



AGENCE RÉGIONALE
**BIODIVERSITÉ
ENVIRONNEMENT**
Naturellement Sud

RÉSEAU RÉGIONAL DES GESTIONNAIRES DE MILIEUX AQUATIQUES



La gestion **DE LA VÉGÉTATION** DANS LE CADRE **DE LA COMPÉTENCE GEMAPI**

Guide technique



Collection technique

Sommaire

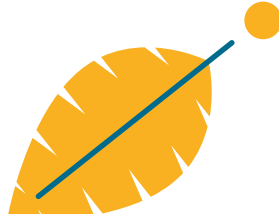


1. Éclairage général	4
1.1 Les ripisylves, des forêts sauvages très dégradées, dont la résilience est menacée par les invasions biologiques	5
1.1.1 Une forêt mal identifiée	5
1.1.2 Une résilience des ripisylves dépendant de processus complexes	6
1.1.3 Le recrutement et l'adaptation des espèces ligneuses pionnières	7
1.1.4 Des milieux boisés essentiels à la vie aquatique	9
1.1.5 Une grande biodiversité	10
1.1.6 Des causes anciennes et récentes de dégradation des ripisylves	13
1.2 Le bois mort en rivière, entre risque d'embâcle et source d'habitats	15
1.2.1 Sources, transport et rétention des bois flottants	15
1.2.2 La rupture d'embâcle, mythe ou réalité ?	21
1.2.3 Bois flottants et ouvrages : des risques difficiles à évaluer	23
1.2.4 Les ouvrages de protection contre les corps flottants	26
1.2.5 Les bois morts, une source d'habitats essentielle dans les rivières	28
1.3 Focus sur l'arbre, un organisme fixe mais très changeant grâce à des mécanismes d'adaptation complexes	30
1.4 Aperçu de la réglementation	35
1.4.1 L'entretien des cours d'eau, une obligation d'abord attachée à la propriété du lit	35
1.4.2 Les autres acteurs de l'entretien hors GEMAPI	36
1.4.3 L'intervention des collectivités locales	37
1.4.4 Le dossier réglementaire	40
2. La mise en place d'un plan pluriannuel de gestion de la végétation (PPGV)	42
2.1 Les études préalables	43
2.1.1 Le diagnostic une étape nécessaire	44
2.1.2 Les intentions du plan pluriannuel de gestion de la végétation	50
2.1.3 Une gestion à adapter au contexte local	56
2.1.4 Les fiches décrivant les secteurs de gestion	57
2.1.5 La planification des interventions, un aspect financier mais surtout technique	58
2.2 La consultation des entreprises de travaux	58
Fiches pratiques	
Le suivi, la préparation et la réalisation des travaux d'entretien	60
Fiche 1 - L'organisation et la préparation des visites de terrain	61
Fiche 2 - La préparation des bons de commande, du marquage sur le terrain à la transmission aux entreprises	65
Fiche 3 - Cas pratiques	69
Fiche 4 - La gestion des ripisylves dans le lit mineur ou la bande active	83
Fiche 5 - Connaître et reconnaître les maladies émergentes des arbres dans les ripisylves	87
Fiche 6 - Les dendromicrohabitats, les voir, les conserver	91
Fiche 7 - La prise en compte de la faune et la flore remarquables	95

Avant-propos





Réalisé par l'Agence Régionale de la Biodiversité et de l'Environnement (ARBE), dans le cadre du Réseau Régional des Gestionnaires de Milieux Aquatiques (RRGMA), sous l'impulsion et avec la participation active des techniciens-nés de rivière des structures membres du réseau, ce guide s'adresse aux collectivités, professionnels et secteur de la formation concernés par la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI) mais aussi plus largement à toute structure intervenant sur la végétation rivulaire des cours d'eau avec un objectif de gestion intégrée par bassin versant. Les échanges entre experts scientifiques, gestionnaires de cours d'eau et institutionnels ont permis d'élaborer une méthodologie commune de travail sur la gestion du végétal pouvant servir de référence en la matière. Le guide apporte ainsi des éléments de connaissance conceptuels et appliqués pour mener sur les territoires une gestion forestière et écologique de la végétation rivulaire permettant la résilience des arbres et des ripisylves et apportant une réponse la plus adaptée possible à la prévention du risque d'embâcle.

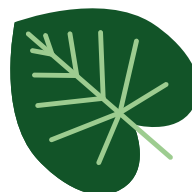


Le rôle majeur des ripisylves dans la biodiversité actuelle et l'intérêt de celles-ci pour les sociétés humaines sont aujourd'hui bien connus : habitats naturels et corridors écologiques, filtre et épuration des eaux de surface, ralentissement des eaux, stabilisation des sols, microclimat plus favorable à la vie... Ces forêts, ou plus modestement ces boisements spécifiques rivulaires relictuels, ont notamment des fonctions morphologiques prouvées et assurent une régulation naturelle des corps flottants. Elles doivent donc être gérées, préservées et, chaque fois que possible, restaurées. Mais un tel défi est rendu très difficile par leur répartition géographique dans les paysages actuels, caractérisée par des linéaires de plusieurs centaines ou milliers de kilomètres, difficiles d'accès et couvrant une multitude de contextes et de propriétés privées à l'échelle des bassins versants. Les structures en charge de la compétence « Gestion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations (GEMAPI) » ont ainsi un rôle évident et essentiel pour répondre à celui-ci.

Conçu en trois parties, le guide présente d'abord un panorama des connaissances scientifiques et techniques, puis explique le rôle des Plans Pluriannuels de Gestion de la Végétation (PPGV), avant de s'intéresser à certains des aspects pratiques les plus importants de leur mise en œuvre. On trouvera également sur le site internet de l'Agence Régionale de la Biodiversité et de l'Environnement (www.arbe-regionsud.org), où le guide est en téléchargement, un modèle pour construire les bordereaux de prix des marchés de travaux et des liens vers des sites ressources.



*Ce guide est cofinancé
par la Région Provence-Alpes-
Côte d'Azur, Agence de l'eau Rhône
Méditerranée Corse, le Conseil
Départemental de Vaucluse*





1. Éclairage général

1.1 Les ripisylves, des forêts sauvages très dégradées, dont la résilience est menacée par les invasions biologiques

1.1.1

Une forêt mal identifiée

Le terme de **ripisylve** (« forêt des rives ») s'est imposé auprès des gestionnaires de cours d'eau pour désigner la végétation ligneuse des rives, mais celle-ci reste mal identifiée même dans la littérature scientifique. Les élus et les riverains découvrent le mot « ripisylve » au contact des technicien·nes de rivière, sans toujours bien comprendre à quoi il fait référence. Les arbres le long des cours d'eau sont pourtant dans toutes les représentations des rivières mais ils ne sont pas perçus ou compris comme un élément essentiel de leur fonctionnement, aucun terme ne les désignant de manière spécifique dans le vocabulaire courant. Les ripisylves se distinguent du **boisement de berge** qui regroupe toutes les formations ligneuses présentes aux bords des cours d'eau et non adaptées aux conditions de la zone riveraine (forêts de versant, sylviculture...).

Les boisements rivulaires spontanés marquent aussi souvent la limite de l'espace concédé au cours d'eau. Les termes de « forêts riveraines » ou « forêts alluviales » rappellent pourtant que ces formations naturelles, présentes sur les sols alluviaux avec une nappe proche de la surface du sol et régulièrement inondées, étaient à l'origine très larges, générant un milieu complexe (mosaïque végétale). Aujourd'hui, les ripisylves sont souvent réduites à des boisements linéaires formant des corridors écologiques simplifiés et marquant une transition entre un milieu aquatique et un milieu terrestre à l'échelle d'un paysage. **Les nombreuses autres interfaces avec l'eau, qu'elles structurent ou modifient à une échelle spatiale plus fine, sont indispensables à de nombreuses espèces mais ont aussi été drastiquement réduites.**



(©Boyer M.)

Les ripisylves caractérisent des formations boisées et naturelles sur des substrats alluviaux où l'eau joue un rôle majeur : présence d'une nappe proche, submersions fréquentes et prolongées, érosions et ensevelissements des sols plus ou moins réguliers, connectivité étroite avec le lit mineur. Les espèces natives qui la composent se sont ainsi adaptées à un régime de perturbations entretenu par les crues.

1.1.2

Une résilience des ripisylves dépendant de processus complexes

La sylvigénèse des ripisylves débute avec la colonisation d'alluvions déposées en fin de crue par **des espèces à bois tendre** (aulnes, peupliers, saules). Puis ce stade pionnier évolue en plusieurs décennies vers un stade mature avec **des espèces à bois dur** (frênes, chênes, ormes). Les essences à bois dur supportent moins bien les fortes et fréquentes perturbations des milieux pionniers et s'installent sur des milieux plus stables : d'abord les frênes en stades post-pionnier ou mature, puis les chênes, les ormes et les érables. Le peuplier blanc, espèce thermophile et héliophile et supportant bien la sécheresse, sera, lui, avantagé à des stades intermédiaires. Quel que soit son stade d'évolution, cette forêt dépend de l'eau souterraine (nappe proche) et de surface (inondation). Il n'y a donc pas d'espèces dryades (hêtre, sapin) caractéristiques des forêts matures.

📖 À consulter :
Corenblit, D.; Steiger, J.; Mzal, L.; Till-Bottraud, I. *Relier la biogéomorphologie fluviale à l'écologie évolutive : un focus sur les arbres riverains pionniers*. 2020, 55-72.

Les boisements pionniers **changent les conditions d'écoulement et la forme des bancs**. Ils piègent les corps flottants, détournent les écoulements et favorisent la sédimentation, donc le recrutement d'autres plantes. Le peuplier noir et les saules sont ainsi considérés comme des espèces « ingénieures » car ils modifient leur environnement en le rendant plus favorable pour eux. Ces interactions étroites entre hydromorphologie et colonisation par des plantes vivaces sont à l'origine de la transformation des paysages alluviaux, perceptible à l'échelle humaine. On parle aussi de trajectoire ou de cycle **bio-hydromorphologique**.

Au cours de cette évolution, les sols s'élèvent également par sédimentation des sables et des limons transportés par les crues et forment des terrasses plus hautes, où les inondations sont moins fréquentes et la nappe moins affleurante.

Ces mécanismes d'exhaussement (ou d'accrétion) et de colonisation des milieux créent des gradients de :

- disponibilité en eau (qui tend à diminuer) ;
- de richesse du sol (qui tend à augmenter) ;
- de pression de compétition (qui tend à augmenter) ;
- d'exposition à l'érosion et à l'immersion (qui diminuent).

Les espèces pionnières, peu nombreuses, disparaissent tandis qu'un grand nombre d'autres peuvent s'installer. Les arbres vivent plus longtemps, la structure de la forêt se complexifie (4 strates avec les très grands arbres), le bois mort est abondant, les habitats se diversifient et la biodiversité augmente. Le caractère humide reste toujours présent avec des inondations et une nappe proche.

Ces successions complètes ne se réalisent pas partout car les crues créent des perturbations fréquentes et d'ampleurs variables par érosion des sols ou ensevelissement faisant disparaître ces milieux. Ainsi dans les ripisylves assez larges, on observe des stades pionniers sur les berges et les bancs fréquemment remaniés par les crues, et des stades plus évolués en retrait des chenaux d'écoulement. Dans les cours d'eau très divagants, des stades plus matures peuvent parfois aussi être soudainement en contact avec le lit mineur, voire former un îlot boisé. Sur les cours d'eau avec des ripisylves étroites, ces successions seront surtout visibles dans le sens longitudinal avec des stades pionniers à certains endroits (anciennes érosions de berge) et des stades plus évolués ailleurs. Dans les petits cours d'eau avec des lits majeurs restreints et moins de variation de la hauteur de la nappe, l'aulne, qui s'installe sur les sols engorgés, est avantagé par rapport aux saules et peupliers, qui ont besoin de milieux plus drainants.



Quelques stades différents d'évolution des ripisylves : stade pionnier à proximité du lit et stade plus évolué et complexe dans une large ripisylve alimentée par des résurgences phréatiques appelées aussi « adous ». (©Boyer M./Aquabio)

1.1.3

Le recrutement et l'adaptation des espèces ligneuses pionnières

Pour les peupliers et les saules, qui s'installent sur les alluvions déposées par les rivières, la réussite de la reproduction sexuée n'est pas garantie tous les ans, bien au contraire. Ce sont des espèces dioïques (les chatons mâles et femelles sont portés par des individus distincts), dont la maturité sexuelle est précoce (6 ans pour le peuplier noir, 3 ans pour les saules arbustifs). Elles produisent au printemps une grande quantité de graines dispersées par le vent et l'eau, mais celles-ci ne vivent que quelques jours ou semaines et germent rapidement et il faut des conditions bien particulières de texture (sédiments fins) et d'humidité des sols pour le développement des semis. Parce qu'elles ne sont pas à la bonne altitude par rapport au niveau de l'eau, la plupart des plantules disparaissent par submersion ou dessiccation (les températures à la surface d'un banc dépassent souvent 50 °C et la plantule doit transpirer pour se refroidir). De plus, après trois mois environ de croissance, les plants survivants ayant développé un pivot racinaire profond auront plus de chances de se maintenir, sauf s'ils se font éroder ou ensevelir par une crue. Pour compenser ces difficultés avec la reproduction sexuée, les Salicacées ont aussi développé de très grandes capacités de **régénération végétative** (bouturage de tiges, drageonnement chez le peuplier), qui est beaucoup plus efficace. Les suppléants forment en effet rapidement des tiges et des racines, ils subissent moins les effets de la compétition entre espèces et supportent les ensevelissements.



Banc récemment exondé couvert de sédiments fins propice à l'installation des espèces pionnières. (©Popoff N.)



Banc couvert de sédiments fins colonisé par des semis de peupliers noirs et de saules blancs ainsi que par une espèce exotique envahissante : le platane commun. Les plantules restent très sensibles à un ennoïement ou à une baisse du niveau d'eau lors de l'étiage estival (stress hydrique), il est donc peu probable qu'une forêt s'installe. (©Popoff N.)



Exemple de reproduction végétative : l'aulne enraciné initialement en rive droite s'est effondré en travers du cours d'eau. Sa souche a redonné un suppléant vigoureux et son tronc a marcotté sur la berge opposée. Cet arbre effondré a donc donné deux nouveaux individus, l'un en rive droite et l'autre en rive gauche et son tronc intégré dans les alluvions participe à la diversification des habitats aquatiques (©Boyer M./Aquabio)

Une fois installés, les arbres pionniers bénéficient alors de nombreuses adaptations pour se maintenir malgré les crues : tolérance à l'anoxie, capacité à former rapidement des racines adventives, ancrage racinaire très important, forte capacité à produire des suppléants... Le long des rivières torrentielles, les arbres subissent notamment des vitesses et des chocs importants contre leur tronc. **Les jeunes arbres se couchent ou sont emportés, les plus gros résistent ou cassent.**

Ainsi, les périodes de calme hydrologique dans les rivières à forte dynamique sont très favorables aux recrutements par semis des saules, aulnes et peupliers qui pourront coloniser très rapidement de nouveaux espaces. Les bras vifs ayant moins d'activité, les arbres peuvent alors former des boisements qui stabilisent à leur tour la forme du cours d'eau. Puis, si la fréquence et l'intensité des crues sont retrouvées, les boisements seront détruits par sapement des berges et la bande active s'élargira à nouveau.

Ces cycles de boisement du lit et d'érosion sont naturels et se déroulent sur plusieurs dizaines d'années. Voir un lit se boiser n'est pas systématiquement le signe d'un dysfonctionnement. Par ailleurs, la reproduction sexuée des espèces ligneuses pionnières dépend étroitement de la dynamique alluviale car elle nécessite des substrats spécifiques créés par celle-ci. Elle est essentielle pour l'adaptation aux changements environnementaux et aux pathologies émergentes, même si ces espèces bénéficient de très fortes capacités de régénération clonale.



L'érosion de la berge dévoile le mystère des peupliers noirs installés sur des berges assez hautes alors qu'ils naissent sur les bancs d'alluvions à une altitude proche du niveau d'étiage : c'est la possibilité de former plusieurs fois des racines adventives sur le tronc au-dessus du collet. Le cliché montre à droite et à gauche du tronc différents étages de racines charpentières. Ce peuplier est donc bien né à un étage inférieur avant que la berge ne se forme et a contribué à la constitution de celle-ci en stabilisant les alluvions. Les peupliers ont aussi la capacité de drageonner. (©Popoff N.)

1.1.4

Des milieux boisés essentiels à la vie aquatique

Les ripisylves non dégradées par les activités humaines sont des forêts sauvages, car elles se développent spontanément à partir d'espèces natives sur des substrats vierges. Elles abritent **les habitats les plus diversifiés, dynamiques et complexes du globe**. Elles régulent la lumière et le régime thermique des cours d'eau (sur certains cours d'eau, l'absence de ripisylve est souvent plus impactante sur ce dernier que la présence de seuils) et fournissent nourriture et habitats à une grande diversité **de faune aquatique et terrestre**. Les différences de structures et de compositions de la végétation, de sols et de microclimats créent des conditions environnementales uniques, favorables à la **biodiversité aquatique, terrestre et hygrophile**. Les corridors riverains servent ainsi de refuge à une grande diversité d'animaux et de plantes terrestres, et permettent en particulier de maintenir **une richesse écologique importante dans les paysages agricoles**. Ils accueillent également **une biodiversité unique d'espèces spécialistes** qui ont besoin d'être proches de l'eau pour accomplir leur cycle de vie.

Le gradient d'humidité apporté par une ripisylve large permet d'accueillir une très grande diversité d'espèces. La présence de bois morts décomposés, souvent humides, est déterminante pour le développement d'une diversité exceptionnelle en champignons et en insectes mycétophages (se nourrissant de champignons) et saproxylophage (se nourrissant de bois morts). La formation de petites cavités provoquées par les chutes d'arbres sont des refuges pour de nombreuses espèces, y compris pour des espèces réputées cavernicoles. **Nombre d'animaux terrestres et aquatiques consomment les insectes aquatiques émergents, parfois de manière exclusive**. Ceux-ci fournissent une ressource alimentaire avec des acides gras essentiels uniques, y compris très tôt dans l'année lorsque les écosystèmes terrestres ne produisent presque plus aucune ressource.

La survie de nombreux invertébrés ayant une forme larvaire aquatique dépend de la présence d'une ripisylve, ces derniers s'y réfugiant à l'émergence et tendant à occuper toutes les strates de la ripisylve, certaines espèces préférant les plus basses, d'autres les plus hautes. **Au-delà de l'aspect trophique (apports de litières), la présence d'une ripisylve large, complexe et ancienne est donc déterminante dans le maintien d'une biodiversité aquatique élevée**. La perte des ripisylves conduit notamment à la disparition des espèces psychrosténothermes (d'eau froide) et de celles qui pondent exclusivement sur des branches ou des feuilles surplombant les cours d'eau (Athericidae, Lestidae...), ce qui a un impact direct sur l'abondance de la faune aquatique. De plus, les invertébrés terrestres en provenance de la ripisylve peuvent représenter plus de la moitié de la biomasse consommée par les truites à certaines périodes de l'année.

La ripisylve et le bois mort qu'elle fournit jouent ainsi directement (litière) ou indirectement (insectes) un rôle trophique essentiel pour les cours d'eau. Ils créent également des habitats spécifiques pour la faune aquatique.




La canopée présente au-dessus de l'eau est très importante pour la faune aquatique en période végétative : elle prévient le réchauffement de l'eau et fournit une nourriture importante composée d'insectes naissant sur les feuilles et tombant dans l'eau. (©Aquabio)




Sous la canopée de la ripisylve, des truites fario sur une frayère. (©Passeron R./ FDAAPPMA 06)

1.1.5 Une grande biodiversité

Les ripisylves en France sont facilement identifiables parce qu'on y retrouve les mêmes types de boisements : dans les premiers stades des successions végétales, les formations arbustives et arborées à **bois tendre** d'aulnes, saules et peupliers, puis, à des stades plus évolués, des boisements mixtes ou à **bois dur** de frênes, chênes et ormes. Ce qui sera moins visible pour un non spécialiste c'est la très grande variation d'espèces végétales à l'intérieur de ces formations en fonction du climat ou la zone biogéographique, de la nature des sols et de la dynamique des cours d'eau. Ainsi, dans le sud, des espèces **thermophiles** apparaissent : frêne oxyphylle (*Fraxinus angustifolia*), micocoulier (*Celtis australis*), peuplier blanc (*Populus alba*), laurier sauce (*Laurus nobilis*), aulne de Corse en Corse (*Alnus cordata*). En se rapprochant du littoral, ce sont des espèces supportant la **salinité** : tamaris (*Tamarix africana* et *Tamarix gallica*), et en montant en altitude, des espèces montagnardes ou adaptées aux torrents : aulne blanc (*Alnus incana*), saule drapé (*Salix eleagnos*), saule faux-daphné (*Salix daphnoides*)... **Les assecs** prolongés sélectionnent également certaines espèces, comme le laurier-rose (*Nerium oleander*).

 Les cours d'eau **intermittents** (à écoulement temporaire), fréquents en région méditerranéenne, sont mal connus et souvent négligés car ils ne sont pas soumis à la loi sur l'eau (nomenclature IOTA). La végétation ligneuse rivulaire y est plus ou moins clairsemée selon l'importance des assecs. Les espèces ont une durée de vie courte, présentent des houppiers peu étendus, des feuilles petites, des systèmes racinaires profonds et une croissance lente. La biodiversité est très fragile, plus faible que sur les rivières pérennes, et diminue avec le caractère xérique. Elle comprend aussi des espèces spécialistes. Ces cours d'eau apparemment secs présentent en réalité des gradients de sécheresse de leur lit. L'eau n'est pas visible alors qu'il peut exister un écoulement hyporhéique intense et parfois résurgent pour former de petites oasis.

 À consulter : Programme européen de recherche sur les rivières intermittentes et les ruisseaux éphémères <https://www.smires.eu/outputs/>



Dans le sud de la France, les ripisylves contrastent fortement avec les formations plus sèches qui les bordent souvent. Elles sont une source majeure d'abris et de repos pour une faune très variée. (©Boyer M./Aquabio)



Le saule faux-daphné (*Salix daphnoides*) est une espèce typique des boisements riverains alpins, qui adopte d'abord un port arbustif puis arboré au cours de son développement. (©Boyer M./Aquabio)

Les ripisylves en elles-mêmes ne bénéficient d'aucune protection réglementaire mais elles comprennent un grand nombre d'habitats remarquables et protégés. Beaucoup d'espèces végétales dépendent de ces habitats. Celles colonisant les milieux pionniers ne se maintiennent pas (ou peu) dans les stades plus matures. C'est par exemple le cas d'espèces spécialisées comme la consoude bulbeuse (*Symphytum bulbosum*) et la petite massette (*Typha minima* Hoppe), deux petites plantes, la myricaire d'Allemagne (*Myricaria germanica* L.), un arbrisseau, ou le calamagrostide faux roseau (*Calamagrostis pseudophragmites* Haller f.), une herbe haute. L'enjeu de conservation autour de ces espèces pionnières et de leur habitat est donc très fort. Leur dynamique spatiale et temporelle est étroitement liée à celle des crues qui permettent leur dissémination le long du réseau hydrographique et la création d'habitats favorables à leur installation. D'autres espèces végétales patrimoniales sont quant à elles inféodées aux stades plus évolués des ripisylves comme la nivéole d'été (*Leucojum aestivum* L.) dont l'enjeu de conservation est par exemple très fort en région Provence-Alpes-Côte d'Azur.



Cette fougère, l'osmonde royale (*Osmunda regalis*) est caractéristique de certaines ripisylves et vulnérable ou menacée dans plusieurs régions françaises. (©Boyer M./Aquabio)



Les fourrés de lauriers rose (*Nerium oleander*) sont typiques des cours d'eau temporaires du littoral méditerranéen. L'espèce indigène ne doit pas être confondue avec les variétés cultivées qui s'échappent souvent des jardins. Chez l'espèce indigène, les étamines sont plus petites que la longueur du tube de la corolle et celle-ci est rose, peu odorante et à écailles divisées en 3 ou 4 lobes triangulaires. (©Barthod/Aquabio)



La vigne sauvage (*Vitis vinifera subsp. sylvestris*), espèce protégée à l'échelle nationale, était largement présente au sud d'une ligne Nantes-Metz avant que le phylloxera ne décime les vignes. Elle est devenue rare et reste encore présente dans les ripisylves et les forêts colluviales. Cette liane vivace très sarmenteuse peut atteindre 25 m de hauteur dans les houppiers. Son identification est difficile. Ses feuilles sont petites (< 10 cm) entières ou trilobées. Les jeunes feuilles ont une forte densité de poils laineux sous leur face inférieure. Les feuilles adultes présentent ces poils dessus (densité éparse) et dessous (densité moyenne ou forte). Sur leur pourtour, les courtes pointes présentent une base assez large et des bords convexes. L'échancre à leur base vers le pétiole est généralement ouverte et sans chevauchement. Leurs marges sont souvent retournées vers la face inférieure et leurs pétioles rougeâtres. Les poils laineux se retrouvent également sur les bourgeons (densité moyenne) ou sur les rameaux et les pétioles (densité faible). L'espèce est dioïque (pied mâle/pied femelle). La vigne sauvage est héliophile, on la trouve donc dans les milieux pionniers et post-pionniers. (©Boyer M./Aquabio)

Dans le sud de la France, le maintien de cette diversité des ripisylves est essentielle à la faune et notamment pour plus de 130 espèces d'oiseaux qui les occupent temporairement pour des haltes migratoires, l'hivernage, en tant que zone de repos : loriot d'Europe (*Oriolus oriolus L.*), guêpier d'Europe (*Merops apiaster*), milan noir (*Milvus migrans (Boddaert)*), ou toute l'année : bouscarle de Cetti (*Cettia cetti Temminck*), bihoreau gris (*Nycticorax nycticorax L.*). La structure complexe des ripisylves, les deux écotones avec le lit mineur et le lit majeur, l'abondance des microhabitats et des lianes (lierre (*Hedera helix*), houblon (*Humulus lupulus*), salsepareille (*Smilax aspera*)) sont très favorables à l'avifaune.

Les ripisylves abritent également de nombreuses espèces de mammifères telles que le castor d'Europe (*Castor fiber L.*) et la loutre (*Lutra lutra L.*), toutes deux parfaitement adaptées à la vie à l'interface entre milieux aquatique et terrestre.



Dortoir de hérons bihoreaux (*Nycticorax nycticorax*) dans une tamaricaie. Les ripisylves sont souvent le lieu de grandes colonies d'oiseaux piscivores, qui trouvent un lieu privilégié pour se reproduire et se nourrir. (©Popoff N.)

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur en particulier abrite une trentaine d'espèces de chiroptères et plusieurs d'entre elles fréquentent les ripisylves pour se nourrir, se reproduire et se reposer. Parmi elles, le murin de Capaccini (*Myotis capaccinii (Bonaparte)*) (quasi-menacée), le murin de Daubenton (*Myotis daubentonii (Kuhl)*), la noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri (Kuhl)*) et les pipistrelles (*Pipistrellus pipistrellus*) logent mais aussi chassent dans les ripisylves et au-dessus des cours d'eau à la tombée de la nuit. On retrouve également plus de 50 espèces de reptiles et d'amphibiens et près de la moitié d'entre eux fréquentent les ripisylves pour se reproduire, se nourrir ou hiberner : salamandre tachetée (*Salamandra salamandra (L.)*), rainette méridionale (*Hyla meridionalis (Böttger)*), sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata (L.)*), couleuvre vipérine (*Natrix Maura (L.)*), couleuvre à collier (*Natrix Natrix (Lacepède)*) ou encore couleuvre à échelon (*Rhinechis scalaris (Schinz)*).



Couleuvre vipérine avec un poisson dans sa gueule : elle vit dans les cours d'eau et pond ses œufs dans les racines des arbres ou des terriers abandonnés. (©Aquadbio)



Comme tous les amphibiens indigènes en France, la rainette méridionale est une espèce protégée. Elle occupe les milieux largement ensoleillés. (©Popoff N.)

Enfin, de nombreux insectes passeront tout ou partie de leur cycle de vie dans la végétation herbacée immergée ou émergée, dans le bois mort ou dans le sol des ripisylves avant d'atteindre leur forme adulte appelée imago. Parmi eux, on retrouve de nombreux représentants de l'ordre des Lépidoptères, des Odonates, des Orthoptères ou encore des Coléoptères dont l'écologie est étroitement et directement liée aux ripisylves.

La biodiversité hébergée dans les ripisylves dépend étroitement de facteurs biotiques et abiotiques et de processus bio-hydromorphologiques très spécifiques. Elle a subi un fort déclin au cours des siècles derniers et reste aujourd'hui encore extrêmement fragile au vu des nombreuses dégradations ou destructions dont les ripisylves font l'objet.

1.1.6

Des causes anciennes et récentes de dégradation des ripisylves

Les causes de dégradations des ripisylves sont multiples. Parmi les plus anciennes et toujours d'actualité, la conquête des espaces naturels par l'agriculture puis par l'urbanisation sont celles qui touchent les superficies les plus importantes. Dans les zones agricoles, ces espaces peuvent facilement (du point de vue technique et financier) être rendus au cours d'eau pour voir des ripisylves se régénérer spontanément. Il suffit de reculer les clôtures ou de laisser des bandes non cultivées. En ville, ces opérations sont beaucoup plus difficiles et coûteuses et la régénération spontanée moins évidente (absence de semenciers).

L'artificialisation des cours d'eau (rectification, recalibrage, endiguement, protections de berge) ou leur évolution morphologique suite à des aménagements ou des extractions de matériaux sont une autre cause majeure de régression ou de disparition des ripisylves, car elles concernent des linéaires importants de cours d'eau. Le retour des ripisylves dépend alors d'opérations assez lourdes de restauration morphologique des milieux.



Prélèvement de petits bois pour le chauffage (usage local) avec des impacts localisés. (©Boyer M./Aquabio)



Prélèvement de gros bois (les plus intéressants au niveau écologique) pour une valorisation commerciale. (©Boyer M./Aquabio)



Les prélèvements de bois pour l'usage des riverains banalisent la structure des boisements avec des impacts plus ou moins étendus. Plus graves, des prélèvements industriels de bois ont été réalisés dans les ripisylves de la Drôme, du Vaucluse et des Alpes-de-Haute-Provence pour alimenter des centrales de cogénération biomasse ou d'autres filières du type fabrication de plaquettes ou installations de compostage pour les parties moins nobles. Les bois ont été achetés sur pied environ 5 euros la tonne aux riverains des cours d'eau ou récupérés en leur proposant de réaliser gratuitement leur obligation d'entretien. Entre 2014 et 2020, 40 hectares de ripisylves ont ainsi été coupés à blanc dans les ramières du Roubion et du Jabron, notamment dans un site Natura 2000, et sur plus de 10 km de linéaire sur le Lez, en partie sur des emprises EBC, sans qu'il soit possible d'empêcher cette pratique, la ripisylve n'étant pas un « objet juridique identifié ».

Pour réduire ces impacts, les seuils de Déclaration du code forestier ont été abaissés dans les deux premiers départements par un arrêté pris en 2020 et un Arrêté de Protection des Habitats Naturels (APHN) a été pris en 2021. Les APHN sont des arrêtés visant à préserver des habitats naturels présentant un intérêt particulier à titre scientifique, de rôle essentiel dans l'écosystème ou de préservation du patrimoine naturel. Ils complètent les Arrêtés de Protection de Biotope, qui ne s'appliquent qu'aux habitats hébergeant des espèces protégées et menacées.

Les maladies sur les arbres sont dues à des microorganismes pathogènes (champignons, oomycètes, bactéries, virus, nématodes). Elles sont qualifiées d'émergentes quand leur incidence, leur sévérité ou leur aire géographique, augmentent brutalement. L'introduction involontaire de microorganismes exotiques est la cause la plus fréquente d'apparition de ces maladies. En Europe, les champignons exotiques sont par exemple à l'origine de 80 pathologies végétales émergentes.

Sans faire d'analyse génétique, il est possible d'étudier de visu la diversité génétique des populations de peupliers noirs d'un cours d'eau et les éventuelles difficultés de reproduction végétative : l'angle des branches avec le tronc, la date de la chute des feuilles ou les dates de différents stades de floraison (à partir de fin mars) sont des caractéristiques à fort déterminisme génétique et peuvent être observées directement sur les individus mâles et femelles.

À consulter :
Le site de l'INRAE dédié au peuplier noir (*Populus nigra*) <https://peupliernoir.hub.inrae.fr>

Enfin, les multiples invasions biologiques menacent gravement les ripisylves en impactant de manière durable les successions végétales ou la santé des arbres. Le buddleya (*Buddleja davidii*) colonise par exemple très rapidement les bancs et les berges érodées au détriment des saules et des peupliers. Les renouées du Japon (*Fallopia spp.*) empêchent la régénération de nombreuses espèces. Or, lorsqu'elles existent, les solutions techniques pour contenir ces invasions sont difficilement généralisables à toutes espèces et tout stade d'invasion et dépendent étroitement de la motivation des acteurs locaux à les mettre en place de manière permanente. Parmi ces invasions biologiques, les maladies émergentes ont des impacts majeurs pour les ripisylves puisqu'elles touchent directement deux espèces importantes, l'aulne glutineux et le frêne commun (cf. Fiche n°5, page 87) et que tout le territoire métropolitain est concerné.

Le patrimoine génétique du peuplier noir (*Populus nigra*) est, lui, menacé par son hybridation spontanée (introgression) avec le **peuplier noir d'Italie** ou des **cultivars** créés pour la production de bois, dont le pollen peut facilement couvrir un kilomètre de distance. Les enjeux ne sont pas uniquement écologiques car le peuplier noir est une ressource génétique essentielle pour l'adaptation de la populiculture aux changements climatiques. Un programme de recherche a donc été lancé dans les années 90 par l'INRA. Il a conduit à créer plusieurs sites de conservation in-situ ou ex-situ en France et à la création de 6 variétés spécifiques à des grands bassins hydrographiques : Loire, Garonne, Rhin, Seine, Rhône Méditerranée et Rhône Saône. Celles-ci proviennent d'un mélange de 25 clones et peuvent être utilisées pour les techniques végétales, les aménagements urbains ou le reboisement des berges à la place des cultivars.



Le peuplier noir d'Italie (*Populus nigra* var. « italica » DR) est un mâle et un des clones formant la plus grosse biomasse au monde. Sélectionné pour son port fastigié caractéristique (l'angle des branches étant un caractère héréditaire), il aurait été créé en Afghanistan et introduit en France en 1745. Son hybridation avec les populations naturelles de peupliers noirs fait courir à celles-ci un risque de perte de diversité génétique. (©Boyer M./Aquabio)

1.2 Le bois mort en rivière, entre risque d'embâcle et source d'habitats

1.2.1

Sources, transport et rétention des bois flottants

Le bois dans les rivières génère des affouillements ou des sédimentations et, quand il forme des embâcles, des surélévations du niveau d'eau en crue. Dans les secteurs sans enjeux, ces effets sont très largement bénéfiques (diversification des faciès d'écoulement, échange nappe-rivière, zone refuge, etc.) alors qu'ils pourront être une source d'aggravation du risque dans les zones habitées.

Le bois mort déjà au sol ou dans l'eau, issu de la chute naturelle des arbres ou des bois échoués lors des crues focalise souvent toutes les attentions. Pourtant, en temps normal, ce bois est le plus souvent très peu abondant et ne représente qu'une fraction minoritaire des bois formant les embâcles lors des crues exceptionnelles.

Le bois dans les laisses de crue a en effet plusieurs origines :

- les bois **coupés et entreposés** à proximité des cours d'eau ;
- les bois issus de la **mortalité normale** des troncs et des branches des boisements rivulaires. Les arbres morts peuvent rester debout plusieurs années avant de s'effondrer et la durée de décomposition des troncs est rapide dans les boisements humides, puisqu'à partir d'une dizaine d'années certains bois sont déjà décomposés. Le bois mort est fréquent dans les boisements rivulaires ayant atteint le stade futaie (mature), il est rare dans les stades plus jeunes ;
- les bois issus d'une mortalité anormale des arbres due à des **pathologies invasives**. La chararose et le phytophthora, qui déciment respectivement les frênes et les aulnes, sont à l'origine d'une grande quantité de bois morts puisqu'elles touchent les espèces les plus représentées dans les ripisylves ;
- les bois vivants issus de l'érosion ponctuelle ou généralisée des **berges**. Sur certains cours d'eau de montagne ou de piémont (avant d'arriver dans la plaine), la largeur des cours d'eau peut passer brutalement de 1.5 à 3 voire 5 fois la largeur initiale pour des crues majeures. Ce sont donc des volumes très importants de bois qui sont mobilisés lors de ces crues ;
- les bois vivants issus des **versants** (glissements, avalanches, coulées de boue). Ces événements peuvent aussi fournir brutalement des quantités importantes de bois.

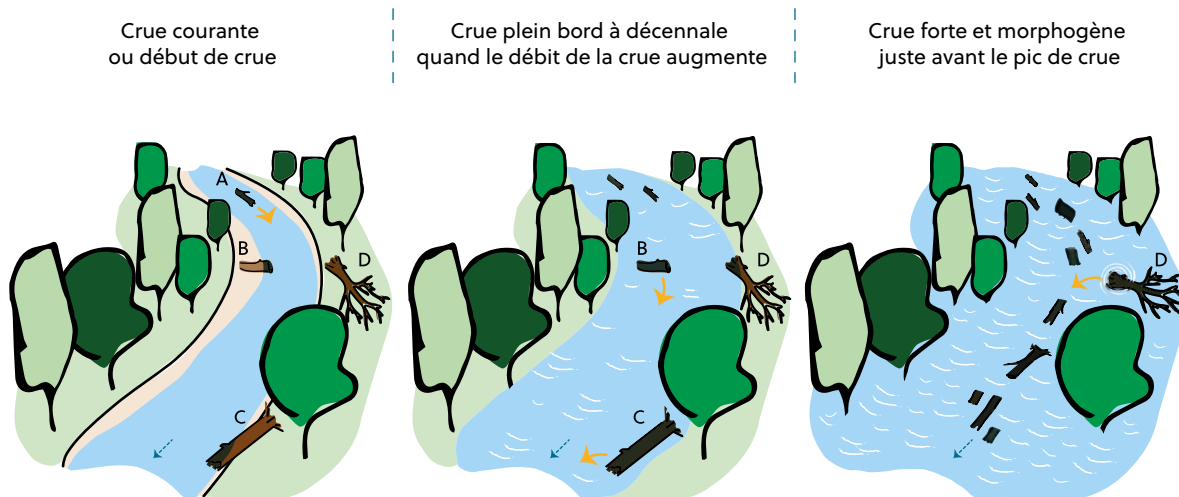
Les études montrent que le bois mobilisé par les crues majeures vient majoritairement d'arbres vifs. Éliminer systématiquement les arbres morts ou les bois mort au sol n'empêchera donc pas la présence de bois flottants lors des crues.

En crue, la quantité de bois flottants est plus importante :

- en montagne avec les glissements de terrain ;
- dans les rivières de piémont et les rivières méditerranéennes, lorsqu'elles érodent leurs berges ou que leur lit divague ;
- dans les rivières de plaine lorsqu'elles inondent une large zone, recrutant au passage les bois morts et les dépôts anthropiques.

📖 À consulter :
Margaux Quiniou,
Guillaume Piton.
Embâcles : concilier
gestion des risques
et qualité des milieux.
Guide de diagnostic et
de recommandations.
[Rapport de recherche]
ISL Ingénierie ; INRAE.
2022, pp.135.
<https://hal.science/hal-03621373>

La variation des flux de corps flottants lors des crues



Pour que le bois puisse être entraîné vers l'aval, il doit flotter et pour cela il faudra une hauteur d'eau dépassant la moitié de sa largeur calculée en intégrant ses différentes aspérités (grosses branches et racines). Au cours d'une crue, les premiers bois emportés seront ceux présents dans le lit (bois A), puis viendront ceux situés sur les atterrissements (bois B) ou les pieds de berge (bois C) et si l'eau monte assez, elle emportera ensuite les bois en rive, surtout si la berge est érodée (bois D). En même temps du bois arrive depuis l'amont et les flux très faibles en début de crue vont se densifier surtout aux très fortes hauteurs d'eau. En effet à ce stade, ce sont aussi les arbres vivants qui pourront être emportés. Le bois coupé placé sur les rives est donc un facteur d'aggravation du risque d'embâcle puisqu'il est très mobile mais ne sera emporté qu'au pire moment de la crue.

La quantité de bois transportée par les crues a tendance à progresser par **paliers** :

- les **crues courantes** ne transportent que certains bois très proches de l'eau et de petites dimensions ;
- les hauteurs d'eau des crues **juste débordantes à décennales** permettent d'emporter plus de bois, qui parcourront des distances plus ou moins importantes selon leur forme et les obstacles rencontrés. **C'est là que la gestion raisonnée aura tout son intérêt.** (cf. Fiche n°3, page 76)
- les **crues exceptionnelles** emportent de grandes quantités de bois avec la mobilisation des arbres vifs par érosion des berges ou des versants.

Ce fonctionnement par paliers qui est aussi valable lors d'une forte crue (peu de bois au début puis des apports soudains et importants) surprend souvent les gestionnaires et riverains habitués à un cours d'eau fonctionnant différemment, a fortiori parce que le second et surtout le troisième paliers sont rarement activés. **Conserver des bois non dangereux dans les cours d'eau est donc important pour changer ces perceptions.** Voir du bois se déposer puis être repris lors de la crue suivante est en effet un moyen de comprendre qu'il peut être conservé.



