



HAL
open science

**Action Embâcle : sources, risques et mesures associés.
Outils et recommandations. Tâche 1: Notes grand
public sur le bois flottant.**

Guillaume Piton, Swann Benaksas

► **To cite this version:**

Guillaume Piton, Swann Benaksas. Action Embâcle : sources, risques et mesures associés. Outils et recommandations. Tâche 1: Notes grand public sur le bois flottant.. IGE – Institut des Géosciences de l'Environnement. 2023, pp.10. hal-04239762

HAL Id: hal-04239762

<https://hal.inrae.fr/hal-04239762>

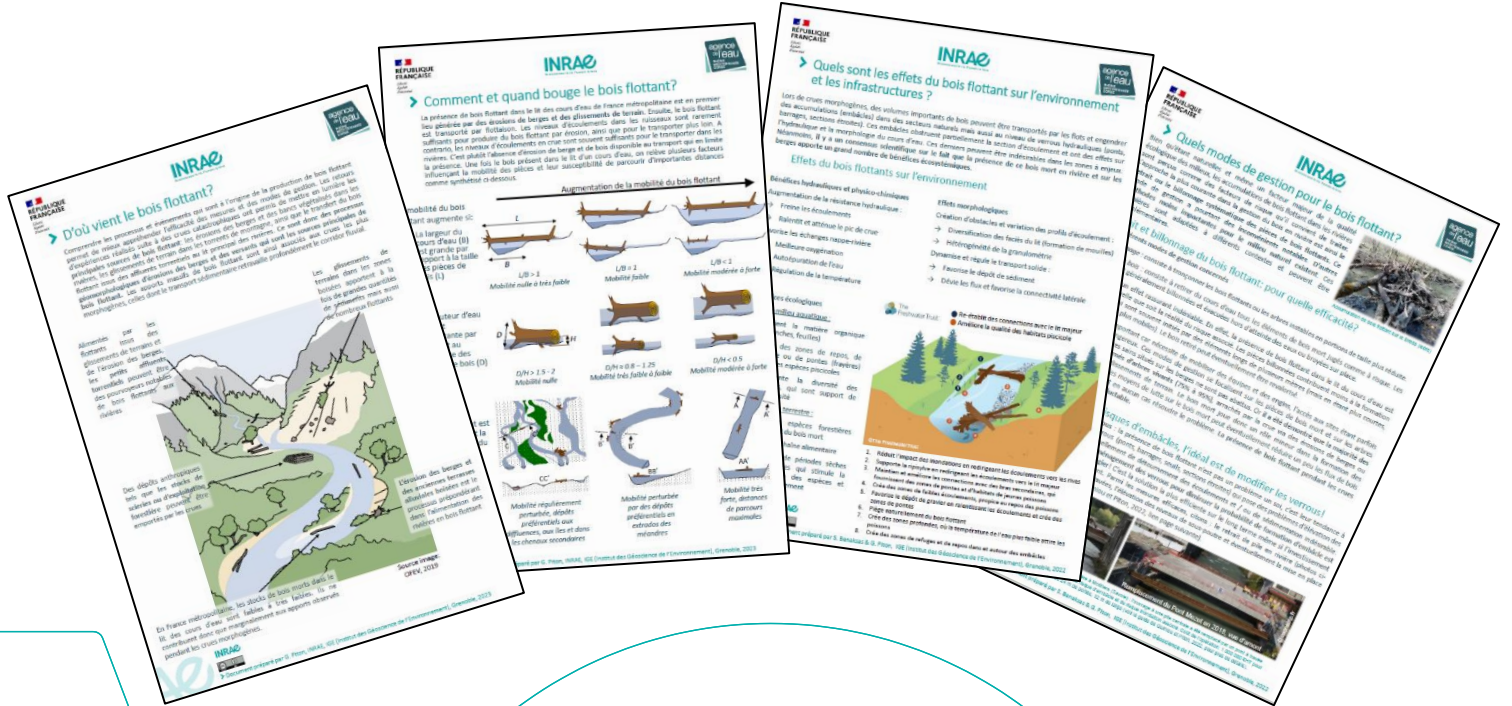
Submitted on 13 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



➤ **Action Embâcle : sources, risques et mesures associés.**
Outils et recommandations

Tâche 1: Notes grand public sur le bois flottant

Rapport Vo.1 - 13 octobre 2023

Guillaume PITON et Swann BENAKSAS

Accord cadre Agence de l'Eau Rhône – Méditerranée Corse / INRAE

Mieux communiquer sur le bois flottant

Lors des crues intenses, il arrive que les flots transportent du bois en plus des sédiments. Bien que ce phénomène soit tout à fait naturel et qu'il présente une multitude de bénéfices écosystémiques (Wohl et al., 2019), il peut dans certains cas accroître les risques associés aux crues. Le problème survient généralement lorsque des accumulations de bois (embâcles) se créent au niveau de verrous hydrauliques (ponts, ouvrages hydrauliques, sections étroites), pouvant engendrer des surcotes de la ligne d'eau ou des érosions.

Le bois flottant pendant les crues et plus généralement le bois mort en rivière est un sujet compliqué, tant par la complexité des processus qui le contrôlent et qu'il engendre que par la sensibilité du grand public et des élus à son égard. Des guides ont été produits récemment à l'intention des chargés d'études et ingénieurs (Quiniou & Piton, 2022) et des techniciens de rivières (Boyer et al., 2023). Ces documents sont sans doute utiles aux gestionnaires mais nous avons aussi constaté qu'il pourrait être utile de disposer de documents plus synthétiques et simples, à destination du grand public et des élus.

