

LE RÔLE DES FORÊTS DANS LA LUTTE CONTRE LES INONDATIONS

par Denhaerynck Gaëlle¹, Herbaut Jérôme² et Michaux Caroline³

1. Chargée de mission Inondations au Contrat de Rivière Sambre

2. Chargé de mission Inondations au Contrat de Rivière Dyle-Gette

3. Chargée de mission Inondations au Contrat de Rivière Lesse

En 2018, une première collaboration entre les Contrats de Rivière de Wallonie et *Silva Belgica* avait permis de mettre en lumière les multiples rôles de la ripisylve (forêts bordant les cours d'eau), en insistant notamment sur ses fonctions écologiques, paysagères et hydrologiques¹. Une partie de l'article abordait déjà la question des inondations, en soulignant les interactions entre les forêts riveraines, les dynamiques fluviales ou encore l'érosion. Cette nouvelle contribution s'inscrit dans la continuité du précédent travail tout en recentrant entièrement la focale sur la thématique des inondations. Cet article vise à actualiser les connaissances, tant sur les fondements scientifiques que sur les évolutions législatives récentes et propose des pistes concrètes pour une gestion forestière adaptée aux enjeux hydrologiques actuels. Dans cet article sont abordés le cycle de l'eau, et plus particulièrement, le cycle de « l'eau verte », la gestion durable du sol et de l'eau, la gestion des produits de coupe, les perspectives, notamment relatives au castor, les aides disponibles et la législation en vigueur pour les gestionnaires des milieux forestiers.

Table de matières

Forêts et cycle de l'eau	2
Sols et inondations	5
Caractériser le sol de sa parcelle	5
Caractériser le risque de sa parcelle	10
Impacts de l'exploitation	11
Compaction, ruissellement et érosion	11
Adapter sa parcelle forestière	12
Limiter la compaction, l'érosion et le ruissellement	12
Le bois flottant et les embâcles	16
Origine du bois flottant	16
Gestion du bois flottant et de la ripisylve	17
Perspectives	
Impact de la nature des peuplements	19
Les inondations et le castor	20
Les aides disponibles	22
Conclusion	23
Annexe : Législation	24
Bibliographie	25

1. La ripisylve, Intérêts et particularités, travaux, gestion. Olivier Collette, Thomas Davreux, Christophe Bauffe, David Dancart et Simon-Pierre Dumont, *Silva Belgica* 1/2018.

RésuméSamenvatting**FORÊTS ET CYCLE DE L'EAU**

La canopée forestière intercepte une partie des précipitations et modère leur impact au sol, diminuant l'érosion et l'afflux de sédiments vers les cours d'eau. L'eau ainsi captée retourne en partie dans l'atmosphère par évaporation, à laquelle s'ajoute la transpiration des feuilles des arbres et autres végétaux. L'évapotranspiration désigne le processus global par lequel l'eau est transférée de la surface terrestre vers l'atmosphère, à la fois par évaporation et par transpiration.

Ces processus participent au cycle de « l'eau verte », (Figure 1). Bien qu'invisible, cette composante représente environ 60 % des précipitations, contre 40 % pour le cy-

cle de « l'eau bleue », celle retrouvée dans les rivières, les lacs et les nappes phréatiques. Les bienfaits de « l'eau verte » sont multiples : production de biomasse, création de microclimats, refroidissement de l'atmosphère et recyclage des précipitations. La biomasse agit comme une éponge, jouant un rôle de tampon qui limite le ruissellement, réduit l'érosion et contribue à équilibrer le débit des rivières. Ce rôle tampon est essentiel pour modérer les risques d'inondation.

Les systèmes racinaires des arbres contribuent à la filtration et à l'amélioration de la qualité de l'eau. De plus, les sols forestiers, riches en matière organique, présentent une capacité d'infiltration plus élevée que les

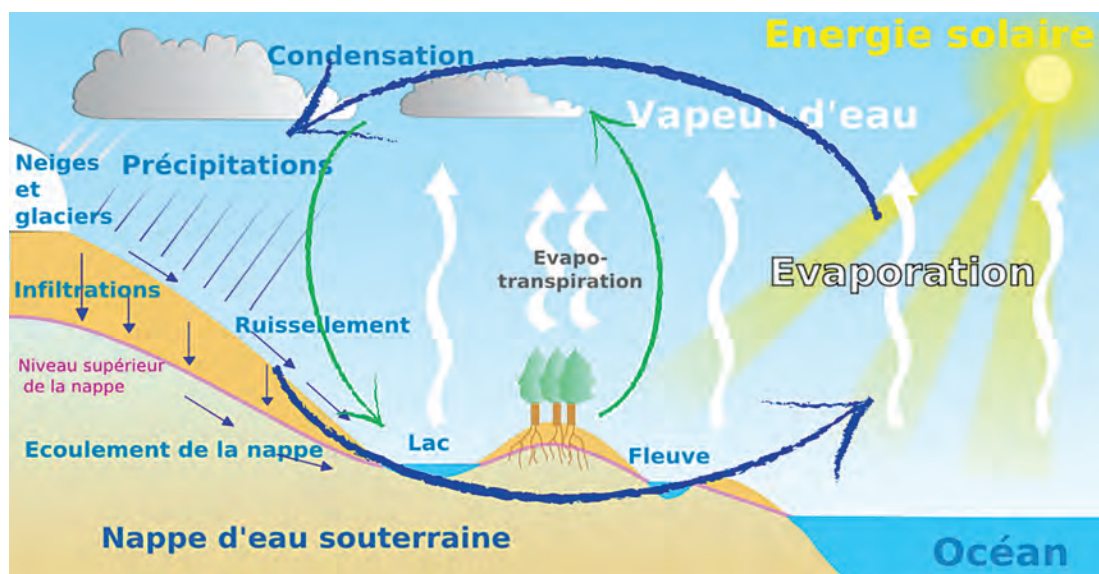


Figure 1 : Cycle de l'eau bleue et de l'eau verte. D'après Simon Ricard « Hydrologie régénérative », le 26 novembre 2024.



Figure 2 : Systèmes racinaires d'aulnes en bordure de cours d'eau.
© Contrat de Rivière
Dyle-Gette, 2024.

sols non boisés. Ils absorbent davantage d'eau ce qui permet de limiter les pics de crue, de réduire le ruissellement et de libérer progressivement l'eau vers les nappes phréatiques et les cours d'eau. La présence de litière et de bois mort en surface accentue encore cette capacité de rétention, en ralentissant l'écoulement de l'eau et en favorisant son infiltration.

Enfin, au-delà de leur influence sur les volumes d'eau, en aval, les forêts riveraines jouent un rôle essentiel dans la stabilisation physique des cours d'eau. Leurs systèmes racinaires renforcent la cohésion des sols le long des berges (Figure 2), limitant ainsi leur érosion lors des crues. Cette stabilisation contribue à préserver les qualités hydromorphologiques des cours d'eau en maintenant la forme naturelle des rivières et les habitats associés, au bénéfice de la biodiversité. De plus, les forêts riveraines protègent également les terres agricoles et limitent l'afflux de sédiments dans le cours d'eau qui en trop grande quantité peuvent asphyxier les milieux aquatiques.

Globalement, le cycle de l'eau est en déséquilibre entre l'apport en eau (souvent sous forme de précipitations intenses ou prolongées) et la capacité des milieux à la stocker, à l'infiltrer ou à l'évacuer. Lorsqu'une pluie excède temporairement la capacité d'absorption des sols, l'eau ruisselle en surface et vient gonfler le débit des cours d'eau. Lorsque ce débit devient trop important, le cours d'eau déborde, entre en phase de crue, et peut provoquer une inondation dans une zone à risque. Ce phénomène naturel est exacerbé aujourd'hui par différents facteurs qui déséquilibrent le cycle de l'eau, notamment l'urbanisation croissante, l'agriculture intensive, l'imperméabilisation des sols et la suppression des zones tampons naturelles, comme par exemple, les milieux forestiers. À cela s'ajoute une évolution préoccupante du régime des précipitations liée aux changements climatiques. En

effet, il est notamment observé une augmentation de la fréquence et de l'intensité des pluies extrêmes et des périodes de sécheresse. La disparité des précipitations entre les périodes estivale et hivernale s'intensifiant, les événements de crues sont plus violents, plus soudains et plus difficiles à anticiper.