Les chablis (arbres déracinés) d'arbres matures sur les berges avec la présence de leur « pied » (couronne racinaire) ont moins de probabilité d'être emportés par les crues. (©Boyer M./Aquabio)




Apports de bois venant des versants suite à une forte mortalité des épicéas. (©Boyer M./Aquabio)

Si le courant n'est pas en capacité d'exporter le bois tombé, celui-ci s'accumulera dans l'eau en se dégradant lentement. C'est ce que l'on observe dans les bras abandonnés ou les biefs non entretenus. De même, dans les très petits cours d'eau (< 2 m de large), les crues génèrent des conditions d'écoulement (largeur et profondeur) généralement insuffisantes pour exporter le bois mort qui va s'accumuler et peu à peu occuper une partie du lit. **Dans les cours d'eau très larges, où le bois circule régulièrement**, les éléments échoués de manière épars ne représentent qu'une très faible partie du flux transporté en crue **et leur élimination n'a aucun intérêt. C'est surtout dans les cours d'eau de taille intermédiaire (typiquement 5 m < largeur < 20 m) que le problème du déplacement du bois flottant est particulièrement prégnant car les conditions d'écoulement permettent une certaine mobilité de celui-ci et la formation d'embâcles.**

Les volumes de bois transportés, la localisation des embâcles et leurs caractéristiques **sont très mal documentés en France**. Des suivis ont été réalisés sur quelques grandes rivières (Ain, Allier, Isère, Rhône). Mais les cas bien documentés de transport sur des cours d'eau plus petits sont quasiment inexistantes (cf. Fiche n°1, page 63). Cette situation est un frein à la construction de modèles prédictifs précis sur les volumes de bois mis en jeu, notamment pour dimensionner des ouvrages ou des aménagements (cf. 1.2.4, page 26).



Les bois échoués de manière épars dans la bande active des cours d'eau en tresses donnent une idée du flux important de bois transporté en crue dans les rivières larges à fort charriage. Ces bois sont également retrouvés dans d'énormes embâcles formés dans les ripisylves. Il n'y a aucun intérêt à éliminer tous ces bois épars et bien visibles dans la bande active puisque la prochaine crue en mobilisera beaucoup plus. Seuls des aménagements spécifiques au niveau des ouvrages (pont, seuil...) peuvent apporter des solutions durables au risque d'embâcle. (©Boyer M./Aquabio)

 En 2015, la crue au moins centennale de la Brague dans les Alpes-Maritimes a été très bien documentée par un inventaire systématique des dépôts post-crue et par des analyses d'images aériennes. Elle a eu des effets morphogènes très importants en érodant fortement les ripisylves. Neuf hectares de forêt ont ainsi été emportés et de multiples embâcles se sont formés allant de quelques dizaines à centaines de m³ en volume apparent. Cela représente 8 % de la surface boisée inondable du bassin versant. Ce sont également 3 000 m³ de bois en volume apparent qui ont atteint la basse vallée urbanisée, s'accumulant principalement au niveau de ponts et dalots et aggravant les inondations du lit majeur. L'inventaire a toutefois montré que deux fois plus de volume, soit 6 000 m³ avaient été piégés dans les zones naturelles boisées en amont. L'entretien préventif qui était réalisé consciencieusement sur ce cours d'eau n'a donc pas permis d'empêcher la production de grandes quantités de bois flottants. Seul l'aménagement d'ouvrages de protection ou la restauration d'un espace suffisant pour le transit des corps flottants sont efficaces pour éviter les embâcles dans les zones urbaines lors de ce type d'évènement.



Le recrutement massif des arbres dans les rivières à fort charriage se fait par affouillement des berges ou des îlots boisés avec des profondeurs qui atteignent couramment 1 ou 2 m. Le système racinaire des arbres freine la progression de ces érosions latérales, mais seuls les plus développés arriveront à se maintenir. (©Boyer M./Aquabio)



La crue a creusé le lit du cours d'eau, affouillé les systèmes racinaires des arbres et entraîné tous les petits sujets. Seuls quelques arbres adultes restent présents sur les berges. (©Boyer M./Aquabio)

Les cannes de Provence avec des tiges ligneuses légères et très nombreuses sont une source importante de corps flottants à l'origine d'embâcles fréquents sur les très petits (< 2 m de large) et petits (< 5 m de large) cours d'eau. (©Barrand C./Aquabio)



Les arbres matures sur les anciennes terrasses alluvionnaires sont facilement déstabilisés par les crues (chêne menacé à gauche et effondré en fin de crue à droite). Si leur couronne racinaire et/ou leur houppier ne cassent pas, ils sont alors beaucoup moins mobiles que des éléments droits. Les racines et branches frottent sur le fond et agissent comme une ancre d'un bateau pris dans une tempête. (©Boyer M./Aquabio)

Le bois est transporté par **flottaison** à la vitesse de l'écoulement de l'eau. Il suit ainsi les écoulements de surface. Il peut aussi être entraîné par **charriage** dans les torrents et même former un front dans lequel les bois enchevêtrés roulent et se poussent entre eux. C'est le **régime de transport hyper-saturé**, pour lequel les bois forment des accumulations mobiles constituées d'éléments en position oblique ou perpendiculaire au sens de l'écoulement. La vitesse de déplacement des bois est alors dépendante des forces de friction avec le fond, les berges et les autres éléments transportés (blocs...). Ce régime est caractéristique des cours d'eau intermittents et des zones arides ou des torrents subissant des apports massifs des versants.

Pour de faibles densités (**régime non saturé**, bois couvrant moins de 10 % de la surface de l'eau), les bois vont se déplacer par flottaison de manière individuelle, suivant des trajectoires dictées par la sinuosité du lit et la vitesse des courants, et variant de façon aléatoire selon les obstacles rencontrés.

Pour des densités supérieures, couvrant jusqu'à 1/3 de la surface de l'eau (**régime semi-saturé**), une partie des bois commence à se déplacer **en paquets**. C'est le cas le plus fréquent.

Au-delà (**régime saturé**), tous les bois se déplacent en paquets et sont majoritairement orientés dans le sens de l'écoulement. D'une manière générale, plus l'écoulement est saturé, plus le risque d'embâcle augmente : l'enchevêtrement des pièces multiplie les risques de blocages.

Un bois transporté est toujours plus court que l'arbre initial. La chute brise en effet une partie de celui-ci puis les conditions d'écoulement et les impacts sur le fond et sur les obstacles (blocs, autres arbres, structures) cassent et réduisent encore la dimension des bois d'autant plus que les écoulements sont énergétiques. Dans les torrents, le bois flottant est particulièrement fragmenté et usé pendant son transport. Lors des **laves torrentielles**, le bois est rapidement réduit en plus petites dimensions et, à l'exception de quelques pièces particulièrement massives, il ne contribue en général pas à la création des embâcles (les obstructions sont alors plutôt le fait des blocs rocheux).

Les bois flottés peuvent s'accumuler derrière les obstacles (arbres, ouvrages...) **en une seule couche (tapis de flottants) ou en plusieurs couches**. Le premier cas est typique des dépôts en conditions de faibles vitesses d'écoulement, comme dans les retenues ou sur les très faibles pentes et grandes largeurs d'écoulement en contexte de plaine. L'impact hydraulique du tapis de flottants (surélévation de la ligne d'eau en amont) est très généralement faible. Pour devenir significatif, il faut que ce dernier couvre totalement une longue portion de cours d'eau. Dans le second cas, l'accumulation se fait dans des conditions plus dynamiques, soit au fur et à mesure de la montée des eaux derrière l'obstacle, qui rajoute des bois au-dessus de la pile existante, soit en poussant les corps flottants les uns sous les autres au niveau de l'obstacle. Ce phénomène peut se passer contre les blocs rocheux proéminents, les piles ou les travées des ponts. Si le niveau d'écoulement augmente jusqu'à largement dépasser la crête de l'obstacle, une partie ou la totalité de l'embâcle peut être relarguée par **surverse**. Les tapis de flottants peuvent aussi être relargués lors de la décrue, par exemple quand un pont large mais mis en charge retrouve un certain un tirant d'air.



Tapis de flottants à l'embouchure dans la mer. Ce type d'embâcle a très peu d'effet sur les niveaux d'eau en crue. (©Boyer M./Aquabio)



Embâcle multicouche dans une ripisylve montrant l'écoulement très dynamique qui l'a déposé et la quantité importante de bois charrié par la crue. Sans observation directe de sa formation, il est difficile de savoir si l'accumulation a été créée progressivement par un écoulement non-saturé ou plus subitement par l'arrêt soudain d'un écoulement saturé ou même hyper-saturé. (©Boyer M./Aquabio)

Il existe très peu de données précises sur les distances pouvant être parcourues par les corps flottants. Beaucoup de paramètres entrent en jeu : forme et longueur du corps flottant, régime de transport, largeur du lit, rugosité des berges, obstacles (verrou rocheux, ponts, seuils ...), durée et occurrence de la crue, type de crue. Le bois est principalement transporté par **flottaison**. Plusieurs facteurs associés aux pièces de bois, à la morphologie du cours d'eau, à la végétation qui le borde et à la magnitude de la crue influencent par conséquent la mobilité des bois flottants :

- **l'augmentation de la hauteur de l'écoulement** limite ou prévient les frottements sur le fond et **augmente la mobilité** :
 - les crues plus intenses (débit plus fort) et plus longues (durées de hautes eaux plus importantes) peuvent transporter les bois sur de plus longues distances ;
 - le rapport hauteur d'écoulement / diamètre des bois (incluant les racines et branches) est un indicateur très significatif de la mobilité des flottants. Les gros éléments dépassant la lame d'eau sont peu mobiles et déposés rapidement dès que l'écoulement peut les contourner.
- **l'augmentation de la largeur de l'écoulement** (à hauteur d'écoulement constante), en limitant les contacts avec les berges et les zones de hauts fonds, **augmente la mobilité** :
 - les bois flottants longilignes et courts relativement à la largeur d'écoulement sont très mobiles ;
 - les rivières canalisées augmentent la distance de parcours des bois flottants ;
 - les ponts équipés de travées larges laissent le passage libre aux flottants tant qu'ils ont un tirant d'air (espace entre le bas du tablier et le niveau de l'eau) suffisant.

- **les obstacles à l'écoulement** à même d'intercepter les corps flottants **diminuent la mobilité** :
 - les gros blocs proéminents dans les cours d'eau de montagne, mais aussi les arbres adultes ou matures tombés dans le chenal, ou en bon état physiologique et bien ancrés en berge, interceptent naturellement le bois flottant et réduisent les distances moyennes de transport ;
 - les rivières présentant une morphologie diversifiée ou complexe régulent une partie du flux en présentant continuellement des trajectoires sinueuses guidant les bois flottants vers les zones de hauts fonds, les bancs émergés, les bras annexes ou les ripisylves ;
 - la présence d'ouvrages (ponts, barrages, pièges à corps flottants, etc.) ou de contraction de la largeur du lit favorise, voire impose, l'arrêt des flottants.



Embâcle formé dans un petit cours d'eau après un épisode méditerranéen exceptionnel (occurrence centennale) : le lit mineur fait 5 m de large et le plus long tronc transporté (visible au premier plan) fait 8 m de long. Cette crue a arraché de très nombreux arbres. Une grande partie des bois transportés a été piégée tout le long du réseau hydrographique grâce à la présence d'arbres matures solidement enracinés dans les ripisylves. (©Boyer M./Aquabio)

Le long du réseau hydrographique, il est distingué schématiquement **trois grandes zones de mobilité des corps flottants** :

- **dans les petits cours d'eau**, le volume de bois transporté est très faible et sur de courtes distances (typiquement quelques dizaines à quelques centaines de mètres). Ce bois peut toutefois poser problème, **car les ouvrages de franchissement sont très petits et facilement obstrués même par de très petits volumes de corps flottants**. À moins de mener des entretiens sévères en amont, il est difficile d'empêcher ces apports de litières végétales et de petits bois flottés. **Des aménagements spécifiques** (grille, râtelier) doivent donc être créés et **entretenus très souvent** pour éviter l'obstruction de ces petits ouvrages ;
- **dans les cours d'eau de taille intermédiaire**, les hauteurs d'écoulements et la largeur du lit ou des chenaux peuvent permettre le transport de troncs ébranchés et de grosses branches sur des distances plus longues (typiquement quelques centaines de mètres à quelques kilomètres). Ces cours d'eau sont équipés de ponts et d'ouvrages de tailles variables. **Les ouvrages plus étroits que le chenal, équipés de piles en rivières ou mis en charge par les crues, sont des zones d'accumulations prévisibles** ;
- **dans les grands cours d'eau**, la largeur du lit ou des chenaux et celle des ouvrages ne sont généralement pas limitantes et les profondeurs d'eau permettent toujours la flottaison lors des crues. Les bois de toutes tailles peuvent être mobilisés et parcourir des distances quasiment illimitées. **L'entretien préventif pour éviter des embâcles en aval n'est plus justifié car les linéaires à gérer seraient immenses**. De plus, les ponts équipant ces cours d'eau ont souvent des gabarits qui permettent le transit de la majorité des bois, une minorité pouvant former de petits embâcles généralement sans conséquence sur les piles. Le bois flottant ne pose alors de problème qu'au droit d'ouvrages particulièrement peu adaptés.

Comme indiqué précédemment, à l'intérieur de ces trois grands domaines théoriques, de nombreux autres paramètres que la largeur du lit ou des ouvrages influencent la mobilité des bois. **C'est pourquoi des études préalables sont nécessaires pour élaborer les plans pluriannuels de gestion de la végétation, qui vont fixer les linéaires précis à entretenir en amont des sites à enjeux soumis à un risque d'embâcle**. Si la connaissance des ponts ou des sites à probabilité d'embâcles est bien évaluée ou connue, les secteurs de gestion (cf. 2.1.4, page 57) ne devraient plus ensuite trop évoluer d'un programme d'entretien à l'autre.

1.2.2

La rupture d'embâcle, mythe ou réalité ?

La rupture des embâcles est régulièrement citée dans les causes des dommages lors des crues majeures. La montée soudaine du niveau de l'eau, dans le chenal ou au droit d'un pont, est souvent interprétée comme le fruit du volume d'eau libéré par la rupture plutôt que comme un phénomène hydrologique normal. Un simple calcul démontre pourtant que les volumes d'eau qui peuvent se stocker en amont d'un très grand embâcle (quelques centaines à une poignée de milliers de m³ d'eau) sont sans commune mesure avec les volumes d'eau impliqués dans les crues majeures (des centaines de milliers à plusieurs millions de m³). Le ratio entre les deux volumes est en règle générale < 1 %, même pour de gros à très gros embâcles.

Ce n'est donc, à priori, pas de l'effet hydrologique de la rupture des embâcles qu'il faut s'inquiéter. **La rupture des embâcles a surtout pour effet de relâcher brutalement une quantité importante des bois pris dans celui-ci.** Transportés en paquets dans la phase initiale de rupture, ces amas ont de fortes probabilités de créer de nouvelles obstructions aux droits de verrous situés juste en aval (pont, section étroite) et entraîner des élévations subites des niveaux d'écoulements laissant croire à une augmentation du débit. Ces amas se disloquent progressivement au gré des multiples obstacles rencontrés sur leur parcours. **La présence de faciès diversifiés, de gros blocs rocheux ou d'une ripisylve suffisamment large régule et protège ainsi les tronçons aval des phénomènes ayant lieu dans les tronçons amont** (voir l'exemple de la Brague donné plus haut où les 2/3 des volumes ont été piégés par la ripisylve).

Les embâcles qui barrent le lit du cours d'eau et ralentissent l'eau favorisent aussi le dépôt des sédiments. Dans les cours d'eau ayant un fort transport solide, ces retenues naturelles peuvent ainsi être rapidement comblées. La rupture de ces embâcles libère ces sédiments, qui sont toutefois beaucoup moins mobiles que le bois. À proximité de ces embâcles, on peut parfois observer des marques locales de dépôts massifs de graviers sur les berges ou dans le lit (« vague » de graviers) et d'érosions du lit (fosse d'affouillement au pied de l'embâcle formée par la chute d'eau) ou des berges, associées au contournement de l'embâcle par les écoulements.

En synthèse, la rupture des embâcles peut libérer des volumes limités d'eau, de bois et de sédiments. Le transport de flottants en régime saturé ou même hyper-saturé a une forte probabilité de voir les « paquets » de bois démantelés lors de leur parcours et être partiellement piégés dans les zones naturelles traversées. Les sédiments se propagent sur des distances assez faibles et l'effet hydrologique est négligeable en comparaison des effets de la crue elle-même. Par conséquent la présence potentielle d'embâcles ne justifie en aucun cas d'entretenir les cours d'eau jusqu'à leurs sources. Les effets de ces ruptures doivent être appréhendés à une échelle locale juste en amont des zones ou des ouvrages vulnérables.



Exemple de rupture d'embâcle dans le Sud de la France.

La situation décrite et analysée de manière scientifique ci-dessous (rupture de l'embâcle du Taurou) montre l'écart important entre la réalité de la plupart des phénomènes de ruptures d'embâcle et l'imaginaire souvent associé à ce phénomène (une vague ou un mur d'eau déferlant en aval) qui assimile ces ruptures à celles de barrages de retenue.



Un embâcle temporaire de trois mètres de haut s'est formé sur ce cours d'eau (le Taurou) au profil très encaissé et boisé. Le cliché de gauche est pris vers l'aval. En rive droite, les bois en travers en arrière-plan montrent la hauteur maximale atteinte par l'embâcle. Le cliché de droite est pris vers l'amont et montre que l'embâcle s'est ouvert naturellement et n'a pas été démonté par des travaux post-crue. (©Boyer M./Aquadbio)

De telles ruptures d'embâcles sont souvent citées comme la cause probable de la montée brutale des eaux par les riverains. Cette croyance est en règle générale un mythe : la montée rapide des eaux en crue est d'abord une caractéristique hydrologique des crues méditerranéennes ou des crues très intenses sur de petits bassins versants. Les embâcles ont d'ailleurs le plus souvent des effets hydrologiques diffus plutôt inverses (obstacles locaux aux écoulements, ralentissant les ondes de crue par étalement de la lame d'eau). La rupture d'un embâcle barrant l'ensemble du cours d'eau tel que dans l'exemple photographié peut toutefois engendrer une petite onde de rupture qui peut être décrite par modélisation hydraulique afin d'estimer sommairement son amplitude comme le montre le détail du calcul ci-après.

Estimation des effets de la rupture d'embâcle

L'embâcle a été localisé sur le Taurou, à 7,7 km de sa confluence avec l'Hérault (bassin versant : 39 km² à l'embâcle). Il s'est vraisemblablement formé pendant la crue d'octobre 2019 (lame d'eau tombée en 24h : 200 – 250 mm d'après Météo France). Le retour d'expérience de OTEIS portant sur cette crue a relevé des niveaux d'inondations de l'ordre de 0,5 à 1,5 m en lit majeur et des enveloppes de crues proches de la cartographie PPRI. La dynamique de la crue n'est pas précisément connue, ni les débits, mais la crue a été forte. Le cours d'eau a inondé le vallon boisé dans lequel il s'écoule, sur une largeur de 100 à 150 m (pente du vallon : 0,51 %). Il n'a pas été relevé de trace particulière d'onde de rupture. La modélisation en bidimensionnel a été menée sur un profil simplifié d'un lit mineur de 5 m de large, 1,5 m de haut et un lit majeur plat de 120 m de large (code de calcul Iber résolvant les équations de Barré de Saint Venant ; paramètre de Strickler de 25 dans le lit mineur et de 10 dans le lit majeur boisé). Un niveau de 3 m d'écoulement en lit mineur et de 1,5 m en lit majeur correspond à un débit de crue proche de la cinquantennale (méthode SHYREG d'INRAE, <https://shyreg.recover.inrae.fr/>, fiche MO903). Ceci est cohérent avec le caractère intense de la crue. Le débit pour lequel la rupture a eu lieu n'étant pas connu, plusieurs hypothèses ont été explorées par simulation de l'effet d'une rupture instantanée (hypothèse pessimiste) d'un embâcle de 3 m de haut barrant l'ensemble du vallon bien que les bois déposés en lit majeur soient en réalité restés en place. La rupture est simulée pendant la montée de crue à des débits égaux à Q2 ans, Q10 ans ou Q20 ans. Les lignes d'eau et l'évolution temporelle de la surcote à différentes distances de l'embâcle sont fournies dans la figure et le tableau de synthèse ci-après.

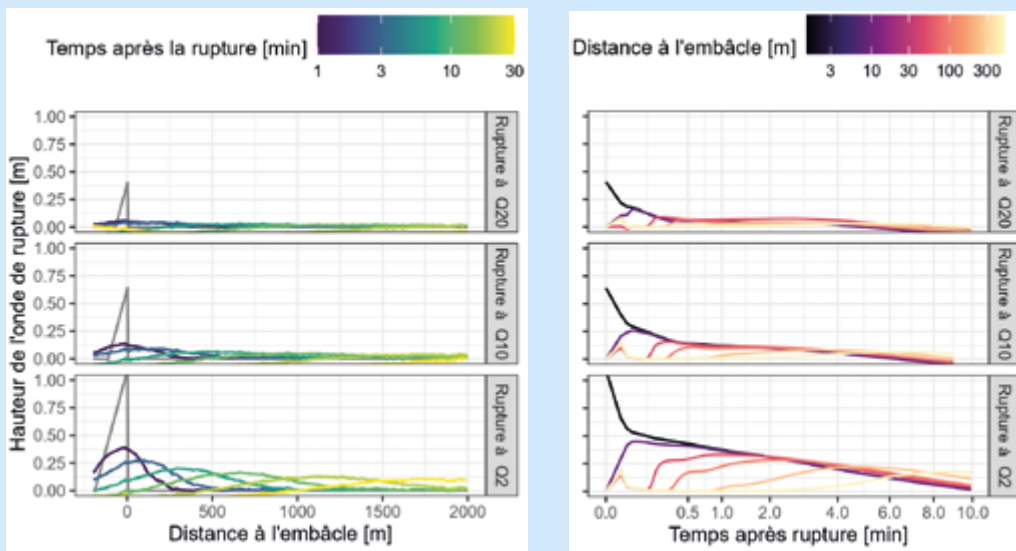
L'interprétation des simulations est relativement claire :

- plus l'embâcle rompt pour un débit fort, plus l'onde de submersion se propage dans un cours d'eau déjà inondé par un niveau d'écoulement fort et moins sa rupture est visible (faible hauteur de l'onde de submersion par rapport aux écoulements en place) ;
- même dans le cas d'une rupture d'un embâcle formant un barrage de plus de 1 m de haut, l'atténuation de l'onde est très marquée car l'ensemble de l'eau retenue par l'embâcle ne peut se mettre en mouvement instantanément. Dans les minutes qui suivent la rupture, la vague « libérée » ne fait déjà plus que 20 à 40 cm ;
- la montée de l'eau est évidemment très soudaine : moins de 1 minute par exemple à 10 ou 50 m en aval direct de l'embâcle. Elle devient progressive ainsi que moins haute avec la distance, prenant 2 minutes pour atteindre son maximum à 100 m, 4 minutes à 250 m et 7 minutes à 500 m.

Dans le cas de cette simulation, cette onde a une hauteur très inférieure à celle atteinte au pic de crue. Des niveaux dépassant ceux associés au pic de crue pourraient être possibles mais nécessiteraient des embâcles de 4 – 5 m de haut, ce qui est très rare. L'atténuation resterait importante.

Résultats synthétiques de l'étude d'onde de rupture de l'embâcle du Taurou

Débit de rupture	Hauteur d'écoulement normal à la rupture	Hauteur de l'embâcle	Hauteur initiale de l'onde de rupture	Hauteur de l'onde de rupture après propagation sur			
				10 m	100 m	200 m	500 m
Q2	1,9 m	3 m	1,1 m	0,37 m	0,28 m	0,24 m	0,18 m
Q10	2,35 m	3 m	0,65 m	0,12 m	0,1 m	0,09 m	0,07 m
Q20	2,59 m	3 m	0,41 m	0,04 m	0,04 m	0,04 m	0,03 m



Hauteur de l'onde de rupture de l'embâcle du Taurou estimée par simulation numérique pour différentes hypothèses de débit de rupture (Q2, Q10 & Q20) : a) profil en long de la hauteur le long du chenal estimé à différentes durées après la rupture (0, 1, 3, 7, 12, 20 et 30 minutes) et b) évolution temporelle de la hauteur d'eau à différentes distances de l'embâcle (1, 10, 50, 100, 250 et 500 m)

Cette simulation très simplifiée a pour but exclusif d'illustrer la **très significative atténuation des ondes de ruptures d'embâcles** associées à la libération rapide de volumes très faibles d'eau (quelques centaines à quelques milliers de m³) dans des cours d'eau subissant des ondes de crues typiquement cent à mille fois plus volumineuses et plus lentes. Cette atténuation est modulée par les frottements dans le chenal et dans le lit majeur, par la forme du cours d'eau, la pente du lit et par la hauteur de l'accumulation qui rompt comparée aux niveaux de crue, mais elle reste marquée.

A contrario, dans le cas de l'écoulement des crues, l'atténuation des pics est quasiment négligeable quand les pentes sont supérieures à 0,2 % – 0,5 %. En effet, la pente de la surface de l'eau est alors proche de la pente du chenal et l'atténuation est donc faible alors que dans le cas d'une rupture d'embâcle, la pente de l'eau est beaucoup plus raide et l'atténuation forte.

1.2.3

Bois flottants et ouvrages : des risques difficiles à évaluer

Les embâcles derrière les piles ou les culées des ponts peuvent créer des phénomènes **d'affouillements** préjudiciables à certains d'entre eux, dont les fondations pourraient ainsi être mises à nu. L'obstruction partielle ou complète d'un pont peut provoquer une **sur-inondation**, voire un **contournement de l'ouvrage pouvant entraîner sa ruine par affouillement des culées**. Mais les dommages liés aux corps flottants ne concernent pas que les ponts. Les ouvrages de sécurité sur les barrages ou les retenues, les prises d'eau, les passes à poisson, les plages de dépôts peuvent connaître des dysfonctionnements plus ou moins forts provoqués par des embâcles de bois. La conception et le dimensionnement des aménagements pour réduire ces risques font donc l'objet d'études spécifiques (cf. guide Embâcles, p.15). Il existe plusieurs types d'aménagements permettant de repousser les corps flottants ou de les bloquer avant qu'ils n'atteignent les ouvrages.

La formation d'embâcles aux ponts est une des principales craintes des gestionnaires de cours d'eau ou d'ouvrages et justifie l'entretien des boisements mené juste en amont. L'initiation et le développement d'un embâcle sont des phénomènes complexes, partiellement aléatoires. Encore mal décrits par les modèles numériques, ces phénomènes peuvent être étudiés sur des modèles réduits.

La littérature sur le sujet fait ressortir que la probabilité d'un embâcle augmente avec :

- la longueur et le diamètre des bois transportés ;
- la forme rugueuse des bois (présence de branches ou racines) ;
- le transport par paquets des bois (régime semi-saturé ou saturé) ;
- la faible largeur des travées ;
- la faible hauteur du tablier et la mise en charge du pont ;
- la présence de piles ;
- la rugosité ou la forme des berges en amont et des culées ;
- la faible pente de l'ouvrage.



Une formule avec des paramètres assez simples (GSCHNITZER et al., 2017, décrite dans le guide cité dans l'introduction de la partie 1.2.) permet d'estimer la probabilité de la formation d'un embâcle au pont.

$$\text{Probabilité de blocage} = \frac{e^{(\beta_0 + \sum_i \beta_i X_i)}}{1 + e^{(\beta_0 + \sum_i \beta_i X_i)}}$$

Avec :

paramètres	χ	β
β_0		-13,0675
1 - pile de pont dans le lit mineur		1,176
sans	1	
avec	2	
2 - déflecteur amont		-2,242
sans	1	
avec	2	
3 - forme rugueuse des flottants		2,2071
non	1	
oui	2	
4 - type de transport des flottants		2,3074
individuel	1	
en paquets (régime semi-saturé ou saturé)	2	
5 - pente de l'ouvrage	pente exprimée en %	-0,2438
6 - hauteur d'eau relative à la hauteur sous tablier	$h_{\text{eau}}/h_{\text{tablier}}$	7,91
7 - longueur des flottants relative L à la largeur du pont B	L/B	2,83

Parmi les paramètres à prendre en compte dans la formule, la présence d'un déflecteur sur la face amont du tablier réduit fortement le risque d'embâcle en comparaison d'une face droite équipée d'une rambarde type. L'équivalent horizontal de ce déflecteur vertical serait un entonnement amont progressif entre le chenal amont et la section du pont, sans élément rugueux risquant d'accrocher les bois et favorisant ainsi le passage des corps flottants, comme par exemple dans les lits canalisés et bétonnés.

L'utilisation de cette formule nécessite de faire une hypothèse sur la longueur des flottants, la présence de branches et/ou racines et leur régime de transport. En l'absence d'observations précises, on pourra considérer que la probabilité à étudier correspond généralement à :

- une longueur de bois transporté égale à la largeur du lit en amont pour les petits et moyens cours d'eau dans les lits non canalisés (< 10-15 m de large) ; bien évidemment, si des arbres plus grands ont poussé juste à l'amont du pont ils sont une cause possible d'embâcle sans transport ;
- une forme rugueuse des flottants pour les cours d'eau de plaine ($\chi_3 = 1$) ou non rugueuse pour les cours d'eau de montagne et de piémont à forte charge solide grossière ($\chi_3 = 2$) ;
- un régime de transport non saturé pour les cours d'eau de plaine ($\chi_4 = 1$) ou en paquet pour les cours d'eau de montagne et de piémont à forte charge solide grossière ($\chi_4 = 2$).

Exemples : le calcul a été réalisé pour deux hauteurs d'écoulement, l'une à mi-hauteur sous le tablier ($\chi_6 = 0.5$) et l'autre à la cote du tablier ($\chi_6 = 1$).



Petit ouvrage obstrué à 50 % par des petits bois transportés en paquets (vue vers l'amont) et avec un lit en amont 2 fois plus large que l'ouvrage ($\chi_3 = 2$). (©Boyer M./Aquabio)

Probabilité de blocage = 91 % ($\chi_6 = 0,5$) – 100 % ($\chi_6 = 1$)

Des pièces maitresses d'un futur embâcle se sont bloquées contre la buse, mais elles n'ont pas été colmatées et l'ouvrage est resté quasiment transparent. Il s'agissait d'un transport en régime non saturé. Le lit est nettement plus large que l'ouvrage ($\chi_3 = 4$). (©Boyer M./Aquabio)

Probabilité de blocage = 100 % ($\chi_6 = 0,5$) – 100 % ($\chi_6 = 1$)



La probabilité de formation d'embâcle de pile augmente avec le nombre de piles, la longueur des corps flottants et leur transport par paquets. La forme des piles influence également la probabilité de blocage des corps flottants. Des formes plates l'augmentent alors que des formes en ogive la réduisent. La forme arrondie a une performance intermédiaire. Cette probabilité peut être calculée par des formules mathématiques établies à partir de modèles physiques. Elle n'est pas prise en compte dans la formule de GSCHNITZER et al.

Vue la largeur du lit, des arbres entiers peuvent être transportés ($\chi_7 = 0,75$). Le transport peut se faire en paquets (rivière torrentielle) ($\chi_4 = 2$). (©Boyer M./Aquabio)

Probabilité de blocage = 48 % ($\chi_6 = 0,5$) - 98 % ($\chi_6 = 1$)
(©Boyer M./Aquabio)



Ce cliché (©CCLL) a été pris le lendemain d'une crue cinquantennale très morphogène ayant emporté de grands linéaires de berges boisées. Les deux travées de gauche sont encore obstruées par un embâcle et les restes de corps flottants sur le parapet au-dessus de la travée principale montrent que celui-ci a été submergé. Le parapet a été abîmé mais non détruit. Les arches en rive gauche ont été beaucoup plus sollicitées du fait de leurs positions plus basse. Leur obstruction a créé un remous et un courant contournant le pont en rive gauche. Une vidéo amateur, prise alors que le cours d'eau débordait déjà largement dans son lit majeur, montre le pont submergé et l'exhaussement créé par l'ouvrage. Des corps flottants viennent frapper le parapet du pont mais, la vidéo étant très courte, il est difficile de savoir si un embâcle s'est formé sous l'arche centrale pendant la crue. L'embâcle contre le bâtiment en rive gauche a éloigné les écoulements turbulents protégeant les abords de celui-ci de l'érosion. Mais parfois les troncs transportés peuvent démolir les murs.

Probabilité de blocage = 65 % ($\chi_6 = 0,5$) - 99 % ($\chi_6 = 1$)



Le même ouvrage en 2023. L'arche centrale fait 14 m de large au niveau de ses fondations dans le rocher. Un garde-corps a été rajouté. Ce n'est pas le cas de celui-ci, mais il est possible d'aménager des gardes-corps amovibles pour éviter le blocage des corps flottants derrière ceux-ci.

Si le risque d'embâcle est souvent évident pour les petits et très petits cours d'eau sans besoin de calculs, il peut être plus difficile à évaluer pour les cours d'eau plus importants. Cette formule fournit rapidement des estimations sommaires de probabilités d'embâcles aux ouvrages à partir d'observations simples de terrain et en utilisant quelques valeurs de hauteurs d'eau réalistes sur les sites étudiés. **Son utilisation est utile à l'inter-comparaison de multiples sites nécessaires à la préparation de plans pluriannuels de gestion de la végétation.**

1.2.4

Les ouvrages de protection contre les corps flottants

Les petits cours d'eau sont les plus sujets à des risques d'obstruction par les corps flottants, en particulier au niveau des ouvrages. Dans les zones urbaines soumises à des pluies et ruissellements intenses, ces bouchons peuvent générer beaucoup de dégâts. Le plus souvent des grilles sont donc placées en amont de l'ouverture pour retenir les branches. Il faudra alors éviter que ces grilles ne se colmatent créant elles-mêmes un bouchon avant les crues, et éventuellement aussi pendant les crues. Ces problèmes sont aussi souvent gérés par des débroussaillages permanents en amont.



Grille au niveau de l'alimentation d'un bassin d'écrêtement sur un très petit cours d'eau urbain. Le bas de la grille est ouvert pour permettre le passage des flottants transportés en basses eaux et diminuer ainsi l'entretien. (©Boyer M./Aquabio)



Passage busé obstrué par des cannes de Provence. (©Boyer M./Aquabio)

Quand les risques liés aux embâcles sont très importants, que les ponts et dalots ne peuvent être repris pour en augmenter le gabarit et que la gestion préventive de la végétation en amont n'apporte pas des garanties suffisantes, des ouvrages spécifiques doivent être aménagés. C'est la fonction des pièges à flottants ou tribois, qui retiennent une partie des bois transportés en crue. Ces ouvrages ne font pas disparaître les flottants, ils créent simplement artificiellement un embâcle dans un site aménagé pour cela.

À consulter :
Swann Benaksas,
Guillaume Piton. *Action Embâcle : sources, risques et mesures associés. Outils et recommandations. Rapport final de la Tâche 4 : Retour d'expérience sur les pièges à bois flottant. IGE – Institut des Géosciences de l'Environnement. 2023, pp.43. <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-03926944/>*

Il existe plusieurs types d'ouvrages :

- les barrages souples (filets métalliques) ;
- les râteliers construits avec des pieux disposés de différentes façons dans le lit mineur et/ou dans le lit majeur ;
- les plages de dépôts ayant pour fonction de réguler le transit sédimentaire et qui retiennent, volontairement ou non, aussi les bois. Souvent, ces ouvrages à pertuis ou à grille verticale, en piégeant des corps flottants lors de petites crues, créent des obstacles au transit sédimentaire courant et des déficits chroniques en aval ;
- les barrages de type « autrichien » évitent ce colmatage et sont prévus pour ne retenir que les corps flottants et les gros blocs sans interrompre le transport solide ;
- le piégeage diffus, dispositif expérimental pour retenir les corps flottants avec des pieux implantés dans le lit de manière diffuse, par 3, pour réduire les impacts sur les hauteurs d'eau (sur-inondation).

Dans tous les cas, le fonctionnement de l'ouvrage ne doit pas créer des dommages là où il est placé et il doit être accessible pour l'entretenir.

La conception de ces ouvrages, qu'elle soit empirique ou basée sur des formules ou des modèles physiques, doit prendre en compte **quatre types d'évènement** :

- l'évènement de **routine**, ne générant pas de dommage mais qui apporte quelques corps flottants et implique des entretiens plus ou moins fréquents. Dans l'idéal, l'ouvrage doit être conçu pour laisser passer les bois qui ne créeront pas de danger en aval. Caractériser cet évènement **sert à concevoir la partie basse des aménagements et à mettre en place un éventuel canal de basses-eaux** ;
- l'évènement de projet, pour lequel l'ouvrage doit jouer son rôle de blocage des bois flottants dangereux pour l'aval : bois transportés en paquets, bois moyens, longs ou très longs relativement aux ouvrages en aval... Les caractéristiques de cet évènement (débits, volumes de bois) servent à définir la géométrie du bassin, la hauteur de l'ouvrage et l'écartement des grilles ou des pieux ;
- les évènements de **sûreté** ou de **danger**, pour lesquels l'efficacité de protection diminue sans ruine de l'ouvrage (sûreté), puis la ruine devient possible (danger). Deux processus principaux peuvent conduire à une défaillance de l'ouvrage : le

contournement (érosion latérale) ou **la surverse** par-dessus l'ouvrage. Tous deux vont **relarguer** brutalement un gros volume de bois de façon assez analogue à une rupture d'embâcle naturelle. L'étude de l'évènement de sureté sert à définir le niveau **des protections de berges au droit de l'ouvrage et à éventuellement adapter la longueur de l'ouvrage pour diminuer la hauteur de surverse**. L'étude de l'évènement de danger sert à comprendre **les mécanismes de défaillance de l'ouvrage** pour que le gestionnaire sache à partir de quand ce dernier peut générer un danger et permettre de prendre les mesures adéquates (**alerte, évacuation**, etc.).

Pour éviter le contournement des ouvrages, **des protections de berges sont nécessaires si celles-ci sont érodables**. Pour éviter les surverses et les risques de relargage, **des revanches sont à prévoir** en calculant les pertes de charge créées par l'ouvrage selon différentes occurrences de crue et différents types d'ouvrage.

Les **râteliers**, conçus pour être **affouillables**, limitent les pertes de charges (moins d'impact sur les hauteurs d'eau) et sont plus transparents pour le transport solide, mais il faudra prévoir des pieux beaucoup plus longs et **ne pas sous-estimer les profondeurs d'affouillement**. La longueur des bois à bloquer (longueur cible) détermine l'espacement entre les pieux et on retiendra les bois de longueur égale ou supérieure **à la largeur d'écoulement du site ou de l'ouvrage à protéger**, puisqu'ils présentent la plus forte probabilité de former les pièces maîtresses des embâcles. Pour être sûr de bloquer ces bois en amont dans un râtelier, les espacements entre les pieux seront 3 fois plus petits que la longueur cible des bois. Il s'en suit que **l'écartement doit correspondre au 1/3 de la largeur de l'ouvrage ou du secteur à protéger**.



Juste en amont d'une zone urbaine très vulnérable au risque d'embâcle, 3 râteliers en cascade ont été aménagés dans une grande plage de dépôts fermée en aval par des enrochements. L'espacement entre les pieux est plus petit dans le deuxième râtelier, ce qui permet en théorie de trier les longueurs de bois bloqués selon le type d'évènements (transport de bois plus petits pour des crues plus fréquentes). L'intérêt de râteliers en cascade est surtout de sécuriser l'ouvrage contre la surverse. (©Boyer M./Aquabio)



Ouvrage souple en amont d'une double buse en secteur forestier : les filets métalliques sont plus souples et moins dangereux que les ouvrages rigides car ils conservent une forte perméabilité. Les points sensibles sont les ancrages qui, en l'absence de substrat rocheux, nécessitent d'apporter des blocs béton ou de faire des ancrages très longs dans le sol. Le bas du filet est ici calé au niveau d'un petit seuil pour retenir tous les bois sans gêner l'écoulement en temps ordinaire. En crue, avec un ouvrage plein de bois, l'écoulement sera probablement concentré vers le bas et le seuil sera très sollicité. En cas de dégradation de celui-ci, cela conduirait au relargage possible d'une partie des bois stockés. La conception de ces ouvrages nécessite donc des calculs hydrauliques et hydrologiques pour prendre en compte tous les évènements de sureté et de danger. (©Boyer M./Aquabio)



Sur un petit cours d'eau en amont d'un tronçon couvert, tri-bois dans le lit mineur et le lit majeur évitant ainsi le risque de surverse et de contournement. (©Boyer M./Aquabio)

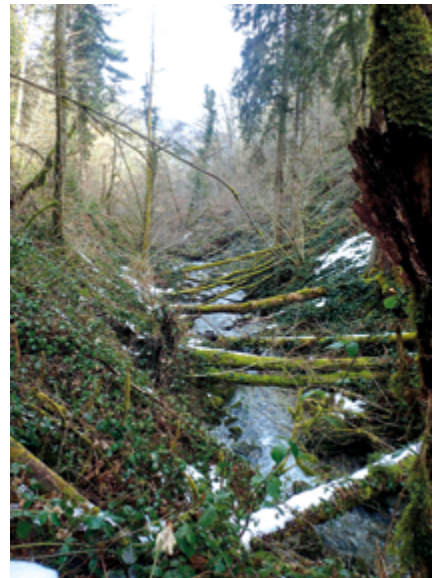
1.2.5

Les bois morts, une source d'habitats essentielle dans les rivières

Le bois mort, issu de la chute naturelle des arbres ou des bois échoués en fin de crue, était extrêmement abondant dans les cours d'eau il y a quelques milliers d'années et participait à la stabilité des habitats aquatiques et terrestres. Le fond des cours d'eau et les berges étaient formés par une accumulation très hétérogène de gros bois qui jouait un rôle essentiel pour la faune, la flore et le fonctionnement dynamique des rivières. Ces situations sont devenues peu fréquentes du fait de l'occupation humaine (habitats, infrastructures) et de l'exploitation des sols (agriculture, forêts de production). **On les rencontre uniquement dans les secteurs peu visibles.**



En secteur agricole, cours d'eau méditerranéen largement boisé et encaissé avec beaucoup de bois issus des berges et apportés par les crues. (©Aquabio)



En montagne, dans les secteurs apicaux boisés, le bois est généralement abondant mais il rejoint plus difficilement le cours d'eau. Les arbres effondrés sont souvent bien au-dessus du ruisseau ou du torrent ou alors apportés par des glissements et bien moins intéressants pour les habitats (mélange compact de terre et de bois). (©Boyer M./Aquabio)

Les bois intégrés dans le chenal en eau ont des effets importants sur les faciès d'écoulement et, par un effet de **filtre**, contribuent à un tri granulométrique des alluvions. Cela crée des habitats très diversifiés pour la faune aquatique à l'échelle du tronçon et notamment **des zones de frayères** pour les espèces salmonicoles.

