

## Fiche technique – LE BOIS (*low-tech*)

Les interventions visées par la présente fiche technique sont celles impliquant l'utilisation du bois pour restaurer les processus dynamiques et la connectivité riveraine à moindres coûts (approches *low-tech*).

### Contexte

#### Un déficit structurel

Beaucoup de cours d'eau au Québec sont drastiquement simplifiés : droits, creux, symétriques et exempts d'obstructions. Ils ont été – et continuent d'être – vidés de leurs débris ligneux de grande taille et/ou privés de leurs sources de recrutement en bois (retrait de la végétation arborée en bande riveraine par exemple). Dans ces cours d'eau réduits à des canaux d'évacuation, l'eau et les sédiments sont évacués rapidement, sans interagir avec l'espace riverain (figure 1a).

Ce déficit structurel est entretenu notamment par le retrait du bois mort. Le bois est particulièrement craint pour le risque d'entrave à l'écoulement qu'il représente, son effet sur le drainage et le risque d'inondations. Le gestionnaire des cours d'eau d'une MRC a d'ailleurs l'obligation légale d'intervenir dans le cas d'une obstruction au libre écoulement de l'eau portée à son attention. (LCM ; art. 105). L'utilisation du bois mort est évidemment inappropriée en présence d'enjeux pour la sécurité des biens et des personnes<sup>1</sup>.



Figure 1. Photographies de 2 tronçons adjacents de la rivière Fourchette sans bois (a) et avec bois recruté naturellement (b) dans le chenal<sup>2</sup>

<sup>1</sup> (Boivin et al., 2019)

<sup>2</sup> (Pouliot et al., s. d.)

## Le bois : pas une finalité, mais un outil

L'utilisation du bois mort vise à pallier le déficit structurel dans les cours d'eau. L'intention consiste à renouveler la complexité des cours d'eau simplifiés et à en restaurer les processus dynamiques capables de l'entretenir avec le temps. La présence de bois dans le cours d'eau n'est pas en soi la finalité. Il sert momentanément de point d'ancrage, forçant l'eau et les sédiments à freiner leur descente, à édifier des morphologies complexes et à réactiver certains processus, tels que l'érosion et la sédimentation ainsi que la connectivité avec les espaces riverains (figure 1 b).

De ce fait, l'ajout de bois accélère la restauration passive (figure 2). La déportation latérale de l'écoulement par le bois favorise l'érosion latérale et accélère ainsi l'élargissement du chenal, augmentant par le fait même l'apport sédimentaire au cours d'eau. Parallèlement, le bois favorise la rétention sédimentaire le long du chenal. La combinaison de l'augmentation de l'apport et de la rétention sédimentaire fait tendre vers un bilan sédimentaire positif favorisant le rehaussement du lit.

Les structures en bois installées sont elles-mêmes appelées à évoluer et à se déconstruire. Il s'agit d'un traitement temporaire : une fois réparé, le cours d'eau devient apte à maintenir par lui-même son bon fonctionnement. Le bois est donc un outil servant momentanément à accélérer la restauration des cours d'eau. Il donne la capacité aux cours d'eau de se restaurer par eux-mêmes et à leur façon– *letting the system do the work*.

