

LES FONCTIONS DES ZONES HUMIDES

SOMMAIRE

F1	EXPANSION DES CRUES
F2	RÉGULATION DES DÉBITS D'ÉTIAGE
F3	RECHARGE DES NAPPES
F4	RECHARGE DU DÉBIT SOLIDE DES COURS D'EAU
F5	RÉGULATION DES NUTRIMENTS
F6	RÉTENTION DES TOXIQUES (MICROPOLLUANTS)
F7	INTERCEPTION DES MATIÈRES EN SUSPENSION
F8	PATRIMOINE NATUREL

QUITTER





Vasières et prés salés, vases...

Lagunes et marais saumâtres

Lits mineurs

Forêts alluviales et ripisylves

Marais fluviaux, prairies humides

Annexes fluviales

Zones humides d'altitude...

ZH de plaine : marais...

Étangs, mares, bordures de lac

Plans d'eau artificiels

ZH1 ZH2 ZH3 ZH4 ZH5 ZH6 ZH7 ZH8 ZH9 ZH10

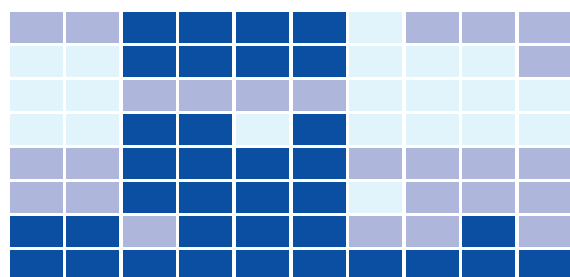
Les zones humides assurent des fonctions concernant :

- la régulation hydraulique,
- l'amélioration de la qualité des eaux,
- le maintien d'un écosystème et d'une grande biodiversité.

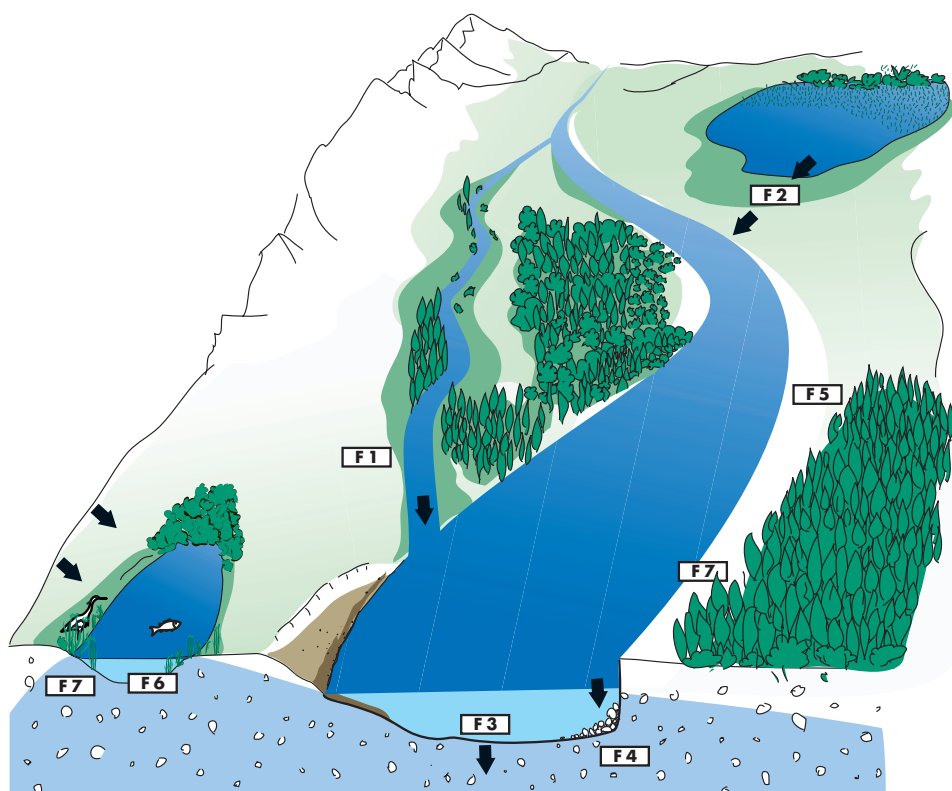
Forte

Faible, moyenne

Aucune

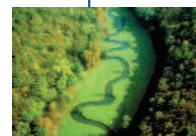


- F1 Expansion des crues
- F2 Régulation des débits d'étiages
- F3 Recharge des nappes
- F4 Recharge du débit solide des cours d'eau
- F5 Régulation des nutriments
- F6 Rétention des toxiques (micropolluants)
- F7 Interception des matières en suspension
- F8 Patrimoine naturel





EXPANSION DES CRUES



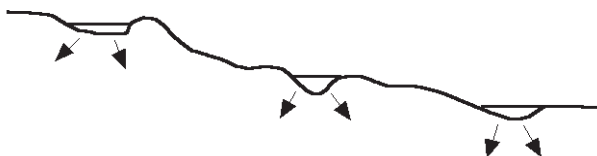
Grâce aux volumes d'eau qu'elles peuvent stocker, les zones humides évitent une surélévation des lignes d'eau de crue à l'aval. L'atténuation des crues peut avoir lieu sur l'intégralité du bassin versant*. Au niveau national, la politique actuelle de protection contre les risques

d'inondation des zones urbaines ou sensibles consiste à favoriser l'expansion de la crue dans tous les secteurs où cela est possible. Toute zone humide peut contribuer au laminage d'une crue, autant les zones humides d'altitude que les lits majeurs des cours d'eau.

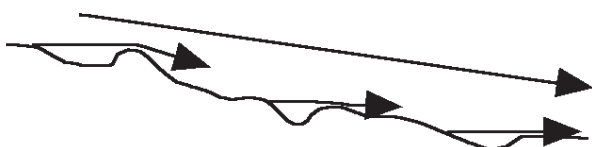
MÉCANISMES

L'EFFET « ÉPONGE »

Toute dépression dans le paysage est susceptible de stocker un certain volume d'eau en surface et, dans une moindre mesure, dans les sols ou les sédiments sous-jacents (effet « d'éponge »). Les capacités de rétention des dépressions finissent par être saturées et leur efficacité s'anule. La restitution des volumes stockés au cours d'eau a lieu par un mécanisme de ressuyage plus ou moins rapide.



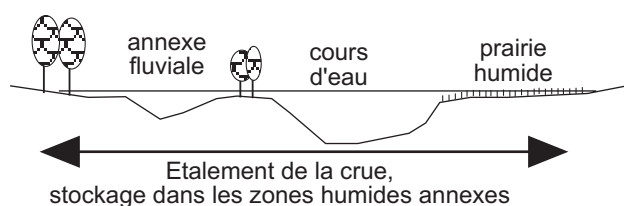
Stockage dans les zones humides. Ce type de régulation est particulièrement important pour les secteurs amont des bassins versants.*



Restitution de tout ou partie du volume stocké.

L'EFFET D'ÉTALEMENT

Dans les plaines alluviales, l'épandage du débit de crue de part et d'autre du cours d'eau dans les zones humides



On a constaté, sans que cela soit généralisable, que 5 % de la surface totale d'un bassin versant occupé par des zones humides dans un bassin pouvait réduire les pics de crue de 60 % environ (Ammon & al. 1981). Lors des crues de 1999 sur l'Aude, ou de 1980 et 1996 sur la Haute-Loire

annexes (marais, bras morts, prairies humides...), provoque un abaissement de la ligne d'eau au droit et à l'aval de la zone concernée.

En fonction de la rugosité (obstacles opposant une résistance à l'écoulement) de la zone humide, la vitesse sera modifiée : plus la rugosité est grande, plus la vitesse est ralentie.

ÉVALUATION

L'ÉVALUATION N'EST PAS SIMPLE.

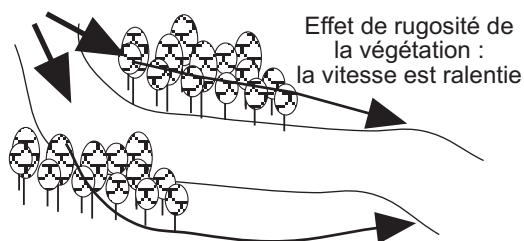
L'aptitude de la zone humide pour l'atténuation des crues dépend de nombreux facteurs :

- la rugosité des milieux liée aux obstacles susceptibles d'opposer une résistance à l'écoulement (terrain irrégulier, végétation, structures construites).
- la position dans le bassin versant,
- la superficie relativement à celle du bassin de drainage,
- ses caractéristiques morphologiques (capacité de stockage) : dépression topographique, ouverture de l'exutoire,

Les limites de son efficacité sont :

- l'accessibilité de la zone humide aux crues,
- l'intensité et la durée des précipitations,
- l'importance des précipitations récentes.

Le comportement d'une zone humide pouvant être assimilé à celui d'un réservoir, l'évaluation des capacités de rétention



(d'origine cévennoise de type méditerranéen), des lames d'eau de 20 à 25 cm s'écoulent sur les bassins versants avec 100 à 600 mm de pluie en 24 à 48 heures, les zones humides ne servent plus à rien pour de telles périodes de retour rares dans ces bassins.

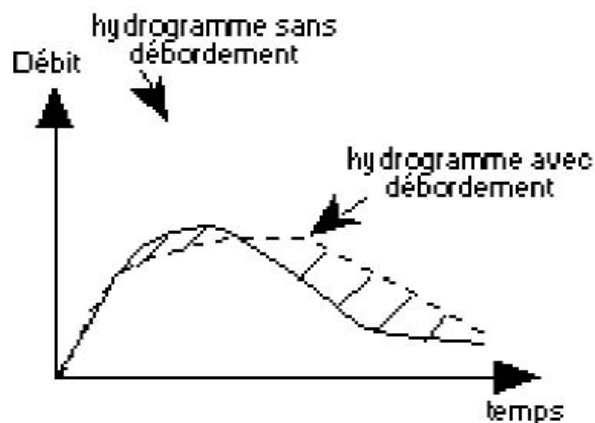




des zones de dépression peut être illustrée par une fonction linéaire du débit entrant et du débit sortant. L'hydrogramme sortant présente un pic atténué et retardé par rapport à l'hydrogramme entrant (« volumes d'eau stockés brutalement et déstockés lentement »).

Les capacités de stockage augmentent normalement au fur et à mesure que s'élargissent les plaines alluviales des bassins versants*.

Les lits à morphologie complexe offrent une plus grande résistance à l'écoulement des eaux que les cours d'eau rectilignes.



D'une façon générale, l'effet de rugosité est grand pour des conditions de faibles débits (dissipation d'énergie par frottement), et diminue avec l'augmentation des débits.

Les forêts alluviales et les ripisylves²³⁴ sont les plus efficaces dans l'écrêtement des crues en raison de leur forte rugosité. Avec les prairies humides, les marais fluviaux²³⁵ et les annexes fluviales²³⁶, elles concentrent l'intérêt de cette fonction pour l'étalement des crues.

EN PRATIQUE

Une modélisation difficile

La prise en compte des paramètres d'aptitude décrits plus haut doit conduire à la définition d'actions. L'enjeu peut nécessiter une modélisation mathématique des crues pour simuler les effets attendus.

Pour mesurer les effets, l'idéal serait de suivre les débits à l'amont et à l'aval de la zone humide pour connaître sa capacité d'écrêtement mais en pratique c'est très difficile.

Comparer les épisodes de crue

On peut plus facilement effectuer une carte des laisses* de crue et des surfaces inondées. La comparaison entre plusieurs épisodes de crue permet d'évaluer l'efficacité des actions entreprises pour valoriser cette fonction.

