



## Contribution des forêts alluviales dans la rétention des crues

Les forêts alluviales, vastes zones humides, jouent un rôle considérable dans la rétention des crues. Ces véritables zones tampon peuvent stocker des volumes d'eau importants et réduire les débits de crues permettant un abaissement de la ligne d'eau à l'aval.

Plus la forêt alluviale est complexe (superficie importante, nombre de strates végétales élevé, etc.), plus la rugosité (obstacles opposant une résistance à l'écoulement) est élevée, plus la vitesse d'écoulement de l'eau sera ralentie. De leur côté, plus la surface des plaines alluviales est importante, plus leur capacité de stockage augmente. Ainsi, ces écosystèmes figurent ainsi parmi les zones les plus efficaces dans le ralentissement et la baisse du niveau des crues, ainsi que dans la rétention des sédiments et des minéraux.

Ces zones contribuent de façon importante à la protection contre les inondations :

- en évitant les dommages en aval
- en limitant le coût de protections rapprochées nécessaires pour le maintien d'un certain niveau de sécurité
- en limitant le coût d'un stockage artificiel ou d'un ralentissement supplémentaire en amont qui assurerait en aval une protection équivalente.

En garantissant ainsi leur bon fonctionnement et leur gestion, les risques liés à l'action des crues sur les populations humaines en aval seront fortement diminués.

Cette plaquette a été réalisée à partir des travaux de recherche menés par l'équipe de Botanique et d'Ecologie Végétale de l'Université Louis Pasteur (CEREG, UMR 7007 CNRS) sur le Rhin et l'Ill dans le cadre de différents programmes (« Programme National de Recherche sur les Zones Humides », « Institut Franco-Allemand de Recherche sur l'Environnement », « Recréer la nature »).



Photo Patrick Vaupoulon



## Restauration et recréation des forêts alluviales après rectification des cours d'eau

### Pourquoi restaurer ou recréer des forêts alluviales ?

Les forêts alluviales :

- sont de véritables usines naturelles d'épuration des eaux
- participent de façon importante à la régulation des crues
- abritent de nombreuses espèces animales et végétales remarquables inféodées à ces écosystèmes.

Mais

- régressent voire disparaissent au profit de l'urbanisation, de l'agriculture intensive ou de l'exploitation de granulats
- voient leur fonctionnement bouleversé par les aménagements des cours d'eau.

### Comment ?

La restauration de ces écosystèmes se fonde sur trois principes :



Chêne pédonculé

Frêne

Morille blonde

Ail des Ours

### 2 Le principe de naturalité

Moins l'homme intervient sur un milieu, plus le milieu possède un degré de naturalité élevé, c'est-à-dire une diversité biologique peu affectée par l'Homme. Ce principe repose sur la non-intervention humaine, afin de

Les différentes études menées sur la restauration des forêts alluviales montrent la difficulté de recréer ces écosystèmes dès lors que la suppression des inondations est trop ancienne (supérieure à quelques décennies). Cela met en évidence l'intérêt de la conservation de ces milieux qui représentent les derniers milieux naturels résiduels encore fonctionnels du Nord-est de la France.

### 1 Le principe de fonctionnalité hydrologique

Le respect de ce principe implique la restauration de la dynamique fluviale du cours d'eau (libre circulation des eaux et des sédiments) pulsée (fluctuant au gré des saisons) caractéristique des grands cours d'eau.

Il est donc nécessaire de rétablir un régime naturel d'inondation : inondations régulières, à des périodes précises (hautes eaux en été, étiage en fin d'hiver pour le secteur rhénan, hautes eaux en hiver et étiage en fin d'été pour les autres cours d'eau) avec des fluctuations importantes du niveau de la nappe.

Ces inondations permettront ainsi le rajeunissement naturel des forêts alluviales.



laisser le libre développement des habitats soumis à une dynamique de renouvellement. Sa mise en place n'est possible que lorsque le principe de fonctionnalité est établi.