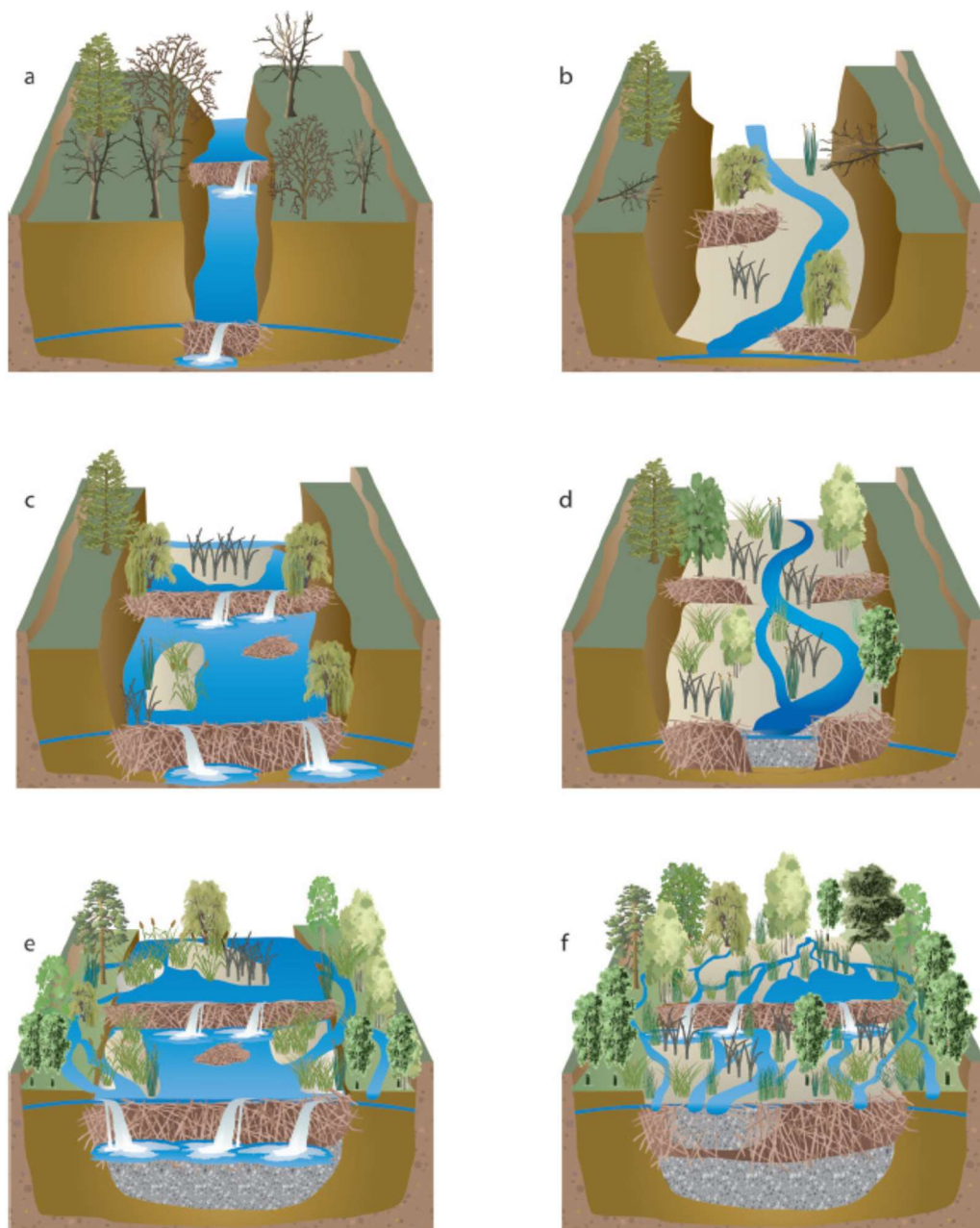


Figure 2. Séquence temporelle des effets attendus sur le temps long des barrages de castor et de leurs analogues sur l'évolution morphologique des cours d'eau incisés dans un scénario de retour à l'état de référence ; les effets du bois mort, ancré ou non, sont très similaires<sup>3</sup>.

Vous avez dit *low-tech* ?

<sup>3</sup> (Pollock et al., 2014)

Cette approche est dite *low-tech* (technologie légère ou basse technologie, en français) parce qu'elle vise sciemment à utiliser des matériaux simples, recyclés localement, peu coûteux et faciles à implanter sur le terrain à de vastes échelles spatiales. Elle optimise ainsi le rapport efficacité/coût des interventions, ce qui permet d'aspirer à des gains écologiques significatifs et durables à l'échelle du territoire.

Aussi, l'utilisation du bois délègue en pratique au cours d'eau la tâche de conception et de mise en œuvre des travaux au sens où le détail des configurations morphologiques à construire n'est pas exactement connu. Aucun besoin de modéliser les impacts prévus, aucun besoin de plans et devis scellés par un ingénieur, le cours d'eau s'en occupe.

Le *low-tech* se positionne ainsi comme un outil hautement efficace et à grand déploiement potentiel.

## Description

### Recharge de bois

Il s'agit de la technique la plus simple et la moins coûteuse, car elle n'implique rien de plus que la disposition de débris ligneux de grande taille dans le chenal d'écoulement. Elle vise explicitement à compenser le déficit en bois. Lorsque la bande riveraine est exempte d'espèces arborées, la plantation d'arbres constitue une sorte de recharge indirecte en assurant le recrutement naturel futur. La plantation devrait donc toujours accompagner les projets de technologies légères utilisant le bois afin d'aspirer au bon fonctionnement autonome du milieu sur le temps long.<sup>4</sup> (Biron, 2017).

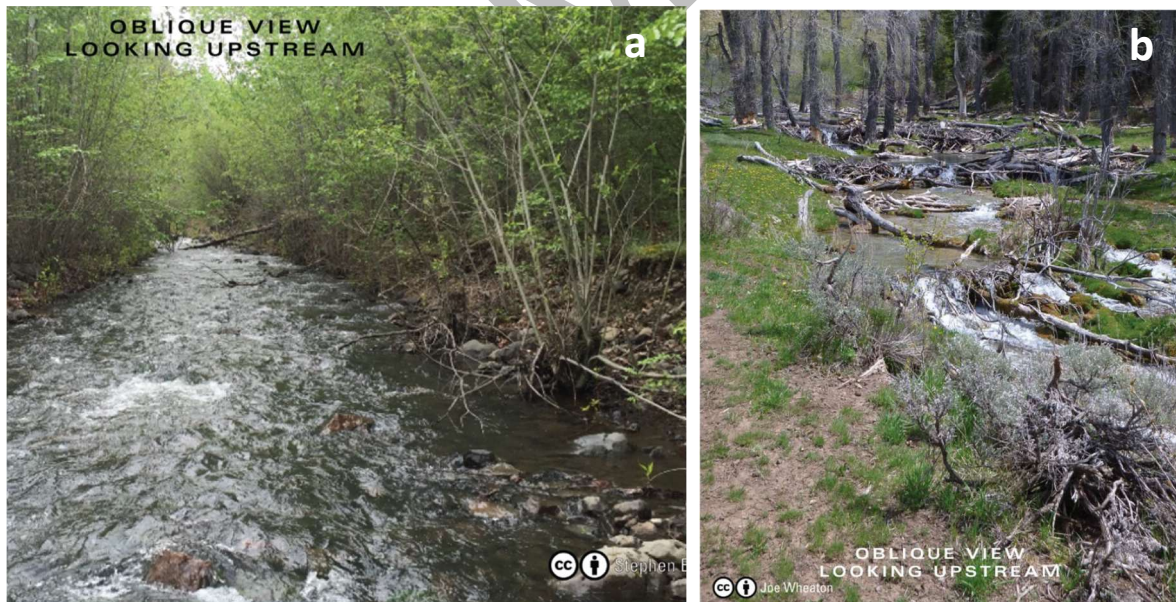


Figure 3. Exemples de cours d'eau présentant un déficit structurel (a) ou dont la complexité morphologique a été forcée structurellement par le bois (b)<sup>5</sup>

<sup>4</sup> (Biron, 2017)

<sup>5</sup> (Wheaton et al., 2019)

## Bois ancré

Cette technique consiste à consolider des débris ligneux de grande taille à l'aide de poteaux de bois ancrés dans le lit du cours d'eau pour constituer une structure ayant un potentiel de mobilité réduit. L'un des avantages de cette stratégie est qu'elle favorise le maintien en place du bois lors des débits élevés. La résistance accrue des structures de bois ancré favorise la construction de formes à ce moment critique et contribue ainsi à accélérer les processus qui permettent l'obtention de gains écologiques par la diversification des formes. L'ancrage du bois constitue également un atout dans les contextes où la mobilité potentielle du bois constitue un enjeu pour les infrastructures (et particulièrement les pontceaux) en aval. En fonction du contexte et des objectifs du projet, différentes dispositions du bois ancré peuvent être utilisées<sup>6</sup> – voir figure 4.