Les bois morts dans le lit ou sur les atterrissements contribuent à **la création de chenaux secondaires, à l'élargissement du lit par érosion des berges, ou à son resserrement par la création de bouchons végétaux**. L'imbrication des bois, notamment les plus longs et les plus gros, sont des éléments très importants **dans la stabilisation des substrats pour la faune et la flore aquatique mais aussi pour la flore terrestre**. La **biodiversité et l'abondance de poissons et de macro-invertébrés** sont très souvent plus fortes dans les cours d'eau avec beaucoup de bois morts. Ceux-ci sont même essentiels dans **les cours d'eau sableux** avec peu d'éléments structurants stables. Les bois échoués sur les bancs ou contre les berges facilitent le recrutement des saules et des peupliers ou de certaines espèces rares en créant localement des conditions spécifiques d'abri hydraulique, d'humidité et de tri sédimentaire.

En créant des obstacles, le bois mort améliore aussi, sur des distances très courtes, les échanges dans **la zone hyporhéique** (couche de sédiments dans le fond du lit, où se mélangent les eaux de surface et les eaux interstitielles) qui est le siège d'une activité biologique importante conduisant, grâce à des processus également chimiques et physiques, à **l'autoépuration** et l'amélioration de la qualité des eaux. Il conduit également à une stabilisation de cette couche, où de nombreux invertébrés passent une partie de leur cycle de vie.

Les bois morts, souches et racines sont des abris et habitats favorables à bon nombre d'espèces piscicoles parmi lesquelles des espèces protégées et patrimoniales telles que la Truite fario de souche méditerranéenne, le Brochet, le Barbeau méridional, l'Apron du Rhône, etc. Le bois immergé abrite également certains insectes dont le stade larvaire dure plusieurs années et qui ont donc besoin de cette pérennité des habitats pour réaliser leur cycle complet. Le très discret coléoptère *Agnathus decoratus* vit par exemple exclusivement sur des bois partiellement immergés, notamment les aulnes glutineux effondrés dans l'eau. Dans les cours d'eau à assez forte hauteur d'eau, le bois immergé est aussi un support pour de nombreux organismes microscopiques (périphyton). Enfin, la décomposition du bois apporte de la **matière organique** dans les hydrosystèmes.

Il n'est donc pas étonnant que de plus en plus de gestionnaires de cours d'eau préservent les bois morts et cherchent même à les **réintroduire**. **Ces réintroductions ont non seulement un intérêt écologique très important mais elles participent aussi à la régulation des corps flottants venant de l'amont**. Des tech-

niques de restauration des habitats aquatiques basées sur des constructions en bois se sont développées aux États-Unis depuis plus de 10 ans. Elles font appel à une ingénierie spécifique pour la conception de structures stables. **La maîtrise de ces techniques permet de remettre immédiatement dans l'eau les arbres coupés en berge lors des chantiers d'entretien dans certains secteurs où le risque d'embâcle se situe en aval et non sur le site lui-même. Dans les cours d'eau à faible dynamique, cette pratique présente peu de risques en fixant des grands et gros bois ni mobiles, ni billonnés, ni ébranchés. L'élément clef de cette gestion est la maîtrise de la fixation de ces bois et la compréhension pratique de leurs fonctions.**



Les bois les plus intéressants pour créer des structures stables sont les gros bois (> 30 ou 40 cm). Dans ce lit rectifié, le bois tombé dans l'eau crée les seules zones d'abris et de refuge pour le poisson. Pour fournir régulièrement ce type de bois, les boisements de berges doivent avoir atteint le stade de la futaie et être suffisamment larges et continus. (©Boyer M./Aquabio)



Les petites chutes successives créées par les arbres effondrés dans les torrents favorisent la stabilité du fond du lit, donc des habitats aquatiques et rivulaires. En réduisant localement la vitesse de l'eau, le long des berges érodées, ces bois peuvent aussi concourir à réduire l'entraînement des particules fines et améliorer la limpidité de l'eau. (©Boyer M./Aquabio)



Reptiles, amphibiens, insectes, petits mammifères, oiseaux... ont besoin de la présence du bois mort émergé dans le lit du cours d'eau pour s'abriter, se reposer ou se nourrir. (©Boyer M./Aquabio)



Cistudes d'Europe sur leur site d'insolation (bois partiellement immergé). (©Boyer M./Aquabio)



Vu le diamètre de sa couronne racinaire, cet arbre récemment dessouché par une crue est probablement peu ou pas mobile pour les plus petites crues (1 m dans cette rivière en tresses). Pour flotter le diamètre doit en effet être deux fois inférieur (0,5 m) à la hauteur d'eau. Cet arbre crée donc pour une ou quelques années : un abri hydraulique pour les poissons, un tri granulométrique pour la fraie des poissons, un refuge pour la petite faune, des habitats pour les invertébrés et les conditions initiales pour la formation d'un îlot boisé, autant d'éléments précieux et vitaux pour la faune spécifique attachée au cours d'eau. Dans ces lits très larges, l'eau se détourne naturellement des obstacles rencontrés sans concentrer les écoulements. Les risques d'affouillement de berges liés aux bois morts présents dans le lit sont très faibles par rapport à des lits étroits. (©Boyer M./Aquabio)

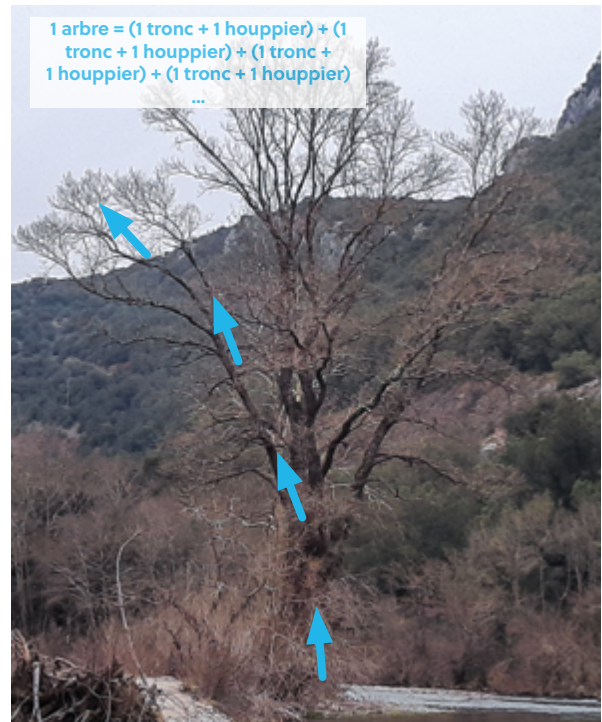
📖 À consulter :
Le guide en anglais « *Managing for large wood and beaver dams in stream corridors* » de Wohl et al. (2019) est une source d'enseignements très riches sur le bois en rivière et la restauration à l'aide de celui-ci
<https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/59331>

1.3 Focus sur l'arbre, un organisme fixe mais très changeant grâce à des mécanismes d'adaptation complexes

Les coupes d'arbres constituent une partie importante des travaux d'entretien et bien connaître les arbres est important pour ne pas se tromper.

Les arbres se développent selon deux modèles :

- **le gigantisme** : l'arbre grandit et se développe en gardant sa forme initiale conique. Il est formé d'un tronc et de branches apparaissant tous les ans au sommet de celui-ci. La plupart des résineux ont adopté ce mode de développement mais également certains feuillus comme l'aulne glutineux et le bouleau verruqueux ;
- **la réitération** : l'arbre est formé d'un tronc et d'un houppier et se développe en répétant cette architecture. La plupart des feuillus suivent ce type de développement mais également certains pins.



À gauche, l'architecture d'un aulne glutineux qui se développe par gigantisme comparé à droite, à celle d'un peuplier noir qui se développe par réitération. Si l'aulne n'avait pas perdu ses branches basses (les plus âgées), le nombre total d'étages de branches indiquerait son âge. Le peuplier réitère en formant 2 ou 3 nouveaux axes qui, en perdant leurs branches, se transformeront en troncs (appelés aussi branches maitresses dans le houppier). Par ailleurs, les branches se ramifient dans le houppier pour former des rameaux. Les deux processus ne doivent pas être confondus quand on interprète l'architecture d'un arbre pour comprendre son histoire ou son état physiologique. (©Boyer M./Aquabio)

Les arbres se développant par réitération connaissent quatre étapes de développement depuis la germination de la graine jusqu'à leur mort :

- un stade **jeune**, pendant lequel l'arbre grandit en développant une ramification provisoire ; les signes de juvénilité sont souvent des grandes feuilles ;
- un stade **adulte**, durant lequel l'arbre explore l'espace et développe son houppier ;
- un stade **mature**, lorsque le houppier a atteint son volume maximal ;
- un stade **sénescent**, au cours duquel l'arbre ne peut plus réparer les dommages qu'il subit ce qui l'entraîne inévitablement vers sa disparition.

Il est important de connaître le stade de développement des arbres pour évaluer leur potentiel de croissance en hauteur et largeur et leurs capacités de résilience. Après le stade jeune, le passage d'un stade au suivant est très dépendant de facteurs environnementaux. L'âge en années d'un arbre ne détermine donc pas son stade de développement. L'espérance de vie des arbres est de plusieurs dizaines ou centaines d'années, mais il est exceptionnel que les arbres atteignent ces âges. Les arbres sénescents sont très rares dans les ripisylves, alors qu'ils ont un très fort intérêt écologique (cf. Fiche n°6, page 97).



Chez les jeunes arbres (ici un peuplier noir), les houppiers se forment à partir de petites branches qui disparaîtront après la première réitération. (©Boyer M./Aquabio)



Ce frêne adulte construit l'architecture de son houppier par réitération. Le tronc et les branches maitresses forment l'ossature de l'arbre. Le stade adulte débute à la première réitération voyant se transformer une branche en branche maitresse et comprend jusqu'à 4 réitérations. Les pousses des axes finaux sont très droites. Le houppier a une forme arrondie. Développé dans un milieu ouvert sans concurrence, l'arbre n'a pas eu besoin de s'élever rapidement très en hauteur comme dans un boisement de berge dense. Son tronc est court et son houppier débute près du sol. (©Boyer M./Aquabio)



Le houppier de cet érable dans un bosquet de ripisylve a atteint son volume maximal définitif, les nouveaux axes se courbent et les branches s'affaissent. Ce phénomène débute sur les branches basses puis remonte vers la cime, qui prend un contour plus irrégulier en « chou- fleur » et traduit le passage au stade mature. Un arbre mature comprend 5 à 10 réitérations. (©Boyer M./Aquabio)



Ce peuplier noir sénéscent ne peut plus remplacer ses branches et vit au ralenti. Ce stade peut durer plusieurs dizaines d'années jusqu'à la mort de toutes ses branches ou, tout au contraire, se conclure rapidement après des traumatismes (sécheresse, tempête, élagage...). L'arbre abrite une très grande biodiversité grâce à sa forte densité de dendromicrohabitats. (©Boyer M./Aquabio)

Un arbre **stressé** par des agressions biotiques (insectes, champignons, bactéries...) ou abiotiques (neige, pluie verglaçante, avalanche, crue, glissement de terrain, vent violent, sécheresse, coupes sévères, ouverture brutale du milieu, compaction du sol...) peut produire des pousses nouvelles pour réparer ou adapter son architecture. Ces pousses sont aujourd'hui appelées « **suppléants** ». Il s'agit en effet de nouvelles tiges, qui ont les capacités de reproduire un arbre en formant des branches, des racines et de futures réitérations. Elles se forment à partir d'un réservoir de bourgeons présents le long du tronc et cachés sous l'écorce, ou parfois à partir de bourgeons néoformés au niveau des blessures. Ces suppléants remplacent par exemple les troncs (dites aussi « branches maitresses ») endommagés dans les houppiers. Quand l'arbre a réussi à réparer son architecture, il est alors considéré comme **résilient**. Cette période s'étale sur plusieurs années. Mais les dommages qu'il a subis peuvent aussi l'amener à un état de **dépérissement irréversible** qui le conduira à sa mort. Après les abattages de certains arbres sur les berges, un grand nombre de suppléants se développent sur la souche pour former une cépée. **La cépée n'est pas le port normal de l'arbre mais un résultat de l'abattage**. La gestion en taillis par recépage pour produire de la biomasse exploite notamment cette capacité des arbres à reformer des tiges. Dans le cadre des PPGV, cette capacité de régénération est utilisée pour remplacer les arbres instables ou stressés risquant de s'effondrer (cf. 2.1.2.1, page 51).



Blessure d'origine biotique (champignons, insectes...)

Suppléants orthotropes : pousses vigoureuses dressées verticalement et avec une symétrie radiale pour remplacer l'axe abimé. Ces jeunes pousses sont faciles à distinguer avec leur écorce lisse (plus jeune que celle du tronc qui les a produites) et leur port dressé. Elles conservent cet aspect pendant 5 à 10 ans. Elles indiquent que l'arbre stressé est en train de réagir.

Cet arbre adulte stressé a produit des suppléants en dessous de la partie du tronc attaqué. Cela pourrait conduire à reconstituer un houppier plus bas remplaçant celui qui risque de s'effondrer. (©Boyer M./Aquabio)

Les tiges apparaissant sur les racines par **drageonnement**, ou sur les troncs par **marcottage**, sont également des suppléants. Toutes les espèces n'ont pas les mêmes capacités à produire des suppléants et les arbres sénescents n'ont plus la capacité de le faire, sauf si le suppléant peut créer son propre système racinaire et donc former un nouvel arbre. Certains suppléants peuvent en effet créer leurs propres racines, ceux poussant sur la souche après l'abattage de l'arbre, ou dans un arbre plus ou moins creux avec de l'humus, ou sur les racines, ou sur une tige couchée au sol, etc. Ils forment alors une colonie d'arbres et non plus un arbre unique.

Les systèmes racinaires des arbres sont constitués de **racines pivots** descendant jusqu'à 1,5 m et de **racines charpentières** horizontales, qui redonneront des racines pivots secondaires à une distance de quelques mètres autour du tronc. Le tout se construit par réitération et assure l'ancrage de l'arbre. Chez le frêne ou le platane, le nombre de charpentières est illimité alors qu'il est limité chez le peuplier. Les charpentières peuvent s'étendre bien au-delà de l'arbre. Elles prospectent le sol pour assurer l'ancrage et la stabilité de l'arbre et ont la capacité de s'adapter à leur environnement en se densifiant par exemple pour résister à des contraintes de pente, de vent dominant, de poids du houppier...

Les racines fines, destinées à l'alimentation de l'arbre, sont renouvelées tous les ans et forment un chevelu cumulé très long localisé dans les 20 à 30 premiers centimètres de sol. Chez l'arbre sénescant, ce renouvellement est de moins en moins efficace. La vie de l'arbre dépend de ces racines fines et la dégradation des sols est un stress important pour les arbres. L'ensevelissement des arbres après les crues peut provoquer leur mort, car ceux-ci doivent pour survivre reconstituer rapidement ces racines fines plus haut dans le dépôt d'alluvions. De même, l'abaissement brutal de la nappe lors de phénomènes d'incision peut provoquer des dépérissements rapides, les racines n'étant alors plus en capacité d'alimenter suffisamment l'arbre en eau. Les érosions de berges, qui mettent à nu et qui emportent une partie des racines, fragilisent également fortement les arbres et peuvent provoquer leur dépérissement.



Cet aulne très fragilisé par la mise à nu de son système racinaire est dépérissant. (@Boyer M./Aquabio)



Les racines des aulnes et des frênes s'entremêlent et certaines racines se souderont probablement entre des arbres de la même espèce, qui partageront ainsi leurs ressources hydriques et minérales. (@Boyer M./Aquabio)

L'arbre stocke une partie des sucres produits par la photosynthèse dans le tronc, les branches et les racines. Ces **réserves énergétiques diffuses** sont importantes pour la survie de l'arbre. Elles assurent le métabolisme de base et celui destiné à se défendre contre les agressions. La disparition brutale d'une partie des organes de l'arbre (grosses branches, racines) est donc un traumatisme qui fragilise l'arbre et peut le tuer.

Un arbre est essentiellement constitué de bois mort formant son architecture. Ainsi dans un tronc, **seule la mince partie périphérique est vivante et protégée par l'écorce**. C'est elle qui assure sa croissance avec le **cambium** (cellules embryonnaires fabriquant le bois) et la circulation de la **sève élaborée** depuis les feuilles vers les autres organes au travers du **phloème** (ou **liber**). La partie centrale, appelée **bois de cœur** ou **duramen**, souvent de couleur plus sombre, assure le soutien de l'arbre ; elle est constituée de cellules mortes et obstruées pour se protéger des champignons et des insectes. Le bois plus clair (**xylème** ou **aubier**), lui, conduit la sève brute depuis les racines. L'arbre doit chaque année renouveler certains organes essentiels (branches, feuilles, fleurs, fruits, racines fines, croissance des cernes...), réparer les dommages qu'il a subis, ou adapter son port aux nouvelles contraintes environnementales.

Pour se protéger des agressions d'origine biotique, l'arbre peut **compartimenter** le bois atteint pour éviter leur expansion par des barrières chimiques et physiques. Des **bourrelets de recouvrement** se forment par exemple sur le tronc blessé (tige arrachée ou coupée, chocs, etc.). Ils poussent de quelques millimètres à centimètres par an et peuvent ainsi recouvrir la zone écorcée en quelques années si la plaie n'est pas trop importante. Cette capacité est variable selon les espèces et l'état physiologique de l'individu. Les arbres affaiblis par des sécheresses résistent moins bien ; c'est notamment le cas lors des épidémies de scolytes, comme pour le typographe s'attaquant à l'épicéa. Dans le cas des pathogènes invasifs introduits accidentellement comme le phytophthora de l'aulne ou la chalarose du frêne, ceux-ci peuvent avoir des répercussions majeures sur toute une population d'arbres (même sans l'existence d'autres stress) car ces pathogènes exotiques leur sont inconnus.



Peuplier abattu sur un atterrissement. Les cernes sont faciles à compter et indiquent qu'il a 22 ans. Il fait déjà 60 cm de diamètre avec une croissance des cernes de plus de 2 cm certaines années. Le duramen est bien visible et il ne suit pas les anneaux de croissance. Le bois plus clair est appelé aubier et transporte la sève brute. Sous l'écorce, le liber transporte la sève élaborée. La forme du tronc est ovale et montre que l'arbre s'est adapté à la force des courants pour garder sa verticalité en produisant du bois de réaction, appelé aussi bois de tension chez les feuillus. (@Boyer M./Aquabio)



Cépée d'aulnes abattus sur un atterrissement. La couleur orangée est typique du bois d'aulne fraîchement coupé. La coupe montre le recouvrement d'anciennes blessures très probablement dues aux chocs des corps flottants contre le tronc lors des crues. Une datation précise avec le nombre de cernes pourrait être réalisée et établir précisément la date de la crue, qui a bien marqué les deux troncs du même côté. C'est la science de la dendrogéomorphologie. (©Boyer M./Aquabio)



Multiple bourrelets de confortement sur un tronc de peuplier écorcé par les castors. (©Boyer M./Aquabio)

Les tiges croissent à la verticale guidée par un **géotropisme** et leur allongement se produit uniquement à leur extrémité au niveau du bourgeon terminal. Dans les boisements denses, cette croissance primaire en hauteur à la recherche de la lumière peut parfois donner des troncs courbés ou tordus. Si elle est exagérée par rapport à la **croissance secondaire radiale**, le tronc n'est plus assez solide et l'arbre s'appuie sur d'autres ou casse. Et si l'arbre reste dominé sans trouver assez de lumière, il dépérit et c'est ainsi que la densité d'arbres diminue naturellement au cours du développement d'un boisement.

Grâce à des processus cellulaires complexes, les arbres courbés ou penchés ont la capacité de restaurer leur verticalité à l'aide de la croissance axiale des troncs et la formation **de bois de réaction**. Le retour à la verticale prend plusieurs années et n'est pas forcément complet, ni parfait. C'est une adaptation aux contraintes environnementales quand le vent, la neige, la déstabilisation du pied par érosion ou même la force des courants des rivières en crue les ont fait plier ou basculer. Le poids d'un houppier déséquilibré peut également devenir, en grandissant, une contrainte sur le tronc qui doit réagir en conséquence.

Enfin, la dégradation ou une décomposition du bois par des champignons ou des insectes peuvent entraîner une déformation du tronc et des branches allant rapidement jusqu'à la rupture.

Un arbre qui penche n'est donc pas systématiquement un arbre qui va s'effondrer ou casser. Les causes de sa non verticalité doivent être recherchées ainsi que les réactions de l'arbre depuis l'évènement qui a provoqué cela.



Cet arbre dépérissant penche du fait des pourritures qui ont atteint son bois. (©Boyer M./Aquabio)



Ce chêne très penché au-dessus de l'eau à la suite d'un basculement important dont témoigne le système racinaire a réussi à redresser ses deux troncs et reformer un houppier équilibré. Malgré son allure, il n'est pas prêt à s'effondrer. (©Durand M./Aquabio)

À consulter :
Drénou Christophe,
Face aux arbres, nouvelle édition revue et augmentée | Editions Ulmer, 2009.
Lopez Saez et Corona, *La dendrogéomorphologie*, 2014.

1.4 Aperçu de la réglementation

1.4.1

L'entretien des cours d'eau, une obligation d'abord attachée à la propriété du lit

Ce chapitre sur la réglementation actuelle ne concerne que les plans pluriannuels de gestion de la végétation et, de ce fait, omet volontairement certains aspects de celle-ci sur l'entretien en général (qui concerne aussi les sédiments) ou l'aménagement des cours d'eau. Il éclaire l'interprétation des textes avec des exemples afin de les rendre plus concrets. Il est possible de retrouver facilement le contenu détaillé de la loi à partir des références citées en fin de chaque paragraphe.

L'entretien **des cours d'eau non domaniaux** décrit dans le code de l'environnement concerne la gestion de la végétation rivulaire vivante (élagage, recépage) et morte (embâcles, débris) et celle des atterrissements (non abordée ici). Le texte fait référence à la nécessité de maintenir un écoulement naturel des eaux et un profil d'équilibre. Il indique que l'entretien doit aussi concourir au bon état (ou potentiel) écologique.

C'est le propriétaire riverain qui est tenu d'entretenir le cours d'eau au droit de sa propriété jusqu'au milieu du lit de plein bord, quelle que soit la limite apparaissant sur le cadastre.

Par ailleurs, c'est le riverain également qui doit lui-même se prémunir contre l'action érosive des eaux. Ni l'État, ni les collectivités territoriales ou leurs groupements n'ont en effet l'obligation d'assurer la protection des propriétés voisines des cours d'eau non domaniaux.

En matière d'entretien de ces cours d'eau, le garant des obligations légales des propriétaires est d'abord le préfet. Si le propriétaire ne s'acquitte pas de son obligation d'entretien, il appartient au maire, sous l'autorité du préfet, de le mettre en demeure de faire les travaux nécessaires et, en l'absence d'exécution, de faire réaliser les travaux. Un titre de perception du montant des travaux sera alors émis à la charge du propriétaire, sauf si la taxe GEMAPI est levée sur le territoire. Le GEMAPIEN dispose également de cette possibilité. Cette procédure est par exemple bien adaptée pour les cours d'eau ou secteurs de cours d'eau où les riverains exercent déjà une forte pression d'entretien, ou sur ceux où la gestion de la végétation a globalement un faible intérêt pour la prévention du risque d'embâcle. Dans ces cas, il sera en effet facile de rappeler aux éventuels riverains défaillants leurs obligations si la situation sur leurs parcelles génère **un risque d'embâcle local**. Il n'en reste pas moins que les crues exceptionnelles pourront toujours créer des situations auxquelles les riverains ne seront pas

Les préfetures mettent à disposition sur leur site internet une cartographie départementale des cours d'eau dont la définition juridique est la suivante : « Constitue un cours d'eau un écoulement d'eaux courantes dans un lit naturel à l'origine, alimenté par une source et présentant un débit suffisant la majeure partie de l'année. L'écoulement peut ne pas être permanent compte tenu des conditions hydrologiques et géologiques locales ». En cas de doute, des critères jurisprudentiels complémentaires sont utilisés : présence de berges et d'un lit au substrat spécifique, présence de vie aquatique, continuité amont-aval.

Textes de référence Cabinet Landot et associés (2023), Les cahiers de la FNCCR, Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI)-Le partage des responsabilités et obligations entre les collectivités et les propriétaires riverains des cours d'eau, <https://blog.landot-avocats.net/2023/05/15/riverains-et-gemapi-mise-a-jour-de-lindispensable-guide-gratuit-de-la-fnccr-avec-notre-cabinet-2/> L. 215-12 c. env. (maire et police de l'eau) L. 215-14 c. env. (obligations du riverain et buts de l'entretien) R. 215-2 c. env. (moyens pour l'entretien) L. 215-7-1 c. env. (définition du cours d'eau) L. 215-16 c. env. (mise en demeure des riverains) L. 151.36 c.r.p.m. (taxe GEMAPI) L. 171-8 c. env. (rôle du préfet)

capables de répondre. Le GEMAPIEN pourra alors intervenir pour supprimer rapidement les embâcles, dans les zones habitées ou au niveau des infrastructures, lorsque les moyens à déployer ne seront plus dans les capacités des riverains, soit dans le cadre d'interventions d'**urgence** (procédure spécifique), soit au niveau de **sites ponctuels pré-identifiés dans le PPGV**. Si les travaux post-crue nécessitent des moyens lourds pour retirer les embâcles en cas de danger grave et immédiat, ils peuvent être exécutés sans être soumis à Déclaration ou Autorisation, mais un arrêté préfectoral reste nécessaire et un compte-rendu doit être transmis au préfet après l'intervention. Et cela, même si le GEMAPIEN dispose d'une Déclaration d'Intérêt Général (DIG).



L'activité agricole est encore très présente dans cette petite vallée. La ripisylve est très peu développée et lorsqu'elle est présente, les riverains l'exploitent pour le bois de chauffage. Cela empêche le développement des arbres vers des stades adultes ou matures. Il n'y a donc pas d'intérêt général à se substituer aux riverains pour gérer les boisements, compte-tenu du faible bénéfice à en attendre pour la collectivité. Les interventions éventuelles seraient en effet très modestes vu le développement des arbres et sans que cela ne change ces usages locaux pour obtenir une plus grande biodiversité des berges. Si certains riverains sont défaillants et récalcitrants et que cela peut engendrer localement des dommages ou des risques accrus, la démarche ad hoc est celle d'une mise en demeure. (@Boyer M./Aquabio)

1.4.2 Les autres acteurs de l'entretien hors GEMAPI

D'autres types d'acteurs hors GEMAPI interviennent dans l'entretien des cours d'eau et ne doivent pas être oubliés lors de l'élaboration des PPGV :

- ceux à qui cet entretien est rendu obligatoire du fait de l'usage de l'eau ou du milieu qu'ils en font : les propriétaires de droits de pêche ou ceux qui l'exercent, comme les AAPPMA ou les fédérations de pêche et de protection des milieux aquatiques, sont ainsi tenus de participer à la protection du patrimoine piscicole et des milieux aquatiques et, dans ce cadre, à effectuer les travaux d'entretien nécessaires au maintien de la vie aquatique.

Autre exemple, les producteurs d'hydro-électricité, comme l'illustre le décret de 1959 concédant à EDF l'exploitation de la Durance et mentionnant : « Le concessionnaire sera tenu d'assurer, par des essartements périodiques effectués dans tout l'espace compris entre les digues latérales submersibles ou les lignes définies par les têtes d'épis, le maintien en Durance d'un chenal capable d'évacuer les crues » ;

- les gestionnaires d'infrastructures linéaires de transport, qui ne sont souvent pas propriétaires des berges mais gèrent des aménagements à proximité de celles-ci et doivent les entretenir pour d'autres buts que ceux du GEMAPIEN : visibilité, sureté... ;
- les ASA (Associations Syndicales Autorisées) ou ASCO (Associations Syndicales Constituées d'Office) qui réunissent les riverains et dont certaines ont pour mission l'entretien des cours d'eau.

1.4.3

L'intervention des collectivités locales

1.4.3.1. Une implication ancienne confortée récemment par la compétence GEMAPI

Face aux évolutions de la société (déprise agricole, urbanisation croissante aggravant les conséquences des crues) et à la complexité du parcellaire (plusieurs centaines ou milliers de propriétaires riverains sur un bassin versant), les collectivités locales se sont engagées depuis plus de 40 ans dans l'entretien des cours d'eau. Le financement des contrats de rivière par les agences de l'eau à partir des années 80 a été un levier important pour mettre en place des plans pluriannuels d'entretien portés principalement par des syndicats de rivière. En 2014, la compétence GEMAPI (GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations) a renforcé le rôle des collectivités locales sur les milieux aquatiques. D'abord confiée aux communes, cette compétence a été transférée aux EPCI à fiscalité propre de manière obligatoire à compter du 1^{er} janvier 2018. Certains EPCI exercent l'ensemble de la compétence en propre, mais nombreux sont ceux qui l'ont soit transférée, soit déléguée (en totalité ou partiellement) à un syndicat de rivière (EPAGE, EPTB ou assimilé) afin que son exercice soit réalisé sur le territoire le plus cohérent : le bassin hydrographique.

Cette compétence GEMAPI couvre les 4 items 1°, 2°, 5° et 8° décrits dans le code de l'environnement :

- 1° L'aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique ;
- 2° L'entretien et l'aménagement d'un cours d'eau, canal, lac ou plan d'eau, y compris les accès à ce cours d'eau, à ce canal, à ce lac ou à ce plan d'eau ;
- 5° La défense contre les inondations et contre la mer ;
- 8° La protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines.


L'item 2 couvre plus particulièrement tous les travaux courants pour gérer la végétation et les sédiments et l'item 8, ceux qui visent à restaurer l'état ou le fonctionnement naturel des cours d'eau et des zones humides. **Ainsi, la gestion de la végétation rivulaire pouvant concerner les deux items 2 et 8, elle entre dans la compétence GEMAPI et peut faire l'objet de programmes de travaux portés par le GEMAPIEN à la condition que ces travaux soient reconnus d'intérêt général.**


La compétence GEMAPI n'oblige pas à se substituer systématiquement aux riverains, dont les droits et devoirs n'ont pas été modifiés par ce transfert des compétences des collectivités locales. Seules trois raisons conditionnent en effet la possibilité de se substituer aux obligations des riverains : la défaillance d'entretien, l'urgence, ou l'intérêt général. C'est le cas de l'intervention dans le cadre de l'intérêt général qui est essentiellement décrit ici.


1.4.3.2. La notion d'intérêt général


Pour se substituer dans le cadre de l'intérêt général, le GEMAPIEN doit démontrer que ses interventions auront un bénéfice important par rapport à ce qui peut être fait par les riverains dans le cadre de leurs obligations légales. **Il n'y a donc pas de définition unique de l'intérêt général, mais une démonstration à faire au cas par cas.**


Dans le cas le plus fréquent, cet intérêt est fondé sur le fait que le GEMAPIEN peut réaliser des interventions cohérentes entre elles et adaptées à chaque site, tout en incluant des enjeux environnementaux plus larges. Il peut par exemple abattre des arbres affaiblis ici, conserver des arbres morts ou du bois immergés là, renforcer le cordon boisé rivulaire ou éliminer des essences indésirables ailleurs, prendre en compte la préservation des habitats ou des espèces remarquables en agissant à la bonne période avec des moyens techniques spécifiques, lutter contre la dispersion des plantes invasives avec une approche

 *Texte de référence*
L.432-1 c. env.

 *Les communes, ayant transféré leur compétence aux EPCI, ne peuvent plus réaliser elles-mêmes des travaux d'entretien de cours d'eau en dehors de leurs propriétés, comme certaines le faisaient autrefois notamment sur les cours d'eau dits « orphelins ». Par ailleurs, comme les autres riverains, les collectivités sont tenues à l'entretien des berges sur leurs propriétés car cet entretien n'est pas transféré au GEMAPIEN sauf en cas de DIG.*

 *Lorsque les riverains sont organisés en association syndicale autorisée, le GEMAPIEN doit respecter la compétence propre de l'ASA et ne peut pas intervenir sur ses propriétés.*

 *Textes de référence*
Loi MAPTAM
Loi NoTRE
L. 211-7 c. env. (compétence des collectivités)
L. 211-7-I bis c. env. (compétence GEMAPI)

 *Le GEMAPIEN ne peut intervenir que sur les parcelles riveraines. Cela exclut par conséquent certaines zones des versants qui peuvent fournir du bois au cours d'eau mais qui ne sont pas riveraines du cours d'eau.*

Les travaux pour mettre en valeur le cours d'eau du point de vue paysager (traversée de villes ou de village...) ou pour faciliter son accès à certains usagers (pêcheurs, kayakistes, promeneurs...) ne relèvent ni des obligations des riverains, ni de la compétence GEMAPI. Ils ne peuvent donc être pris en charge dans un plan pluriannuel de gestion de la végétation porté par un GEMAPIEN.

Il est possible de refuser d'abattre des arbres à la demande de riverains si cette demande n'est pas cohérente avec les intentions reconnues d'intérêt général qui motivent les travaux. Dans le cas où ce refus conduirait finalement à la création d'un dommage lors d'une crue (chute de l'arbre créant un embâcle et une surinondation), la responsabilité du GEMAPIEN pourrait être engagée y compris sans faute. Inversement, un riverain refusant une intervention jugée nécessaire par le-a technicien-ne de la structure gemapienne pour éviter un risque d'embâcle pourrait voir sa responsabilité engagée. Le constat du refus du riverain doit être consigné dans un document signé par celui-ci.

adaptée aux stades invasifs des différentes espèces présentes sur le réseau hydrographique, etc. De plus, il est capable d'adapter rapidement ses interventions aux changements et aux évolutions rapides de l'état des cours d'eau. Tous ces éléments sont à détailler dans le plan pluriannuel de gestion de la végétation présenté dans le dossier réglementaire. **Cette démarche, rendue possible avec une vision d'ensemble du cours d'eau et à l'aide de moyens dédiés spécifiques, peut difficilement être mise en œuvre par les actions individuelles des riverains. Elle apporte ainsi un grand intérêt pour être efficace dans la diminution du risque d'embâcle et dans la préservation de la qualité des milieux naturels.** Pour le GEMAPIEN, elle nécessite des moyens opérationnels spécifiques et des connaissances préalables approfondies, qui s'acquièrent en général par des études menées en interne ou confiées à un bureau d'études.



Dans les secteurs sans risque comme les zones forestières, l'intérêt général des interventions n'est pas toujours facile à évaluer car il implique de montrer que les bois pourraient migrer en crue de ces secteurs vers les zones vulnérables en aval et que leur suppression serait bénéfique. Or on sait aussi que les bois en travers participent à la régulation du transport solide et des corps flottants en faisant des obstacles perméables à l'eau. (©Boyer M./Aquabio)

Le plan pluriannuel de gestion de la végétation ne peut pas décrire précisément les travaux qui seront réalisés, car la situation peut évoluer rapidement dans les cours d'eau et rendre caduque un tel type de programme prévu souvent sur au moins 5 ans. Celui-ci définit principalement des principes d'interventions et c'est le-a technicien-ne qui les applique ensuite en définissant les travaux. Mais attention au vocabulaire utilisé ! L'intérêt général est déterminé **par l'intention de la démarche sur des secteurs précis, en réponse à un besoin, et par les travaux qui en découlent**, mais cette qualification ne s'applique pas à un objet, comme un arbre, un embâcle ou un cours d'eau en particulier. L'intérêt général est défini dans l'étude préalable et non au moment de la définition concrète des travaux par le-a technicien-ne. En s'appuyant sur les prescriptions du plan pluriannuel de gestion de la végétation, il-elle peut expliquer lors de ses missions le cadre précis de son intervention et la justification des travaux, qui peut différer de la perception des riverains. Par exemple, conserver du bois immergé, ne pas systématiquement débroussailler les berges répondent à la volonté de minimiser les impacts des interventions. Si malgré tout un riverain ne le comprend pas, **le-a technicien-ne n'est pas tenu de faire ce que réclame celui-ci pour son intérêt particulier**. De manière générale, le choix des interventions nécessite un savoir-faire technique que les riverains pour la plupart ne maîtrisent pas. Il est donc essentiel que cette compétence soit reconnue par la population locale au travers d'une communication adaptée.

1.4.3.3. Responsabilité et engagements

En matière d'entretien, la responsabilité du GEMAPIEN est limitée **aux conséquences des travaux et ouvrages publics ayant une incidence sur le régime d'écoulement des eaux.**

La démarche réglementaire pour se substituer aux riverains dans le cadre d'une DIG engage également le GEMAPIEN à mettre les moyens suffisants pour réaliser son programme prévisionnel d'interventions. Le GEMAPIEN est en effet **responsable des dommages causés par ces dernières mais aussi de leur absence ou de leur mauvaise exécution**. Il est donc opportun de ne pas monter des programmes qui couvriraient un linéaire de cours d'eau trop important par rapport aux capacités du GEMAPIEN. Indiquer par exemple que les interventions couvriront la totalité du réseau hydrographique identifié comme des cours d'eau, alors que ni les moyens humains de surveillance de ce réseau ni les moyens financiers ne le permettent, expose à des recours devant le tribunal administratif.

Parallèlement, la responsabilité du maire est limitée au cas où il aurait dû intervenir au titre de son pouvoir de police administrative générale, c'est-à-dire en cas de **danger grave ou imminent** (les inondations, les ruptures de digues, les éboulements de terre ou de rochers, les avalanches ou autres accidents naturels).

Par ailleurs, les **riverains conservent également la responsabilité des dommages qui pourraient être causés par leurs arbres sur d'autres propriétés voisines**, car seules les responsabilités liées à la prise en charge de l'entretien dans le cadre de la GEMAPI sont transférées au GEMAPIEN.

1.4.3.4. L'impossibilité de faire participer les riverains aux dépenses


Les textes prévoient la possibilité d'exiger une participation financière des personnes qui ont rendu les travaux nécessaires ou qui y trouvent intérêt, mais cela ne concerne que les « dépenses de premier établissement, d'entretien et d'exploitation des ouvrages ». Ne relevant pas de la construction d'ouvrage, la gestion de la végétation dans le cadre de la compétence GEMAPI n'est donc pas concernée par cette possibilité.


De plus, **aucun des travaux relevant de la compétence GEMAPI ne peut donner lieu à participation lorsque la taxe GEMAPI a été instituée sur le territoire concerné**. Cependant, le paiement de celle-ci **n'ouvre aucun droit particulier aux riverains**. Cette taxe n'est d'ailleurs pas appliquée uniquement aux propriétaires riverains.


1.4.3.5. La gestion des espèces exotiques envahissantes, une possibilité d'intervention non systématique


La lutte contre les espèces exotiques envahissantes ne relève pas directement de la compétence GEMAPI mais de celle de l'État. La réglementation ne concerne actuellement qu'un petit nombre d'espèces alors que les écosystèmes sont menacés par un grand nombre de plantes ou d'animaux invasifs. Toutefois, **la lutte contre ces espèces concerne le GEMAPIEN dans la mesure où ces dernières dégradent des ouvrages de protection contre les crues (item 2 ou 5 de la compétence GEMAPI) ou portent atteinte aux milieux aquatiques et aux formations boisées riveraines (item 8)**.


Les plans d'actions contre les espèces exotiques envahissantes peuvent donc être intégrés dans les PPVG ou faire l'objet d'un dossier spécifique pour obtenir une autorisation préfectorale. Par ailleurs, en dehors de la question de la compétence, les travaux d'entretien sont souvent confrontés à la gestion des plantes exotiques envahissantes (canne de Provence, ailante, robinier, renouée du Japon...) qui pose de nombreuses difficultés pratiques pour ne pas les disséminer ailleurs.

 *La mise en place d'un plan pluriannuel de gestion de la végétation par le GEMAPIEN n'interdit pas aux riverains d'intervenir eux-mêmes sur leurs propriétés, puisqu'ils conservent leurs droits et leurs obligations. Mais, selon la nature et les moyens envisagés pour réaliser les travaux, ils peuvent être soumis à la loi sur l'eau.*

 *Textes de référence*
R. 214-44 c. env. (travaux d'urgence)
L. 2212-4 du code général des collectivités territoriales (police du maire)

 *L'accord des propriétaires riverains sur les terrains desquels portent les travaux n'est pas obligatoire mais fortement conseillé, notamment en l'absence de consultation ou d'enquête publiques. La convention exprime l'acceptabilité sociale du projet et, indirectement, l'absence de contentieux.*

 *Textes de référence*
L. 151-36 c. rural (participation des riverains)

 *Textes de référence*
Note technique du MTES, 2 novembre 2018 relative à la mise en œuvre des opérations de lutte contre les espèces exotiques envahissantes
L. 411-8 c. env., R. 411-46 c. env., R. 411-47 c. env.

1.4.4

Le dossier réglementaire

Plusieurs étapes sont à prévoir avant de pouvoir intervenir sur les propriétés privées dans le cadre d'une DIG. Ces dernières sont :

- une étude préalable pour définir le plan pluriannuel de gestion de la végétation en réponse à des besoins précis (cf. 2.1, page 43) ;
- le montage du dossier réglementaire avec l'analyse des incidences du projet ;
- l'instruction du dossier ;
- la **consultation** du public sur un site internet des services de l'Etat ou l'**enquête** publique sur place ;
- la parution de l'arrêté préfectoral déclarant le projet d'intérêt général.

Les **DDT** sont les services instructeurs pour la DIG, la Loi sur l'eau et N2000, et les **DREAL** pour les espèces protégées.

Les travaux d'entretien de la végétation peuvent être présentés dans le même dossier que des opérations plus lourdes de curage ou de réalisation d'ouvrages. Dans ce cas, la procédure décrite pourra être différente de celle présentée ici.