La modélisation hydraulique de la Loire moyenne révèle que l'écrêtement est pratiquement nul et le débit reste constant dans les secteurs où la Loire moyenne coule sur quelques centaines de mètres entre une digue et un coteau, lorsque la crue a conquis toute la largeur du lit (crue plus que décennale). L'écrêtement n'est sensible pour ce niveau de crue que lorsque la Loire envahit des zones non encore inondées ou faiblement inondées, effet « chasse d'eau » (Equipe Pluridisciplinaire Plan Loire, 2000 - comm. pers.).

MENACES, ACTIONS

POUR LIMITER L'ACCÉLÉRATION DES ÉCOULEMENTS :

- Lutter contre l'enfoncement du lit mineur (débordements plus rares)^{M3} :
 - restaurer la dynamique fluviale : transport solide et espace de liberté^{A14, A19},
- Réduire les effets des aménagements ruraux et des pratiques culturelles^{M8} :
 - limitation du drainage agricole^{A7, A9},
 - maintien d'une large ripisylve* en bordure de cours d'eau^{A25},
 - maintien des prairies inondables^{A26},
- Contre l'imperméabilisation^{M6} :
 - protections réglementaires^{A30} et documents d'urbanisme.

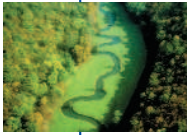
POUR MAINTENIR OU AUGMENTER LA CAPACITÉ DE STOCKAGE :

- Lutter contre le remblaiement des zones humides et la déconnexion des annexes fluviales^{M6} :
 - maintien ou création de périodes de submersions des zones humides^{A10},
 - rétablissement de connexion cours d'eau/prairie humide/marais par la connexion des bras morts ou la création de chenaux de crue^{A10},
 - création de marais avec des roselières^{A24}, ou création d'un système artificiel type bassin écrêteur contrôlé^{A20},
 - conservation d'une ripisylve entre le chenal et les zones anthropisées^{A25}.





EXPANSION DES CRUES



POUR EN SAVOIR PLUS

RÉFÉRENCES

Bureaux d'Études d'Ingénieurs Conseils.
CEMAGREF, 3 quai Chauveau, 69009 Lyon.
Tél. : 0472208787, fax : 0478477875.

BIBLIOGRAPHIE

Auclerc P., 1998-1999. Lutte contre les inondations en Loire moyenne. A l'heure du bilan. Dossier de « La Loire et ses terroirs », n° 30. Équipe Pluridisciplinaire Plan Loire Grandeur Nature.

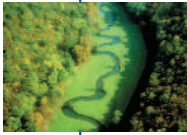
Fustec E. et Frochot B., 1995. Les fonctions des zones humides - Synthèse bibliographique. AESN, Laboratoire de Géologie Appliquée, Univers. P. et M. Curie, Paris VI, Laboratoire d'Écologie, Université de Dijon.

Étude Ministère de l'Environnement, pilote JL Roy, « Recensement des études de restauration, entretien, reconquête des zones inondables, études de 15 cas particuliers » 1999.





RÉGULATION DES DÉBITS D'ÉTIAGE



Certaines zones humides peuvent jouer un rôle naturel de soutien des débits d'étiage lorsqu'elles stockent de l'eau en période pluvieuse et la restituent lentement au cours d'eau. Cette régulation a toutefois un effet localisé et différé à l'aval de la zone humide. Cette fonction s'exprime en particulier au sein des bassins versants* d'altitude où les caractéristiques des sols leur confèrent un effet d'éponge^{F1}.

Si l'effet d'une zone humide ponctuelle sur le soutien aux étiages n'est pas facile à démontrer, l'effet à l'échelle d'un bassin versant peut être significatif. Dans cet objectif, il est essentiel de préserver les zones humides de toute destruction partielle ou totale.

Plan d'eau d'une retenue et ses zones humides connexes : ils peuvent être affectés par un marnage* entraînant un débordement latéral ; les zones concernées par ce débordement seront considérées comme « zones humides ». Le volume d'eau stocké en hautes eaux au droit de ces zones est restitué à la rivière en étiage par une gestion appropriée du barrage. Il participe ainsi au soutien d'étiage de la rivière.

MÉCANISMES

La zone humide repose sur un substrat plus ou moins poreux qui favorise l'emménagement de volumes d'eau à l'occasion d'épisodes d'inondation ou de précipitations pendant les périodes d'hiver et de printemps. L'inertie du milieu permet la restitution lente au cours des mois d'été de ces volumes stockés. Cet effet retard contribue à équilibrer le bilan hydrologique annuel du cours d'eau concerné.

ZONES HUMIDES DE PLATEAUX

Les zones humides de plateau participent au soutien d'étiage des rivières par l'effet retard qu'elles introduisent dans la restitution de l'eau soit directement aux cours d'eau dans leur partie amont, soit à la nappe phréatique à travers leur fonction de recharge de nappe^{F3}.

ZONES HUMIDES LIÉES AUX COURS D'EAU

On considère ici que la zone humide liée aux cours d'eau est assimilable à la nappe alluviale.

Nappes alluviales connectées à une puissante nappe régionale : le débit apporté au cours d'eau en étiage par la nappe principale du coteau est dans ce cas très important au regard de ce que fournirait la nappe alluviale seule. Aussi le rôle joué par la zone humide alluviale dans le soutien d'étiage est ici marginal. C'est la nappe du coteau qui participe principalement au soutien d'étiage (par exemple, les vallées du Bassin Parisien où débouche la nappe de la Craie).

Nappes alluviales reposant sur un fond imperméable : c'est dans ce contexte hydrogéologique que le soutien aux étiages apporté par les zones humides liées aux cours d'eau est le plus net car le déstockage vers la rivière provient essentiellement de la nappe alluviale (cas de zones humides de la Garonne moyenne, sur un substrat molassique).

Lac du Der^{F1}

Cas particulier : on peut ranger dans cette catégorie les lacs artificiels de régulation de la Seine qui ont été créés par dérivation de l'eau de la Seine ou de ses principaux affluents amont, et qui constituent une vaste région d'étangs et de zones humides artificielles jouant à la fois la fonction d'expansion de crue et de soutien d'étiage, tel le lac réservoir du Der.

ÉVALUATION

L'aptitude de la zone humide pour le soutien d'étiage dépend de sa situation géographique dans le bassin d'alimentation. L'efficacité sera d'autant plus grande :

- que le milieu sera situé en amont du bassin en zone inondable,
- que sa taille relative sera importante,
- que l'effet d'éponge sera plus grand.

L'impact du soutien d'étiage est à considérer par rapport au débit du cours d'eau concerné. En France, l'emprise des zones humides étant réduite, l'impact devient négligeable sur la partie aval des cours d'eau. De ce fait, la régulation des débits d'étiage n'est en général pas un objectif visé pour une seule zone humide, mais plutôt pour un ensemble des zones humides de tout un bassin versant.

A titre d'exemple, 1 km² de nappe baissant de 1 m en 4 mois ne soutiendrait une rivière que pour environ 10 l/s... Un effet notable ne peut donc résulter que d'une surface importante.





EN PRATIQUE

Il faut mettre en œuvre :

- un suivi de la piézométrie⁵⁴ de la zone humide et de ses environs,
- un suivi des débits entrant et sortant du site, et transitant dans le cours d'eau⁵².

En complément, la connaissance de la qualité de l'eau⁵⁶ est un indice de l'importance des échanges. Des méthodes hydrobiologiques⁵⁸ fournissent également un moyen original d'appréhender et de hiérarchiser le sens et l'intensité des échanges (utilisation d'indices Oligochètes par exemple).

MENACES, ACTIONS

Il s'agit principalement de tout ce qui altère le bilan hydrologique de la zone humide, c'est-à-dire la réduction de l'alimentation et de la capacité de stockage et l'accélération de la restitution aux cours d'eau.

- Pour améliorer la connexion entre zone humide et cours d'eau altéré par une incision du lit^{M3}, un endiguement^{M6}, une gestion hydraulique non concertée, etc. :
 - remettre en eau les annexes fluviales^{S14},
 - seuil en rivière^{A6},
 - relèvement de la nappe^{A8},
 - gestion intégrée du lit majeur^{A14}.
- Pour lutter contre le drainage agricole^{M2} :
 - fermeture de drains^{A7},
 - gestion agricole contractualisée^{A31}.
- Pour lutter contre les prélèvements d'eau excessifs^{M2} :
 - gestion concertée des niveaux d'eau^{UAS, A9},
 - gestion des pompages en nappe^{A9},
 - réalimentation artificielle^{A8}.

POUR EN SAVOIR PLUS

RÉFÉRENCES

Bureaux d'Études d'Ingénieurs Conseils
CEMAGREF, 3 quai Chauveau, 69009 Lyon.
Tél. : 0472208787, fax : 0478477875.

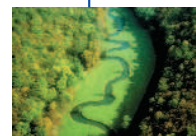
BIBLIOGRAPHIE

Fustec E. et Frochot B., 1995. Les fonctions des zones humides - Synthèse bibliographique. AESN, Laboratoire de géologie Appliquée, Univers. P. et M. Curie, Paris VI, Laboratoire d'Écologie, Université. De Dijon.

Bize J., Bourguet L., Lemoine J., 1972. L'alimentation artificielle des nappes souterraines - Masson & Cie

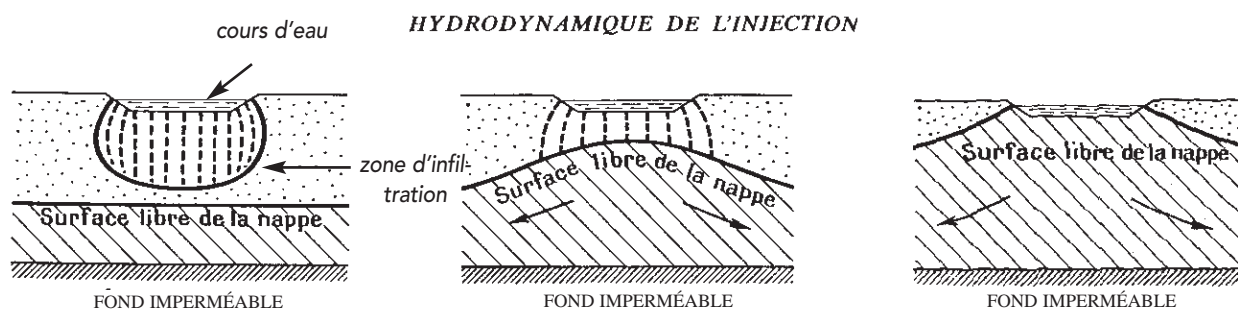


RECHARGE DES NAPPES



La recharge naturelle d'une nappe résulte de l'infiltration des précipitations ou des apports d'eaux superficielles

dans le sol et de leur stockage dans les couches perméables du sous-sol.



La recharge de nappe depuis une zone humide s'exerce localement, au droit de la zone, avec un effet spatialement limité sur l'aquifère. Cette fonction naturelle peut être soutenue par l'action de l'homme* pour améliorer la ressource en eau; l'enjeu économique peut être localement important lorsque des usages de l'eau à priori inconciliables sont rendus compatibles grâce à cette efficacité accrue de reconstitution des volumes stockés.

MÉCANISMES

Une partie des apports d'eau superficielle parcourant la zone humide s'infiltrate à travers le substrat semi-perméable. Un stockage souterrain ne peut avoir lieu que dans une nappe dont le niveau piézométrique* est inférieur à celui de la zone humide.