Figure 4. Impact du bois mort ancré sur les cours d'eau présentant un déficit structurel, après 1 an<sup>7</sup>

<sup>6</sup> (Wheaton et al., 2019)

<sup>7</sup> Idem

En berge, le bois ancré force la convergence de l'écoulement et la déportation vers la berge opposée, ce qui accélère l'érosion, l'élargissement du chenal en plus de favoriser la création d'une fosse en aval<sup>8</sup> – voir figure 5.

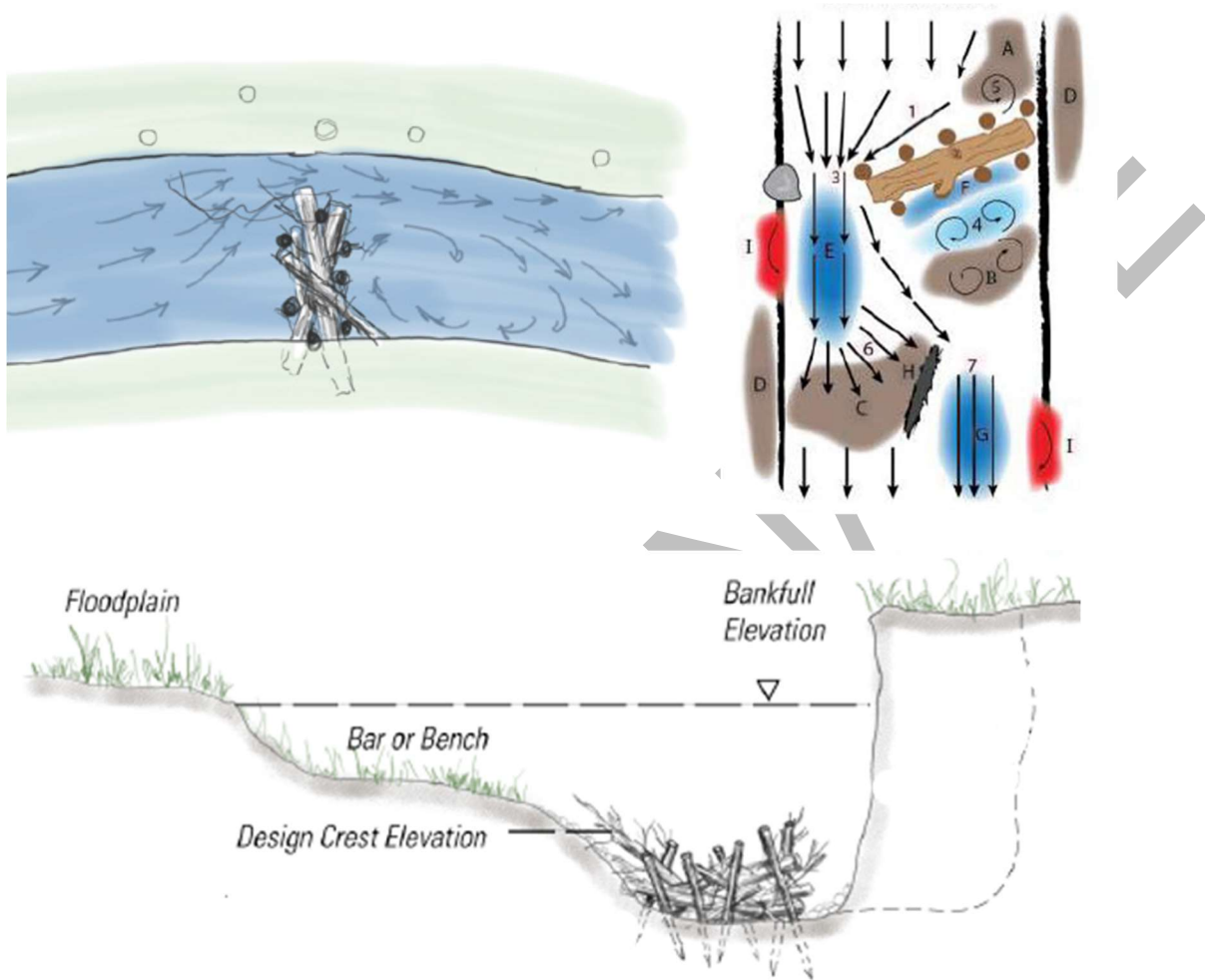


Figure 5. Croquis d'une structure de bois ancré en berge ainsi que son impact sur les processus ; ; rouge : érosion latérale, bleu : formation de fosse, gris : accumulation<sup>9</sup>

<sup>8</sup> (Wheaton et al., 2019)

<sup>9</sup> Idem

Au centre du chenal, le bois ancré force la divergence de l'écoulement (figure 6). Cette disposition peut être combinée à une recharge de bois non ancré en amont, le bois ancré au centre du chenal permettant l'interception du bois potentiellement mobilisé comme stratégie de rétention du bois et de mitigation des risques pour les infrastructures en aval<sup>10</sup>.

