

SOMMAIRE

1. Objectifs et intérêts de l'inventaire des milieux aquatiques forestiers	3
2. Objets décrits et Zone d'étude	4
2.1. Les milieux étudiés	4
2.2. La zone d'étude	5
3. Méthodes et moyens humains	5
3.1. Méthode de description des zones humides	5
3.2. Méthode de description des cours d'eau	5
4. Les zones humides – résultats	6
4.1. Informations générales	6
4.2. Agencement spatiale des zones humides et notion de réseau	8
4.3. connexion hydrographique.	9
4.4. Environnement des zones humides	10
4.5. Evolution naturelle des zones humides	10
4.6. Les espèces végétales exotiques et invasives	11
4.7. Impacts de la gestion forestière sur les zones humides	12
4.7.1. Conversion de peuplement	12
4.7.2. Les perturbations liées à l'exploitation forestière.	13
4.7.3. Impacts sur le fonctionnement hydraulique	13
4.7.4. Autres sources de perturbations	14
5. Gestion des zones humides en milieu forestier	15
5.1. Maintenir et restaurer la fonctionnalité des zones humides	15
5.2. Une gestion sylvicole différenciée :	16
5.3. L'exploitation respectueuse des milieux humides	16
5.4. Gestion des végétaux exotiques invasifs dans les zones humides.	16
6. Inventaire des cours d'eau – résultats	18
6.1. Informations générales	18
6.2. L'environnement forestier des cours d'eau	18
6.3. La ripisylve	19
6.4. Les espèces invasives	20
6.5. Infrastructures linéaires et impacts sur le lit majeur.	21
6.6. Les ouvrages de consolidation des berges	21
6.7. Les ouvrages de franchissements	22
6.8. Les embâcles	24
6.9. Impacts de l'exploitation forestière sur les cours d'eau	24
7. Gestion des cours d'eau en milieu forestier et base réglementaire	25
7.1. Préservation et restauration de la ripisylve	25
7.2. Les espèces invasives	26
7.3. Restauration de la continuité écologique	26
7.4. Gestion des embâcles naturels et bois mort dans les cours d'eau	27
7.5. Consignes générales à respecter lors des exploitations forestières.	28
8. En conclusion	28

1. OBJECTIFS ET INTERETS DE L'INVENTAIRE DES MILIEUX AQUATIQUES FORESTIERS

Les massifs forestiers de moyenne montagne et leurs milieux aquatiques interagissent de façon complexe (influence sur la qualité et la quantité d'eau, influence indirecte sur la santé des peuplements forestiers, création de conditions écologiques particulières...). Si les propriétaires et gestionnaires forestiers ont une bonne connaissance de leurs peuplements forestiers, il n'en est pas de même pour les milieux aquatiques qui les traversent. De ce constat découle un manque de prise en compte de ces hydrosystèmes dans la gestion forestière courante. Un inventaire des milieux aquatiques forestiers de surface offre une première étape permettant une meilleure connaissance, une meilleure prise en compte et donc une meilleure protection de milieu.

L'inventaire des milieux aquatiques forestiers réalisé dans le cadre du projet Interreg IIIA offre un outil de réponse aux 4 principaux objectifs fixés par les partenaires :

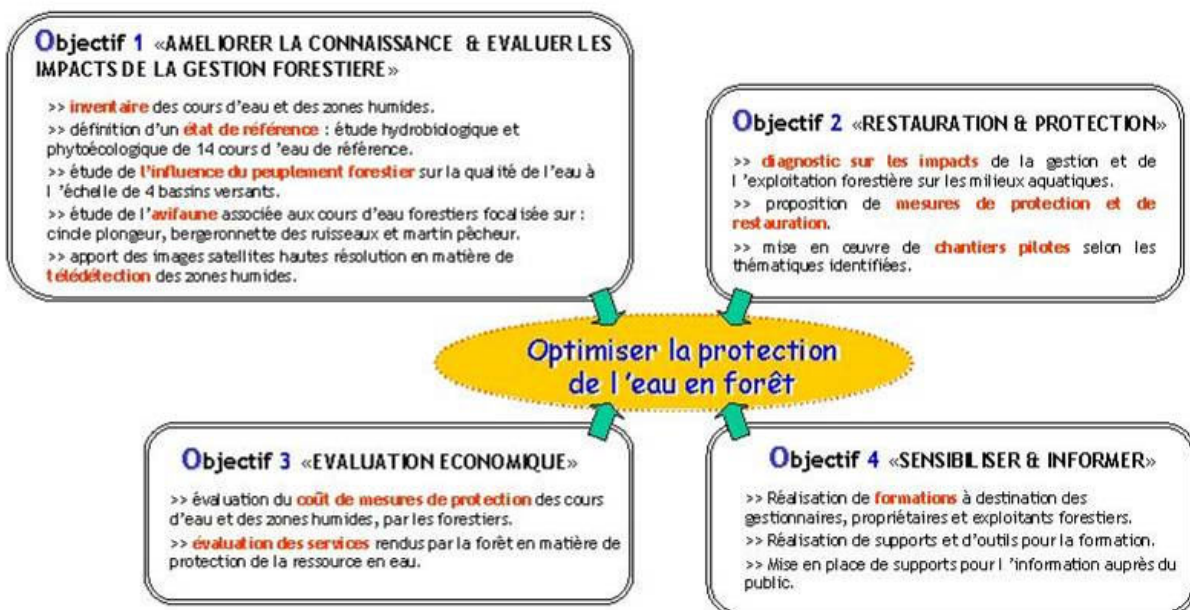


Figure 1 : objectifs du projet INTERREG IIIA "Eau et Forêt"

Cet inventaire offre un véritable outil pour l'ONF, gestionnaire de plus de 246 000 ha de forêt en Alsace:

Un outil à l'échelle régionale...

- Qui offre une information détaillée à l'échelle d'une entité géographique et sert de base pour le développement d'actions et la planification d'opérations de gestion des milieux aquatiques ;
- Qui touche directement une partie des professionnels du domaine forestier ;
- Qui permet la mise en œuvre concrète des objectifs DCE déclinés dans le SDAGE Rhin-Meuse, et plus généralement la mise en conformité réglementaire liée à la loi sur l'eau et les milieux aquatiques.

Un outil pour l'établissement ONF...

- Support technique pour les documents de planification et de gestion forestière : les aménagements forestiers pourront plus facilement intégrer un volet hydrographique ;
- Support technique direct pour améliorer la prise en compte des milieux aquatiques dans la gestion forestière courante (pour signaler les zones humides lors d'exploitation, identifier les ripisylves à restaurer...) ;

- Opportunité pour la sensibilisation et la formation des personnels techniques ;
- Meilleure compréhension des perturbations liées aux activités forestières sur les cours d'eau et les zones humides.

2. OBJETS DECRITS ET ZONE D'ETUDE

2.1. LES MILIEUX ETUDIES

L'enquête de terrain est ciblée sur les milieux aquatiques forestiers. Cela comprend :

>> **Les cours d'eau, ruisseaux et ruisselets** : le réseau hydrographique situé en forêt publique a été parcouru, y compris les ruisseaux à écoulements non permanents et sans a priori sur les dimensions ou le débit. Sur certains secteurs de montagne très riches en ruisselets, la description s'est limitée aux systèmes principaux. Plus généralement, les ruisseaux non répertoriés sur les cartes IGN 1/25000 n'ont pas été décrits. Cette enquête exclue d'emblée, fossés, canaux et autres pièces d'eau artificielles. Ce travail de description complète les campagnes d'évaluation de la qualité physique des cours d'eau menées par l'Agence de l'eau sur le bassin Rhin-Meuse.

>> **Les zones humides** : Cela concerne l'ensemble des formations humides (définies selon l'hydromorphie du sol et la présence éventuelle de plantes hygrophiles) d'origine naturelle ou artificielle (mares...) de dimension supérieure ou égal à 100 m². Les lacs et étangs n'ont pas fait l'objet d'inventaire. Les zones humides remarquables (inventaire des zones humides remarquables du Haut Rhin, 1996 ; Inventaire des zones humides remarquables du département du Bas-Rhin, 1996) n'ont pas été décrites. En effet, sur la zone d'étude, 2900 ha de zones humides remarquables sont déjà inventoriés, le travail consiste donc à compléter ce premier inventaire en élargissant la recherche à l'ensemble des zones humides hors critère de qualité biologique ou de représentativité.

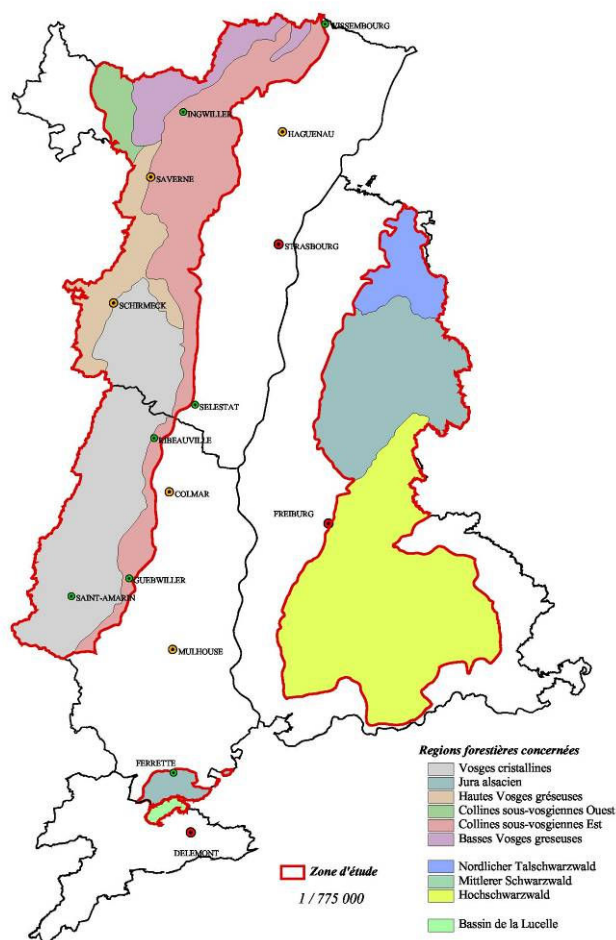
Les milieux aquatiques (forestiers ou non) situés hors forêt publique n'ont pas été inventoriés, exceptés les zones humides et cours d'eau situés en limite de forêt, dont tout ou partie de la structure est en contact avec la forêt publique.