Dans ce contexte, la capacité des forêts à stocker et à redistribuer l'eau joue un rôle majeur dans les stratégies de résilience des territoires face aux inondations. En effet, un rapport publié en 2015 par l'Agence Européenne de l'Environnement a démontré que lorsque le couvert forestier dépasse environ les 30 % de la surface d'un bassin versant, la forêt influence les conditions de ruissellement en toutes saisons. Chaque augmentation de 10 % du couvert forestier entraîne une diminution de 2 à 5 % du ruissellement et accroît donc la rétention de l'eau.

Les forêts remplissent de multiples fonctions cruciales dans la gestion de l'eau. Outre leur rôle de purification, elles interceptent, stockent et rejettent dans l'atmosphère des quantités d'eau considérables ce qui atténue les risques d'inondations et leurs effets.

SOLS ET INONDATIONS

Avant tout, la première composante à prendre en considération est le rôle du sol face aux inondations. Le sol a toute son importance dans la gestion d'une parcelle forestière. Il est intimement lié au cycle de l'eau, il permet l'infiltration, la rétention et le stockage de l'eau. Il est donc important de maintenir un sol sain car la régulation de l'eau fait partie de ses nombreuses fonctions écosystémiques. Connaître son sol est primordial afin d'adapter au mieux sa gestion forestière, notamment en termes d'exploitation.

CARACTÉRISER LE SOL DE SA PARCELLE

Un sol se forme au fil du temps (minimum un siècle) par l'altération de la roche-mère (horizon R) due à des phénomènes biologiques, chimiques et géologiques. Il se divise en couches, appelées horizons. Toutes les couches ne sont pas présentes dans tous les sols. Les horizons O à B sont les plus importants pour la biodiversité (Figure 3) et in fine, pour le maintien d'un sol sain.

Un sol se compose donc de matière minérale et organique, d'eau, d'air et des organismes y vivant. Ces paramètres biotiques et abiotiques permettent au sol de remplir des fonctions écosystémiques d'approvisionnement (cycle géochimique, croissance des végétaux, cycle des nutriments, etc.), de régulation (maintien des communautés biologiques, décomposition, qualité et quantité d'eau, climat, maladies, parasites, etc.), de supports (physique et habitat) et culturelles (patrimoine, etc.). Cependant, les fonctions écosystémiques du sol dépendent de ses caractéristiques qui sont elles-mêmes influencées par la nature de la roche-mère. Cette dernière détermine la texture du sol et dans une moindre mesure la structure du sol, qui est aussi très influencée par l'activité biologique (vers de terre, racines, champignons), la matière organique et l'humidité. La biodiversité du sol est aussi à mettre en corrélation avec la nature de la roche-mère (caractère acide ou basique du sol). Ces trois caractéristiques sont interconnectées entres-elles et fondamentales pour la vie du sol.

Il est important d'identifier la texture de son sol afin de connaître son degré de sensibilité à la compaction (tableau 1 page suivante) et à l'érosion (tableau 2 page suivante). Évaluer la texture vise à estimer globalement la composition granulométrique d'un échantillon de sol, c'est-à-dire la proportion des trois classes texturales (argiles, limons et sables) grâce à des sensations tactiles (pétrissage entre les doigts) et des tests simples, comme les tests du boudin ou du bocal.

L'évaluation de la texture peut être effectuée sur des carottes de sol prélevées à l'aide d'une tarière pédologique en plusieurs points répartis dans la parcelle, après enlèvement des couches holorganiques (humus). En chaque point, les carottes sont prélevées à différentes profondeurs pour appréhender l'évolution possible de la texture et notamment les changements abrupts. Les échantillons peuvent aussi être obtenus à partir de mini-fosses.

Le test du boudin consiste en la formation avec chaque échantillon de sol d'un boudin d'environ 1-2 cm de diamètre et de 7-10 cm de long, et, si celui-ci a pu être réalisé, de joindre ses extrémités pour former un anneau (figure 4 page suivante).

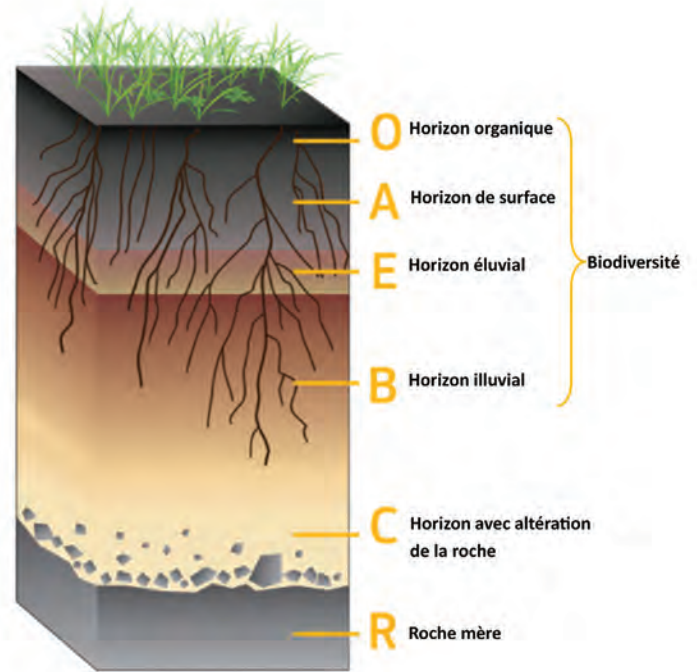
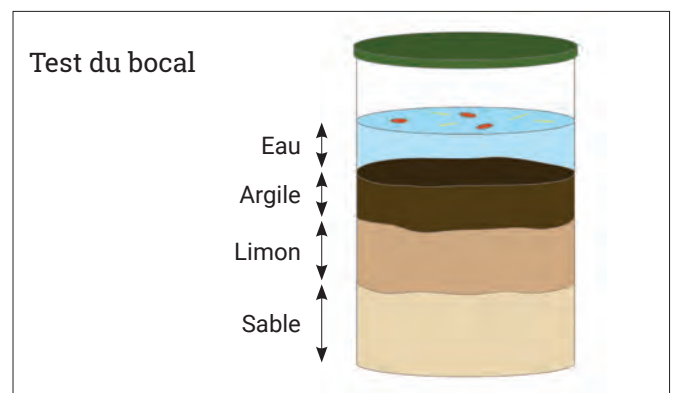


Figure 3 : Représentation schématique d'un profil de sol. La couche O contient la matière organique non saturée en eau et contient peu de matière minérale. L'horizon A est la couche supérieure du sol, riche en matières minérale et organique, présentant une activité accrue des organismes du sol. Modifié d'après Orgiazzi et al., 2016.

Le test du bocal permet d'affiner les résultats obtenus par le test du boudin. L'échantillon de terre est déposé sans le tasser dans un bocal. Remplir le bocal d'eau et le secouer afin de séparer les composants du sol. Ensuite, il faut laisser reposer le bocal de 24 à 48 h afin de pouvoir observer les différents composants granulométriques de sol et de mesurer l'épaisseur des couches réparties dans le bocal : $\text{pourcentage du composant} = (\text{Épaisseur de la couche d'intérêt (cm)} / \text{Épaisseur totale (cm)}) \times 100$.



Ensuite, il faut reporter les résultats obtenus dans le triangle de texture du sol afin d'identifier le type de sol (Figure 5 page suivante).



Figure 4 : Test du boudin.
D'après IQSW, 2025.