Les quatre documents fournis dans les pages suivantes ont été produits dans l'esprit de brochures de deux pages qui pourraient être utilisées sous forme de flyers ou d'affiches à des fins d'explication ou de communication. Ils abordent quatre sujets que nous avons jugés clés :

1. D'où vient le bois flottant ?
2. Comment et quand bouge le bois flottant ?
3. Quels sont les effets du bois flottant sur l'environnement et les infrastructures ?
4. Quels sont les modes de gestion du bois flottant ?

Ces brochures de deux pages peuvent être utilisées isolément ou en complémentarités. Elles sont diffusées librement sous licence Creative Common CC-BY 4.0.

Citation

Le présent document peut être cité de la façon suivante :

Guillaume Piton, Swann Benaksas. Action Embâcle : sources, risques et mesures associés. Outils et recommandations. Tâche 1: Notes grand public sur le bois flottant. IGE – Institut des Géosciences de l'Environnement. 2023, pp. 10. [hal-04239762](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04239762)

References

- BOYER M, POPOFF N, & PITON G. (2023). « La gestion de la végétation dans le cadre de la compétence GEMAPI - Guide technique » (p. 106). ARBE (Agence Régionale de la Biodiversité et de l'Environnement) de Provence-Alpes-Côte d'Azur.
- QUINIOU M, & PITON G. (2022). « Embâcles : concilier gestion des risques et qualité des milieux. Guide de diagnostic et de recommandations » (p. 135). Rapport de synthèse ISL Ingénierie - INRAE: MTE-DGPR, PLVG et de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne. Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03621373v1>
- WOHL E, SCOTT D N, & YOCHUM S E. (2019). « Managing for large wood and beaver dams in stream corridors » (No. RMRS-GTR-404) (p. 137). Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Consulté à l'adresse <https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/59331>

➤ D'où vient le bois flottant?

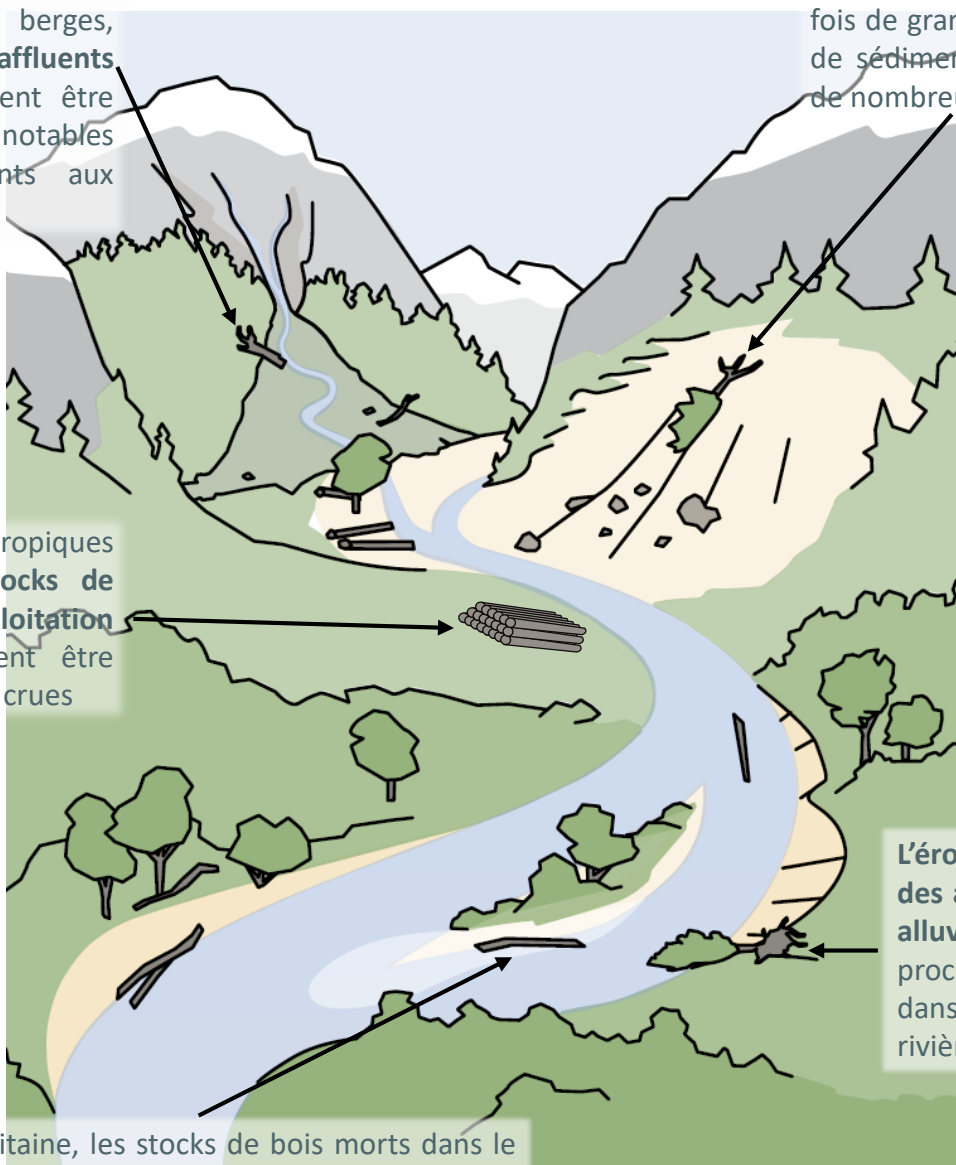
Comprendre les processus et événements qui sont à l'origine de la production de bois flottant permet de mieux appréhender l'efficacité des mesures et des modes de gestion. Les retours d'expériences réalisés suite à des crues catastrophiques ont permis de mettre en lumière **les principales sources de bois flottant**: les érosions des berges et des bancs végétalisés dans les rivières, les glissements de terrain dans les torrents de montagne, ainsi que le transfert du bois flottant issu des affluents torrentiels au lit principal des rivières. **Ce sont donc des processus géomorphologiques d'érosions des berges et des versants qui sont les sources principales de bois flottant.** Les apports massifs de bois flottant sont ainsi associés aux crues les plus morphogènes, celles dont le transport sédimentaire retravaille profondément le corridor fluvial.

