matière organique (larves d'insectes, mollusques, vers.).

Tout prélèvement au sein de ces structures alluvionnaires peut conduire à l'incision du lit mineur et l'apparition d'un substrat uniforme (banc de molasse par exemple) qui limite de manière considérable la capacité d'accueil de l'ensemble des organismes contribuant à l'autoépuration.

### **Alimentation en matières solides :**

Les matières solides sont fournies aux hydro-systèmes à partir des secteurs torrentiels amont : les avalanches, les glissements de terrains et plus anciennement les glaciers (front et moraines) apportent des matériaux dans les vallées.

Dès lors, les conditions de transit de ces matériaux deviennent déterminantes pour l'équilibre, des milieux : tout barrage de montagne non équipé de vanne de fond bloque les matériaux.

En aval des cours d'eau, une source d'approvisionnement secondaire existe à partir des stocks alluvionnaires accumulés tout au long de l'histoire géologique du bassin. Pour que cette source prenne le relais lorsque l'approvisionnement naturel depuis l'amont est interrompu, il est nécessaire de laisser la rivière éroder les berges, donc de lui conserver un espace de mobilité.

Outre leur fonction d'habitat pour un grand nombre d'organismes, ces structures alluvionnaires jouent un rôle important en matière de dissipation de l'énergie hydraulique et de ralentissement des eaux.

### **Limitation de l'eutrophisation :**

L'eutrophisation résulte d'un enrichissement du milieu en éléments nutritifs, azote et phosphore. Ces éléments ne sont pas toxiques pour le milieu, ce n'est pas leur simple présence qui cause les perturbations.

A partir de certaines teneurs et dans certaines conditions hydromorphologiques, un développement excessif de plantes aquatiques, phytoplancton et cyanobactéries se manifeste : il est à l'origine de la dégradation des milieux.

La décomposition de cette matière végétale consomme l'oxygène de l'eau (asphyxie des organismes présents), la turbidité de l'eau se renforce (posant problème pour les plans d'eau de baignade), les cyanobactéries peuvent produire des toxines.

Toute action visant à limiter l'éclairement et l'échauffement des eaux, à supprimer des sections d'eau stagnante et à diversifier le substrat du fond du lit réduit le risque d'eutrophisation du milieu.

Les cas d'eutrophisation traités ici correspondent à une accélération importante du processus liée aux apports anthropiques : à une autre échelle temporelle, c'est une évolution tout à fait naturelle des plans d'eau.

La végétation (aquatique et rivulaire) joue un rôle de filtre et de support des micro-organismes.

	Facteur aggravant le risque d'eutrophisation	Caractéristiques du milieu limitant les risques
Echauffement des eaux	Température estivale élevée (entre 15 et 25° C)	Maintien de la ripisylve et de section d'eau courante
Eclairement	Fort éclairement qui favorise la photosynthèse	Maintien ripisylve, des îlots boisés
Vitesses du courant, débits régulés	Faible, implantation facilitée des végétaux	Non remaniement des fonds, colmatage Limiter les sur-largeurs du lit mineur : préférer un chenal d'étiage, Reconstitution des crues printanières,
Temps de séjour de l'eau	Plan d'eau	Limiter les retenues sur les cours d'eau
Habitat	Homogène, amplifie les proliférations	La diversification des habitats et des espèces végétales

### Régulation hydrologique :

A partir des précipitations disponibles pour le bassin (pluie et neige fondue), l'écoulement est ralenti par certains milieux qui exercent ainsi un certain rôle de régulation hydrologique en atténuant l'effet des crues ou des étiages.

En période d'apport, les zones humides des têtes de bassin versant (tourbières, prairies humides...) emmagasinent de l'eau dont une fraction sera restituée vers l'aval de manière différée. L'effet peut être mineur localement mais s'exprimer de manière forte au sein d'un bassin versant contenant un réseau dense de zones humides.

Les drainages, remblaiements,... érodent progressivement la capacité de régulation hydrologique des têtes de bassin versant.

