

RENATURATION DES COURS D'EAU

RESTAURATION DES HABITATS HUMIDES



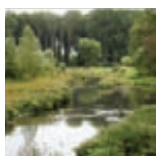
LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Ministère de l'Environnement
Ministère de l'Intérieur et
de l'Aménagement du Territoire

Bureau d'Etudes Micha Bunusevac



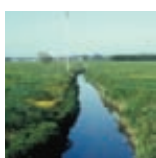
TABLE DES MATIERES



Introduction



Les cours d'eau et les habitats humides d'autrefois



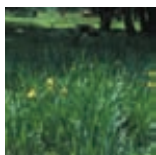
L'état actuel des cours d'eau



Les objectifs de la restauration des habitats humides – Renaturation des cours d'eau



Interventions pour la restauration des habitats humides



Le rôle des administrations étatiques dans la gestion et la préservation des habitats humides



Introduction	5
I - Les cours d'eau et les habitats humides d'autrefois	7
1 - Tracé originel des cours d'eau	8
1.1. Cartes cadastrales de 1820 à 1830	
1.2. Anciens projets de réaménagement des cours d'eau	
1.3. Détermination du tracé originel à partir de documents contemporains	
2 - Etendue originelle des habitats humides	11
2.1. Carte de Cabinet des Pays-Bas autrichiens dite « Carte de Ferraris »	
2.2. Tableaux et photographies anciennes	
II - L'état actuel des cours d'eau	15
1 - La chenalisation des rivières	17
1.1. Recalibrage (Eintiefung)	
1.2. Réalignement (Begradigung)	
1.3. Endiguement (Eindämmung)	
1.4. Consolidation des berges (Uferbefestigung)	
1.5. Mise en canalisation souterraine (Verrohrung)	
1.6. Entretien et curage (Unterhalt und Aushebung)	
2 - Impacts hydrauliques de la chenalisation	21
2.1. Augmentation de la vitesse d'écoulement	
2.2. Réduction du potentiel naturel de rétention	
2.3. Accentuation de l'érosion dans le chenal	
3 - Impacts écologiques de la chenalisation	24
3.1. Disparition des zones alluviales et des zones inondables	
3.2. Perte de la biodiversité	
3.3. Perturbation du réseau trophique	
3.4. Perte de la faculté d'autoépuration et diminution de la qualité de l'eau	
III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau	27
1 - Objectifs écologiques	34
1.1. Les structures physiques	
1.2. Biologie des structures physiques	
1.2.1. Le cours d'eau : zones à eaux profondes et à eaux basses	
1.2.2. Le long du cours d'eau : zones amphibiennes à forte perturbation par le courant	
1.2.3. Les zones amphibiennes à faible perturbation par le courant	
1.2.3.1. Le paysage naturel : la forêt alluviale	
1.2.3.2. Le paysage traditionnel : les prairies marécageuses	
1.2.4. Les zones à affleurement de la nappe phréatique	

2 - Objectifs hydrauliques et hydrologiques	54
2.1. Protection contre les inondations	
2.2. Protection contre l'érosion	
2.3. Réactivation de la dynamique naturelle	
2.4. Régulation des débits d'étiage	
3 - Objectifs qualité d'eau	59
3.1. Oxygénation du cours d'eau - Restauration de la faculté d'autoépuration	
3.2. Elimination de la charge polluante dans le cours d'eau	
4 - Objectifs paysagers	62
IV - Interventions pour la restauration des habitats humides	65
1 - Etat "naturel" des cours d'eau - Etat de référence	66
2 - Les mesures d'intervention pour la restauration des habitats humides	71
2.1. Remise du cours d'eau dans le thalweg	
2.2. Elargissement du lit	
2.3. Restauration des méandres	
2.4. Restauration des annexes hydrauliques	
2.5. Restauration en milieu urbain	
2.6. Combinaison de différentes mesures d'intervention	
V - Le rôle des administrations étatiques dans la gestion et la préservation des habitats humides	83
1 - Le classement de certaines zones humides	85
2 - Les contrats agro-environnementaux	86
3 - Les possibilités d'aménagement en zones humides	89
3.1. Recours au drainage en milieu rural	
3.2. Aménagements en milieu urbain	
3.3. Ouvrages hydrauliques	
3.4. Prélèvements d'eau	
3.5. Emplacement des collecteurs et exutoires des canalisations souterraines	
3.6. Mesures anti-crues assorties de mesures compensatoires	
3.7. Sylviculture	
3.8. Valeur économique des habitats humides	
4 - Découvrir les habitats humides	97



INTRODUCTION

Les cours d'eau et les habitats humides sont des milieux fragiles et sensibles aux activités humaines.

Souvent recalibrés et exploités, nos cours d'eau connaissent aujourd'hui des dysfonctionnements dommageables tant pour le milieu humain que pour la faune et la flore environnantes. La banalisation de leurs berges et de leurs lits perturbe leurs capacités de régulation des pollutions, d'alimentation des nappes et de régulation des crues, fonctions que les milieux humides assument gratuitement quand ils sont en équilibre naturel.

Les différentes collectivités et administrations compétentes prennent de plus en plus conscience de l'importance de ce patrimoine naturel et culturel. Elles tentent de préserver cette richesse mais aussi de la restaurer lorsque cela s'avère possible. La notion de gestion globale à l'échelle du bassin versant d'un cours d'eau est devenue un préalable indispensable à toute réflexion sur la gestion des ressources en eau.

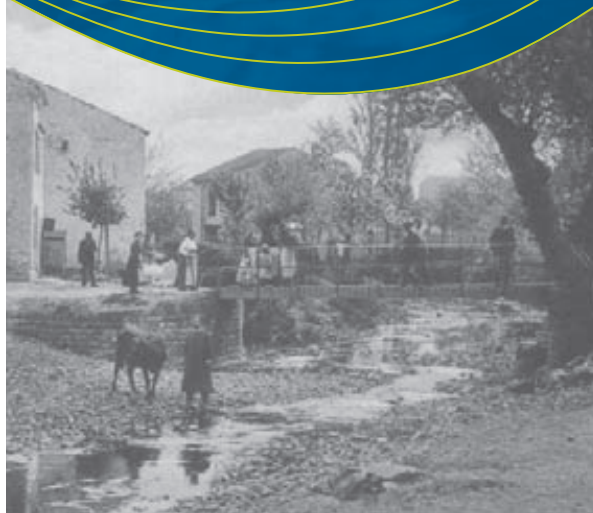
Ce rapport part de l'état historique des cours d'eau et habitats humides pour dresser le constat de leur dégradation actuelle.

Rédigé en collaboration avec les administrations étatiques concernées, il présente également les objectifs écologiques, hydrauliques, qualité d'eau et paysagers de la restauration des habitats humides et les différentes mesures d'intervention pour y parvenir.

Il rend également attentif aux rôles de l'Administration des Eaux et Forêts (Ministère de l'Environnement) et de l'Administration de la Gestion de l'Eau (Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire) qui se sont engagées, depuis plusieurs années, à apporter un soutien financier et technique aux initiatives permettant de restaurer ou de préserver les habitats humides. Dans le cadre de ces initiatives, une conciliation des intérêts de la conservation de la nature, de la protection contre les inondations et des différentes activités pouvant affecter les habitats humides est recherchée dans la mesure du possible.

Le rapport présente en outre les recommandations à suivre et les alternatives à envisager lors d'aménagements à réaliser dans les zones humides.

I - LES COURS D'EAU ET
LES HABITATS HUMIDES
D'AUTREFOIS



I - Les cours d'eau et les habitats humides d'autrefois

Les documents anciens tels que les cartes cadastrales, les photographies historiques, les cartes du comte de Ferraris ou les tableaux d'époque fournissent des informations sur l'état originel des cours d'eau et des zones humides, attestant ainsi des lourdes interventions humaines en ce domaine au cours des siècles. De même, certains documents contemporains peuvent fournir une aide précieuse pour la détermination du tracé originel des cours d'eau.

1 - Tracé originel des cours d'eau

1.1. Cartes cadastrales de 1820 à 1830

Les cartes cadastrales des années 1820 à 1830 fournissent des indications pertinentes sur le tracé originel des cours d'eau qui constituaient alors les limites naturelles des propriétés.

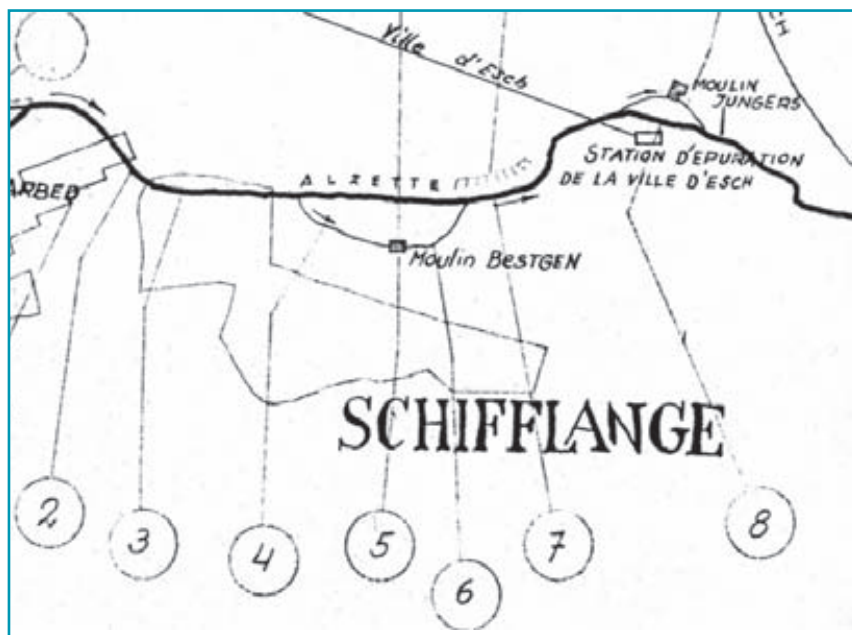


Le plan cadastral de 1820-1830 montre l'ancien lit du Kiemelbaach avec ses méandres avant le réalignement.

1.2. Anciens projets de réaménagement des cours d'eau

Des recherches dans les archives (nationales, communales, d'administrations, etc.) permettent de découvrir des données sur d'anciens projets de réaménagement ou autres interventions humaines sur les cours d'eau, fournissant des indications intéressantes sur leur état originel.

I - Les cours d'eau et les habitats humides d'autrefois



Cette carte extraite d'une étude de 1950 sur les mesures proposées pour la correction de l'Alzette montre les by-pass aménagés à Schiffflange au Moulin Bestgen et au Moulin Jungers ainsi que le tracé originel de l'Alzette qui a été remblayé par la suite.



Le lit de la Chiers a été déplacé dans les années 1970. L'ancien tracé méandrique (ligne bleue) a été comblé et la rivière déplacée dans un lit chenalisé (ligne rouge). La photographie prise sur le site « Lénger Wisen » témoigne de l'artificialisation du nouveau lit de la Chiers.



1.3. Détermination du tracé originel à partir de documents contemporains

Dans certains cas, il est possible de déterminer le tracé originel d'un cours d'eau à partir des données actuelles.

I - Les cours d'eau et les habitats humides d'autrefois



La frontière à Lasauvage (ligne rouge) a été fixée dans le passé en suivant le tracé du Réierbaach. Elle révèle le tracé originel méandrique du cours d'eau entre-temps réaligné (ligne bleue).



La carte cadastrale actuelle du Roeserbann permet de reconstituer les anciens méandres de l'Alzette à partir des limites des parcelles (ligne rouge) dans la plaine alluviale.



Reconstitution de l'ancien lit de l'Alzette au Roeserbann faite par M. Quintus selon les photos aériennes de 1962/1965. L'eau stagnante après les pluies et la végétation différenciée visualisent le tracé originel de l'Alzette qui correspond à celui d'avant son réaménagement de 1753.



Photo aérienne actuelle du Roeserbann (près de Fentange) permettant de déterminer l'ancien tracé de l'Alzette à partir des eaux stagnantes (bras morts) et de la végétation aquatique.

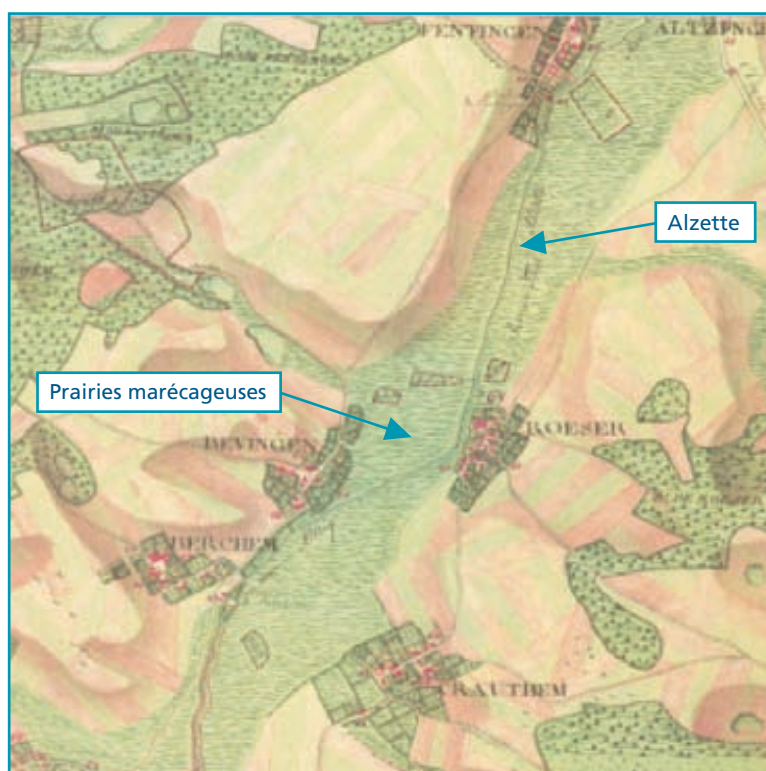
2 - Etendue originelle des habitats humides

2.1. Carte de Cabinet des Pays-Bas autrichiens dite « Carte de Ferraris »

La Carte de Ferraris est une carte à vocation militaire levée entre 1771 et 1778 à l'initiative du comte de Ferraris. Elle est l'ancêtre des cartes topographiques actuelles et présente l'avantage de fixer, toutefois avec les moyens moins rigoureux de l'époque, la situation géographique et hydrique de nos régions avant les grands bouleversements dus à l'industrialisation et à l'urbanisation.

La Carte de Ferraris indique notamment l'étendue à la fin du 18^e siècle des plaines alluviales, également appelées prairies marécageuses ou zones amphibienues (Auenlandschaft). La connaissance de ces zones humides longeant les cours d'eau était en effet un atout pour le déplacement des troupes armées. Ces terrains ont été défrichés relativement tôt dans l'histoire en raison de leur fertilité et sont souvent cultivés encore aujourd'hui.

Les villages étaient en général implantés hors des zones d'inondation. Ce savoir se transmettait de génération en génération vu l'apparition de certaines crues seulement une fois tous les cent ans.



L'extrait de la Carte de Ferraris montre l'ancienne zone humide, large d'environ 500 mètres, constituant la plaine alluviale de l'Alzette au « Roeserbann » entre Livange et Fentange ; cette zone a disparu de nos jours suite notamment à la chenalisation du lit de la rivière et au drainage.

2.2. Tableaux et photographies anciennes

Nombreuses sont les peintures et photographies anciennes représentant des paysages d'autrefois. Elles documentent la morphologie des cours d'eau et des zones humides à une époque où ils se trouvaient encore dans un état assez proche de l'état naturel, ni dégradé et ni chenalisé.

Ainsi, à leur état originel, les cours d'eau évoluaient encore dans un lit relativement large, peu profond et méandrique. A l'intérieur de cette bande de terrains humides ou marécageux, fréquemment inondés au cours de l'année, un petit lit d'été sinueux évoluait librement.



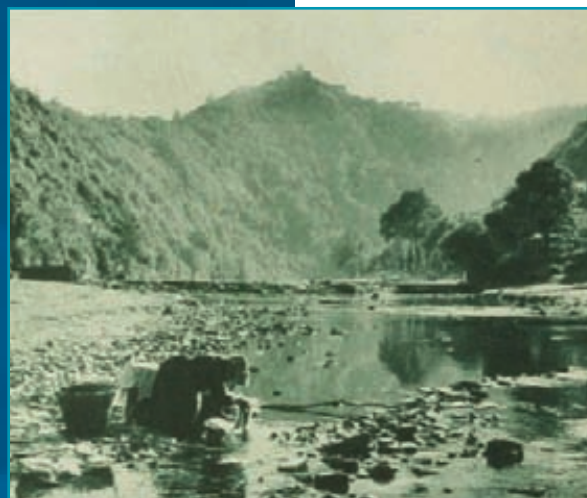
Ce tableau du 19e siècle représente le Rhin à Bâle. Le fleuve s'écoule librement dans sa plaine alluviale intégrant plusieurs bras et structures insulaires. Des bancs de sable apparaissent car le fleuve évolue dans son lit d'été, les zones amphibienues étant alors exondées. La plaine alluviale est recouverte d'une forêt alluviale, correspondant à l'évolution naturelle de la végétation. Au Luxembourg, à la même époque, les forêts alluviales avaient déjà été coupées, les plaines étant alors couvertes de prairies marécageuses, tel qu'attesté par la Carte de Ferraris.



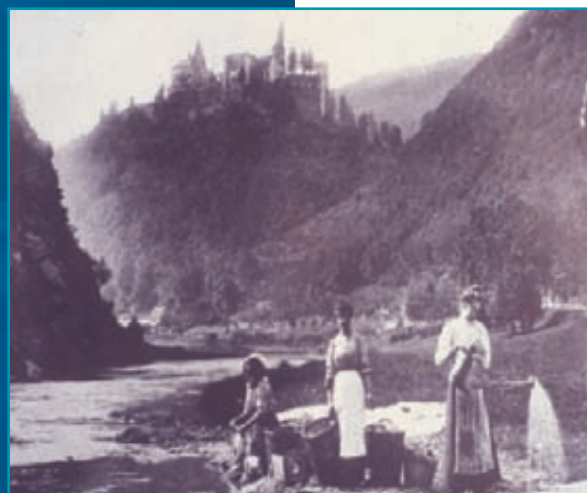
I - Les cours d'eau et les habitats humides d'autrefois



Le lit de l'Alzette au tracé irrégulier près du Moulin Bestgen à Schiffflange (photographie prise vers 1935). Les berges à pente douce permettaient à la rivière de déborder après chaque pluie, donnant un caractère humide à la plaine alluviale. Les prairies marécageuses remplaçaient la forêt alluviale originelle, déjà coupée quelques siècles auparavant.



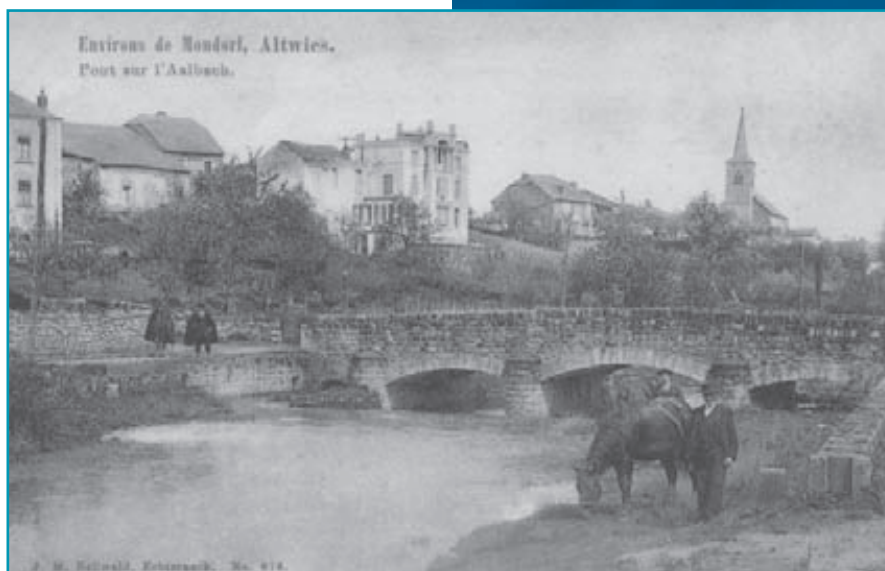
La Sûre aux environs de Bourscheid (à gauche) et l'Our à Vianden (en bas). Pendant la période d'étiage, ces cours d'eau évoluaient dans leur lit d'été, mettant à découvert les zones amphibieuses et permettant ainsi aux lavandières d'accéder facilement au bord de l'eau. A la moindre pluie, ces mêmes zones étaient inondées et, en hiver, les rivières occupaient pour de longs mois toute la largeur de leur lit d'hiver.



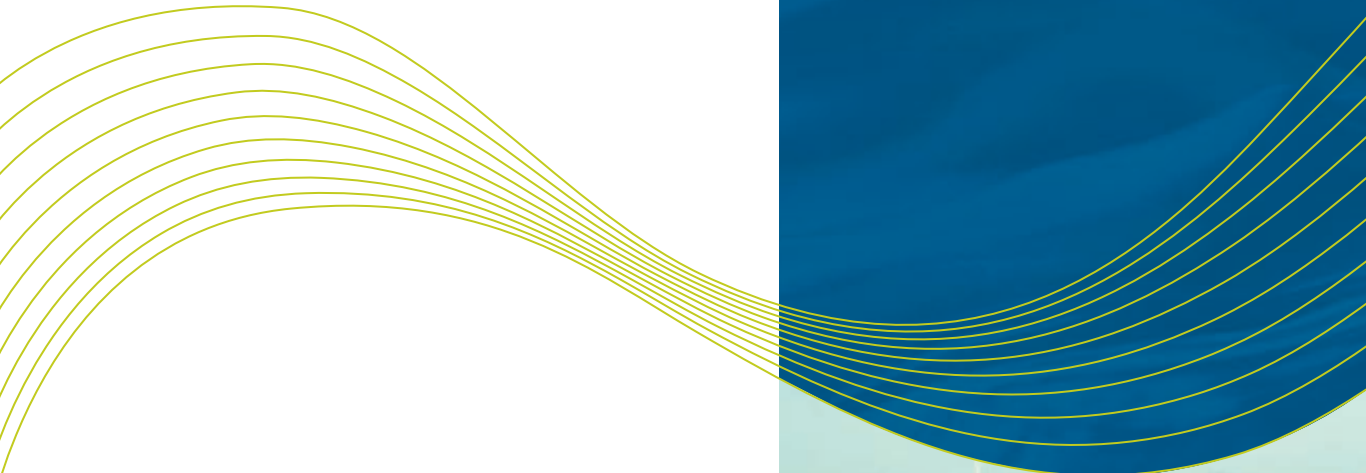
I - Les cours d'eau et les habitats humides d'autrefois



Photographie prise à Mondorf en 1875. La population et le bétail pouvaient traverser aisément l'Aalbach lorsque le ruisseau était dans son lit d'été. En effet, le lit peu profond et large ainsi que les berges à pente douce permettaient la formation d'un gué temporaire.