ÉVALUATION

UNE CAPACITÉ DE STOCKAGE EST INDISPENSABLE

La recharge de nappe s'exerce en présence d'une capacité souterraine de stockage. Les situations fréquentes, où la zone humide correspond à un exutoire de nappe dont le niveau est affleurant, excluent toute possibilité de recharge naturelle. Dans les autres situations, la capacité de stockage souterrain est d'autant plus importante que le niveau de la nappe rechargée est déconnecté du fond de la zone humide, et que les flux horizontaux dans l'aquifère récepteur sont lents.

La distinction entre zones humides de plateau (eaux douces stagnantes), zones humides des cours d'eau (eaux douces courantes) et zones humides littorales (eaux marines) permet de mieux appréhender les enjeux liés à la fonction « recharge de nappe » des zones humides.

SUR LES PLATEAUX LA RECHARGE EST SOUVENT FAIBLE

Sur les plateaux, les zones humides ne représentent pas un enjeu majeur en terme de recharge de nappe :

Sur les plateaux calcaires perméables (Causses, Pays de Caux, etc.) recelant d'importantes ressources en eau souterraine, l'infiltration des eaux est naturellement forte et rapide; l'eau passe à travers les fissures de la roche élargies par dissolution, et à travers les avens, gouffres, bétoires*. Sur ces plateaux, les zones humides sont rares, temporaires, constituées essentiellement par de petites mares qui se forment sur les terrains les moins perméables. Leur rôle pour la recharge de la nappe dans un tel contexte est insignifiant du fait de leur faible extension et de la faible perméabilité de leur substratum. En revanche, elles peuvent, par leur pouvoir de rétention, contribuer localement à réduire la charge solide des eaux d'infiltration⁷.

Sur les plateaux en terrain peu perméables, par exemple dans les massifs anciens (massif central, Vosges, massif armoricain etc.), l'infiltration est naturellement réduite du fait de la faible perméabilité des terrains. Corrélativement, les nappes d'eau souterraines sont peu puissantes, discontinues, et peu sollicitées. Les zones humides sont plus abondantes dans ces régions, mais du fait du contexte, les débits susceptibles de percoler au travers de ces zones humides



ne représentent pas un enjeu majeur en terme de recharge. Toutefois, ces zones humides peuvent être en relation avec les eaux souterraines, et une certaine recharge peut avoir lieu à travers leur substratum peu perméable.

Les tourbières, zones de recharge ?

Longtemps, les tourbières ont été considérées comme étant sans relation hydraulique avec les eaux souterraines sous jacentes : les couches les plus profondes devenant pratiquement imperméables, empêchant tout échange avec les horizons minéraux inférieurs.

Pourtant, dans le cas de vastes superficies de tourbières étudiées en Amérique du nord (nappes en dôme sous les tourbières bombées), des études récentes ont montré que ces tourbières pouvaient constituer au contraire des zones permanentes de recharge pour les autres zones humides situées à la périphérie et pour la nappe à l'échelle régionale.

(Fustec et Frochet, 1995).

En résumé, si l'enjeu est en général limité en terme de recharge de nappe pour les zones humides de plateau, seules des études fines à l'échelle des systèmes hydrogéologiques associant les niveaux locaux et régionaux peuvent permettre de déterminer si une zone humide précise participe ou non à la recharge de la nappe et quel en est l'impact sur le bilan quantitatif de la nappe. En revanche ces zones humides assurent d'autres fonctions vis à vis des ressources en eau liées au stockage de l'eau^{F1, F2, F5, F6, F7}.

EN ZONE ALLUVIALE, UNE RECHARGE LIMITÉE AUX CRUES

Les zones humides liées aux cours d'eau peuvent jouer un rôle éphémère de recharge de la nappe alluviale pendant les crues.

Le long des cours d'eau, le niveau des eaux souterraines dans la plaine alluviale se raccorde à celui du cours d'eau, précisément dans le secteur où se forment les « zones humides liées aux cours d'eau ». Lors des crues, le niveau de la nappe, influencé par celui de la rivière, monte et peut atteindre une cote proche du sol même si la rivière ne déborde pas. Ce n'est que lorsque la rivière déborde qu'il peut y avoir recharge de la nappe au travers des zones humides riveraines. Cependant, le volume des vides disponible pour stocker les eaux susceptibles de s'infiltrer est généralement limité du fait de la proximité du niveau des eaux souterraines sous le sol. Le volume infiltré dépend notamment de la rapidité de montée des eaux de la rivière, par rapport à la réaction du niveau de la nappe. Par ailleurs,

ce phénomène de recharge, s'il a lieu, ne dure généralement que quelques jours : de ce fait, la recharge de nappe par les eaux de crues, même si elle existe, est relativement limitée dans nos régions tempérées au regard de la recharge par les précipitations, par les eaux provenant des nappes de coteau ou par infiltration depuis les cours d'eau.

Si l'intérêt de cette fonction est faible en terme de ressource en eau mobilisable (alimentation en eau), il peut en aller différemment pour le maintien de communautés végétales hygrophiles* ou mésohygrophiles* lorsque la crue intervient à un moment favorable (les crues du Rhin au printemps jouent un rôle fondamental pour la pérennité de la forêt alluviale).

Un marais peut jouer un rôle « tampon » pour maintenir une nappe en équilibre

Il existe un cas où une zone humide peut recharger « indirectement » un aquifère : c'est lorsqu'un marais s'établit à la limite d'une zone naturelle de nappe sur un terrain imperméable responsable d'émergences (cas du marais audomarois). Dans ce cas, un très fort pompage pratiqué sur l'aquifère⁸² peut entraîner une inversion des écoulements depuis le marais vers l'aquifère.

Échanges nappes-rivières-marais : un fonctionnement complexe

Une étude au Canada sur un marais alimenté par les eaux souterraines et les précipitations a montré que la contribution de cette zone humide au débit du cours d'eau était faible (Rouet, 1990 et Hill 1990). A contrario, une autre étude en Ontario a montré que la zone humide fonctionnait comme un système de recharge et de fourniture d'eau pour les systèmes adjacents.

ZONES HUMIDES LITTORALES ET INTRUSION SALINE

La recharge des nappes d'eau douce par les zones humides littorales contribue naturellement à prévenir l'intrusion des eaux salées. De plus, une gestion hydraulique adaptée (Bas Gapeau sud de la France, delta du Guadalquivir en Andalousie, etc.) peut renforcer l'efficacité de cette fonction^{A10, A8}.

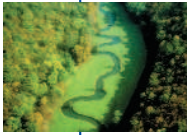
EN PRATIQUE

La recharge de nappe est le plus souvent une conséquence de l'épandage des crues. Pour en évaluer l'importance, le





RECHARGE DES NAPPES



gestionnaire doit donc se référer à la fonction « atténuation des crues^{F1} » dont l'enjeu est généralement plus marqué. Il doit prendre en compte le type de zone humide et situer son contexte. Une étude hydrogéologique du fonctionnement de la zone humide en relation avec les aquifères et les cours d'eau est nécessaire pour établir un diagnostic initial. Le suivi par le gestionnaire, peut constituer en la mesure de débits^{S2}, de niveaux^{S4} et de qualité des eaux^{S6}.

MENACES, ACTIONS

- Pour améliorer l'alimentation en eau suite à la mise en retenue sur les coteaux^{M5}, ou une gestion hydraulique non concertée^{M2, M3} :
 - restaurer l'humidité^{ST3},
 - remettre en eau les annexes fluviales^{ST4},
 - gérer de façon concertée la dynamique fluviale^{ST2},
 - gérer et restaurer les crues^{ST5},
 - bassin de rétention des crues^{A20},
 - relèvement de la nappe^{A8},
 - restauration du lit majeur^{A14}.
- Pour supprimer le colmatage de la zone humide et permettre ainsi la recharge de la nappe :
 - décolmatage des berges^{A12},
 - gestion intégrée du lit mineur^{A3}.

POUR EN SAVOIR PLUS

RÉFÉRENCES

Bureaux d'Études d'Ingénieurs Conseils.

CEMAGREF, 3 quai Chauveau, 69009 Lyon.
Tél. : 0472208787, fax : 0478477875.

BIBLIOGRAPHIE

Fustec E. et Frochet B. 1995. Les fonctions des zones humides - Synthèse bibliographique. AESN, Laboratoire de Géologie Appliquée, Université P. et M. Curie, Paris VI, Laboratoire d'Écologie, Université de Dijon.

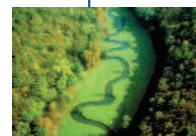
AESN-BURGEAP, 1995. « Zones Humides et ressources en Eau » ; R1677.

Michelot J.-L., 1994. Gestion et suivi des milieux fluviaux - L'expérience des réserves naturelles. Réseau des Réserves Naturelles Fluviales, 440 p.





RECHARGE DU DÉBIT SOLIDE DES COURS D'EAU



L'érosion des berges ou des bancs de sédiments entraîne dans le chenal des cours d'eau des sédiments qui constituent le « débit solide » :

- charge grossière : blocs, graviers, sables... (transport par charriage en crue),
- charge fine : limons, argiles (transport en suspension).

Les zones humides situées au bord des cours d'eau (grèves, ripisylves*, prairies humides...) peuvent assurer une part notable de cette recharge. Cette fonction n'est pas uniquement assurée par les zones humides, puisque le débit solide des rivières provient également des éboulements de versants, ou des érosions de berges en milieu purement terrestre...

MÉCANISMES

CERTAINES ZONES HUMIDES ALIMENTENT LA RIVIÈRE EN SÉDIMENTS

L'importance des berges en général et des zones humides en particulier dans le débit solide de la rivière est variable selon les sites. Les rivières de montagne, surtout si elles sont dépourvues de barrage, sont principalement alimentées en sédiments par l'érosion des versants. Par contre, l'érosion du chenal et des berges peut représenter une part très importante de l'apport dans la partie aval des cours d'eau (Bravard et Petit 1997). Le long de la Loire, cette contribution est d'autant plus importante que les barrages de Grangent et Villerest bloquent toute charge grossière à l'amont du bassin.

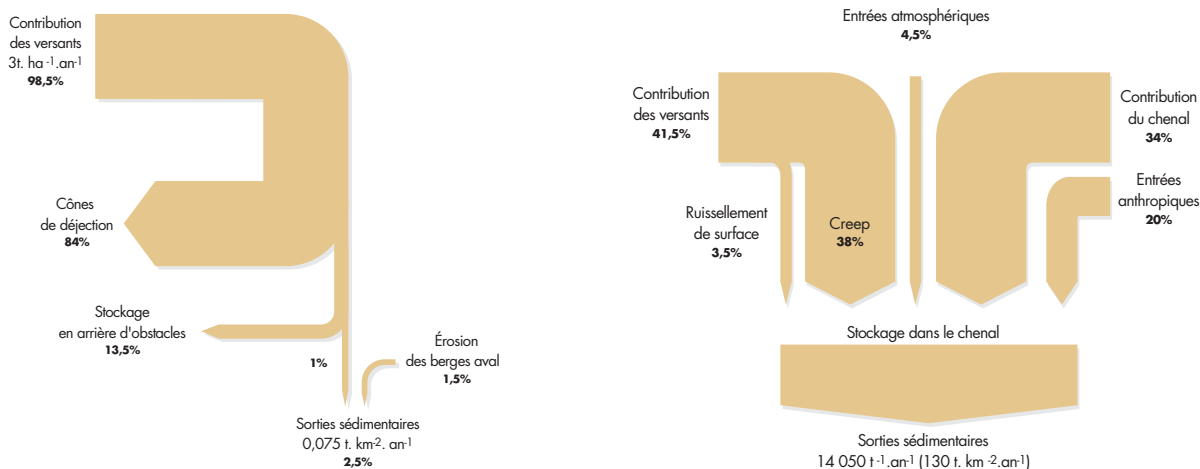
LA CHARGE SOLIDE, L'UN DES MOTEURS DE LA DYNAMIQUE FLUVIALE

La charge grossière joue un rôle fondamental dans l'équilibre géomorphologique des rivières à pentes fortes et moyennes.