L'enquête de terrain vise une certaine exhaustivité en termes de milieux ciblés, toutes les formations humides ou les ruisseaux sans critères qualitatif ou quantitatif particuliers. Cependant, au vue de l'étendue de la zone d'étude, et de la multiplicité des intervenants, un certain nombre de milieux aquatiques n'ont pas été répertoriés. Ces lacunes géographiques pourront être progressivement complétées.



Figure 2 : ruisseau forestier (gauche) sur granite et mare forestière (droite)

2.2. LA ZONE D'ETUDE



La zone d'étude s'étend sur une surface de 1666 000 ha. Elle concerne les forêts publiques alsaciennes du piémont, de la montagne vosgienne et du jura alsacien. Les contextes géomorphologiques sont variés puisque 6 régions naturelles sont représentées :

		SURFACE (HA)
REGION IFN	Jura alsacien	4 715
	Vosges Cristallines	83 619
	Hautes Vosges gréseuses	30 829
	Basses Vosges gréseuses	21 423
	Collines sous-vosgiennes est	17 878
	Collines sous vosgiennes ouest	8 318
	<i>Total (ha)</i>	<i>166 782</i>

Figure 3 : carte de la zone d'étude

3. METHODES ET MOYENS HUMAINS

L'enquête de terrain s'est déroulée de juin 2006 à juin 2007. La description est faite à l'échelle du triage par les agents patrimoniaux. 196 triages sont concernés, répartis sur 305 communes. Environ 200 opérateurs de terrain ont réalisé les relevés, soit 996 équivalents homme/jour (une moyenne de 5 jours / triage). Le montage, le pilotage et la réalisation de ces inventaires couvre un budget de 285 131 € (= 54 % du montant total de la part française du projet).

3.1. METHODE DE DESCRIPTION DES ZONES HUMIDES

Le protocole déployé se base en partie sur la méthode nationale « Tronc commun » élaborée par l'IFEN. Il s'agit d'une description fonctionnelle, et non d'une réelle cartographie d'habitats.

3.2. METHODE DE DESCRIPTION DES COURS D'EAU

Le protocole a été adapté d'une méthode développée par le FVA de Fribourg « ESTRUKA » proche des méthodes de description du milieu physique.

Dans les deux situations, l'accent est porté sur les impacts et perturbations liées à la gestion et l'exploitation forestière.

2006	Montage du protocole (janv-mai)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Synthèse bibliographique ▪ Test terrain ▪ Elaboration des supports techniques
	Formation des agents (juin à juillet)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formation d'1/2 journée par Unité territoriale
2007	Campagne de terrain (juin 2006 à fin 2007)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Soutien technique ▪ Saisie des données ▪ Digitalisation sous SIG
2008	Constitution de la base de données (janv-mars)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intégration des données sous base access + compatibilité avec SIG
	Traitement et analyse des données (mars – mai)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construction de la base de données sous SIG

4. LES ZONES HUMIDES - RESULTATS

4.1. INFORMATIONS GENERALES

Au total 1 084 zones humides ont été inventoriées. Il s'agit de milieux de nature très variable. Les variations s'expriment en termes de dimension, de fonctionnalité et de degré de conservation.

Au delà des variations liées aux types de substrats sur lequel elles se développent, on peut distinguer 3 types « fonctionnels » :

- **Les sources et suintements** (milieux fontinaux) = très nombreux en montagne, souvent de petite taille (< 0,5 ha), liés à des affleurements et à des ruissellements latéraux qui disparaissent rapidement dès formation d'un ruisseau. Se situent généralement en bas de pente, où dans les versants au niveau de résurgences. Elles forment des tâches ponctuelles, souvent peu identifiables dans le paysage.
- **Les zones humides « alluviales »** dont la présence est associée à la dynamique d'un ruisseau. L'alimentation en eau peut s'opérer par la nappe d'accompagnement du ruisseau, par les crues ou les inondations (pour les plus grands systèmes) ainsi que par des ruissellements latéraux. En montagne, elles se développent dans les fonds de vallons, à la faveur de rupture de pente dans le profil en long ou bien de dépressions humides plus ou moins connectées au ruisseau principal.
- **Les dépressions tourbeuses, les mares et autres formations marécageuses** indépendantes d'un fonctionnement alluvial.

Une typologie simplifiée a été élaborée pour l'identification des zones humides inventoriées. 16 types sont distingués.

Afin de simplifier l'analyse, les types de zones humides ont été regroupés de la façon suivante :

GRAND TYPE DE MILIEU	TYPES REGROUPES
Saulaies	Saulaie marécageuse
Aulnaies et aulnaie frênaie	Aulnaie marécageuse, aulnaie-frênaie, aulnaie et aulnaie-frênaie plantée
Formations tourbeuses	Tourbière, tourbière dégradée, tourbière boisée
Milieux humides annexes	Prairie humide, jonchaie haute, roselière, communauté à grands carex, mégaphorbiaie
Sources et suintements	Sources et suintements, tuffière
Mares et mardelles	Mares et mardelles

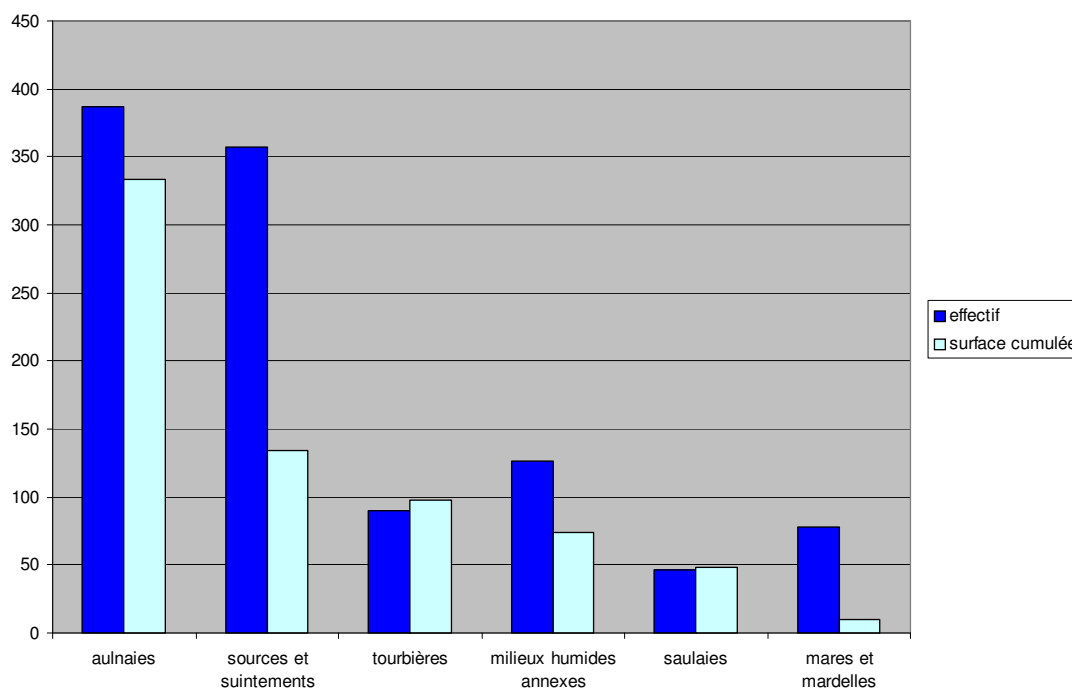


Figure 4 : répartition des grands types de zones humides inventoriées (par effectif et surface)

surface moyenne par grand type de zone humide

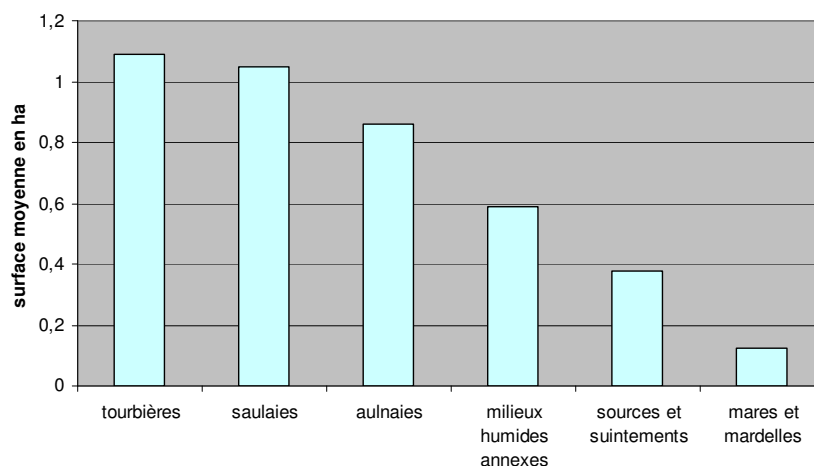


Figure 5 : surface moyenne par grand type de zone humide

En cumulé, les zones humides inventoriées couvrent 698 ha. Le type le plus représenté est celui des aulnaies et aulnaies-frênaies, qui dominent largement l'inventaire en nombre et en surface : 397 aulnaies, représentant 48% de la surface. On trouve ensuite un grand nombre de sources et suintements accompagnant le chevelu hydrographique dans les zones de talwegs en tête de bassin versant. Bien que nombreuses, ces formations sont essentiellement de petite taille (surface moyenne inférieure à 0,4 ha). Leur surface cumulée représente tout de même 19% de l'inventaire. Les types les moins représentés sont les saulaies. Ces formations sont peu développées dans le massif vosgien. On les retrouve en fond de vallée sur des banquettes alluviales, et s'inscrivent dans une dynamique de fermeture d'anciennes prairies humides, en association avec les formations à Aulnes glutineux.

Pour finir, 114 mares (ou mardelles) ont été inventoriées. Environ 70 % d'entre elles forment la structure majoritaire, le reste étant compris dans une formation humide plus complexe, dans des zones de

suintements, des aulnaies-frênaies ou encore des milieux humides ouverts (prairie humide ou formations tourbeuses).



Figure 6 : formation tourbeuse à molinie, et mardelle

4.2. AGENCEMENT SPATIALE DES ZONES HUMIDES ET NOTION DE RESEAU

Dans près de 75 % des cas il s'agit de formations homogènes, c'est à dire constituées d'une seule formation humide, le reste étant des ensembles complexes ou en mosaïque.