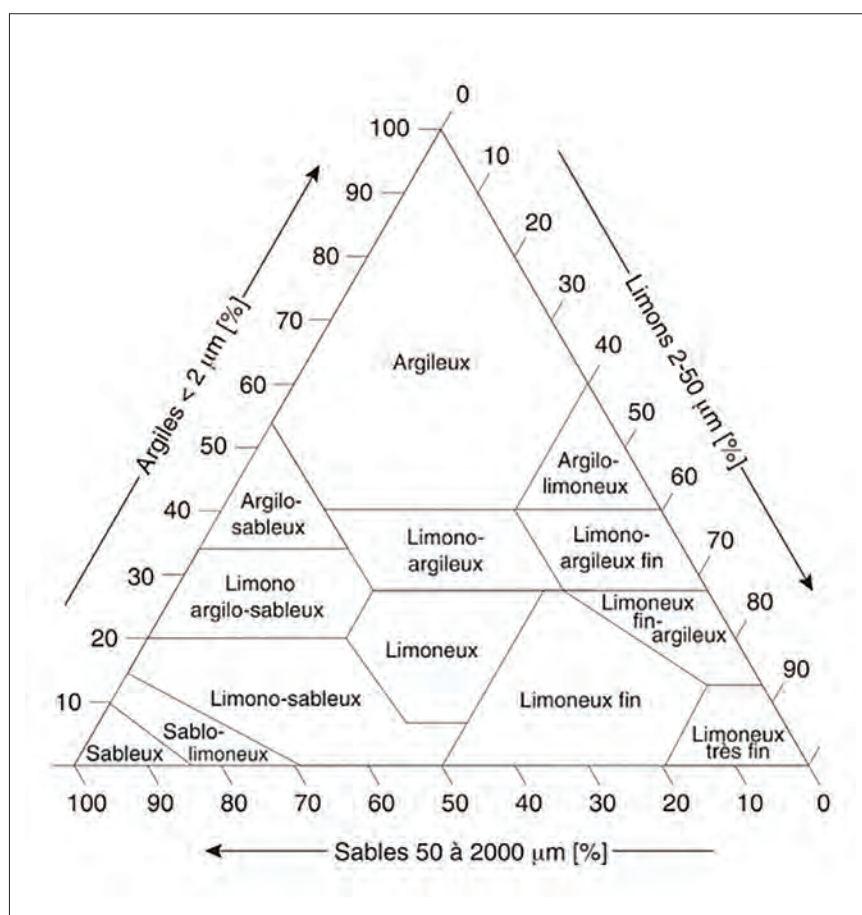


Figure 5 : Triangle de répartition sédimentaire. Modifié d'après Orgiazzi et al., 2016.

La structure d'un sol fait référence à la manière dont les particules de sol (sable, limon, argile, et matières organiques) se lient entre elles pour former des agrégats. Une bonne structure de sol permet un bon équilibre entre la rétention d'eau et le drainage, ainsi qu'une bonne circulation de l'air du sol (pores) ce qui est essentiel pour la santé des plantes et des microorganismes du sol (voir figure 6).

Plusieurs facteurs peuvent affecter la formation et l'évolution de la structure du sol, principalement la texture du sol, le type de matière organique, l'activité biologique, l'humidité.

La structure du sol est sensible aux pratiques de gestion. Le passage répété de machines lourdes peut réduire la porosité du sol et rendre sa structure plus compacte. Cela réduit la circulation de l'air et de l'eau dans le sol ce qui nuit à la croissance des racines, diminue la capacité de rétention en eau du sol et augmente sa sensibilité à l'érosion. Lorsqu'un sol est tassé/compacté, les pores ne remplissent plus leurs fonctions : l'eau ruisselle sur le sol ce qui entraîne, in fine, la perte de ses fonctions écosystémiques.

La biodiversité du sol joue un rôle conséquent dans le maintien des fonctions écosystémiques du sol. En effet, elle permet d'aérer le sol, de mélanger les horizons, de stocker du carbone, d'accumuler et de dégrader la matière organique. Elle joue donc un rôle fon-

damental dans la formation du sol. Les photos de la page suivante (Figure 7) comparent un profil de sol sain et donc vivant, où sont observées des galeries de vers de terre et le développement de la végétation, à un agrégat de sol totalement compacté où la vie ne se développe pas.

Tableau 1 : Diagnostiquer son sol et conseils d'exploitation. Synthèse de Pischedda et al., 2009

Type de sol	Praticabilité du sol	Sensibilité du sol au tassement (compaction)	Systèmes d'exploitation et précautions
Sols caillouteux (éléments grossiers) à sableux	Sols praticables toute l'année avec peu de précautions	Sols peu sensibles au tassement	Organiser la circulation des engins forestiers. Installer des cloisonnements. En sols pentus, laisser des rémanents afin de limiter l'érosion.
Sols argileux	Sols praticables toute l'année moyennant certaines précautions	Sols sensibles au tassement et praticables avec précautions	Organiser la circulation des engins forestiers et prendre des précautions lorsque le sol est humide. Installer des cloisonnements, les protéger par une couche de rémanents de 30 cm, utiliser des engins avec des pneus larges et réduire leur charge de moitié.
Sols limoneux ou sablo-limoneux et/ou saturés temporairement	Sols très sensibles et impraticables une partie de l'année	Sols sensibles à très sensibles au tassement et praticables avec précautions	Organiser la circulation des engins forestiers. Installer des cloisonnements, les protéger par une couche de rémanents de 30 cm, utiliser des engins avec des pneus larges et réduire leur charge de moitié. Limiter l'exploitation lorsque le sol est saturé en eau.
Sols tourbeux et/ou saturation permanente/sols hydromorphes	Sols très sensibles et impraticables toute l'année	Sols très sensibles au tassement	Pas d'exploitation conventionnelle.

Tableau 2 : Sensibilité à l'érosion et capacité de rétention en eau des sols.

Type de sol	Sensibilité à l'érosion	Perméabilité du sol	Explications
Sols sableux	Très faible	Haute	La cohésion des sols sableux est très faible en lien avec la taille des particules. Cependant, ce type de sols est peu sujet à l'érosion hydrique.
Sols limoneux	Moyenne à haute	Moyenne	La cohésion des sols limoneux est faible, les particules de sols sont facilement emportées par l'eau. Sols très sensibles à l'érosion.
Sols argileux	Faible	Peu perméable	La cohésion des sols argileux est forte et ces sols retiennent bien l'eau ce qui réduit le risque d'érosion.

Figure 6 : Assemblage des particules du sol avec les communautés biologiques. Modifié d'après Orgiazzi et al., 2016.

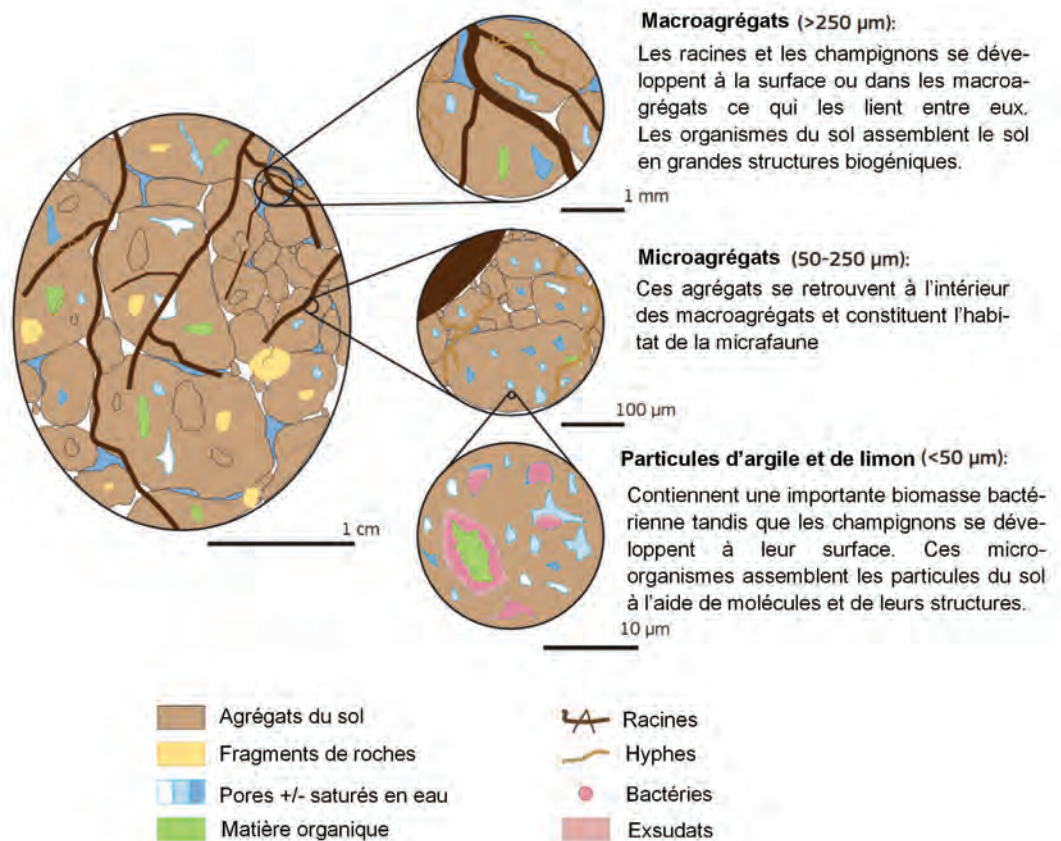




Figure 7 : Profil de sol sain (à gauche) et d'un agrégat de sol compacté (à droite)
 © Xavier Legrain – Université de Liège - © Sophie Bernard – Stagiaire au Contrat de Rivière Lesse.