La gestion traditionnelle des marais littoraux est basée sur une inondation l'hiver et en début de printemps puis sur une vidange progressive pour atteindre un niveau relativement bas l'été :

elle correspond donc à un stockage en période d'excès limitant les coups d'eau au littoral puis à une fourniture régulière d'eau douce jusqu'à l'atteinte du niveau bas du marais. Pour cela, le bon état des réseaux hydrauliques est nécessaire. Cette régulation permet d'assurer, en outre, les besoins en eau douce et en nutriments des huîtres qui s'alimentent à partir du phytoplancton entre avril et juillet

A contrario, la gestion des niveaux d'eau dans les marais en vue d'une agriculture plus intensive, conduit à une vidange immédiate des apports hivernaux et printaniers puis à un maintien à un niveau haut jusqu'en automne.

Les zones humides et les champs d'expansion de crue des vallées alluviales : ces débordements favorisent les échanges avec les nappes et mobilisent les capacités de stockage temporaire et de frein hydraulique des milieux inondés : la propagation de l'onde de crue est ralentie.

### **Habitats d'espèces :**

Cette fonction s'analyse à plusieurs niveaux :

- globalement ; en termes de grandes caractéristiques physiques du milieu : les salmonidés ont des exigences particulières en terme de qualité des eaux, température et oxygénation...l'implantation de seuils sur les cours d'eau crée des zones d'eau stagnante peu favorables.

Progressivement, les linéaires de cours d'eau "salmonicoles" régressent, au profit de zones où les populations piscicoles des cours moyens apparaissent, voire des poissons d'eau calme dans les retenues. Plus précisément, l'habitat d'une espèce se compose des différents lieux indispensables à ses différents stades de développement (alevins, jeunes poissons, poissons adultes) qu'ils lui fournissent sa nourriture, son abri, ses postes de chasse pour les prédateurs, ou un support de ponte...

Lors des périodes de crues ou d'étiage, les zones de refuge sont particulièrement importantes. C'est donc un milieu diversifié qui est le mieux à même de satisfaire les exigences d'une espèce avec une circulation possible des individus entre les différents secteurs.

Même si la fragmentation d'un cours d'eau n'apparaît pas menacer la survie d'une espèce en un lieu donné (qui trouve à l'amont de l'obstacle comme à l'aval des conditions d'habitat correctes), l'impact sur des populations de taille modeste peut être réel : en effet, un risque d'appauvrissement génétique existe faute d'échange entre les populations, conduisant à leur fragilisation (moindre résistance et adaptabilité aux changements de milieux).

Dans les zones où une érosion des bassins versants est constatée, l'apport de matières particulaires qui sédimentent dans le cours d'eau dégrade l'habitat des jeunes stades de salmonidés (œufs et alevins) ; le colmatage des graviers dans lesquels a lieu l'incubation des œufs et les premiers jours de vie des alevins induit une diminution de l'oxygène dissous et une augmentation de l'ammoniaque ; il s'ensuit une mortalité accrue des alevins et un retard de croissance (moindre disponibilité en nourriture).

### **Dénitrification des eaux de nappe alluviale :**

La dénitrification bactérienne des eaux de la nappe alluviale se produit au sein des zones humides riveraines. Il a été bien décrit sur la Garonne à l'aval de Toulouse.

Les eaux de nappes chargées en nitrates (entre 60 et 100mg/l) circulent au sein d'un substrat poreux constitué de matériaux grossiers sédimentaires. En période de hautes eaux, un mélange s'opère entre eaux de nappes et eaux de la Garonne, ces dernières fournissant le carbone nécessaire à l'activité dénitrifiante des bactéries. Cette activité s'opère en l'absence d'oxygène.

Cette fonction s'exprime au sein d'espaces riverains bien définis qui doivent donc faire l'objet d'une protection particulière. Tout aménagement réduisant les possibilités d'échange entre ces eaux en limitera l'efficacité. En tête de bassin versant, les fonds de vallée humides sont aussi le siège de processus de dénitrification, le carbone pouvant être fourni par la décomposition des feuilles de la ripisylve. Les flux de l'eau dans le sol sont particulièrement importants pour activer le processus qui est ainsi favorisé par une alternance de périodes de d'engorgement et de d'évacuation des eaux dénitrifiées.