Alimentés par les flottants issus des glissements de terrains et de l'érosion des berges, **les petits affluents torrentiels** peuvent être des pourvoyeurs notables de bois flottants aux rivières

Les **glissements de terrains** dans les zones boisées apportent à la fois de grandes quantités de sédiments mais aussi de nombreux flottants

Des dépôts anthropiques tels que **les stocks de scieries ou d'exploitation forestière** peuvent être emportés par les crues

L'érosion des berges et des anciennes terrasses alluviales boisées est le processus prépondérant dans l'alimentation des rivières en bois flottant

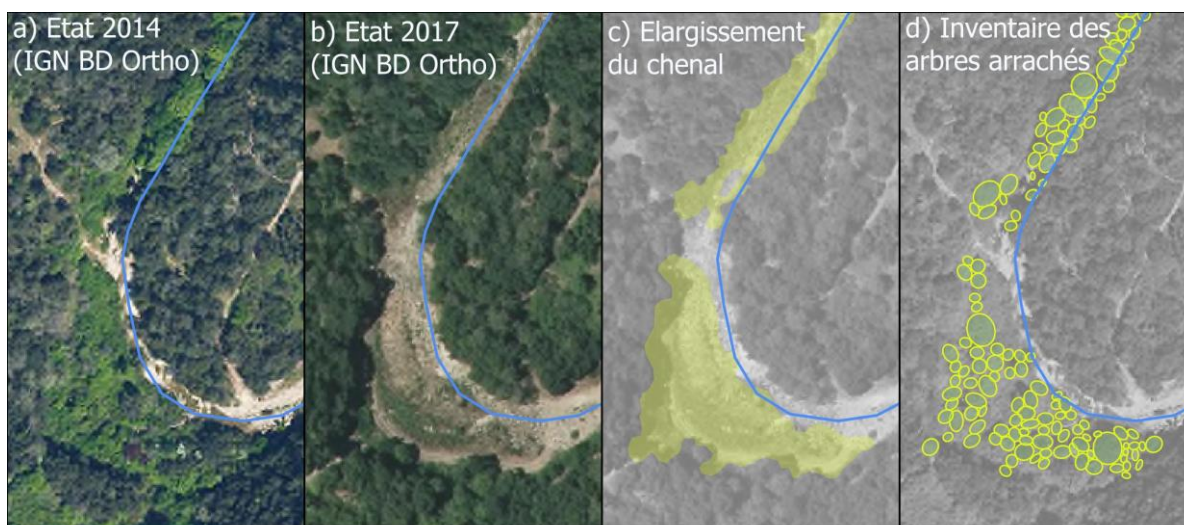


En France métropolitaine, les stocks de bois morts dans le lit des cours d'eau sont faibles à très faibles. Ils ne contribuent donc que marginalement aux apports observés pendant les crues morphogènes.

Source image:
OFEV, 2019

Origine principale du bois flottant: la dynamique morphologique naturelle

Les zones rivulaires, les anciennes terrasses alluviales et les bancs de sédiments sont des zones de croissance naturelle d'une végétation particulière, inféodées aux ripisylves des rivières. Sitôt que la pression anthropique diminue et que l'intensité des crues demeure faible, les corridors des rivières se végétalisent. Des érosions des berges et des bancs ont toutefois lieu à l'occasion des crues majeures, affouillant et emportant ainsi la végétation présente (figure ci-dessous). Les bandes actives des cours d'eau, en particulier dans l'arc Méditerranée et en montagne, changent ainsi de manière pseudo-cyclique, se rétractant progressivement sous l'effet de la colonisation progressive des bancs, puis s'élargissant soudainement sous l'effet des crues morphogènes qui se chargent de bois flottant. **Cette dynamique est naturelle.** La végétation y est adaptée. Il est illusoire de vouloir lutter contre ces cycles: les forces en jeu dans la croissance végétale et dans la puissance des crues sont indomptables comme nous le rappelle chaque crue extrême.



0 25 m — Axe du cours d'eau — Zone d'arrachement de la ripisylve — Arbre arraché

Exemple des effets d'une crue morphogène majeure sur la Valmasque à Biot (Alpes-Maritimes): la crue d'octobre 2015, de période de retour environ centennale, a érodé 3.7 ha de ripisylve sur 4.8 km de chenal **arrachant ainsi plus de 1200 arbres** qui ont été repérés sur les photos aériennes.