Photographie prise à Altwies en 1900. L'Aalbach, sorti de son lit d'été, inondait temporairement les zones amphibienes recouvertes de végétation.



II - L'ETAT ACTUEL DES COURS D'EAU



II - L'état actuel des cours d'eau

Le développement industriel et urbanistique ainsi que l'intensification de l'agriculture ont conduit à une dégradation continue de l'état des cours d'eau et des zones humides associées.

Les paysages alluviaux se sont modifiés suite aux interventions humaines telles que l'aménagement hydraulique des cours d'eau (chenalisation), le drainage des prairies humides et des marécages pour agrandir les surfaces exploitables, le remblayage, etc., qui ont entraîné la disparition d'habitats rares pour la faune et la flore.

L'Alzette au Roeserbann : un lit rectiligne et enfoncé aux berges raides dues à l'érosion et dépourvues de ripisylve diversifiée.



L'Alzette entre Schiffange et Noertzange dans la réserve naturelle Dumontshaff. La rivière, très encaissée, n'est pas visible dans le paysage; sa présence se devine seulement aux deux aulnes sur les berges. Le thalweg naturel est mis en évidence par un écoulement superficiel d'une partie du débit après de fortes pluies.



1- La chenalisation des rivières

La chenalisation regroupe toutes les interventions visant, directement ou indirectement, à accélérer l'écoulement par modification du tracé en plan, de la géométrie en travers, de la pente et/ou de la rugosité d'un cours d'eau.

Il existe plusieurs méthodes de chenalisation pouvant être appliquées seules ou combinées, à savoir:

- le recalibrage (Eintiefung),
- le réalignement (Begradigung),
- l'endiguement (Eindämmung),
- la consolidation des berges (Uferbefestigung),
- la mise en canalisation souterraine (Verrohrung),
- l'entretien et le curage (Unterhalt und Aushebung).

1.1. Recalibrage (*Eintiefung*)

Objectif :

- augmentation de la capacité hydraulique par accélération de l'écoulement

Comment :

- modification du profil en travers (le plus souvent section trapézoïdale)
- approfondissement du lit du cours d'eau



Recalibrage d'un ruisseau pour le drainage optimal des terrains agricoles avoisinants. Le cours d'eau n'a plus la possibilité de déborder et de s'étendre ; des zones de transition entre le ruisseau et les cultures agricoles font défaut.

1.2. Réalignement (*Begradigung*)

Objectif :

- augmentation de la capacité hydraulique par la réduction de la longueur développée

Comment :

- modification du profil en long par le recouplement et/ou le remblayage des méandres



Réalignement de l'Alzette au Roeserbann. Le lit est rectiligne et profond avec des berges colonisées par une flore peu diversifiée (orties, etc.).



Réalignement et suppression des méandres de l'Ernz Blanche en aval de Koedange.

1.3. Endiguement (*Eindämmung*)

Objectif :

- protection des terres riveraines du cours d'eau contre les crues
- protection des espaces agricoles ou urbanisés contre les phénomènes d'érosion liés à l'ajustement dynamique du cours d'eau
- augmentation de la capacité hydraulique du lit en période de hautes eaux

Comment :

- surélévation des berges
- bétonnage des berges (mur étanche de protection)

Mur étanche à Echternach indispensable pour la protection des habitations qui engendre une perte de rétention naturelle (à compenser par une renaturation en amont ou en aval).



1.4. Consolidation des berges (*Uferbefestigung*)

Objectif :

- protection contre l'érosion due à l'ajustement dynamique du cours d'eau, qu'elle soit naturelle ou accentuée par la chenalisation

Comment :

- consolidation aux endroits où les phénomènes d'érosion sont importants, c'est-à-dire dans les concavités des sinuosités
- utilisation de techniques de consolidation « douces » (techniques végétales) ou « dures » (enrochement, bétonnage)



Consolidation des berges par enrochement ; l'aménagement cherche à imiter le comportement naturel d'un cours d'eau avec ses îlots, bras, etc., sans cependant prendre en compte sa capacité dynamique d'auto-aménagement.



Pose de gabions (maintenus dans un filet métallique) pour consolider une berge. La rivière arrive néanmoins à déplacer en partie les roches, provoquant un affaissement de la structure.

1.5. Mise en canalisation souterraine (*Verrohrung*)

Objectif :

- facilitation de l'expansion urbanistique ou de la construction des réseaux des voies de communication

Comment :

- enfouissement du cours d'eau

A Differdange, la Chiers a été mise en canalisation souterraine. La section et la pente du cours d'eau provoquent alors un écoulement rapide des eaux de pluie de sorte que les possibilités de rétention des crues dans le temps et l'espace disparaissent.



1.6. Entretien et curage (*Unterhalt und Aushebung*)

Objectif :

- maintien du cours d'eau dans un état chenalisé

Comment :

- enlèvement des obstructions freinant l'écoulement et fauchage de la végétation
- extraction totale des sédiments déposés au fond du lit afin d'éviter un rehaussement du fond



Travaux de curage avec les moyens d'antan et ceux d'aujourd'hui.

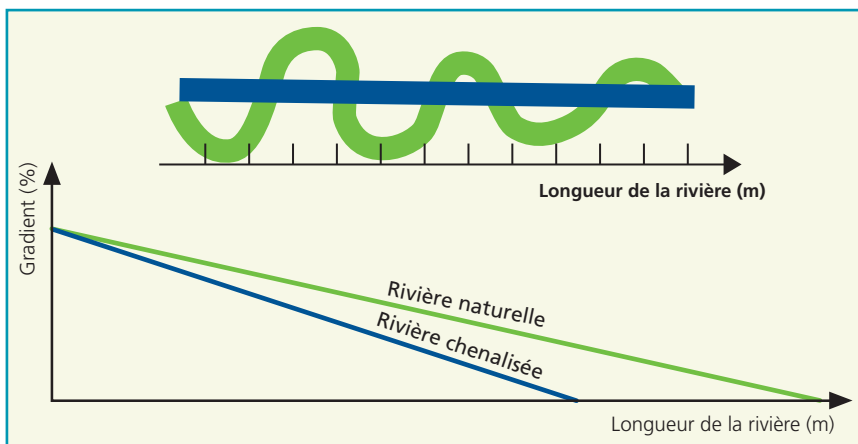
Les travaux d'entretien et de curage menés avec précaution et de manière limitée peuvent parfois être nécessaires en cas d'engorgement ou d'envasement excessifs du lit. Cependant, lorsqu'ils sont menés sur une grande échelle, ils entraînent un bouleversement majeur du cours d'eau par la destruction du lit, des substrats et de la flore et la faune, par la modification des flux et par la suppression de la couche de sédiments.

2 - Impacts hydrauliques de la chenalisation

La réduction des cours d'eau à de simples chenaux d'écoulement change leur régime hydraulique (augmentation de la pente, de la vitesse et du débit d'écoulement), leur fait perdre leur fonction régulatrice des crues et accroît l'érosion avec tous les effets négatifs qui en découlent.

2.1. Augmentation de la vitesse d'écoulement

Par la disparition des méandres et/ou le reprofilage intégral du tracé, la chenalisation réduit la longueur développée du cours d'eau ce qui augmente la pente.



Effets de la chenalisation sur la pente du cours d'eau
(augmentation de la pente par le raccourcissement du cours d'eau).

A débit égal, l'augmentation de la pente induit à son tour une accélération de la vitesse d'écoulement avec une perte en dissipation de l'énergie hydraulique. Cette énergie provoque alors une érosion accrue du chenal.

Par ailleurs, l'enlèvement de la végétation aquatique et des alluvions dans le cadre des aménagements de chenalisation diminue la rugosité du lit ce qui renforce encore l'augmentation de la vitesse d'écoulement avec tous ses effets négatifs.

2.2. Réduction du potentiel naturel de rétention

En zone urbanisée, il a souvent été décidé d'augmenter la capacité hydraulique des cours d'eau et d'endiguer leurs berges pour éviter tout débordement. Les cours d'eau urbains sont même parfois confinés dans un lit en béton ou dans un conduit.



Boudlerbach à Biwer : chenal de drainage en milieu urbain.

En milieu rural, les cours d'eau ont souvent été chenalisés pour accroître le drainage des surfaces agricoles. En outre, dans le cadre de la lutte contre les inondations, la chenalisation a en général été préférée à la réouverture de zones inondables, déplaçant ainsi le problème des inondations vers l'aval.

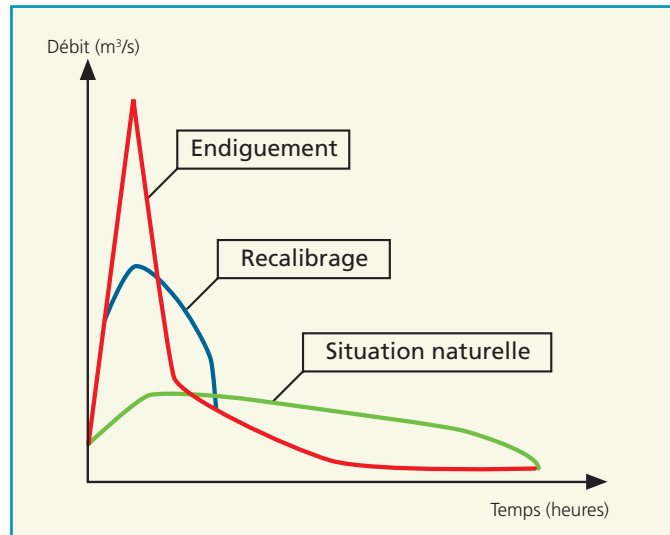


Hesperange : chenalisation en milieu rural visant à limiter les inondations. La structure paysagère n'est plus perceptible et la végétation de la plaine alluviale se limite à des prairies.

Le volume d'eau conduit par une rivière endiguée ou recalibrée s'écoule rapidement avec un débit élevé mettant en défaut les zones en aval alors qu'à l'état naturel, ce même volume s'écoule plus lentement avec un débit moindre du fait des possibilités de débordement de la rivière et de la disponibilité de surfaces de rétention d'eau.

Ainsi, la chenalisation aggrave le risque d'inondation vers l'aval en raison de la perte de surface de rétention d'eau et de l'augmentation rapide des débits en période des hautes eaux.

II - L'état actuel des cours d'eau



Effets négatifs de la chenalisation sur l'hydrogramme de crue. Par l'endiguement et le recalibrage, on provoque une augmentation importante et rapide du débit. Par contre, le débit d'un cours d'eau à l'état naturel augmente plus faiblement et reste constant plus longtemps.

2.3. Accentuation de l'érosion dans le chenal

La hausse de l'énergie disponible suite à la chenalisation augmente la force érosive dans la partie chenalisée et détruit l'équilibre dynamique entre érosion et sédimentation de la rivière. Ceci génère une instabilité croissante du chenal avec une dégradation du lit et des berges et un dépôt de la surcharge sédimentaire au niveau des moulins ou des réservoirs.

La chenalisation entraîne donc une érosion accrue du fond du lit se traduisant par son enfoncement qui risque surtout de déstabiliser les berges.



La chenalisation provoque l'enfoncement du lit par érosion et déstabilise les berges qui s'effondrent (Alzette au Roeserbann).

Le phénomène d'érosion dans le tronçon chenalisé peut être maîtrisé de manière artificielle en posant des protections dans le fond du lit et sur les berges.

Si les protections sont uniquement posées sur les berges, on assiste cependant à un enfoncement accru du cours d'eau par érosion. Par la suite, le niveau de la nappe phréatique, dépendant du niveau du cours d'eau, s'abaisse et les milieux aquatiques se détériorent.

3 - Impacts écologiques de la chenalisation

Par les divers travaux de chenalisation, l'homme modifie l'équilibre naturel de la rivière. En effet, l'augmentation recherchée de la capacité hydraulique au niveau des tronçons chenalisés rompt la dynamique naturelle de la rivière et a des conséquences dramatiques sur l'écologie de la rivière.

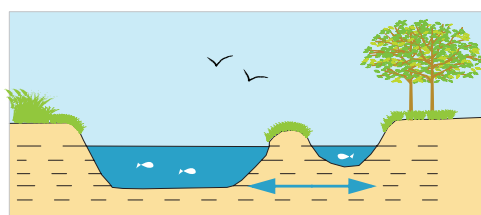
3.1. Disparition des zones alluviales et des zones inondables

Suite aux interventions humaines pendant les trente dernières années, les zones alluviales et les zones humides ont considérablement régressé en Europe.

Les zones humides dépendent fortement des caractéristiques naturelles des rivières. Or, la chenalisation isole les cours d'eau de leur environnement de sorte qu'ils se dégradent et ne peuvent plus assumer leur rôle vital dans la pérennité des habitats humides.

Exemples des effets négatifs de la chenalisation sur une rivière. L'écosystème est profondément perturbé et les milieux naturels disparaissent. La biodiversité des habitats humides est réduite à des espèces banales.

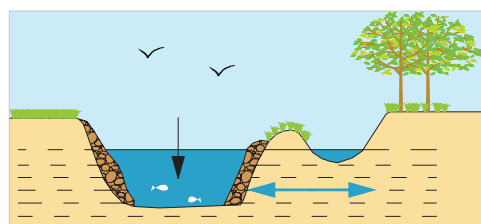
Cours d'eau naturel



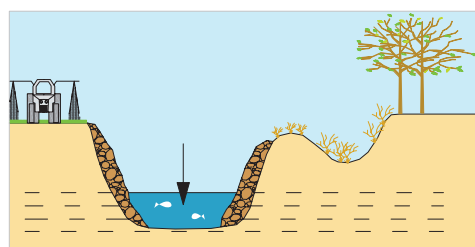
- Milieux naturels diversifiés
- Echanges des eaux souterraines
- Erosion naturelle: le lit de la rivière peut se recharger en matériaux



Cours d'eau chenalisé



- Enrochement des berges
- Enfoncement du lit
- Accélération du courant



- Abaissement de la nappe
- Assèchement des frayères
- Mort de la forêt alluviale
- Développement d'une végétation banale
- Activités polluantes ou vulnérables aux crues



II - L'état actuel des cours d'eau

La nappe et les zones humides adjacentes s'assèchent suite à l'enfoncement du lit, induit par la chenalisation, ce qui abaisse le niveau d'eau et coupe alors le cours d'eau principal des bras secondaires.

En empêchant les débordements dans le lit d'hiver, la chenalisation réduit la recharge des nappes phréatiques de la plaine alluviale. En conséquence, la plaine alluviale s'assèche plus vite et elle n'arrive plus à assurer son rôle d'alimentation des débits d'étiage vers l'aval. Les frayères disparaissent, les boisements alluviaux dépérissent et une végétation banale envahit le milieu.

3.2. Perte de la biodiversité

Suite à la chenalisation, la morphologie des cours d'eau subit une perte nette dans sa diversité naturelle, entraînant du même coup une perte d'habitats et d'espèces :

- disparition physique de certaines espèces animales ou végétales lors des travaux de chenalisation (notamment curages répétés),
- perte d'habitat aquatique due à la réduction de la longueur développée du cours d'eau,
- disparition des habitats pour la flore et la faune lors des enrochements,
- disparition d'espèces aquatiques suite à la banalisation d'un habitat originellement hétérogène et diversifié (modification du substrat, disparition des séquences mouilles/radiers, des zones de refuge et des frayères, etc.),
- disparition des biotopes amphibiens, espaces vitaux à de nombreuses espèces spécifiques de la flore et de la faune.

3.3. Perturbation du réseau trophique

Le réseau trophique des écosystèmes d'eau courante repose pour une large part sur les apports en matière organique. La chenalisation perturbe cet équilibre et affecte la biodiversité et la productivité du milieu pour les raisons suivantes :

- l'élimination partielle ou totale de la végétation aquatique ou de la ripisylve limite les apports exogènes (feuilles, débris végétaux, etc.) qui représentent une source essentielle de nourriture pour les organismes aquatiques,
- la rétention et l'accumulation de débris végétaux dépendent de la structure physique du cours d'eau ; pierres et blocs, branchages, zones mortes, etc., constituent des structures de piégeage des débris. L'homogénéisation de l'habitat aquatique réduit ces structures de rétention dans le lit.

3.4. Perte de la faculté d'autoépuration et diminution de la qualité de l'eau

L'oxygène est à la base de tout processus d'épuration des eaux par les micro-organismes. Or, on observe d'une manière générale une baisse de la concentration en oxygène dissous dans un cours d'eau chenalisé ce qui limite sa faculté d'autoépuration.

La baisse de la concentration en oxygène dissous est due à :

- la réduction considérable de la surface de contact entre l'eau et l'air suite aux interventions de chenalisation,
- l'homogénéisation de la pente du cours d'eau qui répartit les pertes d'énergie linéairement,
- l'uniformisation de la vitesse d'écoulement et la disparition des turbulences hydrauliques qui favorisaient l'oxygénation de l'eau,
- la disparition de la ripisylve, ce qui entraîne un accroissement des radiations solaires au niveau de la surface de l'eau, facteur augmentant la température de l'eau et réduisant la quantité d'oxygène dissous disponible. En période de basses eaux et de fort ensoleillement, il se produit alors une eutrophisation du cours d'eau : l'eau est surchargée en éléments nutritifs et en matières organiques, ce qui conduit à un appauvrissement en oxygène et, entre autres, à une prolifération d'algues.

L'eutrophisation est caractérisée par une production importante d'algues à partir de l'énergie du rayonnement solaire, de la consommation de l'oxygène dissous, de l'azote et, dans une moindre mesure, du phosphore contenu dans les engrais agricoles. Elle entraîne la mort des organismes aquatiques du cours d'eau par asphyxie.



Par ailleurs, la disparition de la forêt alluviale, et plus généralement de la ripisylve, qui joue un rôle de filtre entre le milieu terrestre et les cours d'eau, a supprimé un moyen naturel d'épuration des eaux, notamment vis-à-vis des nitrates. Une épaisseur de 30 mètres de forêt alluviale, par exemple, suffirait à empêcher la quasi-totalité des nitrates d'atteindre les eaux.

III - LES OBJECTIFS DE
LA RESTAURATION DES HABITATS
HUMIDES - RENATURATION
DES COURS D'EAU



III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

Etant donné le nombre croissant de pressions exercées sur nos ressources en eau, il est vital que des instruments législatifs efficaces soient mis en place pour gérer ces problèmes et protéger ces ressources au bénéfice des générations futures.

La Directive-cadre sur l'eau (DCE) étend la portée de la protection de l'eau à toutes les eaux.

Principaux éléments de la législation européenne					
La protection de toutes les eaux – rivières, lacs, eaux côtières et souterraines.	La mise en place d'objectifs ambitieux pour que toutes les eaux affichent un "bon état" d'ici 2015.	L'exigence d'une coopération transfrontalière entre les pays et toutes les parties concernées.	La garantie d'une participation active de tous les intervenants, dont les ONG et les communautés locales, dans les activités de la gestion de l'eau.	L'exigence de politiques de tarification de l'eau et le respect du principe "pollueur-payeur".	L'équilibre des intérêts de l'environnement et de ceux qui en dépendent.

Afin de mettre cette législation au point, il a fallu rassembler des centaines d'experts, qu'ils soient issus de l'industrie, de l'agriculture, d'organismes environnementaux et de consommateurs ou qu'il s'agisse d'autorités locales et nationales. Cette coopération est primordiale étant donné que l'eau est à la base de toute une série d'activités (agriculture, pêche, production d'énergie, industrie, transport et tourisme).



III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

Transposition des directives européennes dans la législation luxembourgeoise

Directive européenne	Instrument législatif luxembourgeois
Directive 76/160/CEE sur les eaux de baignade	Règlement grand-ducal modifié du 17 mai 1979 concernant la qualité des eaux de baignade
Directive 79/409/CEE sur les oiseaux sauvages	Loi modifiée du 19 janvier 2004 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles
Directive 80/778/CEE sur les eaux potables, telle que modifiée par la directive 98/83/CE	Règlement grand-ducal modifié du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine
Directive 96/82/CE sur les risques d'accidents majeurs ("SEVESO")	Règlement grand-ducal du 23 décembre 2005 modifiant le règlement grand-ducal du 17 juillet 2000 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses
Directive 85/337/CEE relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement	Règlement grand-ducal modifié du 7 mars 2003 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement
Directive 86/278/CEE sur les boues d'épuration	Règlement grand-ducal modifié du 14 avril 1990 relatif aux boues d'épuration
Directive 91/271/CEE sur le traitement des eaux urbaines résiduaires	Règlement grand-ducal du 13 mai 1994 relatif au traitement des eaux urbaines résiduaires
Directive 91/676/CEE sur la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles	Règlement grand-ducal du 24 novembre 2000 concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture
Directive 91/414/CEE sur les produits phytopharmaceutiques	Règlement grand-ducal modifié du 14 décembre 1994 concernant la mise sur le marché et l'utilisation des produits phytopharmaceutiques
Directive 92/43/CEE "habitats"	Loi modifiée du 19 janvier 2004 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles
Directive 96/61/CE sur la prévention et la réduction intégrées de la pollution (IPPC)	Loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés

III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

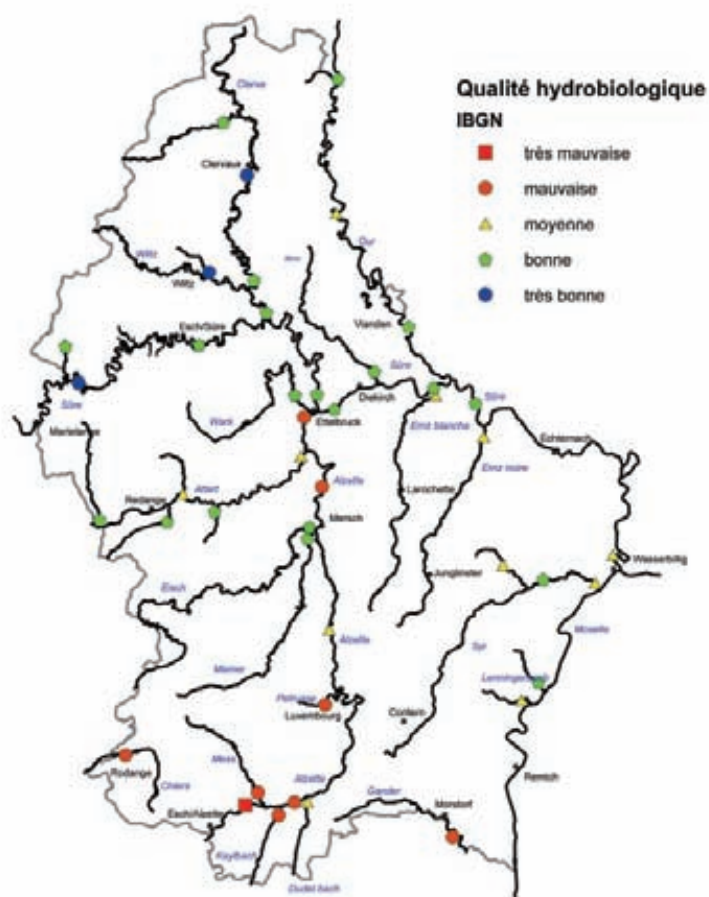
Les programmes de surveillance sont établis dans l'objectif de contrôler de façon systématique l'évolution de l'état des eaux de surface, des eaux souterraines et des zones protégées. Ces opérations de surveillance permettent la comparaison de l'état des eaux relevé sur le terrain avec des conditions de référence spécifiques prédéfinies.

