

Le coût d'un chemin commence avec le sol.

Sa véritable valeur se mesure pendant toute sa durée d'utilisation.

Pourquoi bâtir ce chemin? Pour transporter quoi, combien de fois, pendant combien d'années - et avec quelles conséquences?

Un chemin est un équipement de production.

On ne choisit pas une machine uniquement selon son prix d'achat. Pourquoi choisir une route sans regarder la productivité des camions, sa fiabilité, son entretien et sa valeur résiduelle?

Construire

Déboisement, excavation, fondations, granulats, transport et drainage.

Exploiter

Carburant, rotations, usure des camions, entretien et interruptions.

Assumer les impacts

Hydrologie, habitats, permis, restauration et risques climatiques.

Quelle valeur attribuons-nous à ce que le prix de construction ne mesure pas?

Le meilleur chemin peut être hybride.

Sol stable : une route traditionnelle peut être optimale. Sol hétérogène : des modules XtremeM peuvent cibler les passages difficiles. Une configuration hybride associe donc un chemin conventionnel et des modules à des endroits stratégiques; la gestion hydrologique est un volet complémentaire à étudier.

Nous ne voulons pas remplacer toutes les routes. Nous voulons résoudre les sections où la construction conventionnelle devient coûteuse ou dommageable.

Comparer 15 ans de service

Le terrain change le coût d'un chemin.

Des projets documentés en contexte nordique illustrent l'effet du terrain, de l'éloignement et des exigences de construction sur les coûts.

Prohibition Creek · ≈ 3,81 M CAD/km

Gouvernement des T.N.-O. · 2022-2024

25,5 M CAD de financement pour la phase 1 de 6,7 km d'une route toutes saisons à deux voies. Ratio du financement annoncé, non d'un décompte final de construction.

Source officielle

Routes de gravier du Grand Nord · ≈ 3 M CAD/km

Northern Policy Institute · 2022

Estimation historique de 2017 reprise dans le rapport de 2022 pour des routes de gravier toutes saisons dans le Grand Nord. Ce repère n'est pas une moyenne de marché actuelle.

Consulter l'étude

Slave Geological Province · ≈ 2,66 M CAD/km

Corridor projeté · estimation historique

Environ 1,1 G CAD pour un corridor projeté de 413 km, soit un ratio indicatif. Il s'agit d'une vision d'infrastructure régionale, non d'une route construite à ce coût.

Analyse universitaire

Autre repère : le Northern Policy Institute rapporte un devis de 2019 de 550 000 à 800 000 CAD/km pour une route en tapis de bois en milieu nordique. Cette technologie est différente de XtremeM; ce n'est pas un prix de comparaison à périmètre technique égal.

Repères de coûts des routes traditionnelles

Ces montants ne correspondent pas aux prix XtremeM. Ils varient selon le terrain, la région et le périmètre des travaux.

Type de route traditionnelle	Ordre de grandeur indicatif CAD/km
Forestier amélioré, circulation limitée	150 000 à 500 000
Minier sur terrain favorable	500 000 à 1,2 M
Minier industriel permanent	1,2 à 3 M
Tourbière, milieu humide ou terrain difficile	2 à 5 M
Nord éloigné ou pergélisol	3 à 8 M et plus

Ordres de grandeur indicatifs à confirmer : hypothèses de cadrage, non moyennes démontrées ni statistiques tirées des références ci-dessus. À remplacer par les quantités et devis du projet selon les charges, la largeur, les ouvrages et l'année.

Un kilomètre n'est presque jamais uniforme.

La portance, l'eau, le gel-dégel et les transitions entre sols déterminent les travaux nécessaires et les risques d'entretien.

Roche: Bonne portance; excavation possible	Sable: Souvent favorable; érosion possible
Silt: Sensible à l'eau et au gel	Argile: Tassement et portance variables
Sols mixtes: Points faibles localisés	Tourbière: Faible portance, stockage d'eau
Marécage: Écoulements et habitats sensibles	Pergélisol: Risque d'affaissement au dégel

La distribution des charges par l'assemblage s'évalue selon les charges, le soutien du sol et les cycles de circulation.

Une route traverse un bassin versant. L'eau traverse le territoire.

Les remblais peuvent interrompre des écoulements diffus. Les fossés peuvent concentrer l'eau vers quelques ponceaux. La gestion des bassins versants exige de considérer l'effet cumulé des chemins, pas seulement chaque ponceau isolément.

