info@fpinnovations.ca
www.fpinnovations.ca

CONDITIONS ET IMPACTS FINANCIERS A UTILISER DES OUVRAGES AMOVIBLES POUR LES TRAVERSES DE COURS D'EAU AU QUÉBEC

NUMÉRO DE CONTRAT : 301012843

Sylvain Volpé, ing.f. M.Sc.

Décembre 2018

Rapport sans restriction

Les visites réalisées dans le cadre de cette étude ont permis d'établir une structure afin de quantifier le coût d'installation des ouvrages traditionnels (ponceaux) et amovibles (ouvrages dont les appuis sont situés en dehors de la limite supérieure de la berge) en lien avec le RADF. Dans ce contexte, il a été possible de proposer une feuille de calcul permettant d'estimer le coût des ouvrages traditionnels et amovibles. Toutefois, le nombre limité d'observations ne permet pas de tirer de conclusions définitives sur les coûts de ces ouvrages dans plusieurs conditions d'installation.

301012843: CHANGEMENT CLIMATIQUE
RAPPORT TECHNIQUE NO. 2
REMERCIEMENTS
Cette étude a été financée en partie par Ressources naturelles Canada dans le cadre de l'entente de contribution de RNCan/SCF – FPInnovations, et du Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, conformément à l'entente de contribution aux projets collaboratif Québec – FPInnovations.

APPROBATEUR
Glen Légère
Gestionnaire – Routes et infrastructures
glen.legere@fpinnovations.ca

RÉVISEURS
Mark Partington, Chercheur, Routes et infrastructures

Glen Légère, Gestionnaire, Routes et infrastructures

Gabriel Rhéaume, Jérôme Rioux, Daniel Julien et Sylvain Dallaire du MFFP

INFORMATION DE L'AUTEUR
Sylvain Volpé
Chercheur
Approvisionnement en fibre
(514) 782-4521
sylvain.volpe@fpinnovations.ca

Avertissement
FPInnovations ne donne aucune indication ni garantie à quiconque (personne ou entité) quant à l'exactitude, à la rectitude ou à l'exhaustivité de l'information, des données ou de l'analyse de l'information ou des données contenues dans le présent rapport, et ne fournit aucune recommandation, indication ni garantie de quelque nature que ce soit concernant le présent rapport.

Suivez-nous :

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION **4**

UTILISATION DES OUVRAGES AMOVIBLES **5**

CONDITIONS D'UTILISATION 6

CONDITIONS TERRAIN 7

CARACTERISTIQUES DES COURS D'EAU 7

FOURNISSEURS D'OUVRAGES AMOVIBLES **8**

VISITE DE L'INSTALLATION D'UN OUVRAGE AMOVIBLE **10**

COUTS D'INSTALLATION 11

VISITES DE TRAVERSES DE COURS D'EAU DÉJÀ INSTALLÉES **14**

COOPERATIVE FORESTIERE DE PETIT-PARIS 14

PRODUITS FORESTIERS RESOLU 15

EXERCISE DE COMPARAISON DES COÛTS (OUVRAGE AMOVIBLE VS PONCEAU) **16**

PONCEAUX 16

OUVRAGES AMOVIBLES 16

ESTIMATION ET COMPARAISON DES COUTS 17

CONCLUSION **19**

RÉFÉRENCES **20**

ANNEXE 1 – FOURNISSEURS D'OUVRAGES AMOVIBLES **21**

NORDIC 21

CANADA CULVERT 22

CONSTRUCTION DOMI 23

LESSARD WELDING 24

KES EQUIPMENT 25

BUSCH'S AUTOMOTIVE 26

ALGONQUIN BRIDGE 27

FOURNISSEURS DE SERVICES 28

ANNEXE 2 – VENTILATION DES COÛTS D'INSTALLATION D'UN PONCEAU SELON LE RADF **29**

ANNEXE 3 – VENTILATION DES COÛTS D'INSTALLATION D'UN OUVRAGE AMOVIBLE **30**

INTRODUCTION

Les normes d'aménagement forestier du Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) avant avril 2018 étaient présentées dans le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (RNI). Depuis le 1er avril 2018, le RNI a été remplacé par le Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'État (RADF). L'arrivée de ce nouveau règlement nécessite une période d'adaptation de l'industrie forestière. Le RADF amène de nouvelles normes au niveau des ouvrages servant à traverser un cours d'eau principalement pour assurer le libre passage du poisson (Art. 103).

Un comité CIFQ-MFFP a été mis sur pied pour traiter de la mise-en-œuvre du RADF. Des défis et enjeux par rapport à l'implantation des nouvelles mesures d'aménagement ont été mis de l'avant par ce comité. Le mandat de la présente étude est guidé par un des enjeux soulevés par ce comité, soit de documenter les conditions et les impacts financiers à utiliser des ouvrages amovibles versus des ponceaux tel que prévu dans le RADF (Art. 110 à 113). Effectivement, le RADF permet l'utilisation d'ouvrages amovibles notamment lorsque la fermeture d'un chemin est prévue dès sa construction (la structure doit être enlevée maximum 3 ans après installation) et autorisée par le MFFP. Le MFFP prévoit une augmentation de l'usage des ouvrages amovibles sur les territoires occupés par le caribou des bois « écotype forestier » où une partie des chemins multi usages devront être fermés et remis en production suite aux interventions de récolte. Les objectifs du présent projet consistent à :

- Fournir des solutions aux compagnies forestières afin de s'adapter et répondre aux exigences du RADF, en particulier sur la section III qui touche les ponts, les ponceaux, les ouvrages amovibles et les ouvrages rudimentaires.
- Documenter les impacts ou gains financiers à utiliser des ouvrages amovibles sur les routes d'été dans un contexte de fermeture de chemin versus les ouvrages permanents[1]. Entre autres, fournir une indication sur le diamètre d'un ponceau à partir duquel il devient plus avantageux d'installer un ouvrage amovible.

[1] Dans la présente étude, les ouvrages amovibles font référence aux ouvrages amovibles dont les appuis sont situés en dehors de la limite supérieure de la berge tels que prévus au RADF, de façon temporaires (utilisation pour moins de 3 ans) et les ouvrages permanents font référence aux ponceaux circulaires ondulés (de 450 mm à 3600 mm de diamètre).

UTILISATION DES OUVRAGES AMOVIBLES

Les ouvrages amovibles pouvant être installés l'été sont des ouvrages modulables pouvant être assemblés in situ à l'aide d'équipements lourds (ex. : excavatrice) et de journaliers. Ils sont dits amovibles puisqu'ils peuvent être installés temporairement puis démontés et réutilisés ailleurs. Ces ouvrages doivent être conçus de façon à supporter une charge donnée qu'ils soient installés de façon temporaire.