Paramètres du contrôle de surveillance:

Eaux de surface	Eaux souterraines
• qualité biologique • qualité hydromorphologique • qualité chimique	• paramètres quantitatifs (niveau piézométrique) • qualité chimique

Les résultats de l'évaluation de l'état des eaux seront rendus publics sous forme de tableaux ou de cartes, le très bon état étant représenté par la couleur bleue, et le mauvais état par la couleur rouge.

Qualité hydrobiologique des cours d'eau du Grand-Duché de Luxembourg en 2005



Indice de pollution organique des cours d'eau du Grand-Duché de Luxembourg en 2006

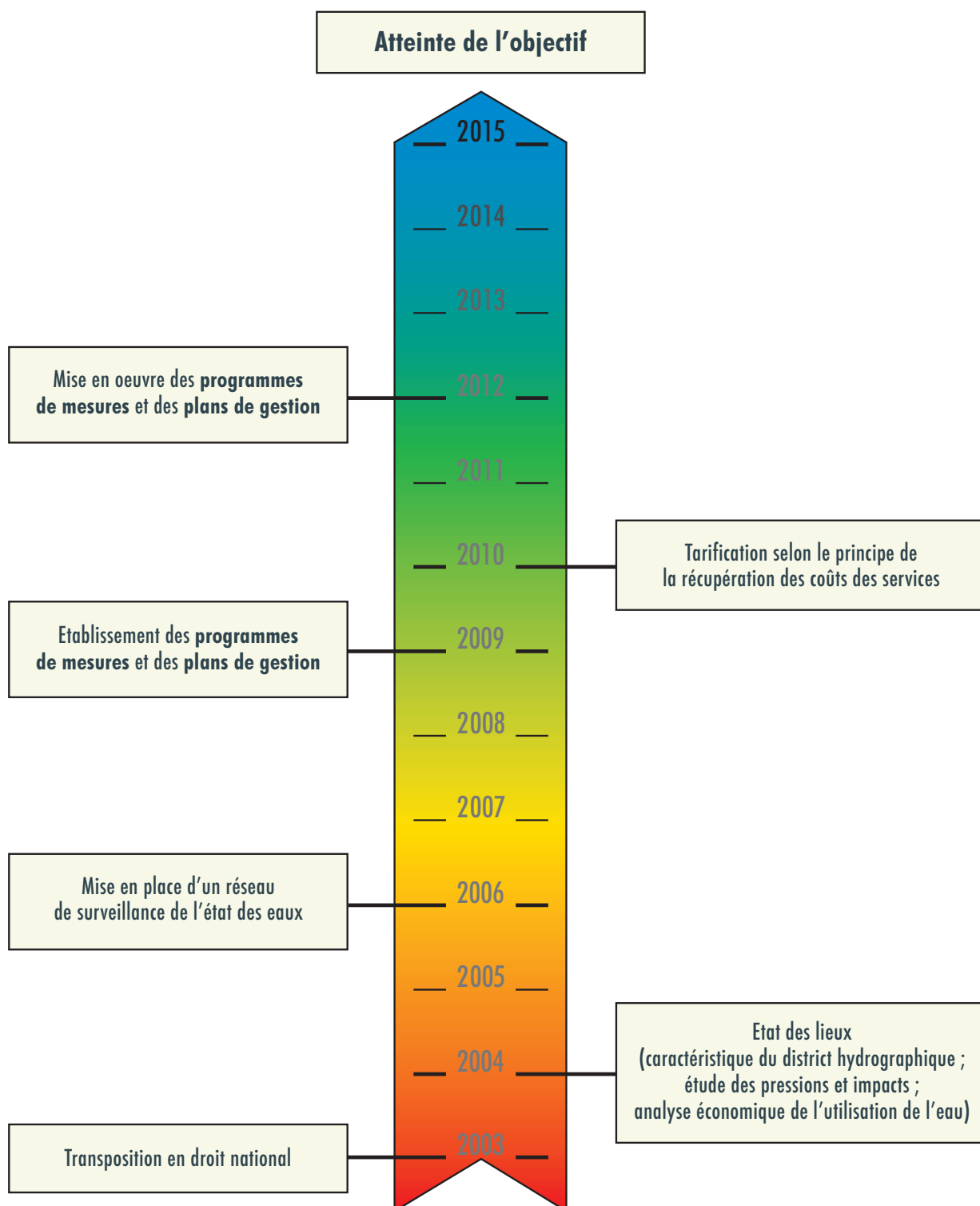


Administration de la Gestion de l'Eau



III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

La Directive-cadre sur l'eau fixe des objectifs clairs stipulant que toutes les eaux doivent afficher un "bon état" d'ici 2015.



Echéancier de la "Directive-cadre"

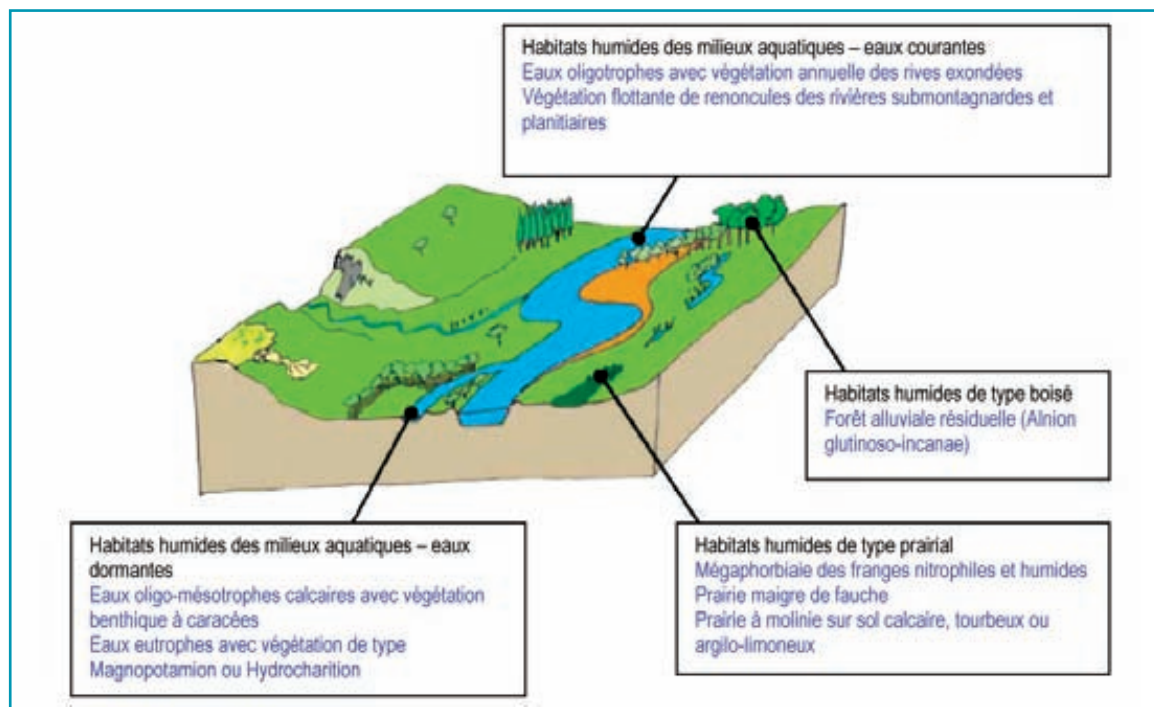
III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

Les objectifs luxembourgeois pour la préservation et la restauration de la diversité biologique et paysagère concernent tout particulièrement les habitats humides. Ces habitats sensibles, hébergeant de nombreuses espèces rares, bénéficient des mesures de protection et de conservation mises en place au niveau international, communautaire et national.

Le Luxembourg a pour obligation de protéger sur son territoire les habitats humides d'intérêt communautaire. Des zones spéciales de conservation sont alors désignées. L'ensemble des zones spéciales de conservation (directive Habitats) désignées par les Etats membres complétées par les zones de protection spéciale (directive Oiseaux) constituent le réseau européen des zones protégées, appelé réseau NATURA 2000.

Convention de Ramsar	Directive européenne Habitats (92/43/CEE)	Directive européenne Oiseaux (79/409/CEE)	Législation luxembourgeoise
Conservation des zones humides sur le territoire avec mise en place, si possible, d'une gestion durable	Conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages d'importance communautaire	Protection à long terme et gestion de toutes les espèces d'oiseaux vivant à l'état sauvage sur le territoire communautaire	Renforcement des mesures de gestion appliquées dans les zones désignées par les directives Habitats et Oiseaux
Zone humide d'importance internationale	Zone spéciale de conservation	Zone de protection spéciale	Zone protégée d'intérêt national « réserve naturelle » ou « paysage protégé »
	Réseau européen de zones protégées NATURA 2000		
Réseau national BIODIVERSITE (interconnexion des zones grâce aux couloirs écologiques)			

III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau



Exemples d'habitats humides désignés par l'Annexe I de la directive Habitats et présents sur le territoire luxembourgeois. Les zones humides actuellement protégées constituent les derniers vestiges d'un ensemble de milieux humides ayant existé dans les paysages alluviaux d'antan.



Plaine alluviale encore relativement intacte de l'Ernz Blanche dans la réserve naturelle « Koedinger Brill », comportant de nombreuses roselières, prairies marécageuses et vestiges de la forêt alluviale.

Ces directives européennes sont transposées dans la législation luxembourgeoise par l'Administration de la Gestion de l'Eau (Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire) et par l'Administration des Eaux et Forêts (Ministère de l'Environnement).

1 - Objectifs écologiques

Les habitats humides ne constituent pas un habitat unique mais une mosaïque de milieux avec des espèces végétales et animales supportant et recherchant les conditions stationnelles bien spécifiques de chacun de ces milieux.

La restauration des habitats humides vise à retrouver cette mosaïque avec la flore et la faune associées. On retrouvera ainsi différentes hauteurs d'eau pour le cours d'eau, des zones amphibienues faiblement ou fortement perturbées par le courant et des zones humides. Chaque structure physique présentera une biodiversité caractéristique.

1.1. Les structures physiques

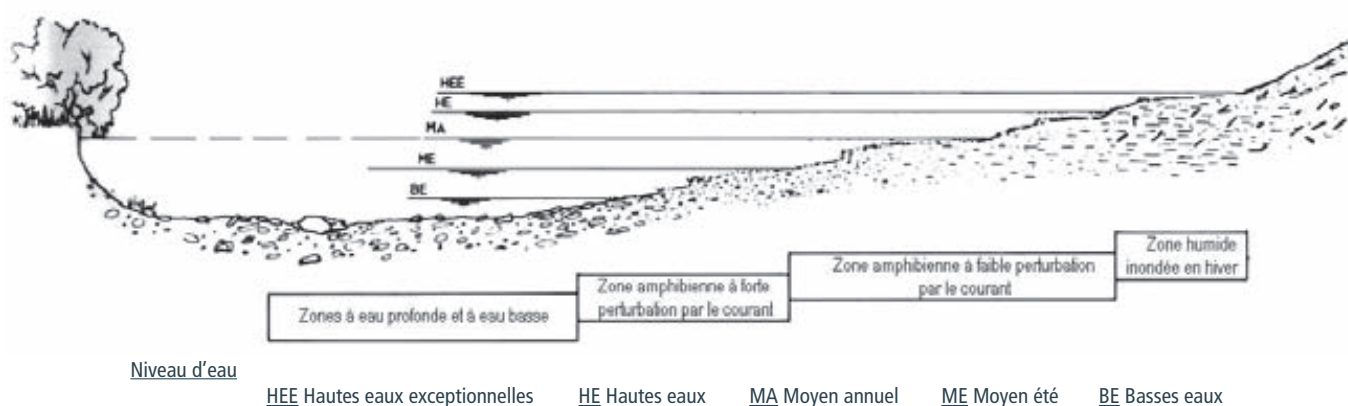
La plaine alluviale est définie comme l'étendue maximale susceptible d'être inondée par un cours d'eau, c'est-à-dire l'étendue occupée lors des crues exceptionnelles arrivant par exemple une fois tous les cent ans.

Le cours d'eau constitue le coeur de la plaine alluviale.

A l'état naturel, il présente un tracé sinueux, des profondeurs d'eau et des vitesses de courant variables (alternance de zones rapides et calmes) ainsi que des conditions variées au niveau de la température, de l'oxygénation du milieu, du substrat, de la granulométrie, etc.

Il s'étend en largeur en fonction des différents débits et forme ainsi plusieurs lits :

- un lit mineur ou lit d'été correspondant au débit d'étiage et restant toujours occupé par l'eau,
- un lit moyen se couvrant d'eau lors de petites crues pendant la période de végétation,
- un lit majeur ou lit d'hiver correspondant à la zone inondée par les grandes crues d'hiver.



III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

Les zones amphibiennes dépassent à peine le niveau d'eau du lit d'été dont la profondeur reste souvent inférieure à quelques dizaines de centimètres. Elles ont, même à l'état exondé, un caractère humide à marécageux et apparaissent, en période de sécheresse, sous forme d'îlots, de bancs de limon, de sable ou de gravier, de bermes latérales ou de parties de berge à pente douce. Peu à fortement perturbées par le courant, les zones amphibiennes caractérisent le lit moyen du cours d'eau.



L'Alzette à Walferdange : en période d'étiage, certaines zones amphibiennes sont temporairement exondées, mais conservent un caractère humide ou marécageux.



La végétation différente, qui est fonction de la fréquence d'inondation et de l'influence du courant, permet de distinguer le lit mineur, toujours en eau, du lit moyen, inondé lors des pluies d'été (ruisseau dans les Vosges du Nord).

Les inondations hivernales dessinent le lit majeur. Au cours de l'hiver, le cours d'eau occupera toute la surface de son lit d'hiver, inondant périodiquement des zones qui présentent alors un caractère humide temporaire.

1.2. Biologie des structures physiques

La dynamique de la végétation des habitats humides est influencée par l'alternance et l'intensité des crues (force du courant, remaniement des sédiments, etc.).

Les périodes de stabilité entre les crues permettent à la végétation de s'installer. Il s'agira tout d'abord des herbacées pionnières des alluvions. Si les sédiments restent fixés pendant un certain temps, les premiers ligneux (saules) peuvent apparaître. Si la période de stabilité se prolonge suffisamment (sur plusieurs années ou décades), la végétation continue à évoluer par stades successifs et typiques (aulnes, frênes). La succession végétale se présente donc fréquemment de la manière suivante :

Dépôts de sédiments → herbacées pionnières → saulaie → aulnaie → frênaie

Lorsque les crues deviennent très rares, les successions végétales évoluent vers un climax (stade final) forestier dépourvu de tout caractère alluvial (chênaie, par exemple).

Les crues sont donc des phénomènes non seulement tolérés par les groupements végétaux des milieux humides, mais ces derniers en sont totalement dépendants dans la mesure où ce sont les inondations qui empêchent l'installation permanente d'espèces mésophiles et xérophiles qui se développent en période d'étiage ou de stabilité.

L'Alzette renaturée à Hesperange en été : dans le cours d'eau même se développe une végétation caractéristique ; les zones amphibienues exondées sont couvertes de graviers déposés par la sédimentation naturelle et une végétation annuelle composée de laïches s'y développe spontanément.



La faune des habitats humides (insectes, amphibiens, poissons, oiseaux ou mammifères) est riche et variée, mais très dépendante de la diversité et de la complémentarité des habitats. En effet, selon leur stade de développement, leur activité (recherche de nourriture, repos) ou leur lieu de reproduction, les animaux rechercheront des milieux bien particuliers. Privée de la complémentarité des habitats pour sa reproduction, son alimentation et ses autres besoins, la faune des milieux humides ne peut survivre.

Les larves carnivores des libellules se développent dans le milieu aquatique tandis que les adultes, aériens, vivent à proximité du cours d'eau où ils trouvent nourriture.



III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

Les oiseaux, qu'ils soient nicheurs ou migrateurs, sont des hôtes privilégiés des zones humides au Luxembourg.



Le martin-pêcheur (Eisvogel, *Alcedo atthis*), espèce de l'Annexe I de la directive Oiseaux et intégralement protégée au Luxembourg, se nourrit principalement de petits poissons qu'il pêche dans les zones profondes. Il a également besoin d'affûts pour chasser (ripisylve) et de berges lui permettant de creuser un terrier pour y faire son nid.

En ce qui concerne la flore et la faune des habitats humides, on peut distinguer les zones caractéristiques suivantes :

- les zones à eaux profondes et à eaux basses du cours d'eau,
- les zones amphibienues à forte perturbation par le courant, longeant le cours d'eau,
- les zones amphibienues à faible perturbation par le courant,
- les zones à affleurement de la nappe phréatique.

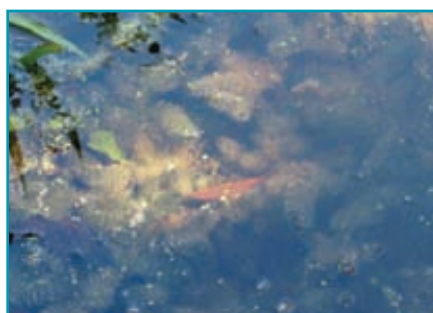
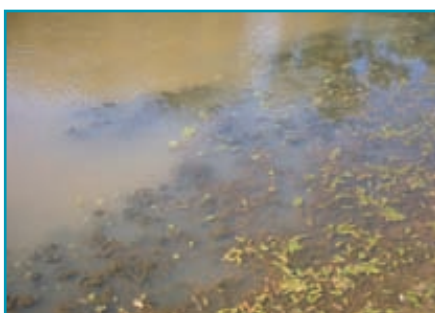
Il convient toutefois de noter que la végétation et la faune des habitats humides sont également dépendantes de l'exploitation ou non par l'homme de la plaine alluviale et ceci notamment au niveau des zones amphibienues à faible perturbation par le courant.

1.2.1. Le cours d'eau : zones à eaux profondes et à eaux basses

Tant au niveau longitudinal que latéral, le cours d'eau présente à l'état naturel des variations de hauteur d'eau. Cette hétérogénéité est associée aussi bien au méandrage de la rivière (alternance de moulins et radiers) qu'à la dynamique naturelle des crues.

La végétation

La hauteur d'eau est un facteur déterminant pour la végétation aquatique qui, selon les espèces, supporte plus ou moins l'immersion.



Ainsi, le potamogeton nouveau (Flutendes Laichkraut, *Potamogeton nodosus* ; à gauche) n'a que quelques feuilles flottantes tandis que le cornifle immergé (Rauhes Hornblatt, *Ceratophyllum demersum* ; à droite) supporte l'immersion et est à peine visible à la surface de l'eau. Ces deux espèces sont intégralement protégées au Luxembourg.

La végétation aquatique, surtout immergée, sert de nourriture aux petits animaux et à de nombreux poissons. Elle favorise par ailleurs la reproduction et le développement des insectes ou poissons en servant de support aux oeufs, de garde-manger, d'abri pour les plus petits, etc.

La faune

La diversité de la faune aquatique dépend de la qualité de l'eau, mais également de la diversité des habitats qui se décline en fonction de la profondeur, de la vitesse du courant, du substrat, etc.

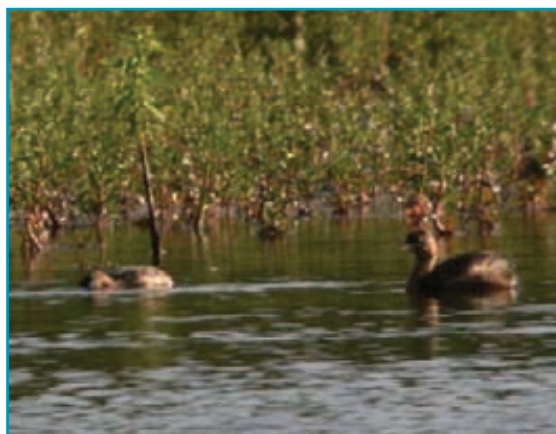


Les invertébrés affectionnent les radiers, zones peu profondes où le courant plus fort permet une bonne oxygénation du milieu. Les larves de trichoptères (Köcherfliegen, Trichoptera) dépendent fortement du substrat alors qu'elles confectionnent un fourreau à partir de sable, graviers ou brindilles trouvés sur le fond de la rivière.



Les larves de la petite lamproie (Bachneunauge, *Lampetra planeri*), espèce protégée par l'Annexe II de la directive Habitats, colonisent les bancs de sable peu profonds. Elles y passent les 3 à 6 premières années de leur vie jusqu'à la maturité sexuelle. Pour leur reproduction, elles gagnent les petits bras secondaires ou les affluents à fond graveleux.

Les oiseaux sont les prédateurs privilégiés de la petite faune aquatique.



Le grèbe castagneux (Zwergtaucher, *Tachybaptus ruficollis*) apprécie les eaux profondes où il trouve sa nourriture en nageant ou en plongeant.

III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau



La cigogne noire (Schwarzstorch, *Ciconia nigra* ; à gauche) et le héron cendré (Graureiher, *Ardea cinerea* ; à droite) préfèrent les zones à eau basse : ils chassent le long des cours d'eau et n'y pénètrent que brièvement pour pêcher.

Les embâcles

Les embâcles naturels sont formés par une accumulation hétérogène de bois mort (souches, branchages, troncs) à l'intérieur du lit du cours d'eau, souvent retenue par un arbre tombé en travers du lit.

En diversifiant le milieu (variations locales de la vitesse d'écoulement, du sens de l'écoulement, des hauteurs d'eau, de la composition granulométrique), les embâcles offrent un habitat dynamique à la faune aquatique qui y trouve zones de repos et de refuge, sites de reproduction et nourriture. Ils favorisent également l'implantation d'une végétation semi-aquatique.