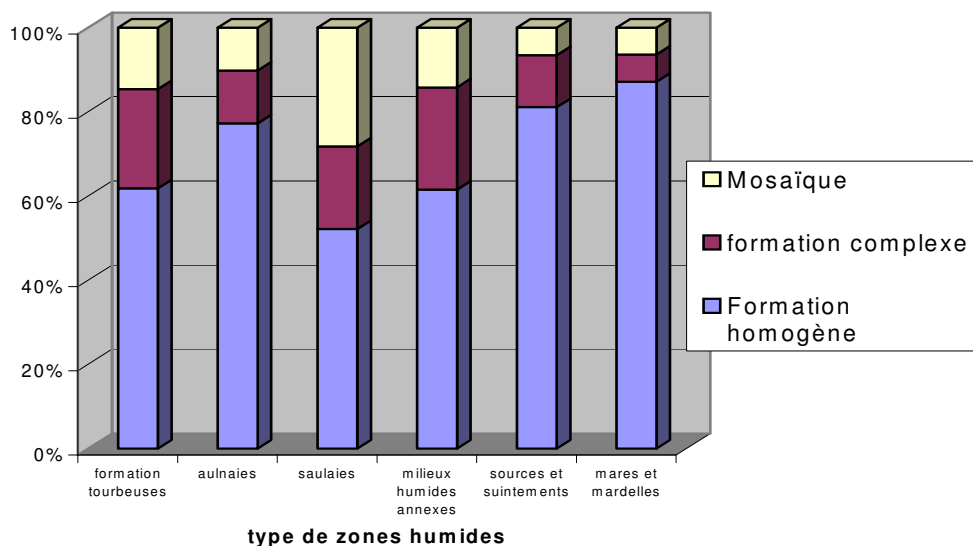


Figure 7 : Structuration spatiale des zones humides répertoriées

Les formations tourbeuses, les milieux humides ouverts (prairies, roselières...) et les saulaies, sont des structures le plus souvent impliquées dans une organisation complexe où s'associent dans une même enveloppe plusieurs formations humides. Ce constat peut en partie s'expliquer d'un point de vue

écologique, puisque ces milieux s'inscrivent dans un processus évolutif où peuvent s'exprimer différents faciès. Les saulaies forment le plus souvent un stade primaire de reboisement d'anciennes prairies humides non entretenues, ou encore les formations tourbeuses évoluent spontanément vers des faciès boisés ou vers des formations basses à Molinie.

Au contraire, les zones humides boisées à Aulnes et les mares forment des structures stables, dont les faciès sont généralement très homogènes dans le paysage forestier (on ne parle pas ici d'habitat au sens phytoécologique).



Figure 8 : aulnaie-frênaie de bas de versant

Certaines formations se retrouvent majoritairement en structures secondaires impliquées dans une matrice humide plus globale. C'est le cas des mégaphorbiaies, des formations à grand carex, des jonchaies et autres prairies humides, que l'on rencontre régulièrement en contact avec les aulnaies-frênaies des fonds de vallon.

4.3. *CONNEXION HYDROGRAPHIQUE.*

Au delà de la structure ponctuelle des zones humides, il convient de s'intéresser à l'organisation en réseau de ces zones humides. Dans une zone alluviale de type fluviale, les zones humides du lit majeur sont clairement associées au sein d'un réseau plus global, dont la prise en compte est d'autant plus importante que l'environnement est fortement fragmenté (urbanisation, cultures...). En contexte forestier de montagne sur des petits systèmes hydrographiques cette notion de réseau est moins précise, d'autant que la forêt fournit une matrice très homogène et stable pour ces milieux (fragmentation moindre). L'enquête révèle que 56 % des zones humides ne sont pas connectées à une autre formation humide, 36 % l'est de façon permanente et 8 % de façon temporaire. Lorsqu'il y a connexion, le lien est majoritairement assuré par un ruisseau (77 % des cas) et de façon secondaire par des fossés accompagnant les infrastructures (routes, pistes...).

Sur la zone d'étude, la présence et la fonctionnalité des zones humides sont donc étroitement liées au chevelu hydrographique.

Les vallées forestières des Vosges alsaciennes et du Jura alsacien, forment donc des complexes importants en terme hydrographique. Elles abritent des zones humides complexes basées sur des formations à déterminisme alluviale. La géomorphologie détermine également l'expression d'un réseau fonctionnel de

zones humides plus ou moins connectées entre elles, depuis les têtes de bassin jusqu'à vallées basses. Il semble essentiel que le gestionnaire forestier intègre, dans ses schémas de gestion, ces espaces comme des entités propres qui façonnent les bassins versants.

4.4. ENVIRONNEMENT DES ZONES HUMIDES

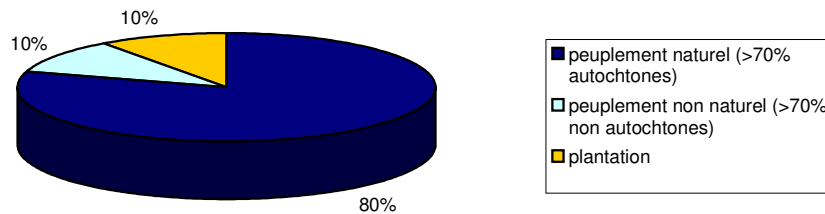


Figure 9 : environnement forestier des zones humides inventoriées

Les milieux forestiers environnants sont à 80% des milieux jugés naturels (avec plus de 70% d'essences autochtones). Dans 10% des cas, il s'agit de peuplements non naturels (c'est à dire avec plus de 70% d'essences non autochtones). Enfin, il faut souligner l'importance des zones humides se trouvant au sein de plantations (principalement épicéas et douglas), représentant 10% de l'effectif total.

4.5. EVOLUTION NATURELLE DES ZONES HUMIDES

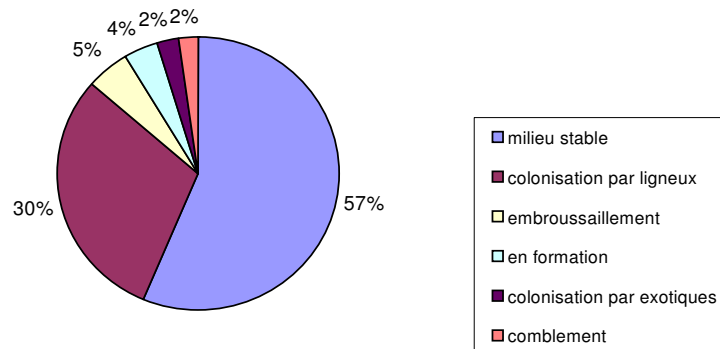


Figure 10 : dynamique générale observée sur les zones humides inventoriées



En termes d'évolution, il s'agit en majorité de milieux considérés comme stables, dont la fonctionnalité ne semble pas perturbée. La principale dynamique observée qui peut être localement associée à une dégradation du milieu, reste la fermeture par le développement de ligneux. Ce dernier cas est particulièrement observé pour les milieux ouverts (surtout les milieux tourbeux - stables à 38%, en cours de colonisation à 47%).

Pour autant cette dynamique s'intègre dans des processus écologiques naturels. Le gestionnaire doit identifier les cas de figure où des facteurs aggravants favorisent la fermeture du milieu pour cibler des interventions éventuelles de réouvertures (forte dynamique de l'épicéa dans certaines formations tourbeuses entourées par des pessières).

Figure 11 : comblement naturel d'une mare forestière

Certaines mares présentent un comblement progressif. Ponctuellement et selon les enjeux identifiés, des travaux de curage ou de désenvasement peuvent être effectués.

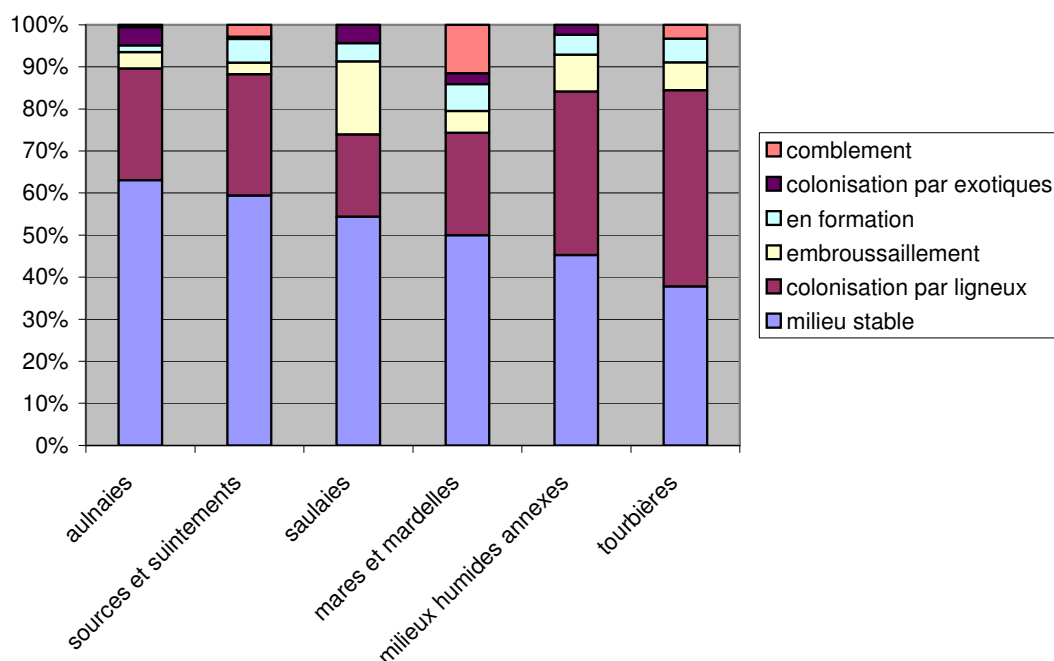


Figure 12 : dynamique observée selon le grand type de zone humide

4.6. LES ESPECES VEGETALES EXOTIQUES ET INVASIVES

L'espèce la plus fréquente est la Balsamine de l'Himalaya (*Impatiens grandiflora*) que l'on rencontre dans 6,9% des relevés. La seconde espèce rencontrée est la Renouée du Japon (*Fallopia japonica*) (1,5% des relevés). Ces deux espèces se trouvent en majorité dans les aulnaies, aulnaies-frênaies et les milieux humides accompagnant le réseau hydrographique (à l'exception des zones de sources dans les têtes de bassins versants).