L'ouvrage le plus efficace pour assurer la libre circulation du poisson est le pont ou l'arche, et en particulier le pont à portée libre, dont toutes les composantes enjambent le cours d'eau sans en modifier le lit ou les berges. Les ponts permettent de maintenir les conditions naturelles d'écoulement, en conservant les caractéristiques du lit du cours d'eau (substrat, pente et largeur).

L'abandon des chemins est une pratique fréquente en forêt publique québécoise avec potentiellement plus de 200 000 traverses de cours d'eau abandonnées (Jutras 2017). L'installation d'ouvrages amovibles selon le RADF permettra de réduire le nombre de traverses abandonnées et d'améliorer la qualité de l'eau. L'arbre décisionnel du RADF positionne bien l'ouvrage amovible en lien avec les traverses de cours d'eau (Figure 1).

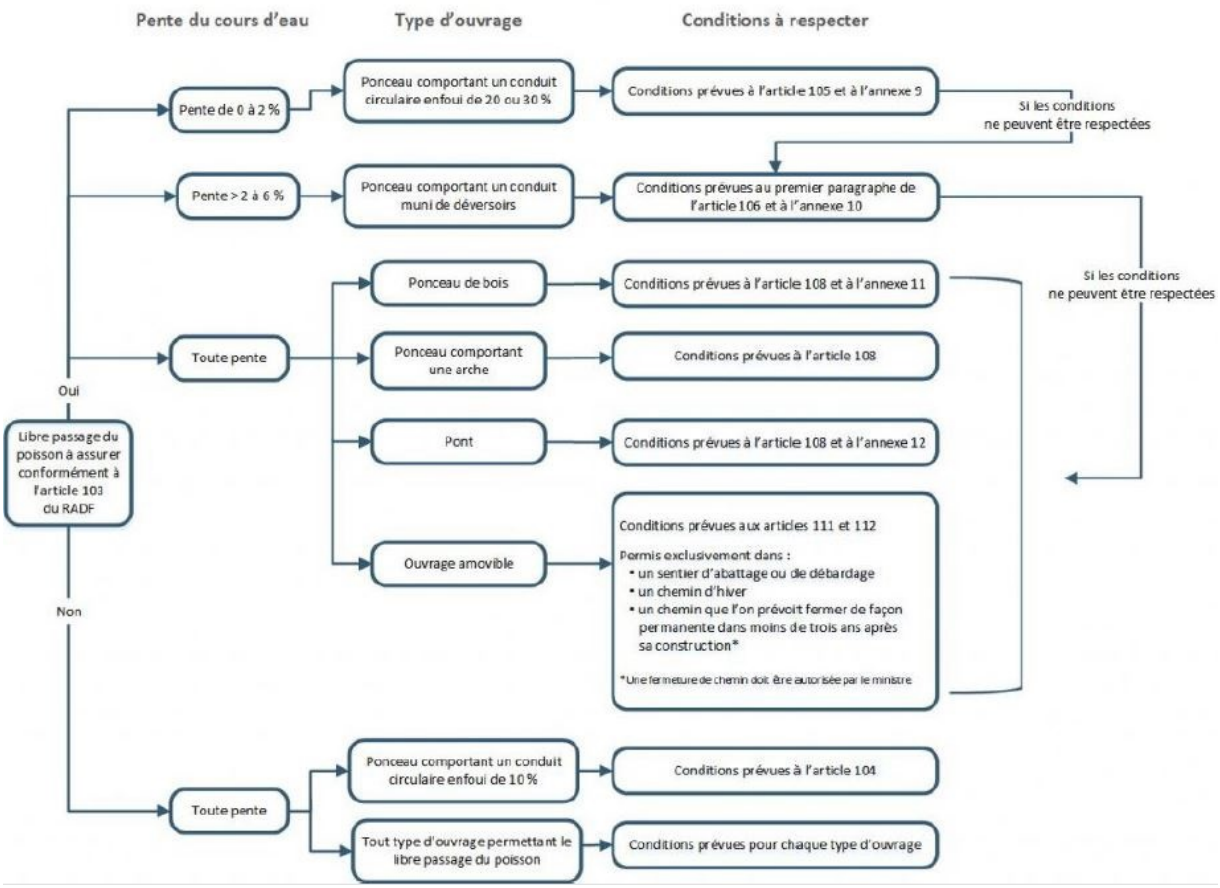

Figure 1. Arbre décisionnel du type d'ouvrage à installer pour traverser un cours d'eau. RADF art. 108.

Conditions d’utilisation

L’ensemble des conditions d’utilisation des ouvrages amovibles sur les routes forestières varient selon les territoires d’opération et les diverses contraintes en vigueur dans ces secteurs. Au Québec, avant avril 2018, les installations d’ouvrages amovibles étaient permises dans des sentiers d’abattage/débardage. Suite à l’entrée en vigueur du RADF, la présence de traverses de cours d’eau temporaires sur les chemins utilisés pour les interventions forestières est permise afin notamment, de respecter les conditions de fermeture de chemins pour limiter l’accès au territoire suite aux interventions (ex. : dans le cadre de la gestion des territoires occupés par le caribou forestier). Un nombre accru d’installations d’ouvrages amovibles devrait avoir lieu au courant des prochaines années, surtout dans les régions de la Côte-Nord et du Saguenay-Lac-Saint-Jean où l’on retrouve d’importantes superficies occupées par le caribou forestier.

L'utilisation d’ouvrages amovibles comme solutions de rechange aux ponceaux ou aux arches est de plus en plus courante dans de nombreuses régions du Canada pour traverser des cours d'eau permanents. Les exigences relatives au passage du poisson dans de nombreuses provinces ont entraîné une augmentation des coûts d'installation des ponceaux et des arches, rendant ainsi les ponts à portée libre plus compétitifs. L’industrie et les gouvernements d’autres provinces ont noté que, dans certains cas, où le passage du poisson est au centre des préoccupations, l’utilisation de ponceaux à déversoirs ou des arches a considérablement augmenté le coût des installations comparativement aux structures précédentes (ex. : ponceau permanent conventionnel).

Ce passage à une utilisation accrue des ouvrages amovibles est particulièrement courant en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick. L'utilisation de ponceaux à déversoirs est une option, mais elle est rarement utilisée en raison des coûts d'achat élevés et du plus grand entretien associé aux débris et au blocage de la glace, ainsi que de l'activité accrue perçue des castors dans ces types de structures. Les arches étaient populaires dans ces provinces au début des années 2000, mais une fois que les réglementations sont devenues plus strictes, cela a eu pour effet d’augmenter la portée libre des arches et de rendre la conception des assises plus résistante à l’érosion. Ces changements ont entraîné la nécessité de disposer de plus grandes arches et d’augmenter les coûts d’installation. On trouve maintenant couramment des ponts à courte portée de 6 à 9 m sur les routes forestières de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick.