Outre la description du projet, une justification spécifique de son intérêt général et son montant estimatif, la préparation du dossier réglementaire devra aborder de nombreux points :


- la rubrique éventuellement concernée de la nomenclature IOTA (installations, ouvrages, travaux et activités) ;
- les impacts éventuels sur les habitats naturels ou les espèces protégées ;
- les incidences sur les zones Natura 2000 ;
- la concordance avec les zones protégées ou réglementées concernées par le plan pluriannuel de gestion de la végétation : périmètres de Protection de Capotages, arrêté préfectoral de Protection de Biotope, Espace Boisé Classé, Espace Naturel Sensible, Parc Naturel Régional ou National...
- l'analyse des cas opportuns et des modalités du partage du droit de pêche avec les structures associatives agréées de pêche de loisir (AAPPMA, FDPPMA).


La procédure et la reconnaissance de l'intérêt général des travaux offrent un **droit temporaire de passage** sur les propriétés privées pour effectuer les travaux.

Le PPGV entre dans le cadre **des opérations groupées d'entretien régulier à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente**. Ce terme d'opérations groupées d'entretien renvoie essentiellement à la gestion du transport solide, c'est pourquoi le texte peut paraître parfois surprenant (curage, etc.) dans le cadre d'un PPGV.

Les interprétations des textes réglementaires sur la démarche à suivre pouvant être différentes d'un département à un autre, il est fortement recommandé de se rapprocher des services de l'état de chaque département concerné par le PPGV. Par ailleurs, tous les services de l'État proposent sur leur site internet des pages spécifiques dédiées à la préparation des dossiers de demande de DIG ou de Déclaration ou Autorisation IOTA.

La loi n° 2012-387, dite « **loi Warsmann** », a provoqué des changements importants. Cette loi offre en effet la possibilité d'avoir une dérogation pour que la DIG ne soit **pas soumise à enquête publique** dans le cas des PPGV non soumis à la loi sur l'Eau, ou relevant uniquement du régime de déclaration, et sans participation des riverains. Il doit alors être procédé comme indiqué à l'article 3 de la **loi du 29 décembre 1892 sur les dommages causés à la propriété privée par l'exécution des travaux publics**. L'arrêté préfectoral de DIG devra alors citer le nom de la commune, les numéros des parcelles concernées et le nom du propriétaire tel qu'il est inscrit sur la matrice des rôles. L'arrêté indique également d'une façon précise les travaux à raison desquels l'occupation est ordonnée, les surfaces sur lesquelles la DIG doit porter, la nature et la durée de l'occupation et la voie d'accès. De plus, un plan parcellaire désignant par une teinte les terrains à occuper est annexé à l'arrêté. Tous ces éléments sont donc à fournir dans le dossier réglementaire lorsqu'il n'y a pas d'enquête publique. Certaines de ces exigences prises à la lettre sont généralement impossibles à fournir dans le cadre d'un plan d'entretien couvrant un très grand linéaire de berges (plusieurs dizaines ou centaines de kilomètres) et pour des travaux qui ne seront définis précisément que plus tard et s'étaleront sur plusieurs années, sans connaître encore les accès aux futurs chantiers. Compte-tenu de ces difficultés pratiques, on constate que l'indication du nom des propriétaires n'est plus exigée systématiquement pour les plans pluriannuels de gestion de la végétation.

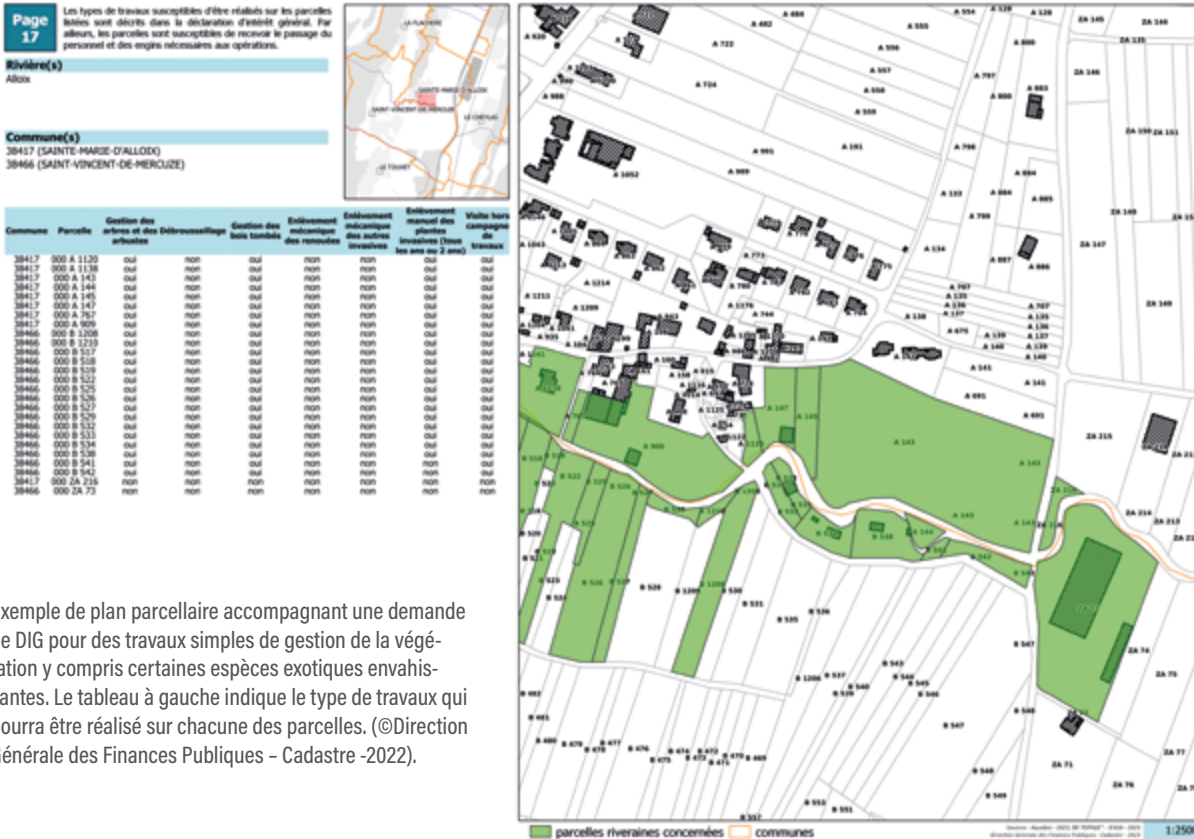
 *Il n'est pas possible d'intégrer dans une DIG un droit d'accès aux propriétés pour surveiller des cours d'eau, ou des secteurs de cours d'eau, non concernés par un programme de travaux.*

 *Textes de référence*
R. 151-32 c. rur.
R. 214-99 c. env.
L. 215-15 c. env.
(opérations groupées d'entretien)
L. 215-18 (servitude de droit temporaire possible avec l'enquête publique)
L. 435-5 du c. env. (droit de pêche)

Pour le reste, et malgré les incertitudes sur les travaux, plusieurs éléments de principe ou d'intention, généralement indiqués dans le plan pluriannuel de gestion de la végétation, peuvent être présentés sur les plans parcellaires :

- la possibilité d'intervenir de façon imprévue et rapide après les crues ;
- la fréquence des visites de contrôles ;
- la fréquence des travaux ;
- le type d'interventions possibles : enlèvement de bois mort tombés ou échoués, abattages d'arbres, débroussaillages, élimination manuelle de plantes invasives, etc.

La loi du 29 décembre 1892 permet également d'inclure les **parcelles non riveraines**, mais qui pourront être traversées uniquement pour aller sur le lieu du chantier.



À la différence d'une enquête publique, pour laquelle les secteurs concernés par la demande de DIG sont présentés sur des cartes IGN à l'échelle du 1:10000 ou 1:25000 sans identifier les parcelles et les riverains concernés, l'application de la loi du 29 décembre 1892 nécessite une localisation à l'échelle dix fois plus précise sur un parcellaire cadastral. **Si une parcelle a été oubliée, il ne sera donc pas possible d'intervenir dessus.**



Sur certains secteurs, il pourra être prévu dans le PPGV uniquement des travaux très ponctuels (ceux demandant du matériel spécifique) pour retirer des embâcles. Ces interventions non programmables seront indiquées avec précision sur les plans cadastraux ce qui permettra d'intervenir plus rapidement surtout si les opérations n'impactent pas le milieu aquatique. C'est le cas des travaux présentés ci-dessus. À gauche, un secteur canalisé très large, où la gestion préventive des boisements de berge n'a pas d'intérêt général au contraire de l'enlèvement des corps flottants bloqués au niveau des ouvrages. À droite, les boisements ne pouvant pas être gérés de manière préventive dans la gorge étroite et difficile d'accès en amont, seuls les arbres tombés ou échoués sont retirés au droit des enjoux. (©Rampal T./SIRCC et ©CISALB)



2. La mise en place d'un plan pluriannuel de gestion de la végétation (PPGV)

2.1 Les études préalables

La prise en charge de la gestion de la végétation dans le cadre de l'exercice de la compétence GEMAPI nécessite de construire un programme prévisionnel d'interventions appelé **plan pluriannuel de gestion de la végétation (PPGV)**.


Le contexte réglementaire (cf. 1.4, page 35) impose notamment de justifier l'intérêt général du programme et **de planifier dans le temps et sur le réseau hydrographique les futures interventions**. Du point de vue technique, la bonne utilisation des fonds publics et la préservation de la biodiversité conduisent par ailleurs à adapter les modalités d'entretien aux risques et aux enjeux écologiques du secteur concerné. Pour cela, plusieurs « curseurs » peuvent être réglés (cf. 2.1.3, page 56). Le PPGV répond par conséquent à deux besoins, **l'un réglementaire et l'autre opérationnel**. Ce deuxième aspect a pris beaucoup plus d'importance avec la réorganisation récente des collectivités locales et le besoin d'être plus pertinent et plus efficace dans la gestion. Autrefois, le PPGV avait une portée plus limitée : fixer le périmètre global et annuel d'interventions, définir des enveloppes budgétaires et obtenir les autorisations pour intervenir dans des parcelles privées. Après la phase d'étude, le document était souvent peu consulté et devenait même parfois obsolète quand la planification réelle ne correspondait pas à celle prévue. Aujourd'hui, il est attendu beaucoup plus d'éléments techniques pour mieux cadrer les futures interventions.


Construire un PPGV qui engagera le GEMAPIEN sur un programme d'interventions, puis rédiger le dossier réglementaire sont **des missions très techniques** confiées généralement à des personnes ou à des bureaux d'étude spécialisés ayant une grande habitude du sujet. Le côté pragmatique souvent attendu de ce type de document ne dispense pas en effet d'une **démarche experte**, que ce soit au moment des observations de terrain, de leur mise en valeur sous forme de cartes ou de tableaux ou pour des choix stratégiques de gestion. De plus, l'étendue souvent très importante du réseau hydrographique à visiter nécessite **une équipe de plusieurs personnes** et une bonne organisation sur le plan logistique et sur celui de la sécurité des opérateurs. Enfin, tous **les conseils et explications techniques et la démarche de concertation** qui en général accompagnent ce genre d'études sont souvent très utiles pour la suite.


La durée d'une étude préalable, y compris la fourniture du dossier réglementaire, est **de 8 à 18 mois** selon l'ampleur du réseau hydrographique. Ce type d'études s'appuyant sur un diagnostic initial de terrain, il est important de la planifier en prenant en compte les périodes les plus favorables pour les opérateurs : **périodes de basses eaux et hors canicule** pour les parcours, **période végétative** pour les repérages des espèces invasives si demandé.

Le côté pratique attendu de l'utilisation des résultats porte souvent à confusion. Un PPGV **ne définit pas des plans de travaux** dans lesquels seraient indiqués quel arbre couper, quel embâcle retirer, etc. Cela est incompatible avec une étude préalable pour deux raisons : d'une part, les travaux ne peuvent être définis qu'après avoir identifié les enjeux relevant de l'intérêt général, ce qui est le véritable objet de l'étude préalable, et d'autre part, définir des travaux implique de réaliser une expertise de chaque arbre, de catégoriser l'intervention dans un BPU et de l'indiquer à la peinture, ce qui sera le travail ultérieur des techniciens-nes de rivière une fois la DIG obtenue. Enfin, d'un point de vue pratique, la définition des travaux ne doit pas être trop éloignée de leur réalisation, car l'évolution de la situation peut être très rapide sur les cours d'eau.

Dans le cadre du **renouvellement d'un PPGV** et si le territoire n'a pas connu de bouleversement majeur comme une crue exceptionnelle, la structure GEMAPIENNE, qui connaît bien son territoire et a suivi son PPGV précédent en identifiant les besoins au fur et à mesure des visites des techniciens-nes, pourra établir elle-même un nouveau PPGV sans refaire un état des lieux descriptif exhaustif. Toutefois, l'agrandissement du territoire de compétence, l'ajout de nouveaux cours d'eau, le changement des équipes ou l'élargissement des actions à la lutte contre les espèces végétales exotiques envahissantes peuvent rendre indispensable un nouvel état des lieux, une nouvelle planification adaptée et de nouveaux éléments de suivi (cartes, fiches).

 *La multiplicité des termes utilisés pour décrire les interventions planifiées à l'échelle d'un bassin versant entretient une certaine confusion sur la nature réelle des programmes : Plan Pluriannuel d'Entretien (PPE) ou de Gestion (PPG), Plan Pluriannuel de Restauration et d'Entretien (PPRE), qui fait référence à des programmes couvrant plusieurs thématiques (transport solide, végétation, restauration, zones humides), etc.*

 Il y a plusieurs manières de décrire les cours d'eau, en se déplaçant en voiture pour faire des relevés ponctuels sur des stations, puis en extrapolant ces observations à un tronçon supposé « homogène », ou en parcourant complètement le cours d'eau tout en faisant des relevés « en continu ». C'est cette deuxième méthode qui est utilisée pour les PPGV. Les relevés en continu sont très exigeants pour l'opérateur, qui doit sans cesse observer ce qui l'entoure et le décrire dans un Système d'Information Géographique (SIG) mobile, identifier les enjeux locaux, préparer déjà des propositions de gestion car le budget et les délais d'étude ne permettront pas de revisiter les cours d'eau, prendre des photos, tout en se déplaçant dans des conditions difficiles, parfois engagées. Les vitesses moyennes de parcours (400 m/h en torrent, 6 à 800 m/h en plaine) peuvent donc sembler faibles mais elles correspondent en réalité à un travail assez intense et à des détours imposés par certains obstacles. Il est difficile de faire plus de 6 h de relevés par jour, auquel il faudra ajouter les temps de déplacement en voiture pour se rendre sur les cours d'eau.

 La notion de tronçon homogène n'a pas d'intérêt pour les PPGV. La pression des usages sur les berges et l'artificialisation des cours d'eau ont souvent une forte influence sur les caractéristiques de la végétation rivulaire, qui peut donc varier rapidement le long d'un cours d'eau.

2.1.1

Le diagnostic une étape nécessaire

2.1.1.1. Les relevés de terrain

Un PPGV ne peut être établi sans disposer d'un état des lieux et d'un diagnostic de la situation actuelle suffisamment détaillés.

Ceux-ci doivent au minimum aborder plusieurs sujets :

- **la caractérisation de la végétation rivulaire** : qualité des ripisylves (cf. 1.1.1, page 5) et état des boisements de berge (cf. 1.3, page 30) ;
- **l'évaluation de l'encombrement** des cours d'eau par le bois mort et une qualification du risque lié à la présence de ces bois (cf. 1.2.1, page 15) ;
- **l'identification** des ouvrages et des sites où le risque d'embâcle peut aggraver les conséquences dommageables des crues, à partir des données existantes sur les zones inondables et les événements passés (cf. 1.2.3, page 23).

Le PPGV pourra également intégrer **l'entretien des ouvrages de protection contre les crues** qui nécessitent des débroussaillages annuels et le retrait des corps flottants (dignes, bassins, chenaux, grilles...). Leur inventaire est donc à fournir au bureau d'étude avant le début de la campagne de terrain. D'autres types d'informations peuvent être également très intéressants à connaître bien que non obligatoires. Ainsi, **la gestion actuelle des berges** peut apporter des informations utiles sur la dégradation éventuelle des ripisylves, car il est souvent faux de penser que l'entretien sera réalisé dans des espaces « à l'abandon ». Les espaces rivulaires restent fréquemment exploités ou occupés pour certaines activités et cela conduit à des modes de gestion variés, sans rapport avec l'entretien inscrit dans le code de l'environnement. Parfois, la gestion actuelle sur un secteur, même si elle ne répond pas aux critères du GEMAPIEN, peut être un critère pour ne pas inclure ce secteur dans le PPGV (cf. 1.4.1, page 36).

L'état des lieux s'appuie essentiellement sur **des observations de terrain** impliquant de parcourir les cours d'eau à pied, complétées par une recherche documentaire pour mieux connaître les risques et les enjeux écologiques sur le territoire.

Les **secteurs à visiter** constituent un élément contractuel du Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) très important pour la consultation des bureaux d'études, et, puisque le terrain représente une part importante du budget de l'étude, il est indispensable de bien dimensionner ce travail en indiquant **un kilométrage précis**, qui pourra éventuellement être **adapté** par une facturation au km et non au forfait.

Si le réseau n'est pas bien connu, un premier travail préalable **sur carte et de terrain** est indispensable pour définir le linéaire qui doit être visité. L'accessibilité et la **dangerosité** des parcours sont à analyser à partir des cartes IGN au 1:25000 complétées si besoin de quelques visites de terrain. **Un secteur inaccessible sera retiré du linéaire à visiter**. Un **parcours dangereux devra être indiqué** dans le CCTP tout en imposant une visite en binôme et par des opérateurs ayant suivi une formation Santé et Sécurité au Travail. Un parcours est considéré comme dangereux quand il est très accidenté (gorges avec de fréquents passages aériens sur des affleurement rocheux ou dans des pentes très raides) ou quand il est moyennement accidenté mais avec un réseau téléphonique inopérant rendant impossible un suivi en tant que travailleur isolé. Si les enjeux le justifient, les secteurs inaccessibles peuvent faire l'objet de survols en drone pour l'analyse des risques de fourniture et de dévalaison de bois. Enfin, il est souvent très utile d'interroger **les élus locaux** pour avoir leur avis. Leurs connaissances du terrain, des besoins exprimés par les riverains ou des événements passés peuvent éclairer les choix.



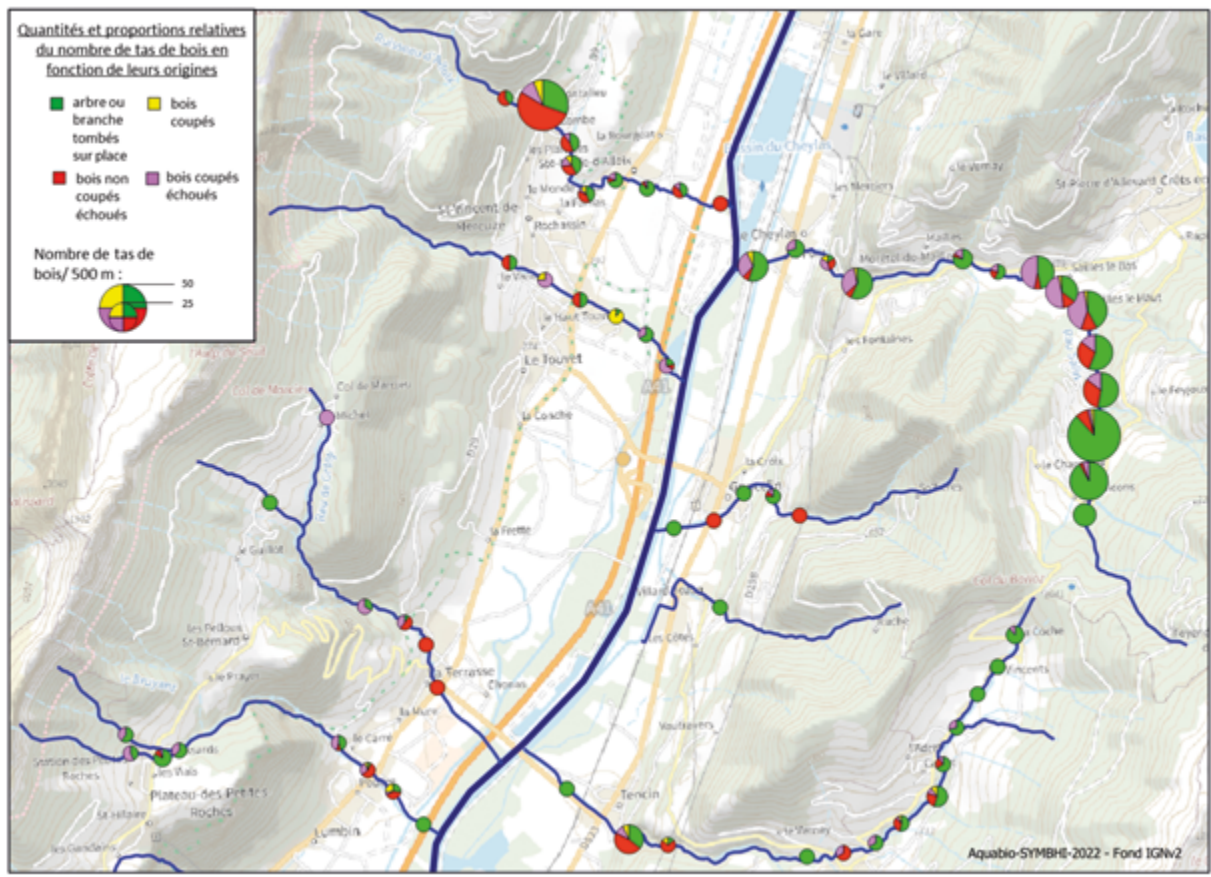
Franchissements d'obstacles, traversées de cours d'eau, passages aériens, traversées de propriétés parfois défendues par des chiens, lâchers d'eau ... sont des difficultés rencontrées pour décrire intégralement les cours d'eau. Les conditions de sécurité des opérateurs sont trop rarement demandées dans les CCTP des études, ni même au cours de la prestation. Il n'est pas rare non plus que des CCTP demandent de visiter des secteurs qui nécessiteraient des équipements spéciaux pour cela. (©Boyer M./Aquabio)

2.1.1.2. Les cartes et les indicateurs de diagnostic

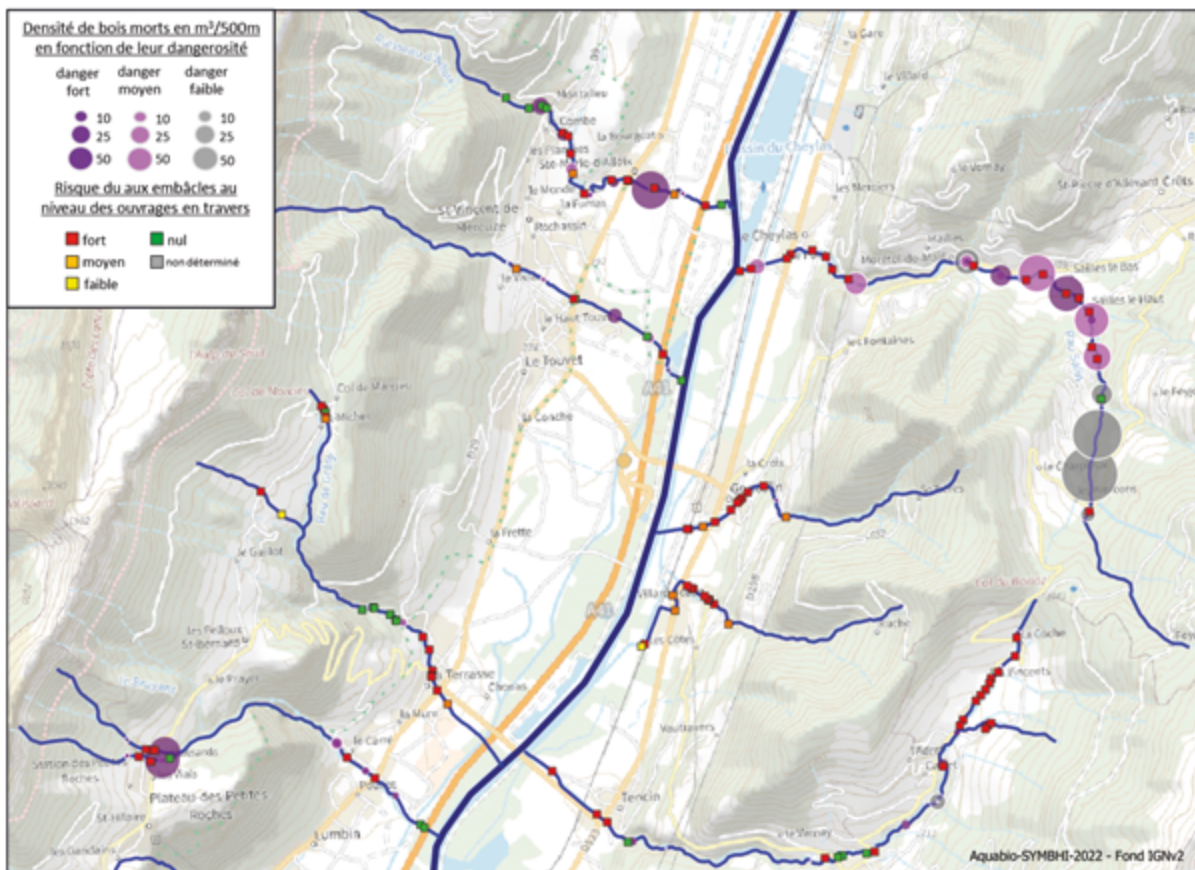
Les cartes de **diagnostic** parlent d'elles-mêmes sans besoin d'avoir à les commenter. Elles doivent pour cela être construites à une échelle adaptée permettant d'avoir **en quelques planches une vue d'ensemble du réseau hydrographique**, sur lequel les relevés de terrain vont être traduits en indices calculés à l'échelle de segments (longueurs fixes de cours d'eau).

Cartes sur le bois mort (bois au sol ou dans l'eau)

Les cartes sur le bois mort mettent par exemple en évidence, d'où vient le bois et où se situent actuellement les secteurs les plus problématiques. Le choix des échelles de représentation des densités est important car il influence directement la perception de la situation.



Carte analysant, dans les secteurs accessibles visités, l'origine des bois morts exprimée en nombre de tas de bois par segment de 500 m de long. Elle montre la présence continue de tas de bois mort mais en quantités faibles à très faibles, qui est la situation la plus fréquente sur les cours d'eau étudiés. Les bois tombés sur place (en vert) forment la proportion la plus importante notamment par rapport au bois flotté d'origine naturelle (en rouge). Le cours d'eau très forestier sur sa partie amont au nord-est du territoire produit un peu plus de bois mort ainsi que la tête de bassin sur le cours d'eau au nord-ouest avec de nombreuses érosions de berges et quelques glissements.



Carte de diagnostic analysant le volume de bois morts (symboles ronds) et le risque d'embâcle aux ponts (symboles carrés) dans les secteurs accessibles visités. Les densités de volumes par segments de 500 m de long sont plus intéressantes pour l'analyse des risques et des éventuels besoins en entretien que le nombre de tas de bois (carte précédente). Les ponts sont classés en 5 catégories : sans risque d'embâcle, avec des risques de faibles à forts (le risque croise l'aléa et les enjeux menacés) et ceux dont la probabilité d'embâcle n'a pu être déterminée. Le volume du bois est calculé par segments de 500 m de long. Le danger représenté par le bois mort est évalué en fonction des risques et de plusieurs caractéristiques de celui-ci : longueur, mobilité, position dans le chenal. La couleur grise indique que le bois ne représente pas de danger en crue, le rose un danger moyen et le mauve un danger fort. On constate que les volumes de bois sont très faibles excepté sur le cours d'eau au nord-est du territoire et deux secteurs localisés ailleurs avec des dangers faibles à forts selon les sites.

Les indicateurs pour évaluer le danger des bois morts ne concernent que **les petits et moyens cours d'eau faisant moins de 20 m de large**. Au-delà, il est difficile d'estimer la distance possible de dévalaison des corps flottants et on considère souvent qu'**une gestion préventive n'est pas pertinente pour éviter le risque d'embâcle** car le bois peut venir de très loin.

L'estimation des dangers associés à des bois déjà tombés ou échoués se base sur des calculs simples largement suffisants pour établir un PPGV. Le transport du bois est en effet très complexe à anticiper et dépend de nombreux facteurs (cf. 1.2.1, page 15). Il s'agit donc ici d'une **approche empirique** pour mieux prendre en compte cette question essentielle pour l'élaboration des PPGV : depuis quelle distance peuvent venir les corps flottants en crue ? L'objectif est surtout d'éviter d'engager systématiquement **des entretiens coûteux dans des secteurs trop en amont des sites à enjeux**.

Les bois morts sont relevés sur le terrain par tas homogène, correspondant à une accumulation ou à des bois très proches, d'à peu près même longueur. Des informations simples et précieuses les caractérisent : volume apparent du tas, position dans le chenal, longueur et origine des bois (arbre tombé, bois échoués, bois coupés, bois coupés échoués). L'opérateur de terrain ne se pose pas de question complexe et n'évalue ni la mobilité de ce bois, ni le danger éventuel qu'il peut représenter, qui seront estimés au bureau par des traitements sous SIG pouvant être automatisés.

Au bureau, l'évaluation est réalisée en quatre temps : 1°) le tas de bois est-il mobile ? 2°) si oui, quelle distance maximale peut-il parcourir en prenant en compte les distances empiriques maximales et l'existence d'ouvrages de protection comme les plages de dépôts ou les tri-bois ? 3°) sur ce parcours, quelle est la zone parcourue où le risque d'inondation est le plus élevé ? 4°) estimation du danger correspondant à chaque tas de bois par rapport à ce niveau de risque. À ce stade, il n'est pas forcément nécessaire de distinguer les éléments structuraux (cf. Fiche n°3, page 76). Les cartes de diagnostic sont en effet destinées à donner une vue d'ensemble de la situation en termes de risques liés aux bois actuellement présents dans les rivières et à prioriser les tronçons dans la programmation des travaux du futur PPGV. Les expertises plus fines de terrain pour décider si un bois en particulier doit être conservé ou éliminé ne sont faites qu'au stade de la définition des travaux en prenant d'autres caractéristiques du bois : forme, diamètre, intérêt écologique...

Les tableaux suivants indiquent les éléments à prendre en compte **pour évaluer les bois**. Les distances proposées dans le 2^{ème} tableau sont indicatives. Elles ont été établies à dire d'experts et correspondent à des valeurs cohérentes et raisonnables avec les quelques données bibliographiques. Elles couvrent les distances les plus fréquentes sachant qu'il est toujours possible d'avoir quelques rares bois flottants qui auront une trajectoire plus longue. Bien que les bois très mobiles soient ceux les moins à risque, il est possible de se caler sur eux pour définir les linéaires à entretenir, ce qui permet de prendre une sécurité par rapport au risque d'embâcle.

Estimation empirique de la mobilité potentielle du bois pour de fortes crues dans des cours d'eau boisés à lit unique stable

Longueur relative du bois par rapport à la largeur du cours d'eau	Position dans le chenal	
	Dans le lit, au-dessus du lit, contre la berge	Sur le haut de berge dans une emprise de 5 à 10 m
court : < 1/2 x largeur	bois très mobile (btm)	bois peu ou pas mobile*
moyen : 1/2 à 1 x largeur	bois mobile (bm)	
long : 1 à 1,5 x largeur	bois potentiellement mobile (bpm)	
très long : > 1,5 x largeur	bois peu ou pas mobiles	

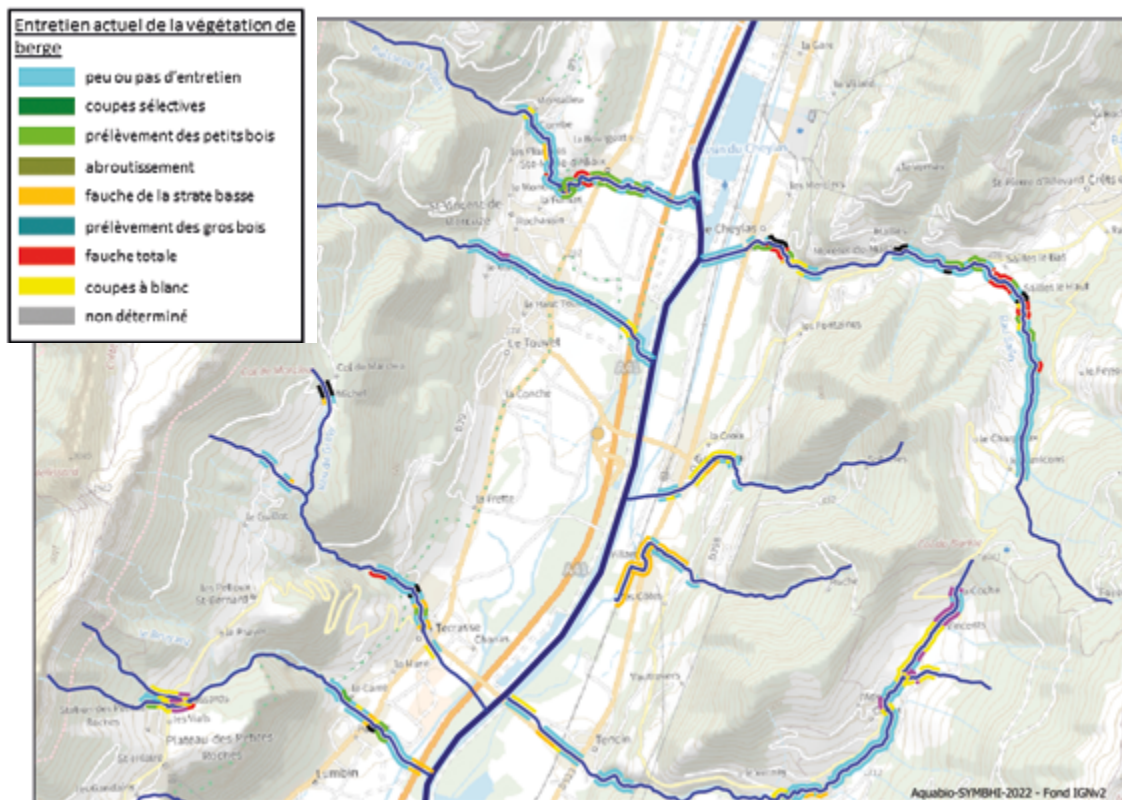
* Ces tableaux peuvent être adaptés si on veut évaluer le danger en incluant la mobilité des bois sur les rives pour les crues exceptionnelles (qui risquent de toute façon de mobiliser aussi des arbres vifs).

Estimation empirique de la distance type de transport des bois flottants en fonction de leur longueur, et de la sinuosité et la largeur du cours d'eau

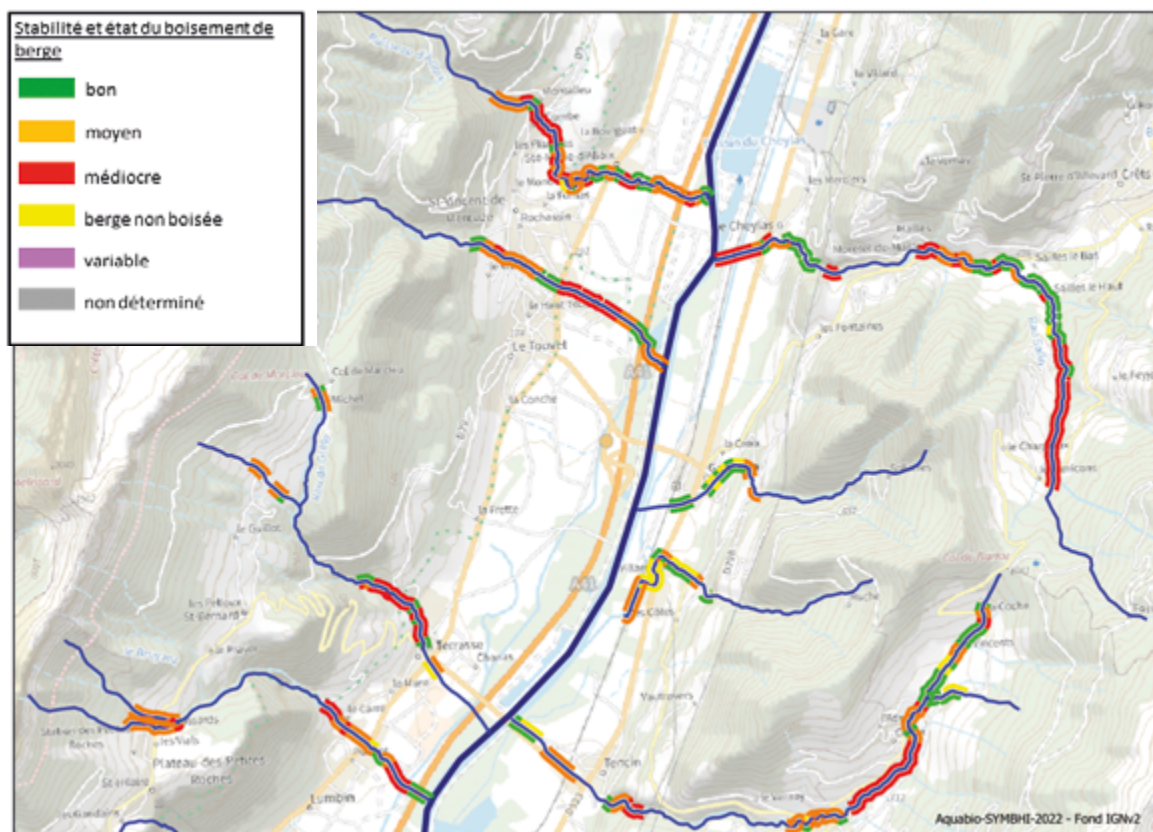
Largeur du lit (évaluée sur le terrain)	Sinuosité du cours d'eau (à évaluer sur le terrain ou sur une carte IGN)			Remarques
	Lit unique stable rectiligne	Lit unique stable sinueux	Lit unique stable méandrique	
0-2 m	btm : 500 m bm : 100 m bpm : 50 m	btm : 200 m bm : 100 m bpm : 0 m	btm : 100 m bm : 50 m bpm : 0 m	Les corps flottants sur les très petits cours d'eau sont composés essentiellement de branches ou de tiges, vivantes ou sèches, de bambous ou de cannes de Provence. Les crues peuvent fragmenter facilement ces corps flottants très fins. Le bois est, lui, rarement suffisamment fragmenté pour être mobile excepté lorsqu'il est billonné.
3-5 m	btm : 1000 m bm : 800 m bpm : 100 m	btm : 1000 m bm : 400 m bpm : 0 m	btm : 500 m bm : 200 m bpm : 0 m	Sur les petits cours d'eau, les branches, les cannes de Provence et les bambous sont mobiles et peuvent créer des embâcles. Les déplacements du bois sont peu fréquents. Il faut de fortes crues pour cela. Les distances de déplacement restent par ailleurs limitées car les trajets des flottants vont fréquemment rencontrer des obstacles (ripisylve, arbre tombé, ouvrage...).
6-12 m	btm : 2000 m bm : 800 m bpm : 300 m	btm : 1000 m bm : 700 m bpm : 300 m	btm : 1000 m bm : 500 m bpm : 500 m	Sur les cours d'eau de taille moyenne, les branches, les cannes de Provence et les bambous sont mobiles mais créent rarement des embâcles. Une partie du bois est mobile dès les crues moyennes ou morphogènes. Les distances parcourues restent limitées car les flottants rencontrent fréquemment des obstacles et des éléments de rugosité (ripisylve, arbre tombé, ouvrage...).
13-20 m	btm : 3000 m bm : 2000 m bpm : 400 m	btm : 2000 m bm : 1000 m bpm : 700 m	btm : 2000 m bm : 900 m bpm : 500 m	Sur les cours d'eau de taille intermédiaire, les cannes de Provence et les bambous ne génèrent plus de risque. Les flux de bois débutent dès les crues courantes et peuvent parcourir des distances de plusieurs kilomètres.
> 20 m ou lit divagant ou en tresses	non limité			Sur les grands cours d'eau ou les rivières divagantes ou en tresses, chaque crue emporte et transporte des bois flottants, qui peuvent parcourir de très grandes distances. L'entretien préventif n'a plus d'intérêt.

Pour des crues exceptionnelles, certains cours d'eau vont pouvoir connaître des élargissements brutaux les faisant changer de catégorie de largeur. Mais dans ce cas, tout le boisement de berge peut être emporté et la gestion préventive n'apporte pas de bénéfice. **Seuls des ouvrages spécifiques** (cf. 1.2.4, page 26) **peuvent alors réellement protéger les sites à enjeux.**

Cartes sur les boisements de berge



Carte montrant, sur les secteurs accessibles visités, le type d'entretien actuellement mené sur les berges. Sur ces cours d'eau, les boisements rivulaires restent des espaces peu entretenus régulièrement.



Carte de diagnostic montrant l'état et la stabilité du boisement de berge dans les secteurs accessibles visités, depuis le bon état (en vert) jusqu'à l'état médiocre (en rouge), les berges non boisées apparaissant en jaune.

L'état et la stabilité des boisements de berge sont estimés directement sur le terrain sur chaque berge et par segment de **100 m de long** (cette longueur à observer en quelques intrusions dans le cours d'eau ou depuis la berge est la plus pratique pour les opérateurs). L'indice correspond à la proportion des arbres **les plus proches du lit qui sont instables ou dépérissant** avec les classes suivantes :

- < 10 % : bon
- 10-30 % : moyen
- > 30 % : médiocre

La caractérisation des ripisylves peut être abordée au travers de différents prismes : la compréhension des processus écologiques et biogéomorphologiques ou l'évaluation des fonctions écologiques en réponse à différents besoins sociétaux (biodiversité, gestion du risque, restauration et résilience des milieux, changement climatique, ressource en eaux, etc.). Pour évaluer ces fonctions qui font appel à des processus complexes, de nombreux programmes de recherche actuels tentent de trouver des indicateurs, c'est-à-dire des paramètres descriptifs mesurables et étroitement corrélés aux fonctions concernées. Il existe actuellement peu d'indicateurs opérationnels satisfaisants et adaptés pour une analyse à l'échelle du bassin versant. L'indicateur le plus récent (2019) est l'Indicateur de Biodiversité et de Connectivité des Ripisylves de FNE AuRA, qui s'inspire de l'Indice de Biodiversité Potentielle des forêts conçu en 2008 et l'adapte aux boisements de berge. Cet indicateur s'intéresse exclusivement à la biodiversité et a été testé sur plusieurs cours d'eau et pour les oiseaux.