La tenue de la ligne d'eau : le transport des sédiments permet à la rivière de dépenser son énergie. L'arrêt de l'érosion des berges entraîne l'enfoncement du lit avec des impacts graves : abaissement des nappes, déstabilisation d'ouvrages...

Un paramètre à l'origine du paysage de la rivière : l'importance de la charge grossière et son évolution conditionnent largement le style géomorphologique des cours d'eau. Celui-ci est à la base du paysage fluvial : chenal

Les bilans sédimentaires



Bilan sédimentaire du bassin de la Latte, mont Lozère (d'après Bernard-Allée et al. 1991, modifié).

Bilan sédimentaire du bassin d'Arbucies en Catalogne (d'après Batalla et al. 1991, repris dans Bravard et Petit 1997).

Ces figures montrent que les sédiments issus de la montagne sont très importants en volume mais se déposent rapidement; une fois dans la plaine, les érosions des berges apportent une part notable du débit solide de la rivière.





unique pauvre en zones humides, méandrage actif très diversifié, tressage aux multiples bras mobiles.

Un élément nécessaire à la dynamique des écosystèmes : les rivières naturelles à pentes fortes ou moyennes connaissent une dynamique permanente avec érosion de berges, dépôts de bancs de graviers dans le lit et de sédiments fins sur les berges... Cette dynamique est fondamentale sur le plan écologique puisqu'elle permet la régénération des milieux : les forêts ou les bras secondaires vieillissent naturellement, mais de nouveaux habitats « jeunes » se développent sur les terres abandonnées par le cours d'eau.

Ce mécanisme est à la base de la biodiversité* des vallées fluviales. Il est également intéressant pour les autres fonctions des zones humides; une rivière qui fonctionne bien sur le plan géomorphologique peut être efficace en matière de régulation des nutriments, de régulation des débits...

ÉVALUATION

L'érosion des berges peut être plus ou moins importante pour l'équilibre de la rivière selon les situations; certains indices peuvent montrer qu'elle joue un rôle notable :

- tronçon de rivière éloigné des versants (une grande partie des sédiments provient des berges),
- tronçon pas ou peu artificialisé (pas ou peu de barrages, seuils, digues...),
- berges soumises à des érosions régulières.

Si la rivière connaît un enfoncement de sa ligne d'eau (incision), la protection, voire la restauration, de la charge solide sera particulièrement importante.

Afin de connaître le rôle que peuvent jouer les zones humides riveraines dans ce domaine, il peut être souhaitable de déterminer l'espace de liberté de la rivière. L'espace de liberté est « l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales pour permettre la mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimal des écosystèmes aquatiques et terrestres. » (SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée-Corse).

La délimitation de l'espace de liberté a fait l'objet d'un guide méthodologique récent (EPTEAU, Malavoi, 1998). Différents éléments peuvent permettre de cartographier cet espace :

- délimitation de l'espace de mobilité maximal : plaine sédimentaire récente,
- délimitation de l'espace de mobilité fonctionnel.

Ce périmètre peut être déterminé d'après l'amplitude d'équilibre (pour les méandres : l'amplitude correspond à

10 fois la largeur à plein bord).

Une autre approche consiste à calculer la capacité de transport de la rivière (à partir de la pente, de la hauteur d'eau, de la largeur du lit et de la granulométrie des sédiments). Il est alors possible de mesurer la surface de berges à éroder pour saturer cette capacité de transport :

- analyse historique des divagations passées de la rivière.
- évaluation des zones d'érosion à 50 ans, par extrapolation des rythmes d'érosion des dernières décennies, en tenant compte des aménagements humains.
- prise en compte des contraintes liées aux activités humaines, permettant de délimiter l'espace de mobilité minimal.

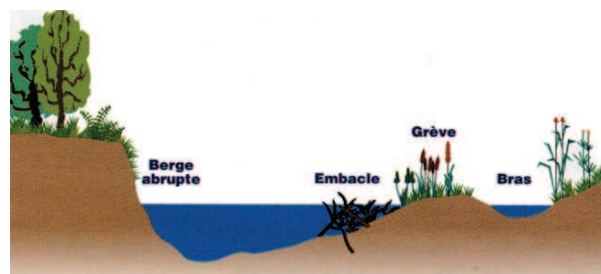
DYSFONCTIONNEMENTS

UN FONCTIONNEMENT TRÈS SOUVENT ALTÉRÉ

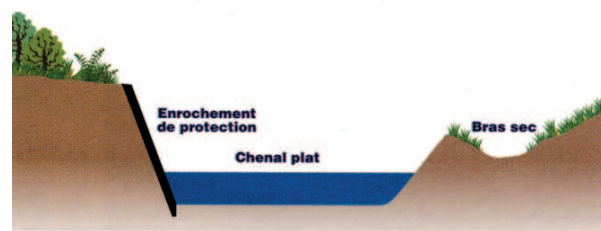
Les berges en général et les zones humides en particulier alimentent de moins en moins le débit solide des cours d'eau. Ce tarissement est lié aux protections de berges⁶⁶, aux prélèvements de matériaux⁶⁷, et plus globalement au dysfonctionnement du système fluvial⁶⁸.

La diminution du débit solide d'un cours d'eau entraîne une modification de celui-ci :

- enfoncement de la ligne d'eau (l'énergie, non affectée au charriage, est dissipée par érosion du fond du lit),
- diminution de la dynamique latérale : diminution du nombre de bras, rétraction de la bande active (zone de divagation).



Rivière naturelle : une grande diversité écologique

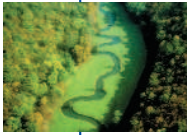


Rivière rectifiée : le milieu est uniforme





RECHARGE DU DÉBIT SOLIDE DES COURS D'EAU



Cette évolution, très fréquente en Europe, provoque la diminution des fonctions de l'espace : moindre régulation des nutriments (déconnexion des racines de la ripisylve* par rapport à la nappe), perturbation de l'écoulement des crues.

ACTIONS

GÉRER LES ÉROSIONS POUR PRÉSERVER LE SYSTÈME FLUVIAL

Le débit solide doit être pris en compte dans la gestion des zones humides fluviales.

Il s'agit en premier lieu de connaître l'état morphologique du cours d'eau, afin de déterminer si ce dernier connaît un déficit, un équilibre ou un excédent sédimentaire.

Il sera alors possible d'adapter les choix de gestion à la situation locale, en définissant l'espace de liberté dans lequel on acceptera, voire favorisera les divagations du cours d'eau⁴¹.

Les protections de berges contre l'érosion devront être réservées aux seuls sites vulnérables (équipements routiers, bâtiments); la protection des berges de milieux naturels et de zones humides ne se justifie que très exceptionnellement.

Les protections de berges par techniques végétales présentent de grands avantages écologiques ou paysagers par rapport aux enrochements (Lachat 1994), mais elles limitent aussi les apports sédimentaires à la rivière.

L'analyse économique montre généralement qu'il est moins coûteux d'indemniser les propriétaires de terrains érodés plutôt que d'enrocher les berges.

De nombreuses rivières dynamiques connaissent une colonisation végétale de leurs grèves, liée à la stabilisation du cours d'eau; face à cette évolution, il est nécessaire de choisir une approche adaptée au contexte local⁴³ :

- si l'on souhaite privilégier la fonction régulation des nutri-

ments ou la rugosité, il est préférable de maintenir ces boisements,

- si l'on souhaite favoriser la recharge du débit solide et abaisser les lignes d'eau en crue, il est souhaitable de couper une partie de la végétation du lit mineur, voire de déstabiliser les berges et grèves pour faciliter la mobilisation des sédiments par la rivière (passage d'une charrue, création d'amorces de bras secondaires...). Cette approche a été retenue sur certains tronçons de la Drôme.

UN SUIVI NÉCESSAIRE

L'étude du débit solide est difficile.

La méthode la plus fréquemment utilisée repose sur le suivi des profils en long et en travers qui permettent de mettre en évidence l'enfoncement du cours d'eau, et donc un éventuel déficit sédimentaire.

D'autres techniques plus spécialisées existent :

- marquage de galets destinés à évaluer les débits pour lesquels les différentes classes de taille de sédiments peuvent se déplacer,
- création de pièges à sédiments permettant de quantifier exactement le volume de matériaux transitant dans un cours d'eau.

POUR EN SAVOIR PLUS

BIBLIOGRAPHIE

Bravard J. P., Petit F., 1997. Les cours d'eau. Dynamique du système fluvial. A. Colin, 222 p.

Epteau, Malavoï J.-R., 1998. L'espace de liberté. Guide du SDAGE RMC, 39 p.

RÉFÉRENCES, COMPÉTENCES

EPIDOR, Tournepique, BP13, 24250 Castelnault-la-Chapelle. Tél. : 0553291765.

ÉTUDES DE CAS

K5 : Val d'Allier

K10 : Vallée de la Moselle

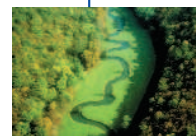
L'érosion de la Dordogne

Le long de la Dordogne dans les départements du Lot, de la Dordogne et de la Gironde, soit 400 kilomètres de berges, 3000 mètres de berges érodées touchent des milieux naturels (forêts ou prairies).

Ces érosions alimentent le débit solide de la rivière. La protection des berges par enrochement nécessiterait 6 millions de francs; le rachat par la collectivité d'une bande de 10 mètres de large coûterait 45000 F.

source : EPIDOR 1994





RÉGULATION DES NUTRIMENTS

Les flux hydriques dans les bassins versants anthropisés sont chargés en nutriments* d'origine agricole et domestique. Parmi ces nutriments, l'azote, le phosphore et leurs dérivés conditionnent le développement des végétaux aquatiques. Les zones humides agissent comme des zones de rétention de ces produits et sont

donc bénéfiques pour la qualité physico-chimique des flux sortants. La politique nationale de préservation et d'amélioration de la qualité des milieux aquatiques met l'accent sur l'importance de cette fonction de régulation naturelle.

Nutriments : éléments minéraux nutritifs indispensables à la physiologie des organismes autotrophes. Les phosphates, les nitrates, les sels de potassium et de calcium constituent les nutriments majeurs des plantes vertes terrestres et aquatique et du phytoplancton.

Formes de l'azote : le nitrate est la forme oxydée de l'azote la plus courante dans l'eau. Certaines conditions biogéochimiques permettent la transformation en d'autres formes plus réduites, soit gazeuses (azote gazeux, gaz ammoniac) qui s'éliminent, soit dissoutes et alors toxiques (ammonium ou nitrites). Les nitrites sont instables.

Formes du phosphore : le phosphate soluble est la forme oxydée la plus courante dans l'eau. On rencontre également les formes organiques plus ou moins mobiles ou assimilables.

MÉCANISMES

Les interfaces eau/air, eau/sédiments, eau/terre, nappe libre/nappe captive, rassemblent les conditions les plus favorables pour la régulation des nutriments. Ces zones de transition sont donc à considérer avec une attention particulière. Leur traversée par les flux hydriques peut provoquer une diminution des teneurs en nutriments. Cela concerne notamment les flux d'azote (processus de dénitrification) et de phosphore (processus de déphosphatation). Le rôle de « pompe à nutriments » est attribué en particulier aux diverses plantes supérieures (macrophytes).

RÉDUCTION DES NITRATES : DÉNITRIFICATION

Le processus biogéochimique de **dénitrification** réduit les différentes formes de l'azote jusqu'à l'état gazeux. La végétation et la flore bactérienne jouent un grand rôle dans la réduction des concentrations en nitrates.