Comme l'utilisation de ponts de courte portée a augmenté dans certaines provinces, la nécessité de concevoir des ouvrages facilitant une installation rapide et temporaire est devenue un besoin croissant. Les assises de structures qui facilitent les installations rapides, les conceptions de structures pré-approuvées par les agences gouvernementales et les matériaux suffisamment légers pour minimiser les besoins en équipement sont tous des facteurs importants. Les conceptions de structures qui répondent à ces critères facilitent également leur utilisation en tant qu’ouvrages amovibles. Cette application est assez courante dans certaines régions de l’Ontario où les conceptions de ponts modulaires en acier sont devenues une pratique courante.

Les ouvrages amovibles dont les appuis sont situés en dehors de la limite supérieure de la berge doivent être conçus pour respecter les capacités de charge voulues. Par exemple, les CL3-625 et CL2-625 pour les charges légales (30 et 48 tonnes) et le CF3E (60 tonnes et plus).

Conditions terrain

Les territoires où la majorité des ouvrages amovibles pourraient être installées sont les régions situées en forêt boréale où habite le caribou forestier (sans toutefois se limiter à ce territoire). Les ouvrages amovibles sont permis dans tout chemin devant être fermé moins de 3 ans après sa construction. Au Québec, l'aire d'application du plan de rétablissement du caribou forestier est localisée dans une bande de 500 km située entre le 49e et le 55e parallèle de latitude nord. À l'intérieur de cette bande, environ 25 % se situent en dessous de la limite nordique des forêts attribuables qui se situe entre le 50° et 52° de latitude Nord (MFFP 2018). Depuis 2005, le caribou forestier fait partie des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec. Le RADF présente une approche de fermeture de chemin qui s'applique dans plusieurs contextes, entre autres, pour limiter les perturbations humaines dans l'habitat du caribou. La mise en place d'ouvrages amovibles dans un contexte de fermeture de chemin est une mesure d'aménagement forestier phare pour freiner le déclin des populations du cervidé.

La forêt boréale des régions du nord du Saguenay-Lac-Saint-Jean et de la Côte-Nord est caractérisée en partie par le domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc et surtout par celui de la pessière à mousses. Le relief de ces territoires peut être accidenté et afficher des dénivellations importantes à certains endroits. Les conditions de terrain (relief, dépôt de surface, hydrographie) spécifiques aux visites qui seront effectuées dans le cadre de cette étude seront notées. Éventuellement, après plusieurs installations visitées, une analyse de l'impact des conditions de terrain sur les coûts opérationnels des ouvrages amovibles pourrait être réalisée.

Caractéristiques des cours d'eau

Il y a deux types de cours d'eau : les cours d'eau permanents (coulent en toute saison) et les cours d'eau intermittents (l'écoulement varie en fonction des précipitations et des périodes de sécheresse (voir RADF pour définition plus complète). Il faut considérer plusieurs caractéristiques des cours d'eau lors de l'installation des ouvrages amovibles (largeur, stabilité des berges, pente d'approche, portée de la structure, libre passage du poisson à assurer ou non, substrat, etc.). Ces caractéristiques précises seront mesurées lors des visites effectuées sur le terrain dans le cadre de la présente étude.

Le type d'ouvrage (ouvrage amovible ou ponceau) à installer pour traverser un cours d'eau varie en fonction de la largeur du cours d'eau, la nature du terrain, la durée de vie espérée du chemin et les coûts d'installation. Dans le cadre de cette étude, ce sont les largeurs de cours d'eau de 0 à 3 m qui sont visées.

FOURNISSEURS D'OUVRAGES AMOVIBLES

Les principaux manufacturiers de ponts et d'ouvrages amovibles de l'est du Canada sont présentés en détails à l'Annexe 1. La localisation des principaux fournisseurs d'ouvrages amovibles dans l'est du Canada offre un portrait intéressant de la proximité des ateliers de fabrication par rapport aux sites d'installations potentiels du Québec (Figure 2). Il peut aussi y avoir des structures de courtes portées réalisées par de petits ateliers de soudure locale qui peuvent être considérées. Une revue de ces ateliers ne fait pas partie de la présente étude. Seulement les principaux fournisseurs de l'est du Canada ont été contactés afin d'avoir une indication du nombre d'utilisations d'ouvrages amovibles afin de mieux définir leur offre de service en termes de produits et support.

Neuf entreprises proposent des ouvrages amovibles pouvant être utilisés sur les routes forestières. Ces structures sont reconnues et assurées par un ingénieur qui certifie la charge nominale pouvant être appliquée par des camions semi-remorque sur le tablier. Puisque les prix ne sont pas publiés sur la plupart des sites web, la liste de prix n'a donc pas été préparée pour l'ensemble des produits. Toutefois, un ordre de grandeur est donné dans la plupart des cas pour des modèles spécifiques. Le prix des structures varie généralement en fonction de la configuration (présence de glissière de sécurité, nombre de sections) et des frais de transport. Les principaux produits offerts ont une longueur de 6 à 12 m (20 à 40 pieds), ont tous la même largeur de circulation 4.3 m (14 pieds) et sont offerts selon trois types de matériaux (bois, acier, combinaison bois-acier). Les prix d'achat sont généralement de l'ordre de 3300 $ par mètre linéaire (portée).

Il est difficile d'obtenir une estimation précise des achats au pays, à moins d'une revue exhaustive des fournisseurs et des utilisateurs. Les installations d'ouvrages amovibles demeurent limitées au Québec pour l'instant et ne reflètent pas l'augmentation prévue des commandes en lien avec le RADF. Un sondage auprès des industriels forestiers à partir de 2019 permettrait de mieux mesurer les achats effectués au cours de 2018 et déterminer un ratio $/m^3 en fonction des commandes effectuées pour récolter certains secteurs.