Période de retour des crues productrices de bois flottant

Les crues courantes transportent seulement le bois mort tombé ou abattu dans les zones inondées. La production de bois flottant est principalement contrôlée par l'occurrence d'érosions de berges extensives et par l'activation de glissements de terrains dans des zones boisées: ces processus sont en général observés seulement pour des crues de forte magnitude, typiquement pour des périodes de retour dépassant 30 – 50 ans, voire plus. Le transport massif de bois flottant est ainsi encore plus rarement observé que du transport sédimentaire. **On est ainsi généralement surpris par la quantité importante de bois flottant, mais rarement mobilisée, que peuvent produire les bassins versants.**

Le bois flottant : bois mort ou bois frais?

Contrairement à une croyance populaire très ancrée dans les esprits, **le bois mort déjà présent le lit des cours d'eau constitue seulement une fraction mineure du bois flottant générant des problèmes d'embâcle lors des crues.** La majorité des pièces de bois flottant transportées en crue et retrouvées au sein des embâcles (75% à 95% selon les études) correspondent ainsi à du bois frais issus d'arbres sains qui ont été affouillés et emportés par les flots. Lors de leur chute initiale et de leur transport, ces derniers se brisent et sont abimés, leur donnant un aspect détérioré qui prête à confusion. **Concentrer l'effort d'entretien sur le retrait du bois mort ne doit donc pas laisser penser qu'il n'y aura pas de bois flottant pendant les crues: il y aura toujours des arbres sains au bord des rivières et du bois flottant pendant les crues.**

Pour aller plus loin:

- OFEV, Bois flottant dans les cours d'eau, 2019 [Guide technique] [lien web](#)

- Quiniou et Piton, Embâcles: concilier gestion des risques et qualité des milieux. Guide de diagnostic et de recommandations, 2022 : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03621373>

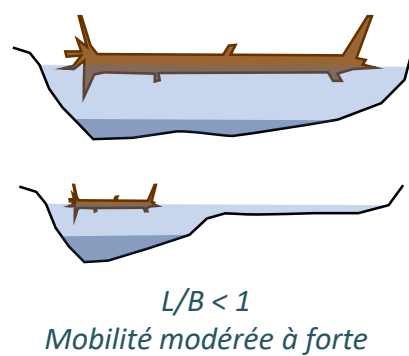
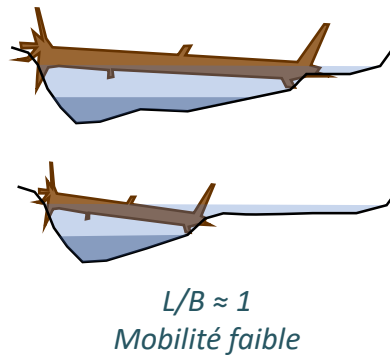
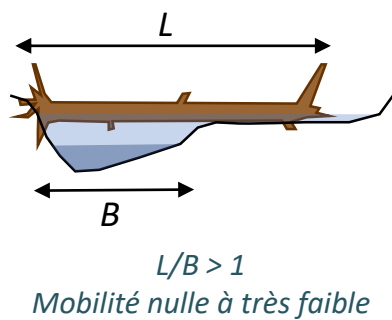
- Comiti F, Lucía A, Rickenmann D. 2016. Large wood recruitment and transport during large floods: A review. *Geomorphology* 269 : 23–39. DOI: [10.1016/j.geomorph.2016.06.016](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.06.016)

➤ Comment et quand bouge le bois flottant?

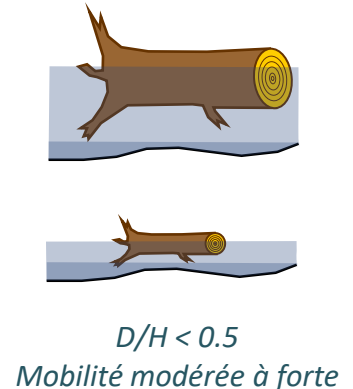
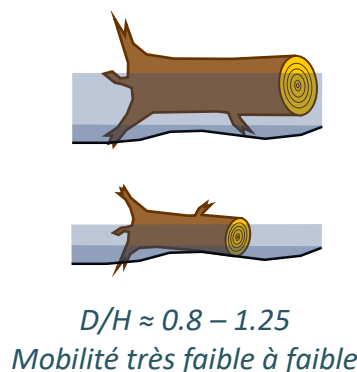
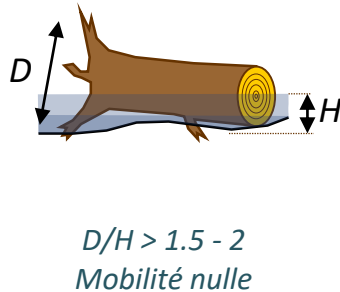
La présence de bois flottant dans le lit des cours d'eau de France métropolitaine est en premier lieu **générée par des érosions de berges et des glissements de terrain**. Ensuite, le bois flottant est transporté par flottaison. Les niveaux d'écoulements dans les ruisseaux sont rarement suffisants pour produire du bois flottant par érosion, ainsi que pour le transporter plus loin. A contrario, les niveaux d'écoulements en crue sont souvent suffisants pour le transporter dans les rivières. C'est plutôt l'absence d'érosion de berge et de bois disponible au transport qui en limite la présence. Une fois le bois présent dans le lit d'un cours d'eau, on relève plusieurs facteurs influençant la mobilité des pièces et leur susceptibilité de parcourir d'importantes distances comme synthétisé ci-dessous.

