

Le fossé invisible qui vide nos rivières

Pourquoi des infrastructures conçues pour protéger un chemin peuvent, à l'échelle d'un bassin versant, amplifier les crues, accélérer l'assèchement du territoire et accroître sa vulnérabilité au feu

« Pendant plus d'un siècle, nous avons construit des infrastructures pour évacuer l'eau. Le XXI^e siècle nous oblige maintenant à apprendre à la retenir, à la ralentir et à l'orienter. »

ALAIN BÉLANGER

Ingénieur forestier · Entrepreneur · Beyond Sustainable Tech

Initiative mondiale pour les bassins versants régénératifs | Août 2026

UNE NOUVELLE RÉFLEXION SUR LES INFRASTRUCTURES DU XXI^e SIÈCLE

Il y a quelques années, sur un chantier forestier, j'ai vu un ponceau récemment installé céder sous une pluie qui, dix ans plus tôt, n'aurait probablement inquiété personne.

En une seule nuit, l'eau avait creusé un ravin de près de trois mètres et emporté une section d'un chemin que nous venions tout juste de terminer.

Pendant longtemps, j'ai considéré ce genre d'événement comme un accident provoqué par une pluie exceptionnelle. Mais après plus de trente-cinq ans à construire des chemins d'accès, à gérer de grands territoires forestiers et à contribuer à planter plus de cent millions d'arbres, j'ai vu ce scénario se répéter trop souvent pour continuer à le traiter comme une simple anomalie.

La pluie a changé. Sa fréquence, son intensité et sa répartition changent.

Mais ce n'est qu'une partie du problème.

L'autre partie, plus difficile à reconnaître, est que la façon dont nous construisons les chemins depuis plus d'un siècle peut amplifier le phénomène qu'elle cherche précisément à maîtriser.

Nous avons optimisé l'actif — le chemin — sans toujours mesurer l'effet cumulatif de cet actif sur le système dans lequel il se trouve : le bassin versant.

Une bonne réponse à un problème réel

Il faut d'abord rendre justice à l'ingénierie routière conventionnelle.

Le principe du drainage n'est pas né d'une erreur ou d'une négligence. Il répond à un problème très concret : un sol saturé perd une partie de sa capacité portante. L'eau emprisonnée dans une structure

routière peut geler, prendre de l'expansion, provoquer des déformations, puis contribuer à la détérioration de la chaussée pendant le dégel.

La réponse logique a donc été de retirer l'eau de la structure aussi rapidement que possible.

Nous avons construit des fossés le long des routes. Nous avons installé des ponceaux. Nous avons compacté les sols. Nous avons utilisé des matériaux granulaires drainants et calculé des pentes afin d'acheminer l'eau à l'extérieur de l'emprise.

À l'échelle d'un chemin, cette logique est rationnelle.

Le problème apparaît lorsqu'on additionne ses effets à l'échelle d'un territoire.

Un ingénieur qui construit un fossé cherche à protéger quelques centaines de mètres de route. Il ne conçoit pas intentionnellement un système destiné à vider un bassin versant. Pourtant, lorsque des milliers de kilomètres de routes, de fossés et de ponceaux sont reliés entre eux, c'est exactement ce que nous pouvons finir par créer :

Un second réseau de drainage, superposé au réseau hydrographique naturel.

Le réseau routier devient un réseau hydrologique

Ce phénomène n'est pas seulement une observation de terrain.

La recherche en hydrologie forestière le documente depuis plusieurs décennies.

Dans deux bassins versants étudiés en Oregon, des chercheurs ont observé que jusqu'à 57 % de la longueur totale du réseau routier pouvait fonctionner comme un véritable chemin d'écoulement. [1]

Certains segments acheminaient directement l'eau vers les cours d'eau. D'autres concentraient suffisamment les écoulements pour créer de nouveaux ravins d'érosion qui n'existaient pas avant la construction de la route.

Le fossé n'est donc pas seulement un équipement destiné à garder une route sèche.

À l'échelle du paysage, il devient une branche artificielle du réseau hydrographique.

Il intercepte l'eau qui aurait normalement été ralentie par la végétation, absorbée par le sol ou répartie sur une grande surface. Il la concentre, accélère son déplacement et la dirige vers un nombre limité de points de rejet.

Cette concentration peut produire deux conséquences qui semblent opposées, mais qui proviennent du même mécanisme :

- trop d'eau, trop rapidement, au moment des fortes pluies;
- trop peu d'eau conservée dans le territoire pendant les semaines sèches qui suivent.

Autrement dit, une même infrastructure peut contribuer à augmenter les débits de pointe en période humide et à réduire la réserve disponible en période sèche.