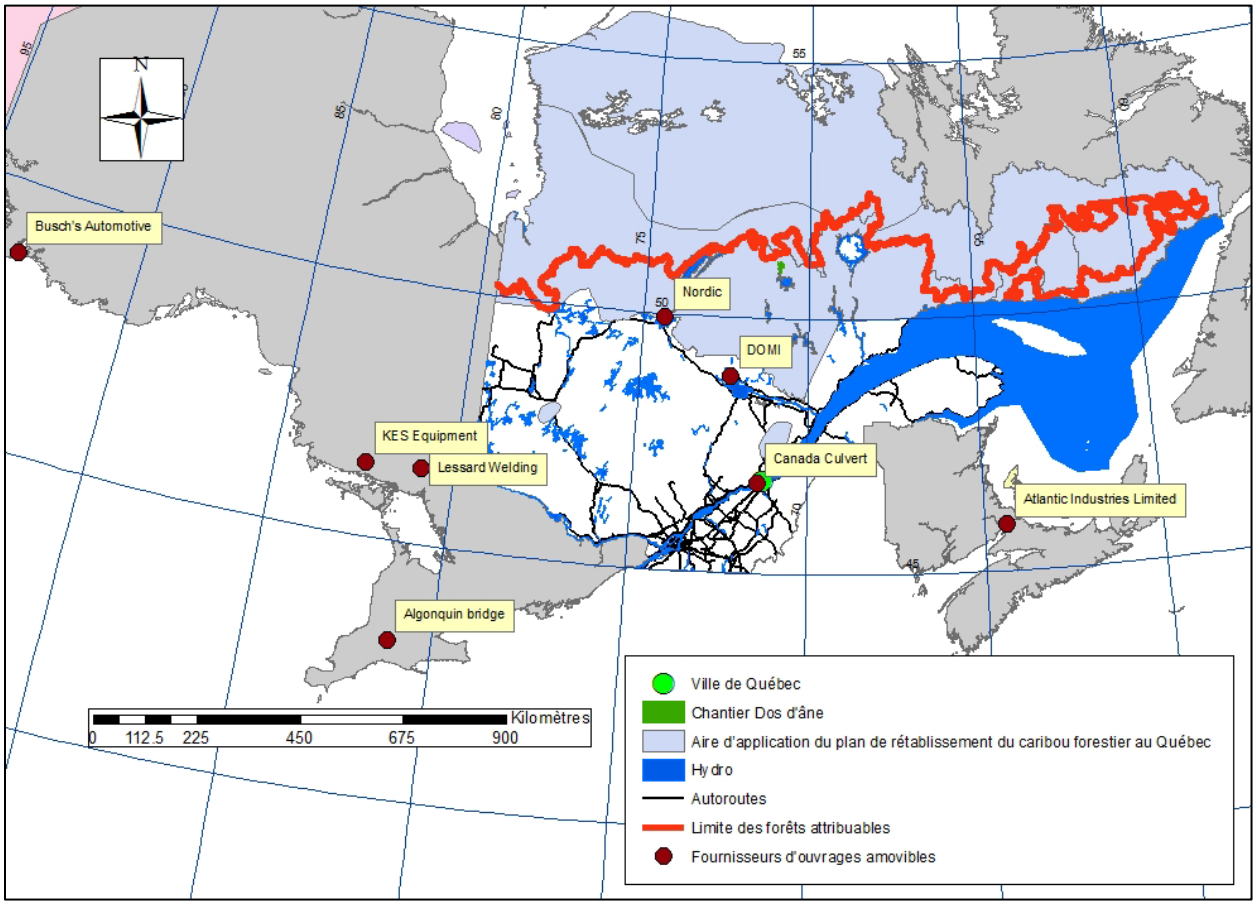

Figure 2. Localisation des principaux fournisseurs d'ouvrages amovibles.

VISITE DE L'INSTALLATION D'UN OUVRAGE AMOVIBLE

Le 26 septembre 2018, la Coopérative forestière Petit-Paris a fait l'installation d'un ouvrage amovible, au nord du 51e parallèle, dans le chantier Dos d'âne à quatre heures de route (304 km) au nord de Saint-Ludger-de-Milot (Figure 3).

Selon l'orientation ministérielle du MFFP, Rexforêt et les bénéficiaires de garanties d'approvisionnement (BGA) possèdent chacun leurs ouvrages amovibles en raison de la viabilité économique et de la simplicité logistique de cette méthode d'opération. Dans le cas de cette visite au chantier Dos d'âne, le BGA est la Coopérative forestière Petit-Paris (CFPP) et cette dernière se doit d'installer les assises et d'assurer une stabilisation adéquate. CFPP prévoit l'installation de l'ouvrage amovible pour une durée de 2 à 3 ans.