Par ailleurs, les embâcles freinent localement le courant, évitant ainsi un écoulement trop rapide des hautes eaux lors des crues et limitant l'érosion du lit et des berges. Ils contribuent également au maintien des niveaux d'eau dans les zones humides adjacentes.

Les embâcles doivent néanmoins faire l'objet d'une gestion raisonnée alors qu'ils peuvent dans certains cas être une source de perturbation du milieu. Leur enlèvement partiel, voire total, peut ainsi s'avérer nécessaire pour les raisons suivantes :

- risque accru d'inondation en amont suite au ralentissement excessif de l'écoulement ou suite à une réduction trop importante de la section d'écoulement,
- menace pour le bon fonctionnement des ouvrages hydrauliques à proximité,
- déstabilisation des berges en raison d'une érosion excessive suite à la déviation du courant. A noter toutefois qu'en fonction de leur position par rapport aux berges, les embâcles peuvent au contraire contribuer à la stabilité des berges en dissipant l'énergie du cours d'eau.

Les embâcles qui ne représentent pas une gêne au niveau hydraulique sont donc à conserver pour leur contribution à la biodiversité. Dans certains cas particuliers, leur réintroduction volontaire dans le cours d'eau peut même être envisagée.

Embâcle sous forme d'une barrière de souches. Le saule basculé en arrière-plan permet d'ancrer les souches et de les retenir en cas de courant fort.



1.2.2. Le long du cours d'eau : zones amphibienues à forte perturbation par le courant

En bordure du lit d'été occupé en permanence par l'eau s'étendent les rives exondées uniquement en période de sécheresse estivale. Il s'agit de zones amphibienues qui sont submergées pendant la plus grande partie de l'année et qui ne sont que brièvement exondées en période de sécheresse en été.

Le cycle de vie de la végétation saisonnière sur les bancs de gravier est tributaire du régime hydrique du cours d'eau : elle n'est visible qu'en période d'étiage (Alzette à Berchem dans le Roeserbann).



La végétation

Dans la mesure où ces zones amphibienues peuvent être fortement perturbées par la fréquence des inondations, la force du courant ou le dépôt de sédiments, aucune végétation permanente ne peut s'y installer. Certaines zones demeureront sans végétation tandis que d'autres se couvriront d'une végétation annuelle sachant profiter des courtes périodes d'exondation.

III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

Cette végétation pionnière à croissance rapide est profondément enracinée et dispose d'un fort pouvoir de propagation des graines. Elle est donc capable de se régénérer rapidement et de coloniser les milieux neufs.



Dépôt important d'alluvions sur la berge gauche. Les alluvions recouvrent la végétation existante et réamorcent ainsi un nouveau cycle de développement.

Certaines zones sont couvertes de vases périodiquement exondées. S'y développent notamment des formations spécifiques de la flore des vases périodiquement exondées (*Bidentetalia*, *sommerannuelle nitrophile Ufer- und Schlammfluren*) regroupant de nombreuses espèces rares. A ce titre, cet habitat est inscrit à l'Annexe 1 de la directive Habitats.



Vases périodiquement exondées près de l'Alzette à Walferdange en période d'été.

La faune

La courte période d'exondation met à jour les vases qui regorgent d'une nourriture très appréciée des oiseaux.

Le chevalier guignette (Flussuferläufer, *Actitis hypoleucos*) fréquente les berges d'étangs et des cours d'eau. Il trotte à la limite de l'eau pour trouver les invertébrés, insectes ou autres mollusques.



L'Alzette à Walferdange : le petit gravelot (Flussregenpfeiffer, *Charadrius dubius*) apprécie tout particulièrement les vases exondées pour la recherche de sa nourriture (insectes, araignées ou invertébrés aquatiques).



1.2.3. Les zones amphibiennes à faible perturbation par le courant

Lorsque les zones amphibiennes ne subissent que faiblement l'influence du courant lors des crues d'été, une végétation permanente typique des milieux humides peut s'installer. Elle se présente sous une forme différente en fonction de l'exploitation des milieux :

- dans le paysage naturel, non exploité, la forêt alluviale recouvre les zones inondées en permanence en hiver et en alternance pendant la période de végétation,
- dans le paysage traditionnel, l'exploitation agricole extensive compose avec la dynamique naturelle de la rivière et permet le développement d'une riche flore et faune des milieux humides ouverts,
- dans le paysage moderne, l'exploitation agricole intensive, de concert avec la chenalisation des rivières, a abouti à uniformiser tant la flore et la faune que le paysage des milieux humides.



Le long du Donvenerbaach, les effets cumulés de la chenalisation (lit profond, berges hautes) et de l'exploitation intensive de la plaine alluviale (drainage, pâturage intensif, fertilisation, etc.) ont conduit à la disparition des zones amphibiennes. Le cours d'eau n'inonde plus les terres longeant le lit d'été et les méthodes d'exploitation uniformisent la végétation.

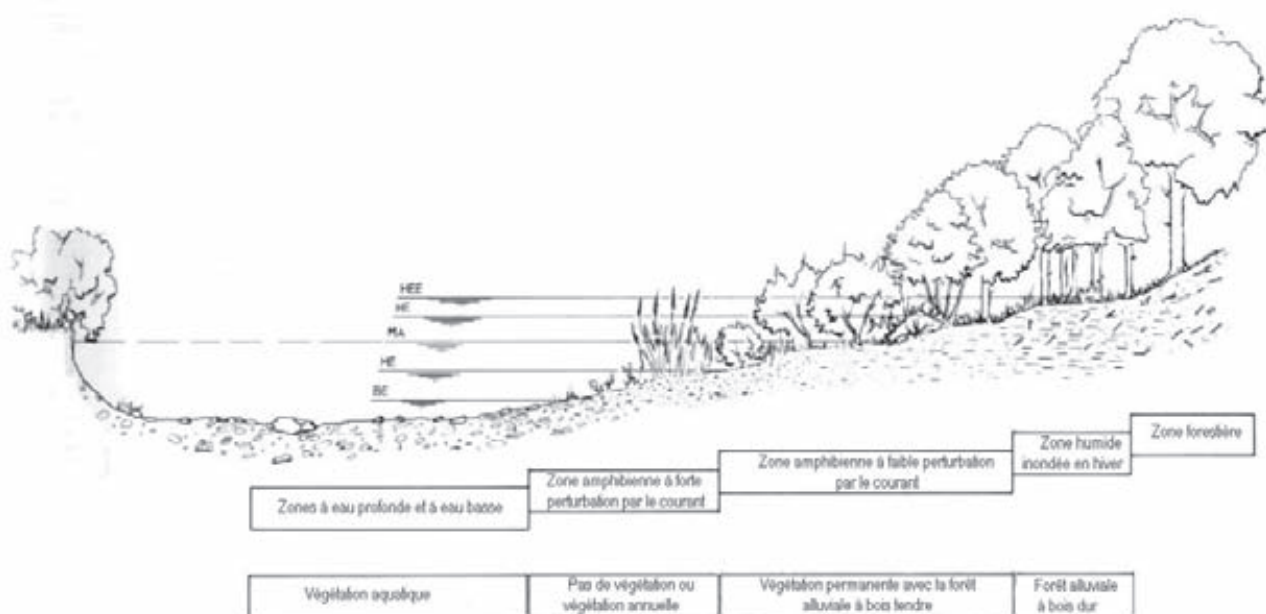


Une végétation diversifiée des milieux humides se développe le long du cours d'eau grâce aux effets cumulés d'un lit d'été large et peu profond, permettant le déversement des eaux vers les terres riveraines lors des petites pluies d'été, et de la pratique d'un pâturage extensif.

1.2.3.1. Le paysage naturel : la forêt alluviale

La forêt alluviale constitue le stade final de l'évolution naturelle de la végétation des habitats humides et recouvre dans le paysage naturel la majeure partie de la plaine alluviale.

Au Luxembourg, comme presque partout en Europe, la plaine alluviale a cependant été défrichée relativement tôt dans l'histoire (Moyen Age) afin que les terres de la plaine alluviale, riches et fertiles, puissent être utilisées à des fins agricoles. A la vue de la rareté de cette formation naturelle, la forêt alluviale figure comme habitat d'intérêt communautaire à l'Annexe I de la directive Habitats.



NIVEAU D'EAU HEE - Hautes eaux exceptionnelles HE - Hautes eaux MA - Moyen annuel ME - Moyen été BE - Basses eaux

Succession des zones de végétation des habitats humides dans le paysage naturel

III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau



Vestiges de la forêt alluviale le long du Taubergiessen en Allemagne. Sans intervention de l'homme, la forêt alluviale s'étend jusqu'à la limite de la plaine alluviale, correspondant à la limite de la zone subissant les inondations.



Forêt alluviale en bordure de l'Our en été : cours d'eau (1), zones sans végétation ou à végétation annuelle (2) et forêt alluviale résiduelle (3).

La végétation

Dans le paysage naturel, non exploité par l'homme, une végétation ligneuse à bois tendre (Weichholzaue) colonise les zones amphibienues. Bien que régulièrement inondées, ces dernières permettent en effet le développement d'une végétation permanente (faible dérangement par le courant). Les habitats constitués par les essences à bois tendre, dominées par les saules, s'installent dans les plaines alluviales inondées pendant 150 à 200 jours par an.



Galerie riveraine composée de saules le long du « Uesweilerbach » à Osweiler, dernier vestige de la forêt alluviale.

Plus en retrait du cours d'eau, car tolérant moins les inondations, une forêt alluviale à bois dur (Hartholzaue), avec l'aulne glutineux, le frêne, les ormes et parfois le chêne pédonculé, s'installe aux endroits inondés au moins 50 jours par an.



Taubergeriessen (Allemagne): forêt alluviale inondée pendant la période de végétation.

III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

La faune

La forêt alluviale constitue un habitat naturel et diversifié au niveau des essences. Par ailleurs, les arbres creux procurent caches et abris à la faune.



Forêt alluviale le long de la Syre aux environs de Manternach. Les arbres morts forment des embâcles servant de zone de refuge à la faune et permettant un apport de matière organique dans la rivière.



Le triton à crête (Kammolch, *Triturus cristatus*), intégralement protégé au Luxembourg, ne s'y trouve plus que sur une trentaine de sites. Son habitat de prédilection sont les forêts alluviales où il trouve des zones à eau basse sans courant (mares, étangs) indispensables à sa reproduction.

III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

Le pic cendré (Grauspecht, *Picus canus*) apprécie les cours d'eau bordés d'essences feuillues à bois tendre.



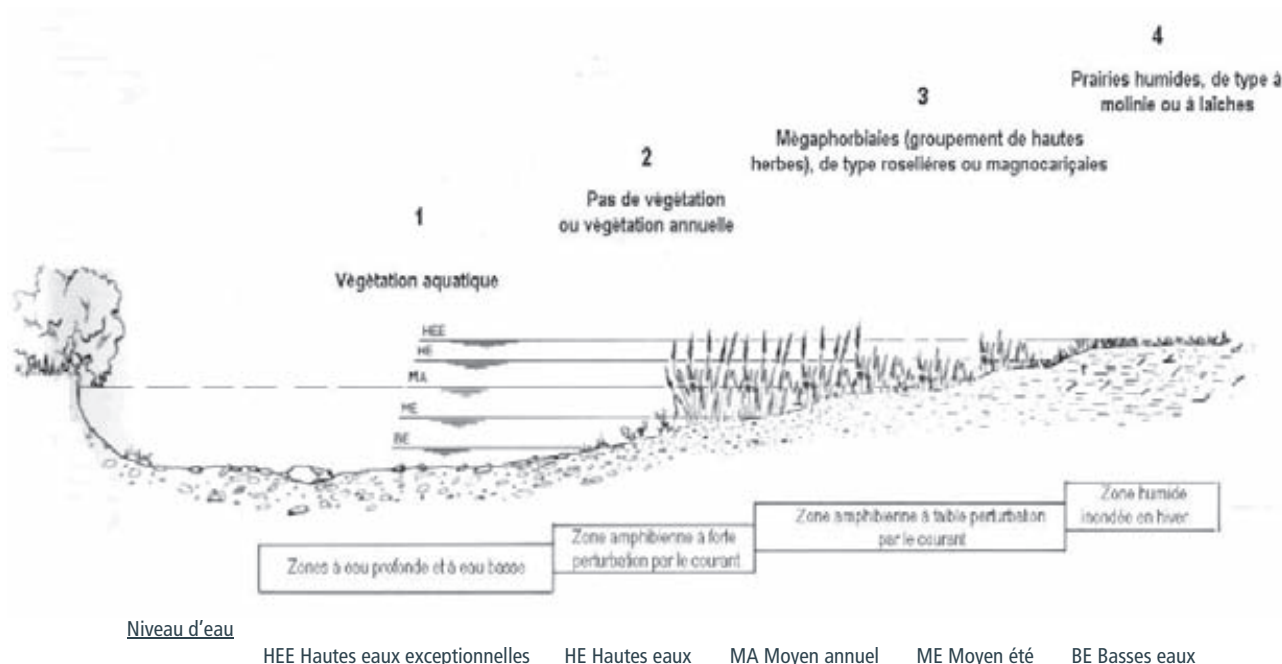
Le castor (Biber, *Castor fiber*) dans son milieu naturel, la forêt alluviale. Cette espèce protégée au niveau communautaire aménage son milieu et a une influence favorable sur la biodiversité et la structure d'un cours d'eau. C'est une espèce clé pour conserver une végétation buissonnante en berge car il recèpe les ligneux arborescents qui émettent ainsi des rejets de souche.



III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

1.2.3.2. Le paysage traditionnel : les prairies marécageuses

Dans le paysage traditionnel généré par l'exploitation agricole extensive, la forêt alluviale enlevée des fonds de vallée est remplacée par des prairies marécageuses, si le cours d'eau a conservé ses caractéristiques hydriques.



Succession des zones de végétation des habitats humides dans le paysage traditionnel



Plaine alluviale intacte dans l'Eifel : succession de bandes de végétation différentes s'étendant parallèlement au cours d'eau : galerie riveraine le long du cours d'eau (1), roselières (2), cariçaies actuellement inondées (3), prairies à molinie (4).

La végétation

Le long du lit d'été, et donc soumise à des crues fréquentes, se développe une végétation de type roselière (Schilfröhricht).

Dans les zones un peu en retrait et moins exposées aux crues apparaissent les magnocariçaies (Grosseggenried) qui sont listées par l'Annexe I de la directive Habitats. L'abandon de la fauche traditionnelle pour la litière ne permet plus le rajeunissement des magnocariçaies qui tendent souvent à s'embroussailler et à évoluer vers des formations boisées.



Prairie marécageuse le long de la Syre renaturée à Mensdorf: à l'avant-plan se trouve une cariçaie et à l'arrière-plan une bande de joncs longeant le lit.

Les zones humides inondées uniquement en hiver se couvrent de prairies humides (Feuchtwiesen), de cariçaies (Seggenrasen), de prairies à molinie (Pfeifengraswiesen), etc.

III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

La faune

La végétation haute est favorable à l'avifaune car elle dissimule les nids et les oisillons tandis que la végétation plus rase permet la recherche de nourriture. Les prairies inondées sont également des frayères pour les poissons.



Poisson frayant dans la prairie inondée. Les inondations en hiver ou au début du printemps offrent des zones de reproduction pour les poissons (frayères) qui y trouvent des zones calmes pour déposer leurs oeufs qui se collent aux végétaux.



Le busard des roseaux (Rohrweihe, *Circus aeruginosus*), espèce de l'Annexe I de la directive Oiseaux, niche dans les grandes roselières qui dissimulent son nid.



Le héron blongios (Zwergreiher, *Ixobrychus minutus*), le plus petit des hérons (également protégé par la directive Oiseaux), habite dans les zones humides à végétation dense. Cet échassier se nourrit d'insectes, petits poissons ou amphibiens et niche en colonie sur les arbres ou dans les roseaux.

Cygnes tuberculés
(Höckerschwan, *Cygnus olor*)
de passage en hiver dans la
prairie inondée au Roeserbann.
Les zones humides sont très
importantes par leur capacité
d'accueil des oiseaux en période
de migration et d'hivernage.
Ceux-ci y trouvent repos et
nourriture.



Le vanneau huppé (Kiebitz, *Vanellus vanellus*) fréquente les milieux ouverts à végétation rase et à sol humide (prairies humides, zones inondées).



Le râle des genêts (Wachtelkönig, *Crex crex*) est un oiseau nicheur des prairies humides. Listé par l'Annexe I de la directive Oiseaux, il représente l'espèce phare du projet de revalorisation écologique de la vallée supérieure de l'Alzette.

Aux endroits où les prairies humides subsistent et permettent la reproduction d'oiseaux nicheurs, les nids sont souvent menacés de destruction par les pratiques agricoles privilégiant une fauche précoce des prairies.

En effet, autrefois, les prairies humides n'étaient fauchées que tardivement (juillet-août) et progressivement. La fauche débutait ainsi dans les zones les plus éloignées du cours d'eau, et donc moins soumises aux inondations, et se rapprochait peu à peu du cours d'eau. Les oisillons, entre-temps suffisamment développés pour quitter le nid, pouvaient alors trouver refuge dans les zones non fauchées.

Aujourd'hui, la fauche précoce et réalisée sur de grandes surfaces d'un seul tenant détruit les couvées et les nids.

1.2.4. Les zones à affleurement de la nappe phréatique

Certaines zones, le plus souvent situées dans les pentes, présentent un caractère humide même en l'absence d'inondations. La nappe phréatique en permanence élevée influence ces zones ; l'eau y stagne de sorte que le sol est gorgé d'eau. Ces zones marécageuses peuvent se révéler propices à la formation de tourbières. La tourbe, riche en matière organique décomposée, est alors un substrat favorable au développement d'une flore riche (prairie à molinie par exemple).

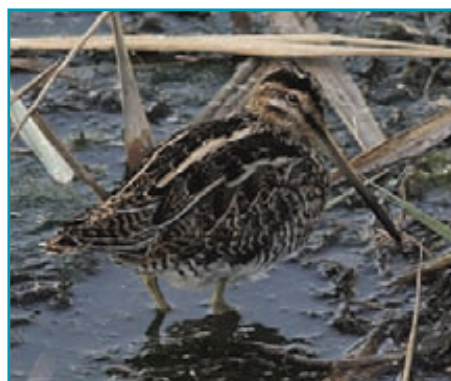
Souvent la nappe phréatique et le cours d'eau sont connectés. La dégradation des cours avec l'enfoncement du lit provoque alors un abaissement du niveau de la nappe et un assèchement de la zone.



Oiseau migrateur, la rousserolle verderolle (Sumpfrohrsänger, *Acrocephalus palustris*) est un hôte typique des prairies marécageuses.



Le drosera (Sonnentau, *Drosera*) est une plante insectivore des tourbières. Ses petites feuilles portent des poils glandulaires qui engluent et digèrent les insectes qui s'y posent.



La bécassine des marais (Bekassine, *Gallinago gallinago*) fréquente toute l'année les marais, prairies humides ou tourbières. Elle affectionne particulièrement les pâturages humides à végétation fournie et pourvus de flaques d'eau créées par le passage du bétail. Son long bec fin et pointu est bien adapté pour sonder la vase à la recherche de nourriture (notamment vers, insectes, mollusques, semences de plantes aquatiques).

2 - Objectifs hydrauliques et hydrologiques

Vu la gestion intégrée des eaux par bassins hydrographiques, l'Administration de la Gestion de l'Eau va mettre en œuvre la Directive-cadre sur l'eau au Grand-Duché de Luxembourg dans le domaine hydraulique et hydrologique.

Bassin hydrographique	Surface en km ²	%
Rhin (Moselle)	2 551	97.5
Meuse (Chiers)	65	2.5
Total	2 616	100

Au niveau hydraulique et hydrologique, la renaturation a pour objectifs :

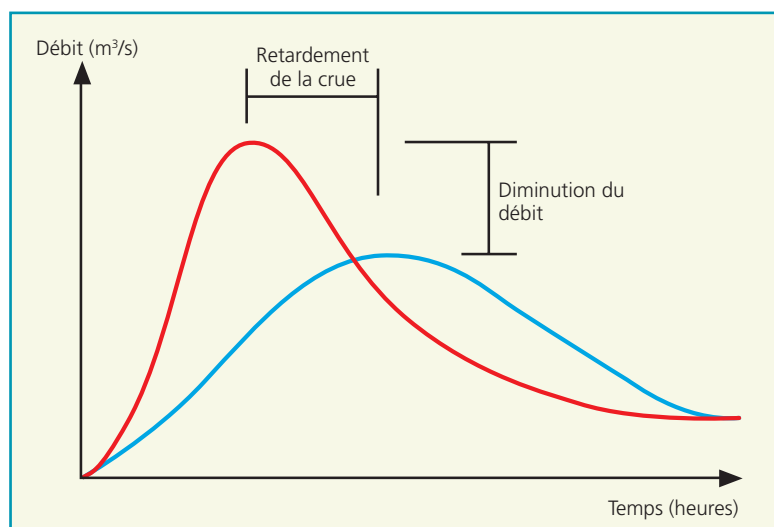
- la protection contre les inondations,
- la protection contre l'érosion,
- la réactivation de la dynamique naturelle,
- la régulation des débits d'étiage.

Les objectifs précis et les opérations à mener sont généralement établis à l'aide d'un modèle mathématique hydraulique.

2.1. Protection contre les inondations

La restauration des habitats humides permet au cours d'eau de sortir de son lit et d'occuper la plaine alluviale en cas de crues. Cette réactivation de la capacité de rétention naturelle de la plaine alluviale permet un écrêtement et un étalement dans le temps des crues, protégeant les zones en aval contre les inondations.

Le comportement des zones inondables peut être assimilé à celui d'un réservoir. Suite à leur capacité de rétention, l'hydrogramme sortant (en bleu) présente un pic atténué et retardé par rapport à l'hydrogramme entrant (en rouge) (« volumes d'eau stockés brutalement et déstockés lentement »). L'occupation de la plaine alluviale permet donc un étalement de la crue dans le temps avec des débits moins importants.



III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

Augmentation locale des inondations lors des petites et moyennes crues

La réactivation de la plaine alluviale en tant que zone de rétention des crues augmente la fréquence des inondations des zones basses, surtout lors des petites et moyennes crues. Par contre, pour les crues plus importantes, le niveau d'eau diminue grâce à l'élargissement du lit, créant un écoulement occupant tout le thalweg. La capacité de stockage des eaux entraîne également une réduction de la vitesse d'écoulement ce qui a un effet bénéfique sur les zones en aval.