La mobilité du bois flottant augmente si:

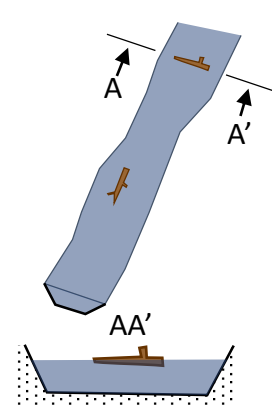
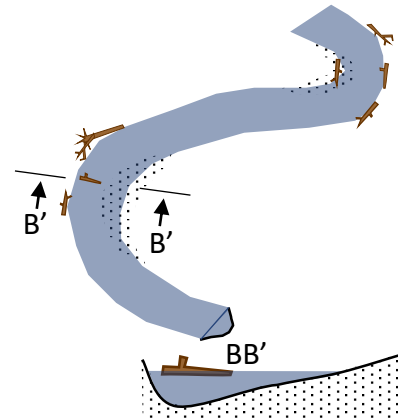
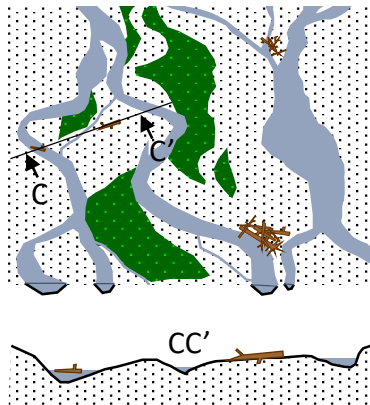
- La largeur du cours d'eau (B) est grande par rapport à la taille des pièces de bois (L)



- La hauteur d'eau (H) est importante par rapport au diamètre des pièces de bois (D)



- L'écoulement est homogène et la morphologie du chenal est uniforme

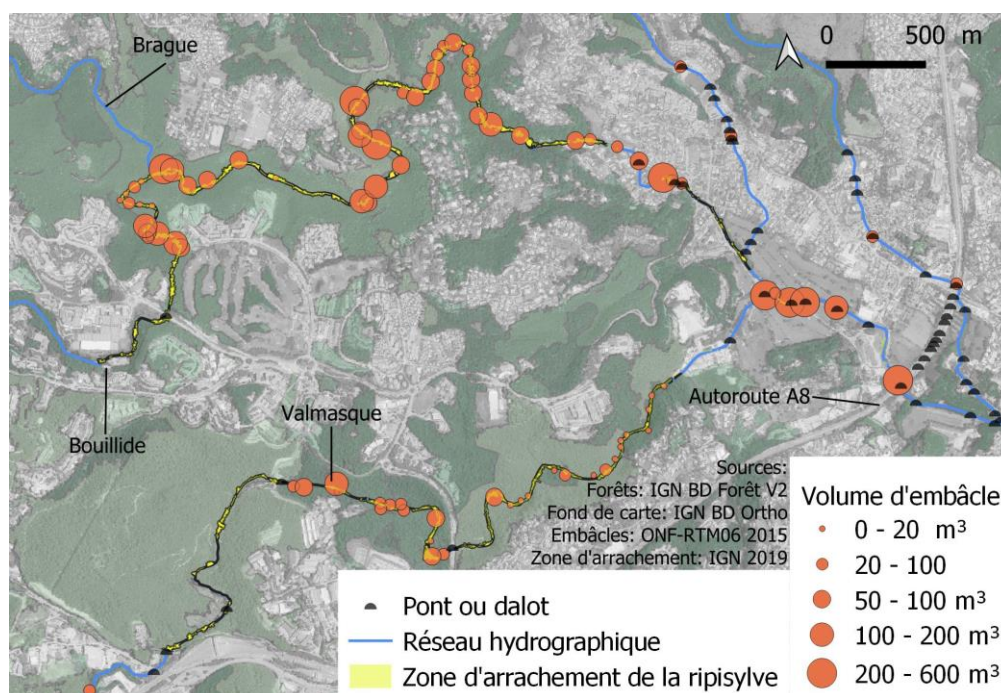


Le bois flottant est ainsi plus mobile dans les grandes rivières, en particulier celles qui sont chenalisées et rectifiées. Il l'est aussi d'autant plus que les débits et l'hydrologie sont forts, que les dimensions des pièces (longueur et diamètre) sont petites et que leur forme est simple (absence de branches et de racines). **Le billonnage des flottants en portions plus courtes rend ainsi les pièces de bois flottants plus mobiles et susceptibles de parcours de grandes distances.**

Les rivières connectées à un large espace de bon fonctionnement, présentant de nombreux méandres, coudes et tresses, pouvant inonder leur lit majeur et former des bancs, îles et morphologies complexes **régulent ainsi le transport de bois flottant en piégeant et dispersant ce dernier sur les zones de faible hauteur d'écoulement et de dépôt sédimentaire.**

Exemple de mobilité des flottants: la crue de 2015 sur la Brague (06)