Dans les eaux superficielles, ce rôle est double. D'une part, les plantes aquatiques absorbent par leurs racines les nitrates pour leur métabolisme*. D'autre part, la décomposition des végétaux morts utilise l'oxygène du milieu et peut créer ainsi des conditions réductrices, favorables à la dénitrification.

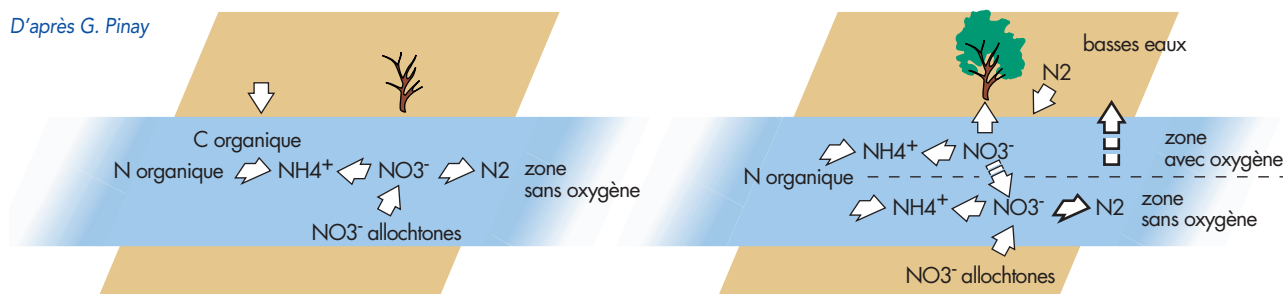
Ces conditions se rencontrent par exemple lorsqu'une nappe libre devient captive sous une couche faiblement perméable. On rencontre fréquemment ce contexte dans les prairies humides et les marais fluviaux. Dans les zones de contact eau souterraine/eau superficielle, ainsi que dans les eaux souterraines l'absorption des nitrates par les racines intervient seule.

RÉGULATION DU PHOSPHORE : DÉPHOSPHATATION

La **déphosphatation** consiste dans l'interception et la fixation du phosphore dissous ou/et particulaire par des processus physiques, biologiques ou chimiques.

La sédimentation des matières en suspension^{F1} immobilisant le phosphore qui leur est associé constitue le processus largement dominant : c'est la rétention du phosphore particulaire.

D'après G. Pinay



La rétention du phosphore dissous est un phénomène complexe soumis à l'intervention simultanée, au moins à certaines périodes de l'année, de plusieurs processus physico-chimiques et biologiques.

Dans les eaux superficielles, dans les sols hydromorphes (gorgés d'eau) et dans les sédiments peuvent se manifester des phénomènes physicochimiques réversibles d'adsorption sur les argiles et la matière organique, ou de précipitation.

Les processus biologiques sont irréversibles ou réversibles (relargage) suivant les cas :

- Les végétaux supérieurs sont les principaux régulateurs.
- Les plantes vasculaires constituant les « herbiers flottants » prélèvent les éléments nutritifs directement dans les eaux. Les espèces submergées (dans l'eau) et enracinées s'approvisionnent à partir des éléments contenus dans les sédiments mais aussi dans la colonne d'eau. Les autres espèces utilisent essentiellement les éléments nutritifs disponibles dans les sédiments et les sols hydromorphes.
- Les algues fixent le phosphore durant leur croissance. Une fois morts, ces organismes sédimentent et diverses transformations conduisent à un relargage de phosphore. Un stock de phosphore soluble redevient disponible pour un nouveau développement algal.
- La biomasse* microbienne immobilise une partie du phosphore soluble surtout dans certaines tourbières. Le développement de la biomasse microbienne implique l'absorption et l'immobilisation d'une partie du phosphore soluble. Ce processus peut être négligeable dans des milieux où la composante minérale est grande, mais important dans les sols organiques de certaines tourbières.

ÉVALUATION

Suivant le type de zone humide et le type de végétation associée, les mécanismes de régulation des nutriments* sont différents.

Pour une charge en nutriments donnée, l'aptitude d'une zone humide à leur régulation varie selon :

- le contexte hydrogéologique,
- le bilan hydrologique et le temps de séjour,
- la structure des peuplements végétaux,
- la densité et l'importance des zones d'interface (en particulier eau/terre).

Les critères limitant cette fonction sont :

- des effets de seuil (la taille relative, effets de profondeur, surcharge, équilibre trophique*),
- une toxicité avérée du milieu.

Il faut cependant bien se garder de considérer les zones humides comme des systèmes d'épuration. En effet, des rejets bruts non traités voire même une quantité incontrôlée de rejets traités peuvent engendrer une pollution de la zone humide.

A titre indicatif voici quelques ordres de grandeur mesurés pour la dénitrification.

Taux de dénitrification mesurés dans divers milieux aquatiques d'eau courante ou stagnante		
Type de milieu	Perte d'azote	Auteurs
Ripisylve (potentiel)	340 mg N/m ² /j	Pinay, 1986
Ripisylve (potentiel)	260 mg N/m ² /j	Seitzinger, 1994
Saulaie (potentiel)	240 mg N/m ² /j	Fustec, 1988
Aulnaie (potentiel)	130 mg N/m ² /j	Fustec et al., 1991
Prairie mal drainée	30 mg N/m ² /j	Schnabel & Stout, 1994
Prairie mieux drainée	0,7 mg N/m ² /j	Schnabel & Stout, 1994
Sédiments côtiers	0,7 à 3,5 mg N/m ² /j	Seitzinger, 1988
Marais salé	67,5 mg N/m ² /j	Kaplan & al. 1979
Marais salé (potentiel)	25,2 mg N/m ² /j	White & Howes, 1994
Slikke*	3 mg N/m ² /j	Valieda & Teal, 1979
Marais à Juncus	4,3 mg N/m ² /j	Reddy & al. 1989
Estuaires	1,2 mg N/m ² /j	Jenkins & Kemps, 1984
Tourbière acide	< 50 µg N/m ² /j	Urban & al. 1988
Lacs	1 à 60 mg N/m ² /j	Seitzinger, 1988
Plans d'eau	3,7 mg N/m ² /j	Smith & De Laune 1983

60 à 95 % de l'azote associé aux particules mises en suspension et transportées par les eaux de ruissellement se trouvent « piégés » au niveau des ripisylves*, en particulier, dans les petits bassins versants en tête des réseaux hydrographiques (in Fustec et Frochot, 1995).



RÉGULATION DES NUTRIMENTS

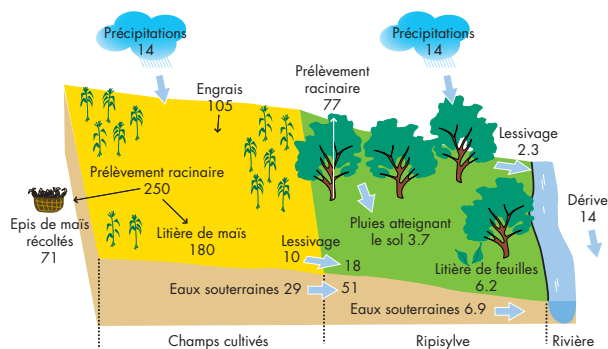
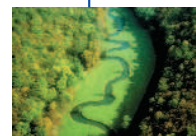


Diagramme des flux et du cycle de l'azote total (kg/ha/an de N) dans le bassin versant* de la Rhode (d'après Peterjohn et Correl 1984).

Pour le rôle des différentes plantes aquatiques, on retiendra que :

- **les plantes à rhizomes** (plantes vivaces qui possèdent des organes de réserve souterrains), sont nombreuses dans les zones humides (roseaux, nassette, phalaris, nénuphars...) et constituent des pièges très efficaces pour les éléments nutritifs.
- **les plantes annuelles** (qui absorbent les nutriments* par leurs racines), immobilisent le phosphore pendant la durée de leur cycle végétatif mais en relarguent une grande partie à leur mort. La rétention du phosphore par ces plantes, si elle n'est pas négligeable compte tenu de la productivité de ces milieux, ne se manifeste donc que pendant quelques mois dans l'année, le ratio rétention/relargage est légèrement excédentaire.
- **Les espèces arbustives et arborescentes** des zones humides constituent également des compartiments de stockage du phosphore. De la même façon que pour les espèces précédentes, une partie du phosphore absorbé pendant la période de croissance retourne sur les sols et dans les eaux (chute de feuilles et débris divers) mais les troncs et les branchages représentent des compartiments de stockage importants et durables.

On estime que 60 à 95 % du phosphore particulaire introduit dans les zones humides riveraines des petits cours d'eau à l'amont des bassins ou qui alimentent des lacs est immobilisé avant d'atteindre les eaux de surface (Peterjohn et Corell, 1984).

Dans certaines tourbières où le phosphore soluble est peu abondant, la biomasse* microbienne peut l'accaparer presque en totalité, les végétaux s'approvisionnent alors essentiellement à partir du phosphore relargué par le matériel végétal mort.

Dans les forêts alluviales très productives de la Garonne, Pinay (1986) a évalué la capacité de dénitrification à 50 mg/m³/j d'azote.

Toujours pour la vallée de la Garonne, une étude a montré qu'une ripisylve* prélevait 38 fois plus d'azote (0,38 gN-NO₃/m²/jr) qu'une prairie (0,01 gN-NO₃/m²/jr); les espèces arborées de la ripisylve peuvent prélever l'azote de la nappe même lorsque celle-ci s'abaisse en été (plantes phréatophyles), ce qui n'est pas le cas de la prairie (Ruffinoni, 1994).

Pour les ripisylves, la complémentarité et la diversité des communautés de végétaux à bois tendre tels que les saules, l'aulne, dans la frange la plus proche du fleuve et des végétaux à bois dur tels que les chênes, les frênes, les ormes et les érables dans les zones moins inondées, assurent la meilleure garantie d'obtenir un prélèvement biologique important et régulier de l'azote contenu dans les eaux de nappe.

En moins de 30 mètres, une ripisylve est capable d'abattre 80 % des teneurs en nitrates du bassin versant (Lefevre, Colloque zones humides, oct. 1994).

Une estimation récente effectuée sur une berge inondable de la Seine montre que 100 m de cette rive stockent 30 à 40 kg de phosphore au cours de la période de submersion annuelle (Agence de l'Eau Loire-Bretagne, 1997).

EN PRATIQUE

Il est recommandé de faire un bilan des apports potentiels d'azote et phosphore du bassin versant* et de le comparer aux capacités de régulation de la zone humide. Pour appréhender les capacités autoépuratoires de la zone humide, il faut évaluer chacun des critères d'aptitude décrits plus haut.

Le bilan entrée/sortie^{es} de l'azote est facilement accessible car les méthodes analytiques de ses différentes formes sont simples et peu coûteuses.

Il en va différemment du phosphore car les protocoles de prélèvement et d'analyse sont trop lourds pour être appliqués de façon routinière. En particulier il serait inopérant d'analyser le phosphore total sans pouvoir distinguer entre les formes libres et assimilables et les autres formes.

La meilleure méthode reste l'examen et le suivi du développement des espèces végétales indicatrices de la qualité physico-chimique du milieu^{es}.

Cet indicateur peut être complété par un diagnostic régulier de la toxicité du milieu^{es}.