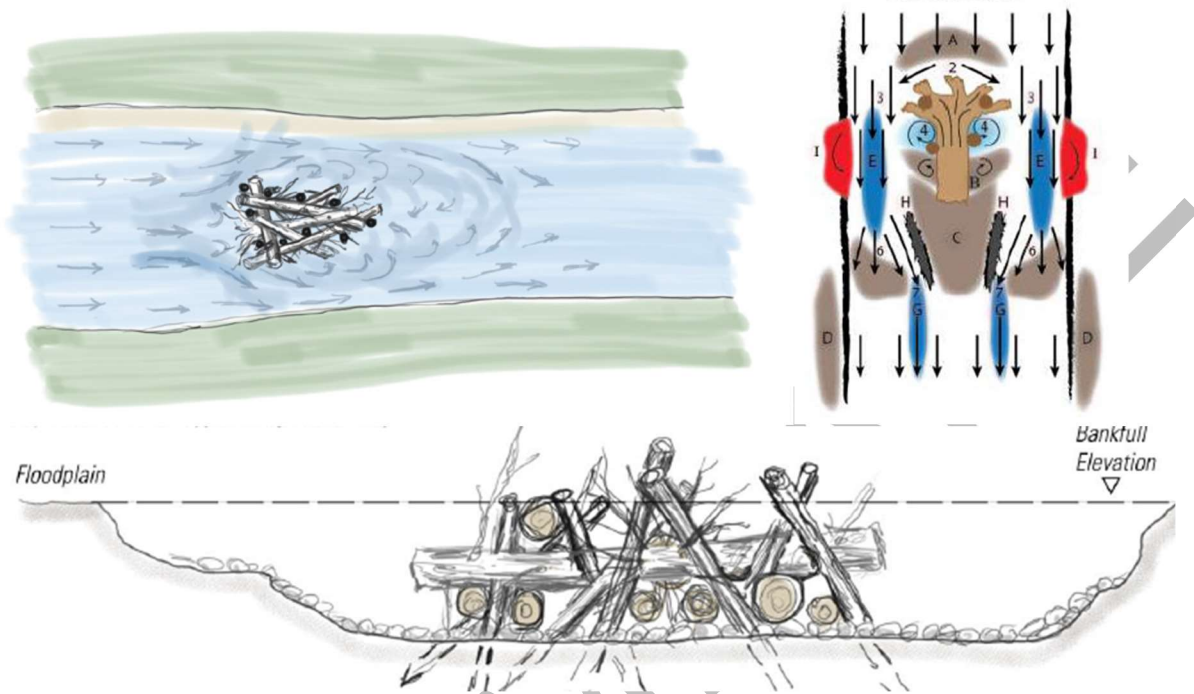


Figure 6. Croquis d'une structure de bois ancré au centre du chenal ainsi que son effet sur les processus ; rouge : érosion latérale, bleu : formation de fosse, gris : accumulation<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Idem

<sup>11</sup> (Wheaton et al., 2019)

Disposé de manière transversale (i.e. couvrant l'entièreté de la largeur du chenal), le bois ancré produit un effet de seuil(s) qui dissipe énormément d'énergie et favorise la création d'une fosse en aval<sup>12</sup> – voir figure 7.

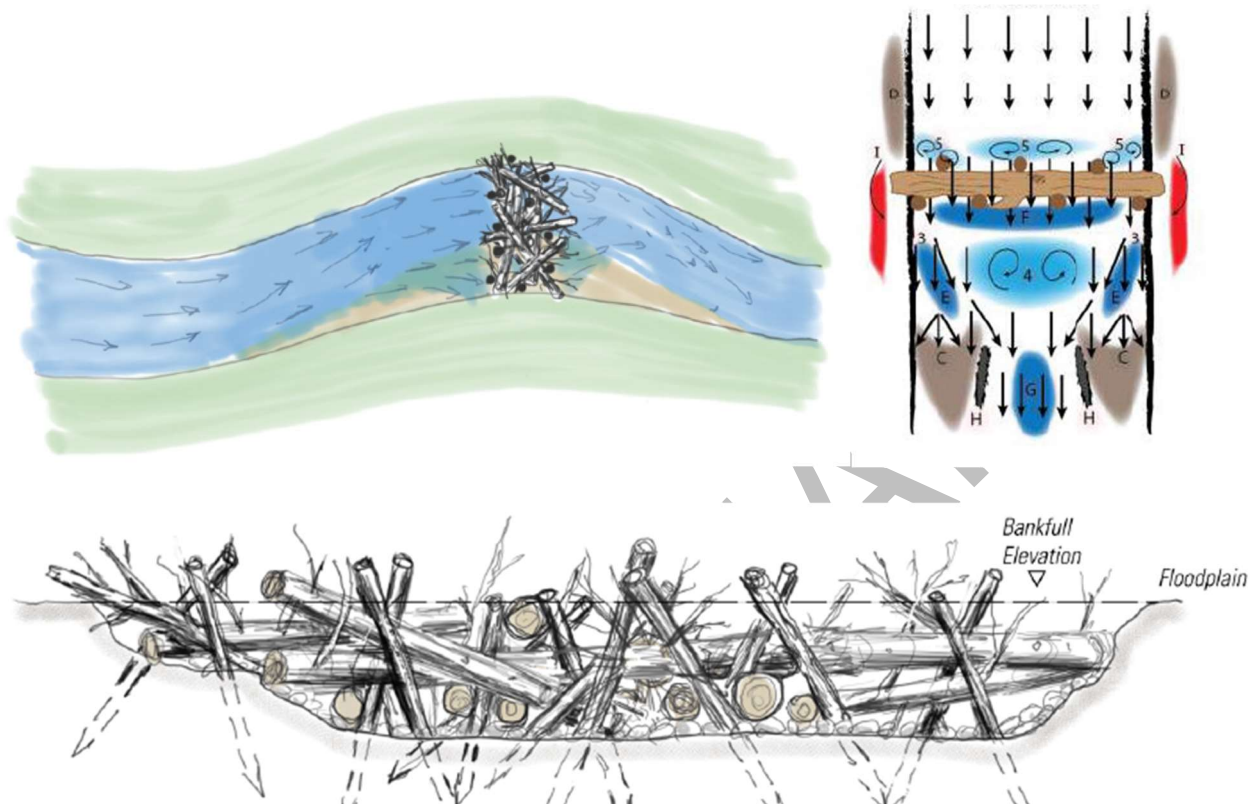


Figure 7. Croquis d'une structure de bois ancré disposé de manière transversale sur toute la largeur du chenal ; rouge : érosion latérale, bleu : formation de fosse, gris : accumulation<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Idem