Ainsi différents relevés en continu peuvent être réalisés sur les ripisylves, mais deux sont essentiels, **leur largeur (emprise latérale) et leur connexion** au cours d'eau. Les ripisylves actuelles, très réduites du fait des activités humaines dans le lit majeur, sont des forêts devenues essentiellement linéaires. Leur continuité le long du cours d'eau est importante pour leur fonction de corridor écologique mais, pour toutes leurs autres fonctions, c'est leur largeur qui est essentielle. De plus, pour garder leur spécificité écologique de forêt rivulaire, les ripisylves doivent conserver leur connexion avec le régime de perturbations créé par la dynamique alluviale : érosions, dépôts, inondations, substrats alluvionnaires, proximité de la nappe. Des ripisylves dans des lits modifiés par des aménagements, sur ou derrière des digues et des enrochements, ou perchées suite à une incision étendue ne sont plus considérées comme connectées. Ces deux critères croisés apportent une information déjà précieuse sur **la qualité potentielle des ripisylves** du territoire.

Estimation empirique de la valeur fonctionnelle globale des ripisylves

Largeur de la ripisylve	Connexion de la ripisylve au cours d'eau	
	Connectée	Déconnectée
Ripisylve naturellement absente	non évaluable	
Ripisylve disparue	valeur fonctionnelle nulle	valeur fonctionnelle nulle
< 2 m ou une seule rangée d'arbre	valeur fonctionnelle moyenne	valeur fonctionnelle faible
2 – 5 m ou deux rangées d'arbres	valeur fonctionnelle importante	valeur fonctionnelle moyenne
5 – 15 m	valeur fonctionnelle très importante	valeur fonctionnelle importante
> 15 m	valeur fonctionnelle exceptionnelle	valeur fonctionnelle très importante

Exemple d'indicateur simple et global pour évaluer les fonctionnalités des ripisylves. Les ripisylves ne sont pas présentes le long de tous les cours d'eau, c'est pourquoi il est important de distinguer ces secteurs (« ripisylve naturellement absente ») de ceux où la ripisylve ne peut plus s'installer (« ripisylve disparue »). Une ripisylve « disparue » peut correspondre à des berges boisées avec des espèces non caractéristiques des ripisylves ou à des berges non boisées. Selon les causes de disparition de ces ripisylves, il pourra être plus ou moins facile de les rétablir.

📖 Les boisements de berge ne sont pas considérés comme des ripisylves s'ils n'hébergent pas les espèces ligneuses indigènes spécifiques de ce type de milieu (cf. 1.1.1, page 5) ou s'ils sont envahis par des espèces ligneuses invasives.

📖 À consulter : <https://www.fne-aura.org/ripisylves/le-projet/>

Ces deux caractéristiques (largeur et connexion) rapides à relever sur le terrain par segment de 100 m, peuvent également être complétées par d'autres observations comme :

- la présence de très grands arbres formant une quatrième strate dominant la canopée ;
- la présence d'arbres à dendromicrohabitats (cf. Fiche n°6, page 91) ;
- le type de boisement dominant ou le plus développé (futaie, perchis, taillis, fourré) ;
- le type d'essences (à bois durs, à bois tendres, mixte) ;
- la présence de certains groupes d'espèces (saulaies arbustives, aulnaies, populaie noire, saulaie blanche) et d'espèces remarquables faciles à voir (myricaie d'Allemagne, laurier rose, ...).

Les éléments de dégradations peuvent également être notés comme :

- la pression des usages altérant la régénération ou modifiant la structure du boisement ou sa composition ;
- les discontinuités longitudinales dans le corridor boisé ;
- les invasions végétales, qui peuvent empêcher la résilience des ripisylves après des perturbations importantes naturelles ou d'origine humaine.

Tous ces relevés nécessitent de développer des formulaires de saisie ad hoc pour le terrain puis de transférer les données dans le SIG de bureau. Avec le développement des SIG mobiles, chaque structure a souvent développé ses propres formulaires de saisie. L'ergonomie du formulaire et le choix des éléments descriptifs ont souvent nécessité plusieurs campagnes de terrain pour s'adapter à la grande diversité de situations rencontrées. De plus, bien utiliser un formulaire de terrain complexe avec de nombreuses données à relever nécessite un apprentissage de quelques semaines. Cet investissement important dans la construction d'un SIG adapté aux problématiques étudiées permet ensuite de produire rapidement des calculs ou des cartes. **C'est pourquoi, il n'est pas recommandé d'imposer des modèles d'organisation des données quand on consulte un bureau d'études ou dans le cas contraire, une ligne financière spécifique est à prévoir pour intégrer celui-ci dans les procédures internes.**

2.1.2

Les intentions du plan pluriannuel de gestion de la végétation

La justification de l'intérêt général du PPGV passe par une description claire des buts recherchés au travers des travaux qui seront menés. Mais il est plus correct de parler modestement **d'intentions**, car un PPGV ne peut, par la nature des objets gérés et celle des travaux réalisés, atteindre des **objectifs précis** du seul fait de la bonne exécution du programme. De plus, les crues et les interventions des riverains peuvent fortement modifier la situation indépendamment des actions menées sur la ripisylve par le GEMAPIEN.

Les PPGV contiennent donc des cartes montrant la, ou les, intention(s) sur les différents secteurs des cours d'eau. Ces intentions concernent uniquement les sites pour lesquels l'entretien présente **un intérêt général** (cf. 1.4.3.2, page 37). Une grande partie du réseau hydrographique est par conséquent souvent exclue du PPGV (sous chevelus, zones apicales, secteurs naturels, ...). Il n'est pas nécessaire, ni même recommandé, d'indiquer une gestion sur ce réseau comme par exemple « Non-Intervention Contrôlée ». Ce terme utilisé actuellement dans de nombreux PPGV indique que le réseau est surveillé par le GEMAPIEN qui pourra, si besoin, mener des interventions ponctuelles. Du point de vue réglementaire, aucun site précis n'étant identifié, cela conduit à mettre tout ce réseau hydrographique, parfois beaucoup plus long que celui réellement géré, dans le dossier de demande de DIG et cela indique aux riverains qu'on viendra se substituer à eux en cas de problème. C'est un engagement qu'il faudra tenir ensuite. Il est par conséquent préférable de pré-identifier la localisation précise de ces sites d'interventions éventuelles (cf. 1.4.1, page 36) ou de ne rien indiquer.

Pour décrire la finalité des travaux, trois types d'intentions peuvent être décrits dans les PPGV :

- la seule **prévention du risque d'embâcle** ;
- le **rétablissement des corridors boisés** disparus ou présentant des défauts de structure ou de régénération du fait des activités humaines, de la modification de la forme des cours d'eau ou des invasions végétales ;
- le maintien d'une certaine **capacité hydraulique** du lit, supérieure à celle d'un lit évoluant naturellement, et la prévention du risque d'embâcle.

Dans le cas des deux premières, ces intentions ne changent pas radicalement les manières d'opérer, et il n'y a pas d'un côté des interventions « dures » et de l'autre des interventions « douces » s'opposant et incompatibles entre elles. **Elles peuvent être menées sur les mêmes secteurs, puisque les travaux font appel dans les deux cas à la résilience des arbres et des boisements de berge pour renforcer la pérennité des cordons boisés** (cf. Fiche n°3, page 69).

Seule la gestion réellement qualifiée **d'hydraulique**, c'est-à-dire pour **augmenter la vitesse d'écoulement en crue**, est incompatible avec les deux autres puisqu'elle s'oppose à ces deux types de résilience.

Ces différentes intentions possibles, justifiant l'intérêt général des interventions publiques, sont détaillées ci-après. Ces intentions s'appliquent à des linéaires précis et les proportions de chacune d'entre elles, exprimées en % du réseau hydrographique, peuvent varier selon les territoires.

2.1.2.1. La prévention du risque d'embâcle au travers d'une gestion douce pour renforcer l'état des cordons boisés

La **prévention du risque d'embâcle** est l'intention principale des programmes de travaux pour gérer la végétation rivulaire. Les corps flottants arrachés aux berges ou aux versants peuvent en effet s'accumuler derrière des points durs notamment les ponts, mais aussi dans les secteurs qui se rétrécissent brutalement, et aggraver les débordements ou les érosions (cf. 1.2.1, page 15). Ils sont donc un facteur naturel d'aggravation du risque. Dans les territoires de montagne, beaucoup de torrents sont ainsi équipés de plages de dépôts pour maîtriser à la fois le transport solide et les corps flottants. En plaine, les tri-bois visent à bloquer uniquement les bois flottants. Mais ces ouvrages ne sont pas systématiques et ils ne peuvent couvrir tout le réseau hydrographique concerné par les risques d'embâcle. Les travaux d'entretien réalisés en prévention des prochaines crues cherchent donc aussi à réduire ce risque, **sans être destinés à lutter contre les crues.**



Exemples d'ouvrages de rétention des bois en crue : ouvrage de fermeture d'une plage de dépôts sur un torrent charriant beaucoup de matériaux et tri-bois en amont d'un pont sur un petit cours d'eau. (©Boyer M./Aquabio)

La perception fréquente de ce type de travaux est une simple suppression des arbres risquant de partir avec le courant ou de former immédiatement un embâcle. En réalité, si les travaux sont bien faits, la coupe préventive de ces arbres a aussi des effets bénéfiques sur le cordon boisé rivulaire, sa stabilité, son maintien ou sa régénération à court et moyen terme. **L'entretien préventif organisé par rapport à des enjeux d'inondation correspond à une gestion forestière douce pour préserver le maintien et la continuité des corridors boisés** (cf. Fiche n°3, page 69), **car ces corridors sont essentiels dans la fourniture et la régulation des corps flottants.**

Dans les systèmes très contraints par des « enjeux humains », qui sont ceux généralement concernés par les travaux d'entretien, les boisements rivulaires sont très peu larges et formés souvent d'une seule rangée d'arbres. L'espace disponible pour la régénération des ripisylves est très réduit et souvent insuffisant pour voir une diversité d'essences et de strates s'installer. Tout arbre qui tombe en entraînant sa souche participe ainsi à l'éclaircissement du boisement, car il ne pourra souvent pas être remplacé rapidement. En anticipant la chute des arbres et en les coupant avant celle-ci, les souches peuvent être conservées et assurer une régénération végétative à partir de suppléants, qui viendront rapidement remplacer l'arbre coupé (cf. Fiche n°3, page 73). De plus, les interventions sélectives peuvent aller bien au-delà de la seule gestion des arbres instables et renforcer ainsi la résilience des cordons boisés. Les ripisylves peuvent aussi être gérées pour favoriser la rétention des corps flottants (cf. Fiche n°3, page 70). Le choix des arbres à abattre demande ainsi de véritables capacités d'expertise de terrain pour prendre en compte les caractéristiques du cordon boisé et celles de chaque arbre et essence (cf. Fiche n°2, page 66).



Le blocage des bois flottés a provoqué la submersion de cette route départementale en 2008. En 2018, un tri-bois a été aménagé en amont pour réduire ce risque et éviter d'entretenir de manière préventive la gorge en amont. (©CISALB)



Cet arbre encore vivant et au stade adulte est atteint par un pourrissement important. Il va probablement s'effondrer en entraînant la souche. Sa coupe permettrait la formation de suppléants sur la souche et le développement rapide d'un nouvel arbre sain et mieux ancré dans la berge. Le résultat est à la fois un moindre risque d'embâcle et le maintien d'un arbre dans un secteur très peu boisé. Arrêter les débroussaillages permettrait aussi de laisser une ripisylve se réinstaller. (©Boyer M./Aquabio)



Dans ce bosquet dense de saules, certains sont en train de basculer dans le cours d'eau et risquent d'entraîner dans leur chute le système racinaire de leurs voisins. Leur coupe préventive permettra d'éviter la disparition de tous ces arbres et apportera une éclaircie qui favorisera le développement des houppiers des arbres restants. Le résultat est un moindre risque d'embâcle et une meilleure stabilité du cordon boisé sur ce secteur, avec potentiellement le développement d'arbres plus gros et plus intéressants pour la biodiversité. (©Aquabio)



Les crues infligent de grosses blessures (troncs, branches, racines) aux arbres présents en berge ou sur les atterrissements et beaucoup, même s'ils ont réussi à se maintenir, dépériront après la crue. La coupe des arbres les plus abîmés tout en réduisant le risque d'embâcle permet la formation de suppléants et la possibilité de développement rapide d'un nouvel arbre en meilleur état et plus stable. (©Boyer M./Aquabio)



L'entretien préventif vise à intervenir avant la chute naturelle des arbres dans les secteurs à enjeux pour conserver leurs souches vivantes et éviter les risques liés à leur chute. Elle est raisonnée à l'échelle du cordon boisé pour mener une gestion cohérente du boisement de berge en intégrant sa dynamique d'évolution. Le principe est de réduire les interventions ponctuelles au coup par coup, comme ici, et de rendre systématique et régulière l'analyse de l'état des arbres. (©Rampal T./SIRCC)

Par ailleurs, cette gestion préventive du risque d'embâcle concerne aussi **les bois déjà tombés, échoués ou même stockés par les riverains sur les berges**. Ces bois ne constituent souvent qu'une faible proportion des corps flottants transportés lors des fortes crues, l'essentiel du bois étant souvent recruté depuis les berges ou les versants (cf. 1.2.1, page 15). Mais ils sont déjà présents et peuvent contribuer au risque pour des crues moins importantes, en formant des points durs déviant les écoulements ou provoquant des débordements. Dans le cadre de la gestion préventive du risque d'embâcle, ces bois nécessitent aussi d'être gérés (cf. Fiche n°3, page 76). Comme pour les abattages, la gestion des bois morts nécessite **une bonne capacité d'expertise**, car ceux-ci jouent de nombreux rôles positifs dans le fonctionnement des cours d'eau (stabilisation du fond du lit, diversification des habitats, rétention du transport solide) et **il ne s'agit pas de les éliminer systématiquement mais d'identifier précisément ceux qui pourraient être dangereux**. La longueur des bois relativement au cours d'eau, leur position dans le chenal d'écoulement et la connaissance précise des zones à risques sont autant d'éléments à prendre en compte.

L'entretien des abords des ponts est également important. Il vise essentiellement à maintenir la végétation au stade herbacé sur les berges, juste en amont et en aval de l'ouvrage, afin de pouvoir surveiller l'ouvrage et éviter que des arbres ne se développent trop près de celui-ci. Les embâcles aux ponts sont en effet très souvent causés par des arbres situés juste à proximité de ceux-ci. Les travaux sont essentiellement des débroussaillages et concernent principalement le propriétaire de l'ouvrage (cf. Fiche n°3, page 79).

L'entretien particulier des cours d'eau présentant de **forts assecs** peut également nécessiter des débroussaillages pour éviter que les ligneux ne colonisent le lit dans les zones urbaines.



Ces arbres, dont l'un dépérissant, juste en amont d'un pont auraient déjà pu être à l'origine d'embâcles très dommageables. Les débroussaillages des abords des ouvrages sont destinés à empêcher l'installation et le développement des arbres et éviter ce genre de situation. (©Aquabio)

Cette gestion préventive doit également **conserver la rugosité naturelle du lit** créée par les bois morts, les arbres ou les arbustes, car celle-ci participe à la régulation des corps flottants et des sédiments tout le long de leur trajet pendant une crue. Elle doit par conséquent **éviter les entretiens uniformes et systématiques**.

C'est pourquoi finalement, la gestion pour prévenir le risque d'embâcle, si elle est bien faite, n'est absolument pas une gestion hydraulique pour augmenter la vitesse d'écoulement de l'eau (3^{ème} type d'intention possible justifiant l'entretien), mais une gestion douce pour renforcer la stabilité des arbres et plus globalement celle des minces cordons boisés bordant encore les rivières.



Ces gros arbres enchevêtrés (effondrement de gros épicéas dans une combe forestière très encaissée) ne sont pas mobiles et vont pouvoir ralentir les eaux en crues et stocker une partie des matériaux solides ou des corps flottants, participant ainsi à la protection des sites habités situés plus en aval. (©Boyer M./Aquabio)

2.1.2.2. Rétablir ou maintenir des boisements de berge

La gestion peut répondre à la volonté **de rétablir des boisements dégradés** en dehors de toute problématique liée aux crues. Cela concerne par exemple des berges ayant subi des coupes à blancs récentes ou anciennes (structure dégradée) ou des tronçons d'eau très modifiés n'offrant plus l'espace nécessaire pour assurer une régénération naturelle du boisement. Les interventions s'appuieront sur des techniques de recépage/furetage, et, si besoin, des reboisements. **Les bois effondrés ou flottés pourront être conservés dans le but de créer de nouveaux habitats pour la régénération des ripisylves. Des bois morts pourront aussi être volontairement introduits pour cela.** Il ne s'agit pas de projet de restauration physique avec des travaux de terrassement mais de mesures plus simples s'apparentant à la restauration.



Exemple d'une aulnaie dans une zone humide, dont la structure a été dégradée par une coupe à blanc. Des opérations de furetage peuvent rétablir un boisement plus équilibré aux niveaux des différentes strates en quelques campagnes de travaux. Toutefois, si le riverain revient prélever du bois, ces efforts auront été inutiles. (©Boyer M./Aquabio)

Il existe de nombreuses causes possibles de dégradation des ripisylves (cf.1.1.6, page 13) et les supprimer peut demander des démarches compliquées lorsque celles-ci sont diffuses sur le réseau hydrographique et impliquent des changements de pratiques des riverains : recul des clôtures, mise en défens, arrêt des prélèvements de bois, etc. Par ailleurs, d'autres dégradations sont aussi moins faciles à détecter lors des études globales préalables : difficultés de régénération, régression de certaines espèces, etc. Les suivis réalisés grâce aux campagnes d'entretien organisées dans le cadre des PPGV facilitent leur détection et l'adaptation, si besoin, des travaux.

Dans le cas des cours d'eau artificialisés, la restauration physique des cours d'eau pour recréer les espaces favorables à la régénération spontanée des ripisylves est la solution la plus durable et la plus efficace pour répondre à leur disparition.

La restauration physique de certains habitats aquatiques ou terrestres peut également utiliser du bois prélevé sur site. Des connaissances spécifiques non décrites dans ce document sont à acquérir pour mettre en œuvre ces techniques de restauration à base de bois.



La Leysse à Chambéry en 2005 et en 2023. Le lit de la Leysse a fait l'objet en 2006 d'un programme de travaux pour augmenter son gabarit (par approfondissement) et le revégétaliser. Des petites terrasses basses alluviales ont ainsi été restaurées pour permettre le développement des saulaies arbustives. Leur présence est parfaitement compatible avec le bon écoulement des crues et a permis de restaurer une certaine biodiversité. (©Boyer M./Aquabio)

Enfin la gestion pour limiter les impacts des espèces invasives en stoppant leur dissémination se traduira par une élimination de certaines plantes de façon manuelle (déterrage des jeunes plants, dessouchage de petits sujets) ou mécanisée. Ces opérations doivent s'inscrire dans le cadre d'un plan d'actions contre la dissémination des espèces végétales exotiques envahissantes, non décrit dans ce document.

À consulter :
La plateforme d'informations, de ressources et d'échanges sur les espèces exotiques envahissantes des régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Occitanie et Corse : INVMEF-Flore
<https://invmed.fr/src/home/index.php>

Sur le site de l'Agence de l'eau RMC, les fiches pratiques indiquent comment élaborer un plan d'actions dans le tome 2, volume 4 de l'étude de 2016 intitulée « Savoirs et savoir-faire sur les populations exotiques envahissantes végétales et animales et préconisations pour la mise en œuvre des SDAGE. »
<https://rhone-mediterranee.eaufrance.fr/telechargementseau-et-biodiversite/especes-exotiques-envahissantes>



Les renouées du Japon, ou renouées asiatiques (*Reynoutria sp.*), sont des espèces ayant la capacité de transformer les habitats. Elles impactent fortement les ripisylves et font partie des espèces prioritaires (liste A ou E+) à gérer sur le bassin RMC. Sur ce cours d'eau méditerranéen envahi, elles ont colonisé les atterrissements et le sous-bois des ripisylves. (©Boyer M./Aquabio)



Les palmiers chanvre (*Trachycarpus fortunei*) sont des espèces émergentes en pleine expansion dans les ripisylves. (©Boyer M./Aquabio)

2.1.2.3. La gestion hydraulique des secteurs très contraints et à enjeux d'inondation

La gestion dite hydraulique parce qu'elle vise clairement à accélérer l'écoulement de l'eau en crue, conduit à un entretien généralement drastique de la végétation rivulaire ou des bancs pour supprimer le frein naturel que crée celle-ci en se développant. L'essartement des bancs alluviaux (suppression complète de la strate ligneuse) correspond à une gestion hydraulique dans la plupart des cas (cf. Fiche n°4, page 83).

Ce type de gestion, quand elle n'apparaît pas comme une évidence du fait des contraintes d'espace, doit être justifié par des calculs hydrauliques (cf. Fiche n°4, page 85) et ne pas être rendu systématique du seul fait qu'on serait dans une zone à risque, en particulier dans les zones d'habitats denses. D'ailleurs beaucoup d'opérations de restauration sont aujourd'hui réalisées dans des zones urbaines en créant des îlots et des berges boisées (cf. 2.1.2.2, page 54). Cette gestion se traduit essentiellement par des débroussaillages destinés à empêcher l'installation d'une végétation ligneuse ou à maintenir une strate buissonnante basse et souple. Il s'agit d'une gestion généralement coûteuse, car les débroussaillages sont souvent réalisés manuellement et se répètent à l'identique tous les ans, quand on veut conserver une strate herbacée buissonnante, ou tous les 3 ans pour une strate buissonnante.



Dans ce secteur urbain, l'organisation de l'espace n'a pas su laisser une place suffisante pour que les arbres puissent se développer normalement sur les berges du cours d'eau. De plus, il est évident qu'il n'est pas possible de laisser ces talus abrupts se boisier spontanément sans que cela ne réduise la capacité hydraulique du lit. Les débroussaillages annuels visent donc à maintenir une strate herbacée. (©Aquabio)



En fonction de la dynamique du cours d'eau, il est tout à fait possible de conserver les ripisylves colonisant les petites terrasses basses étroites des lits canalisés en ville. (©Boyer M./Aquabio)

2.1.3

Une gestion à adapter au contexte local

Les travaux de gestion de la végétation ne couvrent que quelques types d'interventions généralement réalisées manuellement, parfois avec l'aide d'engins ou de machines :

- des abattages ;
- des enlèvements de bois morts au sol ou dans l'eau, issus de la chute d'arbres, de dépôts de crue ou de pratiques humaines ;
- des fauches ou des débroussaillages de la strate herbacée ou buissonnante ;
- des élagages parfois ;
- des dessouchages dans certains cas particuliers ;
- des éliminations de plantes invasives ;
- des plantations ou des enherbements ;
- des enlèvements de déchets.

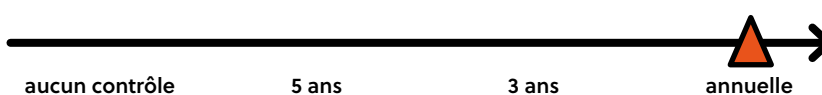
Il n'existe pas un type de gestion qui serait à appliquer à un type de cours d'eau puisque tous les travaux d'entretien sont de même nature. Mais la façon d'intervenir permet d'adapter la gestion et d'éviter les interventions systématiques et un entretien uniforme. En fonction des enjeux écologiques (état de la ripisylve) et du niveau de risque lié aux embâcles, **la pression d'entretien peut ainsi être augmentée ou réduite** à partir de différents « curseurs » :

- **la fréquence des contrôles** : les contrôles sont les visites rapides pour vérifier qu'il n'y a pas une nécessité d'intervenir ponctuellement et rapidement, par exemple sur un arbre menaçant ou déjà tombé. Ils peuvent être annuels, en particulier dans les secteurs à risque, ou moins fréquents. Ces contrôles réalisés dans les périodes entre les campagnes planifiées pour les travaux ne sont pas systématiques. Les secteurs dans ce cas ne seront alors entretenus qu'aux dates prévues et les riverains devront attendre pour voir réaliser des interventions même ponctuelles ;
- **la fréquence des travaux** : hors interventions immédiates et ponctuelles, deux types de campagnes de travaux sont à programmer, celle des abattages et celle des débroussaillages. Pour les abattages, l'importance du boisement, son état, sa stabilité et les érosions de berge peuvent influencer la fréquence et le type d'interventions. Dans le cas, par exemple, d'un cordon boisé peu large, peu dense et déjà en bon état, les campagnes peuvent être programmées tous les 5 ans dans un secteur situé en amont d'un site soumis à risque d'embâcle. Par contre, dans un secteur forestier et très érodé en amont d'un village, les interventions pourront être programmées plus fréquemment tous les 3 ans, car il faudra plusieurs campagnes pour arriver à retrouver un boisement plus stable tout en évitant des coupes à blancs. Enfin, dans une traversée urbaine où il y a très peu d'arbres à gérer, il n'est plus nécessaire d'organiser des campagnes d'abattage et les travaux seront décidés lors des visites de contrôles.
- **le caractère systématique ou non des travaux** : faut-il abattre tout arbre à risque de chute ou est-il possible d'en préserver certains ? Faut-il enlever tout le bois tombé ou est-il possible d'en laisser certains en place ? Faut-il débroussailler systématiquement la strate herbacée ou buissonnante ou le faire uniquement sur quelques sites ?

Il est difficile de décrire toutes les situations possibles pour indiquer comment régler les curseurs, qui dépendront aussi bien de l'âge des boisements, de l'état des berges, de la dynamique du cours d'eau, etc.

Fréquence des contrôles

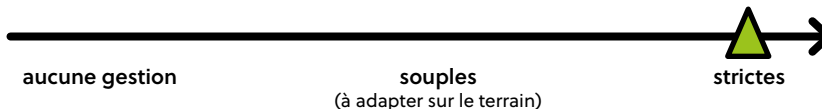
(visite pour décider si une intervention urgente est nécessaire)



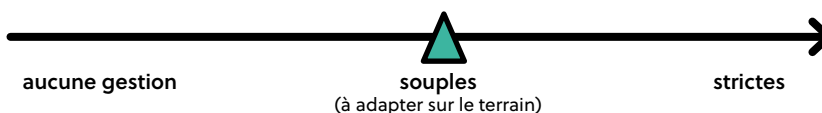
Fréquence des campagnes de travaux



Règles d'intervention sur la strate arborée



Règles d'intervention sur les bois flottés ou tombés



Règles d'intervention sur la strate basse



Il existe 5 « curseurs » pour adapter la pression d'entretien aux enjeux locaux et à l'état actuel des boisements de berge.

La position de ces curseurs est décrite sur **des cartes détaillées, en général avec la planification des interventions**, afin d'être prise en compte de façon très opérationnelle par les techniciens·nes lors de la définition des travaux sur le terrain (cf. Fiche n°1 et 2, page 63 et 66)

2.1.4

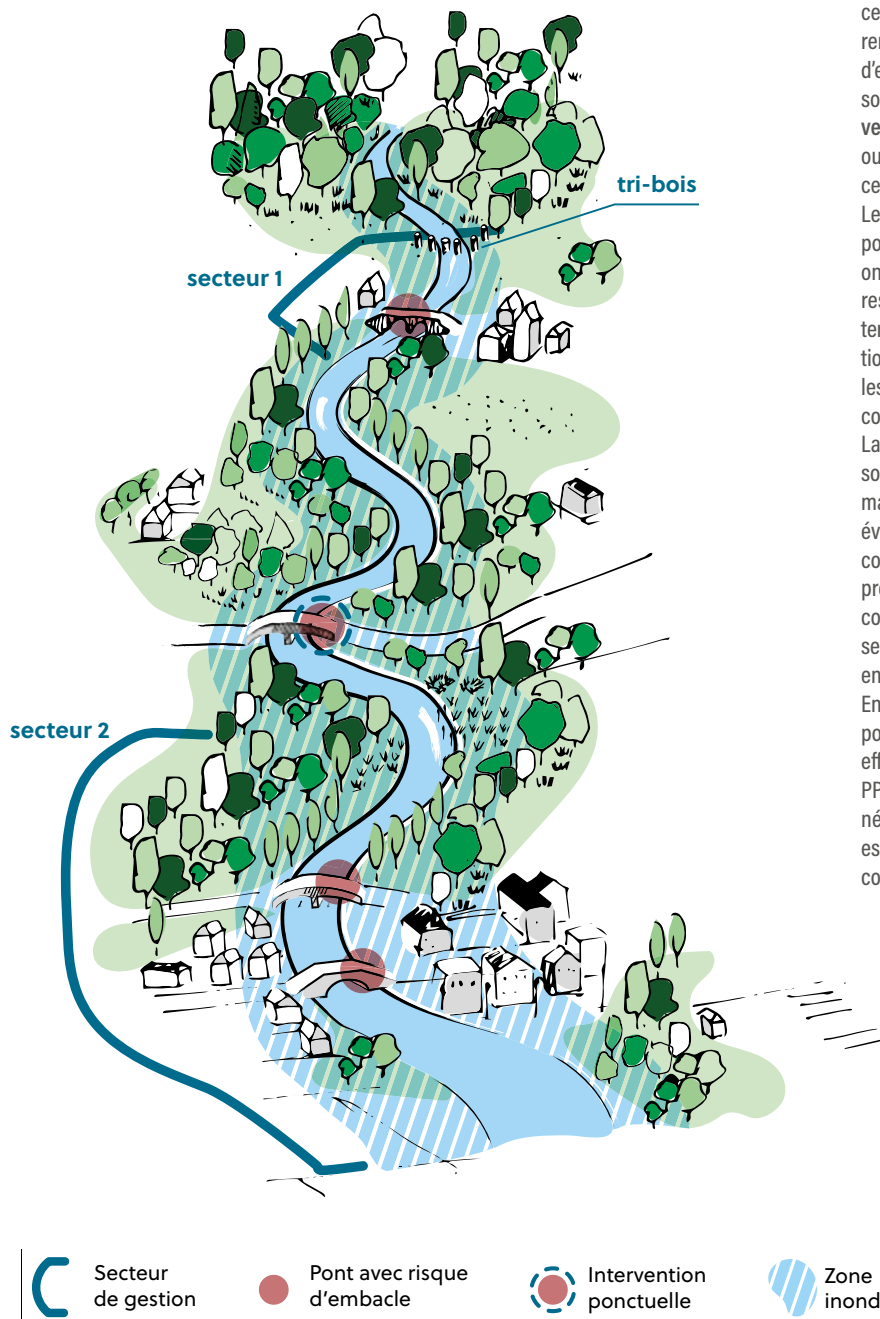
Les fiches décrivant les secteurs de gestion

Les **secteurs de gestion** permettent de montrer les enjeux de même type (un village, une ville, des habitats diffus, etc.) qui ont justifié la prise en charge de l'entretien sur un secteur particulier et de délimiter le linéaire à gérer en fonction de ces enjeux. Ainsi, la prévention du risque d'embâcle dans un village débute en amont de celui-ci (transport possible de bois flottants) et s'arrête en aval de celui-ci. **L'entretien mené ne sera pas pour autant identique tout le long de ce secteur mais dépendra de l'état des boisements et des buts techniques.**

Les secteurs doivent apparaître sur les cartes pour que les techniciens·nes comprennent ensuite sur le terrain la justification de leurs interventions (cf. Fiche n°1, page 61). **De plus certaines règles de gestion s'appliquent à l'échelle du secteur comme celles dépendant de la densité de bois mort** (cf. Fiche n°3, page 76).

Les secteurs peuvent également être décrits dans des fiches plus détaillées illustrant l'état actuel et les préconisations de gestion avec quelques indicateurs et des photographies du secteur. Ces fiches sont surtout des aides mémoire pour les techniciens·nes. Le nombre de secteurs de gestion peut en effet être très importants sur un bassin versant.

Les secteurs de gestion : une identification des enjeux et de la gestion adaptée à ceux-ci en fonction de la dynamique du cours d'eau



Parmi les cartes présentées dans le PPGV, certaines montrent les limites des différents secteurs de gestion où des travaux d'entretien seront réalisés plus ou moins souvent et des sites ponctuels d'interventions possibles au niveau de certains ouvrages. La DIG portera uniquement sur ces zones.

Les sites habités en zone inondable et les ponts risquant de provoquer des embâcles ont été identifiés à partir d'enquêtes, de ressources documentaires, de relevés de terrain et de calculs. Les secteurs de gestion ont été définis en prenant en compte les distances possibles de dévalaison des corps flottants.

La zone forestière en amont est une source importante de corps flottants mais un tri-bois a déjà été aménagé pour éviter des apports massifs et brutaux de corps flottants vers le hameau en aval. Le premier secteur d'entretien débute par conséquent au niveau de cet ouvrage. Le second secteur est situé nettement plus en aval et concerne un secteur urbanisé. Entre les deux, il a été identifié un pont pouvant provoquer des embâcles avec des effets limités à une route secondaire. Le PPGV inclut donc ce site comme pouvant nécessiter des interventions ponctuelles essentiellement post-cruve pour retirer des corps flottants.

2.1.5

La planification des interventions, un aspect financier mais surtout technique

C'est sur la base de l'état des lieux et du diagnostic que le PPGV sera élaboré. L'attente des élus est souvent principalement dirigée vers la connaissance du coût du programme afin de prévoir les budgets prévisionnels et les financements possibles. Le PPGV comprend bien évidemment une estimation financière des futurs travaux pour renseigner des outils de planification financière, mais il est par ailleurs un document technique qui va au-delà de la planification pluriannuelle des interventions à l'échelle du bassin versant. Il sert en effet de guide pour adapter très concrètement la gestion grâce à des cartes détaillées et des fiches.

Les estimations financières faites à ce stade des études préalables s'appuient principalement sur le linéaire de cours d'eau qui sera géré et sur **des coûts moyens** de travaux constatés sur le territoire, ou ailleurs en l'absence de référence locale. Sont également souvent distinguées deux situations pour ces coûts moyens : celle du **rattrapage d'entretien** (interventions soutenues) qui peut se prolonger sur plusieurs campagnes de terrain et celle de l'**entretien courant** (interventions plus légères). Enfin, des coefficients multiplicateurs peuvent être utilisés pour tenir compte de la **difficulté d'accès** aux sites. Dans tous les cas, il s'agit d'évaluer **des enveloppes budgétaires globales**. Ces coûts ne sont en aucun cas des prédictions sur le montant réel des travaux qui seront réalisés sur tel ou tel site. Ce montant ne pourra en effet être connu qu'au moment de la définition concrète des travaux lors du marquage et de l'établissement du bon de commande (cf. Fiche n°2, page 65).

📖 On peut parler de « pression d'entretien » pour qualifier l'intensité de la gestion qui sera menée sur un site. Cette intensité peut aussi bien être justifiée par la nécessité d'intervenir rapidement, que de mener des opérations de rattrapage d'entretien. La pression d'entretien est donc caractérisée par la fréquence des interventions définie dans le PPGV et par le volume de travaux réalisés définis dans les bons de commande.

La planification des campagnes régulières de travaux n'est pas calée sur les secteurs de gestion, dont la longueur peut être très variable. Différents critères sont généralement appliqués pour établir cette programmation :

- avoir des linéaires assez longs pour ne pas multiplier exagérément le nombre de chantiers sur le territoire, mais cependant pas trop longs pour tenir compte de la perturbation de la faune et de la résilience des milieux ;
- équilibrer les budgets d'une année sur l'autre ;
- donner une bonne visibilité des travaux à la population, ce qui permettra de l'associer plus souvent à cette démarche pour mieux la sensibiliser à la préservation des ripisylves.

Le principal outil pour suivre le PPGV est le SIG. Des tableaux simples n'apportent pas en effet la vision géographique, qu'il est indispensable de prendre constamment en compte. **Le SIG doit être facilement consultable et modifiable par la préparation de projets ad hoc.**

2.2 La consultation des entreprises de travaux

Des travaux ayant généralement lieu chaque année sur différents sites dans le cadre de la programmation des PPGV, et ne pouvant pas être définis très longtemps à l'avance, un accord cadre est souvent utilisé. Cela donne ensuite beaucoup de souplesse pour passer rapidement des bons de commande (BDC). Le dossier de consultation des entreprises (DCE) comprend notamment un Bordereau de Prix Unitaires et Forfaitaires (BPUF) annexé à l'acte d'engagement (AE), un Détail Quantitatif et Estimatif (DQE) fictif et non contractuel servant uniquement à comparer les offres des différents candidats, et une carte localisant les secteurs potentiels à entretenir. Le BPUF comprend quelques prix forfaitaires et de nombreux prix unitaires et il intègre au mieux toutes les contraintes d'exécution qui peuvent être potentiellement rencontrées. Les prix forfaitaires, même s'ils n'indiquent pas des quantités précises, peuvent être commandés plusieurs fois (exemple : commande de 3 fois les frais d'installation de chantier car les travaux sont réalisés sur 3 sites très éloignés). Le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) décrit précisément chaque type d'intervention (abattage, enlèvement de bois mort, élagage, démontage, débroussaillage, transport et valorisation du bois ou des rémanents, plantation, etc.) et les contraintes de réalisation en zone urbaine ou plus naturelle. Les contraintes à décrire concernent principalement les accès, la présence de réseau aérien, la période de réalisation des travaux, la préservation des ripisylves et du milieu aquatique ou encore d'habitats et d'espèces faunistiques ou floristiques protégées.

Elles peuvent faire l'objet de plus-values dans le BPUF. **Un exemple de BPUF avec 17 catégories de travaux est proposé et téléchargeable sur le site de l'ARBE** (<https://www.arbe-regionsud.org/36788-gestion-de-la-vegetation-dans-le-cadre-de-la-competence-gemapi.html#documents>). Chaque catégorie peut comprendre plusieurs prix pour caractériser le volume de travail potentiel à partir d'un indicateur simple et non contestable, comme par exemple le diamètre des arbres dans le cas des abattages. Ce BPUF est à adapter aux besoins locaux car certains types d'interventions peuvent ne pas concerner le territoire concerné.

Le CCTP contient toutes les prescriptions pour limiter les impacts environnementaux (pollutions accidentelles, dispersions involontaires de plantes invasives, mise en défens, filtre anti-matières en suspension...). Certaines de ces prescriptions sont imposées dans l'arrêté préfectoral d'autorisation des travaux et, dans ce cas, celui-ci sera annexé au CCAP du marché afin que l'entreprise atteste en avoir pris connaissance.

Le CCTP indique clairement ce que représente l'unité de prix (exemple : des superficies, des tonnages, des volumes...). Il détaille aussi ce que chaque prix comprend comme prestation. Il ne s'agit pas de décrire des modes opératoires professionnels mais de bien cerner les limites de ce que contient le prix pour éviter les contentieux (exemple : l'abattage comprend-il la gestion des rémanents végétaux ?).

Les frais d'installation et de repli de chantier correspondent à des frais fixes minimaux et récurrents avant l'exécution des travaux attendus, qui doivent être décrits complètement dans le CCTP (amenée d'engins ou de matériels, déplacement du matériel et des engins d'un site à l'autre, pose de signalétique, réunions de chantier, etc.). Dès que ces frais intègrent des opérations non récurrentes (création d'une piste d'accès, ...), un nouveau prix doit être créé.

Les plus-values servent à prendre en compte les contraintes spécifiques à certains cas ou certains sites et s'ajoutent au prix de base.


Les retours d'expérience montrent que la distinction entre abattages d'arbres morts ou vifs n'est pas pertinente.


Un prix spécifique concerne les cépées, puisque les arbres sont tous sur la même souche avec des houppiers très contraints. Couper 10 troncs partant d'une cépée génère moins de travail qu'abattre 10 arbres distincts répartis sur un linéaire plus ou moins important, du fait de ces distances et des volumes de houppiers qui ne sont pas en proportion du nombre de troncs sur une cépée (moins de travail d'ébranchage).



Exemple de deux prix différents dans la catégorie des cépées ; à gauche, un furetage sera demandé pour un prix « CEPEE - rejets Dmaj < 6 cm » et à droite un recépage pour un prix « CEPEE- Dmaj 20-40 cm » ainsi qu'un rognage-dessouchage pour un prix « SOUCHE D > 50cm », s'agissant d'un platane installé dans un secteur urbanisé très encaissé, difficile à gérer et où un platane ne pourra pas se développer normalement. (©Boyer M./Aquadbio)

Un BPUF détaillé permet d'élaborer des bons de commandes précis et détaillés et de bancariser ces données dans un SIG. **C'est donc non seulement un élément indispensable pour suivre les marchés de travaux, mais également pour dresser des bilans annuels des campagnes de travaux et avoir une continuité dans les interventions d'une année à l'autre. L'approche cartographique** montrant le volume et le type de travaux réalisés est très utile pour rendre compte des dépenses réalisées, évaluer l'utilité du plan pluriannuel de gestion de la végétation, notamment après les crues en s'appuyant sur les observations des zones embâclées, et enfin pour s'assurer que la planification initiale est respectée ou a besoin d'être adaptée.

 *Le marquage sur site des interventions (cf. Fiche n°2, page 65.) s'appuie sur le BPUF et l'entreprise doit comprendre de façon évidente ce qui doit être réalisé à partir d'un code de marquage sur le site de travaux (couleur de peinture et symbole). Il n'est donc pas judicieux de mettre dans un même prix des interventions différentes (fureter ou recéper, réduire un houppier ou supprimer des branches mortes, ...) sans prévoir sur le terrain de saisir une information spécifique et de définir un code de marquage permettant de les distinguer.*



Fiches pratiques

Le suivi, la préparation et la réalisation des travaux d'entretien

Fiche 1

L'organisation et la préparation des visites de terrain

Objet/contexte

LE PPGV ne définit pas les travaux précis à réaliser mais uniquement des types de travaux possibles (abattages, retraits d'embâcles, débroussaillages, etc.). C'est donc aux techniciens·nes de réaliser chaque année les visites de terrain pour définir les travaux. Pour cela, elles·ils s'appuient sur les éléments techniques du PPGV et le contenu de l'arrêté préfectoral qui a fixé le cadre réglementaire de sa réalisation.