La position d'un chemin change tout

Une étude réalisée dans le bassin de Caspar Creek, en Californie, permet de mesurer l'importance de la position d'un réseau routier par rapport aux cours d'eau. [2]

Les chercheurs ont comparé deux générations de routes construites sur le même territoire.

Dans l'ancien réseau, aménagé avant 1974, environ 58 % des routes se trouvaient à proximité immédiate d'un cours d'eau. Selon la modélisation, cette configuration pouvait augmenter les débits de pointe jusqu'à 46 % par rapport à un scénario sans route.

Dans le réseau plus récent, seulement 13 % des routes se trouvaient à proximité des cours d'eau. L'augmentation modélisée des débits de pointe tombait alors à moins de 2 %.

57 % du réseau routier étudié pouvait agir comme chemin d'écoulement	+46 % de débit de pointe pour un ancien réseau très proche des cours d'eau	< 2 % pour un réseau récent repositionné à l'écart de l'hydrographie
---	---	--

Repères issus des études citées aux références [1] et [2].

Le matériau utilisé pour construire une route est donc important.

La méthode de construction l'est également.

Mais sa position dans le bassin versant peut l'être tout autant.

Un chemin parfaitement construit, lorsqu'il est mal positionné par rapport à l'hydrographie naturelle, peut demeurer un problème hydrologique.

Ce constat devrait modifier la manière dont nous évaluons un corridor d'accès. La question ne devrait plus être uniquement :

Cette route peut-elle supporter la circulation prévue ?

Elle devrait également être :

Comment cette route modifiera-t-elle le déplacement, l'infiltration et le stockage de l'eau dans l'ensemble du territoire ?

Un chemin peut aussi devenir une clôture

Un chemin n'a pas besoin de longer une rivière pour modifier l'hydrologie d'un bassin versant.

Sur un versant, l'eau ne circule pas uniquement à la surface. Elle peut également progresser latéralement dans les couches du sol, suivant la pente et alimentant progressivement les zones situées plus bas.

Lorsqu'un chemin coupe ce versant, son emprise compactée et ses fossés peuvent agir comme une clôture hydrologique.

L'eau qui se serait normalement déplacée lentement sur une grande largeur est interceptée. Elle est ensuite redirigée vers un fossé, puis concentrée vers un ponceau ou un autre point de rejet.

Une infiltration diffuse devient alors un écoulement concentré.

Même lorsque le chemin est situé à plusieurs kilomètres d'un cours d'eau important, il peut donc modifier :

- la distribution de l'humidité dans le sol;
- la recharge de certaines zones;
- la vitesse à laquelle l'eau atteint l'aval;
- la capacité du versant à conserver une réserve pendant les périodes sèches.

C'est l'un des aspects les moins visibles du problème.

Nous voyons facilement une route emportée par une crue. Nous voyons beaucoup moins facilement l'eau qui n'est jamais entrée dans le sol parce qu'un chemin l'a interceptée et évacuée.

La perte silencieuse sous nos pieds

Lorsqu'un réseau routier accélère l'évacuation de l'eau, la conséquence ne se limite pas à l'épisode de pluie.

Une partie de l'eau qui aurait pu s'infiltrer et contribuer à la recharge souterraine quitte plus rapidement le territoire.

Le Service des forêts des États-Unis décrit notamment comment des chemins mal localisés peuvent drainer le stockage local des eaux souterraines, transmettre les écoulements plus rapidement vers l'aval et laisser trop peu de réserve pour soutenir les débits de fin de saison ou traverser une année de sécheresse. [3]

Cette réserve est invisible, mais elle est essentielle.

Elle soutient les ruisseaux lorsque la pluie cesse. Elle maintient l'humidité des sols. Elle contribue à la santé des arbres, des milieux humides, des cultures et des communautés qui dépendent de la même ressource.

Lorsque nous évacuons rapidement l'eau d'un bassin versant, nous ne faisons donc pas que déplacer un problème.

Nous pouvons également retirer au territoire une partie de sa capacité à résister au prochain choc climatique.

Le climat de référence a changé

La doctrine du drainage routier a été développée dans un contexte où les infrastructures étaient principalement évaluées en fonction de leur capacité à supporter des charges, à résister au gel et à demeurer praticables.

Ces objectifs restent essentiels.

Ce qui a changé, c'est le contexte climatique dans lequel ces infrastructures doivent maintenant fonctionner.