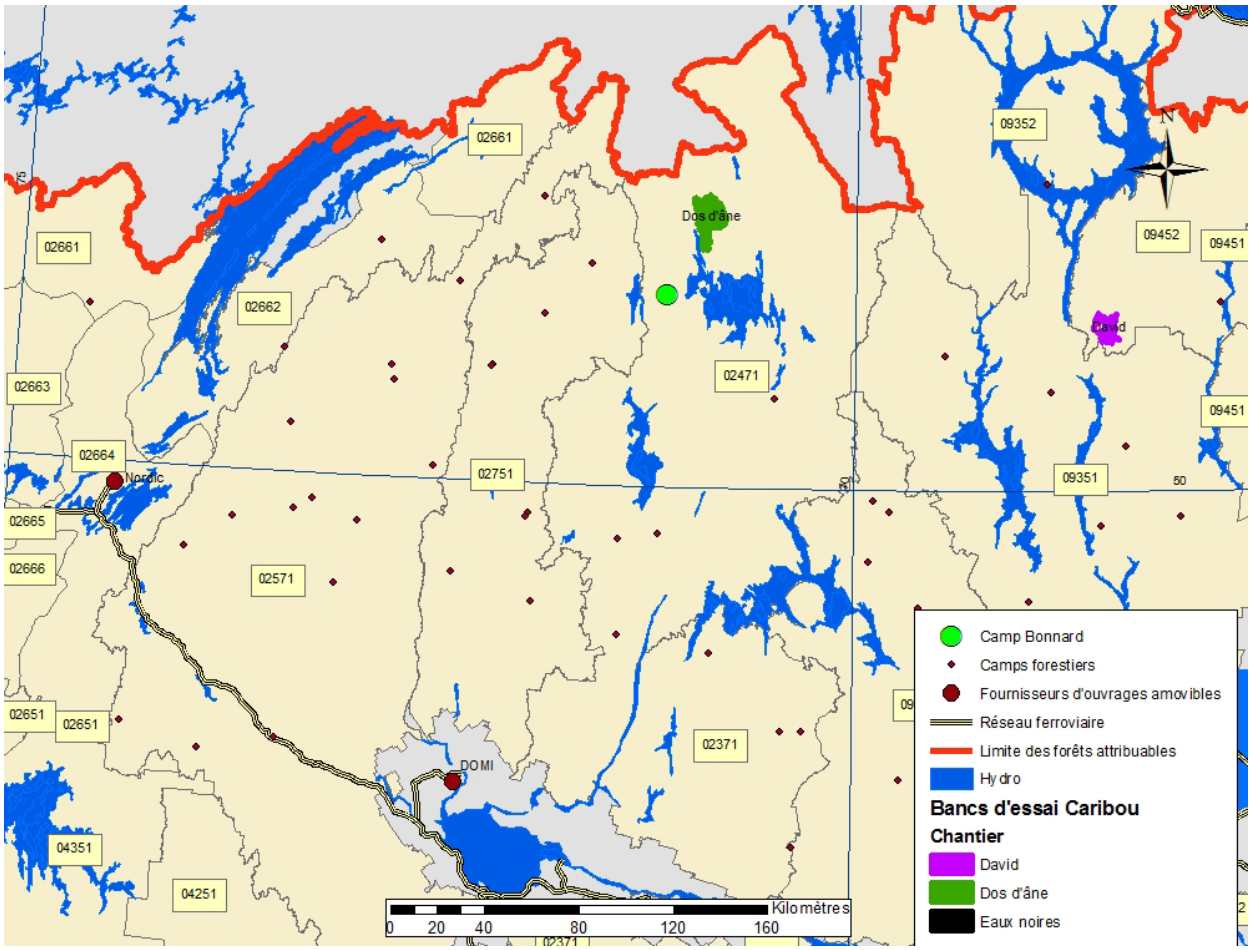

Figure 3. Coopérative forestière de Petit-Paris (secteur Camp Bonnard).

Les principales caractéristiques du site d'installation sont :

- Terrain avec coteaux (pentes de 3 à 8 %).
- Pente de la route (approche et sortie de l'ouvrage amovible) : 1 % (mesuré sur le premier 20 m de chaque côté de la structure).
- Chemin de classe 5 d'une largeur de 6 à 6.5 m.
- Lit du cours d'eau avec présence de végétation (ex. : plantes herbacées hydrophytes).
- Calcul de dimensionnement du ponceau suggère un conduit de 1200 mm de diamètre.
- Cours d'eau permanent où le libre passage du poisson doit être respecté.
- Pente du lit du cours d'eau mesurée: < 1 %.
- Largeur du cours d'eau : 1,70 m (de berge à berge) (berges stables).
- Débit maximum instantané d'une récurrence de 10 ans : 0,88 m^3/sec.
- Débit maximum instantané d'une récurrence de 10 ans (augmentée de 5 % pour des évènements climatiques exceptionnels): 0,92 m^3/sec.

Coûts d'installation

Un ouvrage amovible Nordic d'une portée libre de 6 m (tablier d'une longueur totale de 7 m) a été installé par CFPP. La largeur du tablier (deux dalles de 2,44 m de large) est de 4,88 m (16 pieds) et les chasse-roues sont de 1 pied de chaque côté. La surface de roulement est donc de 4,27 m (14 pieds) de large. Chacune des deux sections pèse 4080 kg (9 000 lbs) avec les chasse-roues installés, ce qui n'est pas un défi pour les excavatrices de 35 tonnes habituellement utilisées lors des travaux de voirie forestière (ces excavatrices peuvent soulever des charges de 4 tonnes à une hauteur de 6 m). La capacité portante de l'ouvrage amovible installé est de 180 tonnes, permettant aux camions hors-normes de 165 tonnes (14 pieds de large) d'y circuler.

Les dalles portantes en lamellé-collé ont une épaisseur de 40 cm et ont comme recouvrement en surface du contreplaqué traité de 12,7 mm d'épaisseur. CFPP a installé des matelas caoutchoutés pour protéger le tablier (contreplaqué) (Figure 4).

Les pelles mécaniques sur le site s'occupent du déchargement lors de la livraison. Les pelles mécaniques sont déjà sur le site pour la construction de la route, il n'y a donc aucun coût de fardier à prendre en considération dans le coût d'installation pour le déplacement des pelles et du camion Volvo 6×6.

Lors de l'installation, il est important d'avoir les chaînes et les raccordements appropriés pour le chargement des assises (matelas culées). Un ensemble de chaînes certifiées pour soulever 4100 kg et de longueur spécifique pour soulever des tabliers de 7 m a été acheté au coût de 500 $ pour l'opération (ces chaînes sont réutilisables et n'ont pas été comptabilisées dans le coût d'installation). Des anneaux de levage vissés à chaque section facilitent l'installation des dalles et des matelas culées.

L'ensemble des mesures terrain et manipulations requises pour installer l'ouvrage amovible nécessite quatre principales étapes (38 heures de pelles mécaniques et 6 heures de camion Volvo 6×6) pour un coût total d'installation de 10 855 $ (Tableau 1).

<u>Il est important de noter ici qu'il ne s'agit que d'une seule visite d'installation et que des évaluations additionnelles permettront de mieux capturer la variabilité des principaux éléments de travail.</u>

Comme toute première fois, certains coûts observés peuvent être fortement atténués lors des prochaines poses. Des observations additionnelles sont requises afin de cibler les éléments qui sont susceptibles d'augmenter l'efficacité des prochaines poses.

Tableau 1. Étapes et coûts d'installation d'un ouvrage amovible dont les appuis sont situés en dehors de la limite supérieure de la berge

Principaux éléments				
Étapes	Activités	Équipements	Heures[b]	Coût ($)
Préparation	Achat de la structure (coût réparti sur 5 utilisations de 3 ans)[a]	Pont Nordic 7 m	-	3500
	Installation des chasse-roues sur la structure et des ancrages sur les matelas culées	1 ouvrier	9	270
	Livraison de la structure au site et déchargement	1 fardier	8	840
	Rapprochage de la mousse, du gravier et des roches	2 pelles mécaniques	6	1500
		1 camion Volvo 6×6	4	500
	Achat du géotextile	géotextile non-tissé Soleno (3.5 m × 100 m)		535
	Préparation du géotextile	1 technicien	1	30
Assises	Remplissage de gravier et de roches	2 pelles mécaniques	1	250
	Installation du géotextile	2 pelles mécaniques	1	250
		2 techniciens	1	60
	Enrochement des berges	2 pelles mécaniques	1	250
	Recouvrement des berges avec de la mousse	2 pelles mécaniques	1	250
	Mesures d'élévation	1 technicien	2	60
Montage	Installations des deux matelas culées Nordic X-Lam	2 pelles mécaniques	0.5	125
		2 techniciens	0.5	30
	Installations des deux dalles de la structure Nordic Lam	2 pelles mécaniques	0.5	125
		2 techniciens	0.5	30
Stabilisation	Mise en forme du chemin à l'approche de l'ouvrage	2 pelles mécaniques	8	2000
		1 camion Volvo 6×6	2	250
TOTAL				**10 855**

[a] 16 000$ + 1 500$ frais de livraison au garage de CFPP
[b] Heures machine travaillées payées par CFPP.