La démarche à suivre comprend les tâches suivantes :

- identifier les tronçons concernés par la campagne de travaux de l'année ;
- rechercher les préconisations de gestion du PPGV, qui expliquent pour chaque site pourquoi et comment intervenir afin de conserver la cohérence des interventions d'une campagne à l'autre. Ces informations sont généralement décrites dans des cartes ou des fiches ;
- consulter, si elles existent, les données bancarisées sur les interventions menées précédemment pour savoir si on est dans une phase de rattrapage d'entretien ou non ;
- embarquer ces informations afin de pouvoir les consulter facilement sur le terrain (photocopie ou intégration au format numérique dans une tablette).

Étape 1 : s'approprier le PPGV et intégrer les contraintes réglementaires

Le PPGV précise les trois grandes intentions et justifie les interventions sur les différents secteurs dans des cartes ou des fiches. Pour la réalisation des travaux, différentes préconisations ou contraintes sont également indiquées dans le PPGV ou l'arrêté préfectoral. Il est important de consulter ces informations et d'adapter les pratiques en conséquence. En effet, les modes d'intervention ne doivent pas être réalisés de manière identique partout et ces informations ont été communiquées, via l'arrêté préfectoral de DIG, aux riverains, qui peuvent donc s'attendre à les voir réalisés de la manière décrite.

Trois intentions peuvent être décrites dans les PPGV (cf. 2.1.2, page 50) :

- la seule **prévention du risque d'embâcle** ;
- le **rétablissement des corridors boisés** disparus, ou présentant des défauts de structures ou de régénération du fait des activités humaines, de la modification de la forme des cours d'eau ou des invasions végétales ;
- le maintien d'une certaine **capacité hydraulique** du lit, supérieure à celle d'un lit évoluant naturellement, et la prévention du risque d'embâcle.

La première intention est la plus fréquente. Le but est de réduire les éléments favorables à la création de barrages de bois (embâcles) par **des éclaircies sélectives dans les boisements de berge et par le retrait sélectif des bois morts déjà présents au sol ou dans l'eau**. La gestion a tout autant pour objectif de renforcer à moyen et long termes la stabilité du cordon boisé dans son ensemble, que d'éviter à court terme que des arbres ne s'effondrent sur place ou ne soient emportés en aval lors des crues. **Il s'agit non seulement de traiter les arbres à risque, mais aussi de maintenir la régénération, notamment végétative, des boisements et de privilégier le développement des arbres qui présentent le meilleur état physiologique** (cf. 1.3, page 30).

La seconde intention demande une expertise plus approfondie de l'état des ripisylves et n'est pas toujours présentée dans les PPGV. **Les travaux réalisés dans l'un ou l'autre cas sont parfaitement compatibles et s'appuient sur la résilience des arbres et des boisements de berge pour renforcer les cordons boisés.**

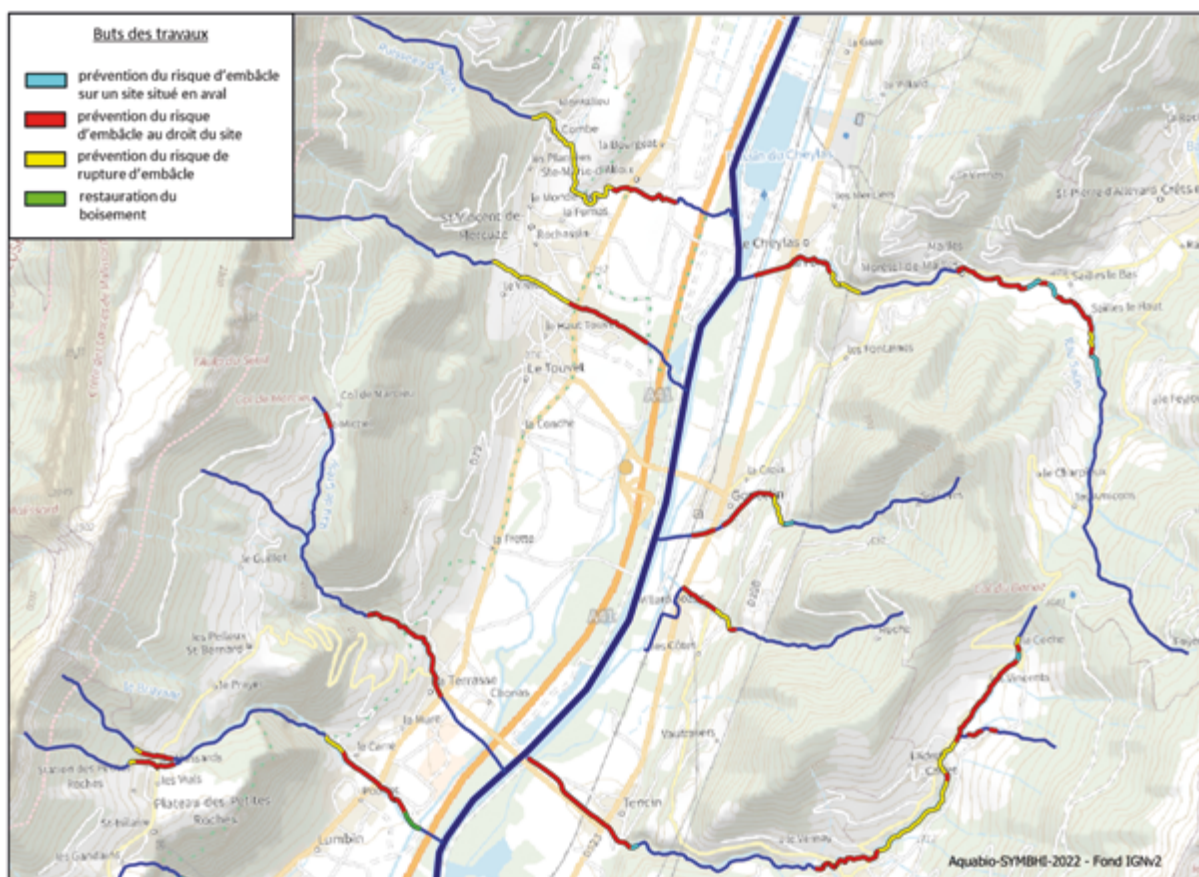
Enfin, la troisième intention conduit à **des entretiens sévères incompatibles avec les deux premières et n'est justifiée que dans certains sites soumis à des risques élevés.**

L'atteinte des résultats peut nécessiter plusieurs campagnes de terrain et le terme de « **rattrapage d'entretien** » est souvent utilisé pour décrire cette étape.

Ces différentes intentions apparaissent habituellement sur des cartes ou des fiches établies lors des études préalables. Elles peuvent être complétées par des données plus techniques, qui expliquent plus précisément l'intensité de l'entretien (« curseurs de gestion ») et le but recherché. Ainsi pour le risque d'embâcle, il pourra être mentionné des informations sur la localisation du risque : **risque sur place ou risque en aval**. Si le risque est en aval, le but des interventions est d'éviter ou de réduire la dévalaison de bois vers l'aval. Et si le risque est sur place, leur but est d'éviter ou de réduire la probabilité qu'un tronc obstrue le cours d'eau. Par ailleurs, l'aggravation du risque d'inondation due à la rupture en amont de barrages naturels de bois lors d'une crue est un phénomène assez rare (cf. 1.2.2, page 21), mais il peut être pris en compte sur certains secteurs naturels en amont des zones à risque. Le but des interventions sera alors d'éviter ou de réduire la probabilité qu'un tronc obstrue le cours d'eau, créant un embâcle qui pourrait rompre brutalement. Enfin, dans les secteurs de **restauration** au sens large (restauration de la structure des boisements, de l'habitat aquatique, etc.), les bois morts devront être conservés, voire réintroduits, dans la rivière (cf. 1.2.5, page 28).

Enfin, des **contraintes environnementales** sont souvent décrites dans les PPGV ou les arrêtés préfectoraux pour limiter les impacts sur la flore et la faune sauvages et leurs habitats. Elles peuvent avoir des répercussions très concrètes sur les périodes de réalisation des travaux ou la manière de les réaliser.

En pratique, la plupart des informations techniques (intentions, buts, contraintes) sont intégrées dans le SIG du PPGV. Après consultation au bureau, ces informations peuvent donc être facilement embarquées sur le terrain sous un format numérique (SIG mobile ou pdf). Elles peuvent aussi être emportées sous format papier en photocopiant des extraits de cartes du PPGV.



Carte d'un PPGV montrant le but des travaux, une information précieuse pour adapter les interventions sur le terrain.

Étape 2 : planifier les visites

Dans le PPGV, les interventions sont planifiées ainsi :

- des interventions ponctuelles décidées lors des visites de contrôle sur les différents sites ;
- des interventions répétées à fréquence régulière sur des sites étendus conduisant à des campagnes de travaux prenant en compte la totalité du boisement de berge de ces sites.

En général des cartes, des tableaux ou des projets sur des logiciels SIG libres multiplate-forme tels que QGIS présentent cette planification des visites de manière précise. Par ailleurs, des interventions ponctuelles et non programmées sont également possibles après de fortes crues ou tempêtes.

La planification des campagnes régulières de travaux n'est pas calée sur les secteurs de gestion mais sur des portions de ceux-ci (cf. 2.1.5, page 58).

Visites de contrôles

Les contrôles sont réalisés lors de visites rapides pour identifier des éventuels besoins immédiats, évidents et ne pouvant attendre la date de planification prévue pour les interventions : par exemple, un arbre tombé ou prêt à tomber dans une zone urbaine, des petits embâcles bloqués derrière un ouvrage après un épisode pluvieux, etc. Les riverains ou les élus peuvent aussi faire remonter ces informations, dont la prise en compte sera à définir après une visite de terrain avec eux. Ces données peuvent être collectées à tout moment dans l'année. Elles n'obligent pas à déclencher immédiatement des travaux (sauf danger immédiat) mais à les intégrer dans la prochaine campagne à venir.



Les visites de contrôle ont pour objectif d'intervenir dans l'année sans attendre la prochaine campagne de travaux lorsque la probabilité d'un embâcle dangereux est évidente (©Rampal. T./SIRCC).

Visites post-crue ou post-tempête

Les visites post-crue ou post-tempête sont prioritaires pour identifier les sites à traiter rapidement dans le cadre du PPGV, ou en urgence via une procédure réglementaire adaptée (cf. 1.4.4, page 40).

Les travaux post-crue sont très mal documentés et, outre l'urgence des travaux à faire réaliser, la priorité des techniciens·nes doit également porter sur les relevés précis de la situation avant ces travaux. La connaissance actuelle sur le déplacement du bois et la formation des embâcles comporte en effet des incertitudes très importantes (cf. 1.2, page 17) parce qu'il est très difficile d'obtenir des données précises sur ces phénomènes. Ainsi l'organisation du travail post-crue des techniciens·nes est à anticiper pour répondre aux différents besoins urgents en intégrant celui de **documenter précisément l'évènement** :

- géolocaliser les embâcles ;
- les photographier correctement : vues dans le contexte depuis le sol (vue vers l'amont, vue vers l'aval) ou depuis les airs (drone), vues plus précises des pièces maîtresses ;
- les caractériser : volume apparent, forme (hauteur, largeur, longueur), dimensions des pièces maîtresses (longueur et diamètre du tronc) et origine (local ou transporté) ;
- documenter les effets de l'embâcle : érosion/affouillement ou engrèvement, surinondation.

Visites programmées sur des sites étendus

La plupart des travaux étant réalisés à partir de la fin de l'été, les visites de terrain sur les sites étendus sont à engager suffisamment tôt en saison végétative pour avoir le temps de couvrir tout le linéaire à visiter. Ces visites, à la différence des deux autres, sont destinées à expertiser l'état de chaque arbre du boisement de berge dans le cadre de campagnes d'abattage menées régulièrement pour améliorer l'état global du boisement et renforcer sa résilience. Elles sont généralement réalisées en binôme pour faciliter le travail et pour des raisons de sécurité.

Étape 3 : préparer des formulaires de terrain pour les travaux (projets sous SIG mobiles)

Chaque intervention géolocalisée sur le terrain pourra être transmise sous format numérique aux entreprises qui, en général, apprécient beaucoup de connaître précisément et préalablement les travaux à réaliser. Pour cartographier précisément les interventions et faire rapidement des plans des travaux sur le terrain, un **GPS professionnel** précis à moins de 2 mètres près est nécessaire (attention la plupart des récepteurs courants n'ont pas cette précision). Sans ce matériel, il sera nécessaire de charger une photographie aérienne récente pour indiquer l'emplacement de chaque intervention à la main sur ce fond.

D'autres renseignements que la seule indication du prix concerné par l'intervention sont importants pour l'entreprise mais aussi pour dresser des bilans annuels rapides sur les travaux réalisés. Le tableau ci-après mentionne, pour chaque type de prix, les données complémentaires à indiquer sur le terrain.

En plus du fichier de géolocalisation et des informations complémentaires sur l'intervention, le marquage sur site, réalisé avec un traceur forestier ou de la rubalise, est indispensables pour s'assurer que les travaux à réaliser seront identifiés correctement et rapidement par l'entreprise. Cette identification précise des travaux est un élément important du marché puisqu'elle déterminera le montant des interventions et évitera les litiges.

Par ailleurs, la conception des formulaires de terrain doit intégrer non seulement le type de prix et les quantitatifs, mais également des informations techniques utiles pendant la réalisation des travaux et, plus tard, pour analyser les campagnes dans les bilans annuels ou pour prévoir les suivis.

travaux abattage	localisation	espece	justification	pathologies invasive	contraintes
	berge rive droite	liste des especes	souche instable	chalarose	batiment ou infra
	berge rive gauche		pourriture au pied	phytophthora	circulation routiere
	dans le lit		cavite au pied		frequentation
	versant rive droite		arbre stresse		ligne aerienne
	versant rive gauche		arbre deperissant		pont ou seuil
			arbre senescent		
			arbre mort		
			eclaircie positive		
			eclaircie negative		
			arbre sur ouvrage		
		furetage			
		reception			
		autre			
		arbre a surveiller			

Exemples de noms de champs et de valeurs (écrits sans accent, ni majuscule, ni espace) à intégrer dans le formulaire de saisie des travaux, en plus des catégories de prix, pour les abattages. Certains champs sont à prévoir pour tous les types de travaux comme la localisation, car la géolocalisation n'est pas toujours exacte. Des champs spécifiques peuvent aussi être créés pour les autres types de travaux.

Enfin, de petits comptes-rendus seront rédigés pour suivre les interventions au cours des différentes campagnes, prévoir les éventuelles Déclarations IOTA, expliquer à l'entreprise les interventions inhabituelles et lui donner les consignes sur la gestion des bois ou des rémanents et sur les mesures spécifiques pour préserver la faune et la flore. Ces comptes-rendus seront transmis avec les bons de commandes aux entreprises et bancarisés pour conserver la mémoire des interventions. Ils peuvent, par exemple, facilement être conçus sous QField afin de les remplir directement sur le terrain et de faciliter leur édition et leur archivage. Un exemple est donné dans le tableau ci-après.

acces difficile	contrainte	gestion troncs	gestion branches
acces long a pied	cloture a demonter	tel quel sur place	arbre entier sur place
terrain accidente	piste a creer	billons sur place	etalées sur place
forte profondeur eau		en steres sur place	en tas sur place
		exportation	debrisage sur place
			broyage sur place
			exportation

Exemples de noms de champs et de valeurs (écrits sans accent, ni majuscule, ni espace) à intégrer dans le formulaire pour éditer des comptes-rendus sur chaque site de travaux

Fiche 2

La préparation des bons de commande, du marquage sur le terrain à la transmission aux entreprises

Objet / contexte

Certains travaux du PPGV sont réalisés dans le cadre de campagnes d'entretien menées à intervalles réguliers sur les mêmes sites. Pour définir ces travaux, des visites sont programmées sur des secteurs étendus. Lors de ces visites, chaque intervention à faire est comptabilisée et localisée en utilisant le BPUF du marché en cours (cf. 2.2, page 58).

La démarche à suivre comprend les tâches suivantes :

- préparer le matériel et l'équipement de terrain ;
- visiter les sites, marquer les travaux et rédiger un court compte-rendu par site ;
- sauvegarder journalièrement les données numériques ;
- préparer les bons de commandes en accompagnant ceux-ci du compte-rendu et d'un fichier de localisation ou d'une carte ;
- banqueriser ces informations (travaux, comptes-rendus et photos) pour les retrouver et les exploiter facilement avec le SIG de bureau.

Étape 1 : préparer son équipement et le matériel pour les marquages et l'inventaire numérisé des travaux à réaliser

Compte-tenu des risques encourus sur le terrain, les visites se feront préférentiellement en binôme et le-la technicien-ne devra être équipé-e avec :

- des équipements de protection individuel (EPI) : casque, lunettes, chaussures de canyoning, veste à manches longues, pantalon étanche, gilet orange ;
- d'une machette pour franchir les secteurs embroussaillés et accéder aux arbres ;
- d'un marteau pour faire des sondages sonores ;
- de traceurs forestiers et de rubalise pour marquer les travaux ;
- d'un mètre, décamètre ou télémètre, pour mesurer les diamètres des arbres ou les surfaces à débroussailler ;
- d'une tablette pour consulter les données, géolocaliser les travaux et renseigner le BPUF.

Etape 2 : expertiser le boisement de berge, les arbres et définir les travaux

Pour les visites, la démarche à suivre est la suivante :

- pour chaque site, consulter les préconisations de gestion embarquées issues du PPGV ;
- avant tout marquage, parcourir une première fois intégralement le tronçon qui va être marqué dans la journée pour avoir une vue d'ensemble de la structure actuelle des deux boisements de berge (rive droite et rive gauche) et des bancs éventuels ;
- examiner un à un les arbres en berge pour faire un diagnostic sur leur état physiologique et sanitaire et marquer si besoin les arbres à couper ;
- bien repérer le cas échéant les souches des arbres abattus lors de la campagne précédente ayant produits des suppléants pour prévoir des éclaircies (furetage ou recépage) ;
- repérer le bois mort au sol à traiter en fonction des consignes indiquées pour le site.

Pour l'organisation du travail en binôme, l'un-e des opérateurs·rices réalise le marquage des travaux à réaliser, l'autre la·le suit et enregistre les travaux dans le SIG de terrain. Cette organisation est la plus adaptée pour être efficace. En effet, le·a premier·ère opérateur·rice décide et adapte chaque fois les interventions en fonction du contexte local et c'est lui·elle qui a une vue globale du chantier et de la gestion du boisement rivulaire pour répondre aux objectifs techniques. Il·elle a dans les mains le marqueur forestier, la machette et le marteau. L'autre opérateur·rice a les outils de mesurage et le terminal de saisie équipé d'un SIG et d'un GPS pour enregistrer et géolocaliser les travaux. Il·elle mesure les diamètres des arbres et les superficies à débroussailler et est responsable de la bonne identification du prix et des quantités. Il·elle identifie aussi les contraintes particulières (réseau aérien, démontage...) et les éventuelles plus-values à envisager. Chaque intervention est également numérotée automatiquement afin d'être bien identifiée dans le marché.

Le premier passage permet d'identifier les éventuelles pathologies invasives (chalarose, phytophthora) et les opérations éventuelles d'éclaircies ou de dépressage à prévoir. Il permet aussi de détecter les éventuels arbres remarquables.

Le second passage permet de définir précisément tous les travaux. Pour les abattages, le stade de développement, l'état physiologique et sanitaire des arbres sont évalués systématiquement par une observation complète du houppier, du tronc et du pied, et un sondage sonore simple avec un marteau. Pour le bois mort tombé ou échoué, la gestion vise directement à réduire le risque d'embâcle en supprimant prioritairement les bois qui pourraient former les pièces maîtresses derrière lesquelles s'accumuleraient des bois plus petits. Pour adapter la gestion et ne pas supprimer systématiquement le bois mort, il est essentiel de savoir si le risque d'embâcle se situe au droit du site ou en aval, et si le risque de rupture d'embâcle doit être pris en compte. Ces informations sont parfois données dans le PPGV.

Un code de marquage des interventions sur site est indispensable à définir et à ne plus modifier ou faire évoluer. Le marquage doit être réalisé toujours de la même manière. Il doit être visible depuis le cours d'eau ou en parcourant le cours d'eau de l'amont vers l'aval, être discret pour les promeneurs et ne doit plus être trop visible après travaux (marque au-dessus des traits de coupe). Les arbres à abattre sont par exemple marqués sur le tronc à 1 m du sol environ avec une peinture bien visible et toujours sur le côté amont. Le marquage se fait en éliminant le lierre si besoin et en se souvenant que les catégories de diamètre sont toujours définies à 1,3 m du sol. Les cépées à couper sont repérées par un marquage des tiges principales. Les souches à fureter sont marquées au niveau de la souche avec une peinture discrète, car c'est le bûcheron qui choisira les brins à préserver. Les arbres à élaguer sont marqués sur la souche avec une peinture discrète. Les zones à débroussailler sont marquées avec de la rubalise (limite amont), la longueur à traiter est indiquée et les surfaces sont estimées.





Expertise d'un arbre lors de la préparation d'une campagne de travaux. S'agissant d'un arbre de plusieurs dizaines d'années, elle s'appuie sur une analyse de l'architecture de l'arbre et de son état sanitaire, notamment par auscultation sonore. Il est établi que ce peuplier hybride au port très original est en état de stress suite à la coupe d'une de ses grosses charpentières. Toutefois l'arbre reste en bon état sanitaire. Le diamètre de l'arbre a été mesuré et celui-ci a été marqué et relevé dans le SIG mobile pour suivre son évolution. Si cet état évolue vers un dépérissement, il devra être coupé puisqu'on se trouve dans une zone urbaine en amont d'un pont à risque d'embâcle.

(©Boyer M./Aquabio)

Étape 3 : rédiger un petit compte-rendu des interventions prévues sur le site visité

Après le marquage, le-la technicien-ne renseigne sur place pour chaque site, dans un rapide compte-rendu illustré de quelques photographies, les informations suivantes :

- si le secteur après travaux est en entretien ou encore en rattrapage d'entretien ;
- les opérations inhabituelles à mener sur le site, en particulier celles pour modifier la structure actuelle des boisements de berge ;
- les difficultés particulières pour les accès et l'exportation des bois coupés ;
- la gestion des arbres abattus sur le site concerné ;
- les éventuelles traversées d'engins dans le lit du cours d'eau pour prévoir les dossiers de Déclaration au titre de la loi sur l'eau ;
- la sensibilité écologique particulière du site et les mesures préventives éventuelles à mettre en place.

La gestion des arbres abattus doit répondre à différentes nécessités ou contraintes :

- l'accessibilité du site (possibilité ou non d'exporter le bois) ;
- la non aggravation des risques liés aux embâcles par les bois coupés (possibilité ou non de dévalaison) ;
- les possibilités de laisser les bois en l'état sur les terrains des riverains ;
- la valorisation du bois : pour le milieu naturel, auprès des riverains ou dans des filières économiques.

Dans les très petits et petits cours d'eau, il est par exemple fortement déconseillé de billonner les bois en amont des sites à protéger du risque d'embâcle. Dans les zones où les embâcles ne créent pas de risque, il est conseillé de laisser les arbres abattus sur le site et selon certaines dispositions précises à indiquer à l'entreprise : arbres entiers ou ébranchés, arbres fixés dans le lit ou éloignés du lit, etc.

Décrire les opérations inhabituelles ou indiquer si le site restera en rattrapage d'entretien après travaux est très important pour la compréhension du chantier par l'entreprise, et pour mener une gestion adaptée pendant toute cette période de rattrapage lors des prochaines campagnes de travaux dans 3 ou 5 ans.

Étape 4 : suivi de chantier

Au démarrage du chantier, les sites à traiter sont entièrement visités avec le chef d'équipe de l'entreprise. Cette visite a pour but de valider :

- un état des lieux contradictoire le cas échéant (clôtures, chemins, routes, pistes) ;
- les accès qui seront utilisés par l'entreprise ;
- les procédures d'abattage qu'elle compte mettre en œuvre, notamment si cela entraîne des plus-values (abattage, démontage, grutage) ;
- les modes de gestion des rémanents végétaux imposés sur le site ;
- les zones de dépôts, provisoires ou non, des grumes ou des bois coupés ;
- les précautions spécifiques à prendre en compte.

Il sera vérifié si les parcelles non riveraines utilisées pour les accès sont désignées dans l'atlas parcellaire de la DIG. Dans le cas contraire, une convention devra être passée avec les propriétaires concernés.

Par ailleurs, l'entreprise vérifie que le marquage est toujours présent et qu'elle a bien compris sa signification. Ensuite, une visite de chantier est programmée toutes les semaines pour suivre la bonne réalisation du chantier. L'entreprise signale les aléas et les éventuelles difficultés à résoudre et fait le point sur l'avancement des travaux.



Ce bois stocké sur les berges sera très facilement repris par une crue et transporté sur de très longues distances. Il pourrait boucher des petits ouvrages en aval. La gestion des produits de coupes et des rémanents est à définir sur chaque site. (©Boyer M./Aquabio)



Le bois coupé peut parfaitement être réintroduit et fixé dans le cours d'eau en créant des petites structures pour diversifier les habitats aquatiques. Les précautions à prendre portent sur leur agencement, leur position dans le chenal, leur longueur (bois structurant ou non) et leur bonne fixation ou lestage. Ces bois se dégradent naturellement au cours du temps. Dans cet exemple en zone habitée, de petites structures ont été fixées à l'aide de tiges métalliques sur des pieux battus profondément. Elles ont été rapidement très attractives pour le poisson. Pour leur donner un aspect encore plus naturel, on peut aussi déchiqueter leurs extrémités.

Fiche 3

Cas pratiques

Les éclaircies dans les boisements denses

Il est possible d'intervenir ponctuellement dans les boisements denses pour modifier leur structure en disposant d'une bonne connaissance du développement des arbres et de leur état physiologique. Ces interventions doivent se faire préférentiellement sur les formations boisées au stade appelé « bas perchis » ou « gaulis » en langage des forestiers. À ce stade, les arbres font moins de 10 cm de diamètre ; ils sont jeunes, serrés et en forte compétition. Leurs branches basses s'élaguent naturellement et les houppiers se forment en hauteur jusqu'à ce que des rapports de dominance s'installent. Les éclaircies vont permettre de changer rapidement cette structure pour un boisement plus lâche avec des arbres mieux ancrés dans les berges, qui pourront développer des houppiers plus équilibrés. **Cette gestion n'est pas à rendre systématique. Elle peut être appliquée sur des sites particuliers comme dans les exemples décrits ci-après.**

Le cas des ripisylves très contraintes en zone urbaine

La structure des boisements rivulaires spontanés dans les espaces très contraints des traversées urbaines **doit être dirigée le plus tôt possible** pour améliorer leur état et leur résilience. « Laisser faire la nature » n'est en effet pas le meilleur choix compte-tenu des multiples contraintes dues aux activités humaines et au manque d'espace. La bonne gestion de chaque arbre est souvent déterminante dans ces zones urbaines pour conserver des cordons boisés sur les berges.



Cette ripisylve, rare en zone urbaine, souffre d'une gestion qui la contraint dans un trop petit espace. Le débroussaillage détruit les éventuels semis ou drageons qui pourraient, à long terme, renouveler le boisement. Les élagages des branches basses et la forte densité d'arbres sur une faible largeur gênent le développement des houppiers. Réduire la largeur débroussaillée et pratiquer des éclaircies sélectives pour réduire la concurrence entre les arbres serait très bénéfique pour améliorer l'état et la résilience du boisement. (©Boyer M./Aquabio)



Cet arbre adulte (un peuplier noir) en zone urbaine, légèrement incliné vers le cours d'eau, a produit de vigoureux suppléants (bien identifiables par leur écorce lisse et plus claire) du côté de la berge, qui lui permettent de rééquilibrer son houppier. C'est l'abattage d'un arbre à proximité en haut de talus qui lui a apporté de la lumière et permis cette transformation. Ce choix d'une éclaircie positive pour favoriser la stabilité d'un arbre en berge s'est appuyé sur un diagnostic préalable des capacités de résilience du peuplier (stade de développement et état). (©Boyer M./Aquabio)

Le cas des dépressages pour favoriser des zones naturelles de rétention des corps flottants dans les berges ou sur les bancs

Les ripisylves sont des formations qui régulent naturellement le transport des corps flottants et, pour favoriser cet effet, des opérations ponctuelles de dépressage peuvent être menées sur les berges ou les atterrissements non mobiles. Ces sites serviront ainsi de pièges à corps flottants, qui pourront être régulièrement entretenus afin de relibérer la place pour la prochaine crue. **Des expertises locales sont à mener pour réaliser ce type d'opérations car de nombreux paramètres assez similaires à la démarche pour dimensionner des tri-bois** (cf. 1.2.4, page 26) sont à prendre en compte : les impacts des embâcles sur le site, la localisation du site par rapport à celui à protéger du risque d'embâcle, la dimension des bois à bloquer, la pérennité du site en crue, les essences et la localisation des arbres à conserver pour faire tri-bois et renouveler le boisement...



Ripisylve large, juste en amont d'une ville, très favorable à la création d'un espace géré pour piéger les corps flottants. (©Boyer M./Aquabio)



En amont d'une zone urbaine, cet atterrissement relativement pérenne situé en aval d'un seuil sera éclairci de façon à y favoriser à la fois le dépôt des corps flottants et le développement des arbres conservés pour qu'ils jouent mieux leur rôle de peigne. (©Boyer M./Aquabio)

Les abattages sélectifs

Les abattages sélectifs sont destinés à prévenir la chute des arbres **instables, stressés ou dépérissant**, éviter que la souche ne soit déracinée avec la chute de l'arbre et favoriser le développement de suppléants pouvant reformer un arbre en bon état. Décider de couper un arbre stressé ou instable oblige à réintervenir quelques années après sur la souche pour supprimer les suppléants en surnombre par la technique du **furetage** (cf. Fiche n°3, page 73). Les abattages sélectifs peuvent aussi être réalisés pour faire des **sélections positives** (favoriser le développement d'un arbre en enlevant certains concurrents) **ou négatives** (enlever des arbres ornementaux ou de culture concurrençant les espèces de ripisylve).

Un examen approfondi de l'état physiologique et sanitaire des arbres doit être réalisé avant de décider d'un abattage. L'évaluation s'appuie sur l'identification de certains symptômes typiques de l'arbre stressé, résilient ou dépérissant. Attention toutefois aux symptômes de dépérissement, qui sont les mêmes que ceux d'un arbre sénéscent (cf. 1.3, page 30).

Les arbres des ripisylves sont régulièrement endommagés par les crues, notamment ceux implantés sur les atterrissements et les berges. Cela occasionne de fréquents pourrissements du pied, qui conduisent à la chute anticipée de l'arbre. C'est pourquoi chaque arbre doit être inspecté.

L'état physiologique ou sanitaire de l'arbre peut être évalué en toute saison. En hiver, on observe plus facilement les suppléants, les défauts de ramification et les pourrissements au pied mais moins facilement les branches mortes. Les dépérissements liés à des pathogènes invasifs seront ainsi plus faciles à détecter en saison végétative par le constat du dégarnissement des houppiers des individus d'une même espèce (cf. Fiche n°5, page 87). **Attention à ne pas considérer systématiquement que des branches mortes sont le signe d'un arbre dépérissant.** Un arbre peut en effet remplacer des branches endommagées.

Les pathologies microbiennes invasives seront particulièrement recherchées lors de ces inspections pour anticiper les risques d'évolution rapide de l'état sanitaire du boisement (cf. Fiche n°5, page 87). En cas de détection de dépérissement d'aulnes pouvant être dû au phytophthora, il est procédé à un prélèvement pour demander une confirmation à un laboratoire spécialisé et prendre immédiatement toutes les précautions nécessaires pour ne pas disperser le pathogène.

En cas de doute et pour les arbres remarquables, il est conseillé de prendre conseil auprès d'un expert forestier qui pourra faire une tomographie à ondes sonores pour mieux caractériser les zones endommagées (pourritures, cavités).



Dans quel ordre examiner un arbre de boisement de berge ?

- 1&2 : examiner le système racinaire et le pied de l'arbre depuis le lit du cours d'eau puis en remontant sur la berge pour faire le tour complet de l'arbre, c'est la zone la plus vulnérable. Ce premier examen est souvent déterminant : un système racinaire très érodé, une très grosse cavité au pied de l'arbre ou un champignon lignivore sont suffisants pour considérer que l'arbre risque de s'effondrer.
- 3&4 : examiner le houppier, si besoin depuis plusieurs points de vue et avec des jumelles. Une ramification appauvrie, l'apparition de suppléants (cf. 1.3, page 30), des branches recourbées sur un arbre jeune ou adulte sont les signes d'un arbre stressé dont l'avenir est incertain. De nombreuses branches mortes ou disparues, des suppléants agéotropes (poussant dans toutes les directions) ou avortés, un feuillage très clairsemé sont les signes d'un dépérissement irréversible avec une fin proche. De nombreux suppléants orthotropes (poussant à la verticale avec une symétrie radiale) ayant reconstitué une partie du houppier sont les signes d'un arbre résilient.
- 5 : si besoin, et de manière obligatoire pour les gros/grands arbres, examiner leur architecture pour déterminer le stade de développement et réinterpréter si besoin l'état physiologique.

L'état physiologique



Branches recourbées ou cassées dans le bas du houppier, ramifications appauvries sur certaines branches, apparition de suppléants sont les signes d'un arbre stressé ; il s'agit des symptômes visibles en hiver d'un frêne atteint par la chalarose. (©Boyer M./Aquabio)



Cet aulne glutineux ne fabrique plus que des suppléants agéotropes avec des axes grêles et une ramification appauvrie. Il est en dépérissement irréversible. (©Boyer M./Aquabio)



Une ramification appauvrie est dépourvue de certains axes ou fourchue (perte de la dominance apicale). Le nombre de ramifications dépend des espèces. (©Boyer M./Aquabio)



Nombreuses branches mortes, feuillage très peu dense, suppléants agéotropes : ce frêne atteint par la chalarose est en état de dépérissement irréversible et sa mort sera probablement rapide. (©Boyer M./Aquabio)

L'état sanitaire



Ces champignons xylophages (qui mangent le bois) vont inévitablement provoquer l'effondrement de l'arbre car le bois est décomposé en grande partie. À droite, le polypore soufré. (©Boyer M./Aquabio)



La stabilité



Ce gros peuplier a basculé il y a plusieurs années, mais il a réussi à rétablir sa verticalité. Le redressement s'est fait lors de la croissance des cernes par du bois de tension. Son système racinaire n'est pas affaibli, ni abimé. Aucun pourrissement du bois n'est observé. Il est au stade adulte, sain et stable, rien ne justifie son abattage. (©Boyer M./Aquabio)



Il ne faut pas confondre la courbure d'un tronc liée à la recherche de lumière lors de la croissance en hauteur de l'arbre et celle liée à des pourritures dans le tronc, qui peuvent être assez hautes. Ici, le frêne est clairement en train de s'effondrer avec une forte courbure récente. L'état du houppier montre qu'il a déjà perdu beaucoup de branches et qu'il est dépérissant, victime de la charlarose. (©Boyer M./Aquabio)



L'arbre implanté dans le talus de la berge a glissé avec l'érosion de celle-ci. Il est toujours enraciné mais très penché. La prochaine crue risque de contourner l'arbre et provoquer l'affoulement complet de la souche. L'abattage de l'arbre évitera cela et permettra à des suppléants de le remplacer. L'arbre coupé pourra être laissé sur place tel quel puisque sa grande longueur réduit le risque qu'il dévale en aval vers la zone urbaine (secteur en amont d'une zone urbaine). La gestion préventive vise à une plus grande stabilité naturelle des berges et des versants pour réduire les apports solides et de bois flottants. (©Boyer M./Aquabio)



L'arbre a basculé depuis plusieurs années et a rétabli sa verticalité mais la fragilisation de la berge fait qu'il s'enfoncé et une partie de la souche est immergée. Un abattage préventif est nécessaire pour éviter un pourrissement du bois et permettre la régénération d'un nouvel arbre à partir de suppléants mieux enracinés et plus hauts dans la berge. (©Boyer M./Aquabio)



Arbre qui vient récemment de basculer et n'a donc pas encore réagi (pas de suppléant, pas de bois de réaction). Quelle que soit sa réaction pour recréer un houppier orienté vers le soleil, l'arbre risque de créer un embâcle. Sa coupe permettra d'éviter cela mais aussi favorisera la formation de suppléants pour le remplacer puisque la souche est saine et l'arbre non sénéscent (secteur à proximité d'un axe de circulation). (©Boyer M./Aquabio)

Les éclaircies des cépées

Après les abattages de certains arbres sur les berges, un grand nombre de suppléants se développent sur les souches pour former une cépée. **La cépée n'est pas le port normal de l'arbre mais le résultat de l'abattage.** Dans les cépées, les différentes tiges se concurrencent fortement. Elles ne vont pas pouvoir développer un houppier équilibré et vont souvent ne pas pousser verticalement pour chercher la lumière. **Sur les berges, on cherche à améliorer la stabilité des arbres et il est donc préférable de restaurer leur port normal.** Le contrôle sur les cépées issues des coupes précédentes est donc important à prendre en compte pour réaliser des éclaircies importantes en ne conservant qu'une ou quelques tiges (technique du **furetage**), les mieux placées par rapport à leur enracinement.

Les cépées en bon état sont donc à examiner en évaluant la possibilité de leur redonner un port naturel par l'élimination de certaines tiges. Les interventions très précoces, quelques années seulement après l'abattage, sont préférables car les impacts des coupes seront modestes sur les tiges conservées (moins de risque de blessures). Sur des cépées plus âgées, il y a un risque important que l'abattage des autres troncs blesse celui qu'on veut conserver et conduise à son dépérissement. Dans ce cas, il pourra être préférable de prévoir un **recépage** (abattage de toutes les tiges) et non un **furetage** de la cépée.



Les éclaircies par furetage pour retrouver le port normal et plus équilibré des arbres auraient déjà dû être faites à un stade plus précoce, pour limiter les risques de blessures liées à cette opération sur les tiges conservées. (©Boyer M./Aquabio)



Cette cépée de frênes s'est formée après l'abattage d'un arbre en berge et reste instable comme l'arbre initial. Un furetage aurait permis de sélectionner le suppléant situé le plus près du sol pour recréer des racines indépendantes de la souche et obtenir un nouvel arbre unique avec un houppier plus équilibré. Une éclaircie à ce stade risque de créer de nombreuses blessures et de compromettre la vitalité de l'arbre. Un recépage peut être préférable. (©Boyer M./Aquabio)

Les élagages

On entend par élagage des coupes de branches mais ce mot peut qualifier des pratiques très diverses. L'émondage dans les zones agricoles correspond par exemple à une coupe mécanique de toutes les branches basses des arbres pour permettre le passage des engins agricoles. Ces pratiques impactent beaucoup les arbres des ripisylves, qui doivent construire leur houppier plus en hauteur. Les tailles de formation, elles, concernent les arbres d'ornements ou de production pour leur donner un port particulier, non naturel. Elles s'opèrent progressivement et très tôt dans le développement de l'arbre.

Rien ne justifie d'élaguer des arbres dans les ripisylves et pourtant cette pratique est courante et les branches au-dessus de l'eau sont les plus visées. Ces interventions sont faciles à réaliser et souvent peu coûteuses mais leurs impacts sont importants pour l'arbre, la température de l'eau et la faune aquatique (cf. 1.1.4, page 9).

Les élagages créent des blessures qui sont des portes d'entrée possible pour des pathogènes et privent les arbres d'une partie de leurs réserves énergétiques, qu'ils mettront peut-être plusieurs années à reconstituer. Des élagages de grosses branches créent un stress important et un risque de dépérissement de l'arbre, surtout si à cela s'ajoutent d'autres stress (sécheresse, crue, etc.). Dans tous les cas, les coupes ne devraient pas dépasser des diamètres de branches de plus de 5 cm pour qu'un bourrelet de recouvrement se forme rapidement. Le mode et le stade de développement est également à prendre en compte (cf. 1.3, page 30). Couper, par exemple, les branches basses d'un aulne qui se développe par gigantisme le prive brutalement de ressources importantes, ce qui peut lui être fatal, tout comme couper une branche d'un arbre sénescant, qui n'est plus en capacité de reformer des suppléants. Couper les grosses branches maîtresses d'un arbre mature peut créer un traumatisme insurmontable pour l'arbre.

Les éventuels élagages ne devraient concerner que les contextes urbains ou aménagés et cibler les branches mortes éventuellement dangereuses ou la réduction des houppiers devenus trop importants. Cette réduction des houppiers présente des risques importants de dépérissement de l'arbre. Il faudra donc bien juger la nécessité de la réaliser et l'arbre devra être particulièrement surveillé après, puis élagué à nouveau régulièrement. Le choix entre l'abattage d'un arbre devenu trop encombrant ou la réduction de son houppier est souvent difficile. L'arbre risque en effet de ne pas surmonter le stress de l'opération de réduction et sa conservation nécessitera des coûts ultérieurs de gestion.



L'arbre de droite n'a pas survécu à la taille très sévère de son houppier. (©Boyer M./Aquabio)



Traumatisme important pour cet aulne, dont l'essentiel du houppier d'origine a été supprimé par un élagage drastique des branches les plus basses. (©Boyer M./Aquabio)

Le peuplier noir mature en arrière-plan a subi une forte réduction de son houppier et a produit en réaction un grand nombre de **suppléants** vigoureux et dressés à la verticale, dits « **orthotropes** ». Il est **résilient**. Réaliser ce genre d'opérations implique de bien connaître au préalable le stade de développement et la santé de l'arbre. Cela oblige aussi à revenir couper régulièrement ces nouvelles tiges (taille en « **têtes de chat** »), pour éviter un grossissement du houppier. Un arbre peut mettre 3 à 10 ans pour devenir résilient.