Dans de nombreuses régions, une part croissante des précipitations arrive sous forme d'événements intenses et relativement courts, séparés par des périodes sèches plus longues. L'eau peut tomber en abondance, mais le territoire ne la reçoit pas nécessairement au moment où il en aura le plus besoin.

Dans ce régime, une infrastructure conçue pour évacuer l'eau le plus rapidement possible peut devenir particulièrement mal adaptée.

Elle expulse l'eau pendant les épisodes intenses.

Elle augmente la rapidité avec laquelle cette eau atteint les rivières.

Elle réduit le temps disponible pour l'infiltration.

Puis, lorsque la période sèche commence, une partie de cette eau n'est plus disponible dans le sol.

Le même territoire peut ainsi subir une inondation au printemps et manquer d'humidité quelques semaines plus tard.

Ce n'est pas une contradiction.

C'est le résultat d'un système qui transporte l'eau trop rapidement plutôt que de la retenir, de la ralentir et de la répartir.

Il ne s'agit pas d'arrêter de construire

La réponse à ce problème n'est pas de supprimer toutes les routes.

Les communautés, les entreprises forestières, les réseaux énergétiques, les mines, les services d'urgence et les régions éloignées ont besoin d'infrastructures d'accès.

La question est plutôt de savoir si nous pouvons continuer à construire avec une doctrine qui considère presque automatiquement l'eau comme un ennemi à expulser.

Je crois que nous devons faire évoluer notre définition d'une infrastructure performante.

Au XXI^e siècle, un corridor d'accès ne devrait plus être évalué uniquement selon :

- sa capacité portante;
- son coût de construction;
- sa durée de vie;
- sa facilité d'entretien.

Il devrait également être évalué selon :

- son influence sur les écoulements;
- sa contribution à l'infiltration;
- son effet sur la recharge des nappes;
- sa capacité à éviter la concentration de l'eau;
- son impact sur le sol après son retrait ou sa fin de vie;
- sa contribution à la résilience du bassin versant.

Cette nouvelle manière de penser constitue le point de départ de ce que nous appelons la Regenerative Access Infrastructure, ou infrastructure d'accès régénérative.

De l'évacuation à l'orientation

Une infrastructure d'accès régénérative n'est pas une route qui retient aveuglément toute l'eau.

Elle est conçue pour orienter l'eau intelligemment.

Elle doit protéger la structure tout en évitant, autant que possible, de vider le territoire.

Elle cherche à ralentir, répartir, infiltrer et, lorsque nécessaire, filtrer l'eau près de l'endroit où elle tombe.

Cette orientation rejoint les approches des « villes éponges » et de la « planète éponge », qui cherchent à retenir, ralentir et accueillir l'eau plutôt qu'à l'expulser. [4][5]

Cela suppose de revoir plusieurs décisions qui sont aujourd'hui souvent prises séparément :

1. La position du corridor

La route doit être conçue en fonction de l'hydrographie naturelle et non uniquement selon la distance la plus courte ou le coût initial le plus faible.

2. La portance

Nous devons développer des structures capables de répartir les charges sans exiger systématiquement l'excavation, le compactage profond et l'assèchement du sol naturel.

3. La distribution de l'eau

Plutôt que de concentrer les écoulements vers quelques ponceaux, l'infrastructure peut favoriser une infiltration latérale répartie sur une plus grande longueur.

4. La saisonnalité

Dans les climats nordiques, la structure devrait aussi être pensée pour prolonger, lorsque possible, la période pendant laquelle l'eau peut pénétrer dans le sol avant que le gel ne ferme la fenêtre annuelle d'infiltration.

Ces principes sont déjà au cœur des corridors modulaires que nous développons chez Beyond Sustainable Tech : des structures posées sur le sol, reliées pour distribuer la charge, et conçues pour permettre une gestion plus répartie de l'eau. Mais l'enjeu dépasse largement une entreprise ou une technologie particulière.

Il s'agit de faire évoluer une discipline entière.

Une hypothèse à mesurer, pas un dogme à imposer

Je ne prétends pas que chaque chemin conventionnel assèche automatiquement un bassin versant.

Je ne prétends pas non plus qu'une seule technologie puisse résoudre l'ensemble du problème.

Les effets dépendent du type de sol, de la pente, du couvert végétal, du climat, de la position du chemin, de la densité du réseau et de la manière dont l'eau est dirigée.

Mais les données disponibles justifient une question sérieuse :

En protégeant chaque route individuellement contre l'eau, avons-nous suffisamment mesuré l'effet cumulatif de toutes ces routes sur la capacité du territoire à conserver cette même eau ?

Cette question doit maintenant être étudiée par des hydrologues, des ingénieurs civils, des ingénieurs forestiers, des communautés autochtones, des municipalités, des universités et des propriétaires de grandes infrastructures.