Figure 4. Installation d’un ouvrage amovible par CFPP

VISITES DE TRAVERSES DE COURS D'EAU DÉJÀ INSTALLÉES

Coopérative forestière de Petit-Paris

Une visite a été effectuée le 26 septembre au nord du 51e parallèle dans le chantier Dos d'âne sur une traverse de cours d'eau permanente réalisée par CFPP en 2017, installée selon les exigences du RNI (Figure 5). Le ponceau visité est d'un diamètre de 1200 mm et d'une longueur de 12 m en une seule section. Cette installation, de l'ère du RNI, permet quand même de donner une idée des deux types d'ouvrages (permanents versus amovibles) sur un cours d'eau similaire.

Selon CFPP, l'installation a nécessité 2 pelles mécaniques et un camion 6 × 6 Volvo pour une durée de 9 heures. L'installation selon le RNI demande un enfouissement de 10 % et devait se faire selon la pente du cours d'eau. L'installation du même ponceau, mais en suivant les normes du RADF, requiert un enfouissement de 30 % (pour respecter le libre passage du poisson) et un respect de la pente du lit du cours d'eau. L'enfouissement sur une profondeur de 30 % du diamètre du conduit peut s'avérer très complexe sur certains cours d'eau où le fond est sur le roc. Dans certaines conditions, creuser à une profondeur de 30% (360 mm) ou 10% (120 mm) peut faire la différence entre présence de roc ou non.

Figure 5. Ponceau d'un diamètre de 1200 mm installé par CFPP.

Produits Forestiers Résolu

Toujours dans le chantier Dos d'âne, une visite a été effectuée le 26 septembre sur une traverse de cours d'eau où un ouvrage amovible DOMI a été installé au cours de l'été 2018 par Produits Forestiers Résolu (Figure 6). Cette visite permet de donner une idée de deux types d'ouvrage amovible (Nordic vs DOMI). L'ouvrage amovible DOMI installé a une longueur de 9,1 m (30 pieds) et une largeur de 4,88 m (16 pieds, dont 14 pieds pour la circulation des véhicules à l'intérieur des chasse-roues). Selon le contremaître de voirie de PFRésolu, l'ouvrage amovible a pris 6 heures à installer (assises et montage). Le travail a nécessité deux pelles mécaniques, une Komatsu PC 290 (32 tonnes) et une 390 (40 tonnes) et deux techniciens. Ces informations nous indiquent donc que l'ensemble des activités d'installation peuvent différer considérablement d'une installation à l'autre. Ces différences d'heures notées pour l'installation des ouvrages amovibles entre différents BGA appuient l'importance de réaliser davantage d'études pour bien comptabiliser l'impact des ouvrages amovibles versus des ouvrages permanents.

Figure 6. Ouvrage amovible DOMI (9,1 m) installé par PFRésolu.

Des suivis d'installations additionnels permettraient d'ajouter un tableau comparatif des différents ouvrages tels les temps d'installations et la mise en forme du chemin à l'approche de l'ouvrage.

EXERCISE DE COMPARAISON DES COÛTS (OUVRAGE AMOVIBLE VS PONCEAU)

Les visites d'installations réalisées dans la présente étude permettent de documenter les principales étapes d'installation d'un ouvrage amovible et de donner un aperçu du coût d'installation dans un contexte local bien spécifique. Afin de réaliser une évaluation des coûts et une évaluation opérationnelle des nouvelles mesures du RADF sur les activités de voirie forestière en ce a trait aux installations d'ouvrages amovibles, des observations additionnelles détaillées seront requises.

Règle générale, chaque kilomètre de chemin en milieu forestier traverse environ un cours d'eau (Paradis-Lacombe 2018). Le choix du type d'ouvrage à mettre en place entre un ponceau ou une autre structure se fait notamment en fonction de la largeur du cours d'eau, de la nature du terrain, de la durée de vie espérée du chemin, des coûts d'installation et de l'obligation d'assurer le libre passage du poisson. Dans le contexte du banc d'essai portant sur l'aménagement du territoire du caribou forestier, le MFFP utilise l'hypothèse qu'environ la moitié des traverses de cours d'eau soient permanentes et que l'autre moitié soit constituée d'ouvrages amovibles (Rioux, Comm. Pers. 2018).

Ponceaux

Les ponceaux, même si considérés comme des ouvrages permanents, ont une durée de vie déterminée ; moins de 23 ans pour le bois, entre 25 et 30 ans pour le métal (TTOG) et plus de 17 ans pour le plastique (Paradis-Lacombe, 2018).

Les installations de ponceaux nécessitent plusieurs étapes et divers éléments liés aux conditions du site peuvent influencer le déroulement des opérations (CERFO 2018). Les activités de planification et vérification sur le terrain permettent de calculer le débit du cours d'eau afin de bien déterminer quel type de ponceau (dimension) doit être installé. Les ponceaux métalliques de type TTOG sont les plus utilisés en forêt (OIFQ 1996 et 2009).

Ouvrages amovibles

Un des avantages des ouvrages amovibles dont les appuis sont situés en dehors de la limite supérieure de la berge est l'absence de perturbation du cours d'eau (Figure 7). Les ouvrages amovibles à portée libre en bois, en acier, ou une combinaison des deux sont installés pour une durée limitée au même endroit (< 3 ans). Toutefois, les manufacturiers conçoivent leurs produits afin de résister aux intempéries et aux passages multiples des camions pendant plusieurs années (15 ans pour les structures de bois et de 30 à 75 ans pour les structures en acier). Le nombre d'utilisations va avoir une grande influence sur la durée de vie des structures. Un autre enjeu important est la qualité de l'installation (entre autres, les assises) qui auront un impact sur la durée de vie, la sécurité et l'environnement (Julien, Comm. Pers. 2018).

Éléments importants à considérer lors des travaux d'installation des ouvrages amovibles (selon l'expérience de Rexforêt lors de l'installation d'une structure DOMI au Lac Madame):

- Lorsque l'ouvrage amovible doit demeurer en place pour la saison suivante, la préparation des assises prend plus de temps puisque le dégagement de la structure doit être plus grand à cause de la crue des eaux.
- Il n'y a pas de coût de transport d'équipements à tenir compte pour l'installation puisque la structure est normalement installée dans un chantier de voirie déjà en fonction.
- Les coûts varient puisqu'ils sont fortement dépendants des conditions du site (ex. : disponibilité des roches et de la mousse, pente, etc.).
- La localisation du chantier a beaucoup d'impact sur les coûts puisque les fardiers représentent une bonne proportion des coûts.