Renaturation de l'Alzette dans la zone naturelle « Am Brill » à Schiffflange

La rivière peut à nouveau sortir de son lit grâce à l'extension en largeur de son profil, réactivant ainsi la rétention naturelle de la plaine alluviale.

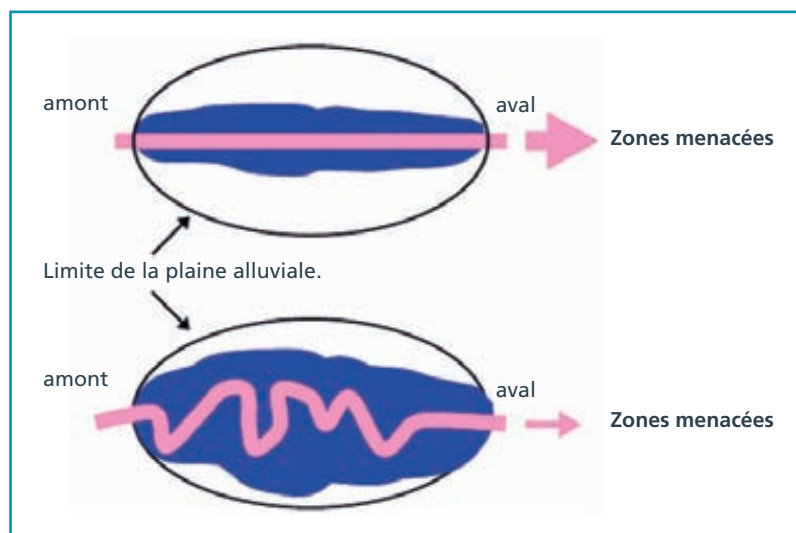
En cas de crue, l'Alzette peut dorénavant occuper toute la largeur de sa plaine alluviale en débordant, à partir d'un débit de $10\text{m}^3/\text{s}$, vers les étangs qui sont alors intégrés dans l'écoulement des hautes eaux (diminution du débit par écrêtement de la crue).

Protection des zones menacées en aval

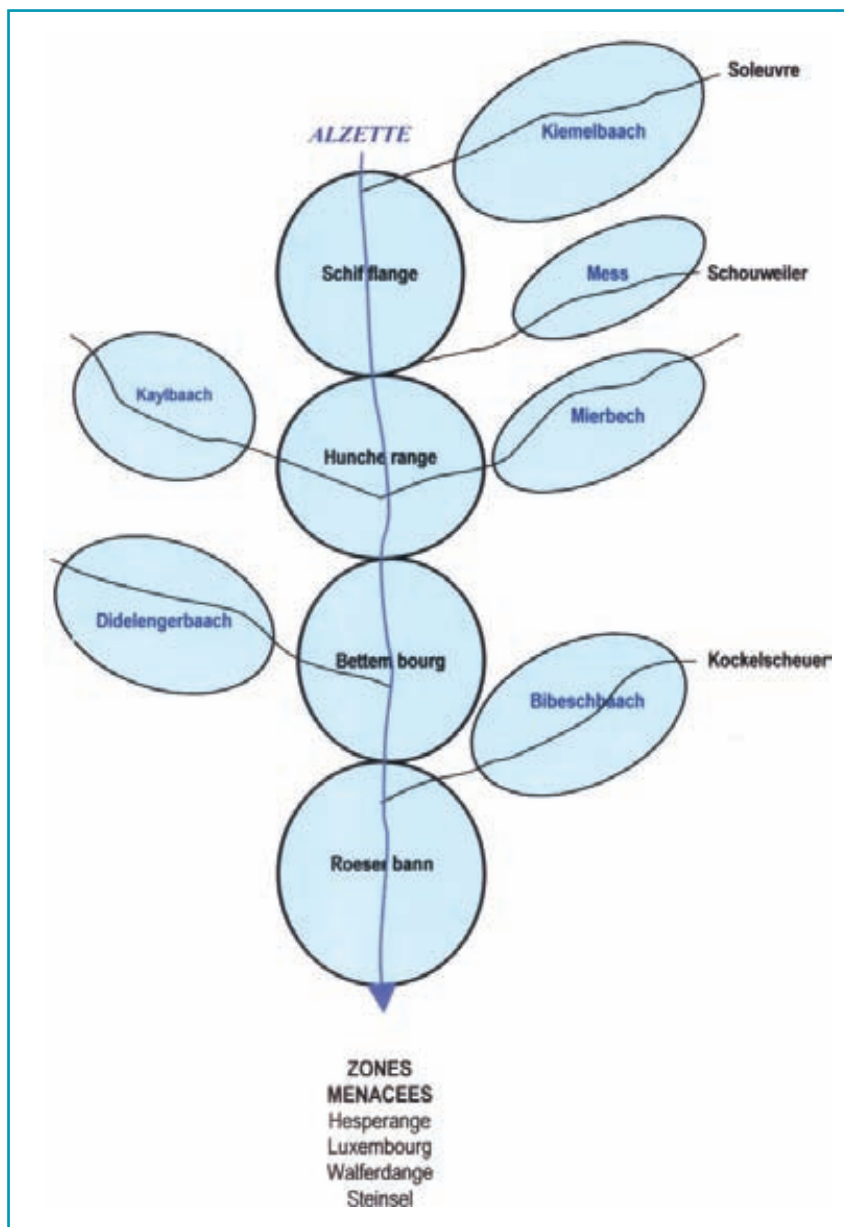
L'effet de protection contre les inondations résultant de la restauration des habitats humides se constate essentiellement en aval des zones restaurées alors qu'aux endroits même de la restauration, les niveaux d'eau peuvent augmenter (hors milieu urbain). Cet effet protecteur peut être accentué en provoquant un débordement des hautes eaux vers des annexes hydrauliques restaurées (étangs, bras fluviaux, polders, etc.) au moment du débit maximal (écrêtement de la crue).

En conséquence, il faut planifier la restauration d'un cours d'eau à un niveau régional plutôt que local, c'est-à-dire au niveau de l'ensemble du bassin versant, avec prudence. En effet, le métabolisme des hautes eaux est compliqué et difficile à prévoir et nécessite l'utilisation de logiciels de simulation hydraulique performants.

Réactivation de la rétention naturelle d'une plaine alluviale par la restauration des méandres originels. Les méandres favorisent l'étalement latéral de la crue, atténuant ainsi le niveau des hautes eaux en aval.



III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau



Rétention naturelle du bassin versant de l'Alzette supérieure : l'objectif étant la protection des zones urbaines ou sensibles aux inondations, il faut favoriser l'expansion des crues en amont partout où c'est possible (zones humides, bras morts, étangs, plaine alluviale, etc.).

2.2. Protection contre l'érosion

La restauration des habitats humides contribue à la consolidation des berges et à la conservation des propriétés riveraines. En effet, dans un lit large et peu profond, la vitesse d'écoulement et les forces érosives s'appliquant aux berges et au fond du lit sont moins importantes.

Toutefois, il faut constater qu'une certaine érosion est nécessaire pour permettre le développement naturel de la structure du cours d'eau. En effet, le mécanisme des cours d'eau naturels est une alternance de phénomènes d'érosion et de sédimentation. Ce phénomène oscillant entraîne un équilibre dynamique du cours d'eau qui dissipe ainsi son énergie.

2.3. Réactivation de la dynamique naturelle

La restauration des habitats humides permet au cours d'eau de développer sa dynamique naturelle. Le cours d'eau peut ainsi définir par son propre écoulement son lit d'étiage dans l'enceinte d'une vaste zone humide par l'alternance de zones d'érosion et de sédimentation, qui sont des phénomènes naturels. Des structures morphologiques très variables vont apparaître au cours des mois, créant ainsi des biotopes adéquats pour la flore et la faune.

Dynamique naturelle de l'Attert. Deux bancs de gravier, dont l'un est déjà couvert de végétation herbacée, se sont successivement déposés par sédimentation dans un méandre alors que la berge à pente raide est soumise à l'érosion.



2.4. Régulation des débits d'étiage

Selon les caractéristiques des sols et des sédiments sous-jacents (substrat plus ou moins poreux qui favorise l'emménagement de volumes d'eau), les zones humides peuvent jouer un rôle naturel de soutien des débits d'étiage lorsqu'elles stockent l'eau en période pluvieuse et la restituent lentement au cours d'eau en période sèche.

Cette régulation (effet « éponge »), dont l'impact peut être significatif à l'échelle d'un bassin versant, a un effet localisé et différé à l'aval de la zone humide. Elle contribue à équilibrer le bilan hydrologique annuel du cours d'eau concerné.

3 - Objectifs qualité d'eau

3.1. Oxygénation du cours d'eau - Restauration de la faculté d'autoépuration

La faculté d'autoépuration d'un cours d'eau est principalement liée à l'activité des micro-organismes (bactéries) présents dans le milieu. En présence d'oxygène dissous dans l'eau, ces micro-organismes agissent en dégradant progressivement la matière organique dont est chargé le cours d'eau. Cette dégradation conduit d'abord à la formation de composés organiques plus simples, puis à leur transformation en substances minérales qui seront absorbées par les plantes.

Or, dans les cours d'eau chenalisés, la quantité d'oxygène dissous dans l'eau est insuffisante pour que les micro-organismes puissent agir et la faculté d'autoépuration de ces cours d'eau s'en trouve limitée.

Par contre, dans un lit élargi par la renaturation, la faible profondeur de l'eau, de même que la turbulence de l'eau due à la rugosité accrue du fond du lit, favorisent le contact de l'eau avec l'oxygène de l'air. La quantité d'oxygène dissous dans l'eau devient suffisante pour que les micro-organismes puissent dégrader la matière organique.



La rugosité du lit et l'alternance mouilles-radiers créent des turbulences qui permettent une meilleure oxygénation de l'eau (Syre à Manternach).

La grande surface de contact de l'eau avec l'air permet par ailleurs à une partie de la charge polluante de quitter l'eau sous forme gazeuse. La mauvaise odeur que dégage, après renaturation, un cours d'eau fortement pollué, est une indication pour la mise en marche du phénomène d'autoépuration.

Les plantes sont considérées comme les meilleurs agents de l'épuration de l'eau étant donné leur capacité à éliminer les sels dissous produits par les micro-organismes et à produire l'oxygène nécessaire à l'oxydation de la matière organique (Alzette à Schiffflange).



Les zones amphibieuses contribuent également à l'autoépuration. En effet, lors de chaque crue, le cours d'eau y dépose des sédiments chargés de matières organiques. Après le retrait de la crue, les vases exondées peuvent s'assécher et se transformer au contact de l'air en humus, source importante d'éléments nutritifs pour les végétaux.

Dépôt de sédiments sur les bords de l'Alzette renaturée à Walferdange. Ces couches très riches sont propices au développement de la végétation.





3.2. Elimination de la charge polluante dans le cours d'eau

La ripisylve joue un rôle de filtre naturel des apports du bassin versant : elle favorise l'infiltration des eaux aux dépens du ruissellement et participe à l'élimination des nitrates (d'origine agricole, etc.) ainsi qu'à la fixation des phosphates.

En effet, les éléments nutritifs dont sont chargées les eaux peuvent être prélevés par la végétation (absorption racinaire) ou éliminés par les micro-organismes du sol (dénitrification microbienne). D'une part, en période de croissance, les systèmes racinaires de la ripisylve absorbent directement les nitrates contenus dans les eaux d'infiltration. D'autre part, en période de hautes eaux, le sol saturé manque d'oxygène et les micro-organismes peuvent alors transformer les nitrates en azote gazeux émis dans l'atmosphère.

Les strates buissonnantes de la ripisylve ralentissent les eaux et entraînent la sédimentation des matières fines en suspension (« peigne » végétal). Ces matières en suspension sont souvent riches en éléments nutritifs et peuvent par ailleurs causer des dommages aux branchies des poissons ou colmater des frayères. Une fois sédimentées, les matières fines peuvent ensuite être recyclées par les sols ou par la végétation.

4 - Objectifs paysagers

La restauration des habitats humides contribue à la valorisation paysagère des plaines alluviales.

Ainsi, la bande de terrain occupée par le cours d'eau réaménagé (lit moyen) aura une largeur pouvant atteindre 50 à 60 mètres et sera colonisée par différentes formations de la végétation alluviale. Etant donné que celles-ci ont un caractère essentiellement arborescent, le cours d'eau redeviendra plus apparent dans le paysage.

Renaturation de la Syre à Mensdorf : le paysage alluvial est revalorisé par la rivière restaurée qui a retrouvé sa dynamique naturelle et qui peut sortir fréquemment de son lit, par une végétation différenciée caractéristique des zones humides ainsi que par les vestiges préservés de la forêt alluviale.



Végétation riveraine de l'Alzette à Hesperange. La qualité des berges, zones de transition entre l'eau et la terre, est très importante dans la perception globale du paysage. La restauration d'un tracé plus naturel et d'une végétation riveraine en équilibre avec le milieu contribue à la beauté et au caractère du paysage alluvial.



III - Les objectifs de la restauration des habitats humides - Renaturation des cours d'eau

L'effet paysager de la restauration des habitats humides serait visible même si les terrains situés à l'intérieur de la bande renaturée faisaient l'objet d'une gestion par exploitation extensive. En effet, la végétation herbacée qui s'y développerait serait différente dans son aspect des cultures avoisinantes.

De plus, l'attrait paysager rend les plaines alluviales propices à l'amélioration du cadre de vie (point fort en milieu urbain), au tourisme (création de sentiers didactiques) ou à la pratique de sports de loisirs liés à l'eau.



La zone naturelle « Am Brill » à Schiffflange après les travaux de restauration des habitats humides.



Diversité des formations de végétation le long de la Chiers renaturée.

The page features a complex background design. On the left, a series of thin, yellow, wavy lines originate from the top left and curve towards the center. On the right, a vertical band of solid blue color runs from top to bottom. A horizontal band of solid yellow color runs across the middle of the page. The central area, where the wavy lines and the blue and yellow bands meet, contains a photograph of a wetland landscape. The photograph shows a body of water with a small island in the middle, surrounded by tall grasses and reeds. In the background, there are trees and a small building under a blue sky with some clouds.

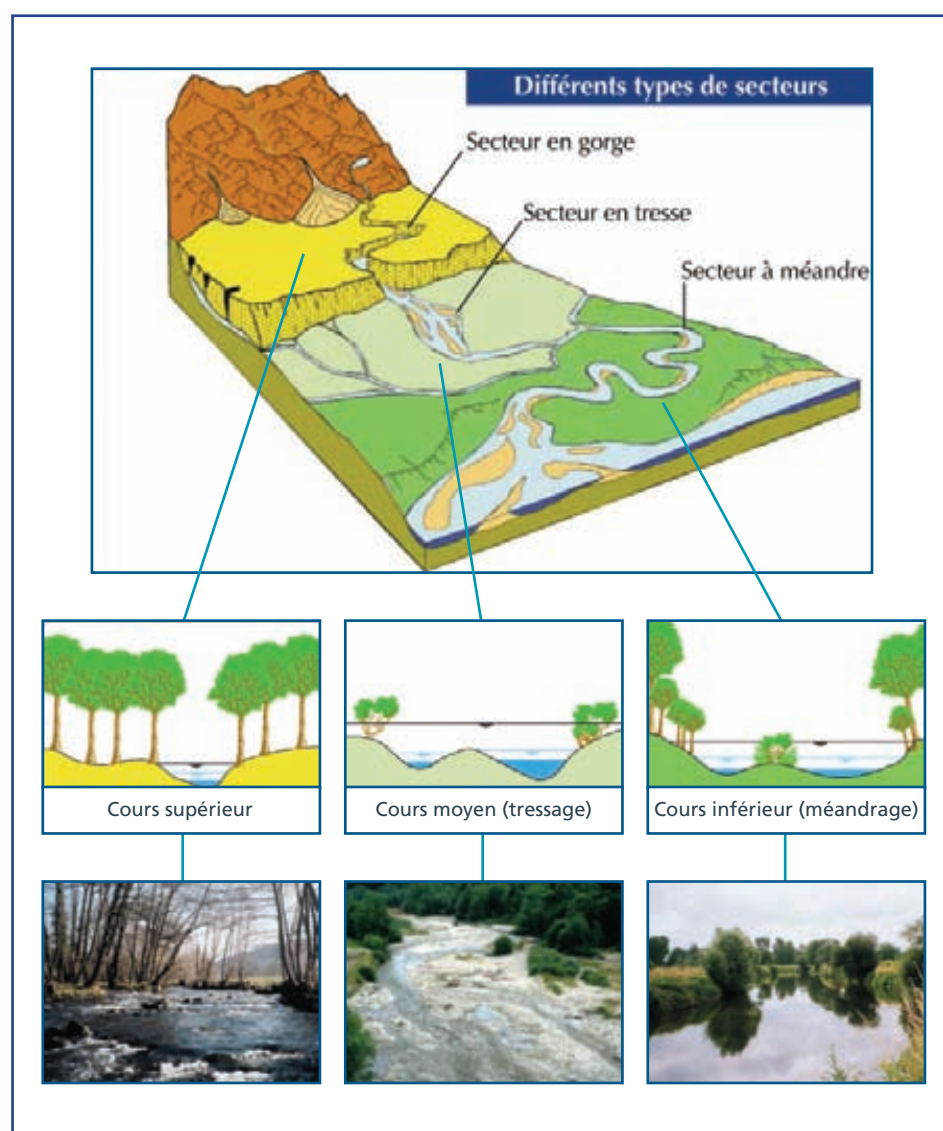
IV - INTERVENTIONS POUR LA RESTAURATION DES HABITATS HUMIDES



IV - Interventions pour la restauration des habitats humides

Avec les données historiques, la typologie du bassin hydrographique peut servir de référence et renseigner sur les cours d'eau dans les conditions naturelles. Une régionalisation cartographique permet de comprendre le type morphologique des rivières. Cette synthèse typologique nous renseigne entre autres sur la géologie, la pente et le type de vallée.

1 - Etat "naturel" des cours d'eau - Etat de référence



Afin d'évaluer le niveau de dégradation du milieu physique d'un cours d'eau, on le compare aux caractéristiques de son type morphologique naturel.

IV - Interventions pour la restauration des habitats humides

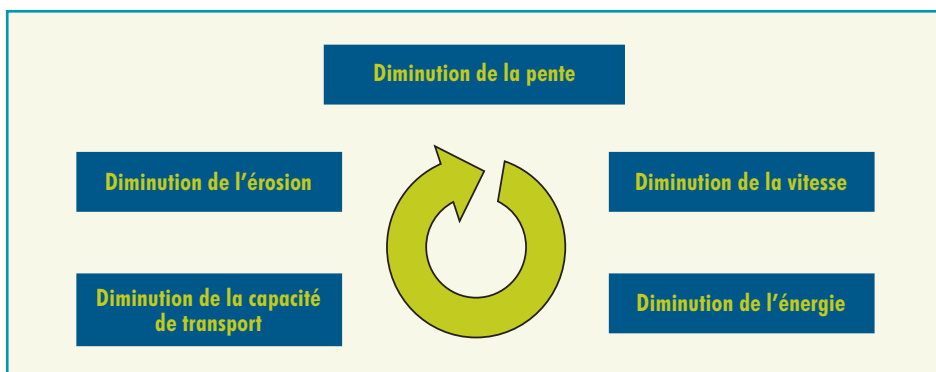
Profil longitudinal

L'énergie de l'eau est proportionnelle à sa masse et à sa hauteur de chute. Cette énergie est utilisée pour le transport des sédiments (érosion et sédimentation).

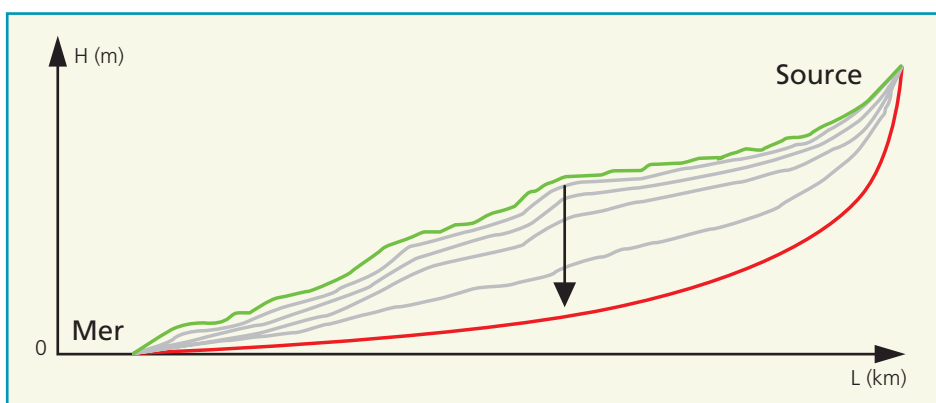
Le niveau d'embouchure dans la mer étant constant (niveau de base), l'érosion se fait en remontant. Cela a pour effet de diminuer progressivement la pente de l'aval vers l'amont (érosion en amont - sédimentation en aval) jusqu'à l'équilibre morphologique (profil idéal).

On peut établir l'histoire et l'âge d'une rivière en dressant et en interprétant son profil longitudinal :

- rivière "jeune" : profil convexe et irrégulier,
- rivière "évolué" : profil plus ou moins régulier,
- rivière "mature" : profil concave.



Cycle de vieillissement d'une rivière.



Profil longitudinal d'une rivière à travers ses différentes étapes de vieillissement.

(— rivière jeune ;
— rivière mature)

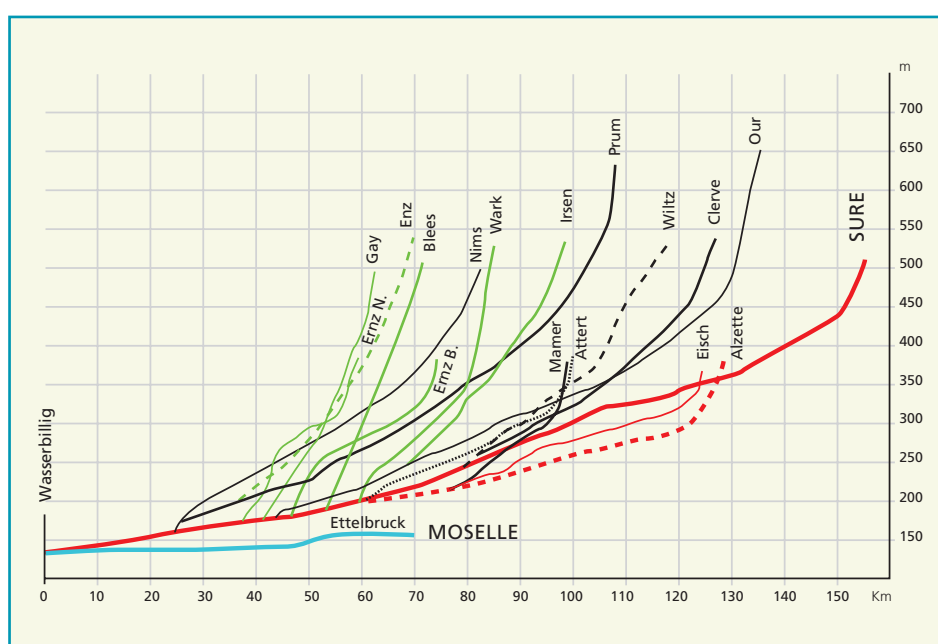
Un changement quelconque (par exemple un soulèvement ou un affaissement continental) des niveaux de base ou d'origine des cours d'eau peut remettre en jeu toute leur évolution normale et les "rajeunir" (le cycle de vie recommence).