Toutefois, dans certains cas, il est nécessaire d'intervenir pour corriger certains déséquilibres en agissant sur :

- la prolifération d'espèces exotiques envahissantes,
- la réintroduction d'espèces disparues,
- la régulation des effectifs de grands herbivores.

### 3 Le principe de diversité biologique

Elle se définit comme la variété des espèces vivantes qui peuplent la biosphère. Cette variabilité peut être appréhendée à différents niveaux emboîtés les uns dans les autres des gènes, aux espèces puis aux écosystèmes.

La restauration de la diversité biologique s'effectuera d'elle-même dès l'instant où les deux premiers principes seront appliqués permettant ainsi le renouvellement de la mosaïque des habitats alluviaux et l'expression de la dynamique naturelle (succession des communautés au cours du temps).



agence de l'eau Rhin-Meuse



## Les forêts inondables de l'Est et du Nord-Est de la France

### Des milieux remarquables

Véritables usines d'épuration des eaux de ruissellement, ces forêts, les plus productives d'Europe, abritent une faune et une flore exceptionnelle, d'intérêt patrimonial incontesté. Anciennement façonnées par les divagations des cours d'eau comme le Rhin, l'Ill et la Moselle, elles jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement hydrologique et hydrochimique des plaines alluviales.

Elles interviennent grâce à leur pouvoir de rétention des crues.

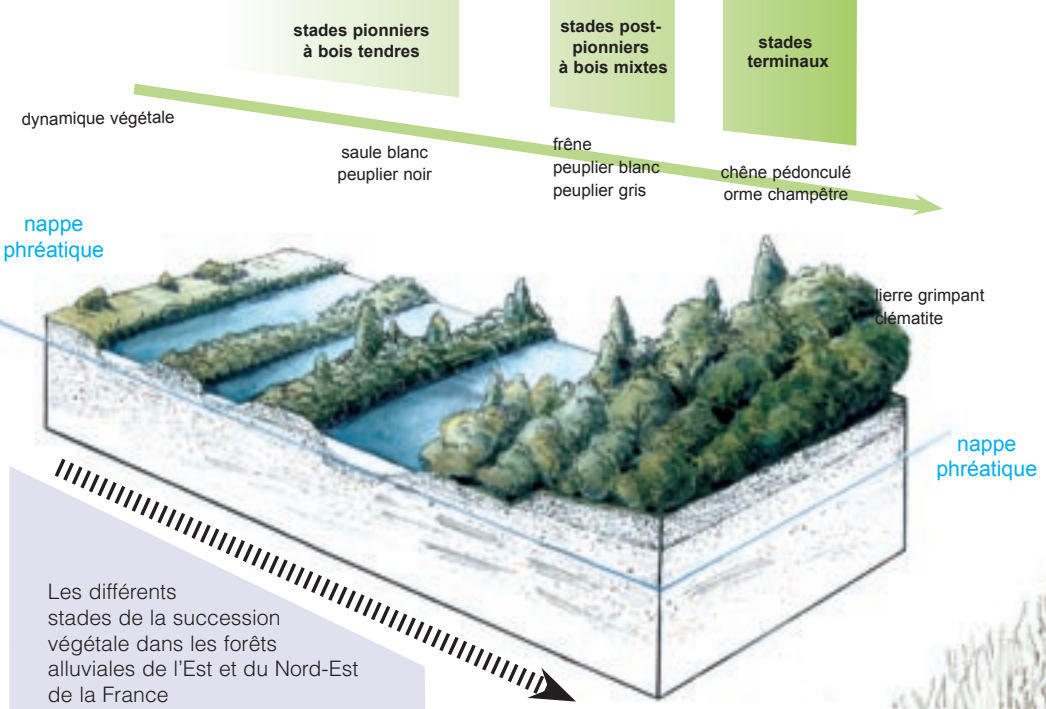
### ...mais souvent dégradés

Depuis des décennies, enrochements, endiguements, canalisations, luttes contre les inondations, urbanisation, extractions de matériaux dans les lits des fleuves ont contribué à la dégradation et à la disparition ces écosystèmes complexes.