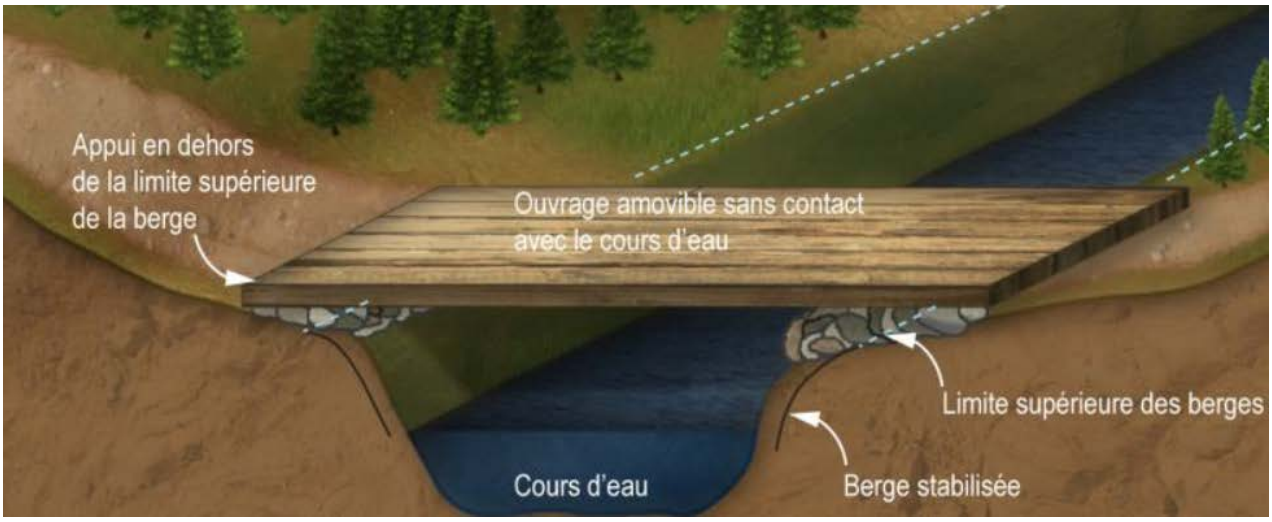

Figure 7. Appuis d'un ouvrage amovible en dehors de la limite supérieure des berges (RADF art. 111).

Estimation et comparaison des coûts

La visite d'une installation d'un ouvrage amovible à portée libre dans la région du chantier Dos d'âne, les visites de ponceaux et d'ouvrages amovibles installés ainsi que la revue de littérature sont utiles afin de documenter le processus d'installation et servir de modèle afin d'effectuer des analyses de coûts. Cette information pourra éventuellement bonifier d'autres observations afin de produire une grille décisionnelle complète pour faciliter les choix de structures.

La relation entre le diamètre des ponceaux et le coût d'installation versus un ouvrage amovible est étroitement liée à une série d'hypothèses de travail qui vont varier en fonction de la région, des caractéristiques du cours d'eau, des équipements en place, de l'expérience des opérateurs et bien d'autres éléments. La présente étude se limite à l'observation partielle des activités d'installation d'un ouvrage amovible et ne permet pas d'évaluer de façon précise les coûts des ouvrages amovibles (qui peuvent différer grandement selon les régions, les produits utilisés, les opérateurs, etc.).

Malgré le nombre limité de visites réalisées, il est quand même possible de dégager certaines tendances préliminaires quant aux coûts d'installation des d'ouvrages amovibles et des ponceaux en fonction des dimensions du cours d'eau Seuls les coûts d'installation sont comptabilisés dans le présent exercice. Toutefois, à titre de référence, les données recueillies lors des opérations de fermeture de routes dans le cadre d'un projet sur le caribou forestier (banc d'essai caribou) en 2017-2018 ont démontré que les coûts de fermeture des chemins (ponceaux traditionnels qui ont été retirés) étaient d'environ 2500 $ (Feuille de calcul FPI du coût de l'infrastructure routière).

À titre de référence, les types d'équipement, les heures-machines, ainsi que les heures de techniciens requis pour l'installation de l'ouvrage amovible Nordic par CFPP sont quasi identiques à ceux utilisés par Rexforêt lors de l'installation de l'ouvrage amovible DOMI de 9,14 m (30 pieds) de long sur une traverse de cours d'eau au nord de Baie-Comeau en 2015 (Lac Madame).

À partir des observations réalisées dans le cadre de cette étude et des discussions avec le contremaître de voirie, il a été possible de faire une estimation et une comparaison de coûts basées sur quelques observations et hypothèses qui permettent de mieux quantifier les éléments clés liés aux installations d'ouvrages amovibles versus les ponceaux (Annexes 2 et 3). Les hypothèses de travail de base utilisées permettent d'indiquer une tendance générale du coût des ouvrages amovibles versus permanents. En règle générale, les installations de ponceaux sont plus avantageuses économiquement pour de petits cours d'eau et les ouvrages amovibles deviennent compétitif sur des cours d'eau nécessitant des ponceaux de diamètres supérieurs à 2500 mm. Des suivis d'installations additionnels sont requis afin de valider les hypothèses de coûts utilisés dans la présente approche et la dimension de ponceau à partir de laquelle l'ouvrage amovible devient compétitif.

Il est important de rappeler que les coûts de cet essai sont le résultat d'un apprentissage et qu'il sera sans doute possible d'optimiser les activités d'installation avec le temps. Aussi, afin de bien établir la relation qui permet de déterminer à partir d'où il est avantageux d'utiliser un ouvrage amovible versus permanent, il sera important dans les travaux ultérieurs d'intégrer les coûts de démantèlement (un ponceau coûte beaucoup plus cher qu'un ouvrage amovible à ce chapitre, Rioux, Comm. Pers. 2018).

Il est habituellement préférable d'afficher les coûts en dollars par mètre, tout comme les références du Manuel de foresterie. Toutefois, étant donné le faible nombre d'observations réalisées durant cette étude, il est présentement difficile d'établir une telle relation. Dans l'avenir, il serait intéressant de relier le diamètre du conduit à la largeur du cours d'eau et de mieux définir le coût des ponceaux selon la situation d'utilisation (% d'enfouissement et type de ponceau).

CONCLUSION

Le RADF amène des changements au niveau des traverses de cours d'eau et l'utilisation d'un plus grand nombre d'ouvrages amovibles est anticipée d'ici les prochaines années.