Selon les profils fluviaux en long de nos cours d'eau luxembourgeois (réseau de la Sûre), on peut constater que :

- les cours d'eau luxembourgeois ont une certaine maturité,
- la Blees a un aspect très jeune, presque torrentiel,
- la Gay, l'Enz et l'Irsen ont un aspect relativement jeune,
- l'Ernz Blanche et l'Ernz Noire sont également jeunes mais érosives,
- l'Alzette et l'Eisch ont un tracé mature voire sénile.

Profil longitudinal des rivières luxembourgeoises

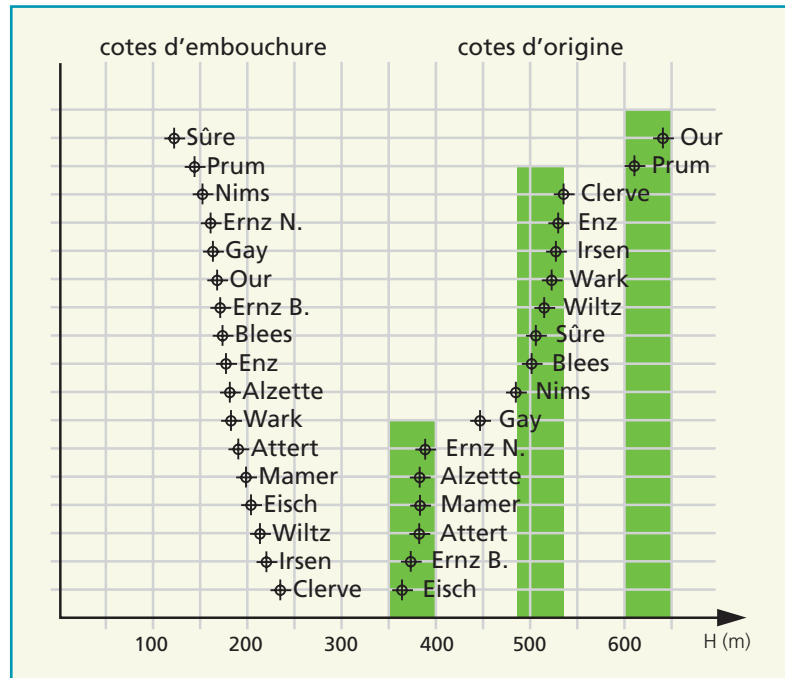
- Rivières jeunes
- Rivières évoluées
- Rivières matures



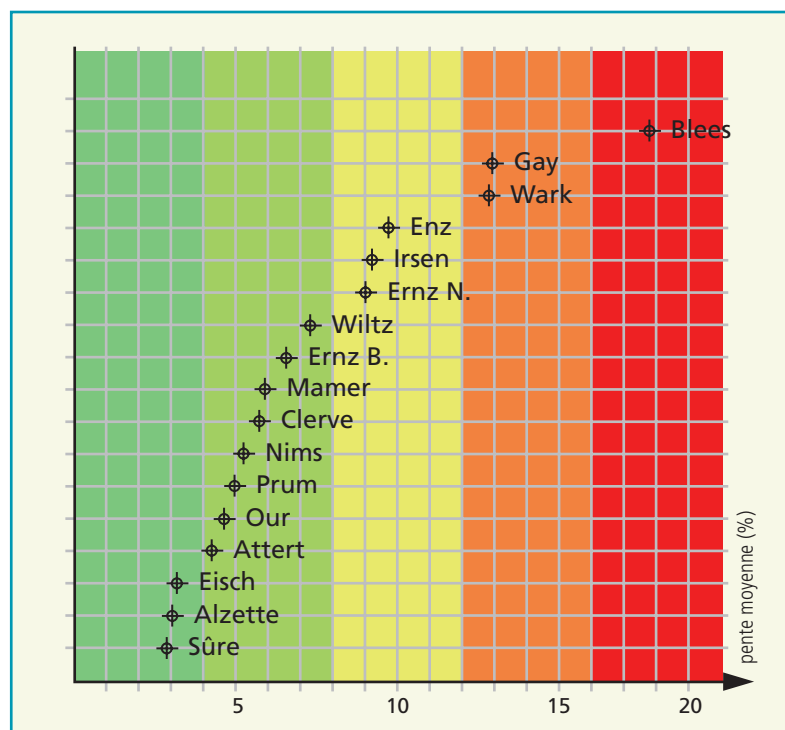
Le profil longitudinal de la Sûre offre une particularité très intéressante : son changement d'inclinaison – une "rupture de pente" en terminologie hydrographique – près d'Ettelbruck. Elle révèle le soulèvement en bloc de l'Ardenne (déjà aplanie à une époque reculée et recouverte de nouveaux sédiments) vers la fin du Tertiaire, mouvement de surrection qui a rendu une nouvelle jeunesse à la Sûre et à ses affluents et les a activés de nouveau dans leur travail de creusement.



IV - Interventions pour la restauration des habitats humides



En classant statistiquement nos cours d'eau, on remarque que les cotes d'origine les partagent en trois groupes très nets, qui correspondent aux niveaux de la morphologie géographique bien connus pour notre région. Par contre, le classement selon les cotes d'embouchure démontre qu'elles suivent la loi du hasard.

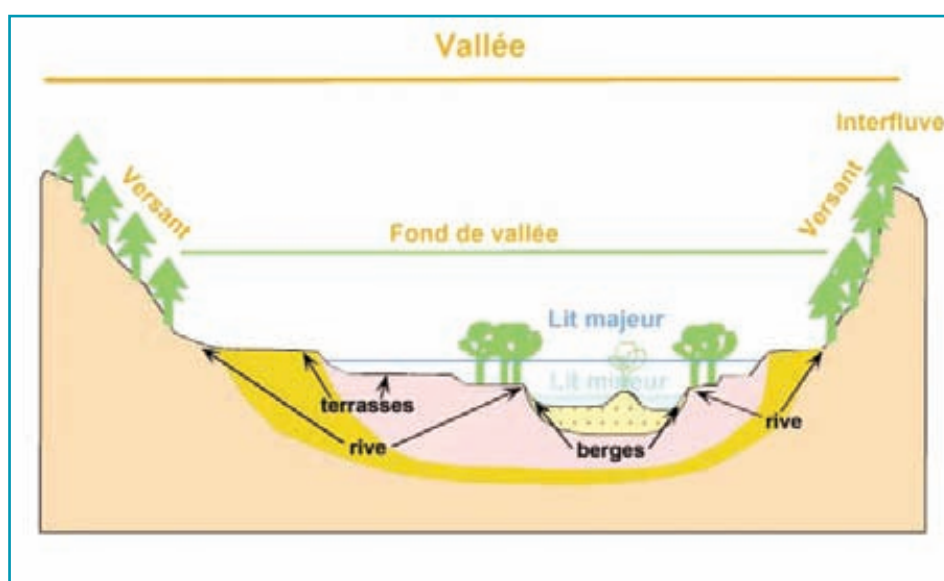


Le classement d'après la pente moyenne (hauteur de chute / longueur) partage ces cours d'eau en cinq groupes. Pour chacun de ces groupes, un profil typologique peut être défini.

Nos rivières ne suivent pas le pendage des couches géologiques du Gutland ni la structure tectonique des couches de l'Oesling. Elles ont donc pris leurs cours à une époque où la couverture avait une allure différente des couches entamées aujourd'hui.

Profil transversal

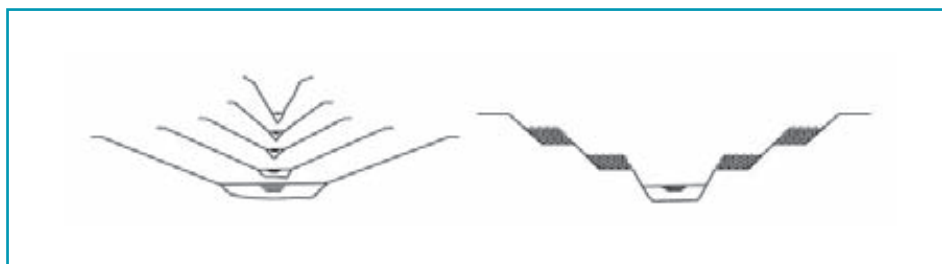
Les profils transversaux des rivières sont aussi révélateurs que les profils longitudinaux.



Profil transversal morphologique d'un cours d'eau.

Le cours d'eau élargit les vallées par érosion latérale. Ayant au début l'aspect d'un V à angle aigu, leur largeur augmente avec l'âge de la rivière.

Les flancs de la vallée peuvent révéler des incidents de creusement : l'augmentation du V donne des pentes abruptes, le ralentissement laisse des terrasses, souvent couvertes d'alluvions anciens. Ces terrasses se retrouvent sur la plupart des flancs de nos vallées, particulièrement bien marquées sur ceux de la Moselle.





IV - Interventions pour la restauration des habitats humides

Les projets de renaturation de rivière font l'objet d'une approche pluridisciplinaire. En effet, le nombre et les modalités des études à entreprendre sont déterminés en fonction des objectifs à atteindre et de l'envergure de chaque projet.

Les domaines susceptibles d'être abordés lors d'un projet de renaturation sont les suivants :

- hydraulique fluviale,
- hydrologie,
- transport solide – géomorphologie,
- hydrobiologie animale et végétale,
- techniques de génie végétal,
- hydrogéologie.

Suite à la définition de la morphologie naturelle du cours d'eau et aux études, on peut déterminer les caractéristiques suivantes :

Lit majeur	Lit mineur
- largeur - annexes hydrauliques - relations avec la nappe - régime hydrologique	- rapport largeur/profondeur - style fluvial (rectiligne, sinueux, tresses, anastomoses, méandres) - faciès d'écoulement - activité morphodynamique - substrat et granulométrie - occupation des sols

Ils'agit ensuite de déterminer les dommages engendrés par les aménagements et si possible de les replacer historiquement. La bonne compréhension des processus qui ont altéré la rivière conditionnera le choix des actions de renaturation à mettre en place.

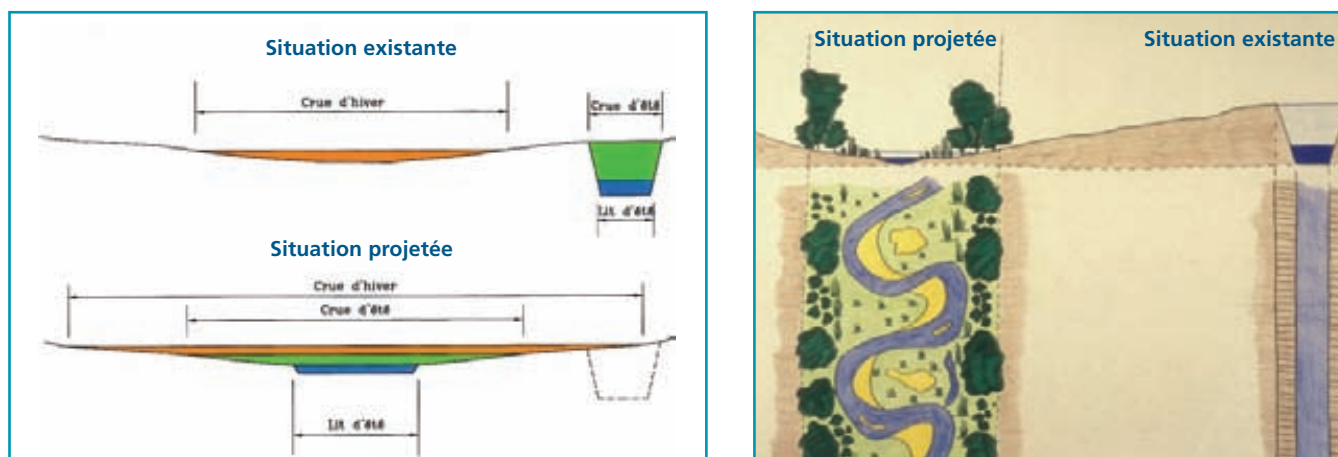
2 - Les mesures d'intervention pour la restauration des habitats humides

Les principales interventions en vue de la restauration des habitats humides sont les suivantes :

- remise du cours d'eau dans le thalweg,
- élargissement du lit,
- restauration des méandres,
- restauration des annexes hydrauliques,
- restauration en milieu urbain.

2.1. Remise du cours d'eau dans le thalweg

L'objectif de cette intervention est de remettre le cours d'eau dans son thalweg (ligne la plus basse entre deux versants à exposition opposée).



Le déplacement du cours d'eau dans son thalweg et le comblement de l'ancien lit augmentent la largeur de l'écoulement et en réduisent la profondeur.

Les buts du déplacement du lit dans le thalweg sont les suivants :

- augmentation de la longueur du lit,
- réduction de la vitesse d'écoulement,
- restauration des biotopes aquatiques,
- intégration du cours d'eau dans son milieu naturel.

L'Alzette dans la zone humide « Am Brill » à Schiffange après les interventions de restauration. L'aménagement du nouveau lit se résume à cet endroit au décapage de la terre autour des arbres existants préservés sous forme d'îlots.



Le déplacement du lit vise également à permettre l'expansion des crues vers des zones qui étaient déjà inondables dans le passé. Cette démarche n'est envisageable que dans le cadre d'une gestion concertée entre tous les acteurs et sur des tronçons dépourvus d'enjeux forts tels qu'habitations, entreprises, etc. Elle favorise également la recharge des nappes et améliore la faculté d'autoépuration du cours d'eau.

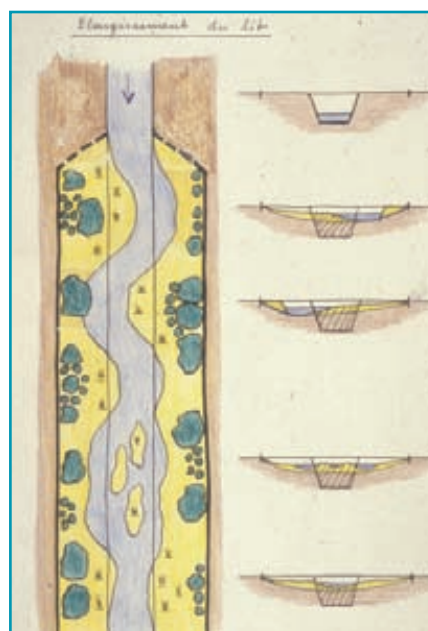
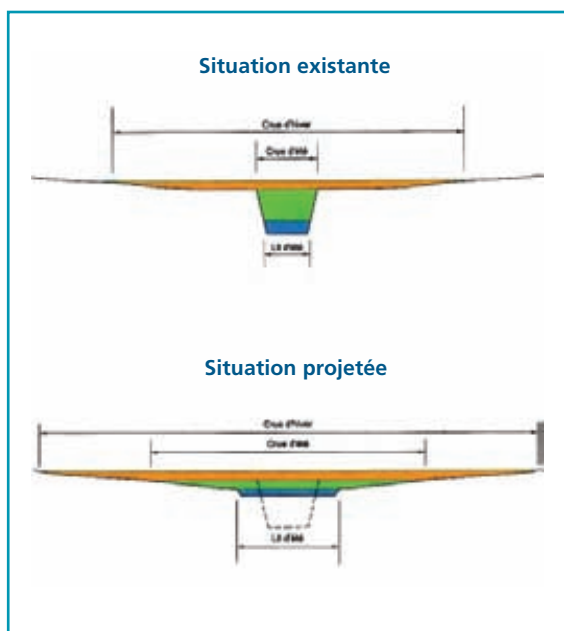
IV - Interventions pour la restauration des habitats humides

2.2. Elargissement du lit

Il s'agit de combler partiellement le lit artificiel à section trapézoïdale, combiné éventuellement à un déblayage le long de chaque berge (remblais à partir de déblais).

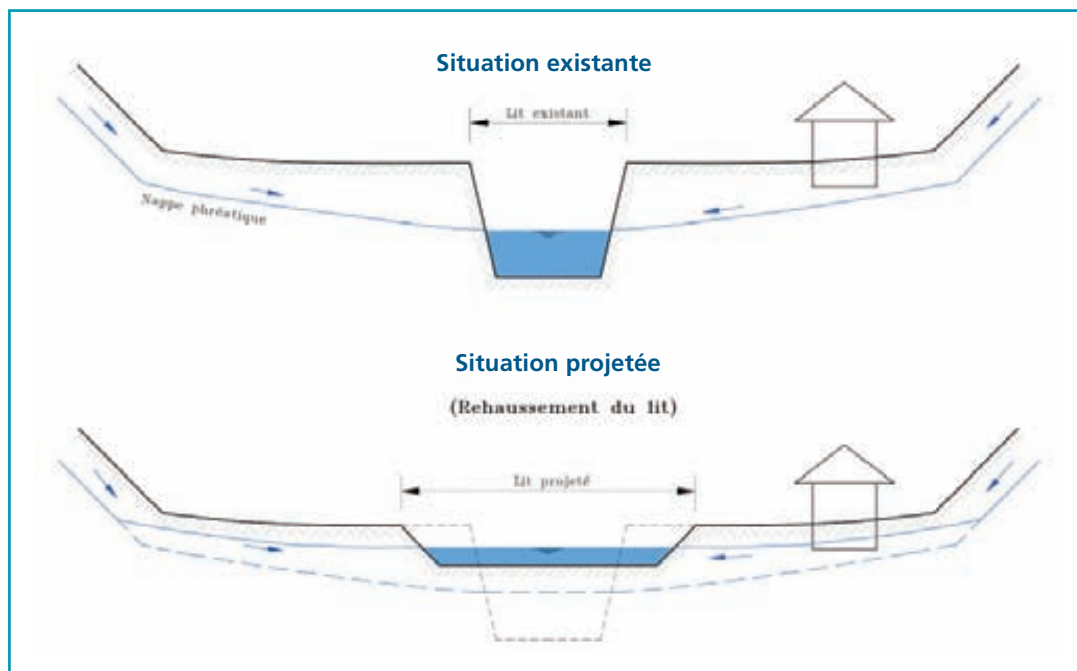


Travaux de rehaussement du fond et d'élargissement du lit de l'Alzette à Hesperange.



Par l'élargissement du lit et le rehaussement du fond, on obtient un écoulement plus large et moins profond. La rivière est réintégrée dans son milieu avec des transitions douces au niveau des berges.

Sur toute la longueur du tronçon, le lit est élargi de manière à obtenir un lit d'été et un lit d'hiver avec une pente plus faible. La diminution de la pente entraîne une réduction de la vitesse d'écoulement et l'adoucissement de la pente des berges facilite l'inondation du lit d'hiver.



Dans le cas de rehaussement du lit en milieu urbain, il est important de vérifier l'influence sur la nappe phréatique (influence sur les constructions riveraines) et, le cas échéant, de prévoir des investigations hydrogéologiques et des mesures compensatoires.

De plus, la faible profondeur offre une surface d'échange importante entre l'eau et l'air, nécessaire à la qualité de l'eau. Des zones humides à inondation périodique seront recrées, améliorant ainsi la diversité biologique du cours d'eau. Il en résultera également une diminution du niveau des hautes eaux (dans le cas de terrassement des berges).



Prairie légèrement inondée au début du printemps dans la plaine alluviale de la Syre renaturée à Mensdorf.

2.3. Restauration des méandres

Le méandrage de certains cours d'eau est un moyen naturel pour dissiper leur énergie en excès en allongeant leur tracé et en réduisant leur pente. Il s'agit de méandres dits « libres » par opposition aux méandres encaissés, imposés par le relief.



Restauration des méandres libres de la Chiers dans la zone naturelle « Dreckswiss ».



Le reméandrage consiste à redonner au cours d'eau la possibilité de trouver son équilibre naturel entre la sédimentation et l'érosion.

Le reméandrage vise notamment à :

- atténuer les impacts liés à l'incision du lit (baisse de la nappe, réduction de la superficie des zones inondées, accélération du débit, etc.),
- ralentir la dynamique des eaux permettant ainsi de réduire l'onde de crue à l'aval,
- allonger la longueur développée du cours d'eau et donc multiplier les contacts entre terre et eau, contribuant ainsi à l'autoépuration,
- alterner des zones à écoulement rapide (entre deux courbures) et des zones plus calmes (dans les courbures), diversifiant ainsi l'habitat pour les poissons.

Le reméandrage peut contribuer à l'érosion des berges. Les secteurs menacés par une érosion trop importante peuvent alors être ponctuellement protégés par des techniques végétales.

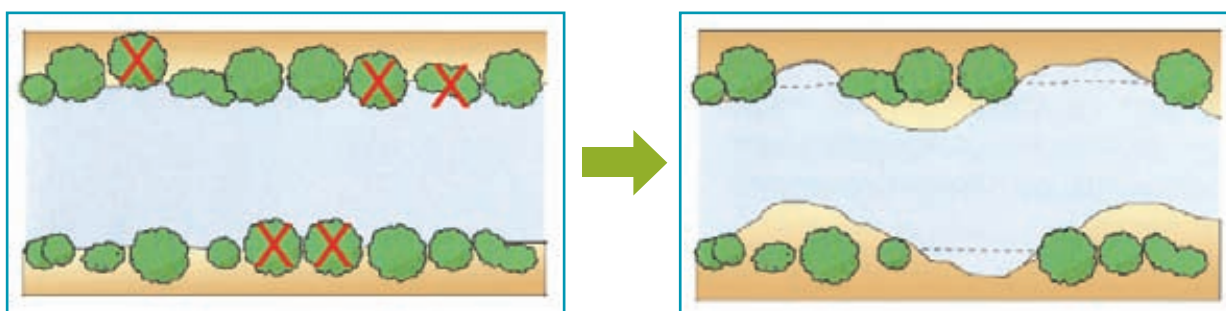
Dans le cas où la force hydraulique du cours d'eau est faible, ou en milieu urbain, le reméandrage se fait par l'excavation de la terre dans la plaine alluviale (pelle mécanique). Il s'agit de diminuer le niveau du lit moyen, voire de toute la plaine alluviale, pour donner au cours d'eau la liberté de recréer ses propres méandres à l'intérieur de cette zone.