CARACTÉRISER LE RISQUE DE SA PARCELLE

En plus de connaître son sol afin d'optimiser durablement sa gestion, il est important de consulter la cartographie disponible sur l'outil WalOnMap (<https://geoportail.wallonie.be/home.html>). Cet outil permet d'identifier, entre autres, les risques d'inondations sur sa parcelle forestière par l'analyse des couches cartographiques de l'aléa d'inondation et de LIDAXES (axes de ruissellement). Une carte des sols est également disponible (carte numérique des sols de Wallonie).

Sur la figure ci-contre illustre la couche "LIDAXES" (axes de ruissellement) du Bois de Bande à Nassogne. Plus la couleur est foncée (orange < violet < rouge), plus l'axe de ruissellement draine une surface importante du bassin versant. À cette carte peut être ajoutée la couche des « variations possibles du tracé » (en jaune clair). Cette dernière permet d'identifier les différentes voies que l'eau peut emprunter (Figure 8).

IMPACTS DE L'EXPLOITATION

L'exploitation forestière peut engendrer des phénomènes de compaction et d'érosion des sols. La compaction est principalement influencée par la nature et la profondeur des horizons pédologiques, tandis que l'érosion dépend d'un ensemble de facteurs tels que le climat, la pente, la texture, la structure et la couverture du sol, ainsi que la position de la parcelle dans le bassin versant.

COMPACTION, RUISSELLEMENT ET ÉROSION

La compaction des sols est causée par le poids et le passage répété des engins d'exploitation qui entraînent une modification de la structure du sol ce qui affecte la stabilité du peuplement et la productivité du sol. La compaction diminue la porosité du sol ce qui limite la croissance des racines, diminue les volumes d'eau et d'air circulant dans les pores du sol. Il en découle une asphyxie du sol et des organismes dépendant de ce dernier. In fine, l'eau érode davantage le sol et c'est la gestion forestière de la parcelle qui est mise en péril. De surcroît, un sol compacté le reste pendant plusieurs dizaines d'années, voire davantage et se marque dans les couches profondes du sol affectant son infiltration.

Le ruissellement de l'eau est un phénomène naturel qui ne présente pas de risque lorsqu'il est diffus. À l'inverse, si une grande quantité d'eau se concentre dans un axe (chemin, route, etc.), l'eau peut alors prendre énormément de vitesse et détruire sur son passage le sol, les infrastructures, etc. Le ruissellement peut se répercuter sur l'ensemble du bassin versant.

À titre d'exemple, le bois de Bande (commune de Nassogne) est traversé par de nombreux axes de ruissellement (Figure 8A). Sur certains chemins forestiers régulièrement empruntés par des engins d'exploitation, l'écoulement de l'eau creuse des ornières, parfois profondes (Figure 8B). Ce phénomène accentue l'érosion, rendant difficile l'accès et l'utilisation de certaines parcelles. Lors d'événements extrêmes (juillet 2021), certains chemins forestiers ont été effectivement détériorés ou détruits par les ruissellements concentrés (Figure 8C).

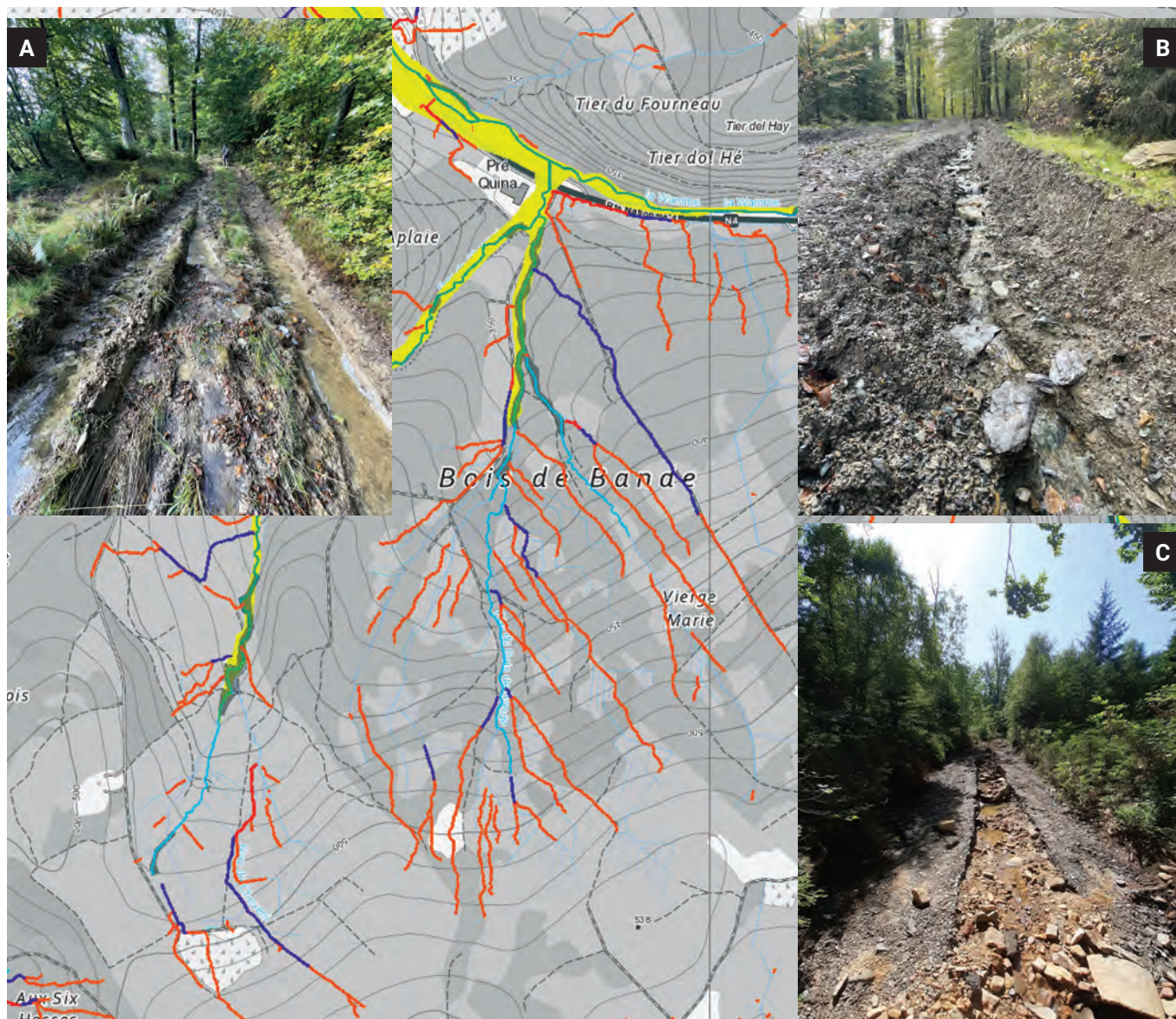


Figure 8 : Cartographie des axes de ruissellement au bois de Bande à Nassogne (l'aléa d'inondation est en jaune) et exemple de différentes problématiques liées au ruissellement de l'eau sur le sol.

© Géoportail de Wallonie (carte) et Adrien Schot et Contrat de Rivière Lesse (photos).

Le ruissellement peut également provoquer l'obstruction des puits en charriant des débris (branches, feuilles, pierres, déchets), susceptibles de former des embâcles et de perturber l'écoulement de l'eau.

L'érosion des sols impacte les horizons organiques et de surface des sols, essentiels au bon fonctionnement de ce dernier. Les éléments du sol sont arrachés et emportés, on observe alors des pertes de sol.