Les différentes opérations de restauration ont montré les difficultés de réhabiliter de tels biotopes quand la dynamique du cours d'eau a été affectée.



Conception & réalisation kap pak kap 03 80 73 64 09  
Illustrations de Patrick Vaupoulon 03 80 55 64 10



Les différents stades de la succession végétale dans les forêts alluviales de l'Est et du Nord-Est de la France

## Typologie des forêts alluviales

Luxuriantes, ces forêts sont caractérisées par une architecture très structurée, composée de nombreux étages de végétation (ou strates) et de belles galeries de lianes géantes pouvant atteindre plusieurs mètres de hauteur. Cette richesse biologique n'est possible que par la conjonction de plusieurs facteurs : étés chauds, humidité de l'air et du sol, bonne oxygénation des sols liée à un important battement du niveau de la nappe et apport régulier d'éléments minéraux par les inondations. Ces milieux s'organisent en différentes communautés végétales, qui se succèdent dans le temps et dans l'espace en fonction de plusieurs paramètres, dont le plus important est la dynamique du cours d'eau.

Cette évolution est marquée par 3 processus essentiels :

- une augmentation du nombre de strates,
- un remplacement des espèces à bois tendre par des espèces à bois dur,
- une augmentation du nombre d'espèces.

Lorsqu'elle devient mature (250 ans), la forêt alluviale caractérisée par ses espèces à bois dur se stabilise par le biais d'un cycle naturel de régénération, qui favorise la colonisation des jeunes ligneux dans les trouées créées par la chute des plus vieux arbres. La forêt en équilibre peut alors se maintenir pendant des siècles.

# Contribution des forêts alluviales dans le contrôle des pollutions liées aux nitrates et aux phosphates

**Un rôle épurateur**  
Les forêts alluviales, grâce à leur pouvoir épurateur, **peuvent retenir jusqu'à 95% de la charge azotée et 80% de la charge en phosphore des eaux de crues qui sont filtrées pour alimenter les nappes en eau propre.**

Dans les forêts alluviales du champ d'inondation de l'III, près de Sélestat (l'IIIwald), les concentrations en nitrates sont beaucoup plus faibles sous forêts alluviales (<1 mg/L) que sous champs cultivés (20-25 mg/L) ou dans les eaux de surface (cours d'eau "III" avec 10 mg/L).

La capacité d'élimination des nitrates de cette forêt alluviale a été estimée à 140 kg d'azote/ha/an à l'aide d'un modèle hydrogéologique (pour une épaisseur de nappe de 100 m et une surface de forêt alluviale de 40 km<sup>2</sup>).



## L'élimination des nitrates et des phosphates sous forêts alluviales

L'élimination importante des nitrates et des phosphates dans les eaux de la nappe phréatique est liée à 3 processus :

- l'absorption racinaire par les végétaux,
- la rétention des nutriments dans le sol,
- la dénitrification par les micro-organismes (transformation des nitrates en oxyde d'azote puis en azote atmosphérique).

Le rôle et l'importance de ces trois processus varient selon plusieurs paramètres (type de sols, saisons, régimes hydrologiques, etc.) mais ils sont totalement liés aux variations du niveau de la nappe, c'est-à-dire à l'existence d'un régime hydrologique non régulé, caractérisé par des inondations annuelles régulières.