Concevoir l'accès avec l'eau

Route traditionnelle

Les remblais, les fossés et les ponceaux organisent le drainage du chemin. Leur conception doit tenir compte des écoulements naturels, des débits attendus et des effets en aval.

Intervention modulaire ciblée

Des modules XtremeM peuvent être positionnés sur les sections sensibles pour limiter les terrassements et préserver, lorsque le site le permet, les écoulements diffus. La portance, les franchissements et le drainage restent à dimensionner pour le projet.

Le véritable enjeu n'est pas de supprimer toute gestion hydraulique : c'est de concevoir un accès qui perturbe le moins possible les fonctions du bassin versant. Les franchissements de cours d'eau et les écoulements concentrés exigent une conception spécifique.

Selon le terrain et les charges, une configuration modulaire peut limiter les excavations, les apports de granulats et les travaux de drainage longitudinal. La préparation et les ouvrages nécessaires restent à définir pour chaque site; aucun gain hydrologique chiffré ni absence d'impact ne sont présumés.

La qualité d'un chemin change l'économie du transport.

13 % · Carburant

Économie jusqu'à 13 % simulée dans l'étude indépendante de Maior et coll. (2025), sur un cas de routes minières au Brésil.

17 % · Productivité

Gain jusqu'à 17 % simulé par camion dans la même étude, avec des cycles jusqu'à 15 % plus courts.

Jusqu'à 3,5 G CAD/an · Climat et routes

Hausse annuelle potentielle des coûts d'entretien et de réparation routière au Canada d'ici 2050, présentée au Sénat en 2023.

Résultats d'études et projections spécifiques, non performances mesurées de XtremeM. Ils expliquent pourquoi l'exploitation et les risques doivent entrer dans la décision, sans être appliqués automatiquement au simulateur.

Qu'est-ce que la soumission oublie?

Une journée d'accès?

Quel coût de production pour une fermeture imprévue?

Une rotation?

Quelle valeur aux minutes, au carburant et à l'usure évités?

Un bassin fonctionnel?

Quelle valeur aux fonctions hydrologiques préservées?

Un mois gagné?

Quel avantage à une mise en service plus rapide?

Une empreinte moindre?

Quelles études et mesures d'atténuation? Aucun permis accéléré n'est garanti.

Une deuxième utilisation?

Quel coût de récupération et de redéploiement? Quelle valeur reste dans les modules?

Un chemin construit doit aussi permettre de travailler efficacement.

Lors des premières saisons d'utilisation d'un chemin forestier, les conditions de circulation peuvent varier fortement selon le sol, le drainage et les pluies. La boue, les ornières et les déformations peuvent nécessiter du nivellement ou des apports de matériaux, tout en ralentissant les véhicules. Cette période de stabilisation représente donc un coût réel : entretien supplémentaire, livraisons plus lentes et accès parfois interrompu. Pour comparer les solutions, il faut considérer non seulement la construction, mais aussi la disponibilité du chemin et son efficacité dès sa mise en service.

Guide géotechnique FHWA

Quelle valeur donnons-nous à la rétention naturelle de l'eau?

Recharge, protection des milieux humides, sédimentation limitée et résilience aux pluies extrêmes : ces fonctions dépassent le seul prix de construction.

Comparons 15 ans de service, pas seulement le premier jour.

Une première lecture économique d'un même accès exploité pendant 15 ans, sans redéploiement, avec retrait et remise en état en année 15. Pour un accès conservé en service, adaptez les coûts de fin d'usage et les valeurs terminales. Les montants sont modifiables : les hypothèses ne sont ni des devis ni des performances garanties.

Quantité calculée : 486 modules · 1 rangée · Largeur modulaire obtenue : 4,11 m

Hypothèse	Valeur retenue
Longueur	1 km
Largeur utile demandée	4,11 m
Prix par module	1 995 USD
Taux de change USD vers CAD	1,4154 CAD/USD
Taux de change EUR vers CAD	1,5908 CAD/EUR
Construction traditionnelle	1 500 000 CAD/km
Transport initial des modules	40 000 CAD/km/rangée
Préparation légère et installation	30 000 CAD/km/rangée
Entretien traditionnel annuel	65 000 CAD/km/an
Entretien modulaire annuel	2 500 CAD/km/rangée/an
Pertes liées aux arrêts traditionnels	0 CAD/an
Pertes liées aux arrêts modulaires	0 CAD/an
Économies de transport modulaire	0 CAD/an
Remise en état traditionnelle	200 000 CAD
Dépose et retrait des modules	20 000 CAD
Remise en état du site après dépose	20 000 CAD
Valeur résiduelle de l'accès traditionnel	0 CAD
Valeur résiduelle des modules	10 % achat
Taux d'actualisation réel	6 %

Les montants forfaitaires de fin d'usage concernent l'ensemble du projet. Les coûts au km/rangée suivent une rangée de 4,11 m. Aucune réutilisation n'est comptée.