MENACES, ACTIONS

- Agir pour restaurer les peuplements végétaux^{M8, M9} assimilateurs de nutriments* :
 - contrôler les successions végétales^{S17},
 - renaturer les terrains dégradés^{S18},
 - vasières artificielles^{A13},
 - gestion des roselières^{A24},
 - profilage des berges d'étangs ou plans d'eau^{A17},
 - renaturation des boisements artificialisés^{A25},
 - restauration de la végétation des berges des canaux et retenues^{A19}.
- Restaurer la dynamique fluviale^{M3} et lutter contre l'endiguement^{M6} :
 - améliorer la qualité de l'eau^{S16},
 - remettre en eau les annexes fluviales^{S14},
 - gérer de façon concertée la dynamique fluviale^{S12},
 - gérer et restaurer les crues^{A1},
 - relèvement de la nappe^{A8},
 - décolmatage des berges^{A12},
 - gestion intégrée du lit majeur^{A14},
 - restauration du lit majeur^{A1}.
- Gérer les pompages excessifs qui font baisser la nappe :
 - relèvement des débits réservés^{A5},
 - relèvement de la nappe^{A8},
 - limitation des pompages, gestion des pompages^{A9}.
- Gérer les apports diffus ou ponctuels issus de l'agriculture, de l'urbanisme :
 - améliorer la qualité des eaux^{S12},
 - gestion agricole contractualisée (MAE, CTE)^{A31},
 - fermeture de drains en marais et tourbières^{A7},
 - renaturation des boisements artificialisés^{A25},
 - renaturation des terres cultivées^{A26},
 - création de bandes enherbées^{A21},
 - contrôle des rejets, limitation des apports polluants^{A15},
 - gestion raisonnée de la démoustication^{A29},
 - végétalisation des terrains remaniés^{A27}.

POUR EN SAVOIR PLUS

RÉFÉRENCES

Laboratoire Universitaire de Géologie Appliquée, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, Université de Dijon, CNRS-CERR Toulouse, Laboratoire ESNM/IEGB.

BIBLIOGRAPHIE

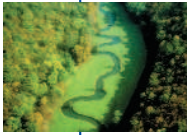
Pinay et Décamps, 1988. The role of riparian woods in regulating nitrogen fluxes between the alluvial aquifer and surface water : a conceptual model, regulated rivers : research and management vol. 2, 507-516.

Pinay, Décamps, Chauvet et Fustec 1990, Functions of ecotones in fluvial systems. Ecology and management of aquatic terrestrial ecotones. Naiman & Décamp, 141-169.





RÉTENTION DES TOXIQUES (MICROPOLLUANTS)



Les substances toxiques, appelées aussi « micropolluants » appartiennent à deux types : les composés métalliques (métaux lourds) et les composés organiques (hydrocarbures, solvants chlorés, phytosanitaires employés en agriculture...). Les zones humides piègent des substances toxiques par sédimentation ou fixation par des végétaux.

Cette fonction contribue à l'amélioration de la qualité des eaux à l'aval, mais l'accumulation des substances

peut créer une ambiance toxique défavorable à l'équilibre écologique de la zone humide. Tous les types de zones humides sont concernés dès lors qu'ils reçoivent des rejets toxiques.

A l'exception des « lits mineurs » et des « annexes fluviales » (entraînement vers le milieu marin), la quasi irréversibilité du processus oriente nécessairement vers une politique de réduction des rejets toxiques à l'amont.

MÉCANISMES

Les toxiques atteignent les zones humides par ruissellement et érosion sur le bassin versant*, par inondation et par transport éolien. Les matières en suspension en sont souvent le support. Les eaux souterraines contribuent très peu à ce mécanisme. La rétention a lieu par différents processus : physique (précipitation, adsorption), chimique ou biologique (absorption, bioaccumulation et bioconcentration). Selon le type de toxique la rétention est plus ou moins irréversible du fait de la variabilité et de l'intensité des processus de relargage ou de biodégradation.

POUR LES MÉTAUX

Les métaux existent sous deux formes physiques : particulaire (adsorption sur les matières en suspension⁷) et dissoute.

Dans leur ensemble, les zones humides constituent des pièges pour les éléments métalliques associés aux matières en suspension et vraisemblablement aussi pour une partie des métaux à l'état dissous. Mais le relargage est possible : une partie des stocks immobilisée peut être remobilisée par désorption (relargage dans le milieu), dissolution et/ou dégradation de la matière organique, essentiellement en fonction des conditions d'oxydo-réduction.

POUR LES MICROPOLLUANTS ORGANIQUES ET LES PHYTOSANITAIRES

La double action d'adsorption et de dégradation microbienne des micropolluants organiques se manifeste dans la plupart des zones humides, avec des variations selon les produits concernés, la saisonnalité et les conditions de milieu. La biodégradation est ralentie en hiver. L'été au contraire, la dégradation bactérienne peut être supérieure au flux introduit.

ÉVALUATION

MICROPOLLUANTS ORGANIQUES : UNE ÉVOLUTION MAL CONNUE

Il existe encore peu de données expérimentales sur le devenir des micropolluants organiques et des phytosanitaires dans les zones humides. En effet, les techniques analytiques capables de différencier et de quantifier les très nombreuses molécules que l'on peut rencontrer sont récentes et de mise en œuvre coûteuse. Des modèles conceptuels existent néanmoins. Mis au point en laboratoire pour traduire des conditions simplifiées en milieu contrôlé, ils restent difficilement généralisables aux cas réels du fait de leur complexité.

LES MÉCANISMES PRINCIPAUX SONT LE PIÉGEAGE ET LA DÉGRADATION

La rémanence de ces substances dépend :

- de leur volatilité,
- de leur affinité pour les sédiments et la matière organique,
- de leur biodégradabilité,
- de la nature de la végétation.

Des études récentes ont montré que des pesticides peuvent être dégradés par les bactéries et les champignons, dans des prairies et des boisements de cours d'eau.

La capacité épuratrice de dispositifs enherbés de 6 m de large atteint une moyenne inter-annuelle de 71 %. L'efficacité moyenne des « bandes » de 12 à 18 m a atteint 84 à 91 % (Agence de l'Eau Loire-Bretagne, 1997).

Les hydrocarbures peuvent être stabilisés dans la strate racinaire des peuplements à grandes herbes (Roseau, Massettes, Laïches, Joncs, Scirpes).





Piégeage et relargage des métaux dépendent :

- des conditions physico-chimiques (pH, potentiel redox),
- de la nature de végétation,
- de la richesse des sédiments en argile et en matière organique,
- des types de métaux.

Les milieux fermés ou fortement réducteurs semblent constituer des pièges à long terme. Les zones humides moyennement réductrices ou soumises à des alternances d'aérobiose* et d'anaérobiose* seraient beaucoup moins efficaces (Fustec E. et Thibert S. in Fustec et Frochot, 1995). L'importance de l'absorption des métaux dissous par les végétaux varie avec les espèces végétales qui présentent plus ou moins d'affinités pour les différents métaux.

LA RÉTENTION DES MÉTAUX EN MILIEU MARIN

L'étude des flux et de l'évolution des métaux dans les estuaires et en milieu marin a été largement développée : la rétention y est importante.

Dans les marais salés, l'accumulation est effective. L'accumulation du cuivre, du plomb, du nickel et du zinc dans la végétation de marais salé est plus élevée dans les organes morts en fin de période de croissance, que dans les parties encore vivantes de végétaux.

Sur un cycle annuel, le cadmium serait constamment exporté et le nickel pendant la majeure partie de l'année. La fraction retenue serait alors concentrée dans le système racinaire.

Si la rétention à long terme semble assurée pour plus de 50 % des métaux déposés en milieux estuariens et côtiers, on ne sait pas vraiment comment elle se réalise dans les autres milieux, compte tenu de la diversité des conditions qui s'y manifestent.

Une datation des sédiments a permis de montrer que la rétention à long terme dans les sédiments des marais intertidaux s'établit comme suit : chrome 90 à 100 %, cobalt, plomb et fer, entre 86 et 89 %, zinc, cuivre et nickel entre 75 et 81 % et enfin cadmium et manganèse entre 50 et 60 %.*

*Dans des marais salés australiens, la concentration en métaux (Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Mn) est beaucoup moins élevée dans les plantes que dans les sédiments. Une nette corrélation entre les teneurs dans les plantes et dans les sédiments apparaît pour le zinc mais pas pour le cuivre. Ceci confirme la faible affinité des espèces végétales pour le cuivre. Par contre, l'espèce australienne *Sarconaria* sp. voisine de nos *Salicornes*, accumule fortement le cadmium, le chrome, le zinc et le plomb.*

LA RÉTENTION DES MÉTAUX DANS UN CORRIDOR FLUVIAL

Dans un corridor fluvial, les formations végétales de marais, d'arbustes, de broussailles et de ripisylve* contribuent à la rétention de métaux.

Les métaux associés aux particules en suspension sont piégés par la matière organique des tourbières et des marais ou dans les vases des cours d'eau. L'efficacité de la rétention est directement liée à la présence et à la nature de la végétation. Cette fonction est plus largement assurée par des espaces présentant un couvert végétal important, et des horizons humifères développés.

Le relargage des métaux retenus dans les sédiments sous forme dissoute (zinc, cuivre, nickel, plomb, cadmium, chrome) diminue de manière exponentielle avec l'augmentation du taux d'argiles et de matière organique.

La rétention du sélénium soluble dans un marais expérimental : jusqu'à 90 % de rétention

Contexte

La rétention du sélénium soluble a été étudiée pendant deux ans dans un marais expérimental aux États Unis, marais submergés par les eaux circulant lentement (53 l/mn) et colonisé par des macrophytes émergentes et submergées. La disparition du sélénium introduit dans les eaux est comparée à celle qui se manifeste dans un ruisseau adjacent.

Résultats

*La concentration en sélénium est réduite de 20 % environ dans le ruisseau mais de plus de 90 % dans le marais. La lentille d'eau (*Lemna minor*) s'est révélée l'espèce la plus efficace pour l'immobilisation du métal.*

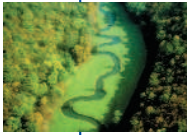
Fluctuations saisonnières dans l'immobilisation et le relargage du sélénium

Cette disparition présente des fluctuations saisonnières car le métal est absorbé par les végétaux pendant leur période estivale de croissance. A l'automne, la déposition des résidus végétaux sur les sédiments s'accompagne d'une libération de sélénium en partie adsorbé sur les sédiments (l'adsorption étant plus rapide et plus importante dans les sédiments fins et riches en matières organiques que dans les sédiments sableux). Une partie du sélénium est, par ailleurs, exportée par volatilisation au niveau du matériel végétal en décomposition.





RÉTENTION DES TOXIQUES (MICROPOLLUANTS)



La rétention à moyen terme (au delà d'une année) dans la biomasse végétale s'effectue de manière sélective. Plusieurs études montrent que le zinc semble préférentiellement absorbé par les arbres de la forêt alluviale à bois dur (chêne, orme). Il est retenu dans les parties pérennes (branches, troncs, écorce). Par contre le cuivre est peu absorbé et surtout localisé dans les feuilles ce qui entraîne une restitution automnale. (AELB, IEA, 1997).*

EN PRATIQUE

Établir des bilans

Il faut établir le **bilan hydrologique** de la zone humide (flux entrants, flux sortants, temps de séjour) et le compléter par le **bilan matières**.

Le suivi des toxiques dans les sédiments est difficile et relativement coûteux. Il pose le problème de la variabilité spatiale et de la fiabilité des bilans par les méthodes directes :

- physico-chimie des eaux de surface⁵⁶ et des matières en suspension,
- physico-chimie des sédiments⁵⁶ et bathymétrie⁵¹.

Des méthodes indirectes basées sur des indicateurs sont complémentaires des analyses physico-chimiques du milieu. Elles peuvent aussi les remplacer avec des indicateurs adaptés d'écotoxicité des sédiments fins ou grossiers dont l'intérêt opérationnel est plus immédiat (indices oligochètes notamment)⁵⁸. Ces méthodes qualitatives permettent d'apprécier la qualité biologique des milieux et de définir une stratégie de gestion.