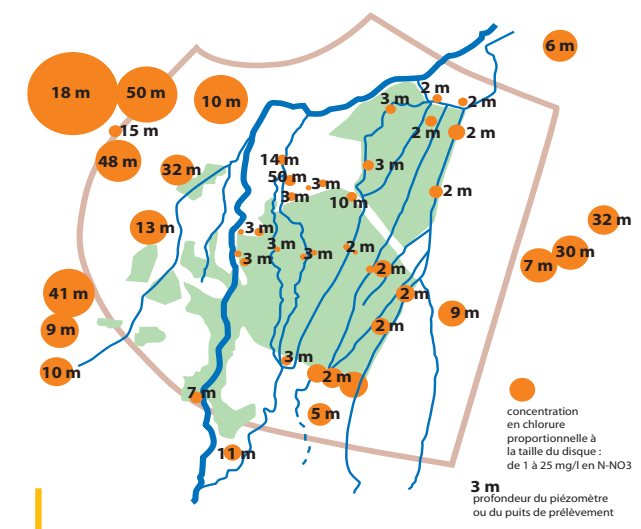
**La dénitrification, en assurant une élimination totale du nitrate, apparaît comme le processus le plus important devant l'absorption racinaire et l'immobilisation microbienne. Toutes les conditions permettant d'assurer ce processus seront donc à maintenir ou à restaurer.**

## Incidence de la suppression des inondations sur l'épuration des eaux souterraines

En absence de crues, les concentrations en nitrates des eaux souterraines profondes (4 à 5 m) sous les massifs forestiers alluviaux du Rhin (cf. graphique) sont plus élevées que dans les eaux souterraines dites superficielles. Les nitrates sont en effet entraînés vers les eaux souterraines en profondeur.

Lorsque ces forêts sont encore soumises à des inondations, ces teneurs diminuent avec la profondeur.

L'élimination des nitrates dépend pour beaucoup de l'hydrologie (durée et périodicité d'inondation, fluctuation du niveau de la nappe). Les variations du niveau d'eau de la nappe permettent une régulation des concentrations d'azote minéral (nitrates, ammonium) et organique dans les eaux souterraines, par une alternance des phénomènes de nitrification-dénitrification.

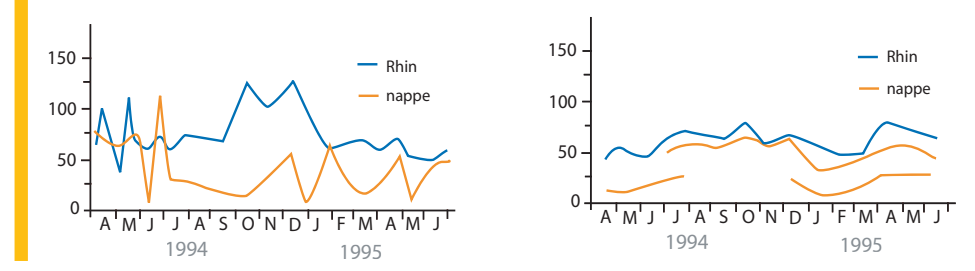


**L'état de santé de l'écosystème des forêts alluviales dépend de la qualité de ses eaux souterraines : la composition de celles-ci est liée au recyclage des éléments minéraux apportés à ces zones.**

## Incidence de la suppression des inondations sur les forêts alluviales

La suppression des inondations entraîne une modification de la végétation et des cycles biogéochimiques des éléments minéraux, à savoir :

- la disparition des stades pionniers à saules et peupliers,
- un remplacement par des stades plus évolués (formations à bois dur) caractérisés par des espèces plus mésophiles (intolérantes aux inondations) comme le charme et le noisetier,
- une faible régénération de ces forêts
- une diminution de la richesse et de la vitalité des lianes géantes (clématite, lierre grim pant)
- une diminution de la productivité
- des modifications des cycles du phosphore et de l'azote.



Un changement du degré d'inondabilité peut entraîner des changements rapides et significatifs du cycle de l'azote dans les forêts alluviales et limiter la capacité épuratoire de ces écosystèmes. L'efficacité des forêts alluviales pour l'autoépuration est donc d'autant plus importante qu'elles restent soumises à une dynamique alluviale forte.

**Les plaines alluviales sont considérées comme de véritables usines naturelles d'épuration de nutriments, dès lors que leur fonctionnement est préservé.**



Photo Patrick Vucaillon