Prix indicatif : 1 995 USD/module, repris de l'offre de lancement, à confirmer selon la commande. Dimensions utiles : 4,11 × 2,06 m. Change de référence du 16 octobre 2026 : 1 USD = 1,4154 CAD; 1 EUR = 1,5908 CAD. Les autres montants sont des hypothèses de travail, non des moyennes régionales.

Personnaliser ce scénario en ligne

Lire le résultat, puis personnaliser

SCÉNARIO ILLUSTRATIF · 1 KM · 15 ANS · CAD

Poste	Traditionnel	XtremeM
Construction, achat, transport et pose initiaux	1 500 000 CAD	1 442 329 CAD
Entretien - valeur actualisée	631 296 CAD	24 281 CAD
Arrêts - valeur actualisée	0 CAD	0 CAD
Économies de transport - déduction	0 CAD	0 CAD
Remise en état - valeur actualisée	83 453 CAD	8 345 CAD
Dépose modulaire - valeur actualisée	0 CAD	8 345 CAD
Valeur résiduelle - déduction à 15 ans	0 CAD	-57 263 CAD
Coût économique comparé	2 214 749 CAD	1 426 038 CAD

Économie avec XtremeM

788 711 CAD

Détail de l'investissement modulaire

Achat des modules	1 372 329 CAD
Transport initial des modules	40 000 CAD
Préparation légère et installation	30 000 CAD
Valeur résiduelle nominale à 15 ans	137 233 CAD

Coût initial + entretien et arrêts annuels actualisés - économies de transport actualisées + dépose et remise en état actualisées - valeur résiduelle actualisée. Dépenses annuelles en fin d'année; fin d'usage et résiduel à l'année 15. Montants constants, hors taxes et frais de financement.

L'exemple traditionnel à 1,5 M CAD/km et son entretien à 65 000 CAD/km/an proviennent du scénario fourni. Ils ne sont pas des coûts constatés. Précisez la largeur, le terrain et les travaux comparables avant de conclure.

L'entretien modulaire couvre l'inspection, le nettoyage et le maintien de l'accès. Aucun remplacement périodique de panneau n'est présumé. Les arrêts et économies de transport commencent à zéro, faute de scénario d'exploitation renseigné.

Une première lecture, pas l'ensemble du cycle de vie

Ce simulateur ne calcule pas les réemplois sur des sites successifs, les détours, les fermetures saisonnières, les inondations, les émissions de CO2 ou la valeur écologique du bassin. Il ne dimensionne pas la portance. Ces volets demandent un scénario et des données propres au projet; leur absence n'équivaut pas à un coût nul.

Les PDF présentent un scénario figé et ses hypothèses. Modifiez votre scénario dans la version Web.

Approfondir les sources

Sénat du Canada · témoignages du 31 octobre 2023

Adaptation des infrastructures, entretien et réparation routière.

Maior et coll. (2025)

Résistance au roulement, carburant et productivité : résultats de simulation sur un cas minier.

Meneses et Sepúlveda (2023)

Simulation de la détérioration des routes minières.

Mukherjee et coll. (2024)

Risques hydrologiques aux ponceaux et franchissements.

Northern Policy Institute (2022)

Solutions innovantes pour les routes du Nord.

FHWA · guide géotechnique

Humidité, densité et comportement des sols compactés.

Banque du Canada · taux quotidiens

Source des repères de change datés utilisés dans le scénario.

Les études externes portent sur leurs propres projets et méthodes. Elles ne constituent pas des essais comparatifs de XtremeM.

Sources de construction

Prohibition Creek · Source officielle

Routes de gravier du Grand Nord · Consulter l'étude

Slave Geological Province · Analyse universitaire

Le terrain donne le contexte. Construisons le comparatif.

Partagez la longueur, la largeur, le type de sol, le trafic et vos budgets. Comparons des solutions pour le même service rendu.

Voir XtremeM en action

Consulter les données techniques

Découvrir l'offre de lancement

Explorer l'étude sur les bassins

Alain Bélanger

CEO - Beyond Sustainable Tech

+1 506-284-0005

www.beyonders.tech

Discuter de mon accès

Personnaliser ce scénario en ligne