Sur la photo ci-dessous, au vu de l'importance des ravissements après un événement pluvieux important, l'agent DNF a réalisé des tranchées entre le chemin forestier et un ruisseau en contrebas, entraînant une augmentation du débit et de la hauteur d'eau de ce dernier, y apportant également une charge sédimentaire supplémentaire (Figure 9 page suivante). Bien que la réalisation de cette tranchée fût nécessaire sur le moment afin d'assurer la continuité de l'exploitation forestière, ce genre de solu-

tion s'oppose à la vision actuelle de la gestion de l'eau. En effet, l'eau de pluie doit être gérée là où elle tombe en préconisant sa rétention et son infiltration. Il est donc primordial de connaître son sol et d'anticiper les risques associés afin de développer une gestion durable du milieu forestier.

ADAPTER SA PARCELLE

FORESTIÈRE

LIMITER LA COMPACTION, L'ÉROSION ET LE RUISSELLEMENT

Pour limiter la compaction des sols et assurer leurs fonctions écosystémiques, il est impératif de réaliser des cloisonnements d'exploitation afin de concentrer les passages des véhicules sur ceux-ci.



Figure 9 : Dégradation du chemin forestier au bois de Bande à cause du ruissellement emportant les sédiments © Contrat de Rivière Lesse le 11 octobre 2024.

La période d'exploitation est également essentielle. Il faut absolument éviter de circuler sur les sols humides ou saturés en eau pendant les périodes de gel/dégel car à ce moment les sols sont particulièrement vulnérables.

L'utilisation du treuil pour le débardage devrait devenir monnaie courante afin d'éviter la circulation de machines hors des cloisonnements.

Le débardage à cheval est une solution non négligeable car elle affecte peu le milieu forestier (Figure 10). Cette technique ne demande pas de cloisonnement des parcelles forestières et elle peut se montrer, dans certains cas, plus compétitive d'un point de vue économique par rapport à l'utilisation des machines. Il est conseillé de recourir à l'utilisation du cheval lorsque les distances de débusquage sont inférieures à 70 m, pour un volume de bois d'au moins 25 m³ et en peuplement dense (nombre de tiges à l'hectare supérieures à 1.500). Cependant, le cheval est déconseillé sur une exploitation dont la pente est supérieure à 15%. Par ailleurs, les petites ébrancheuses sont à combiner avec le débardage car elles peuvent se faufiler aisément dans le peuplement et ont un impact moindre sur le sol contrairement aux engins conventionnels.

Il est aussi important de choisir l'engin forestier afin d'exploiter ses parcelles forestières tout en préservant le sol. Il est conseillé d'utiliser des engins avec de larges pneus, d'employer des tracks, de diminuer la pression des pneus, de réduire la charge ou d'utiliser un engin avec plus de pneus.

Pour rappel, la vision actuelle de la gestion de l'eau pluviale se fait à l'endroit où elle tombe, cela signifie que l'eau doit être stockée, infiltrée et ralentie le plus en amont possible du bassin versant. Voici quelques conseils de gestion en hydraulique douce, à réaliser en concertation avec le gestionnaire forestier afin d'améliorer la gestion de l'eau tout en favorisant les activités en milieu forestier.



Figure 10 : Débardage à cheval © Claire Brenu



Figure 11 : Piège à branche dans un fossé © Arnaud Dewez (SPW-ARNE GISER), le 27 mars 2024.

Tout d'abord, il est intéressant de créer ou de reprofiler les fossés en bordure de chemins forestiers, sujets à la circulation d'engins afin de guider et de faire circuler l'eau. Dans les fossés, des pièges à branches (Figure 11) peuvent être installés pour intercepter les débris amenés par l'eau. Ces dispositifs limitent aussi l'obstruction des pertuis en aval mais doivent être entretenus régulièrement.

Dans le but de limiter la détérioration des chemins forestiers par le ruissellement de l'eau et de guider l'eau vers les fossés, la mise en place de filets d'eau de type rigole, de filets d'eau de type bordure ou de filets d'eau de type

rail (revers d'eau) sont pertinents à placer (Figure 12). Cependant, il est conseillé de privilégier des filets d'eau de type bordure qui demandent un entretien moins régulier que les deux autres dispositifs.

Il est aussi intéressant d'utiliser le relief du paysage afin de stocker l'eau en créant des mares temporaires là où le contexte le permet (Figure 13 page suivante).

Enfin, il est conseillé de placer une grille anti-embâcle devant les pertuis afin de limiter leur obstruction (Figure 14 page suivante). Ces protections existent avec des grilles obliques ou des grilles verticales. Les grilles obliques



Figure 12 : A gauche, filet d'eau de type rigole © Contrat de Rivière Lesse, le 20 janvier 2025 au bois de Bande - Nassogne. Au centre, filet d'eau de type bordure © Contrat de Rivière, le 12 mars 2025 à Roy - Nassogne. A droite, filet d'eau de type rail © Contrat de Rivière Dyle-Gette au Bois de Lauzelle à Ottignies-Louvain-la-Neuve, 2024



Figure 13 : Mare temporaire dans une dépression du paysage accumulant l'eau
© Contrat de Rivière Dyle-Gette au Bois de Lauzelle - Ottignies-Louvain-la-Neuve, 2024



Figure 14 : Grille anti-embâcles disposée devant un pertuis. © Contrat de Rivière Lesse le 11 octobre 2024 au bois de Bande - Nassogne.

ont l'avantage de s'obstruer moins rapidement mais nécessitent un entretien manuel, tandis que les secondes demandent un entretien régulier qui peut se réaliser à l'aide d'une mini-pelle.

Il est important de retenir que le bon fonctionnement de ces différents aménagements nécessite un entretien régulier. Cela signifie qu'il faut nettoyer les dispositifs avant et après un événement pluvieux afin d'assurer les fonctions de ces aménagements.

LE BOIS FLOTTANT ET LES EMBÂCLES

Les débordements des cours d'eau peuvent également charrier du bois flottant, susceptible de former des embâcles. En effet, si les forêts riveraines apportent de nombreux bénéfices en matière de gestion hydrologique, elles peuvent également contribuer à des situations complexes. En particulier, le bois flottant qu'elles génèrent représente à la fois une opportunité de gestion écologique et un risque d'obstruction hydraulique (Tableau 3). Dans tous les cas, ces situations requièrent une analyse contextuelle, au cas par cas.

ORIGINE DU BOIS FLOTTANT

Les retours d'expérience menés après des crues importantes ont pu mettre en évidence les principales sources de bois flottant : l'érosion des berges et des bancs végétalisés en rivière, les glissements de terrain et le transfert du bois flottant des affluents vers le lit principal des cours d'eau. Ces apports sont donc liés à des processus géomorphologiques d'érosion et deviennent massifs lors des crues les plus morphogènes, c'est-à-dire celles qui modifient en profondeur le corridor fluvial en mobilisant d'importants volumes de sédiments. Dans ce contexte, et contrairement à une croyance assez répandue, la grande majorité du bois flottant provient en

Tableau 3 : risques et opportunités du bois flottant lors d'une crue ou une inondation.

Risques	Opportunités
Transport et accumulation contre des ouvrages (pont, pertuis) entraînant la formation d'embâcles qui peuvent : - empêcher et modifier l'écoulement du flux hydraulique entraînant des inondations et de l'érosion de berges ; - détériorer la structure des ouvrages.	- Diversification des faciès de l'écoulement de l'eau, favorable à la biodiversité aquatique. - L'ancrage du bois flottant dans le fond ou dans l'extrados d'un méandre stabilise le lit mineur en ralentissant l'écoulement de l'eau ce qui limite l'érosion. - Limitation de la violence des crues en aval lorsque des embâcles entraînent des débordements dans des zones en amont peu sensibles.

réalité de bois vivant arraché et entraîné par les flots à la suite de l'affouillement des racines, et non de bois mort déjà présent dans les cours d'eau. Les proportions varient entre les sites et les événements mais la tendance a pu être confirmée par plusieurs études, notamment en Suisse et en France.

Il est donc primordial de gérer les ripisylves raisonnablement (essences au système racinaire adapté à ce type de milieu) afin de limiter l'arrachement de bois vivant, de limiter l'apport supplémentaire de bois, notamment de coupe (voir point suivant) et d'entretenir ces aménagements en amont (drains, fossés, etc.).