MENACES, ACTIONS

RÉDUIRE LES APPORTS

La rétention des toxiques étant plus ou moins irréversible, il est indispensable d'inventorier les apports depuis l'amont et d'agir pour les réduire.

- Agir pour restaurer les peuplements végétaux^{48,49} assimilateurs de toxiques :
 - contrôler les successions végétales⁵⁷,
 - renaturer les terrains dégradés⁵⁷,
 - vasières artificielles⁴¹³,
 - gestion des roselières⁴²⁴,
 - renaturation des boisements artificialisés⁴²⁵,
 - restauration de la végétation des berges des canaux et retenues⁴¹⁷.
- Restaurer la dynamique fluviale⁴³ et lutter contre l'endiguement⁴⁶ :
 - améliorer la qualité de l'eau⁵⁷⁶,

- remettre en eau les annexes fluviales⁵⁷⁴,
- gérer de façon concertée la dynamique fluviale⁵⁷²,
- gérer et restaurer les crues⁵⁷⁵,
- relèvement de la nappe⁴⁸,
- décolmatage des berges⁴¹²,
- gestion intégrée du lit majeur⁴³⁰,
- végétalisation des terrains remaniés⁴²⁷.
- Gérer les apports diffus ou ponctuels issus de l'agriculture, de l'urbanisme :
 - améliorer la qualité des eaux⁵⁷⁶,
 - gestion agricole contractualisée (MAE, CTE)⁴³¹,
 - fermeture de drains en marais et tourbières⁴⁷,
 - renaturation des boisements artificialisés⁴²⁵,
 - renaturation des terres cultivées⁴²⁶,
 - création de bandes enherbées⁴²¹,
 - contrôle des rejets, limitation des apports polluants⁴¹⁵,
 - gestion raisonnée de la démolition⁴²⁹.

POUR EN SAVOIR PLUS

RÉFÉRENCES

Laboratoire Universitaire de Géologie Appliquée, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, Université de Dijon, CNRS-CERR Toulouse, Laboratoire ESNM/IEGB.

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse - CEMAGREF - 1992. Île de La Platière.

BIBLIOGRAPHIE

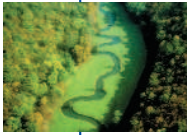
Fustec E. et Frochet B., 1995. Les fonctions des zones humides - Synthèse bibliographique. AESN, Laboratoire de Géologie Appliquée, Université P. et M. Curie, Paris VI, Laboratoire d'Écologie, Université de Dijon.

Real B., 1997. Étude de l'efficacité de dispositifs enherbés. Agence de l'Eau Loire-Bretagne, ITCF, 24 p.





INTERCEPTION DES MATIÈRES EN SUSPENSION



Les matières en suspension, mobilisées par l'érosion, sont transportées par les eaux de ruissellement et les cours d'eau lors des épisodes pluvieux ou des crues. Lors de la traversée d'une zone humide, la sédimentation provoque la rétention d'une partie des matières en suspension. Ce processus naturel est à l'origine de la fertilisation des zones inondables puis du développement des milieux pionniers*. Il joue un rôle essentiel dans la régé-

nération des zones humides mais induit à terme le comblement de certains milieux (lacs, marais, étangs).

Cette fonction d'interception des matières en suspension contribue à réduire les effets néfastes d'une surcharge des eaux tant pour le fonctionnement écologique des écosystèmes aquatiques que pour les divers usages de l'eau. En outre, elle favorise l'interception et le stockage de divers éléments polluants associés aux particules⁵.

MÉCANISMES

LA RÉTENTION DES MATIÈRES EN SUSPENSION : 3 MÉCANISMES

Au sein des zones humides, la **sédimentation** est le principal processus qui intervient dans la rétention des matières en suspension. Elle est induite par un ralentissement du courant lié à l'étalement de la lame d'eau et à la végétation. A l'interface eau douce-eau salée, la **floculation** de certaines argiles peut entraîner leur dépôt. Ce processus peut être favorisé par l'établissement d'associations entre les argiles et les molécules organiques. Des phénomènes de **précipitation** d'oxydes, d'hydroxydes et de complexes carbonatés se manifestent également dans ces secteurs.

ÉVALUATION

LES PLUIES

Chaque événement pluvial conditionne l'apport de matières en suspension.

L'ABSENCE D'EXUTOIRES

Dans des zones humides dépourvues d'exutoires significatifs, marais et tourbières²⁴⁷, bordure de lacs ou plan d'eau²⁴⁹, les écoulements peuvent devenir quasiment nuls; la rétention des matières en suspension est pratiquement totale.

LES CRUES

Dans les secteurs inondables des plaines alluviales^{244, 245, 246} la dissipation de l'énergie des crues ainsi que le temps de séjour des eaux déterminent l'importance de la sédimentation. La rétention est importante lorsque les conditions favorables sont maintenues sur le parcours des cours d'eau. Il s'agit des mêmes conditions que pour la fonction atténuation des crues⁵.

Il est parfois difficile d'apprécier l'efficacité réelle des zones humides faute de données suffisantes concernant les flux en périodes de crues inondantes. Les différents aménagements réalisés sur les rivières modifient les conditions de transport et de dépôt des matières en suspension dans les bassins fluviaux. L'apparition d'un bourrelet alluvial traduit l'importance de cette fonction à proximité du cours d'eau.

Fustec et Frochot ont synthétisé diverses études sur des petits bassins versants américains (1995) et ont donné les conclusions suivantes.

Une proportion de 10 à 20 % de zones humides réparties dans un bassin versant suffit à assurer une rétention importante des matières en suspension, l'efficacité maximale (environ 90 %) étant atteinte avec une proportion de 40 % en surface.

Une zone humide boisée occupant 36 % de la surface d'un petit sous bassin (16,3 ha) de la Rhode River dans le Maryland (USA) piègeait 94 % des matières en suspension mobilisées dans les zones cultivées à l'amont, la majeure partie étant retenue dans les 20 premiers mètres de la ripisylve.*

Dans deux sous bassins de Caroline du Nord, 84 % et 90 % de rétention dans les zones humides des bassins ont été mesurés, les matériaux les plus grossiers se déposant d'abord dans les zones boisées de fond de vallée, les argiles ne se déposant que dans les formations palustres en bordure des cours d'eau. Une zonation dans la sédimentation apparaît alors au sein du sous bassin versant.*

LES MARÉES

Dans les estuaires et les zones côtières les variations du débit des fleuves interviennent sur le volume des apports et des dépôts dans les zones humides. Mais dans ces milieux intertidaux* c'est avant tout le rythme journalier des marées





et l'alternance des périodes de hautes eaux et de basses eaux qui contrôle le processus.

La vitesse d'accumulation moyenne des sédiments dans les zones humides estuariennes serait à l'échelle du globe, de 0,20 à 0,40 cm/an. D'une manière générale, la dynamique sédimentaire naturelle tend au comblement progressif des estuaires et au resserrement des lignes de rivage. Ce phénomène est incontestablement important et visible à l'échelle humaine comme en témoigne actuellement la vitesse du comblement de la baie du Mont St Michel et de l'Anse de l'Aiguillon en bordure du marais Poitevin, par exemple.

EN PRATIQUE

Le suivi de la teneur en matières en suspension⁵⁶ des eaux de surface en amont en aval des zones humides permet d'estimer la quantité de matières retenues par rapport à la quantité de matières transportées. Des pièges à sédiments disposés en différents points de la zone humide fournissent des informations sur les zones de dépôts préférentielles en période de crue.

En dehors de ces périodes, une rétention peut quand même s'exercer dans des zones humides. Dans ce cas, le bilan entrée-sortie est plus facilement mesurable.

MENACES, ACTIONS

- Restaurer la dynamique fluviale⁴³, lutter contre l'endiguement⁴⁶ et rétablir les crues pour permettre aux zones humides d'être inondées régulièrement et d'assurer ainsi leur fonction épuratoire vis-à-vis des matières en suspension :
 - améliorer la qualité de l'eau⁵⁷⁶,
 - remettre en eau les annexes fluviales⁵⁷⁴,
 - gérer de façon concertée la dynamique fluviale⁵⁷²,
 - restauration de l'espace de liberté⁴¹,
 - reméandrage⁴²,
 - gérer et restaurer les crues⁵⁷⁵,
 - relèvement de la nappe⁴⁸,
 - décolmatage des berges⁴¹²,
 - gestion intégrée du lit mineur⁴³,
 - restauration du lit majeur⁴¹⁴.
- Agir pour restaurer les peuplements végétaux^{48, 49} intercepteurs de matières en suspension :
 - contrôler les successions végétales⁵⁷⁷,
 - renaturer les terrains dégradés⁵⁷⁸,
 - vasières artificielles⁴¹³,
 - gestion des roselières⁴²⁴,

- renaturation des boisements artificialisés⁴²⁵,
- restauration de la végétation des berges des canaux et retenues⁴¹⁹,
- végétalisation des terrains remaniés⁴²⁷,
- utilisation de « techniques végétales douces » lors de travaux en rivière (cf. travaux de Lachat).
- Gérer les apports diffus par ruissellement issus de l'agriculture, de l'urbanisme pour limiter les apports de matières en suspension :
 - améliorer la qualité des eaux⁵⁷⁶,
 - gestion agricole contractualisée (MAE, CTE)⁴³¹,
 - fermeture de drains en marais et tourbières⁴²³,
 - renaturation des boisements artificialisés⁴⁷,
 - renaturation des terres cultivées⁴²⁶,
 - création de bandes enherbées⁴²¹,
 - contrôle des rejets, limitation des apports polluants⁴¹⁵,
 - gestion raisonnée de la démoustication⁴²⁹.

Une étude menée par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne a montré que les bandes enherbées filtrent le ruissellement qu'elles reçoivent et retiennent les matières en suspension. 89 % des MES ont été retenues avec 6 m de bande enherbée, 84 % avec 12 m de bande et 99 % avec 18 m de bande. La moyenne des efficacités enregistrées au cours des expérimentations a été respectivement de 87, 77 et 99 % pour des bandes de 6, 12 et 18 m de large.

POUR EN SAVOIR PLUS

RÉFÉRENCES

Laboratoire Universitaire de Géologie Appliquée, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, Université de Dijon, CNRS-CERR Toulouse, Laboratoire ESNM/IEGB.

BIBLIOGRAPHIE

Fustec E. et Frochot B., 1995. Les fonctions des zones humides - Synthèse bibliographique. AESN, Laboratoire de Géologie Appliquée, Université P. et M. Curie, Paris VI, Laboratoire d'Écologie, Université de Dijon.

Muller S., Laboratoire de Phytoécologie du CREUM, 1998. Étude de l'impact des changements des pratiques agricoles sur la biodiversité* végétale et la fonction d'épuration des eaux dans les prairies alluviales de Lorraine. Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Ministère de l'Environnement et Région Lorraine 23 p.

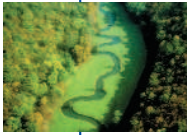
Real B., 1997. Étude de l'efficacité de dispositifs enherbés. Agence de l'Eau Loire-Bretagne, ITCF, 24 p.

Fustec et Frochot 1995. Agence de l'Eau Loire Bretagne IEA, 1997.





PATRIMOINE NATUREL



L'eau est probablement la plus importante ressource naturelle. Vitale pour tous les organismes vivants elle est aussi un milieu de vie aux conditions très particulières, à l'origine d'un patrimoine naturel riche et diversifié même si depuis un siècle, les zones humides ont

été réduites souvent de façon considérable. La disparition d'une flore et d'une faune endémique* ou très rare est très souvent un signal d'alarme indicateur de la modification de la quantité ou de la qualité de l'eau, de la fragmentation des zones humides...