Les mesures de la mobilité des bois flottant pendant les crues sont très rares. On dispose en général au mieux de quelques photos des embâcles prises avant qu'elles soient retirées. Suite à la crue sensiblement centennale d'octobre 2015 sur la Brague à Biot (Alpes-Maritimes), un relevé de terrain exhaustif des localisations et volumes d'embâcles a été réalisé par l'ONF-RTM (carte ci-dessous) totalisant plus de 8500 m³ d'embâcles. **Ce type de relevé permet de mener des analyses très instructives sur la mobilité des flottants et ainsi d'adapter la gestion du risque.** Un travail de photo-interprétation a permis de localiser les zones d'arrachement de la végétation et d'identifier **environ 3000 arbres arrachés** sur 5 à 6 km sur la Valmasque (3.6 ha arrachés) et la Bouillide se jetant dans la Brague (5.9 ha arrachés). Ces arbres sont quasiment tous issus des gorges boisées situées en amont de la basse vallée, où ils ont été arrachés par affouillement des berges. **Toutefois, les deux tiers des volumes arrachés sont restés dans les gorges, en général piégés par des arbres matures ayant survécu à la crue.** Cette régulation naturelle a en effet été notablement plus efficace sur la Brague où une ripisylve était plus mature, que sur la Valmasque où les arbres étaient plus jeunes et ont plus largement embâclé les ponts de la basse vallée. Une ripisylve saine et mature a ainsi un meilleur potentiel de piégeage et de régulation des flottants qu'une végétation plus pionnière. **Les distances de transport types des flottants ont par ailleurs été de l'ordre de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres.**



Localisation des zones d'arrachement et de dépôt des flottants sur la Brague à Biot (crue de 2015)

➤ Quels sont les effets du bois flottant sur l'environnement et les infrastructures ?

Lors de crues morphogènes, des volumes importants de bois peuvent être transportés par les flots et engendrer des accumulations (embâcles) dans des secteurs naturels mais aussi au niveau de verrous hydrauliques (ponts, barrages, sections étroites). Ces embâcles obstruent partiellement la section d'écoulement et ont des effets sur l'hydraulique et la morphologie du cours d'eau. Ces derniers peuvent être indésirables dans les zones à enjeux. Néanmoins, **il y a un consensus scientifique sur le fait que la présence de ce bois mort en rivière et sur les berges apporte un grand nombre de bénéfices écosystémiques.**

Effets du bois flottants sur l'environnement

Bénéfices hydrauliques et physico-chimiques

Augmentation de la résistance hydraulique :

- Freine les écoulements
- Ralentit et atténue le pic de crue

Favorise les échanges nappe-rivière

- Meilleure oxygénation
- Autoépuration de l'eau
- Régulation de la température

Effets morphologiques

Création d'obstacles et variation des profils d'écoulement :

- Diversification des faciès du lit (formation de mouilles)
- Hétérogénéité de la granulométrie

Dynamise et régule le transport solide :

- Favorise le dépôt de sédiment
- Dévie les flux et favorise la connectivité latérale

Bénéfices écologiques

Dans le milieu aquatique :

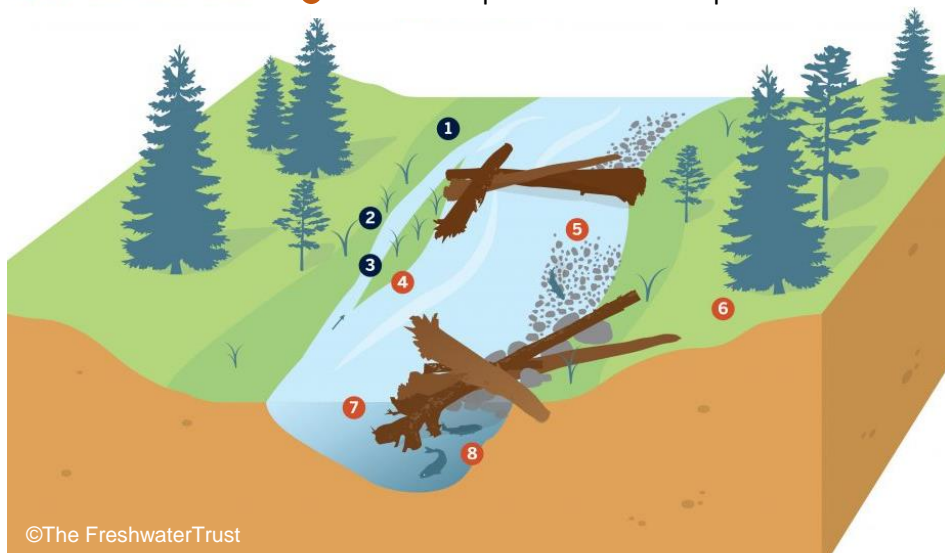
- Retient la matière organique (branches, feuilles)
- Crée des zones de repos, de refuge ou de pontes (frayères) pour les espèces piscicoles
- Augmente la diversité des habitats, qui sont support de biodiversité

Dans le milieu terrestre :

- 25% des espèces forestières dépendent du bois mort
- Base de la chaîne alimentaire
- Alternance de périodes sèches et immergées qui stimule la diversification des espèces et leur développement



- Re-établit des connections avec le lit majeur
- Améliore la qualité des habitats piscicole