Le second peuplier noir mature au premier plan est, lui, **dépérissant**. Il a subi plusieurs traumatismes : une branche maitresse cassée mais aussi la suppression d'une bonne partie de son houppier du fait de la coupe d'un des troncs. L'écorce a été décollée et la plaie est trop importante pour être recouverte. Les suppléants (écorce lisse) visibles sur la charpentièrre à droite ont dépéri. Toutes les branches sont recourbées sauf au sommet. L'arbre n'a pas surmonté ces traumatismes et est à surveiller. Un diagnostic plus poussé serait à réaliser rapidement pour évaluer le risque de chute et la nécessité d'un abattage plus ou moins urgent. (©Boyer M./Aquabio)



Les bois échoués ou tombés

☞ Si on ne dispose pas de préconisations précises sur la gestion du bois mort dans le PPGV, suivre les recommandations données dans : Swann Benaksas, Guillaume Piton. *Action Embâcle : sources, risques et mesures associés. Outils et recommandations. Rapport final de la Tâche 2 : Traduction, adaptation et application du protocole de Wohl et al. (2019) pour la gestion du bois flottant. IGE – Institut des Géosciences de l'Environnement. 2022, pp.84. (hal-03926838).*

☞ Bois structurants : longueurs de bois dépassant les 3/4 de la largeur du lit (ou des ouvrages), ou très gros bois non mobiles, pouvant former les pièces maîtresses structurant et stabilisant les embâcles lors des crues importantes.

Le choix d'élimination des bois morts au sol est guidé par les indications techniques données dans le PPGV (cf. 2.1.3 et Fiche n° 1, page 56 et 61) ou par une expertise à faire au préalable (cf. ci-après).

En règle générale, les embâcles sont formés par quelques **pièces maîtresses** (bois de grandes longueurs, nommés par la suite **éléments structurants**) qui vont créer une structure stable, au moins temporairement, derrière un obstacle (ouvrage, verrou rocheux naturel, gros arbres ...) et retenir **des éléments plus petits qui vont colmater celle-ci**.



Exemple de bois mobiles, dont un bois structurant à droite de la photographie. Ce dernier peut se bloquer contre un pont ou dans une zone étroite et retenir tous les corps flottants pour créer un embâcle. (©Boyer M./Aquabio)

La priorité des interventions concerne les premiers types de bois (**éléments structurants** d'un potentiel embâcle) parce qu'ils sont moins nombreux et leurs impacts en crue sont plus facilement prédictibles du fait de distances de déplacement souvent moindres. Si les règles de gestion sont souples (c'est-à-dire qu'on accepte les conséquences de la probabilité de la formation d'un embâcle), leur enlèvement pourra être partiel ou mené progressivement au cours de plusieurs campagnes successives de travaux, sinon ils devront être tous éliminés.

La gestion des **autres bois mobiles et non structurants** dépendra principalement de la densité de bois existante **dans le secteur de gestion** (cf. 2.1.4, page 57).

Si cette densité est faible ou moyenne, et que les règles de gestion sont souples, **ils ne seront pas éliminés**. Si les règles sont strictes, seuls les bois visiblement les plus intéressants pour le milieu aquatique seront **conservés** (par exemple, les bois apparemment les moins mobiles ou intégrés dans le substrat aquatique).

Si la densité de bois non structurants est forte, il sera nécessaire de réduire fortement le nombre de bois mobiles en conservant toutefois des bois intéressants pour le milieu aquatique : bois partiellement ou complètement immergés, gros bois, bois avec leurs systèmes racinaires.

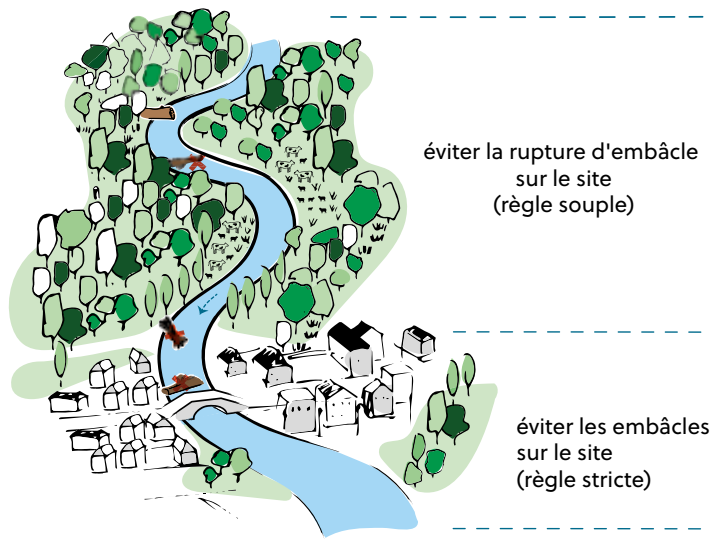
Les données suivantes sont alors à prendre en compte :

- Les bois faisant au maximum 1/3 de la largeur du lit (ou des ouvrages) sont très mobiles, même lors des petites crues, à condition qu'ils soient dans le lit et non en haut de berge comme sont parfois stockés des bois billonnés (cf. 1.2.1., page 16). Ils ont aussi moins d'intérêt écologique et présentent très peu de risques sauf en cas de forte densité (colmatage rapide des éléments structurants). Ce type de bois est normalement emporté régulièrement ou au tout début de la montée des eaux lors des fortes crues, avant que celles-ci ne mobilisent des arbres en berge.
- Les bois intermédiaires (longueur inférieure à la moitié de la largeur du lit) ont un intérêt morpho-écologique certain et une mobilité variant avec l'intensité de la crue. **C'est donc sur ce type de bois, et non les premiers, qu'il faudra le plus s'interroger à propos de leur conservation quand il faut réduire la densité de bois mobiles et non structurants.**

Dans le cas d'une gestion orientée sur **le risque d'embâcle pour un secteur situé en aval**, seuls les bois mobiles et non structurants doivent être gérés avec les mêmes règles que ci-dessus. Les bois structurants et non mobiles doivent donc être conservés car, outre leur fort intérêt écologique, ils participent à la régulation des corps flottants et protègent potentiellement l'aval. **Les arbres éventuellement abattus lors des campagnes de travaux pourront même être réintroduits dans le lit à l'interface eau/berge à la condition que leur ancrage soit bien conçu et construit, et que les conditions s'y prêtent (analyse des risques hydromorphologiques).**

La gestion des bois morts sur le terrain en fonction de la longueur relative des bois, de leur densité globale et des recommandations du PPGV

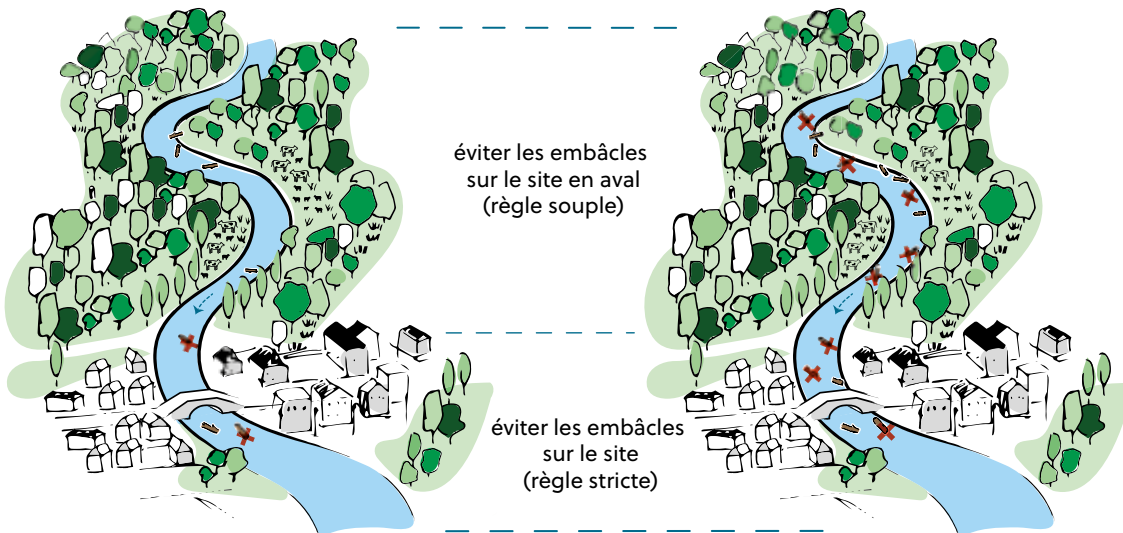
Gestion des éléments structurants (cas 1)



Gestion des éléments non structurants

En cas de densité faible (cas 2)

En cas de densité forte (cas 3)



Les schémas illustrent 3 cas de figures sur une situation type : une zone urbaine à protéger du risque d'embâcle avec des corps flottants pouvant venir de l'amont. Sur le site amont dans le premier cas, le but est d'éviter une rupture d'embâcle et un apport de corps flottants en « paquets » vers l'aval (cf. 1.2.2, page 21). Ce qui change dans la gestion entre l'amont de la zone urbaine et celle-ci, est la rigueur de la règle à appliquer (souple en amont, stricte en aval). Dans les deux autres cas, le but est d'éviter des apports de corps flottants vers l'aval. La gestion est donc plus différenciée entre l'amont et l'aval puisque des embâcles peuvent se produire sans risque en amont.

On distingue également sur ces schémas la gestion des éléments structurants des éléments plus petits. Les éléments structurants sont les plus dangereux dans le risque lié aux embâcles, car ils peuvent se mettre en travers, retenir tous les corps flottants et bloquer l'écoulement sous l'arche d'un pont ou dans un secteur très étroit. Ils sont toutefois peu mobiles. C'est donc principalement ce type de bois qui doit être géré.

Dans le premier cas, la règle du PPGV est stricte dans la zone urbaine, les éléments structurants devront être tous retirés. Elle est par contre souple en amont de celle-ci et on pourra conserver les bois structurants peu susceptibles de se mettre en travers lors de la crue. Dans les deuxième et troisième cas, la gestion des bois non structurants dépendra essentiellement de leur densité. Ces bois plus petits sont les plus mobiles et circulent plus facilement dans le cours d'eau. Ils ne posent problème que par leur densité en venant colmater les bois structurants bloqués en travers du cours d'eau ou d'un ouvrage. Les petites ou moyennes crues peuvent normalement les évacuer régulièrement. Avant d'agir, il s'agit donc en premier lieu d'évaluer si cette circulation naturelle a bien lieu et si les bois ne s'accumulent pas. Si ce n'est pas le cas, leur densité devra être réduite dans les sites avec des risques liés aux embâcles ou en amont de ceux-ci. Pour réduire la densité de ce type de bois, on éliminera en priorité les bois les plus petits (longueur < 1/2 de la largeur du lit) et les bois situés sur les endroits les plus hauts (sur les atterrissements, les talus de berges ou la rive). On conservera au contraire au maximum les bois plus longs et immergés partiellement ou complètement. Ceux-ci ont en effet le plus d'intérêt au niveau de l'habitat aquatique et, étant non structurants et facilement mobilisables, ils peuvent être évacués naturellement par la rivière.

Les débroussaillages

Les débroussaillages se répètent à l'identique tous les ans pour maintenir une strate herbacée, ou tous les 3 ans pour une strate buissonnante. Les sites à débroussailler peuvent donc être pré-identifiés lors de l'élaboration du PPGV en indiquant une estimation rapide des superficies à traiter, qui seront à valider lors des premiers travaux. Les débroussaillages représentent souvent des opérations d'entretien très coûteuses du fait de leur périodicité et des superficies à traiter. Il faut prévoir également que les premières opérations de débroussaillage sur un site peuvent être plus onéreuses que les suivantes.

Les débroussaillages ont pour seul but de maintenir une strate herbacée ou buissonnante en empêchant le développement de tous les ligneux dans le premier cas, ou seulement des arbres dans le second. Ils sont réalisés dans les cas suivants :

- sur les ouvrages, pour empêcher les ligneux de s'installer dans l'infrastructure, ce qui peut les dégrader (digues, murs, seuils, etc.) ou réduire leur efficacité (plage de dépôts, bassin d'écrêtement, etc.) ;
- sur les berges et le fond du lit des cours d'eau connaissant de forts assècs dans les zones urbaines, pour éviter une occupation complète du lit ;
- au droit des ponts, pour éviter le risque d'embâcle (effet identique à des piles de pont) ;
- sur les berges ou les atterrissements, dans le cadre d'une gestion hydraulique pour augmenter la vitesse d'écoulement.

Les cannes de Provence et les bambous posent des problèmes spécifiques d'aggravation du risque d'embâcle dans les petits cours d'eau. Les tiges de bambous se développent en 3 ans environ et une partie meurt tous les ans formant des litières épaisses au-dessus du sol. Les crues arrachent facilement les cannes dressées et emportent cette litière générant des apports brutaux de biomasse ligneuse qui obstruent les petits ouvrages. La solution la plus économique à long terme est l'élimination des bambous et des cannes pour qu'ils ne repoussent plus, mais les techniques à employer ne sont pas simples à mettre en œuvre. Le plus souvent, les massifs sont donc débroussaillés. Un broyage tous les ans est préférable car il évite la lignification des tiges et rend les travaux moins pénibles pour les opérateurs.



La croissance des cannes de Provence est très rapide : en 3 ans elles atteignent leur hauteur maximale de 6 à 7 m. Ce cannier a sans doute été débroussaillé 2 ans auparavant. (©Boyer M./Aquabio)



Tout comme les cannes de Provence, les bambous forment des tiges ligneuses très grandes et peuvent fournir brutalement une biomasse importante pouvant obstruer des petits ouvrages. (©Boyer M./Aquabio)

Il existe plusieurs prix de débroussaillage pour prendre en compte le type de végétation à traiter, le mode manuel ou mécanisé et le mode sélectif ou non. Le débroussaillage des abords des ponts est rémunéré au forfait car il s'agit d'interventions ponctuelles, pour lesquelles les temps de déplacement d'un site à l'autre peuvent être plus longs que l'opération elle-même (cf. le BPUF en téléchargement sur le site de l'ARBE : <https://www.arbe-regionsud.org/36788-gestion-de-la-vegetation-dans-le-cadre-de-la-competence-gemapi.html#documents>). Lors de l'opération de marquage des travaux sur site, les zones à débroussailler sont difficilement délimitables par géolocalisation, qui demanderait des relevés très précis de géomètre. Elles peuvent donc être matérialisées par de la rubalise marquant le début et la fin des zones, mais il sera souvent nécessaire de les repérer plus précisément à l'aide de piquets lors de la visite avec l'entreprise. Pour les débroussaillages sélectifs, il faudra également vérifier que les zones à préserver ont bien été balisées par l'entreprise avant de lancer les travaux.

Les débroussaillages des abords des ponts



Au droit des ponts, les débroussaillages empêchent le développement spontané des arbres. Ici, en leur absence, un platane et un peuplier blanc se sont développés dans l'ouverture des deux ouvrages. Ce problème est fréquent pour les ouvrages à plusieurs arches ou dans les cours d'eau à forts assecs prolongés. (©Boyer M./Aquabio)

Les débroussaillages des abords des ponts servent aussi à leur inspection. Ici, pont encombré par des cannes de Provence. (©Boyer M./Aquabio)

Les débroussaillages des petits cours d'eau en assecs prolongés



Le débroussaillage du fond du lit des petits cours d'eau urbains en assecs prolongés est souvent nécessaire. Ici, palmier occupant tout le fond du lit. (©Boyer M./Aquabio)



Jeunes arbres ayant poussé dans un petit cours d'eau en assecs prolongés. (©Boyer M./Aquabio)



Arbres adultes ayant poussé dans un très petit cours d'eau canalisé et présentant des assecs prononcés : ils doivent être abattus pour retrouver le gabarit initial du lit permettant l'écoulement des crues. (©Boyer M./Aquabio)



Dans les secteurs urbains envahis par les caniers, les petits cours d'eau doivent être débroussaillés tous les ans pour éviter l'accumulation de litière qui peut créer des bouchons. (©Boyer M./Aquabio)

Le débroussaillage des lits canalisés dans les secteurs habités et très contraints



Exemple de cours d'eau canalisé sur son cône de déjection. Le moindre débordement peut impacter de nombreuses habitations situées en contrebas. Le lit doit donc être débroussaillé tous les ans pour réduire les hauteurs d'eau en crue. (©Boyer M./Aquabio)



Lit canalisé d'un cours d'eau méditerranéen avec des assecs prolongés dans la traversée d'une ville : des jeunes pousses de peupliers noirs et de platanes sont visibles au milieu du lit. Les débroussaillages annuels sont nécessaires pour éviter leur développement et l'installation des arbres. Les ponts en aval sont à fort risque d'embâcle, il est donc difficile de conserver une bande non débroussaillée le long des murs. (©Boyer M./Aquabio)

Faut-il gérer le lierre ?

Le développement du lierre est souvent impressionnant. Il forme de grands tapis herbacés couvrant le sol dans les ripisylves très ombragées ou des tiges ligneuses grimpant jusqu'à plus 30 m de haut dans les grands arbres. Ce sont ses deux formes de vie : une forme juvénile à l'ombre et au sol, et une forme grimpante et fertile à la lumière. Les feuilles passent alors d'une forme étoilée à une forme ovale et pointue. Le lierre est très longévif (> 100 ans) et peut rester plusieurs dizaines d'années sous la forme herbacée. Il apprécie les sols riches et humides. Il présente la particularité, héritée du climat tropical de l'ère tertiaire, de fleurir en septembre-octobre, attirant ainsi de très grandes quantités d'insectes, et de produire des fruits en novembre qui n'arriveront à maturité qu'en février. Ces baies très riches en lipides deviennent en mars-avril une véritable ressource alimentaire pour les oiseaux. L'abeille du lierre (*Colletes hederæ*) dépend entièrement de celui-ci puisque son

développement est calé sur sa floraison : les œufs éclosent en septembre et ces abeilles ne vivent que 6 semaines. Les feuilles du lierre sont persistantes et vivent environ 3 ans. Elles résistent à des températures négatives allant jusqu'à -25°C. Quand la tige, attirée par les secteurs les plus sombres, rencontre un obstacle, elle se développe alors à la verticale à la recherche de la lumière pour fleurir. Le lierre grimpe sur les troncs à l'aide de petits crampons fabriquant de la colle naturelle très puissante à l'extrémité de minuscules poils. L'arbre n'est pas parasité car le lierre prend toujours ses ressources nutritives dans le sol. Ce dernier peut grimper de 30 à 60 cm par an s'il reçoit assez de lumière et mettre ainsi 30 à 40 ans pour atteindre le sommet du tronc. Sans assez de lumière, sa croissance en hauteur sera par contre stoppée. La litière produite par le lierre (principalement au printemps et en été) enrichit le sol au pied de l'arbre et est utile à celui-ci.

Les arbres en bon état physiologique formant des houppiers denses ne sont pas colonisés par le lierre car la lumière incidente est trop faible pour le développement de celui-ci. Par contre, dès que le houppier est cassé ou l'arbre dépérissant, le lierre va pouvoir grimper. Si l'arbre est résilient et répare son houppier, la progression du lierre sera stoppée ou celui-ci régressera par manque de lumière. Dans les milieux forestiers, la présence de lierres dans les arbres est donc surtout le signe d'un dépérissement ou de sénescence des arbres support, ou l'effet de brutales éclaircies (chablis, volis, abattages). Ainsi, couper de vieux lierres est inutile et rend l'arbre très disgracieux en période hivernale. Dans les jeunes peuplements très éclairés, la coupe préventive des lierres peut par contre être utile pour réduire les effets du poids du lierre sur les jeunes arbres.

Le reboisement des berges

Les berges insuffisamment boisées peuvent voir leur ripisylve s'étoffer ou s'élargir spontanément naturellement en supprimant la cause empêchant les arbres de s'installer : fauches ou coupes à blanc régulières, pâturage, artificialisation des berges... Pour cela, il faudra changer les pratiques d'entretien, mettre en place des clôtures ou restaurer les berges.

Parfois la régénération naturelle n'est pas satisfaisante : manque d'arbres semenciers intéressants à proximité, espace urbain avec des attentes paysagères, manque de milieux favorables à la régénération des espèces de ripisylve, berges envahies par des plantes exotiques... Des plantations peuvent alors être nécessaires.

Pour la continuité écologique des corridors boisés, on considère qu'à partir de 50 m, une trouée est pénalisante, notamment pour certains chiroptères. En dessous de 30 m de large, les ripisylves sont également nettement moins intéressantes pour les chiroptères.

📖 À consulter :
2023 - « *Plantons local du littoral méditerranéen au massif alpin* »
<https://www.arbe-regionsud.org/32157-plantons-local.html>
2013 - « *Génie végétal en rivière de montagne* »
<https://www.geni-alp.org/ouvrage/>



Ganivelle le long de la berge pour permettre la régénération naturelle et piquetage des individus intéressants à préserver. (©SMBVH-EPAGE HuCA)

Fiche 4

La gestion des ripisylves dans le lit mineur ou la bande active

Objet-contexte

Les ripisylves s'installent sur les berges, dans le lit majeur mais aussi à l'intérieur du lit mineur ou de la bande active où débutent les successions écologiques avec les stades pionniers (cf. 1.1.3, page 7). Sur ces derniers espaces, elles doivent parfois être gérées, principalement **pour des raisons hydrauliques ou de prévention** du risque d'embâcle. En pratique cela se traduit par des interventions de type débroussaillage, éclaircie dans les boisements ou dessouchage de la strate ligneuse.

Justifications et choix des techniques

Dans les zones soumises à des risques liés aux crues, cette gestion concerne la strate ligneuse sur :

- les atterrissements pérennes se formant contre les berges ou au milieu du lit, au droit des ponts ou dans les zones habitées ;
- les banquettes latérales alluviales pérennes, souvent en contact avec une berge verticale, se formant spontanément dans les lits recalibrés et rectifiés ;
- certaines zones boisées (appelées parfois aussi « iscles ») dans la bande active.

Le débroussaillage annuel ou l'écopâturage empêche le développement de la strate ligneuse (cf. Fiche n° 3, page 69). Il est recommandé dans les cas suivants :

- tendance au boisement dans l'ouverture d'un pont ou d'une de ses arches ;
- section très étroite avec un lit majeur proche et habité, où les calculs hydrauliques (cf. Fiche n°4, page 85) indiquent que la rugosité du lit mineur est un paramètre déterminant sur le niveau de risque d'inondation ;
- section étroite dans une zone habitée où les arbres n'auront pas la place pour se développer normalement ;
- section étroite dans une zone habitée où les arbres pourraient bloquer des corps flottants et créer ainsi des embâcles.

La coupe à blanc ou le broyage tous les 4 à 6 ans de la strate arborée des bancs sont des méthodes à proscrire car elles ont beaucoup d'inconvénients. Elles provoquent un développement dense de jeunes arbres à partir des suppléants repoussant des souches et elles favorisent certaines espèces invasives comme le robinier ou les cannes de Provence.



Les coupes à blancs régulières des jeunes boisements favorisent la formation d'un boisement dense. (©Boyer M./Aquabio)



Une invasion des atterrissements par le robinier (vert clair) a été favorisée par les techniques de broyage régulier de la végétation. (©Boyer M./Aquabio)

Le débroussaillage annuel peut être remplacé par le dessouchage des arbres ou des arbustes tous les 3 à 5 ans. Cette technique est appelée « **essartement** ». Elle est par exemple pratiquée sur des grandes superficies dans les tronçons fortement régulés, où les petites crues morphogènes ont disparu et ne contrôlent plus naturellement le développement des ligneux. C'est le cas par exemple depuis près de 50 ans en Durance, où un essartement est réalisé tous les 4 à 6 ans entre Serre-Ponçon et Avignon sur 218 kilomètres et plus de 4 000 hectares. **Si elle est réalisée sur des bancs non exhausés, c'est la technique d'élimination des ligneux qui ressemble le plus à l'action naturelle des eaux emportant les arbres ou les arbustes par affouillement.** L'essartement peut aussi être mis en pratique plus ponctuellement sur des atterrissements ayant tendance à se boisier. Les engins réalisant ces travaux traitent les arbres un par un et il est par conséquent possible de réaliser des actions très ciblées donnant des résultats plus intéressants, avec une efficacité plus longue que les débroussaillages annuels. Différents types d'outils peuvent être utilisés pour essarter des bancs. Ils doivent être capable d'extraire les systèmes racinaires (encore peu développés) sans prendre trop de terre.



Exemple d'outil (godet râteau ou godet crible) pouvant être utilisé pour essarter des bancs. Il est préférable d'éviter les outils trainés au sol, comme les charrues à disque, qui ont des effets indésirables : dispersion des plantes invasives ou création de lit de semences pour les peupliers et les saules. (©Boyer M./Aquabio)

La gestion (débroussaillage, dessouchage) est à adapter à chaque contexte (nature, dimensions et localisation des bancs, importance des risques, dynamique du cours d'eau). Le tableau ci-après donne des éléments de réflexion pour faire des choix adaptés.

Différents types possibles d'entretien ponctuel des atterrissements dans les secteurs à risques			
Herbes	Débroussaillage annuel	Débroussaillage annuel	-
Arbustes et arbres	Débroussaillage annuel	Recépage tous les 5 ans	Dessouchage tous les 3 à 5 ans (essartement)
Résultats	1 strate : herbacée	2 strates : herbacée et arbustive	2 strates : herbacée et arbustive
Intérêts	Aucune rugosité pour l'écoulement des eaux	L'entretien différencié permet d'éviter l'expansion des zones boisées	Le dessouchage réduit la fréquence d'interventions et les débroussaillages ou recépages ne sont plus nécessaires
Inconvénients	Le débroussaillage peut favoriser certaines espèces, notamment des invasives (renouées du Japon...).	Le débroussaillage et le recépage peuvent favoriser certaines espèces, notamment des invasives	Le banc risque d'être peu végétalisé

Les défrichements

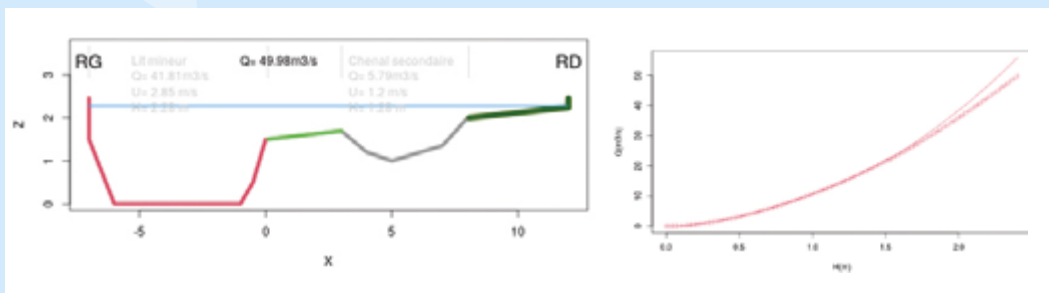
Quand une ripisylve installée depuis de nombreuses années est détruite, on parle de **défrichement** et non d'essartement. Cela conduit en effet à la destruction d'un milieu forestier humide avec des impacts écologiques importants (cf. Fiche n°7, page 95). Même si, de la même manière, les fortes crues peuvent emporter de grandes superficies de ripisylves, notamment sur les rivières à forte dynamique, les défrichements ne doivent pas être considérés comme relevant d'une gestion banale. Les fortes crues ont des impacts importants sur la faune et la flore et il faut souvent plusieurs années pour que les communautés biologiques soient restaurées grâce à un processus de résilience.

Dans les rivières en tresses, la bande active connaît des ajustements permanents selon un processus naturel dans lequel interviennent **l'eau, les alluvions transportés et la végétation**. Lors des périodes de calme hydrologique, elle se rétracte et les formations boisées s'étendent ; puis en quelques crues assez puissantes, l'inverse se produit. Quand les tendances se font sur le long terme, on parle d'évolution, de dynamique ou de trajectoire **bio-hydromorphologique** (cf. 1.1.2, page 6). De nombreuses causes ont conduit à la rétraction actuelle des bandes actives. La conquête des terres dans le lit de ces rivières en est une des principales avec la régulation de leur régime hydrologique (retenues de barrages) et la modification du transit sédimentaire (extractions, stabilisation des versants...). Défricher les ripisylves sans traiter les causes initiales de la moindre mobilité des chenaux, que celles-ci soient à l'échelle du bassin versant ou plus localisées, n'est pas une solution pérenne.

Les défrichements suivis d'essartements réguliers peuvent être destinés à étaler la lame d'eau en crue pour réduire les forces tractrices et **freiner des processus d'incision**. **Le plus souvent, ils sont réalisés pour abaisser les lignes d'eau en crue ou tenter de diriger l'écoulement vers la berge opposée afin de protéger une infrastructure ou un bâtiment**. Réalisés ponctuellement, ces travaux n'ont pas d'effet global sur les trajectoires bio-hydromorphologiques du cours d'eau.



Avant d'envisager ce type de travaux, les effets sur les lignes d'eau peuvent être estimés par des calculs sommaires. Le site web www.bedloadweb.com est un outil en ligne (INRAE/OFB), gratuit et en français, pour calculer, sur des profils en travers, les niveaux d'écoulement et le transport solide par charriage. En jouant sur la rugosité de différentes sections du profil en travers, il est possible de tester la suppression d'une ripisylve. Dans l'exemple ci-après, le profil en travers comprend un chenal principal et secondaire et une zone boisée. L'effet de la destruction de la ripisylve est testé en passant d'un coefficient de Strickler de 5 à 20. À partir de 30 m³/s on obtient un gain potentiel de plusieurs centimètres sur les hauteurs d'eau en crue.





Exemples de graphes avec l'outil bedload (collaboration INRAE et OFB) : profil en travers testé et différences de hauteurs estimées avec (trait en croix) ou sans ripisylve (trait continu).

Le calcul peut se faire aisément à l'échelle de multiples profils en travers pour vérifier la variabilité du résultat. C'est une sorte de modélisation numérique très simplifiée qui a l'avantage d'être applicable très rapidement pour vérifier un ordre de grandeur. Des études plus détaillées par modélisation permettent ensuite d'affiner l'analyse si les calculs sommaires préliminaires démontrent un intérêt marqué.



Dans les rivières en tresses, les ripisylves se font « grignoter » peu à peu par affouillement et érosion des berges. Cela crée de nouveaux habitats à l'interface eau/terre/bois mort. Il ne sert à rien de couper les arbres pour favoriser ce phénomène. (©Boyer M./Aquabio)

 *L'érosion des berges et des atterrissements est due à des phénomènes d'affouillement localisés. Dans les rivières en tresses, c'est le déplacement des chenaux principaux d'écoulement qui crée des sapements et érode les bancs. L'érosion de surface n'intervient pas. Ainsi, pour tenter d'améliorer la dynamique alluviale en favorisant la recharge sédimentaire, et bien que les résultats restent aléatoires car toujours dépendants de l'hydrologie, la création artificielle de chenaux apparait potentiellement plus intéressante que la destruction directe des ripisylves. Dans tous les cas, établir un programme d'actions pour tenter de redonner de la mobilité aux chenaux et restaurer les secteurs incisés implique des études associant écologues et hydromorphologues.*

 *À consulter :
Le guide technique
« Les Rivières en
Tresses – Eléments
de connaissance »,
collection Eau et
Connaissance, Bassin
Rhône-Méditerranée, mai
2019*



Les îlots boisés s'exhaussent lors des crues et peuvent ainsi héberger une faune et une flore spécifiques, puis ils se font éroder par affouillement lorsqu'un bras vif les rencontre. (©Boyer M./Aquabio)



Fiche 5

Connaître et reconnaître les maladies émergentes des arbres dans les ripisylves

Objet-contexte

Les ripisylves sont menacées par les invasions biologiques, dont font partie des **maladies émergentes** causées par des bioagresseurs exotiques.

Présente depuis 1970 en France, la **graphiose de l'orme** est causée par un **parasite vasculaire**, le champignon (*Ophiostoma novo-ulmi*) originaire d'Asie. Celui-ci est inoculé aux arbres par un **scolyte (insecte)** indigène (*Scolytus scolytus*). Les jeunes arbres ne sont heureusement pas attractifs pour l'insecte, ce qui a évité la disparition des 3 espèces d'ormes présentes en Europe. Seuls les arbres adultes ont disparu en très fortes proportions.

Deux autres maladies ayant émergé plus récemment sont particulièrement graves pour les ripisylves puisqu'elles touchent les **aulnes** et les **frênes**.

La **chalarose du frêne** est causée par un champignon ascomycète parasite des branches (*Hymenoscyphus fraxineus*), qui a été introduit en Europe depuis l'Asie par l'importation de frênes de Mandchourie comme arbres d'ornements. Ce champignon, non pathogène en Asie, est alors passé sur un nouvel hôte, le frêne commun (*Fraxinus excelsior*). Arrivé en France en 2008, il a progressé à la vitesse moyenne de 60 km par an et couvre maintenant toute l'aire de présence du frêne commun. **Seul le pourtour méditerranéen, où le frêne oxyphyllé (*F. angustifolia*) domine, est aujourd'hui indemne.** Les aires de répartition du frêne oxyphyllé et du frêne commun étant en effet assez distinctes, et l'épidémie surtout due à la forte sensibilité du frêne commun, le premier est peu touché. **Le climat joue aussi un rôle important dans l'épidémie** : les précipitations en juin et juillet favorisent la formation des spores au pied de l'arbre, la croissance du champignon diminue au contraire dès 30 °C et celui-ci meurt au-delà de périodes assez longues à 35°C, ce qui freine sa progression dans les arbres. L'impact sur les peuplements apparaît 7 à 8 ans après l'arrivée du pathogène. 1 à 3 % des frênes sont tolérants à cette maladie (ils développent peu ou pas de symptômes) et 20 à 30 % ont des symptômes modérés. Il a été montré que cette tolérance avait un caractère héréditaire. On peut donc espérer qu'ils pourront redonner des populations tolérantes à ce champignon.

Tous les stades de développement des arbres peuvent être atteints dès le stade plantule. Ce n'est pas une maladie vasculaire car le champignon ne se propage pas par les vaisseaux conducteurs du bois. Les spores germent sur les **feuilles** puis le mycélium se développe dans les **rameaux** et provoque des flétrissements ou des nécroses. À l'automne le champignon tombe au sol avec les feuilles puis forme au printemps des apothécies (petit organe de fructification) qui vont éjecter des spores emportées **par le vent**. Les houppiers se dégradent ainsi progressivement d'année en année avec une ramification très appauvrie puis une atteinte des grosses branches. Le champignon peut également provoquer **des nécroses au collet** de l'arbre et causer alors assez rapidement sa mort. **Le taux de mortalité est très élevé chez les sujets jeunes et chez les arbres atteints par ces nécroses au collet.**

Une autre menace encore plus grave pèse sur le frêne, **l'agrite du frêne (*Agrilus planipennis*)**, un coléoptère d'origine asiatique, introduit en Amérique du Nord et en Russie il y a une vingtaine d'années et qui progresse depuis de quelques dizaines de kilomètres par an. Son arrivée en France est donc attendue.

La maladie du **phytophthora de l'aulne** est due à un **oomycète**, *Phytophthora alni subsp. alni*. Les phytophthoras sont des pathogènes de très nombreuses espèces d'arbres et de plantes ornementales, qui colonisent les racines fines des végétaux et provoquent des dépérissements. **Les pépinières et les plantations sont les principaux vecteurs de dispersion et d'introduction dans les milieux naturels de ces pathogènes majeurs.** Il a été estimé qu'en Europe plus de 90 % des pépinières étaient infestées par des phytophthora et au total 49 espèces, dont 41 exotiques, ont été trouvées.

Le phytophthora de l'aulne, découvert en 1993 en Grande Bretagne, est aujourd'hui présent dans une grande partie de l'Europe. Cette maladie émergente est apparue suite à l'introduction d'un **phytophthora exotique** d'origine américaine. Elle est présente partout en France et elle peut s'installer dans tous les cours d'eau même ceux encore non atteints aujourd'hui. Sa sévérité peut être très variable d'un site à l'autre selon la date d'arrivée du pathogène et d'autres facteurs environnementaux. Son origine provient de **l'hybridation entre deux taxons qui s'est probablement produite à de multiples reprises dans des pépinières**. Ces deux taxons sont également pathogènes pour l'aulne, mais avec des impacts moins importants que leur hybride. L'un est d'origine américaine et l'autre non déterminée. Le taxon hybride *Phytophthora alni subsp. alni* infecte toutes les espèces du genre *Alnus*, mais c'est l'aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) qui y est le plus sensible. L'eau et le sol sont les principaux vecteurs de dispersion de l'oomycète, qui survit et se disperse grâce au mycélium, aux sporanges et aux zoospores (spores aquatiques biflagellés). Ces propagules survivent difficilement en hiver mais, une fois présente, la maladie ne disparaît jamais.

Au contact de l'eau, le champignon présent sous l'écorce produit des sporanges sortant par les lenticelles (pores assurant les échanges gazeux au travers de l'écorce) qui, en quelques heures, vont libérer les zoospores très mobiles dans l'eau. Ceux-ci transportés par le courant vont alors pouvoir infecter un autre arbre. Ils pénètrent généralement au niveau du collet ou au-dessus selon le niveau d'eau, mais peuvent aussi passer par les racines. La production de spores est corrélée à la température de l'eau : elle est **maximale en été**, plus faible au printemps et en automne et nulle en dessous de 5°C. Le champignon provoque des **nécroses corticales** empêchant la circulation de la sève et pouvant conduire à la mort des arbres. La maladie touche **tous les stades de développement** de l'aulne. Les aulnaies touchées arrivent à se maintenir malgré un taux de mortalité élevé et une très forte proportion d'arbres malades. Outre les plantations d'arbres, le transport involontaire de terres par le bétail, les engins à chenilles, certains outils, les chaussures ou le déplacement de poissons et l'irrigation avec de l'eau prise en rivière peuvent être à l'origine de nouvelles introductions.



Carte de signalement de la maladie de l'aulne en France : elle n'est pas très précise car l'aulne n'est pas une essence forestière très importante mais elle montre que tous les territoires ne sont pas encore atteints car sa progression, grâce à l'eau ou le déplacement de terres, est beaucoup plus lente que celle de la charlarose disséminée par le vent. (©Département de la Santé des Forêts)

Critères de reconnaissance des symptômes

Symptômes de la charlarose du frêne

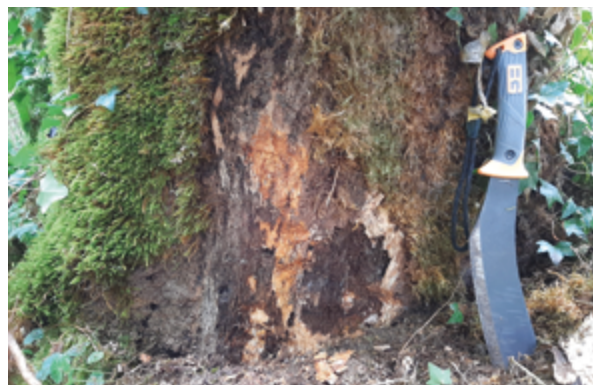


Quand la plupart des frênes présentent des houppiers anormaux, on peut supposer l'existence d'une épidémie. (©Boyer M./Aquadbio)



Nombreux suppléants, ramifications appauvries, nombreuses branches courbées et beaucoup de rameaux morts témoignent des effets de la chalarose sur ce frêne adulte. (©Boyer M./Aquabio)

La chalarose a des effets bien visibles dans les houppiers, même en hiver, avec la formation de nombreux suppléants, la présence de nombreux rameaux morts et une ramification très appauvrie. En saison végétative, le feuillage s'éclaircit mais pas de manière homogène comme pour le phytophthora de l'aulne. Les nécroses au collet sont beaucoup plus difficiles à détecter sauf à postériori quand l'arbre est quasi mort.



Sur ce frêne présentant une forte éclaircie du houppier, on devine au pied la présence possible d'une nécrose au collet, qui est confirmée en enlevant un peu de terre et en écorçant celui-ci. (©Boyer M./Aquabio)

Symptômes du phytophthora de l'aulne

La maladie se traduit par des feuilles petites et jaunâtres, puis un éclaircissement généralisé du feuillage accompagné de taches rouilles ou goudronneuses ou de coulées noires sur le tronc. Le bois nécrosé sous l'écorce de couleur brune est bien visible après abattage (©Boyer M./Aquabio). Les arbres très atteints cassent.





Symptômes du phytophthora sur les troncs et les houppiers des aulnes

La gestion des arbres atteints par la chalarose

Aucune technique ou méthode de gestion des peuplements ne permet actuellement de détruire ou de ralentir la progression aérienne et naturelle du champignon responsable de la maladie. **Il ne sert à rien par exemple de couper systématiquement tous les frênes sur un site atteint pour stopper la chalarose.**

L'épidémie de chalarose réclame les attentions suivantes :

- surveiller tout particulièrement l'état sanitaire des frênes communs pour savoir si la chalarose est présente ;
- si la maladie est présente dans le territoire, **réaliser un diagnostic précis de l'état physiologique et sanitaire** (cf. Fiche n°3, page 70) avant de déclencher un éventuel abattage, car il est important de **préserver les arbres de tous âges tolérants à la maladie** ;
- s'attendre à ce que les arbres coupés présentant les symptômes de la chalarose ne produisent pas de suppléants viables très longtemps.

Même si la dispersion aérienne des spores est très efficace dans l'expansion de l'épidémie, les précautions suivantes peuvent aussi être prises en compte :

- ne pas transporter ailleurs les litières se trouvant au pied des arbres atteints par la chalarose (ratissage des feuilles par exemple), car celles-ci hébergent le champignon pathogène qui peut y survivre 2 à 5 ans ;
- ne pas transplanter des jeunes frênes depuis un secteur atteint par la maladie vers un autre site ;
- ne pas exporter des bois avec des nécroses vers d'autres territoires.

La maladie n'est pas transmise par les outils ou le matériel.

| 📖 À consulter : Le site internet de l'INRA dédié à la chalarose du frêne : <http://www.fraxinus.fr/>

La gestion des arbres atteints par le phytophthora

Aucun produit n'est actuellement efficace ou autorisé pour traiter les aulnaies malades. Le recépage des aulnes présentant les symptômes du phytophthora donne des résultats variables, les suppléants n'arrivant pas forcément à se développer. Il doit être réalisé avant que l'arbre ne soit trop atteint (stade avec un feuillage réduit mais sans nécrose visible) et, pour favoriser le développement de suppléants, les souches doivent être bien éclairées en faisant si besoin des éclaircies autour de celles-ci. Il n'est donc pas facile de faire des choix de gestion, car les arbres encore peu atteints peuvent survivre longtemps ainsi et toute intervention fait prendre le risque d'une dissémination du pathogène sur un autre site.