	Balsamine de l'Himalaya	Renouée du Japon	Solidage du Canada	Prunus serotina	Robinier faux accacia
Aulnaie	12,7 %	3,1 %	1 %	Traces	0,8
Saulaie	10,9 %	0 %	2,2 %	0	0 %
Milieux humides annexes (prairies...)	10,3 %	0 %	0,8 %	0	1,6 %
Mares et mardelles	2,6 %	0 %	0 %	0	0 %
Sources et suintements	2,2 %	0,8 %	0 %	Traces	0,6 %
Formations tourbeuses	0 %	1,1 %	0 %	0	0 %
TOTAL	7,1 %	1,4	0,5 %	0	0,65 %

La perturbation liée aux espèces végétales exotiques invasives est globalement peu marquée, et ne semble pas soulever de problème majeur en contexte forestier. D'autant que les relevés indiquent un recouvrement discontinu dans plus de $\frac{3}{4}$ des cas (sous forme de tâches localisées ou de pieds isolés. La Balsamine de l'Himalaya est nettement plus fréquente, pouvant former un couvert continu. Elle se

rencontre principalement dans les zones humides rivulaires, pouvant constituer l'espèce dominante dans des mégaphorbiaies, ou des aulnaies-frênaies à hautes herbes. Toutefois, sa présence n'empêche pas ou peu l'expression de la flore locale.

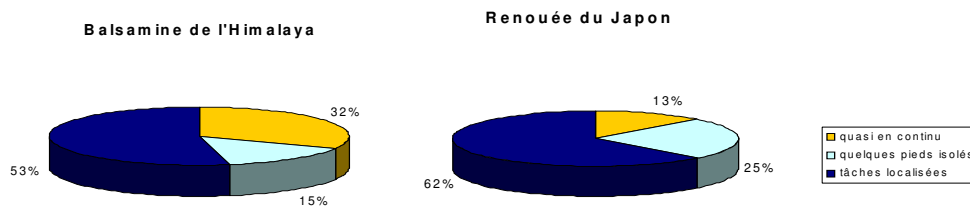


Figure 13 : degré de recouvrement de la Balsamine et de la Renouée présentes dans les zones humides

La présence de ces espèces, traduit généralement une perte de naturalité du milieu. En contexte forestier, les sources de dissémination, sont fortement associées aux activités anthropiques - entretien des infrastructures (piste, route, fossé...), remblais et autres apports de matériaux externes au massif.

4.7. IMPACTS DE LA GESTION FORESTIERE SUR LES ZONES HUMIDES

Les opérations de gestion menées en forêt peuvent avoir des impacts directs ou indirects sur les zones humides, à plusieurs niveaux :

- **sur la qualité et la quantité d'eau** : influence reconnue à l'échelle des bassins versants qui varie en fonction de la composition en essence des peuplements, de la surface et du type de coupe ; ou encore de façon localisée lors des pollutions diffuses liées aux exploitations aux traitements chimiques ;
- **sur la fonctionnalité (bilan hydrologique) de ces milieux** : de façon directe via les réseaux de drainage interne aux zones humides, ou encore les travaux de remblaiement, et de façon indirecte via les infrastructures (schéma de desserte...) ;
- **sur la qualité écologique des habitats** : le degré de naturalité, la représentativité des habitats biologiques sont autant d'aspects qui peuvent être dégradés par les choix du gestionnaire en terme de conduite de peuplement, de plantation, de développement des espèces invasives, de gestion cynégétique...Le gestionnaire peut également influencer les conditions microclimatiques associées aux biotopes humides à travers le dosage de la lumière, la gestion du stock de bois sur pied (densité), la gestion de la structure verticale (des strates)...

Dans ce paragraphe on se limitera aux impacts observés sur la structure, la fonctionnalité ou encore les traces liées à l'activité forestière dans les zones humides inventoriées. L'approche reste une description qualitative sans analyse approfondie.

4.7.1. Conversion de peuplement

Sur l'ensemble de la zone étudiée, 7,8% des zones humides inventoriées sont dégradées par une plantation de résineux (tous types de zone humide confondus). L'intensité de cette perturbation varie en fonction de la surface touchée par rapport à la surface totale de la zone humide. Dans la majorité des cas répertoriés, ces plantations occupent de 15 à plus de 50 % de la surface totale. Il s'agit typiquement de reboisements en fonds de vallons, ou de milieux ouverts considérés comme improductifs, dont la valorisation économique dans le contexte socio-économique des années 60-70 était un objectif répandus.

Ces situations aboutissent à une modification des cortèges végétaux, et à une perte d'équilibre entre le fonctionnement hydrique et les formations végétales présentes. Le préjudice peut être dans ce cas considéré comme majeur.

4.7.2. Les perturbations liées à l'exploitation forestière.

Les travaux et aménagements effectués dans les zones humides ou à leurs abords influencent directement la fonctionnalité des milieux.

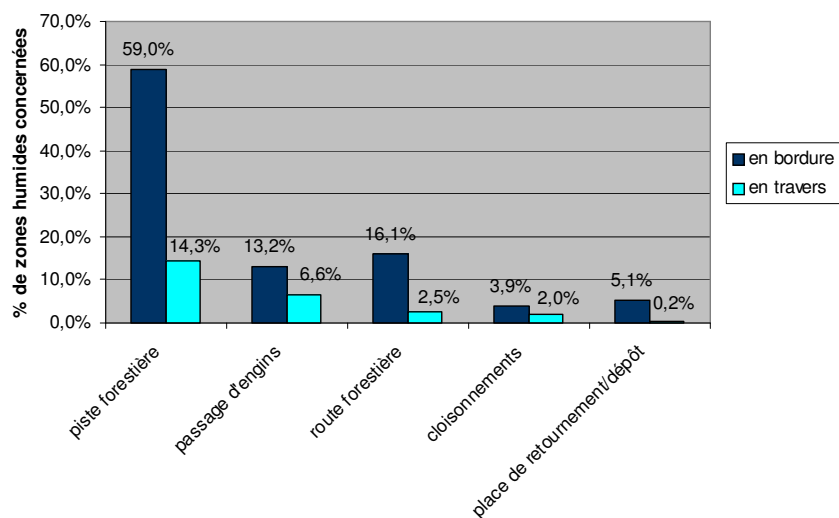
La mise en lumière brutale suite aux exploitations, provoque une perturbation dont l'intensité s'estompe progressivement avec la revégétalisation du site. D'après l'inventaire, cela concerne en particulier les espaces humides ouverts, comme les mares et les tourbières - c'est à dire des milieux sensibles aux modifications brusques du couvert végétal.

En l'occurrence pour réduire de tels impacts il convient de viser à maintenir des formations végétales tampons (arborées et arbustive) en contact immédiat avec la zone humide. Leur présence doit permettre de tamponner les effets secondaires néfastes liés à des coupes.

Les résidus de coupe abandonnés suite à l'exploitation ont été relevés dans ¼ des zones humides inventoriées. L'impact réel reste toutefois limité. Il convient d'attirer l'attention du gestionnaire sur les conditions de réalisation des exploitations en zone humide. Un nettoyage complet des parterres de coupe n'est pas souhaitable, mais il est important de ne pas laisser les rémanents recouvrir totalement les zones humides (blocage de la végétation, eutrophisation...).

L'orniérage est également marqué, puisqu'il est relevé dans 8,5% des zones humides et particulièrement dans les tourbières, d'où une nécessité d'adapter les méthodes d'exploitation sur ce type de milieu (problématique du tassement des sols également marquée).

La montagne vosgienne est parcourue par un abondant réseau de pistes et de routes forestières évalué à 4,2 km / 100 ha de forêt (Patzelt G., 2003). On trouve fréquemment des pistes forestières en bordure



immédiate des zones humides (

Figure 14). Cette situation est principalement liée aux contraintes topographiques, le tracé des infrastructures étant systématiquement calé sur les zones de moindre pente. Peu d'actions peuvent être menées dans le sens d'une réduction de cette pression, qui dans certains cas conduit à une modification significative du fonctionnement hydrologique.

Les passages d'engins (hors piste et route forestière) dans ou à proximité immédiate des zones humides sont également observés. Ces milieux se caractérisent le plus souvent par des sols hydromorphes de faible portance, sensibles au tassement et à l'orniérage. Il est impératif d'éviter les passages d'engins dans ces milieux pour préserver leur qualité.

L'organisation de la desserte est donc un aspect sur lequel le propriétaire et le gestionnaire ont une influence directe. La pression globale (impacts directs et indirects) que posent les infrastructures sur les milieux aquatiques est réelle. Aussi, des opérations de restauration peuvent être envisagées par suppression des infrastructures de fond de vallée au profit de pistes ouvertes dans les versants.

4.7.3. Impacts sur le fonctionnement hydraulique

La présence de drain a été relevée dans 16% des cas. Les drains encore visibles ne bénéficient plus d'un entretien, et leur fonctionnement se réduit progressivement par comblement. Ces drains sont surtout observés sur les milieux ouverts les plus engorgés en eau (formations tourbeuses, prairies humides...), sur lesquels a pu se développer une activité agricole dans le passé. Des actions ciblées sur ces drains doivent permettre de résorber leur action. La présence de pistes et de route forestières en contact avec les zones humides peut également induire une modification du fonctionnement hydraulique, en jouant un rôle de drainage, ou au contraire en réduisant les possibilités d'évacuation de l'eau. Aucune analyse de ce type n'a été conduite dans le cadre de cette étude.

Les comblements de zones humides par des remblais induisent également une modification des caractéristiques hydromorphiques de ces milieux. Ces comblements n'occupent pas la totalité de la surface de la zone humide, et résultent le plus souvent de la mise en place d'infrastructures (pistes sur remblais, place de dépôt,...). Les zones de suintements en fonds de vallon sont majoritairement touchées.