<sup>13</sup> (Wheaton et al., 2019)



## Analogues de barrage de castor (ABC)

Cette technique se veut une reproduction des barrages que les castors construisent. Contrairement au bois ancré disposé de manière transversale, les ABC comprennent des débris ligneux de grande et petite taille en plus de voir l'espace interstitiel entre les débris les composant comblé de matériel organique et inorganique plutôt imperméable (voir figure 8). Ils peuvent également être renforcés à l'aide de poteaux de bois afin d'augmenter leur résistance (voir figure 9). Comme les barrages de castor, les ABC sont des structures poreuses qui ont un effet de rétention de l'eau et celle-ci transite donc lentement en s'infiltrant à travers le barrage et le lit du cours d'eau. Les ABC sont des structures qui sont particulièrement efficaces du point de vue de la rétention sédimentaire, ce qui signifie qu'elles constituent une option de premier choix pour accélérer l'aggradation du lit et favoriser la reconnexion avec la plaine inondable<sup>14</sup> – voir figure 10.

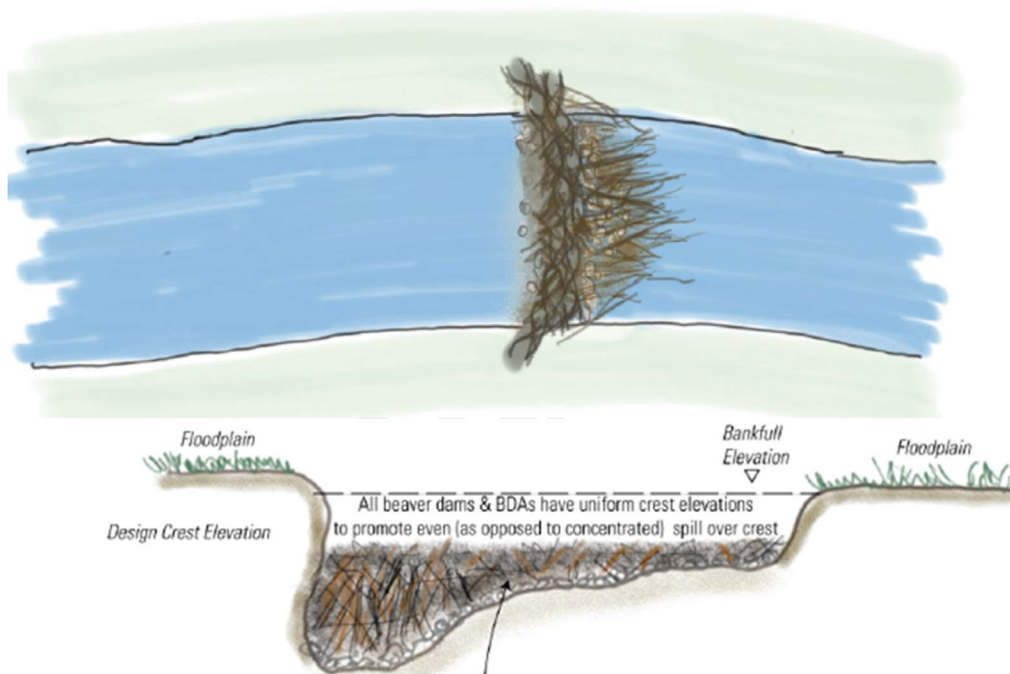


Figure 8. Croquis d'un analogue de barrage de castor<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Idem

<sup>15</sup> (Wheaton et al., 2019)

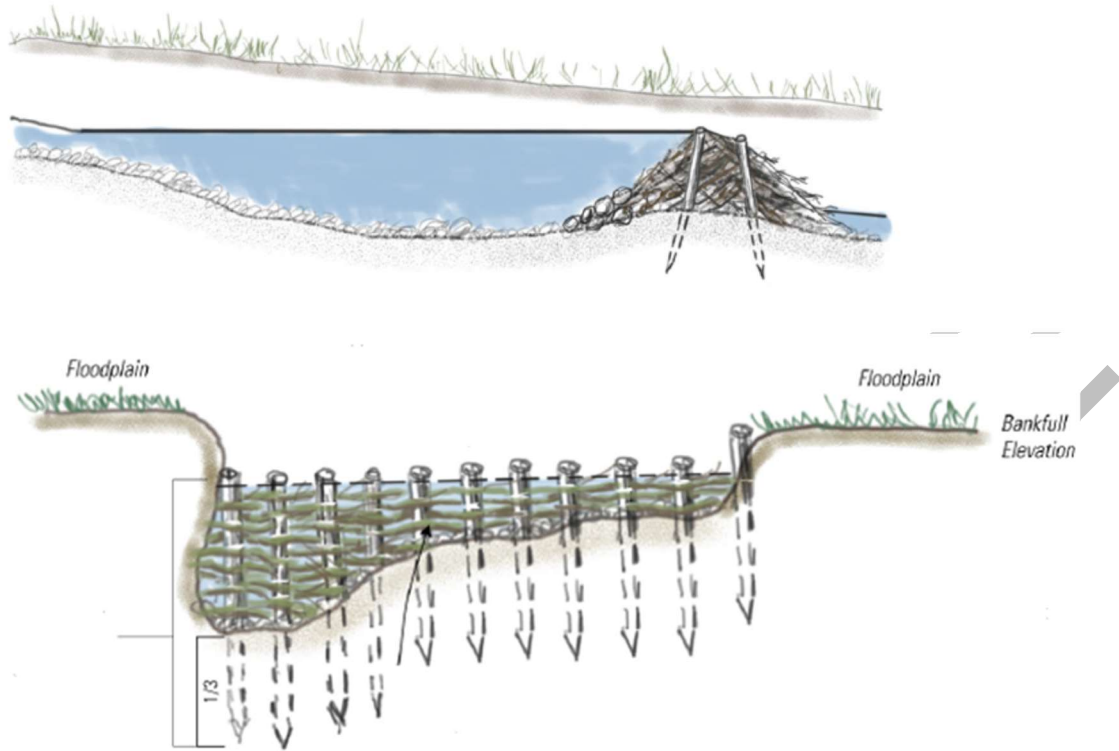


Figure 9. Croquis d'un analogue de barrage de castor ancré à l'aide de poteaux de bois<sup>16</sup>