La plupart du temps, l'abattage des aulnes très atteints n'apparaît pas nécessaire du point de vue de la prévention du risque d'embâcle, car les aulnes se cassent en plusieurs morceaux non structurants (cf. Fiche n°3, page 76).

Les modes d'introduction du pathogène par **des plants infectés ou par l'eau** apparaissent comme les plus efficaces. Il est donc préférable de ne pas planter mais de favoriser la régénération spontanée et naturelle quand on veut recréer des ripisylves. De plus, il faut éviter d'introduire de l'eau contaminée lors du déplacement de poissons ou via l'irrigation.

Le sol, les racines et le bois nécrosé (partie basse du tronc) peuvent également contenir des propagules pouvant inoculer d'autres arbres. Des précautions importantes sont donc à prendre en cas de travaux dans une aulnaie atteinte par la maladie :

- planification des secteurs à traiter de l'amont vers l'aval ;
- nettoyage des chaussures et des outils pour enlever toute la terre ;
- nettoyage, le cas échéant, des chenilles d'engins pour aussi enlever toute trace de terre ou tout fragment de bois ;
- les bois nécrosés doivent être laissés sur place et sans risque d'être emportés en aval par une montée d'eau ; ils ne doivent pas être broyés ;
- les arbres ne doivent pas être transplantés ailleurs.

Fiche 6

Les dendromicrohabitats :
les voir, les conserver

Objet-contexte

Les ripisylves abritent une multitude d'habitats qui sont le support de vie de la faune et de la flore. Parmi eux, les dendromicrohabitats sont certainement les plus surprenants **par leur diversité morphologique et par leur rôle essentiel qu'ils jouent dans le cycle de vie de nombreuses espèces**. Ce sont des petites structures naturelles, présentes sur les arbres vivants ou morts, essentielles à au moins une partie du cycle de vie (hibernation, nidification, reproduction, nourrissage) des espèces parfois très spécialistes qui les occupent. Ces structures peuvent résulter d'une blessure de l'arbre, de l'intervention d'un animal excavateur ou du développement d'autres espèces à la surface de l'arbre. Le terme d'**arbres-habitats** est utilisé pour qualifier les ligneux comportant un ou plusieurs dendromicrohabitats.

Les dendromicrohabitats revêtent des formes et des aspects aussi divers que variés et sont regroupés au sein de plusieurs grandes catégories :

- **les cavités**, creusées par la faune ou générées lors de la croissance de l'arbre et lors de la décomposition du bois. Elles sont par exemple essentielles pour les oiseaux cavicoles ou les chauves-souris et conditionnent leur densité ;
- **les blessures** et le bois apparent ;
- **le bois mort dans le houppier**, tel qu'une branche morte au milieu de branches saines ;
- **les excroissances**, qui correspondent à des amas de branches ou des boules de bois compacts ;
- **les sporophores**, qui sont la partie visible à l'œil nu des champignons ;
- **les structures biologiques** formées d'organismes vivants ou morts épiphytiques (sur des arbres vivants), épixyliques (sur des arbres morts) ou parasites tels que les mousses, les lichens, les fougères ou le gui, et les lianes grimpantes (lierre, vigne sauvage, clématite des haies) ;
- **les exsudats**, tels que les coulées de sève et de résine.

Les dendromicrohabitats hébergent une faune très diversifiée et souvent spécialisée telle que des oiseaux, des chiroptères, des rongeurs, des amphibiens mais aussi, plus discrète, de nombreux insectes (coléoptères, diptères, hyménoptères, lépidoptères etc.). Au total, plus d'**une cinquantaine de dendromicrohabitats** différents ainsi que la relation avec la faune et la flore qu'ils hébergent ont été décrits. Malgré leurs petites tailles, ce sont des structures vivantes et dynamiques qui évoluent au fil du temps grâce à la décomposition du bois et à l'intervention de la faune. Ces changements morphologiques induisent des modifications et des remplacements dans les cortèges d'espèces qui leurs sont associés. De même, le bois exposé ou non au soleil, encore dressé ou tombé au sol, n'abritera pas les mêmes espèces. Ce sont aussi des habitats fragmentés dans le couvert forestier, dont la conservation conditionne la survie de certaines espèces à dispersion très limitée ou avec des périodes de développement de plusieurs années.



Loir gris (*Glis glis L.*). Ce petit mammifère cavernicole lié aux boisements offrant un réseau de cavités intéressant est inféodé aux boisements de feuillus diversifiés et plutôt évolués qui lui assurent gîte et couvert. On peut toutefois le trouver à proximité ou dans les habitations, tant qu'elles sont proches voire entourées de grands arbres lui permettant de se déplacer vers ses zones d'alimentation sans devoir aller au sol (vergers de haute tige, haies arborées, bosquets...). (©TEREO)



Mésange nonnette (*Poecile palustris* (L.)). Cette mésange cavernicole niche dans des milieux très variés de la plaine aux forêts de montagne - tant que les résineux ne dominent pas - mais ayant tous un point commun : la présence de cavités ou de bois mort pourrissant en quantités suffisantes. Elle peut en effet creuser sa cavité dans un arbre mort si elle n'en trouve pas à sa convenance. La mésange nonnette est donc sensible au « nettoyage » trop systématique des boisements et à leur fragmentation. (©TEREO)

L'abondance des dendromicrohabitats est par conséquent un élément essentiel de la biodiversité des forêts, en particulier des ripisylves. À titre d'exemple, une moyenne de 50 cavités par hectare traduit un bon état de conservation avec de vieux arbres. Dans les ripisylves, les crues blessent les arbres et créent de nombreux dendromicrohabitats très présents sur les individus en berge. La croissance rapide des espèces de ripisylve est un avantage, mais la rareté des arbres sénescents et la disparition rapide des bois mort (une « chandelle » s'effondre dans un délai de 5 à 10 ans, le bois au sol se décompose en une dizaine d'années pour certaines essences) explique la nécessité d'un renouvellement important. **L'entretien des espaces rivulaires en éliminant le bois mort, en coupant les arbres dépérissants ou dangereux est également une cause de la diminution de ces dendromicrohabitats.**



Cavité appelée dendrotelme dans le creux d'un frêne, essentielle au cycle de vie de certains insectes. Ces cavités ont la particularité de se remplir d'eau et de terreau avec la chute des feuilles. (©Boyer M./Aquabio)



Pyrénomycète (sporophore de champignon) sur un frêne mort tombé au sol hébergeant des insectes spécialistes. (©Popoff N.)



Mousses, lichens, et fougères sont des épiphytes qui poussent sur les troncs et les branches des arbres. (©Boyer M./Aquabio)

Mesures pour préserver les dendromicrohabitats

La principale mesure pour maintenir un nombre suffisant et constant de dendromicrohabitats dans les ripisylves est de conserver le plus grand nombre possible d'arbres de gros diamètre dressés ou tombés au sol. Il y a en effet une corrélation positive entre le diamètre des arbres et la probabilité de présence de dendromicrohabitats. Cette probabilité augmente nettement avec des arbres dépassant 30-40 cm de diamètre et elle est encore plus importante avec des arbres de plus de 1 m ou des arbres sénescents. Les arbres dépérissant sont également une source de dendromicrohabitats, mais ils vont souvent rapidement dépérir et s'écrouler.

La création de dendromicrohabitats en coupant les arbres des ripisylves pour les transformer en têtards n'est pas une bonne pratique. Les arbres têtards sont la résultante d'un usage ancien pour récolter du fourrage ou des branches à tresser, qu'on retrouve encore dans les paysages bocagers. Il s'agit d'arbres vivants de plusieurs dizaines d'années dont le houppier a été coupé, obligeant l'arbre à produire des suppléants en hauteur. Les récoltes répétées des branches pendant de très nombreuses années stressent l'arbre et des cavités avec du terreau se forment dans le tronc principal, où les suppléants peuvent s'enraciner. Certains arbres têtards hébergent ainsi le célèbre pique-brune (*Osmoderma eremita*), cétoine dépendant des dendromicrohabitats et protégée en France. Pour obtenir un arbre têtard intéressant pour la biodiversité, il faudra donc patienter quelques dizaines d'années en le taillant régulièrement et à la condition que l'arbre étêté trouve les conditions à sa croissance, c'est-à-dire un milieu ouvert ou bien ensoleillé, puisqu'il ne pourra pas grandir en hauteur. Cette gestion n'est pas du tout adaptée aux ripisylves où étêter un arbre, c'est-à-dire supprimer toutes ses branches, risque plus probablement de le tuer.

Quelques recommandations peuvent être appliquées sur les chantiers :

- Si des arbres morts doivent être coupés, il sera réalisé préférentiellement des coupes dites « hautes », c'est-à-dire en laissant un chicot assez grand pour conserver des microhabitats. Cette hauteur d'abattage peut être difficile à réaliser, voire dangereuse. Elle ne doit pas être appliquée aux arbres encore vivants, pour lesquels la souche doit au contraire être le plus basse possible pour favoriser l'enracinement des futurs suppléants.
- Les bois et les branches coupées seront si possible laissés sur place en entier sans les débiter ou les débriser. Les troncs sont plus intéressants que les branches et n'abritent pas les mêmes espèces. Débriser les branches favorise leur décomposition et le retour de matière organique au sol mais réduit leur intérêt comme habitat.



Très rare frêne sénescents créant un hot spot de biodiversité dans la ripisylve. (©Boyer M./Aquabio)

📖 À consulter :

Guides de poche sur les dendromicrohabitats :

Anabelle Reber, Laurent L. Larrieu, Marc Schubert, Rita Bütler. *Guide de poche des dendromicrohabitats : Description des différents types de microhabitats liés aux arbres et des principales espèces qui y sont associées*. 2015, 23 p. fihal-02794092f
<https://hal.inrae.fr/hal-02794092/document>

Bütler, R.; Lachat, T.; Krumm, F.; Kraus, D.; Larrieu, L., 2020: *Guide de poche des dendromicrohabitats. Description et seuils de grandeur pour leur inventaire*. Birmensdorf, Institut fédéral de recherches WSL. 59 p. www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl:22453/datastream/PDF/B%C3%BCtler-2020-Guide_de_poche_des_dendromicrohabitats.pdf



Fiche 7

La prise en compte de la faune
et la flore remarquables

Objet-contexte

Les ripisylves abritent une grande diversité faunistique et floristique (cf. 1.1.5, page 10) et certaines espèces, ou leurs habitats, sont particulièrement sensibles aux travaux d'entretien qu'ils soient mécaniques ou manuels. Les impacts peuvent être **directs** (mortalité des individus et/ou des pontes, dégradation ou destruction des habitats) ou **indirects** (fragmentation de l'habitat...). De plus, ils peuvent être **permanents** ou **temporaires**. Le dérangement de la faune pendant la période de reproduction et d'élevage des petits est, par exemple, l'impact direct et temporaire le plus fréquent. Pour certains mammifères tels que le **castor d'Europe** (*Castor fiber* (L.)) et la **loutre d'Europe** (*Lutra lutra* (L.)) cela peut conduire jusqu'à l'abandon du territoire (impact direct permanent).

La connaissance de ces impacts permet d'adapter les interventions pour les éviter. Si ces derniers ne peuvent être évités, et dans le cas des espèces protégées, il faudra prévoir une demande de dérogation.

Les espèces remarquables pouvant être impactées
selon le type de travaux

Les grandes catégories de travaux sont présentées ci-après des plus au moins impactantes.

Le défrichage des ripisylves

Les défrichements (destructions des ripisylves par dessouchage) sont les opérations les plus impactantes puisqu'ils détruisent un grand nombre d'habitats forestiers diversifiés ainsi que les écotones entre milieu aquatique et terrestre, notamment ceux concentrés au niveau de la berge qui abritent des espèces très spécialisées (impact direct permanent).

À noter qu'au sens réglementaire, ces travaux ne rentrent pas dans la catégorie des défrichements car les sols ne changent pas d'affectation.



Lors d'un défrichage, après abattage des arbres, les souches sont découpées avec une dent de Becker. (©Boyer M./Aquabio)

Ces opérations peuvent détruire directement les habitats ou les individus (faune ou flore) d'espèces remarquables telles que :

- **la noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri* (Kuhl)) ou **la pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus* (Schreber)), deux chauves-souris qui hibernent dans les dendromicrohabitats ;
- **le lucane cerf-volant** (*Lucanus cervus* (L.)) et **le grand capricorne** (*Cerambyx cerdo* L.), deux insectes saproxylophages qui pondent et réalisent leur stade larvaire dans le bois mort, vivant ou les systèmes racinaires bien développés ;
- **le balbuzard pêcheur** (*Pandion haliaetus* (L.)), oiseau migrateur nichant dans les grands arbres et dépendant des milieux aquatiques pour se nourrir ;
- **le martin pêcheur** (*Alcedo atthis* (L.)), oiseau sédentaire nichant dans les berges érodées sableuses ou limoneuses ;
- **le crapaud accoucheur** (*Alytes obstetricans* (L.)) qui hiberne dans le sol ou d'autres caches à l'abri du gel et peut occuper des terriers dans les berges ;
- **la cordulie à corps fin** (*Oxygastra curtisii* Dale), une libellule qui réalise son développement larvaire dans la litière du fond des cours d'eau et surtout dans les systèmes racinaires immergés ;
- **la nivéole d'été** (*Leucojum aestivum* (L.)) plante présente en Méditerranée dans les ripisylves et les roselières colonisées par les saules.

La destruction des ripisylves impacte également fortement de nombreuses espèces piscicoles, dont certaines endémiques ou patrimoniales en Provence-Alpes-Côte d'Azur (**barbeau méridional, truite fario de souche méditerranéenne, apron du Rhône...**) en leur retirant des abris mais aussi une manne nourricière importante.

Avant ces travaux, des mesures spécifiques sont à prendre pour ne pas détruire des espèces remarquables : période d'intervention adaptées aux cycles des espèces, évitement de certains linéaires de berges, conservation de bois morts, conservation d'îlots boisés, repérage des espèces de faune ou de flore protégées susceptibles d'être présentes et, si besoin, mise en place de protocoles d'intervention spécifiques.

Les essartements réguliers

Les essartements (dessouchages de la strate ligneuse, tous les 3 ou 4 ans sur le même site) ont des impacts beaucoup plus limités que le défrichage initial puisqu'ils suppriment uniquement des stades pionniers de la ripisylve. Toutefois, ils peuvent détruire la faune spécialisée qui dépend de ce type d'habitat.

Ainsi ils peuvent détruire ou dégrader les habitats ou les individus (faune ou flore) d'espèces remarquables telles que :

- **le tétrix grisâtre** (*Tetrix tuerki* (Krauss)) et **l'œdipode des torrents** (*Epacromius tergestinus ponticus* (Karny)), deux orthoptères qui vivent dans les bancs pionniers peu ou pas végétalisés ;
- **le petit gravelot** (*Charadrius dubius* (Scopoli)) et **le chevalier guignette** (*Actitis hypoleucos* (L.)) dont la ponte et les juvéniles sont au sol ;
- **le sphinx de l'argousier** (*Hyles hippophaes* Esper), papillon dont les supports de pontes sur lesquels les larves vont se nourrir et croître jusqu'au stade adulte sont les argousiers ;
- **la petite massette** (*Typha minima* (H.)) et **la myricaire d'Allemagne** (*Myricaria germanica* L.), présentes uniquement sur les bancs pionniers de matériaux fins à petits et les berges régulièrement inondées et remaniées ;
- **la musaraigne aquatique** (*Neomys fodiens* (Pennant)) qui effectue tout son cycle biologique dans les berges ou à proximité et s'alimente dans les cours d'eau et plans d'eau.

Les impacts de ces travaux peuvent être limités en prenant les mesures suivantes : période d'intervention adaptée aux cycles des espèces, évitement des berges, conservations des bois morts, conservation de zones refuges, repérage des espèces de faune ou de flore protégées susceptibles d'être présentes et, si besoin, mise en place de protocoles spécifiques d'évitement.



Banc en cours d'essartement. Les arbustes sont arrachés et regroupés avant évacuation.
(©Boyer M./Aquadbio)

Le passage des engins et la création de pistes

Tous les chantiers ne nécessitent pas la création de pistes d'accès, surtout si les travaux sont réalisés manuellement et si le bois coupé peut être laissé sur place. Dans le cas contraire, le passage des engins et la création de pistes d'accès franchissant les cours d'eau et traversant les ripisylves peuvent détruire les habitats ou les individus (faune ou flore) d'espèces remarquables tels que :

- les zones de frayères ou les œufs des **poissons** (truite, barbeau méridional, apron du Rhône, brochet, etc.) ;
- **l'écrevisse à pattes blanches** (*Austropotamobius pallipes* (Lereboullet)) qui se cache la journée dans les berges ou dans le fond du lit ;
- **le crapaud accoucheur** (*Alytes obstetricans* (L.)) qui effectue une grande partie de son cycle biologique dans les berges naturelles ou artificielles ou à proximité ;
- **la couleuvre vipérine** (*Natrix maura* (L.)) dont les œufs sont enterrés dans le sol ou dans les berges ;
- **l'agrion de mercure** (*Coenagrion mercuriale* (Charpentier)), une libellule qui pond ses œufs dans les hélophytes à tige creuse ;
- **le martin pêcheur** (*Alcedo atthis* (L.)), oiseau sédentaire qui creuse son nid dans les berges meubles érodées ;
- l'habitat des mammifères vivant dans les berges tels que le **castor d'Europe** (*Castor fiber* (L.)), **la loutre d'Europe** (*Lutra lutra* (L.)) ou **la musaraigne aquatique** (*Neomys fodiens* (Pennant)) ;
- **la nivéole d'été** (*Leucojum aestivum* (L.)), plante vivace à bulbe présente en Méditerranée sur sols calcaires dans les ripisylves, les roselières inondées ou les prairies inondables.

En intervenant à la bonne période et en évitant les sites particulièrement sensibles, beaucoup de ces impacts peuvent être réduits voire évités.



Les traversées d'engins doivent être en nombre limité et aucun ne doit circuler en suivant le cours d'eau. Après le chantier, le passage doit être repris pour bien étaler les matériaux sans laisser de bourrelets créant des obstacles à la circulation des organismes aquatiques en basses eaux. (©Boyer M./Aquabio)

Le retrait du bois mort au sol et des embâcles

Le bois mort est essentiel à de nombreuses espèces pour accomplir tout ou partie de leur cycle biologique. **Ces cycles peuvent durer plusieurs années pour former un individu adulte capable de se reproduire. Certaines espèces très spécialisées dépendent entièrement du bois mort et parfois même de bois particulier, humide ou partiellement immergé.**

L'élimination du bois mort peut détruire les habitats ou les individus (faune ou flore) d'espèces remarquables telles que :

- **le lucane cerf-volant** (*Lucanus cervus* L.) et **le grand capricorne** (*Cerambyx cerdo* (L.)) qui vivent dans le bois mort ou vivant, sur pied ou au sol ;
- **Agnathus decoratus** (Germar) et **Carabus nodulosus** (Creutzer), deux coléoptères très spécialisés vivant sur la rive et dans l'eau et dépendant du bois mort hors et dans l'eau pour se reproduire et se développer ;
- **le castor d'Europe** (*Castor fiber* (L.)) qui érige des petits barrages pour relever les niveaux d'eau et masquer l'entrée des huttes et des terriers ;
- **la cistude d'Europe** (*Emys orbicularis*) qui utilise les bois morts flottants ou surplombant l'eau pour ses baignades ;
- **la buxbaumie verte** (*Buxbaumia viridis* (Moug. Ex Lam. & DC.)), mousse difficile à détecter hors période de fructification, qui vit sur le bois fortement décomposé, principalement de résineux.

En conservant le plus grand nombre possible de bois morts, on réduit ces impacts.

À consulter :

ONF, Fiche technique n°1, Franchir un cours d'eau, 2019. https://www.onf.fr/outils/ressources/c4e281ee-36c6-4aa3-969d-b03f55705369/++versions++/3/++paras++/2/++ass++/1/++i18n++data:fr?_

Les cartes des frayères peuvent être consultées pour chaque département sur le site des services de l'État.

De même, la consultation du web-PDPG de la Fédération de pêche départementale permettra d'avoir accès à de nombreuses informations sur le cours d'eau et ses peuplements piscicole et astacicole



Martin pêcheur (*Alcedo atthis L.*) ©TEREO

Oiseau piscivore strictement lié aux milieux aquatiques, il a besoin de berges meubles érodées pour y creuser son terrier et nicher. Il est également fortement dépendant de la diversité des postes de chasse et perchoirs (arbres morts, embâcles, branches surplombantes...) pour ses activités de chasse et de surveillance du territoire



Petit gravelot (*Charadrius dubius Scopoli*) ©TEREO

Ce petit limicole est dépendant des milieux naturels pionniers peu (voire pas) végétalisés puisqu'il niche à même le sol sur les bancs de sables, galets et graviers des cours d'eau, plans d'eau et gravières. Il supporte mal la végétalisation des berges et bancs qu'il fréquente et est sensible au dérangement durant toute sa période de reproduction qui s'étale d'avril à fin juillet.



Chevalier guignette (*Actitis hypoleucos L.*) ©TEREO

Ce petit chevalier niche sur les lits des rivières en tresses ou présentant un lit suffisamment large pour avoir des bancs ou berges peu végétalisées. Il recherche en effet la végétation herbacée pour y cacher son nid rudimentaire. Il tolère la présence de quelques arbustes mais préfère l'alternance de bancs non végétalisés à faiblement végétalisés. Sensible au dérangement, sa période de reproduction s'étend d'avril à juillet.



Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus Leach*) ©TEREO

Pipistrelle fortement liée aux milieux aquatiques richement boisés, qu'ils soient courants ou stagnants, cette espèce a été distinguée de la pipistrelle commune relativement récemment et reste anthropophile comme sa proche cousine. Elle est néanmoins sensible à la disparition ou au morcellement des ripisylves et massifs boisés bordant les milieux aquatiques qu'elle utilise pour la chasse et les déplacements.



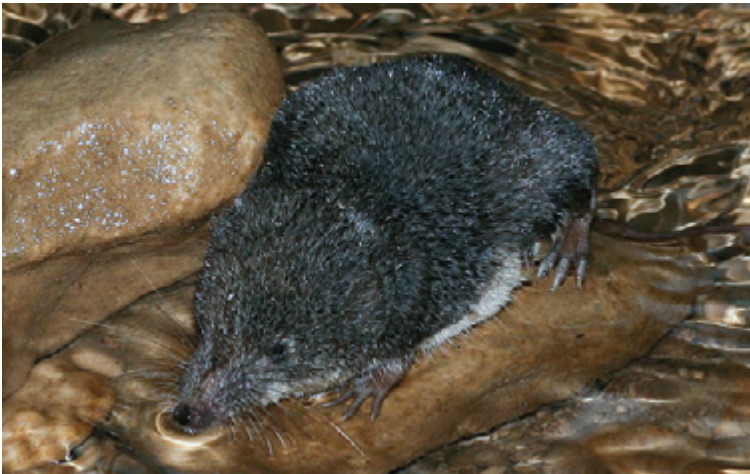
Castor d'Europe (*Castor fiber L.*) ©TEREO

Le plus gros mammifère aquatique d'Europe apprécie les cours d'eau lui offrant gîte et couvert. Le premier est assuré par des berges meubles, où il peut creuser son terrier, ou les enrochements de certaines digues ; le second est pourvu par des ripisylves de bois tendres et des bancs de saules en quantités suffisantes. Ses mœurs nocturnes lui permettent de passer relativement inaperçu et de ne pas être dérangé par les activités humaines qui ne modifient pas son habitat.



Alyte accoucheur (*Alytes obstetricans Laurenti*) ©TEREO

Petit crapaud des milieux pionniers, le mâle a la particularité de porter les œufs sur son dos jusqu'à leur éclosion. Il libère alors les jeunes têtards dans des mares, vasques en eau des ruisseaux temporaires ou zones abritées des poissons en rivière (enrochements, bras secondaires peu profonds...). Les adultes ont besoin de nombreuses caches et chassent en zones ouvertes (bancs de sables et graviers, digues, carreaux de carrières...). L'espèce est active d'avril à août/septembre.



Crossope (ou musaraigne) aquatique (*Neomys fodiens Pennant*) ©TEREO

Une des plus grandes musaraignes d'Europe. Elle est une spécialiste de la chasse sous-marine et passe beaucoup de temps en plongée pour capturer les macro-invertébrés dont elle se nourrit. Elle a besoin de berges diversifiées lui offrant de nombreuses caches, de préférence recouvertes par une végétation herbacée retombante pour lui permettre de se déplacer autant que possible à couvert. Elle souffre de la dégradation des berges et des pollutions qui font diminuer ou disparaître sa ressource alimentaire.



Buxbaumie vert (*Buxbaumia viridis (Moug. Ex Lam. & DC.)*) ©TEREO

Cette petite mousse se développe quasi exclusivement sur le bois mort et pourrissant des résineux (branches, troncs, souches...). Elle recherche donc des conditions fraîches et humides pour son développement et supporte mal la concurrence des autres mousses ou champignons. Elle est très discrète et seuls ses sporophytes caractéristiques trahissent sa présence. On la trouve généralement en montagne, au-dessus de 600 m bien que des stations plus basses soient également connues.



Nivéole d'été (*Leucojum aestivum L.*) ©TEREO

Cette belle fleur bulbeuse à clochettes blanches est caractéristique des zones marécageuses ou très humides présentant un ombrage modéré (aulnaies claires, roselières parsemées de saules, prairies humides en situation de clairières...). Elle fleurit dès fin mars/début avril et supporte mal un assèchement/atterrissement trop important de ses stations.



Station de petite massette (*Typha minima H.*) ©Popoff N.



Barrage de Castor d'Europe ©Popoff N.



Lucane cerf-volant mâle (*Lucanus cervus L.*) ©TEREO

Ce gros coléoptère dépend du bois mort ou vivant présentant un volume significatif pour son cycle de reproduction. Les larves se développent en effet sur plusieurs années dans les caries des arbres vivants, leur système racinaire ou les arbres morts offrant un volume de terreau et des cavités suffisantes. Il s'agit d'une espèce encore assez commune mais caractéristique des boisements évolués de feuillus (chênes, peupliers, frênes...).



Tétrix grisâtre (*Tetrix tuerki Krauss*) ©TEREO

Ce petit criquet caractéristique des rivières alpines dépend du réseau de bancs de sables, fines et graviers. On ne le trouve pas sur les secteurs à matériaux grossiers mais il a besoin d'un « rajeunissement » régulier des milieux qu'il occupe car il tolère mal la couverture végétale. La chenalisation des cours d'eau ainsi que la perte de dynamique alluviale entraînent la disparition de certaines populations



Tridactyle panaché (*Xya variegata Latreille*) ©TEREO

Ce minuscule criquet de quelques millimètres présente une morphologie très originale pour ce groupe. Plus proche de la courtillière que du criquet, il vit en colonies dans les sables et limons humides des cours d'eau, vasières côtières et même zones littorales. Il tolère une végétation herbacée peu dense mais a surtout besoin de zones de fines au contact de l'eau suffisamment étendues pour y creuser ses réseaux de galeries. La dégradation physique de ses habitats (artificialisation, perturbation du transport solide, végétalisation des bancs...) a entraîné sa disparition de nombreux départements français.



Criquet des torrents (*Epacromius tergestinus ponticus Kamy*) ©TEREO

Sous-espèce alpine du criquet des salines (*Epacromius tergestinus tergestinus*), cette espèce est exclusivement liée aux bancs de fines humides des cours d'eau alpins ayant conservé une dynamique alluviale suffisante. Il tolère la végétation herbacée peu dense et la présence de quelques arbustes sur lesquels il se réfugie lors de la montée des eaux. Il reste uniquement 3 populations fragmentées en France : les Ussets en Haute-Savoie, la Romanche en Isère et la Durance dans les Hautes-Alpes.



Criquet des Iscles (*Chortippus pullus Philippi, 1830*) ©TEREO

Ce criquet est caractéristique des rivières alpines à lits en tresses ou présentant une alternance de bancs de sables et galets, peu, voire pas, végétalisés. La chenalisation et l'endiguement des cours d'eau ont entraîné la disparition de nombreuses populations. Actuellement, l'espèce ne subsiste en France que sur le bassin versant de la Durance et dépend de la dynamique alluviale pour l'entretien de ses milieux de vie.



Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii L.*) ©TEREO

Cette belle libellule est caractéristique des cours d'eau et plans d'eau bien oxygénés bordés de grands arbres dont les systèmes racinaires immergés servent de milieu de vie à leurs larves qui s'y développent sur 1 à 3 ans. On note toutefois quelques exceptions comme le lac du Bourget qui abrite une grosse population sur ses berges rocheuses non végétalisées mais très bien oxygénées par le batillage. Les adultes utilisent des reposoirs variés et passent rarement beaucoup de temps en vol au-dessus de l'eau. Les exuvies restent la preuve la plus sûre de la reproduction de l'espèce.



L'agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale* Charpentier) se déplace surtout dans la végétation herbacée et au ras de l'eau. (©Popoff N.)



Apron du Rhône (*Zingel asper* L.) ©TEREO

Poisson à la forme originale et endémique des bassins du Doubs, de la Saône et du Rhône. Il fréquente préférentiellement les secteurs dynamiques des lits en tresses ou chenalisés mais avec substrats de graviers/galets majoritaires. Il a perdu plus de 80 % de son aire de présence historique, essentiellement dû à la fragmentation de son habitat et la dégradation physique des cours d'eau. C'est une espèce migratrice partielle (à l'échelle d'un cours d'eau) qui rejoint ses zones de frayères en février/mars et retourne sur ses zones de repos/alimentation en avril/mai.

Les débroussaillages

Les débroussaillages pendant la période végétative et la période de reproduction et de croissance de la faune peuvent détruire directement les habitats ou les individus (faune ou flore) d'espèces remarquables telles que :

- **la petite massette** (*Typha minima* (H.)), **le calamagrostide faux phragmite** (*Calamagrostis pseudophragmites* (Haller)) ou **la nivéole d'été** (*Leucojum aestivum* (L.)) ;
- **la rainette méridionale** (*Hyla meridionalis* Böttger) qui vit dans les hautes herbes, arbres et arbustes au bord des cours d'eau et des zones humides ;
- **l'agrion de mercure** (*Coenagrion mercuriale* (Charpentier)), une libellule qui pond dans les hélophytes à tige creuse et dont les larves mettent une vingtaine de mois à se développer ;
- **le chevalier guignette** (*Actitis hypoleucos* (L.)) dont la ponte et les juvéniles sont au sol dans les grandes herbes ;
- **la crossope aquatique** (*Neomys fodiens* (Pennant)) et **le campagnol amphibie** (*Arvicola sapidus* Miller), micromammifères insectivores fréquentant le milieu aquatique, les herbiers et la végétation herbacée des berges.

En intervenant à la bonne période (hors période de reproduction de la faune et hors période de végétation de la flore remarquable) et en balisant les zones à éviter, beaucoup de ces impacts peuvent être réduits. Les petites populations d'agrions de mercure restent toutefois très vulnérables au piétinement du fond du lit puisque la période larvaire s'étale sur plusieurs années.

Les abattages des grands arbres ou des arbres sénescents

Les grands arbres et les arbres sénescents sont souvent rares et ont un intérêt écologique tout particulier pour certaines espèces remarquables d'oiseaux et de chauves-souris telles que :

- **la noctule de Leisler** (*Nyctalus leisleri* (Kuhl)) ou **la pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus* (Schreber)), deux chauves-souris qui hibernent dans les dendromicrohabitats ;
- **le balbuzard pêcheur** (*Pandion haliaetus* (L.)), oiseau migrateur nichant dans les grands arbres proches des milieux aquatiques.

Les périodes très sensibles pour les chauves-souris sont la période d'élevage des jeunes pendant l'été et la période d'hibernation profonde entre novembre et mars. Les périodes favorables d'abattage d'arbres susceptibles d'abriter des chauves-souris sont finalement très réduites, **septembre et octobre**, puisqu'il faut aussi prendre en compte la préservation des oiseaux nichant dans ceux-ci.

À cette période, les chauves-souris peuvent quitter l'arbre et retrouver un gîte ailleurs. De plus, celles-ci étant en activité, il est plus facile de repérer si l'arbre est habité. Différents protocoles d'abattage ont été définis par les naturalistes pour éviter de blesser ou tuer des individus lors des abattages en septembre ou octobre :

- un abattage direct avec amortissement par le houppier ou les autres arbres aux alentours ;
- un démontage progressif de l'arbre avec la dépose de chaque élément sur le sol ;
- une période de 48 à 72 h avec des températures > 10°C avant d'intervenir à nouveau sur le bois pour laisser le temps aux animaux de s'échapper.

Un autre protocole consiste à compter le nombre d'animaux s'envolant le soir puis, le lendemain soir, à boucher les cavités quand tous les individus sont sortis.

Une formation est nécessaire pour identifier les habitats des chiroptères et détecter si les gîtes sont occupés. Sans cette formation, l'appui d'un naturaliste est indispensable.

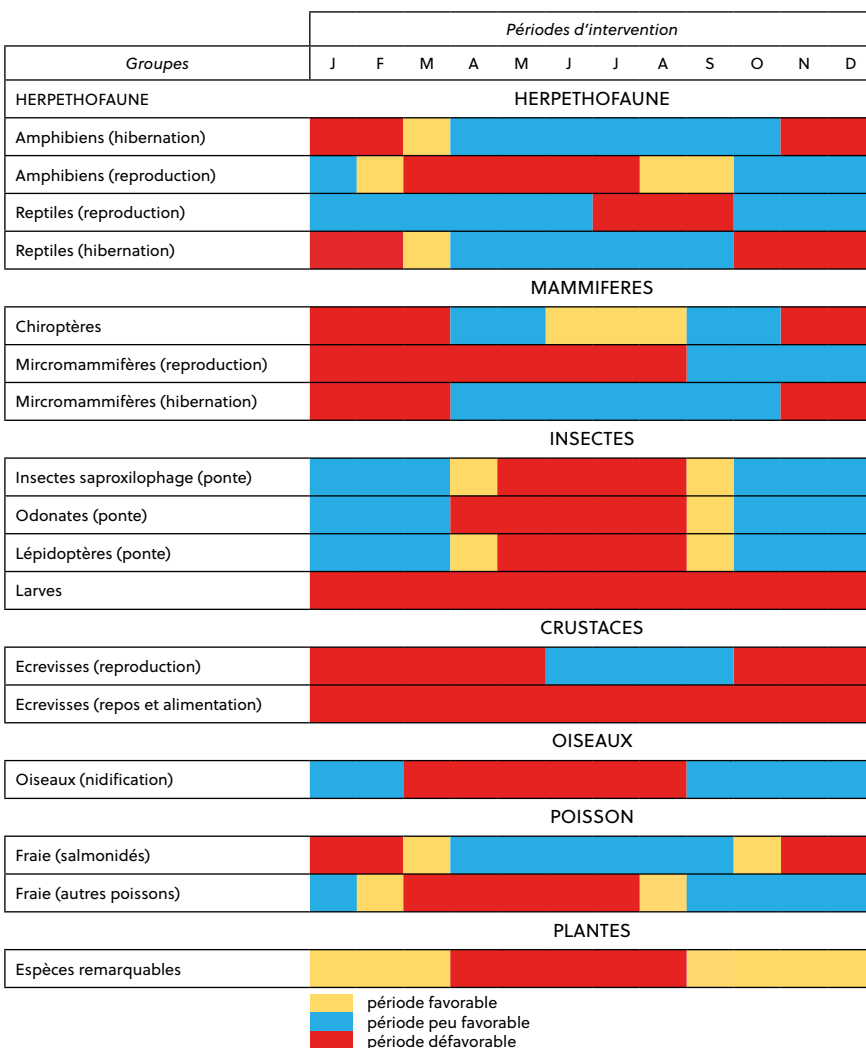
📖 À consulter :

L. Bueno, L. Bruhat, A. Acca, J. Antoine, E. Cosson (2019) *Ripisylves méditerranéennes et chauves-souris, enjeux et conservation*. Groupe Chiroptères de Provence. Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, EDF. 68 p.

Les périodes d'intervention les moins défavorables pour la faune et la flore remarquables

Le tableau ci-après indique les périodes d'intervention à éviter et celles plus favorables. Ses dernières devront être privilégiées en fonction du type de travaux et des espèces remarquables abritées par les sites. Globalement, la période de septembre à octobre apparaît comme la plus propice mais elle présente aussi d'autres types de contraintes avec les crues.

Calendrier des périodes d'intervention pour réduire les impacts sur les différents groupes d'espèces



Les risques de dispersion de la peste de l'écrevisse

La peste de l'écrevisse, ou aphanomycose, est une maladie causée par un oomycète (*Aphanomyces astaci*) transmise par les écrevisses d'origine américaine introduites en France qui sont porteuses saines. Ce pathogène est une des causes principales de disparition des populations natives d'écrevisses, qui peuvent disparaître en quelques semaines après un contact avec lui.

Le matériel et les équipements utilisés avant les travaux (préparation des bons de commande) **ou pendant les travaux peuvent transporter ce pathogène sur des sites encore préservés** et dans ce cas des précautions importantes sont à prendre :

- planification des sites à visiter, ou traiter, de l'amont vers l'aval ;
- nettoyage des chaussures, des outils ou du matériel ayant été mis au contact de l'eau pour d'abord enlever toute la terre, puis appliquer un produit biocide pendant une durée variable selon le produit utilisé.

Un séchage pendant 24 heures détruit aussi l'oomycète.



L'écrevisse à pattes blanches (*Austropotamobius pallipes*), autochtone des cours d'eau d'Europe de l'ouest, ne peut être observée que le soir ou la nuit. Le jour, elle reste immergée sous une pierre, dans la litière végétale ou des racines d'arbres. Les œufs sont portés pendant 6 à 8 mois sous le ventre des femelles et éclosent entre début avril et début août selon le climat. Elle est considérée comme vulnérable en France.

©Théo Duperray



Remerciements :

Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse :
Isabelle CHOUQUET, Hélène JETHRIT, Jean-René MALAVOI, Valérie PATEY et Benoît TERRIER

Agence Régionale de la Biodiversité et de l'Environnement :
Alexandra ACCA, Emma AUBERT, Audrey GLORIAN, Sandrine HALBEDEL, Audrey MICHEL, Corinne ROEHLIY

Association Régionale des Fédérations de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques :
Delphine RUIZ, Maud VILDIER

Association Syndicale Autorisée de la Meyne :
Olivier NAVARRO

Communauté d'Agglomération du Grand Avignon :
Béatrice MARTI

Communauté d'Agglomération Sophia-Antipolis :
Cyril MARIN

Communauté de Communes Guillestrois-Queyras :
Marie DOUANE

Conseil Départemental des Hautes-Alpes :
Pascal KRIEG RABESKI

Conseil Départemental de Vaucluse :
Gilles BRIERE

Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur :
Marlise TOURNOUX

Conservatoire d'Espaces Naturels de Provence-Alpes-Côte d'Azur :
Lionel QUELIN

Direction Départementale des Territoires des Alpes-de-Haute-Provence :
Franck ROMAN, Vincent MAYEN

Direction Départementale des Territoires des Hautes-Alpes :
Gérald CAUNEGRE, Rémi SCHAERER

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Provence-Alpes-Côte d'Azur :
Audrey DONNAREL-PONT, Laëticia DUPAQUIS

EPAGE Huveaune Côtiers Ayalades :
Antoine DEBES, Thomas LACAZE

EPAGE Menelik :
Pascal BARBAIN, Maxime LENNE, Ugo LEPOIX

Fédération de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques du Var :
Olivier BONNEFOUS

Office Français de la Biodiversité :
Dominique BEAUDOU

Syndicat Intercommunautaire Rivière Calavon-Coulon :
Thomas RAMPAL, Nicolas SIARD

Syndicat Mixte Argens :
Rémi GUÉRISSE

Syndicat Mixte Asse Bléone :
Caroline SAVOYAT, Cédric GOÛT, Jérémie TALANCIEUX

Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance :
Nicolas METSU, Nicolas SIARD

Syndicat de Gestion de l'Eygoutier :
Bertrand EHLY

Syndicat Mixte d'Eygues en Aygues :
Heidi FAIN, Renan LERNOULD

Syndicat Mixte de Gestion Intercommunautaire du Buëch et de ses Affluents :
Eric BURLET, Antoine GOURHAND

Syndicat Mixte du Bassin des Sorgues :
Carol MINIGGIO, Laurent RHODET

Syndicat Mixte du Bassin Versant du Lez :
Jean-Louis GRAPIN

Syndicat Mixte pour les Inondations l'Aménagement et la Gestion de l'Eau maralpin :
Lise BERTOLINO, Cyril BRUZZONE, Katia SOURIGUERE

Directeur de la publication : Anne CLAUDIUS-PETIT, présidente de l'ARBE

Directrice ARBE : Audrey MICHEL

Responsable édition : Audrey GLORIAN

Suivi édition : Alexandra ACCA

Coordination : Corinne ROEHLIY

Rédaction : Mireille BOYER et Nadège POPOFF - AQUABIO, coopérative d'experts en écologie aquatique, Guillaume PITON (pour le chapitre 1.2) - Univ. Grenoble Alpes, INRAE

Graphisme / Illustrations : O tempora

Credit photo de la première de couverture : Mireille Boyer/Aquabio

Imprimerie : Vallière

Date de parution : novembre 2023

Citation du document : BOYER. M, POPOFF N. et PITON G., 2023. La gestion de la végétation dans le cadre de la compétence GEMAPI, Guide technique, Agence Régionale de la Biodiversité et de l'Environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur, Collection technique, 106 p.





AGENCE RÉGIONALE
**BIODIVERSITÉ
ENVIRONNEMENT**
Naturellement Sud

22, rue Sainte-Barbe - 13205 Marseille Cedex 01 - www.arbe-regionsud.org
04 42 90 90 90 - Siret 251 301 099 00049 - APE 8411 Z