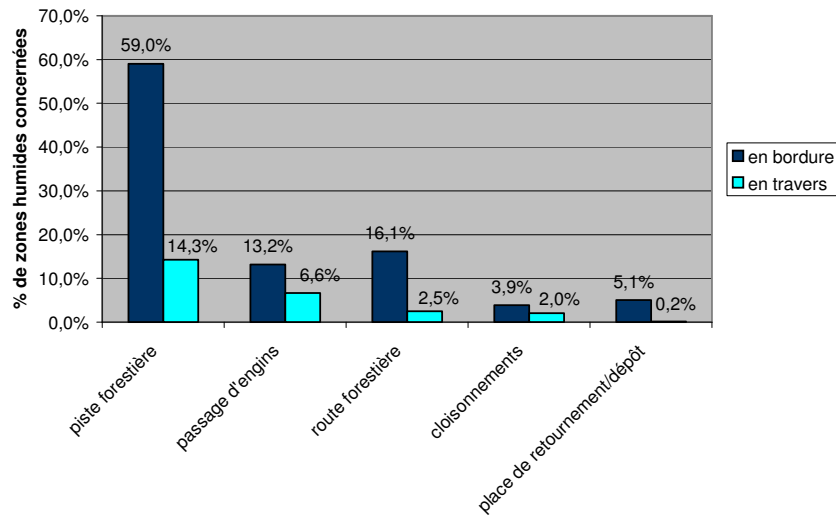


Figure 14 : présence d'infrastructures ou de traces d'activité forestière en bordure ou en travers des zones humides

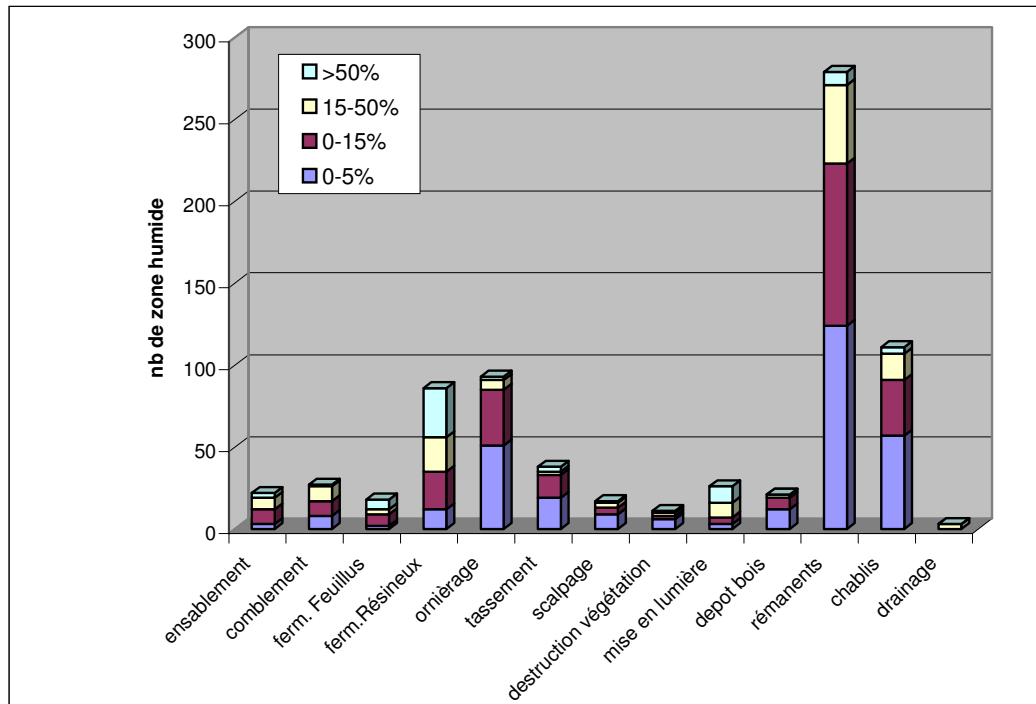


Figure 15 : impacts de la gestion forestière sur les zones humides

4.7.4. Autres sources de perturbations

En milieu forestier, hors du contexte de la gestion et de l'exploitation forestière, les sources de perturbations des zones humides sont assez limitées. Les activités et travaux en milieux naturels et donc en zone humide bénéficient déjà d'un cadre réglementaire étoffé. Dans la majorité des cas aucune autre source de perturbation n'a été identifiée. Quelques cas isolés de décharges sauvages (anciennes le plus souvent) ont été répertoriées. Par contre, la présence d'une activité cynégétique a été relevée dans 23 % des zones humides. Pour près de 10 % des cas il s'agit de poste d'agraine fixe, ou d'affouragement (maïs, betteraves...), pierre à sel ou goudron de Norvège. Pour le reste il s'agit principalement de postes d'affûts (miradors), ou de présence de prairies à gibier. En contexte forestier, la grande faune (ongulés et



suidés) apprécie particulièrement les refuges et points d'alimentation que procurent les zones humides naturelles. Si leur présence n'est pas source de problème, la surfréquentation liée aux postes fixes d'agraine et généralement aux méthodes d'affouragement en milieu humide crée d'évidentes perturbations (absence de végétation au sol, surpiétinement...).

Figure 16 : poste d'agraine dans une zone humide de fond de vallon

5. GESTION DES ZONES HUMIDES EN MILIEU FORESTIER

La gestion des zones humides en forêt s'inscrit dans une démarche de protection et de valorisation de la biodiversité et de la ressource en eau, en se basant sur deux objectifs principaux :

- Veiller à maintenir un degré de naturalité optimale : limiter les interventions à des actions de restauration ou de réhabilitation des biotopes concernés ;
- Maintenir, voir restaurer la fonctionnalité des milieux humides : éviter toute intervention susceptible de réduire la fonctionnalité de ces biotopes. En tête de bassin versant, les zones humides assurent des fonctions écologiques essentielles qu'il est primordial de maintenir et de valoriser.

5.1. MAINTENIR ET RESTAURER LA FONCTIONNALITE DES ZONES HUMIDES

>> **Objectif** : l'originalité de ces milieux réside en leur étroite lien avec l'eau. Les modifications des modes d'alimentation et du caractère hydromorphe de ces formations peuvent menacer directement la pérennité de ces milieux. La fonctionnalité d'une zone humide doit s'envisager à l'échelle de son bassin d'alimentation en eau, et non pas seulement à l'entité humide seule.

>> **Mesures de gestion** :

- fermeture des drains encore actifs par des mesures rustiques qui facilitent une bonne intégration paysagère ;
- favoriser la rétention des eaux de ruissellements par les zones humides naturelles : en particulier pour les eaux en provenance du réseau de piste et de route forestière ;
- pas de remblais ni de travaux en zone humide ayant pour impact de réduire la surface de la zone humide et/ou d'accentuer l'assèchement de ces milieux ;
- dans certains cas de figure préconiser une gestion adaptée pour réduire le comblement des étendues d'eau naturelles : mares et mardelles ;
- dans les zones humides jugées peu dégradées, éviter les changements brusques de couverture végétale pour maintenir une ambiance climatique à l'équilibre (ex : pas de suppression totale de la couverture arbustive ou arborée dans la zone humide même).

5.2. UNE GESTION SYLVICOLE DIFFERENCIEE :

>> **Objectif** : d'un point de vue sylvicole, l'objectif est de favoriser et maintenir des peuplements naturels adaptés aux spécificités des stations humides, de favoriser le maintien d'une lisière étagée et diversifiée (strate arbustive et essence de lumière notamment). Hors des contextes des habitats naturels de sapinière-pessière et pineraie tourbeuses, on veillera en priorité à réduire la pression des essences allochtones résineuses (épicéas commun, douglas, pin weyouth...).

>> **Mesures de gestion** :

- réduction des essences allochtones présentes dans l'enveloppe de la zone humide ou en bordure immédiate au profit des essences adaptées ou de milieux ouverts ;

- adapter l'intervention en contexte de forte pression du gibier pour éviter de sur favoriser l'épicéa ;
- enrichissement possible par plantation (pour favoriser la diversification des essences). Préférer au maximum la régénération naturelle ;
- sur les litières stériles sous pessière, grattage du sol possible en surface pour favoriser la régénération de l'Aulne glutineux (cas des aulnaies et aulnaies frênaies de fond de vallon).
- travail spécifique sur les lisières en veillant à limiter la pression des essences allochtones ;

5.3. L'EXPLOITATION RESPECTUEUSE DES MILIEUX HUMIDES

- >> Lors des chantiers d'exploitation forestière dans ou en bordure des zones humides, utiliser des huiles biodégradables ;
- >> Pas de stockage d'engin dans ou en bordure immédiate de zone humide ;
- >> Adapter les méthodes d'exploitation au contexte humide : pas de circulation d'engins directement dans la zone humide, débardage des arbres en entier pour éviter l'abandon de rémanents, pas de stockage de bois dans la zone humide.

5.4. GESTION DES VEGETAUX EXOTIQUES INVASIFS DANS LES ZONES HUMIDES.

>> **Objectif** : préservation et restauration de la naturalité des milieux.

>> **Mesures de gestion** : Si l'impact n'est pas jugé prépondérant en milieu forestier de montagne, il semble important d'observer quelques mesures préventives pour éviter la dissémination des espèces invasives en milieux humides intraforestiers.

- Conserver un couvert boisé stable et continu : pas d'ouverture massive et brusque du peuplement dans les secteurs déjà touchés ou proche de foyer d'espèces végétales exotiques.
- Eviter les remblais ou l'apport de matériaux exogènes susceptibles d'être contaminés par des propagules.
- Exiger le nettoyage des engins de travaux publics lors d'intervention en forêt.
- Fauchage répété (2 x par an ou plus, pendant la période de végétation) avec exportation des déchets végétaux (hors forêt, puis destruction) sur les zones récemment ou très ponctuellement colonisées.

6. INVENTAIRE DES COURS D'EAU - RESULTATS

6.1. INFORMATIONS GENERALES

Au total, près de 1530 km de cours d'eau ont été inventoriés, pour une longueur moyenne de 1130 m et plus de 1350 ruisseaux ou segments de cours d'eau décrits. La totalité du chevelu hydrographique du massif vosgien n'a pas été parcouru. La description est plus complète sur les Vosges du nord (chaque vallon est généralement associé à un ruisseau), en comparaison aux Hautes-Vosges où certains versants sont très abondamment drainés.

Les données levées sur le terrain concernent la description du milieu physique avec 5 points principaux :

- la ripisylve et l'environnement forestier ;
- les ouvrages artificiels du lit mineur et des berges ;
- l'artificialisation du lit majeur (piste, route, remblais...);
- les obstacles naturels (chutes, cascades...);
- les impacts visibles liés à la gestion et l'exploitation forestière.