<sup>16</sup> (Wheaton et al., 2019)

## Réintroduction du castor

Cette approche consiste en la réintroduction du castor au site de restauration afin que celui-ci œuvre à la restauration du cours d'eau selon les mêmes principes que les ABC. La réintroduction du castor est d'ailleurs souvent utilisée de manière complémentaire à la mise en place d'ABC, car les ABC permettent d'augmenter la viabilité de l'habitat au site de réintroduction du castor qui prend la relève en entretenant, réparant et construisant des structures sans que l'intervention humaine ne soit nécessaire. La relative faible occurrence de *Castor canadensis* – les populations contemporaines sont estimées à 1,5 -20% des populations précoloniales – contribue d'ailleurs au déficit structurel en privant beaucoup de cours d'eau d'un agent biogéomorphologique majeur effectif sur le recrutement et la structuration du bois<sup>17</sup>. La présence du castor constitue un atout supplémentaire par rapport aux autres techniques puisque celle-ci permet un renouvellement continu des structures, ce qui contribue d'autant plus à l'accélération des processus associés.

Même en l'absence d'une stratégie de réintroduction établie, un projet de restauration basée sur les ABC peut espérer ou planifier une recolonisation du milieu par le castor dans le cas où au moins une population viable est présente à proximité et qu'un corridor de déplacement réaliste existe. Lorsque possible, la recolonisation est préférable à la réintroduction, considérant tous les enjeux technico-administratifs associés aux interventions fauniques impliquées dans le processus de réintroduction. Ces enjeux dépassent le cadre du présent guide, mais doivent impérativement être considérés, et ce, autant aux stades de réalisation que de planification<sup>18</sup>.

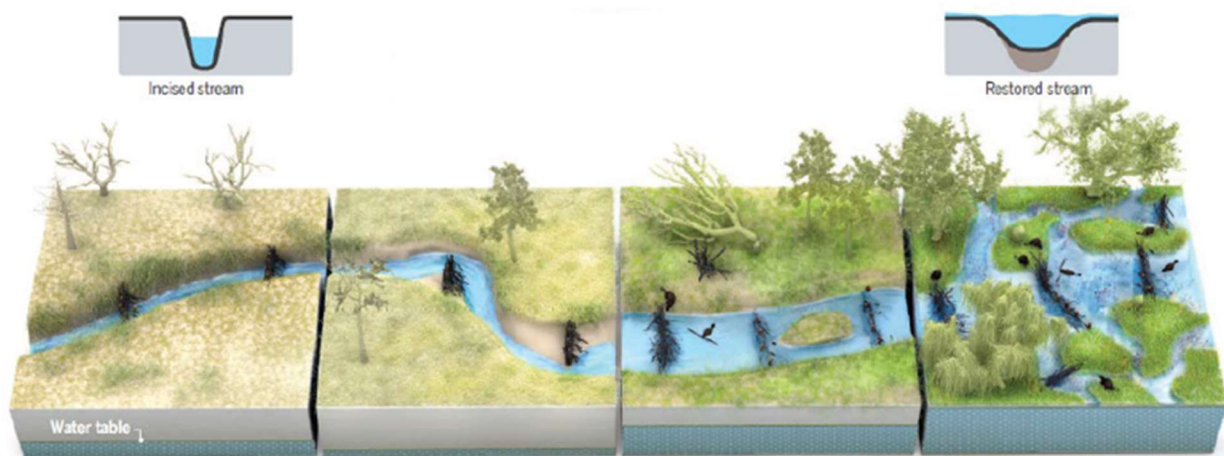


Figure 10. Effets attendus des barrages de castor et de leurs analogues sur la trajectoire des cours d'eau incisés ; séquence temporelle de gauche à droite<sup>19</sup>

<sup>17</sup> (Naiman et al., 1988)

<sup>18</sup> (Pollock et al., 2018)

<sup>19</sup> (Wheaton et al., 2019)

## Où les mettre en place ?

Il n'est pas recommandé d'utiliser l'approche *low-tech* basée sur le bois sur tous les cours d'eau. Certaines composantes du contexte doivent d'abord être prises en compte afin de déterminer si l'utilisation du bois mort est adaptée et potentiellement efficace.

### Déficit structurel

Les cours d'eau visés pour la mise en place de ces techniques doivent présenter les symptômes d'un déficit structurel en bois et/ou d'une incision significative du lit. Contrairement à ce qu'on pourrait penser, les cours d'eau en déficit structurel ne sont pas nécessairement droits et exempts de toutes formes fluviales. En fait, les cours d'eau de tout style fluvial ont le potentiel d'être en déficit structurel. Par exemple, les rivières à méandres exemptes de bois présentent des morphologies typiques (seuils et mouilles), mais largement simplifiées.

**Surligné en gris : phrase-clé à mettre en évidence à l'aide d'une police différente**

### Taille de cours d'eau

Les cours d'eau de grande taille (généralement ordre de Strahler 6 et plus) sont généralement moins dépendants des processus associés au bois dans leur fonctionnement, car la taille relative du bois recruté par rapport à la largeur du chenal est moindre<sup>20</sup>. De plus, l'intervention gagne généralement en complexité et en risque à mesure que l'aire de drainage augmente. D'un point de vue pratique, la limite d'application des technologies légères peut donc se résumer aux cours d'eau praticables à gué (généralement ordre de Strahler 5 et moins) qui composent grossièrement 90% de la distance linéaire de cours d'eau dans les bassins versants<sup>21</sup>.