FONCTIONNEMENT ET ÉVALUATION

Il existe une remarquable interdépendance entre les conditions hydrologiques des zones humides : régimes, variations saisonnières, conditions extrêmes (crues, étiages...) et les conditions de vie : sélection des espèces suivant les facteurs écologiques, condition d'écoulement, résistance aux facteurs extrêmes (vitesse, température...). Ainsi se sont formées, au cours de l'histoire, notamment en raison du relief, de la nature des sols, de la climatologie des zones humides formées par une mosaïque de biotopes* abritant chacun une biocénose* (faune et flore) bien déterminée.

Le patrimoine naturel d'une zone humide peut être évalué selon un ensemble d'attributs :

- sa richesse exprimée en nombre d'espèces présentes,
- l'importance des populations, exprimée en nombre d'individus des espèces présentes ou en pourcentage de la population globale de l'espèce,
- sa contribution génétique,
- son importance locale, régionale, nationale et européenne,
- sa rareté, exprimée par le nombre d'espèces ayant des aires de répartition restreinte,
- les menaces qui pèsent sur lui, déterminés par le nombre d'espèces menacées ou le pourcentage d'habitats perdus.

LES ZONES HUMIDES, RÉSERVOIRS DE BIODIVERSITÉ*

La biodiversité des zones humides est considérable. De nombreuses espèces y accomplissent la totalité de leur cycle vital ou en dépendent pour leur survie comme la loutre ou quelques grands rapaces.

Avec 1,5 millions d'hectares, soit 3 % du territoire métropolitain, les zones humides françaises hébergent 30 % des espèces végétales remarquables à forte valeur patrimoniale (orchidées, plantes carnivores, carex...) et environ 50 % des espèces d'oiseaux. Les marais, les prairies humides, les lagunes constituent des milieux propices aux oiseaux d'eau. Certaines zones humides jouent même un rôle primordial à l'échelle européenne lorsqu'elles sont situées sur les principaux couloirs de migration. Sur environ 500 000 canards hivernants en France 70 % sont concentrés sur le littoral. À ce contingent d'hivernants, s'ajoute 500 000 à 1 000 000 qui ne font que passer pour hiverner plus au sud. De plus la France accueille 500 000 des 5 millions de limicoles hivernant en Europe, soit 10 % du total. Parmi les oiseaux les plus emblématiques, on dénombre plus de 12 000 flamants roses nichant chaque année en Camargue.



Gentiane pneumonanthe



Drosera à feuilles longues

Les espèces animales et végétales ne se différencient pas seulement par leur régime alimentaire mais également par leur habitat. Elles ont pour chaque facteur écologique, des préférences, bien qu'elles soient toutes plus ou moins adaptables. Ainsi, les adultes peuvent supporter des conditions défavorables de vie sans se reproduire au moins pendant un certain temps. Au delà d'un certain seuil de tolérance, par exemple de certaines valeurs de température ou d'oxygène (valeur létale), elles périssent.





Photo Lennur

Les zones humides constituent un habitat majeur pour l'avifaune.

La faune des poissons d'eau douce est remarquable avec ses 49 espèces indigènes et ses 24 espèces introduites. Le brochet, mesurant plus d'un mètre, est le plus grand prédateur aquatique. Il est très exigeant pour se reproduire puisqu'il utilise la végétation immergée lors des crues, dans les prairies ou les roselières. Les amphibiens (grenouilles, crapauds et tritons) dépendent d'un milieu aquatique pour se reproduire mais un habitat terrestre favorable (prairie, lande, forêt...) leur est tout aussi indispensable.

Le patrimoine naturel des zones humides constitue un champ immense de recherche fondamentale et appliquée qui doit être encore renforcé, tant au niveau local que national. Souvent, certaines espèces sont encore à découvrir, notamment pour la faune entomologique ou bien restent encore très peu connues quant à leurs fonctions dans les écosystèmes.

DES MILIEUX EXTRÊMEMENT PRODUCTIFS

Les zones humides constituent l'habitat naturel de nombreux animaux (invertébrés, poissons, batraciens, oiseaux et mammifères) à l'origine de multiples chaînes alimentaires qui intéressent directement les activités humaines. Ces

milieux sont à l'origine de nombreux produits végétaux et animaux dont tirent profit, directement ou indirectement les populations rurales et urbaines. L'homme s'est installé très souvent près de l'eau pour pêcher ou chasser et cultiver les zones humides très fertiles.

Cette production de matière végétale et animale atteint son plus haut niveau dans les marais côtiers et les estuaires, fournissant de l'ordre de vingt tonnes à l'hectare. Cette forte productivité est liée aux échanges de matières organique et minérale entre les compartiments terrestres et aquatiques, continentaux et océaniques. En comparaison, les forêts ont en moyenne une productivité deux fois plus faible, et les terres cultivées quatre fois plus faibles.

L'augmentation « forcée » des rendements agricoles s'accompagne généralement d'une baisse de biodiversité. En forêt, les peuplements les plus productifs sont aussi souvent les plus pauvres (taillis à courte rotation), alors que les vieilles forêts riches en espèces peuvent présenter une forte biomasse* mais une faible productivité. Les forêts alluviales sont des milieux à la fois exceptionnellement riches en espèces et productifs.*

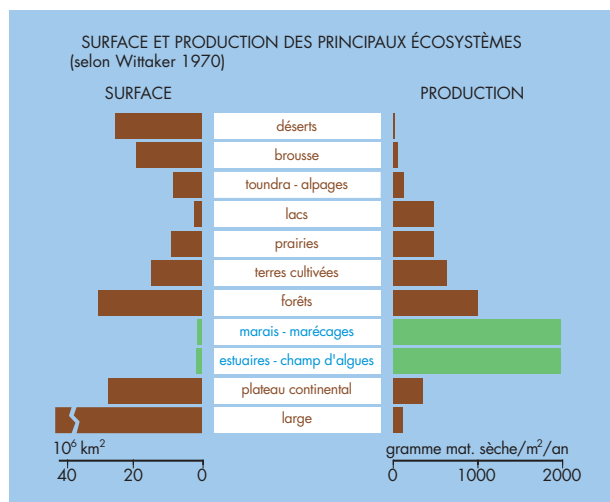
DYSFONCTIONNEMENTS, ACTIONS

Les différents éléments du patrimoine naturel ne sont pas isolés du reste de leur environnement. Par conséquent toutes les atteintes (hydraulique, hydrologique, physico-chimique...) auront des conséquences sur les compartiments vivants et non vivants de la zone humide considérée.

LES FACTEURS QUI AFFECTENT LES ZONES HUMIDES SONT BIEN IDENTIFIÉS

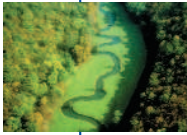
En dépit d'efforts importants ces dernières années, un grand nombre de menaces porte atteinte à l'intégrité et à la fonction de production du patrimoine naturel des zones humides. Elles sont causées principalement par :

- la destruction d'habitats naturels ou la réduction de leur superficie entraînant leur isolement; au niveau international, la disparition des prairies humides naturelles^{m8} pâturées et/ou fauchées est un des principaux facteurs limitant les populations d'oiseaux^{m5},
- la pollution de l'eau^{m1} et l'introduction volontaire ou accidentelle de plantes et d'animaux exotiques^{m9},
- les changements du régime hydrologique^{m3},
- l'augmentation de la demande en eau^{m2} liée à l'accroissement de la démographie et la modification des besoins agricoles^{m8}, industriels et touristiques,





PATRIMOINE NATUREL



- la surexploitation des poissons et autres ressources naturelles (tourbe, roseau...) souvent liée à une méconnaissance de leur caractère insuffisamment renouvelable ou bien à une logique productiviste de court terme.



Photo AESN (X. Boumin)

Les proliférations d'algues et de macrophytes sont une conséquence de l'eutrophisation due à des rejets dans les zones humides d'eaux usées ou d'effluents agricoles chargés en phosphore et en azote.*

À l'urgence d'une réaction de l'opinion publique, des scientifiques et des décideurs face à l'érosion du patrimoine naturel des zones humides répond d'une part le souci de la connaissance (description et inventaire) et d'autre part la nécessité de l'action raisonnée (gestion et conservation).

Le maintien de la biodiversité* des zones humides relève de considérations éthiques socio-économiques, et écologiques. Près des deux tiers de ces zones humides (au moins 2,5 millions d'hectares) ont disparu en France depuis un siècle et les phénomènes de dégradation et de destruction se sont accélérés depuis une quinzaine d'années.

MESURES RÉGLEMENTAIRES ET CONTRACTUELLES

Le maintien de la biodiversité* des zones humides passe par leur conservation et leur gestion donc la mise en place d'instruments juridiques de protection et/ou de maîtrise de la gestion de l'espace.

La Directive européenne Habitats (HFF 92/43) est primordiale puisque 80 % des milieux composant les zones humides sont inscrits en annexe de cette directive (Bardat, 1993). De plus l'ensemble des pays européens a signé la convention de Ramsar* (2 février 1971) relative à la conservation des zones humides. Cette dernière, ratifiée par la France en 1986, engage les états à protéger et gérer les zones humides en conciliant les intérêts écologiques et économiques. D'autres listes (Convention de Berne et de Bonn, Red Data Book de l'UICN...) participent à la protection des espèces des zones humides.

En complément de ces mesures internationales, différentes réglementations nationales existent allant des mesures de protections strictes comme les réserves naturelles, les Arrêtés Préfectoraux de Protection de biotope*, les « forêts de protection » au titre de l'article L.411 1 du code forestier (forêt alluviale humide) à la maîtrise foncière de ces espaces. Ces mesures contractuelles permettent de préserver des sites et d'en organiser la gestion. La loi confère aux départements des compétences particulières en matière d'Espaces Naturels Sensibles. Les conseils régionaux et généraux travaillent en collaboration avec les Conservatoires, les associations de protection, et les scientifiques pour acquérir des zones humides et les gérer.

DE LA CONNAISSANCE À L'ACTION

Pour assurer durablement la conservation et la gestion du patrimoine naturel des zones humides, il faut bien le connaître, analyser ses modes de fonctionnement, évaluer sa richesse, identifier ses besoins et ses limites. Cette connaissance est le fait d'organismes et de personnes très divers (milieu universitaire, associatif, administratif...). Il s'agit de construire un véritable savoir-faire sur la base de solides données scientifiques et des différentes expériences de gestion en cours ou à venir.

INFORMER ET SENSIBILISER LES CITOYENS

En complément d'une augmentation des connaissances, de leur mise en application pour la gestion des milieux, il convient d'informer et de sensibiliser les citoyens par le biais de visites guidées dans les sites. Ces démarches pédagogiques essentielles doivent cependant faire l'objet d'un contrôle et d'une canalisation de la fréquentation⁴³².

POUR EN SAVOIR PLUS

BIBLIOGRAPHIE

- Barbault R., 1992. Écologie des peuplements. Structure, dynamique et évolution. Masson, Paris, 267 p.
- Chauvet M. et Olivier L., 1993. La biodiversité*. Enjeu planétaire. Préserver notre patrimoine génétique. Édit. Sang de la Terre. 410 p.
- Skinner J. & Zalewski S., 1995. Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes. Tour du Valat, MedWet (Arles) France, numéro 2, 80 p.
- Tamisier A. et Dehorter D. 1999. Camargue, canards et Foulques. Fonctionnement et devenir d'un prestigieux quartier d'hiver. Centre ornithologique du Gard, 365 p.