6.2. L'ENVIRONNEMENT FORESTIER DES COURS D'EAU

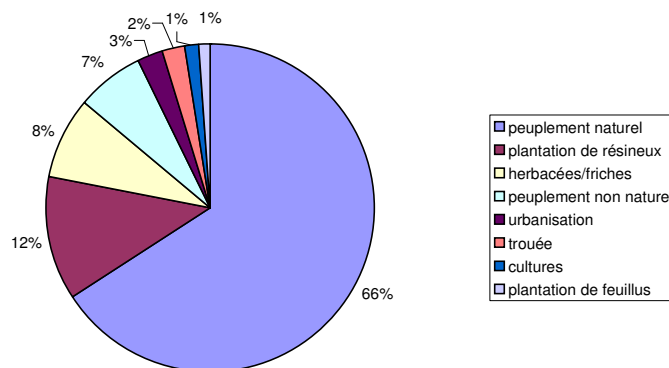


Figure 17 : environnement des cours d'eau inventoriés

En forêt de moyenne montagne, à défaut de pouvoir identifier un lit majeur, on a considéré que le type de peuplement et plus largement l'occupation du sol située sur une bande de 25 m (hauteur moyenne d'un peuplement) de part et d'autre du ruisseau avait une influence directe sur celui-ci.

Il s'agit à 85% d'un environnement forestier. Les peuplements traversés sont majoritairement naturels (constitués d'essences autochtones). Les plantations de résineux occupent 11,5 % du linéaire total. Ce sont pour la plupart des plantations d'épicéas ou de douglas, inadaptées en contexte rivulaire, mais qui de part leur productivité et leur relative plasticité en termes stationnels ont été abondamment plantées. Le degré d'enrésinement a sans doute été sous évalué. En effet, la description concerne uniquement les forêts publiques. Or les forêts privées qui concentrent une part non négligeable de plantations de résineux sont souvent situées en fond de vallées sur d'anciens terrains agricoles, en zone de transition entre la forêt, les zones d'habitations et les zones agricoles. L'analyse de l'ensemble du réseau hydrographique de montagne, révélerai sans doute un taux d'enrésinement plus élevé.

Impacts sur le milieu :

- En terme écologique « une perte de richesse patrimoniale » : ces plantations concurrencent directement les habitats typiques des vallées de montagne (aulnaies et aulnaies-frênaies) reconnus d'intérêt communautaires (Directive Habitats 92/43/CEE);
- En termes fonctionnels : du fait de leur système racinaire traçant superficiel, ces espèces sont instables sur les berges et banquettes alluviales meubles des ruisseaux forestiers, favorisent l'ensablement des ruisseaux en zone gréseuses (via notamment l'absence de strate herbacée en haut de berge), et conduisent souvent à une incision du lit (conséquence parfois indirecte liée à la rectification préalable aux travaux de plantation). A une échelle plus générale, on peut observer une perte de fonctionnalité par modification des mécanismes de rétention des eaux de crues. Cet impact est d'autant plus marqué que le linéaire de cours d'eau concerné est important.
- En termes biologique et physico-chimique : elles modifient l'activité biologique propre au ruisseau, par des apports appauvris en matière organique (litière acidifiante), une réduction de la luminosité et une modification plus globale des conditions microclimatiques locales.

L'acidification d'un cours d'eau résulte davantage du taux d'énrésinement du bassin versant concerné et pas seulement de la présence de résineux en bordure immédiate du ruisseau

Près de 2% du linéaire traverse des zones de trouées. En effet, la zone d'étude comprends des bassins versant qui ont été fortement touchés par les tempêtes de 1999 (en particulier au niveau des Vosges gréseuses) et dont la reconstitution des boisements n'est pas encore totale.

Les milieux ouverts traversés, faiblement anthropisés, sont surtout composés de prairies et de friches.

	Linéaire total (en km de rive)	% du linéaire total	% avec ripisylve vraie
Peuplement naturel	1 905,8	66,3 %	14,8 %
Plantation de résineux	330,56	11,5 %	15,1 %
Peuplement non naturel	194,637	6,8 %	14,9 %
Plantation feuillus	33,02	1,15 %	8,7 %
Urbanisation	76,034	2,6 %	5,2 %
Trouée	63,6	2,22 %	11,2 %
Friches/herbacées	233,741	8,13 %	23,5 %
Cultures	35,9	1,3 %	19,8 %

6.3. LA RIPISYLVE

La ripisylve se définit comme une formation végétale ligneuse accompagnée d'une strate herbacée et arbustive qui se dissocie du peuplement ambiant par sa nature et son affinité hydrophile. Elle est dominée par des essences feuillues hydrophiles, sa composition variant selon l'étage bioclimatique et la situation topographique.

La ripisylve est considérée comme présente sur environ 15% du linéaire. Elle est nettement moins présente en zone urbanisée ou dans les zones de trouées (consécutives aux tempêtes de 1999). Ces formations sont généralement réduites dans les cours d'eau forestiers en zone montagneuse, sous la forme de boisements discontinus de longueur moyenne 200 m. Elles sont peu développées dans les zones encaissées et peuvent au contraire s'étaler dans les fonds de vallons élargis (largeur moyenne de 8m).

L'Aulne glutineux (Figure 18) est l'essence caractéristique et structurante des ripisylves. Le cortège d'essences varie en fonction du degré de confinement des vallées et du fonctionnement alluviale (régime

des inondations), l'Érable sycomore se développe davantage en conditions de ravins, sur des éboulis, le Frêne commun supporte un engorgement temporaire mais pas de submersion prolongée. Les arbustifs sont présents, et parmi eux le noisetier est une essence régulièrement rencontrée qui se développe sur les talus et berges des ruisseaux. Dans certain secteur, seule sa présence marque une lisière (plus ou moins continue le long du ruisseau) dans le peuplement ambiant.

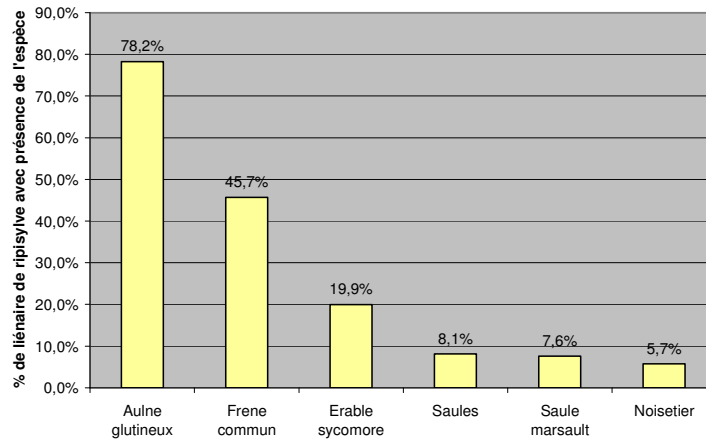


Figure 18 : distribution des espèces présentes dans la ripisylve

6.4. LES ESPECES INVASIVES

Deux espèces sont le plus fréquemment observées : la Balsamine de l'Himalaya et la Renouée du Japon.



Leur répartition le long des ruisseaux est majoritairement sous une forme ponctuelle et localisée (quelques m²). La Balsamine peut occuper des surfaces plus conséquentes (cf paragraphe sur les aulnaies dans le chapitre zones humides).

La portion du linéaire colonisée par des espèces végétales invasives n'a pas été évaluée directement. Leur présence est avérée sur 18 % des ruisseaux décrits, avec de 1 à 5 points de contacts (ou foyers) identifiés (moyenne = 1,3 foyer / ruisseau). Les cours d'eau les plus impactés sont les grands ruisseaux de fond de vallée (Andlau, Rehbach, Giessen, Doller...) où l'on trouve des sections de berge entièrement colonisées sur des portions de plusieurs centaines de mètres.

Figure 19 : renouée du japon en bordure de piste

Néanmoins, en contexte forestier de montagne, les milieux rivulaires ne sont pas envahis sur des linéaires consécutifs très importants comme on peut l'observer sur certaines rivières de plaine ou des grandes vallées vosgiennes (Weiss, la Fecht...). Leur présence traduit une perte de naturalité des habitats rivulaires, et sont le plus souvent consécutives à des aménagements (enrochement, remblais...). Les rivières des vallées sont donc davantage sujettes à l'installation de ces espèces. En tête de bassin versant les foyers sont moins développés et seulement sous la forme de tâches localisées.

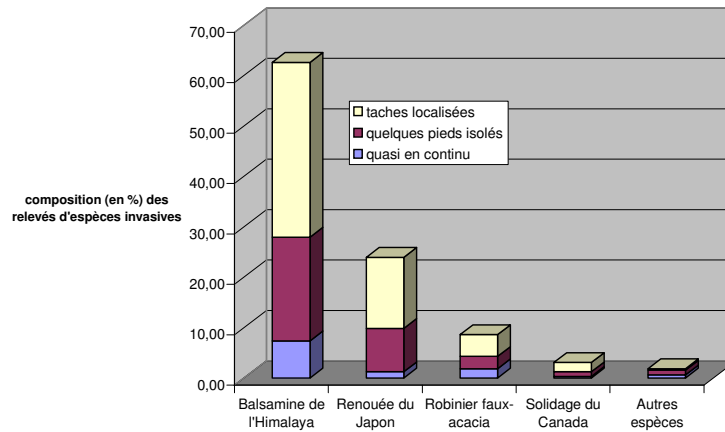


Figure 20 : composition spécifique des relevés en espèces végétales invasives

6.5. INFRASTRUCTURES LINEAIRES ET IMPACTS SUR LE LIT MAJEUR.

Ici la notion de lit majeur a été abordée de façon indirecte, en évaluant le degré d'artificialisation de l'environnement immédiat du cours d'eau, sur un espace de 25 m situé de part et d'autre de l'axe formé par l'hydrosystème. Le taux d'urbanisation étant très faible sur la zone étudiée, seul a été pris en compte les infrastructures linéaires. Deux sources d'information nous permettent d'appréhender la situation :

- Approche SIG : croisement de la couche vectorielle « Schéma Régionale de la desserte forestière » (= levée au GPS de l'ensemble des routes, et chemins forestiers existant en forêt) et de la couche vectorielle du réseau hydrographique sur la zone d'étude ;
- Relevé de terrain par les agents ONF.

Les résultats sont assez proches, avec respectivement 24 % et 22 % du linéaire de cours d'eau, bordé par une infrastructure linéaire située à une distance de 0 à 25 m du cours d'eau. Ce constat indique clairement une forte pression des dessertes forestières sur les hydrosystèmes.