GESTION DU BOIS FLOTTANT ET DE LA RIPISYLVE

Il existe plusieurs techniques pour gérer le bois flottant en milieu aquatique. Traditionnellement, la gestion du bois en rivière repose sur leur retrait systématique ou le billonnage des éléments flottants. Toutefois, cette approche présente des limites et des inconvénients notables, notamment en matière de coûts et d'impact écologique (mobilisation d'équipes et d'engins, accès parfois difficile, compaction du sol par les machines, érosion du sol, élimination des habitats pour des insectes saproxyliques, etc.). D'autres méthodes, plus respectueuses des dynamiques naturelles et adaptées aux différents contextes, méritent d'être explorées.

La première d'entre elles, idéale pour éviter la formation d'embâcles à des endroits clef, consiste à modifier les verrous (ponts, barrages, seuils, sections étroites) dont l'élévation ou l'ancrage dans l'eau ne sont pas adaptés. L'installation de pièges à bois flottants est aussi une solution préconisée dans le cas où l'adaptation des verrous n'est pas possible ou suffisante. Bien que ces solutions et aménagements incombent au gestionnaire du cours d'eau, une concertation avec le gestionnaire forestier sera toujours encouragée, notamment pour choisir les emplacements de piégeage les plus judicieux.

Cependant, la meilleure solution reste la prévention. Les forêts alluviales et les ripisylves ne sont pas uniquement à l'origine des apports de bois flottant, elles constituent également le premier filtre naturel permettant son piégeage et son stockage. Les inventaires de terrain montrent que les tronçons les plus naturels des

L'enlèvement du bois dans le cours d'eau ne doit pas être systématique et nécessite une réflexion qui peut être résumée par le schéma de clef décisionnelle ci-contre (Figure 15), destiné aux gestionnaires de cours d'eau (à titre informatif).

Embâcle composé de matériaux non naturels, accumulation d'ordures ?

NON  OUI 

Enlever l'embâcle, il incite à utiliser la rivière comme dépotoir

Zone bâtie en amont d'ouvrage ?

NON  OUI 

Enlever l'embâcle pour lutter contre les inondations/érosions

Prairie intensive ou culture ?

NON  OUI 

Enlever les embâcles préjudiciables au propriétaire (érosion ou inondation). Lors des interventions, conserver les embâcles stables et non problématiques.

Forêt ou prairie à caractère naturel ?

OUI 

Conserver les embâcles pour la biodiversité et pour l'atténuation des pics de crue en aval.

Figure 15 : Clef décisionnelle pour l'enlèvement du bois selon le Guide de gestion des Ripisylves, Gembloux Agro-Bio Tech et SPW ARNE



Figure 16 : Embâcles naturels sur un ruisseau en 2025 - © Contrat de Rivière Dyle-Gette

cours d'eau accumulent spontanément d'importantes quantités de bois, limitant ainsi leur transport vers les secteurs plus sensibles en aval (Figure 16).

La gestion de la ripisylve peut donc jouer un rôle clé dans ce processus en favorisant ses capacités de rétention du bois flottant en :

- n'entretenant que si nécessaire et dans le but de promouvoir la naturalité des milieux rivulaires;
- préservant et restaurant les espaces de bon fonctionnement des cours d'eau, en maintenant des zones d'expansion de crue où le bois peut être piégé naturellement;
- favorisant le dépôt naturel du bois flottant par la diversité structurelle des rives, notamment en préservant des bancs sédimentaires et des peuplements denses en bordure des cours d'eau;
- adoptant un entretien sélectif des arbres pour maximiser leur rôle de piégeage naturel, par exemple en maintenant les boisements matures au niveau de l'extrados des méandres.

Lorsqu'un entretien est effectué, il se réalise par recépage afin d'alléger le système aérien des arbres au profit de l'appareil racinaire, tout en pérennisant les souches. L'entretien par trouées est privilégié afin de favoriser une alternance d'ombre et de lumière. Cependant, il faut éviter de dépasser 20 m de long pour une trouée afin de maintenir la continuité écologique du milieu.

Pour rappel, tous les troncs, branches, feuilles et broyats issus de l'entretien de la forêt riveraine ne peuvent être abandonnés dans le lit mineur, sur les berges du cours

d'eau ou dans la zone inondable. Certaines actions sont à proscrire en particulier et peuvent mener à une verbalisation :

- rejet de déchets verts directement dans le cours d'eau ce qui mène à l'eutrophisation et l'asphyxie des eaux de surface;
- dépôt de déchets verts sur les berges induisant l'asphyxie la végétation et entraînant la mort des racines stabilisatrices de la berge et, in fine, favorisant l'émergence de végétation banale ou invasive;
- brûlage des déchets verts le long du cours d'eau provoquant la destruction du tapis végétal stabilisateur de la berge. Exceptionnellement, en concertation avec le DNF et dans le respect de l'ensemble de la législation, cette action peut se justifier sur des sols alluviaux si elle permet d'éviter des dommages au sol lors de l'évacuation des bois. Pour plus de détails, consulter le Guide de gestion des ripisylves publié par Gembloux Agro-Bio Tech et le SPW ARNE.

PERSPECTIVES

La communauté scientifique s'est penchée sur la question de la régulation des inondations à travers le milieu forestier. Les pistes de solutions évoquées s'intéressent aux types de peuplements à mettre en place (évolution des pessières vers des forêts mixtes par exemple) et à leur gestion mais aussi à la place du castor. Les enseignements que cet astucieux ingénieur peut nous apporter dans la lutte contre les inondations sont à prendre en considération.

IMPACT DE LA NATURE DES PEUPELEMENTS

En 2021, la moitié du débit des inondations provient du plateau des Hautes-Fagnes où des forêts monospécifiques d'épicéas, majoritairement plantées sur des sols hydromorphes drainés, n'ont pas permis de retenir les eaux efficacement. Sur le bassin versant de la Vesdre, 27 % de la superficie sont des pessières qui, par leur enracinement superficiel et l'absence de végétation herbacée sous leur couvert, sont responsables de phénomènes intenses d'érosion, encore accentués lors des coupes rases.

Les pratiques sylvicoles évoluent, avec plus de prise en compte des services écosystémiques qui sont désormais à prioriser. Ces changements de mode de gestion se traduisent par une plus grande diversité des peuplements forestiers, la mise en place de mares et l'entretien des fossés qui permet de créer des zones de rétention par étage. Des tourbières qui représentaient une petite moitié de la surface occupée par les pessières sont également en cours de restauration. La régulation des inondations dans la gestion forestière est désormais amorcée. La transformation est lente mais les peuplements monospécifiques et équiens voient leur superficie diminuer et des sylvicultures plus respectueuses de la nature et des sols se développent.



Figure 17 : Drain actif en pessière © Contrat de Rivière Lesse à Nassogne – Rau de Nanfurnal, 2021

Une étude menée sur le bassin de Vesdre montre que la transformation des plantations monospécifiques de résineux vers des forêts de feuillus sur les sols hydromorphes semble être la conversion présentant le plus d'impact sur la résilience hydrologique dans le domaine forestier avec une diminution du ruissellement entre 5 et 10 % lorsque cette conversion s'accompagne d'une meilleure prévention de la compaction des sols.

Un autre effet bénéfique sur la dynamique du cycle hydrologique en hiver est le passage d'une végétation à feuilles persistantes vers une végétation à feuilles caduques. Cela permet de diminuer l'interception d'eau en hiver, d'augmenter ainsi la quantité d'eau arrivant au sol et l'infiltration. Un sol humide étant plus infiltrant qu'un sol sec qui ruisselle, l'impact positif à ce niveau est aussi avéré.

Il est aussi nécessaire, à la suite de l'exploitation d'un peuplement de résineux, de boucher les drains existants (Figure 17) afin de retenir l'eau dans la parcelle forestière et de permettre le développement d'une zone humide et la régénération du milieu.

LES INONDATIONS ET LE CASTOR

Le castor européen (*Castor fiber*), intégralement protégé, repeuple la Wallonie. Pas toujours bien accueilli, il a pourtant une plus-value non négligeable en termes de gestion des inondations et en termes de préservation de la biodiversité. En construisant des barrages, il recrée des zones humides et permet le redéploiement d'espèces. A ce titre, il est considéré comme une espèce parapluie (espèces dont l'étendue du territoire ou de la niche écologique permet la protection d'un grand nombre d'autres espèces).