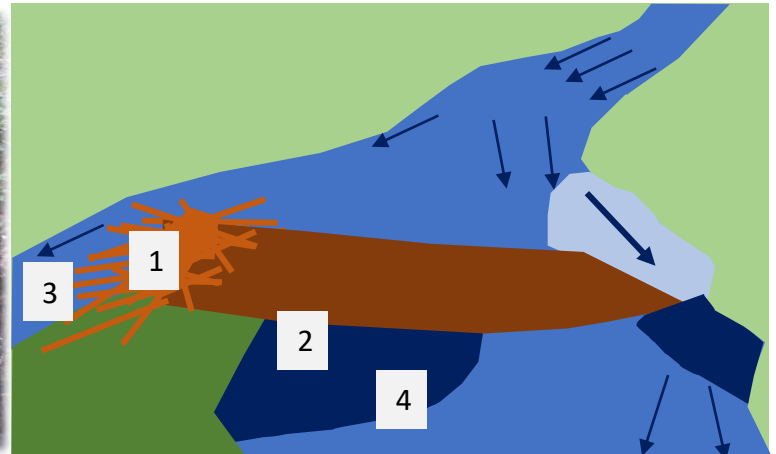


©The FreshwaterTrust

1. Réduit l'impact des inondations en redirigeant les écoulements vers les rives
2. Supporte la ripisylve en redirigeant les écoulements vers le lit majeur
3. Maintien et améliore les connections avec des bras secondaires, qui fournissent des zones de pontes et d'habitats de jeunes poissons
4. Crée des zones de faibles écoulements, propice au repos des poissons
5. Favorise le dépôt de gravier en ralentissant les écoulements et crée des zones de pontes
6. Piège naturellement du bois flottant
7. Crée des zones profondes, où la température de l'eau plus faible attire les poissons
8. Crée des zones de refuges et de repos dans et autour des embâcles



Exemple d'habitats créés par un bois flottant et schéma associé (Ruisseau du Lagamas, Hérault)



- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|--|
| 1 | Zone d'alimentation des invertébrés | 3 | Habitat des jeunes poissons |
| 2 | Zone de refuge | 4 | Zone d'alimentation des poissons (adultes) |

Effets du bois flottants sur les infrastructures

Impacts pour les infrastructures

Obstruction du lit mineur ou d'ouvrage (pont, barrage) :

- Rehausse des niveaux d'écoulement en crue
- Endommagement des ouvrages obstrués

Déviation des écoulements :

- Vers des zones à enjeux
- Vers des berges vulnérables, créant des érosions qui peuvent déstabiliser des infrastructures

Souvent, **le problème vient des ouvrages sous-dimensionnés** dont la conception ne prend pas en compte le transport du bois flottants lors des crues



Pont sur la Brague, 2015 ©Forces06



Écoulement dévié autour d'une habitation

Arbres tombés pendant la crue

Habitation sur le Bastan © Sécurité Civile



Barrage sur le Bréda, 2005 ©S.Gominet

Pour aller plus loin :

-FreshWaterLife, Managing Woody Debris, 2006 : https://www.therrc.co.uk/MOT/References/WT_Managing_woody_debris.pdf

-Quiniou et Piton, Embâcles: concilier gestion des risques et qualité des milieux. Guide de diagnostic et de recommandations, 2022 : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03621373>

➤ Quels modes de gestion pour le bois flottant?

Bien qu'étant naturelles et même un facteur majeur de la qualité écologique des milieux, les accumulations de bois flottant dans les rivières sont perçus comme des facteurs de risque qu'il convient de traiter. L'approche la plus courante dans la gestion du bois en rivière est ainsi le **retrait ou le billonnage systématique des pièces de bois flottants**. Ce mode de gestion a pourtant **des inconvénients notables**. **D'autres méthodes moins impactantes pour le milieu naturel existent**. Ces dernières sont adaptées à différents contextes et peuvent être complémentaires.



Accumulation de bois flottant sur le Bréda (Isère)

Retrait et billonnage du bois flottant: pour quelle efficacité?

Les différents modes de gestion concernés

Le billonnage : consiste à tronçonner les bois flottants ou les arbres instables en portions de taille plus réduite.

Retrait du bois : consiste à retirer du cours d'eau tous les éléments de bois mort jugés comme à risque. Les pièces sont généralement billonnées et évacuées hors d'atteinte des eaux ou broyées sur place.

Intérêts : a un effet rassurant indéniable. En effet, la présence de bois flottant dans le lit du cours d'eau est anxiogène quelle que soit la réalité du risque associé. Les pièces billonnées contribuent moins à la formation d'embâcles qui sont souvent initiés par des éléments longs de plusieurs mètres (mais en étant plus courtes, elles sont aussi plus mobiles). Le bois retiré peut éventuellement être revalorisé.

Limites : coût important car nécessite de mobiliser des équipes et des engins, l'accès aux sites étant parfois difficile et/ou dangereux. Ces modes de gestion se focalisent sur les pièces de bois mort et sur les arbres instables: les arbres sains situés sur les berges ne sont pas abattus. Or **il a été démontré que la majorité des embâcles sont formés d'arbres vivants (75% à 95%)**, arrachés par la crue via des érosions de berges ou apportés par des glissements de terrain. Le bois mort joue donc un rôle mineur dans la formation des embâcles. Focaliser les moyens de lutte sur le bois mort peut éventuellement réduire un peu les flux de bois flottant, mais ne peut en aucun cas résoudre le problème. **La présence de bois flottant pendant les crues majeures est donc inéluctable.**

Pour écarter les risques d'embâcles, l'idéal est de modifier les verrous!