En zone de montagne, les axes de communication sont quasi systématiquement implantés dans les fonds de vallées, en contact plus ou moins immédiat avec un cours d'eau. Pour autant l'impact réel sur le lit majeur est à nuancer. En effet, il faut distinguer la contrainte réelle exercée par une route sur remblais située en contact immédiat avec les berges du cours d'eau, des infrastructures situées à plusieurs mètres du ruisseau. Dans le premier cas, la contrainte physique est permanente, supprimant les possibilités de divagation du lit sur une des rives et réduisant l'espace d'expansion des crues ainsi que la possibilité de développement des formations végétales alluviales. Dans l'autre cas, la dynamique est peu contrainte. Aussi, les relevés de terrain, indiquent que seul 11 à 12 % du linéaire des cours d'eau est effectivement contraint sur une de ces rives par une infrastructure linéaire (en contact immédiat avec le haut de berge).

Il est toutefois difficile d'appréhender davantage le préjudice porté au cours d'eau, dans la mesure où pour bon nombre d'entre eux le profil naturel est rectiligne - l'amplitude latérale se réduit à un fuseau de quelques mètres - et la zone d'expansion des crues est de faible surface.

Sur les hydrosystèmes connus pour leurs crues importantes (fonctionnement torrentiel plus marqué) il convient de strictement respecter ces zones d'expansion et de conserver un lit majeur intact.

La perturbation porte également sur la ripisylve qui dans ces contextes est réduite à un rideau boisé, voire inexistante.

6.6. LES OUVRAGES DE CONSOLIDATION DES BERGES

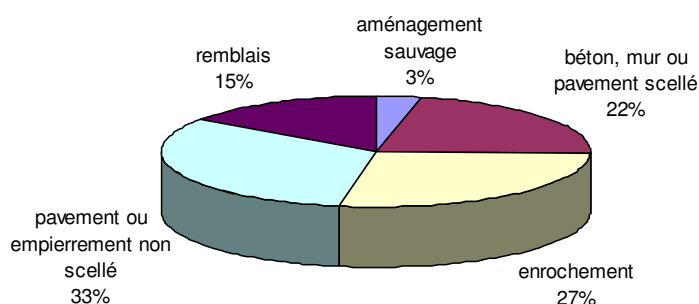


Figure 21 : types d'ouvrages de consolidation de berge observés en forêt.

Ces ouvrages regroupent l'ensemble des infrastructures artificielles dont la fonction initiale est la stabilisation et la consolidation d'une portion de berge. En milieu forestier, ce type d'aménagement peut paraître anecdotique. Ils sont cependant rencontrés assez régulièrement (couvrent environ 1,5 % du linéaire total), le plus souvent sous forme d'enrochement ou de mur (+ de 75 % des ouvrages) qui permettent la stabilisation directe d'une route forestière et plus généralement d'un axe de communication. Leur longueur varie de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres. Certains de ces ouvrages plus anciens présentent un bon niveau d'intégration paysagère et fonctionnel (murs non scellés, offrent par exemple des sites propices à la nidification du Cincle plongeur ou à la Bergeronnette des ruisseaux).

Les ruisseaux traversant les propriétés privées font régulièrement l'objet d'aménagements variés, où les berges se voient fixées par des matériaux hétéroclites.

Les actions doivent être orientées selon 3 axes :

- Sensibiliser les propriétaires riverains aux méfaits des aménagements en berges et aux méthodes adaptées de consolidation (génie végétal, enrochements...)
- Sensibiliser propriétaires, gestionnaires et collectivités aux perturbations liées aux remblais en lit majeur et en berge (matériaux exogènes, polluants, dissémination de plantes invasives...);
- Pour l'aménagement de nouvelles dessertes en forêt, promouvoir un plan d'installation permettant de préserver au maximum le lit majeur du ruisseau.

6.7. LES OUVRAGES DE FRANCHISSEMENTS

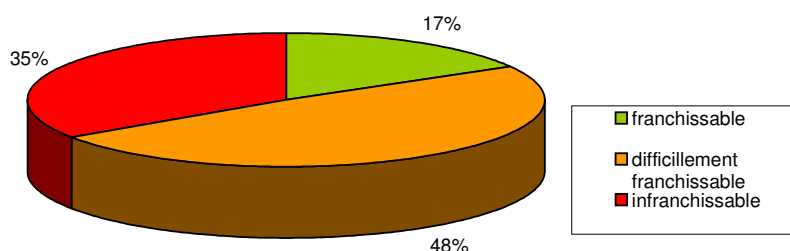


Figure 22 : franchissabilité estimée des passages busés

Cette dénomination regroupe l'ensemble des infrastructures artificielles positionnées sur et dans le lit mineur afin d'en permettre le franchissement par des engins. On y distingue les passages busés (et

structures associées comme les daleaux en grès), qui représentent 65 % des ouvrages observés, les ponts et passerelles dont l'impact direct sur le lit mineur est réduit (environ 25% des ouvrages), les passages à gués (passage des engins dans le lit du ruisseau) pour moins de 10 %.

Au total, 2494 passages busés ont été inventoriés, soit une densité de 1 ouvrage / 600m de cours d'eau (contre 1 pour 3 km sur les grands systèmes). Ces ouvrages sont abondants en milieu forestier, et soulèvent un réel problème de continuité écologique. Il s'agit en grande majorité d'ouvrages de diamètre inférieur ou égal à 60 cm, dimension qui est insuffisante pour garantir une bonne continuité écologique, même pour des hydrosystèmes de faible largeur (50 à 100 cm de large).

Catégorie de diamètre (en cm)	%
≤ à 60 cm	75 %
80 cm	14,5 %
100 cm et +	10,5 %



La franchissabilité des passages busés par la faune piscicole est une notion complexe nécessitant la prise en compte de plusieurs facteurs (débit, hauteur de la lame d'eau dans l'ouvrage, longueur de l'ouvrage, présence d'une chute à l'aval, présence d'un affouillement...). Elle dépend également de l'espèce piscicole considérée, de la taille des individus (capacité de saut, endurance, vitesse de pointe) ainsi que de la période considérée.

Une règle de décision empirique a donc été élaborée pour calculer la franchissabilité des passages busés inventoriés (basé sur des critères issus de la littérature pour la truite fario).

Figure 23 : passage busé infranchissable (photo dessus) et pêche électrique pour affiner le diagnostic piscicole (photo dessous).

Les deux critères retenus sont :

La présence d'une chute à l'aval de l'ouvrage :

- Si hauteur chute > 40cm : chute infranchissable
- Si 20 cm < hauteur chute < 40 cm : chute franchissable si présence d'un affouillement à la sortie de la buse (fosse d'appel pour le poisson)
- Si chute < 20 cm : chute franchissable

La longueur de l'ouvrage :

- Longueur < 5m : ouvrage franchissable
- 5m < longueur < 10m : ouvrage difficilement franchissable
- Longueur > 10m : ouvrage infranchissable



Environ 35% des ouvrages sont estimés infranchissables (dans 43% à cause d'une chute à l'aval). Au total, plus de 800 ouvrages sont donc classés comme infranchissables, soit un obstacle artificiel tous les 1,75 km en moyenne.

Au delà du caractère franchissable de l'ouvrage, le contexte environnementale doit être pris en compte par le gestionnaire afin d'affiner le diagnostic et définir les actions. Deux critères principaux sont à intégrer. (1) le linéaire de cours d'eau à reconnecter - l'intervention est à privilégier sur des sites dont on

pourra reconnecter le linéaire le plus important. Sur ce point il est important de bien intégrer l'ensemble des ouvrages artificiels et structures naturelles qui réduisent les possibilités de circulation de la faune aquatique ; (2) la potentialité piscicole du site d'accueil - une analyse du peuplement piscicole à l'amont et à l'aval de l'ouvrage doit permettre de confirmer l'intérêt du site, couplé avec un diagnostic rapide du linéaire amont (type de faciès, qualité de l'eau...).

La continuité écologique implique également l'absence d'obstacles pour le transfert des sédiments. Dans le cadre de ce projet, aucune évaluation n'a été réalisée sur ce volet.

Au final, cette étude montre un degré de deconnexion élevé du réseau hydrographique forestier. L'analyse doit être complétée par un bilan sur le transport sédimentaire et sur la ressource des peuplements piscicoles afin d'affiner le diagnostic et de décliner un programme d'actions précis.

6.8. LES EMBÂCLES

Les ruisseaux forestiers sont naturellement riches en embâcles naturels. Ceux-ci jouent des rôles écologiques variés et leur présent traduit en général un bon degré de naturalité. Dans le cadre de cette étude, seuls les embâcles naturels dont la présence a un réel impact sur le profil de l'écoulement de la lame d'eau ont été répertoriés. La fréquence moyenne des embâcles ou arbres tombés est de 2/km de cours d'eau. Cette valeur donne un indice global (sans doute sous évalué) qui présente de très fortes variations. Les plus petits ruisseaux sur pentes fortes présentent jusqu'à plus de 40 embâcles par km de cours d'eau. Bien qu'aucun lien n'ait été mis en évidence, l'occurrence des embâcles semble dépendre de plusieurs paramètres :

- Le type de ruisseau (influence la durée de vie de l'embâcle, la rapidité et le contexte de formation...)
- Le type d'environnement forestier (les jeunes peuplements de résineux produisent très peu de matière organique morte)
- L'utilisation du cours d'eau et la gestion des embâcles.



Figure 24 : embâcle naturel

6.9. IMPACTS DE L'EXPLOITATION FORESTIERE SUR LES COURS D'EAU.

Les bassins versants concernés sont très majoritairement dominés par un couvert forestier (à plus de 80%). Du fait de la faible anthropisation de ces secteurs, la principale source de perturbation des milieux aquatiques est liée à l'exploitation et aux travaux forestiers.

La description des cours d'eau a permis de hiérarchiser les impacts directs les plus fréquemment rencontrés sur le réseau hydrographique.