Le castor, par son travail, ralentit l'eau, qui s'infiltre dans les sols et recharge les nappes phréatiques. Il redonne de la place à la rivière, accentuant son rôle dans l'équilibre du cycle de l'eau. Il est donc un précieux allié contre les feux, les sécheresses et les crues.

En fonction du contexte à analyser au cas par cas en concertation avec les acteurs de terrain et les gestionnaires, il est possible d'aménager les sites afin de faciliter la cohabitation entre le castor et l'Homme. Le castor a tendance à construire son barrage là où le cours d'eau se rétrécit. Il est possible de créer un point d'appui pour la construction de son barrage dans des zones où le niveau de l'eau peut augmenter en ne posant pas ou peu de problèmes (Figure 18 page suivante).

Par la suite, des buses pourront être, si nécessaire, intégrées dans le nouveau barrage afin de limiter la hauteur de la lame d'eau en amont.



Figure 18 : Amorce de barrage artificielle créée à l'aide de troncs d'arbres couchés dans le cours d'eau (flèche blanche). Source : brochure « Cohabiter avec le castor en Wallonie » - © : Stephan Benker

Dans le cas où le démantèlement d'un barrage existant est envisagé car jugé contraignant localement, la mise en place du cube de Morency représente une alternative au bénéfice de la cohabitation « Homme-castor » (Figure 19). Ces solutions sont actuellement testées en Wallonie à Florenville dans le domaine des Epioux où le castor est présent le long d'une voie de chemin de fer, ou encore à Philippeville où le barrage d'un castor impactait les cultures et prairies environnantes.

Gardons en tête que la destruction des édifices du castor, outre le fait qu'elle est illégale sans autorisation préalable, s'avère inutile car l'animal a en effet tendance à les reconstruire rapidement et plus solidement.

Notons qu'en forêt, la présence du castor peut induire des dégâts au niveau des troncs localisés sur son territoire. Il est cependant possible de mettre en place des protections individuelles pour les arbres (manchons en treillis ou enduits répulsifs).

Dans le cadre de la gestion des inondations, le castor inspire même quand il n'est pas présent. En Angleterre, un test expérimental a été effectué sur la rivière Shrophire. 105 barrières posées sur cinq kilomètres à la manière du castor ont permis de ralentir le débit de la rivière en stockant l'eau dans certaines zones et en la déviant dans d'autres.



Figure 19 : Cube de Morency placé sur un barrage de castor à Vodecée, avril 2025 à Philippeville - © Commune de Philippeville.

Dans La Drôme, la régénération low-tech, aussi appelée hydrologie régénérative, des rivières est testée sur la Lierne-Véore afin de permettre la remise en eau de ce ruisseau asséché et rétablir un équilibre hydromorphologique en complexifiant le milieu par des variations de vitesses d'écoulement, des hauteurs, des largeurs de lame d'eau et par la création de chenaux secondaires.

Ces deux exemples permettent également de limiter le phénomène d'incision des cours d'eau. Il s'agit d'un phénomène d'enfoncement généralisé du fond des rivières, souvent provoqué par un déséquilibre dynamique des rivières dû au charriage des sédiments et à une vitesse d'écoulement rapide. Le passage rapide de l'eau accentue l'érosion, les risques d'inondations en aval et provoque un abaissement du niveau de la nappe phréatique qui alimente les milieux humides.

LES AIDES DISPONIBLES

- Programme wallon de Développement rural (PWDR) : ce programme organise l'octroi, dans les sites Natura 2000, de subventions pour des mesures de gestion de certains types d'habitats forestiers ou prairiaux. Il permet par exemple d'obtenir un soutien financier pour l'exploitation anticipée de résineux en bordure de cours d'eau. Les milieux ainsi recréés (milieux ouverts ou plantations feuillues) seront plus favorables à diverses espèces, dont notamment le castor.
- Appel à projets « Infrastructures sylvicoles » : clôturé depuis le 1er mars 2025, cet appel à projets basé sur l'intervention 357 de la PAC 2023-2027 visait au développement d'investissements dans des infrastructures sylvicoles liées au changement climatique. L'un des objectifs consistait à adapter le réseau viaire pour réduire les risques d'érosion et d'inondation dans les zones vulnérables via des aménagements tels que des saignées latérales, revers d'eau, noues de décantation, etc. Les travaux qui visaient à limiter les impacts des activités d'exploitation sur les sols et les ressources en eau, notamment dans les zones sensibles grâce à des infrastructures comme des ponts ou des passages en zones humides, étaient également éligibles.
- Aide à la plantation de la Société Royale Forestière de Belgique : fonds privés d'aide à la plantation pour les membres de la SRFB qui permet au propriétaire privé de bénéficier d'une aide au reboisement pouvant aller jusqu'à 2000 €/ha (2400 €/ha si la propriété est certifiée PEFC). 10 % de la superficie régénérée doit l'être en feuillus.

CONCLUSION

Face à l'intensification des inondations sous l'effet du changement climatique et de l'urbanisation croissante des territoires, les forêts apparaissent comme des alliées incontournables dans une stratégie d'adaptation. Cet article explore de multiples dimensions de cette réalité, qu'il s'agisse de la capacité des sols forestiers à infiltrer et à stocker l'eau, de l'évolution des pratiques sylvicoles et de la maîtrise des flux de ruissellement ou du bois flottant.

Le diagnostic du sol constitue une première étape essentielle : la texture, la structure, et la biodiversité souterraine conditionnent la régulation hydrologique. Connaître le sol afin de mieux adapter son exploitation permet ainsi de limiter les impacts sur et en aval de la parcelle, en renforçant la résilience du bassin versant. De même, l'ajustement des pratiques de gestion forestière – comme le cloisonnement, l'usage d'engins légers ou le recours au débardage animal – joue un rôle crucial pour maintenir la porosité des sols. Les aménagements de gestion d'hydraulique douce visant à ralentir, diriger ou à infiltrer les eaux à la parcelle (fossés reprofilés, filets d'eau ou mares temporaires), complètent cet ajustement. Ils permettent d'agir de manière préventive, en accord avec la logique de gestion intégrée de l'eau.

Une attention particulière est à porter au bois flottant. Si celui-ci peut présenter des opportunités écologiques, son accumulation non contrôlée constitue néanmoins un risque pour les ouvrages et les biens et personnes en aval par la formation d'embâcles. La coordination entre gestionnaires de forêts et de cours d'eau est indispensable pour prévenir ces risques. Cela passe par une gestion raisonnée des rémanents de coupe, la préservation des zones de rétention d'eau naturelle, l'entretien sélectif des ripisylves lorsqu'il est nécessaire et le respect des contraintes réglementaires.

La question des essences forestières s'invite aussi dans la réflexion. Les peuplements monospécifiques de résineux, peu adaptés aux contraintes hydriques, favorisent le ruissellement et l'érosion. Leur transformation progressive vers des forêts mixtes, plus résilientes, permet non seulement d'améliorer la régulation des eaux mais aussi de restaurer les écosystèmes.

Le retour du castor illustre enfin de manière exemplaire cette approche écosystémique. Par ses barrages, il recrée des zones humides, ralentit l'eau, recharge les nappes et structure le paysage fluvial. Même en son absence, les techniques d'ingénierie inspirées de son comportement (barrières, chenaux secondaires) s'inscrivent dans une stratégie d'adaptation fondée sur la complexification des milieux. La démarche d'hydrologie

régénérative, de plus en plus exploitée en France et ailleurs amorce entre autres cette volonté.

La lutte contre les inondations par le biais des forêts ne repose donc pas sur une solution unique mais sur une mosaïque d'actions cohérentes, allant du sol au paysage, de la technique à l'écologie, de l'aménagement à la concertation. Elle invite à repenser les pratiques, à réconcilier production et régulation et à restaurer la continuité des cycles naturels. Les forêts, bien gérées, sont un levier d'avenir pour renforcer la résilience de nos territoires. Il revient dès lors à chaque gestionnaire forestier, collectivité et acteur de l'eau de s'emparer de ces outils et connaissances pour façonner des paysages où l'eau, la forêt et l'Homme cohabitent en harmonie.