L'aménagement des verrous : la présence de bois flottant n'est pas un problème en soi, c'est leur tendance à s'accumuler contre des verrous (ponts, barrages, seuils, sections étroites) qui pose des problèmes d'élévation des niveaux de crues et éventuellement de détournement des écoulements et / ou de sédimentation indésirable. Quand cela est possible, **l'aménagement des verrous pour diminuer la probabilité de formation d'embâcle est LE mode de gestion à privilégier!** C'est la solution la plus efficace sur le long terme même si l'investissement initial peut paraître conséquent. Parmi les mesures efficaces, citons : le retrait de pile en rivière (photos ci-dessous), l'élargissement des travées, l'élévation des niveaux de sous-poutre et éventuellement la mise en place de déflecteurs (voir le guide Quiniou et Piton, 2022, lien page suivante).



Pont Mezet en 2010, vue d'aval



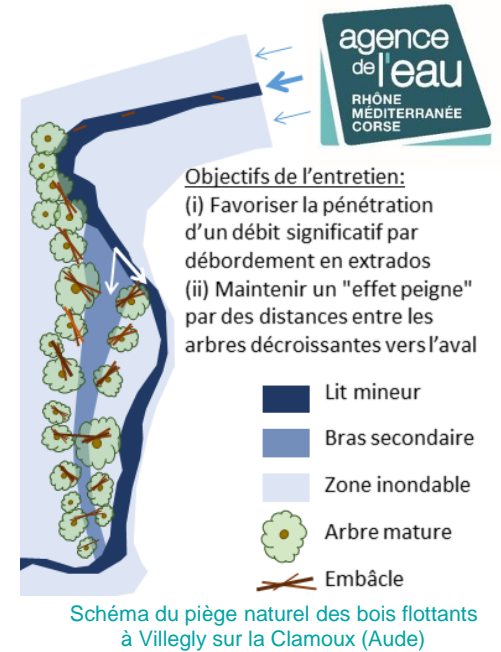
Remplacement du Pont Mezet en 2018, vue d'amont

Pont Mezet sur l'Isère à Moûtiers (Savoie) : l'ouvrage à une pile centrale a été remplacé par un pont à travée unique à cause du risque d'embâcle et du risque inondation associé. Coût de l'opération: 1 000 000 €HT pour ce pont de 24 m de portée, 12 m de large (voir le guide de Quiniou et Piton, 2022, pour plus de détails).

Régulation naturelle et piégeage artificiel

La régulation naturelle : les inventaires de terrain montrent que les secteurs naturels et sauvages des rivières stockent d'importantes quantités de bois flottant. Les ripisylves sont donc à la fois les sources des embâcles mais aussi le premier piège pour ces derniers.

Le dépôt naturel de bois flottant peut être favorisé en développant un large espace de bon fonctionnement ou en restaurant les fonctionnalités géomorphologiques du cours d'eau. Des dépôts préférentiels sont observés sur les bancs de sédiments ou contre la végétation rivulaire. Un entretien sélectif des arbres peut augmenter cette capacité de piégeage naturel, par exemple au niveau de l'extrados des méandres (schéma ci-contre).



Les pièges à flottants : sur les sites où l'adaptation des verrous n'est pas possible ou serait insuffisante, il peut être décidé de piéger les flottants dans un ouvrage dédié. Ces ouvrages peuvent être de nature variée (filet métallique, râtelier constitué de pieux comme sur la photo ci-dessous, barrage à pertuis ou à grille). Ils ont pour vocation de bloquer les flottants sur un site où la rehausse de la ligne d'eau et la sédimentation associée n'induit pas de conséquences néfastes. Ce mode de gestion devrait être accompagné d'une non intervention dans le secteur situé en amont et doit être associé à un entretien du secteur aval entre les verrous et le piège.



Râtelier à flottants situés sur la Béoix, affluent du Petit Buëch (Hautes-Alpes)

Modes de gestion alternatifs du bois flottants

La non intervention : il n'y a pas d'intérêt général à intervenir sur les secteurs dépourvus de verrous, équipés d'ouvrages transparents au passage des flottants ou situés suffisamment en amont pour les risques associés au bois flottant soit mineur. Dans les secteurs intermédiaires, un suivi occasionnel des éventuelles accumulations de gros volume pouvant émerger permet de s'assurer qu'elles ne dégènerent pas (formation d'accumulation d'eau volumineuse et risque de débâcle).

La stabilisation : consiste à fixer ou ancrer du bois flottant déjà présent dans le cours d'eau, notamment via des pieux, dans le but de maintenir les habitats créés tout en évitant que le bois soit transporté vers des enjeux à l'aval.

La réintroduction : très utilisé aux USA, ce type d'opération consiste à introduire du bois mort qui n'était initialement pas présent dans le cours d'eau dans le but de diversifier ses faciès et de créer des habitats pour la faune et la flore aquatique et terrestre. Les pièces peuvent être fixées pour assurer leur stabilité.



Réintroduction de bois fixé par des pieux sur l'Emme (Suisse)
© M. Mende tiré de Neuhaus & Mende (2021). *Water* 2021, 13(18)2520 <https://doi.org/10.3390/w13182520>



Centre Lyon-Grenoble - Auvergne-Rhône-Alpes
2 rue de la Papeterie BP 76,
38 402 St-Martin-d'Hères - France

Rejoignez-nous sur :



<https://www.inrae.fr/centres/lyon-grenoble-auvergne-rhone-alpes>