- La circulation d'engins forestiers dans le lit des cours d'eau
- L'abandon de rémanents et les résidus de coupes
- Dépôt de bois sur berge
- Dépôt de bois dans le lit des ruisseaux

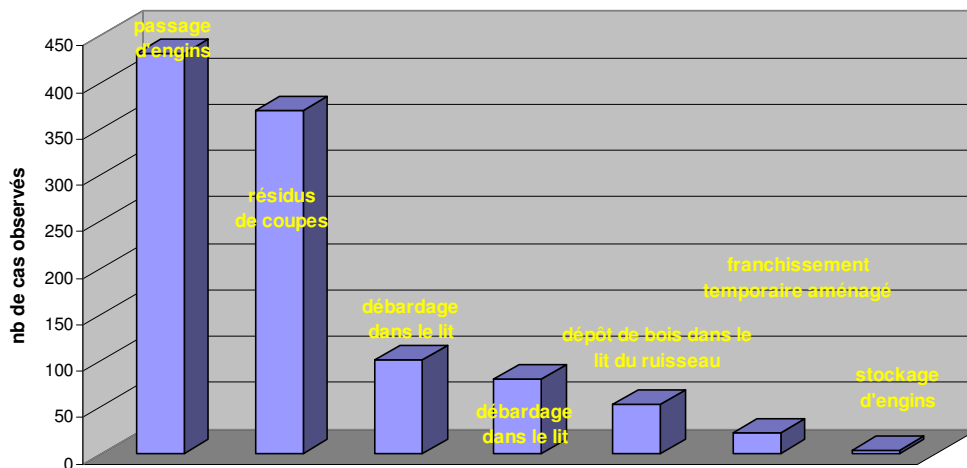


Figure 25 : fréquence des impacts de la gestion forestière

7. GESTION DES COURS D'EAU EN MILIEU FORESTIER ET BASE REGLEMENTAIRE

7.1. PRESERVATION ET RESTAURATION DE LA RIPISYLVE

>> **Objectif** : préserver voir restaurer des boisements naturels en bordure du ruisseau et dans le lit majeur du ruisseau.

>> **Mesures de gestion** : 4 actions à développer

- >> En priorité, fixer un programme d'intervention permettant la résorption progressive des peuplements d'essences allochtones (en particulier épicéas commun et douglas) situés en bordure de ruisseau ;
- 1/ enlèvement systématique des résineux allochtones situés en contact immédiat avec le ruisseau : cette action doit favoriser le développement d'une végétation herbacée et arbustive sur les berges et en bordure immédiate avec le cours d'eau.
- 2/ éclaircie des peuplements résineux denses : créer des petites trouées en bordure de cours d'eau, soit par détournement des feuillus de la ripisylve encore présent, ou au niveau de banquettes alluviales : l'objectif est de retrouver les conditions favorables (conditions microclimatiques) au développement d'une ripisylve vraie.

Dans certaines conditions (pression du gibier, absence de semenciers...) la plantation ou l'enrichissement des trouées par des essences feuillues de ripisylve permet de garantir le développement de la ripisylve.

>> favoriser et réhabiliter la ripisylve : hors des secteurs enrésinés, on constate régulièrement un vieillissement important de ces boisements, qui peut conduire à une réduction de leur amplitude notamment via la concurrence avec les essences ombrageantes du peuplement environnant. Le hêtre et le charme peuvent étendre leur houppier dans le sous étage assez claire et réduire les conditions de luminosité favorables au développement d'une strate herbacée et arbustive

d'accompagnement. A défaut d'un travail sylvicole dans les peuplements de ripisylve, il est important de les favoriser en leur donnant la possibilité d'une bonne expansion en hauteur et latéralement.

>> favoriser les lisières internes formées par les boisements alluviaux au sein des massifs : ces boisements alluviaux ou ripisylve, sont des zones particulièrement attractives en terme de diversité biologique. Il est important de veiller à maintenir ces lisières en favorisant leur épanouissement.

>> veiller à une bonne valorisation paysagère des zones à ripisylve.



Figure 26 : jeune pessière en bordure de ruisseau

7.2. LES ESPECES INVASIVES

>> **Objectif** : contenir voir réduire le développement des espèces végétales invasives (Renouée du Japon et Balsamine de l'Himalaya) en bordure de ruisseau.

>> **Mesures de gestion** : La menace en forêt de montagne reste faible. Les gestionnaires et propriétaires forestiers doivent observées des mesures préventives.

MESURES PREVENTIVES	MESURES DE LUTTE
<ul style="list-style-type: none"> ○ pas de remblais en zone humide ou en bordure de cours d'eau, ○ éviter les ouvertures brutales du couvert végétal à proximité d'un foyer, ○ éviter les apports de matériaux externes à la forêt en bordure de cours d'eau, ○ réduire l'intensité des interventions de curage ou de traitement des talus et fossés. 	<p>Quelques pistes... arrachage précoce</p> <p>fauche répété</p> <p>fauche + pâturage</p> <p>fauche + plantation</p>

7.3. RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE

>> **Objectif** : maintenir voir restaurer la continuité écologique des cours d'eau, en accord avec les engagements de la Directive européenne Cadre sur l'Eau et le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhin-Meuse, ainsi qu'en respect de la Loi sur l'Eau et sur les Milieux Aquatiques 30 décembre 2006.

>> **Mesures de gestion :** Les ouvrages de franchissement des ruisseaux doivent garantir la libre circulation de la faune aquatique et semi-aquatique, et ne doivent pas entraver le transport sédimentaire.

Dans la zone d'étude, plusieurs types d'ouvrages ont été testés.

- Un ouvrage cadre à fond ouvert qui permet de maintenir un lit naturel.
- Un ouvrage busé surdimensionné et enfoncé dans le lit du ruisseau, pour permettre la mise en place d'un lit naturel dans l'ouvrage.

Les conditions topographiques (pentes, substrat...) peuvent limiter d'un point de vue technique les possibilités d'aménagement. Lors des travaux, il convient de veiller à limiter au maximum les perturbations du cours d'eau (mise en suspension de matériaux...).

Ces travaux présentent un surcoût pour le propriétaire forestier. Les chantiers réalisés permettent une évaluation directe de ce surcoût (cette donnée apporte un ordre de grandeur, les coûts dépendent nettement du contexte de réalisation du chantier...).



Figure 27 : ouvrage cadre et ouvrage busé adapté à la continuité écologique

TYPE D'OUVRAGE	COUT ESTIME	EVALUATION DU SURCOUT
1 - ouvrage busé classique (diamètre 80 cm)	500 à 600 € / mL	<i>Coût de référence</i>
2 - ouvrage busé surdimensionné + enrochements de consolidation (diamètre 140 cm)	900 à 1000 € / mL	= coût de référence x 1,5
3 - ouvrage cadre (largeur 100cm, hauteur 150cm)	1600 € / mL	= coût de référence x 2,6

7.4. GESTION DES EMBACLES NATURELS ET BOIS MORT DANS LES COURS D'EAU

En forêt, du fait des faibles enjeux liés à la sécurité publique, aucune intervention sur les embâcles ne doit être réalisée sauf en cas de risque de déstabilisation d'ouvrages (pont, buse, route...). Dans ces conditions les interventions doivent respecter quelques règles de base :

- Éviter au maximum les dégradations au cours d'eau : pas de passage d'engin dans le cours d'eau, programmer l'intervention en période de basses eaux, ne pas perturber la faune aquatique...
- Veiller à maintenir au maximum le bois mort dans l'eau : réduction simple de l'embâcle en ouvrant une voie d'eau et en fixant en berge les principaux éléments.
- Viser une bonne intégration paysagère des interventions.

Le bois mort est une ressource vitale pour la biologie des cours d'eau. Les propriétaires et gestionnaires doivent intégrer ce paramètre comme étant étroitement lié à la dynamique naturelle du ruisseau.

7.5. CONSIGNES GENERALES A RESPECTER LORS DES EXPLOITATIONS FORESTIERES.

TYPE D'ACTIVITE	IMPACTS SUR LES COURS D'EAU	REGLEMENTATION	CONSIGNES DE GESTION
Circulation d'engins forestiers dans les cours d'eau	destruction du lit mise en suspension de matériaux destruction des berges et de la végétation Intensité des dégâts moyenne à forte. Cela dépend notamment du type de cours d'eau impacté.	- interdiction de circuler dans les cours d'eau hors ouvrage aménagés sauf après autorisation administrative	1/ préférer un itinéraire alternatif 2/ si le franchissement est impératif : mise en place d'un dispositif rustique permettant de réduire les dégâts (rondins, tubes PEHD...)
Résidus d'exploitation	La présence en grande quantité de rémanents peut conduire à une forte modification du profil d'écoulement. La formation d'embâcles est secondaire et peu perturbatrice à petite échelle.	- pas d'obstruction du libre écoulement de l'eau	- enlèvement des houppiers et principaux résidus ; - pas d'intervention systématique une fois que les branchages sont intégrés dans le ruisseau.
Dépôt de bois dans le lit du ruisseau ou sur les berges	dégradation ponctuelle des berges ; transfert de sédiments dans le ruisseau ; dégradation ponctuelle du lit.	- pas d'obstruction du libre écoulement de l'eau. considéré comme une destruction de frayères et de zones d'habitats.	- pas de dépôt de bois dans le lit du ruisseau ni sur les berges.
Exploitation en bordure de cours d'eau	pollution diffuse aux hydrocarbures (huile de tronçonneuse...)	- Obligation d'utiliser des huiles biodégradables dans les zones naturelles sensibles	- abattage directionnel des arbres en bordure de cours d'eau ; - utiliser des huiles biodégradables + prévoir des kits anti pollution (absorption rapide des hydrocarbures).

8. EN CONCLUSION ...

Ce projet s'inscrit dans un double contexte :

- >> Apporter un diagnostic et trouver des pistes en matière de protection des milieux aquatiques en milieu forestier en réponse aux objectifs fixés par la Directive européenne Cadre sur l'Eau (Directive 2000/60) ;
- >> Apporter des outils complémentaires en matière de gestion des milieux aquatiques en forêt publique en accord avec les engagements de l'ONF fixés à travers la nouvelle politique environnementale.

Dans la mise en application de ce projet, les propositions techniques et les réalisations s'inscrivent également en cohérence avec les démarches locales (SAGE, Natura 2000...).

Cette étude confirme les priorités en matière de gestion et de protection des milieux aquatiques :

- >> Interventions prioritaires sur les zones rivulaires enrésinées, et les zones humides plantées en résineux allochtones ;
- >> Restauration de la continuité écologique dans les secteurs identifiés à enjeux ;
- >> Résorption des ouvrages de drainage encore actifs dans les zones humides ;
- >> Réduire les impacts liés à la gestion et l'exploitation forestière par une meilleure sensibilisation des forestiers, par la mise en place de mesures simples et par l'intégration des données hydrographiques dans les plans d'aménagements.

Ce travail apporte un outil cartographique qu'il faudra diffuser sur le terrain. Cette base de données doit également servir à la mise en œuvre de programmes d'actions en faveur de la protection des milieux aquatiques.