Les futurs projets pilotes devraient être instrumentés pour mesurer notamment :

- l'humidité du sol en amont et en aval du corridor;
- le temps de résidence de l'eau;
- les débits de pointe;
- la recharge souterraine;
- la température du sol;
- l'évolution de la végétation;
- la qualité de l'eau;
- la performance structurale de l'infrastructure.

La mesure est essentielle.

C'est elle qui permettra de déterminer où cette nouvelle approche est pertinente, où elle doit être adaptée et comment elle pourrait éventuellement contribuer à l'évolution des normes d'ingénierie.

Construire pour le climat à venir

L'ingénierie du drainage n'était pas une erreur.

Elle était une réponse rationnelle à un problème réel, dans les conditions et avec les technologies disponibles au moment où elle s'est développée.

Mais une solution conçue pour un certain régime climatique ne devient pas automatiquement la meilleure solution pour le régime suivant.

Pendant plus d'un siècle, nous avons appris à construire des infrastructures pour évacuer l'eau.

Le XXI^e siècle nous oblige maintenant à apprendre à la retenir, à la ralentir et à l'orienter.

Une route ne devrait plus être considérée comme une structure isolée du territoire qu'elle traverse.

Elle fait partie du bassin versant.

Elle influence la manière dont l'eau se déplace.

Elle peut contribuer à concentrer une crue ou à répartir une recharge.

Elle peut accélérer l'assèchement d'un sol ou participer à sa résilience.

La première étape n'est pas de prétendre que nous possédons déjà toutes les réponses.

La première étape consiste à reconnaître la question.

Et si nos infrastructures d'accès pouvaient servir le territoire, au lieu de simplement le traverser ?

PROCHAIN ARTICLE

Le risque de feu ne se lit pas seulement dans le ciel, mais aussi dans le sol. Le prochain article examinera pourquoi l'humidité du sol devient un indicateur majeur du comportement des incendies, et comment l'assèchement progressif d'un territoire peut modifier à la fois l'état de la végétation, celui des combustibles et la résilience globale d'un écosystème.

QUESTION OUVERTE

Si vous travaillez en génie civil, en foresterie, en hydrologie, en gestion municipale ou dans l'exploitation d'infrastructures : à quand remonte la dernière fois où un projet routier de votre organisation a été évalué selon son effet sur le bassin versant — et pas seulement selon sa propre performance structurale ?

À PROPOS DE L'AUTEUR

AB

Alain Bélanger · Ingénieur forestier et entrepreneur

Depuis plus de trente-cinq ans, il travaille dans la foresterie, la gestion de territoires et le développement de technologies environnementales. Il est cofondateur et chef de la direction de Beyond Sustainable Tech, membre de Top Tier Impact, et travaille au lancement de l'Initiative mondiale pour les bassins versants régénératifs ainsi qu'à la structuration du concept de Regenerative Access Infrastructure.

RÉFÉRENCES PRINCIPALES

Les liens ci-dessous étaient accessibles au moment de la préparation du document, en août 2026. Cliquez sur le titre ou sur l'adresse pour ouvrir la source.

[1] [Roads for Watershed Management — Green Roads for Water](https://roadsforwater.org/guideline/watershed-management/)

Synthèse de travaux sur la connectivité hydrologique des réseaux routiers forestiers, notamment Wemple et Napper.
<https://roadsforwater.org/guideline/watershed-management/>

[2] [Hydrologic and suspended sediment effects of forest roads using field and DHSVM modelling studies](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112721007222)

Étude du bassin de Caspar Creek, Californie, portant sur l'effet hydrologique de différentes configurations de réseaux routiers.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112721007222>

[3] [Water and the Forest Service — USDA Forest Service](#)

Document de référence sur l'eau, les bassins versants, les routes et la résilience des territoires forestiers.

<https://www.fs.usda.gov/biology/nsaec/assets/waterandtheforestservice-508.pdf>

[4] [Sponge Planet: Nature-based Infrastructure for Climate Adaptation Beyond Concrete](#)

Présentation du principe de « planète éponge » et des infrastructures fondées sur la rétention, le ralentissement et l'infiltration de l'eau.

<https://journal.hep.com.cn/laf/EN/10.15302/J-LAF-0-020052>

[5] [Flooding: How to increase your city's permeability — C40 Knowledge Hub](#)

Ressource sur la perméabilité urbaine et l'adaptation aux inondations par la gestion de l'eau à la source.

https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Flooding-How-to-increase-your-city-s-permeability?language=en_US