### Absence d'enjeux socio-économiques

Afin d'assurer la viabilité des interventions en termes de sécurité publique, une attention particulière devrait être portée à identifier les risques associés (i) à l'érosion latérale, (ii) à la potentielle augmentation des zones inondables, (iii) au rehaussement de la nappe et (iv) aux obstructions d'infrastructures possibles en lien avec la mobilisation du bois à fort débit. Lorsque ces risques sont jugés trop importants et que les options de mitigation ne paraissent pas suffisantes, d'autres options de restauration adaptées au contexte devraient être envisagées<sup>22</sup>.

### Contexte hydrogéomorphologique

La réalisation d'analogues de barrages de castor (ABC) devrait être réservée aux cours d'eau avec un hydrodynamisme modéré afin d'en assurer une durabilité minimale<sup>23</sup>. Si la rupture des barrages est attendue et même désirable à moyen terme – cela contribue au dynamisme fluvial – ils devraient

---

<sup>20</sup> (Gurnell et al., 2002)

<sup>21</sup> (Wheaton et al., 2019)

<sup>22</sup> (Pollock et al., 2018)

<sup>23</sup> Idem

idéalement demeurer intègres sur une période suffisamment longue pour jouer leur rôle pleinement sur la rétention en eau et des sédiments<sup>24</sup>.

## Conception

La phase de conception doit s'intéresser à définir l'emprise souhaitée par les structures. Plus la part de la section transversale « obstruée » par le bois est importante, plus l'emprise latérale locale augmente, c'est-à-dire que l'impact sur la morphologie est marqué. Dans le cas d'une recharge de bois, cela est déterminé par la longueur des billots par rapport à la largeur du chenal. L'emprise longitudinale est quant à elle déterminée par le nombre de structures (ou le volume total de bois) et la répartition spatiale de celles-ci sur le tronçon visé. On s'intéresse aux effets cumulatifs au sein d'un système. On conçoit donc les projets de restauration en termes de complexes plutôt qu'en termes de structures individuelles. Cela permet d'assurer la résilience des interventions dans le contexte où l'efficacité et l'intégrité de chacune des structures individuelles sont incertaines par nature.

En tout temps et particulièrement dans les contextes ayant fait l'objet d'un retrait historique du bois, la communication avec les riverains et les gestionnaires de cours d'eau est essentielle afin de communiquer les intentions et assurer que le retrait du bois mort ne soit plus réalisé. On comprendra qu'il en va de la pérennité du projet de restauration.

## Réalisation des travaux

La mise en œuvre des technologies légères utilisant le bois se fait principalement de manière manuelle, impliquant occasionnellement de la petite machinerie. La grande machinerie étant impliquée seulement lorsque le contexte le requiert et que l'accès le permet. Les huiles hydrauliques et de lubrification utilisées devraient toujours être biodégradables vu la proximité avec le cours d'eau. Pour toutes les méthodes, l'approvisionnement en matière première (le bois) est la composante la plus déterminante de la complexité des opérations. Ainsi, on privilégiera toujours de s'approvisionner le plus localement possible. Notamment, il est possible d'utiliser un palan pour faire tomber les arbres en berge dans le chenal tout comme on peut évaluer la possibilité de procéder à une coupe sélective dans le corridor fluvial. Si le contexte ne permet pas un approvisionnement à même le site de restauration, des considérations s'ajoutent en termes de logistique et de coûts<sup>25</sup>. De plus, pour des raisons écologiques évidentes, le bois utilisé ne doit pas être traité chimiquement et est donc un potentiel vecteur de transmission interrégional de phytoparasites comme l'agrile du frêne.

Lors de la réalisation des travaux, il importe de conserver un état d'esprit orienté vers l'objectif du gain en fonctionnalité écologique et ainsi éviter d'imiter les travaux d'ingénierie en cours d'eau. Autrement

---

<sup>24</sup> (Wheaton et al., 2019)

<sup>25</sup> (Wheaton et al., 2019)

dit, on ne cherche pas ici à obtenir un résultat « ordonné et propre », car cela nous amènerait à simplifier les structures et celles-ci sont d'autant plus efficaces lorsqu'elles sont complexes et irrégulières<sup>26</sup>.

Plus spécifiquement pour la mise en œuvre d'une réintroduction du castor, cela nécessite une ressource humaine possédant un certificat du piégeur et l'obtention d'un permis SEG pour la gestion de la faune. Le détail des considérations à prendre en compte pour une telle opération ne sera pas abordé ici, mais ne devrait pas être négligé<sup>27</sup>.

## Coûts

Les coûts varient beaucoup en fonction des techniques privilégiées, des contraintes physiques et de la possibilité d'approvisionnement local ou non. Néanmoins, ces techniques demeurent très peu coûteuses, en particulier en comparaison avec les techniques de restauration impliquant une intervention mécanique.

Les travaux associés aux technologies légères nécessitent la production d'une déclaration de conformité environnementale dont les frais d'analyse sont fixés à 100\$ en 2023<sup>28</sup>.

Pour le cas de la réintroduction du castor, des frais d'analyse de la demande de délivrance d'un permis à des fins de gestion de la faune (permis SEG) sont à prévoir et varient entre 361,35\$ et 706,89\$ (2023) selon les lieux de capture et de réintroduction. Les MRC sont toutefois exemptées de paiement<sup>29</sup>.

Le programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques (PRCMHH) peut financer les projets de recharge de bois mort, de bois ancré et d'ABC, mais les interventions impliquant le castor sont explicitement mentionnées comme inadmissibles. L'acceptation de la demande de financement dans le cadre du volet 2 du PRCMHH fait office d'autorisation environnementale et exempte du paiement des frais d'analyse associés à la déclaration de conformité environnementale<sup>30</sup>. D'autres programmes tels que ceux de la Fondation de la faune pourraient toutefois financer les interventions impliquant le castor.

## Suivi et entretien

Dans l'esprit du low-tech, les opérations de suivi doivent rester peu chères et simples. L'installation stratégique de repères et l'appréciation visuelle des changements morphologiques (mosaïques multi-dates de photographies de drone géoréférencées par exemple) en intégrant la notion de trajectoire hydrogéomorphologique apparaissent comme amplement suffisantes<sup>31</sup>.