ANNEXE : LÉGISLATION

LE CODE DE L'EAU

- Art. D.37. § 1er. Les travaux d'entretien et de petite réparation correspondent aux travaux qui se reproduisent à intervalle régulier afin d'assurer les objectifs hydrauliques, écologiques, socio-économiques et socio-culturels assignés aux cours d'eau non navigables, et notamment : 1° le nettoyage des cours d'eau non navigables, y compris dans les parties voutées, et notamment le curage, la remise sous profils ainsi que la collecte de débris, de branchages, d'embâcles et de matériaux encombrants; [...] 3° l'entretien et l'élimination de la végétation située sur les berges des cours d'eau non navigables, notamment par débroussaillage, abattage, débardage, recépage, ébranchage, déchiquetage, dessouchage, plantation, échardonnage, faucardage, et la destruction des plantes invasives;
- Art. D.408. § 1er. Commet une infraction de troisième catégorie au sens de la partie VIII du livre Ier du Code de l'Environnement : [...] 6° celui qui [...] b) obstrue le cours d'eau non navigable ou dépose à moins de six mètres de la crête de berge ou dans des zones soumises à l'aléa d'inondation des objets ou des matières pouvant être entraînés par les flots et causer la destruction, la dégradation ou l'obstruction des cours d'eau non navigables;
- Le propriétaire d'une parcelle localisée aux abords d'un cours d'eau est soumis à certaines obligations (voir p.21 Guide de gestion des ripisylves) :
 - doit livrer passage aux agents gestionnaires chargés de travaux ou d'études;
 - doit permettre le dépôt des matières enlevées du lit et de l'outillage nécessaire aux travaux sur une bande de 6 m à compter de la crête de berge.

LE CODE CIVIL

- Les distances de plantation doivent être respectées le long des cours d'eau : 2 m de la crête de berge pour les arbres d'une hauteur de plus de 2 m et 0,5 m pour les autres arbres, arbustes et haies. S'il en est autrement l'accord du gestionnaire est nécessaire (voir p.49 du Guide de gestion des ripisylves).

LE CODE FORESTIER

- Dans les forêts publiques, il est interdit de planter des résineux sur 12 m de part et d'autre de tout cours d'eau et 25 m dans le cas de forêts établies sur sols hydromorphes. (voir p.56 du Guide de gestion des ripisylves).
- Pour toute nouvelle régénération, il est interdit de drainer ou d'entretenir un drain sur une bande de 25 mètres de part et d'autre des cours d'eau, à moins de 25 mètres autour des sources et des zones de suintement, à moins de cent mètres autour des puits de captage, à moins de cent mètres autour des lacs de barrage et dans les sols tourbeux, paratourbeux et hydromorphes à nappe permanente. (art. 43).
- Toutes les parcelles forestières de plus de 20 ha d'un seul tenant sont soumises à un plan d'aménagement. Ce dernier doit notamment renseigner les modes d'exploitation envisagés dans les peuplements, en ce compris le débardage au cheval en vue d'assurer la protection des sols et des cours d'eau.

LOI SUR LA CONSERVATION DE LA NATURE

- Interdit la circulation d'engins sur les berges et dans le lit des cours d'eau non navigables, ainsi que sur les cours d'eau navigables non navigués.
- Interdit de planter, de replanter ou de laisser se développer les semis en résineux à moins de 6 m des berges des cours d'eau.
- Interdit de maintenir des résineux plantés après 1969 à moins de 6 m des cours d'eau classés (voir p.56 du Guide de gestion des ripisylves).
- En zone Natura 2000, la plantation de résineux ainsi que la sylviculture favorisant les résineux sont interdites à moins de 12 m de la berge de tout cours d'eau. (voir p.57 du Guide de gestion des ripisylves).

PLAN DE SECTEUR

- Il est interdit de planter des résineux en zone naturelle au plan de secteur (voir p.57 du Guide de gestion des ripisylves).

Bibliographie

- Cohabiter avec le castor en Wallonie – SPW Editions - par Catherine Barvaux (Département de la Nature et des Forêts), Benoît Manet (Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole) et Sandrine Liégeois (Département de la Nature et des Forêts). Mai 2015.
- Degré, A., Guillaume, B., Michez, A., Bonaventure, N., Leyh, E., di Maggio, L., & Rabouli, S. (2024). Modélisation hydrologique du bassin versant de la Vesdre-projet ModRec. Carnol, M. 2022. Écotoxicologie des sols – Université de Liège.
- Fiches d'aménagements du territoire face aux ruissellements en milieu rural (SPW-ARNE GISER). Disponible sur <https://environnement.wallonie.be/home.html>.
- Forêt Nature, 2005. Outils pour une gestion résiliente des espaces naturels.
- Forêt Wallone asbl, 2009. Le cloisonnement d'exploitation pour préserver les sols forestiers. Service public de Wallonie – Direction générale opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement (DGO3).
- Gobat, J. M., Aragno, M., & Matthey, W. 2010. Le sol vivant : bases de pédologie, biologie des sols (Vol. 14). EPFL Press.
- Guillaume Piton, Swann Benaksas. 2023. Action Embâcle : sources, risques et mesures associés. Outils et recommandations. Tâche 1 : Notes grand public sur le bois flottant. IGE – Institut des Géosciences de l'Environnement. pp.10.
- Léo Huylenbroeck, Adrien Michez et Hugues Claessens, 2024. Guide de gestion des ripisylves - Version revue et augmentée 2024 – Ediwall - SPW.
- Indice de Qualité des Sols Wallons (IQSW). <https://www.iqsw-citoyen.be/> - consulté le 29 avril 2025.
- Orgiazzi, A., Bardgett, R. D., & Barrios, E. (2016). Global soil biodiversity atlas.
- Pischedda, D., Stoquert, J. M., Bartoli, M., Brethes, A., Gauquelin, X., Richter, C., Auge, V., Benard, V., Buors, M., Jarret, P., Messant, D., Micheneau, C., Mortier, F., Pilard-Landeau, B., Sardin, T., Thiebaut, C., Pousse, N., Ulrich, E., Migaud, L., (2009). *For a soil and forest friendly forest exploitation 'Prosol' - Practical guide. Praticols - Guide for the practicability of forest plots.* Fédération nationale des entrepreneurs du territoire - FNEDT, 44 rue d'Alesia, 75682 Paris cedex 14 (France).
- Quiniou, M., & Piton, G. (2022). Embâcles : concilier gestion des risques et qualité des milieux. Guide de diagnostic et de recommandations (Doctoral dissertation, ISL Ingénierie; INRAE).
- Ricard Simon (2024). Webinaire sur l'hydrologie régénérative, le 26 novembre 2024 sur <https://www.youtube.com/live/RUelp85XYIY>
- Raphael Schwitter et Hansueli Bucher, 2009. La forêt protège-t-elle contre les crues ou les arbres causent-ils eux-mêmes des inondations? Publié dans la revue *La Forêt* (volume 62, numéro 10, pages 21–23 et 25).
- Zal, N., Bastrup-Birk, A., Bariamis, G., Scholz, M., Tekidou, A., Kasperidus, H. D... & Mimikou, M. (2015). *Water-retention potential of Europe's forests : a European overview to support natural water-retention measures.* European Environment Agency Technical Report, 13, 2015.
- <https://constructive-voices.com/fr/utiliser-les-cas-tors-pour-att%C3%A9nuer-les-risques-d%27inondation-2/> - consulté le 29 avril 2025.
- <https://medor.coop/nos-series/vesdre-dyle-lavenir-des-bassins-qui-debordent-inondations/episodes/vesdre-garder-leau-en-haut-foret-fagnes-tourbiere/?full=1> - consulté le 29 avril 2025.
- <https://www.lagazettedescommunes.com/960385/philosophie-appliquee-et-low-tech-pour-regenerer-une-riviere-en-mode-castor/> - consulté le 29 avril 2025.
- https://www.valenceromansagglo.fr/app/uploads/2024/11/CP_chantier_Castor_juin_2024.pdf - consulté le 29 avril 2025.
- <https://www.uvcw.be/environnement/actus/art-9236> - consulté le 30 avril 2025.
- <https://www.confederationbois.be/aides-au-reboisement/> - consulté le 30 avril 2025.
- Fichier écologique des essences - <https://www.fichierecologique.be>
- <https://sol.environnement.wallonie.be/home/sols/autres-menaces/erosion.html> - consulté le 22 juillet 2025