IV - Interventions pour la restauration des habitats humides

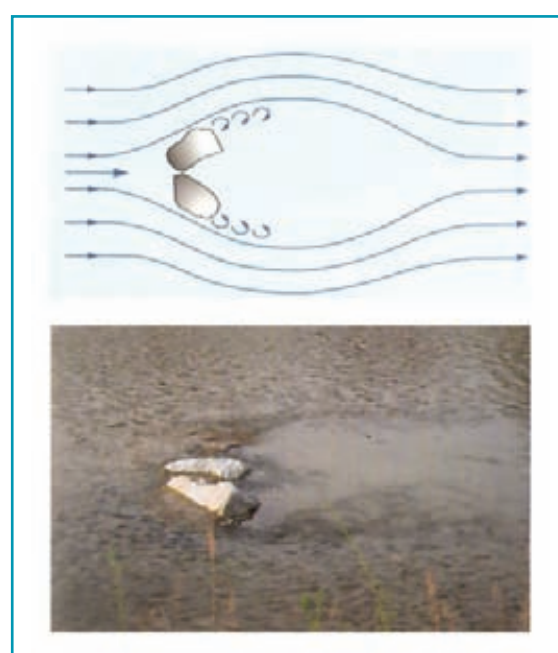
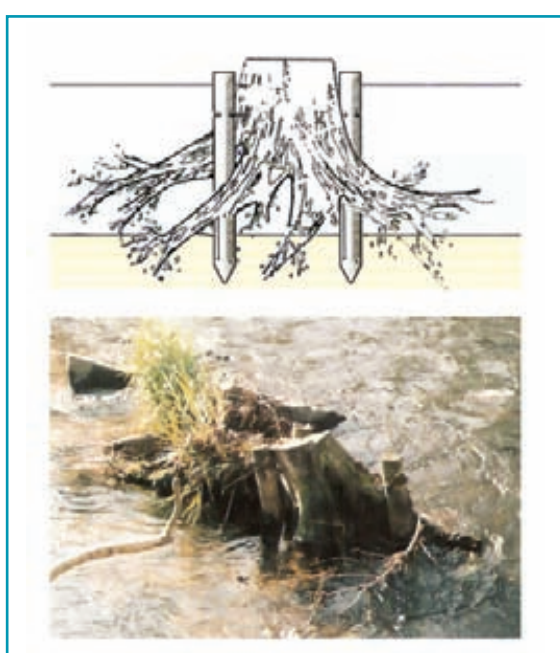
Diminution du niveau de toute la plaine alluviale de la Chiers par excavation suite aux contraintes empêchant le comblement du lit moyen.



Si la force hydraulique du cours d'eau est grande, on préférera les méthodes dites "d'auto-ajustement" (généralement moins coûteuses) qui visent à favoriser l'érosion de la berge.

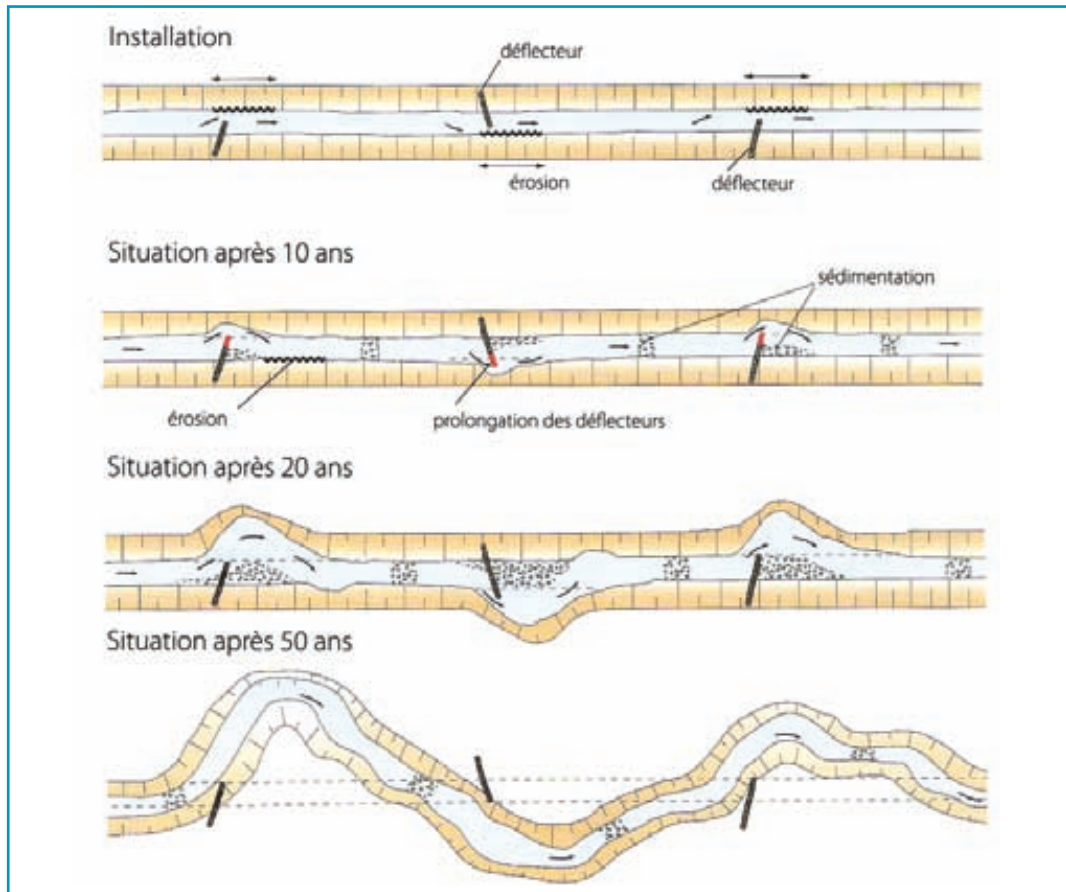


Le long du cours d'eau, il est préférable de laisser les espaces entre les plantations (arbres) pour un développement des berges non rectilignes.

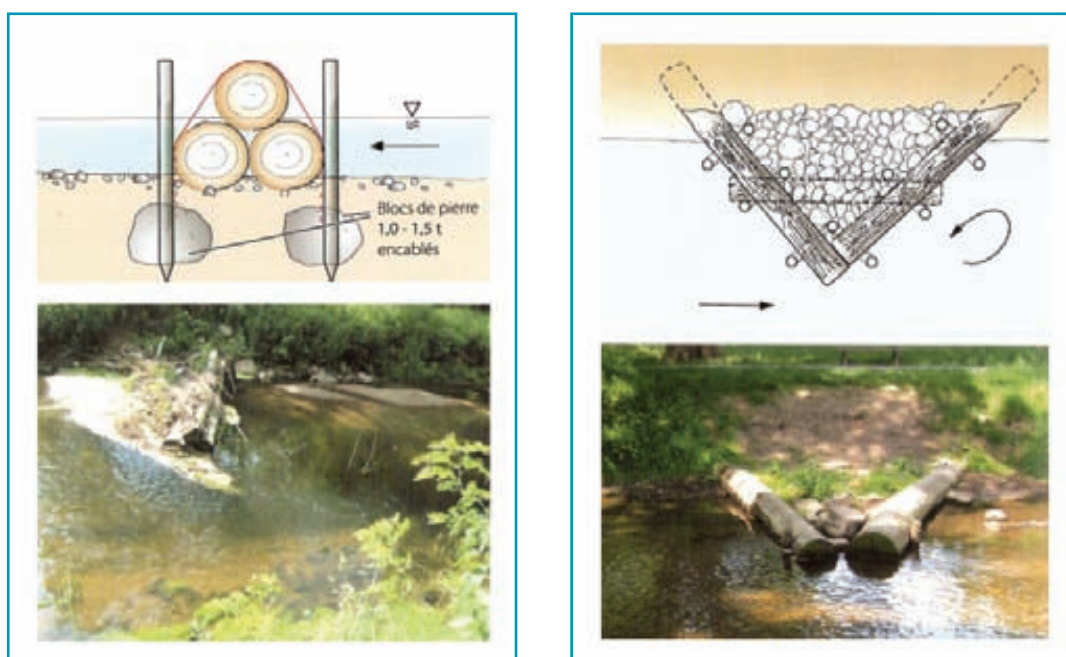


Dépôts de souches dans le lit maintenues par des poteaux en bois (à gauche) et de pierres naturelles (à droite) afin de favoriser les turbulences dans l'écoulement.

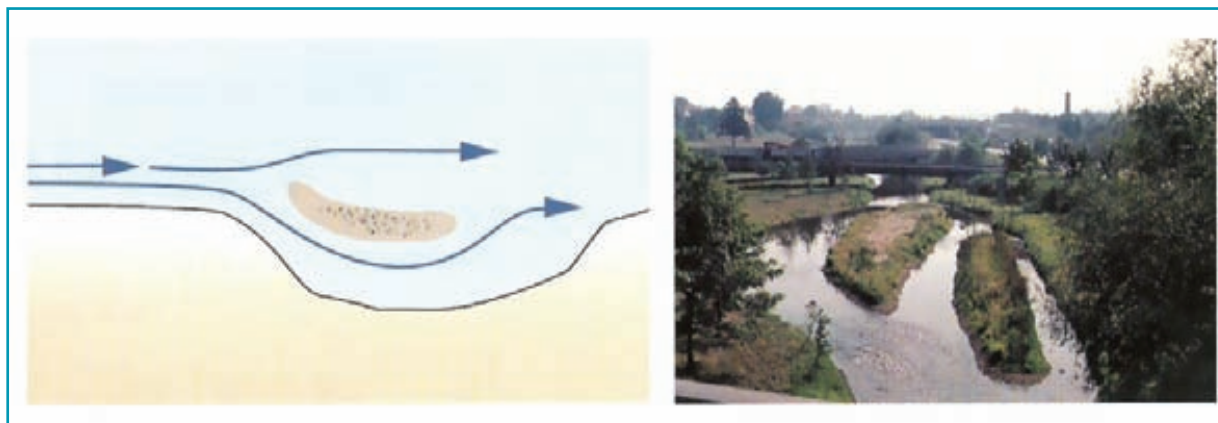
IV - Interventions pour la restauration des habitats humides



Reméandrage à long terme du cours d'eau rectiligne par l'utilisation de déflecteurs en matériaux naturels (pierres, bois, fascines, etc.).



Déflecteurs en bois (à gauche) et en concassé de carrière (à droite).



Aménagement d'îlots naturels pour favoriser l'érosion des berges du cours d'eau.

2.4. Restauration des annexes hydrauliques

Les bras fluviaux asséchés peuvent être recreusés de façon plus ou moins importante, afin d'être alimentés par le cours d'eau ou la nappe. Ce type de restauration est favorable à différents usages (pêche, chasse) et au patrimoine naturel. Il peut contribuer à une meilleure diffusion des crues dans la plaine et à un abaissement des lignes d'eau.



La Moselle à Hettermillen : création d'un second bras, zone calme où les poissons peuvent frayer.



La végétation s'installe rapidement et crée de nouveaux habitats. L'îlot est utilisé comme zone refuge par la faune et la flore.

Le recreusement n'est pas la seule méthode qui puisse être utilisée ; elle doit être choisie au terme d'une analyse globale. Il est souvent possible et souhaitable de conjuguer plusieurs techniques. Ainsi, le recreusement peut utilement s'accompagner du relèvement des lignes d'eau, voire d'une réalimentation gravitaire.

IV - Interventions pour la restauration des habitats humides



Exemple d'activation d'un deuxième bras (visible à gauche sur la photo) sous forme d'un étang qui n'apparaît qu'en période de basses eaux ; en période de hautes eaux, il fait partie de l'écoulement de la rivière (« Brill » à Mamer).



La restauration des bras fluviaux peut se faire selon trois principes :

- recreusement jusqu'à réalimentation depuis l'amont par le cours d'eau. L'alimentation par l'amont permet d'obtenir des débits importants (bon renouvellement des eaux du bras) et crée un îlot protégé. Par contre, ce schéma ne permet pas au bras de jouer un rôle de protection contre les pollutions ou les crues. En outre, la pérennité du bras varie en fonction de l'importance de la sédimentation.
- réalimentation par le cours d'eau depuis l'aval (« reculée »). Etant donné la sédimentation depuis l'aval, la pérennité de cet aménagement peut être faible et son intérêt pour la restauration est plutôt limité.
- creusement jusqu'au niveau de la nappe phréatique pour un maintien de l'eau à l'étiage. Le bras restauré présente une bonne pérennité et joue un rôle de protection contre les pollutions. Par contre, il existe un risque de drainage de la nappe par le bras.

Aménagement d'un bras secondaire de l'Alzette au lieu-dit Dumontshaff à Schiffange.



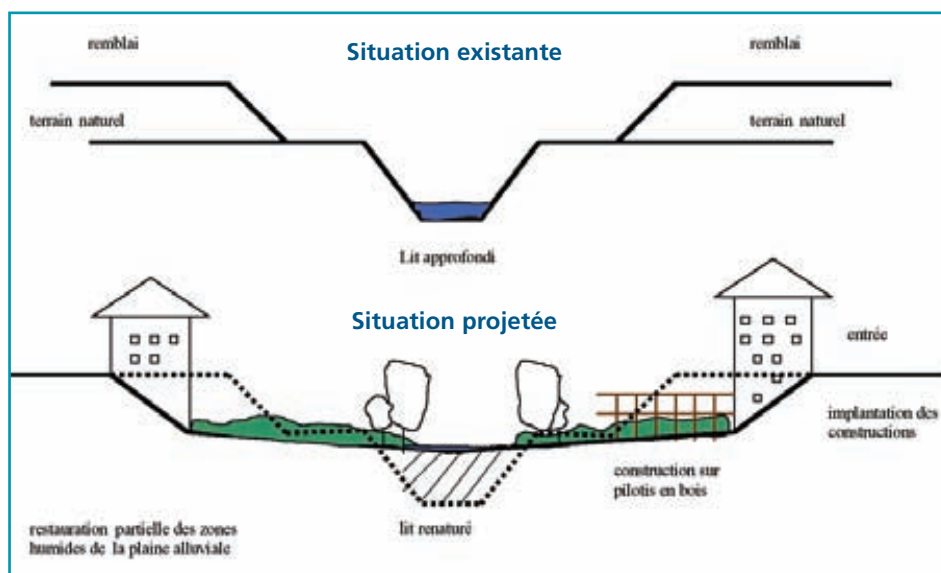
Les méthodes de recreusement des bras fluviaux.

2.5. Restauration en milieu urbain

La restauration d'habitats humides en zone urbaine s'annonce souvent délicate car la plaine alluviale est réduite du fait des constructions et les contraintes techniques sont importantes.

Néanmoins, il est parfois possible de restaurer les zones humides en milieu urbain, l'urbanisation composant alors avec la nature pour améliorer le cadre de vie des habitants.

L'aménagement en milieu urbain se fait suivant les mêmes principes qu'en milieu rural, sauf que la plaine alluviale y est très réduite. La restauration cherche à supprimer les talus, les murs et les remblais pour atteindre le niveau naturel. Dans certains cas, une urbanisation sur pilotis est possible après restauration.



Le profil en travers montre l'intégration des bâtiments dans la plaine alluviale avec l'aménagement de terrasses sur pilotis. La ligne rouge correspond au niveau de terrain avant réaménagement (remblai artificiel).

IV - Interventions pour la restauration des habitats humides



Situation à la fin des travaux de restauration des habitats humides du Kaylbaach à Rumelange (à gauche) et un an plus tard (à droite). La végétation s'est développée naturellement et spontanément et recouvre la plaine alluviale délimitée en fonction du terrain disponible, intégrant le Kaylbaach dans le paysage urbain. On notera les berges en maçonnerie sèche colonisées par la végétation.



Exemple d'une restauration (ouverture) d'un ruisseau enfoui en milieu urbain à Zurich (Suisse).



Exemple de l'amélioration de la qualité de vie suite à l'ouverture d'un ruisseau enfoui (à gauche) en milieu urbain à Zurich (Suisse). La végétation a recouvert naturellement les berges du ruisseau après la restauration, créant ainsi un milieu de valeur écologique et paysagère (à droite).

2.6. Combinaison de différentes mesures d'intervention

Les travaux de restauration dans la zone naturelle « Am Brill » à Schiffflange illustrent comment les différentes mesures d'intervention expliquées précédemment peuvent être combinées sur un même projet :

1. remise du cours d'eau dans son thalweg
2. élargissement du lit avec rehaussement du fond
3. restauration des méandres
4. restauration des annexes hydrauliques
5. restauration en milieu urbain



Vues aériennes de l'Alzette dans la zone naturelle « Am Brill » à Schiffflange avant (1999) et après les interventions (2002).

V - LE RÔLE DES ADMINISTRATIONS
ÉTATIQUES DANS LA GESTION
ET LA PRÉSERVATION
DES HABITATS HUMIDES



V - Le rôle des administrations étatiques dans la gestion et la préservation des habitats humides

L'Administration de la Gestion de l'Eau (Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire) et l'Administration des Eaux et Forêts (Ministère de l'Environnement) apportent un soutien technique et financier aux travaux de renaturation et jouent un rôle primordial dans la gestion et la préservation des habitats humides, qu'ils soient restaurés ou non. Elles veillent à l'exécution des dispositions légales et réglementaires en matière de contrôle de la qualité des eaux et de conservation de la nature et exercent un rôle de police et de surveillance.

Par ailleurs, elles informent et proposent des solutions alternatives, notamment lors des demandes d'autorisation pour l'exécution d'aménagements pouvant avoir un impact sur la qualité des eaux et sur les habitats humides existants. Les autorisations délivrées par les administrations étatiques fixent les conditions en s'inspirant de la législation communautaire existant au niveau du contrôle des émissions et en faisant appel au principe de précaution, aux meilleures techniques disponibles, ainsi qu'aux meilleures pratiques environnementales. Les autorisations peuvent également être assorties de conditions, telles que des dates butoir, des périodes de révision ou de suivi.

Le projet de loi-cadre sur l'eau propose, afin de ne pas préjudicier l'atteinte des objectifs environnementaux, d'interdire toute activité risquant de détériorer l'état des eaux de surface et des eaux souterraines tant d'un point de vue quantitatif que d'un point de vue qualitatif.

Elles veillent également à ne pas laisser exécuter aujourd'hui des aménagements dans les zones humides potentielles (anciennes plaines alluviales) qui pourraient constituer demain des contraintes supplémentaires à la restauration de ces mêmes zones. En effet, le choix des diverses interventions à exécuter en vue de la restauration d'un habitat humide déterminé dépend, entre autres, des conditions hydrologiques et hydrauliques existantes et de la disponibilité des terrains. Il faut donc éviter de créer des obstacles qui sont de nature à rendre une restauration ultérieure techniquement plus difficile, plus coûteuse ou même partiellement ou entièrement irréalisable.

A chaque fois que cela est possible, un compromis est trouvé entre les intérêts de la conservation de la nature (biodiversité, habitats, etc.), la protection contre les inondations (endiguement, approfondissement du lit, etc.) et le maintien ou le développement des activités humaines (agriculture, urbanisme, etc.).

1 - Le classement de certaines zones humides

Lorsqu'un habitat humide est désigné au niveau communautaire zone spéciale de conservation (directive « Habitats ») ou zone de protection spéciale (directive « Oiseaux »), une gestion durable est réalisée, permettant en principe le maintien des activités actuelles des occupants et des utilisateurs.

La désignation d'un site ne signifie donc pas, a priori, l'arrêt ou la modification des activités déjà pratiquées. Toutefois, les activités humaines doivent être compatibles avec les objectifs de conservation désignés.

Lorsque cela s'avère nécessaire, certaines zones peuvent être déclarées zones protégées d'intérêt national (« réserve naturelle » ou « paysage protégé ») et, comme telles, être grevées de servitudes et de charges.

La directive 2000/60/CE impose que dans chaque district hydrographique, les zones protégées soient identifiées et recensées :

- les zones désignées pour la protection des espèces aquatiques importantes du point de vue économique,
- les masses d'eau désignées en tant qu'eaux de plaisance, y compris les zones désignées en tant qu'eaux de baignade,
- les zones sensibles du point de vue des nutriments, notamment les zones désignées comme vulnérables, et les zones désignées comme sensibles.



Vue sur la réserve naturelle
« Haff Réimech ».

2 - Les contrats agro-environnementaux

Les contrats agro-environnementaux financés par le Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural (Administration des Services Techniques de l'Agriculture) permettent d'indemniser les exploitants agricoles et forestiers subissant des pertes de récolte ou faisant des efforts supplémentaires en vue de maintenir un état de conservation favorable de leurs terres. Un règlement grand-ducal couvre tout le milieu naturel en créant des programmes spécifiques pour le milieu rural, forestier, aquatique et urbain.

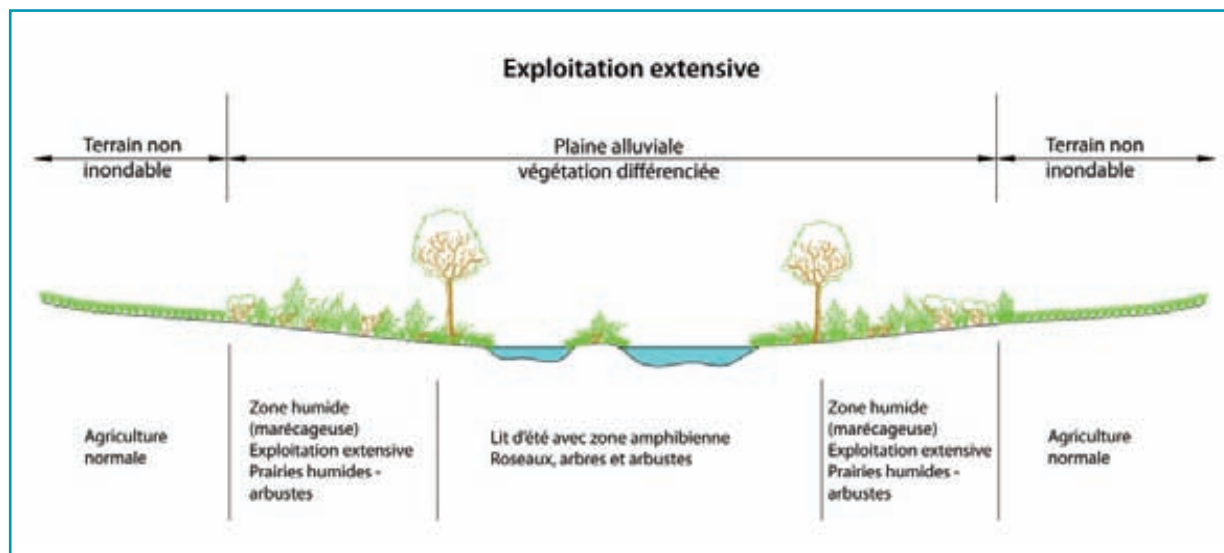
Dans le contexte de la restauration des cours d'eau et des habitats humides, force est de constater que les terrains longeant le nouveau lit d'été sont humides et fréquemment inondés, non seulement en hiver, mais également pendant la période de végétation.