---

<sup>26</sup> Idem

<sup>27</sup> (MELCCFP, 2023; MFFP, 2021)

<sup>28</sup> (Loi sur la qualité de l'environnement, 2021)

<sup>29</sup> (Règlement sur la tarification reliée à l'exploitation de la faune, 2023)

<sup>30</sup> (Loi sur la qualité de l'environnement, 2021)

<sup>31</sup> (Wheaton et al., 2019)

L'entretien peut inclure la reconstruction ou la réparation des structures ainsi que, dans le cas d'une recharge, l'ajout de bois si la mobilisation d'un volume conséquent de bois a été observée en dehors du site d'intérêt. La présence de castor(s), si elle n'exempte pas de tout suivi, remplace potentiellement – et même surpasse et bonifie – l'entretien manuel<sup>32</sup>. Pour ce qui est des plantations en bande riveraine, le suivi de la mortalité et le potentiel remplacement devraient être prévus.

## Autres considérations

Bien que fréquemment soulevée, la préoccupation selon laquelle les barrages de castor et les débris ligneux constitueraient des barrières importantes à la migration des salmonidés sont aujourd'hui loin de faire consensus dans la communauté scientifique – les études récentes tendent à démentir cette affirmation –, alors que les bénéfices de ceux-ci en termes de complexité de l'habitat et de biodiversité sont bien reconnus et documentés<sup>33</sup>.

### Avantages :

- Potentiel de mise en œuvre à grande échelle, car faible coût, peu d'expertise spécialisée requise et peu de démarches administratives
- Convient aux sites difficiles d'accès (pas de machinerie de grande taille impliquée a priori)
- Faible impact sur le milieu lors de la réalisation des travaux (contrairement aux approches mécanisées qui imposent souvent une remise à zéro de la succession écologique et met à risque le milieu d'implantation d'espèces végétales exotiques envahissantes).
- Potentiel de ratio gains/coûts très élevé.
- Risque de débouché environnemental négatif imprévu très faible.
- Ajustement autonome du cours d'eau aux conditions hydrologiques et hydro-sédimentaires actuelles

### Inconvénients :

- Moins efficace et options réduites pour les cours d'eau de grande taille<sup>34</sup>
- Peu de résultats instantanés, les gains se font surtout sur le temps long
- Pas de garanties par rapport à l'aggradation ou l'obtention de configurations précises
- Favorise l'inondabilité et le rehaussement de la nappe
- Dans certains contextes, peut constituer un facteur de risque en matière d'intégrité des ponceaux. Ces contextes nécessitent la mise en place de mesures préventives ou l'abstention d'utilisation des basses technologies basées sur le bois<sup>35</sup>
- Conflit réglementaire avec l'article 105 de la Loi sur les compétences municipales<sup>36</sup> : obstruction délibérée du libre écoulement de l'eau

<sup>32</sup> (Pollock et al., 2018 ; Wheaton et al., 2019)

<sup>33</sup> (Biron, 2017)

<sup>34</sup> (Gurnell et al., 2002)

<sup>35</sup> (Boivin et al., 2019)

<sup>36</sup> (Loi sur les compétences municipales, 2023)

## Références

- Biron, P. (2017). *La restauration de l'habitat du poisson en rivière : une recension des écrits*.
- Boivin, M., Maltais, M., & Buffin-Bélanger, T. (2019). *Guide d'analyse de la dynamique du bois en rivière*.
- Gurnell, A. M., Piégay, H., Swanson, F. J., & Gregory, S. V. (2002). Large wood and fluvial processes. *Freshwater Biology*, 47(4), 601-619. <https://doi.org/https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00916.x>
- Loi sur la qualité de l'environnement, (2021).
- Loi sur les compétences municipales, (2023).
- Règlement sur la tarification reliée à l'exploitation de la faune, (2023).
- MELCCFP. (2023). *Guide pour la demande d'un permis SEG*.
- MFFP. (2021). *Résumé des exigences réglementaires relatives à la gestion des castors et au démantèlement des barrages de castor*.
- Naiman, R. J., Johnston, C. A., & Kelley, J. C. (1988). Alteration of North American streams by beaver. *BioScience*, 38(11), 753-762.
- Pollock, M. M., Beechie, T. J., Wheaton, J. M., Jordan, C. E., Bouwes, N., Weber, N., & Volk, C. (2014). Using Beaver Dams to Restore Incised Stream Ecosystems. *BioScience*, 64(4), 279-290. <https://doi.org/10.1093/biosci/biu036>
- Pollock, M. M., Lewallen, G. M., Woodruff, K., Jordan, C. E., & Castro, J. M. (2018). *The Beaver Restoration Guidebook*. <http://www.fws.gov/oregonfwo/ToolsForLandowners/RiverScience/Beaver.asp>
- Pouliot, L. G., Demers, S., & Riopel, F. (s. d.). *Renaturalisation de la rivière Fourchette en amont de la route du Moulin*.
- Wheaton, J. M., Bennett, S. N., Bouwes, N. W., Maestas, J. D., & Shahverdian, S. M. (2019). *Low-tech process-based restoration of Riverscapes: design manual*. Utah State University Restoration Consortium.

## Références proposées pour la conception :

- Wheaton, J. M., Bennett, S. N., Bouwes, N. W., Maestas, J. D., & Shahverdian, S. M. (2019). *Low-tech process-based restoration of Riverscapes: design manual*. Utah State University Restoration Consortium.
- Pollock, M. M., Lewallen, G. M., Woodruff, K., Jordan, C. E., & Castro, J. M. (2018). *The Beaver Restoration Guidebook*. <http://www.fws.gov/oregonfwo/ToolsForLandowners/RiverScience/Beaver.asp>

**Rédaction :** Firme Rivières

Louis Gabriel Pouliot

Sylvio Demers

Félix Riopel