Ces zones ne peuvent plus faire l'objet d'une exploitation agricole intensive. Toutefois, elles ne sont pas perdues pour l'agriculture en général puisque les exploitants agricoles peuvent y pratiquer une gestion des zones naturelles au moyen d'une exploitation agricole extensive. L'exploitation extensive tend notamment à limiter l'emploi d'engrais et d'autres moyens auxiliaires ainsi qu'à réduire la fréquence du fauchage et l'intensité du pâturage.



Gestion des zones naturelles au moyen d'une exploitation extensive : prairie de fauche en Allemagne.

V - Le rôle des administrations étatiques dans la gestion et la préservation des habitats humides



Dans la plaine alluviale, l'exploitation extensive des zones humides est adaptée aux inondations fréquentes et permet le développement d'une végétation différenciée. Les surfaces agricoles exploitées intensivement se trouvent en terrain non inondable.

Des études agricoles proposent des mesures de gestion concrètes adaptées à la biodiversité tout en garantissant la rentabilité économique des terrains. Peuvent être envisagés notamment :

- le pâturage extensif par des races rustiques de bovins (Highlands, Galloways, etc.),
- le fauchage des roselières et leur valorisation énergétique (bio-méthanisation),
- le fauchage des prés humides pour la production de fourrage (pour bovins ou chevaux),
- la commercialisation et la distribution régionale des produits issus de l'agriculture extensive.



Les Highlands, ici dans une prairie humide à Perlé, sont des races bovines rustiques adaptées aux conditions des zones humides.

Les Galloways dans les prairies humides longeant le lit restauré de la Syre à Mensdorf.



Chaque type d'exploitation extensive favorise certaines communautés végétales. La gestion traditionnelle (fauche, pâturage extensif, etc.) contribue à créer une mosaïque d'habitats riches et diversifiés. Par contre, les pâturages exploités de façon intensive, c'est-à-dire fertilisés et à forte concentration de bétail, entraînent un appauvrissement des espèces végétales et faunistiques.

Prairie humide en pâturage extensif dans les Vosges du Nord, avec présence d'iris des marais (*Iris pseudacurus*) en fleurs, non broutés. Dans une prairie pâturée sans excès, les bovins (ici les Highlands, visibles en arrière-plan) délaissent certaines zones au profit d'autres et il se crée une alternance de zones où l'herbe est rase ou haute.

Le pâturage extensif favorise donc la biodiversité en préservant des niches écologiques diverses et est encouragé par l'Administration des Eaux et Forêts.



3 - Les possibilités d'aménagement en zones humides

Tant en milieu rural qu'en milieu urbain, il existe des alternatives à certains aménagements qui sont jugés comme étant dommageables s'ils sont exécutés dans les zones humides.

L'Administration des Eaux et Forêts propose, dès que cela est possible, des approches différentes qui ont déjà été appliquées avec succès au Luxembourg ou à l'étranger ou formule des recommandations pour une exécution soucieuse du respect du milieu naturel.

AMENAGEMENTS TECHNIQUES PROPOSES EN ZONES HUMIDES	SOLUTIONS NATURELLES ALTERNATIVES – RECOMMANDATIONS
Drainage en milieu rural pour accroître les terres exploitées par l'agriculture intensive	- Gestion extensive des zones à caractère humide (contrats agro-environnementaux) - En cas d'autorisation, prévoir la création d'un nouveau biotope compensatoire - Veiller aux drainages clandestins
Drainage en milieu urbain pour constructions	- Bassin de rétention naturel - Constructions sur pilotis
Remplacement des berges par des murs bétonnés	Construction en maçonnerie sèche, pierres naturelles ou blocs rocheux
Ouvrages hydrauliques (réfection, construction)	- Respecter les caractéristiques naturelles du cours d'eau - Toujours envisager une renaturation potentielle future du site et les contraintes techniques éventuellement associées
Prélèvements d'eau	- Réguler les prélèvements de manière à ce que le lit d'été ne soit jamais à sec - Veiller aux prélèvements clandestins
Exutoires de réseaux locaux et autres canalisations souterraines	- Veiller à ce que les exutoires soient situés au-dessus du niveau du lit naturel de la rivière - Toujours envisager une renaturation potentielle future du site et les contraintes techniques liées au rehaussement du fond du lit en particulier
Mesures anti-crues par endiguement	Proposition obligatoire de mesures compensatoires
Reboisement après enlèvement de résineux en fond de vallée	Encourager des formes de végétation de valeur écologique supérieure au lieu du reboisement

3.1. Recours au drainage en milieu rural

Le drainage a souvent été utilisé pour permettre une exploitation agricole intensive des terrains plus humides longeant les cours d'eau. Toutefois, cette pratique est à éviter car elle risque d'assécher et de détruire des habitats humides potentiels ou existants. Une attention particulière est également à accorder à l'existence éventuelle de drainages clandestins.

En milieu rural, l'exploitation extensive doit être envisagée comme alternative à l'extension ou à l'intensification de l'agriculture en zone humide. En effet, une zone gérée de manière extensive préserve la faune et la flore typiques des paysages traditionnels, et ce sans préjudice pour les exploitants qui peuvent bénéficier de contrats agro-environnementaux.

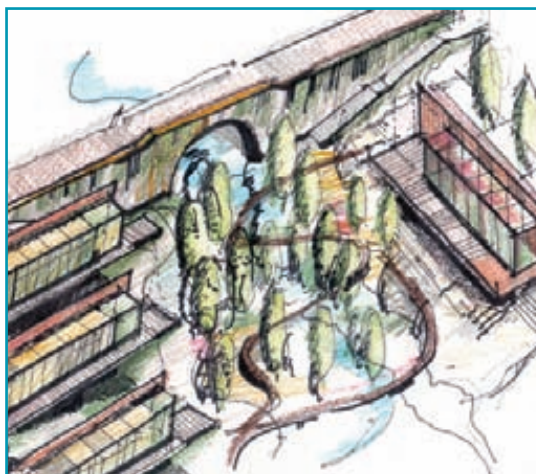
3.2. Aménagements en milieu urbain

Même en milieu urbain, la conservation des habitats humides est possible, les zones humides pouvant s'intégrer harmonieusement dans les aménagements urbains. Toutefois, une concertation avec les différents acteurs est nécessaire pour trouver un consensus.

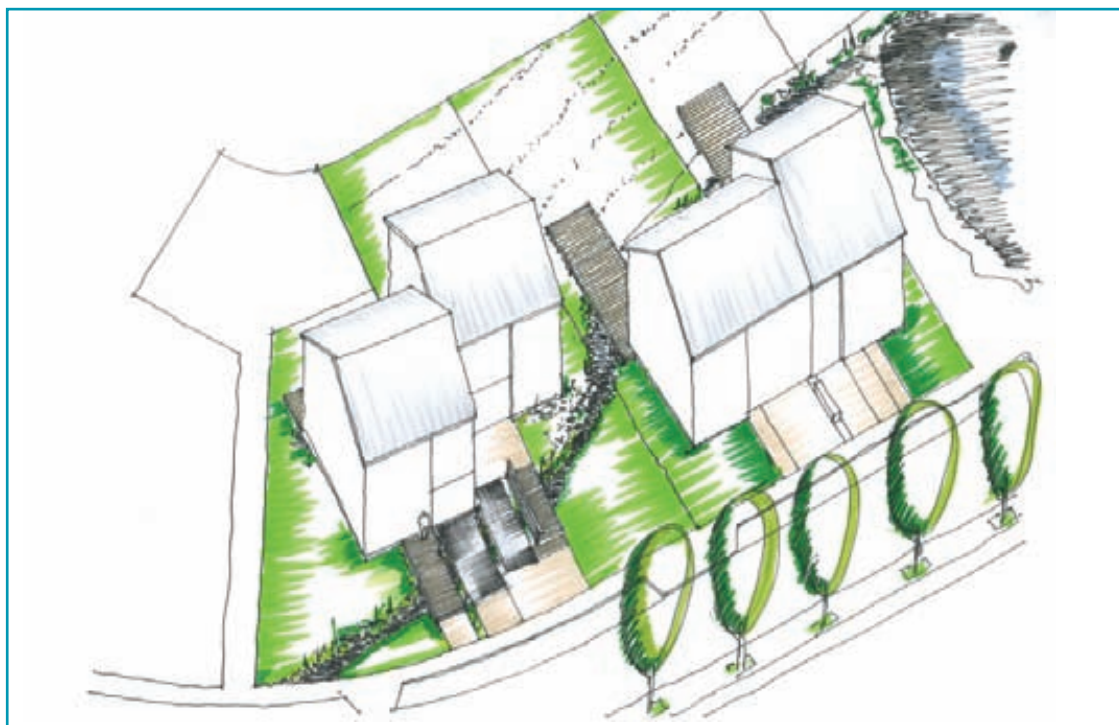


Exemple d'aménagement en Suisse : bassin de rétention réalisé à proximité des habitations et conçu comme une dépression naturelle de terrain. Les photographies ont été prises par temps sec (à gauche) et après une forte pluie (à droite).

V - Le rôle des administrations étatiques dans la gestion et la préservation des habitats humides



Cette proposition d'aménagement urbain à Roodt-sur-Syre offre un consensus entre les besoins de développement urbanistique et les intérêts de la conservation de la nature ainsi que de la lutte contre les inondations. Les bâtiments sont disposés aux bords de la future plaine alluviale. Les zones plus fréquemment inondées serviront à l'aménagement de parkings écologiques, de sentiers sur pilotis, etc., qui supportent une inondation temporaire.



Proposition d'intégration écologique d'un ruisseau dans le lotissement « An der Kiel » à Kleinbettingen. Les bâtiments sont accessibles par des passerelles sur pilotis qui enjambent le ruisseau.

En milieu urbain, les berges sont souvent remplacées par des murs. Il est alors recommandé de réaliser ces murs en maçonnerie sèche, pierres naturelles ou blocs rocheux (en fonction de la hauteur du mur).

Ils forment ainsi une transition douce entre le cours d'eau et le milieu urbain et contribuent à l'esthétique du paysage. Dans les versants exposés au soleil, ils peuvent abriter des éléments de la flore et de la faune thermophiles. Sur les sites ombragés et frais, ils se couvrent parfois de colonies de fougères rares et peuvent constituer un habitat pour des espèces qui, dans la nature, vivent sur des stations rocheuses.

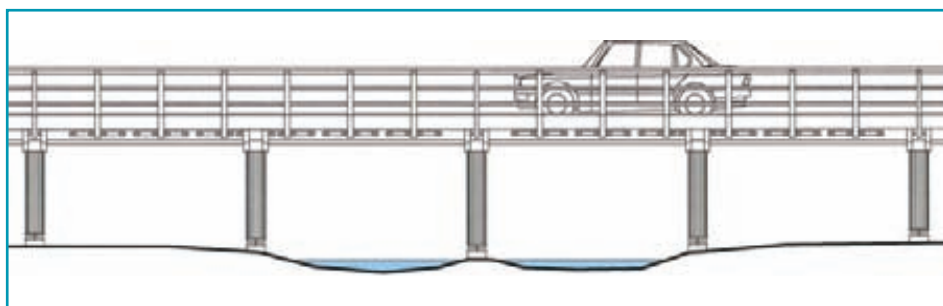
Les constructions en maçonnerie sèche (ici à Ehnén) permettent le développement d'une flore riche et hautement spécifique (rive droite), intégrant le mur dans le paysage. Les rives bétonnées n'offrent que peu d'opportunités à l'implantation de végétaux (rive gauche).



3.3. Ouvrages hydrauliques

L'existence de vieux ouvrages hydrauliques (ponts, passages souterrains, etc.) avec des sections d'écoulement étroites et profondes rend le réaménagement d'un cours d'eau très coûteux dans la mesure où ces ouvrages doivent être modifiés.

Il faut donc veiller à ce que les projets de rénovation ou de construction d'ouvrages hydrauliques respectent les principes de la renaturation des cours d'eau (longueur minimale, section d'écoulement plus large et moins profonde).



Possibilité d'aménagement d'un pont sur le Roeserbann évitant un remblayage dans la plaine alluviale.



Aménagement d'un pont sur pilotis sur la Chiers qui s'adapte écologiquement et hydrauliquement au milieu humide.



Passerelle en bois à Mondorf enjambant la rivière. Photo prise avant 1895.

3.4. Prélèvements d'eau

Il est particulièrement important que le lit d'été d'une rivière ne soit jamais à sec car, par définition, il correspond à la partie du lit qui reste couverte d'eau même pendant la plus grande période de sécheresse qu'il soit (à moins qu'il ne s'agisse d'un cours d'eau à écoulement intermittent, ce qui n'est pas le cas pour les grands ruisseaux).

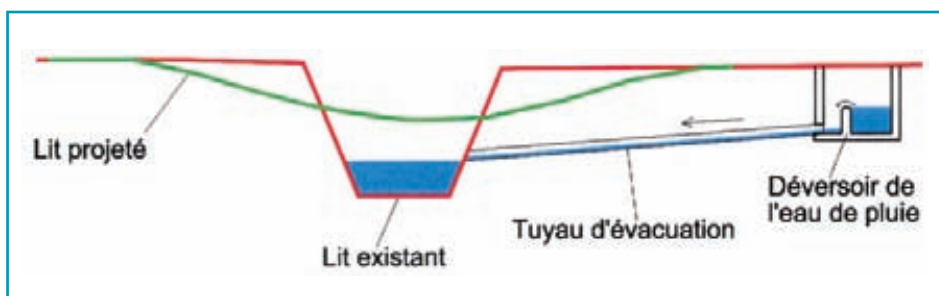
Si un dessèchement se produit, il doit donc être provoqué par une intervention humaine et est alors qualifié de destruction ou de réduction de biotope. Tout prélèvement d'eau doit donc être soumis à autorisation et doit cesser lorsque la dégradation du biotope du lit d'été commence à se manifester.

3.5. Emplacement des collecteurs et exutoires des canalisations souterraines

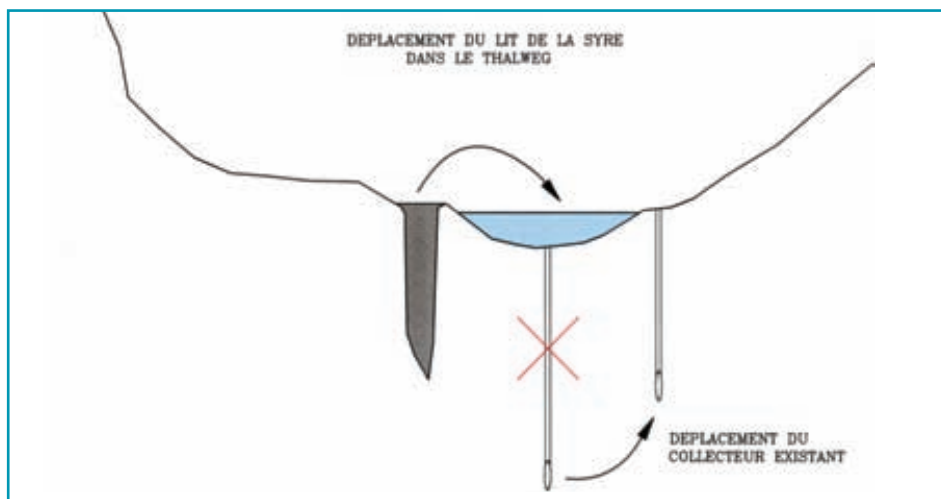
Lors du déversement des réseaux locaux ou d'autres canalisations souterraines dans un cours d'eau, il faut veiller à ce que les exutoires ne soient pas disposés à un niveau trop bas sur les berges du cours d'eau existant. La pose à un niveau inférieur à celui du terrain naturel rend difficile ou même impossible un rehaussement ultérieur du fond du lit.

Lors de l'aménagement de nouveaux exutoires, il faudra veiller à les poser plus haut, c'est-à-dire au niveau du fond du lit projeté (original).

Dans cet exemple, le niveau de l'exutoire du tuyau d'évacuation est trop bas par rapport au lit projeté dans le cadre du projet de restauration des habitats humides.



De la même manière, le rehaussement du fond du lit et la restitution du tracé originel d'un cours d'eau peuvent être rendus plus difficiles par la présence de collecteurs (avec chambres de visite, Schacht) dans le thalweg.



Déplacement du collecteur (avec chambre de visite) hors du thalweg de la Syre.

3.6. Mesures anti-crues assorties de mesures compensatoires

Malgré ses effets négatifs (perte de volume de rétention, augmentation du débit, accélération de l'écoulement), l'endiguement fait souvent partie des mesures anti-crues proposées.

Il convient alors de vérifier d'abord si les zones à protéger (par exemple en milieu urbain) justifient une mesure tellement artificielle et s'il s'agit de la seule alternative envisageable (par exemple en cas d'impossibilité de diminuer le débit par une réactivation de la rétention en amont, d'élargir le lit, d'aménager un bras supplémentaire, etc.).

Si l'endiguement s'avère être la seule mesure appropriée, il est alors indispensable de veiller à ce que l'aménagement soit accompagné de mesures compensatoires (telles qu'une renaturation en aval ou en amont du tronçon concerné) pour garantir un régime d'écoulement inchangé vers l'aval.

3.7. Sylviculture

En l'absence de gestion des zones humides, la végétation va très vite évoluer vers la forêt alluviale. L'alternative serait d'exploiter cette matière première qu'est le bois.

En matière de sylviculture, les forêts alluviales présentent des typologies variées :

- la forêt à bois tendre possède généralement un intérêt faible, si ce n'est local (autrefois bois de chauffage),
- la forêt à bois dur peut être très productive et riche en essences nobles. Elle est souvent peu valorisée, sans doute par manque de culture sylvicole des propriétaires. L'exploitation se limite alors à des coupes rases ou à des plantations de peupliers.

Le boisement au moyen de culture de résineux requiert une attention particulière. La plantation des résineux est en effet interdite à moins de trente mètres du bord du cours d'eau. Par ailleurs, l'enlèvement des peuplements existants de résineux dans les fonds des vallées est soutenu par l'Administration des Eaux et Forêts.

Ces cultures de résineux peuvent être enlevées sans boisement compensatoire, à condition qu'elles soient remplacées par des formes de végétation de valeur écologique supérieure. L'autorisation pour le défrichement sans obligation de boisement compensatoire doit ainsi être assortie de conditions définissant de manière précise les modalités d'exécution de la « création d'un autre biotope ou habitat approprié ».

Cette approche se justifie non seulement d'un point de vue biologique mais également compte tenu du fait que ces sites faisaient partie du paysage ouvert pendant des siècles.

3.8. Valeur économique des habitats humides

Alors que la valeur écologique, environnementale et récréative des milieux humides apparaît comme étant évidente, leur valeur économique est souvent peu appréciée étant donné qu'ils fournissent gratuitement ou à des prix très faibles la plupart de leurs avantages à la société.

La valeur économique peut cependant se mesurer par le coût de remplacement d'une des fonctions du milieu humide : pour la fonction de filtration de l'eau par exemple par le coût d'aménagement d'une bande tampon ou de construction d'une station d'épuration. Dans la même logique, la valeur économique de la fonction de stockage des eaux en période de crues peut se mesurer par le coût de construction d'un bassin de retenue.

4 - Découvrir les habitats humides

L'ouverture de nouveaux milieux naturels accessibles par des sentiers sur pilotis permet au public de découvrir la nature très riche des habitats humides. La restauration des zones humides peut s'accompagner de la mise en place de sentiers didactiques pour une approche plus pédagogique et pour sensibiliser la population.



L'Alzette à Schifflange : les huttes d'observation permettent au public d'apprécier la nature sans déranger la faune.



Renaturation au « Brill » à Mamer : les sentiers sur pilotis rendent la zone humide accessible au public. Les sentiers sur pilotis sont particulièrement adaptés pour les aménagements en zone humide car ils respectent la dynamique de la rivière.

Des aires de détente ou de loisirs (pêche, navigation de plaisance, etc.) peuvent être intégrées dans les zones humides restaurées, en veillant toutefois à les éloigner des zones particulièrement sensibles et à ne pas porter atteinte à la faune et à la flore.



La réserve naturelle « Haff Réimech » offre aux visiteurs sa zone de récréation et de sports (à gauche) ainsi que la possibilité d'apprécier la flore et la faune protégées à partir de la hutte d'observation (à droite).

Documentation :

Administration des Eaux et Forêts
Administration de la Gestion de l'Eau
Administration des Ponts et Chaussées (Service Géologique)
Office National du Remembrement

Andrew Brookes, Channelized Rivers, Perspectives for Environmental Management, John Wiley & Sons Ltd, 1988
Bent Lauge Madsen, Danish Watercourses, Ten Years with the New Watercourse Act, Ministry of Environment and Energy Denmark, Danish Environmental Agency, 1995
Bernard Lachat, Guide de Protection des Berges de Cours d'Eau en Techniques Végétales, Ministère de l'Environnement, 1994, France
Jean-Gabriel Wasson, Jean-René Malavoi, Laurence Maridet, Yves Souchon, Léna Paulin, Impacts écologiques de la chenalisation des rivières, Cemagref, Epteau, Ministère de l'Environnement, 1995, France
Jean-Pierre Rebillard, le SEQ-PHYSIQUE, Agence de l'Eau Adour-Garonne N°81 HIVER 2001
Carlo Hemmer, Le Luxembourg et ses eaux, 1939, Editions Feller Frères, Luxembourg
Charles Bernhoeft, carte postale de Hesperange, 1899, Luxembourg
François Bové (ingénieur-chimiste), Mesures proposées pour la correction de l'Alzette, 1950
Gilles Weber, Hellëf fir d'Natur, Luxembourg
Patric Lorgé, Hellëf fir d'Natur, Luxembourg
Norbert Quintus, Musée de la Vie Rurale, Peppange
Françoise Rollinger, LNVL, Pétange
ERZ Entsorgung + Recycling, Zürich
Rolf-Jürgen Gebler, Entwicklung naturnaher Bäche und Flüsse, Verlag Wasser + Umwelt, 2005
Marcel Heuertz, Conservateur du Musée d'Histoire Naturelle

Bureau d'études Micha Bunusevac, Bertrange

Novembre 2007



Pour une nouvelle qualité de vie