Dans cette optique, FPInnovations (FPI) a documenté quelques installations et a bâti des hypothèses préliminaires de comparaison de coûts. L'objectif étant d'aider les industriels dans le choix de structure, et ce, en fonction de la portée requise ou du diamètre du ponceau. Les visites réalisées dans le cadre de cette étude ont permis de documenter des informations pouvant servir à alimenter une grille décisionnelle qui permettrait de mieux quantifier les éléments clés liés aux installations d'ouvrage amovible versus les ponceaux. Des observations additionnelles sont requises afin de quantifier les impacts et les gains financiers possibles d'utiliser des ouvrages amovibles vs des ponceaux au Québec.

FPI a également fait un recensement des fournisseurs d'ouvrages amovibles dans l'est du Canada. Il y a présentement près d'une dizaine de fournisseurs. Les principaux produits offerts ont d'une longueur de 6 à 12 m (20 à 40 pieds), ont tous la même largeur de circulation 4,3 m (14 pieds) et sont offerts selon trois types de matériaux (bois, acier, combinaison bois-acier). Les prix d'achat sont généralement de l'ordre de 3300 $ par m linéaire (portée). Les utilisations d'ouvrages amovibles sont présentement limitées au Canada et un suivi à court terme de plusieurs autres installations au Québec permettrait de préciser les estimations de coûts affichés dans le présent rapport.

Le développement de projets futurs s'inscrit naturellement dans la poursuite des travaux amorcés dans la présente étude. Voici une liste de points sur laquelle le MFFP pourrait apporter son appui à court terme :

1. Suivre de multiples installations (permanents et amovibles) en 2019-2020 afin de bâtir les connaissances au niveau des installations pour être en mesure de (1) mieux proposer des méthodes pour améliorer l'efficacité de l'installation des ouvrages amovibles et des ponceaux (2) raffiner les hypothèses de coûts d'installation/démantèlement sur une gamme plus étendue de conditions de site et de type d'ouvrage.
2. Établir un projet pilote sur le suivi à long terme du vieillissement des ouvrages amovibles est essentiel à la compréhension des coûts.
    a. Impacts des camions hors-normes vs camions réguliers sur la durée de vie des installations.
    b. Impact du nombre de cycles (installation/désinstallation) sur la vie de la structure.
3. Créer un document de design standard de structures d'assises tel que produit en Ontario afin d'harmoniser les installations, assurer la sécurité et l'atteinte des objectifs environnementaux, ainsi que réduire les coûts.
4. Développer un nouveau concept de design modulaire pour les structures d'assises amovibles.

RÉFÉRENCES

CERFO. 2018. Les activités reliées aux ouvrages permettant de traverser un cours d'eau. Formation RADF. Version 1.0. Module C. Formation offerte par le Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Ste-Foy Inc. Avril.

Delisle, S. et Dubé, M. 2003. L'impact des ponceaux sur le milieu aquatique forestier : un nouvel outil de mesure (adapté de l'article paru dans Info Forêt, n° 69, avril 2001), Québec, ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de l'environnement forestier, 2 p. (Format PDF, 1 425 ko)

Dubé, M., Delisle, S. Lachance, S. et Dostie, R. 2006. L'impact de ponceaux aménagés en milieu forestier sur les frayères à omble de fontaine, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement forestier et Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec, 62 p.

Julien, D. 2017. Du RNI au RADF. Présentation effectuée dans le cadre de la Journée de l'Ordre. 26 octobre.

Jutras, S. 2017. L'analyse du RADF par un hydrologue forestier. 26 octobre. Présentation à la journée de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec 2017. Professeur en hydrologie forestière à la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique. Université Laval.

FEC. 2010. Bilan d'aménagement forestier durable au Québec (2000-2008). Bureau du Forestier en Chef. Juillet.

Lachance, S., Dubé, M, Bérubé, P. et Dostie, R. 2008. Temporal and Spatial Quantification of Fine-Sediment Accumulation Downstream of Culverts in Brook Trout Habitat, Transactions of the American Fisheries Society, 137: 1826-1838.

MFFP. 2018. Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec. Caribou des bois, écotype forestier.

OIFQ. 1996. Manuel de Foresterie. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec.

OIFQ. 2009. Manuel de Foresterie. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec.

Paradis-Lacombe, P. 2018. Caractérisation de l'état et de la durabilité des traverses de cours d'eau sur les chemins forestiers. Mémoire de Maîtrise en sciences forestières. Université Laval. 101 p.

Paradis-Lacombe, P et Jutras, S. 2016. Quelques enjeux de l'eau en foresterie : solutions potentielles grâce au LiDAR. Atelier LiDAR. 5 mai 2016.

ANNEXE 1 – FOURNISSEURS D'OUVRAGES AMOVIBLES

Nordic

Les ouvrages amovibles Nordic sont fabriqués à Chibougamau, Québec (Figure A1).

Voir Lien Foresterie [.] nordic [.] ca

- **Matériaux -** Bois – 2 dalles Nordic Lam de 2.44 m de large (plates) + un contreplaqué traité + 2 matelas-culée en CLT pour les assises.
- **Durée de vie -** Généralement 15 ans.
- **Réutilisation –** 3 déplacements maximum pour une durée de vie de 15 ans.
- **Capacité de charge –** 40 à 180 tonnes (Volvo-A40, CF3E-70T, CF3E-100T, CF3E-140T, CCL-180T). La norme CSA S6-06 Highway Bridge Design Code est utilisée afin de standardiser la capacité portante des structures.
- **Dimensions –** Portée libre de 1 à 7 m de longueur (+ 1.2 m pour les appuis). Largeur de 4.88 m et une hauteur (épaisseur) variant de 140 à 400 mm. Un pont de 7 m de portée avec une capacité de 70 tonnes pèse 20 000 lbs (9 000 kg).
- **Prix d'achat -** Très dépendant de la taille et du chargement de la structure. Ex : une structure de portée de 7 m avec une capacité portant de 70 tonnes coûte 17 000 $, alors qu'une structure d'une portée de 6 m et une capacité portante de 180 tonnes coûte 15 500 $. Ce dernier est le modèle le plus populaire au Québec.
- **Mode de livraison -** La structure est livrée en pièces détachées et jusqu'à trois structures peuvent être livrées sur le même transport (fardier).
- **Délais de livraison –** en moyenne 4 semaines.
- **Installation –** Prend une demi-journée pour installer avec une excavatrice et des chaînes.
- **Combien d'installations** – Au total, Nordic à une vingtaine d'installations au Québec, dont 5 chez Chantiers Chibougamau.

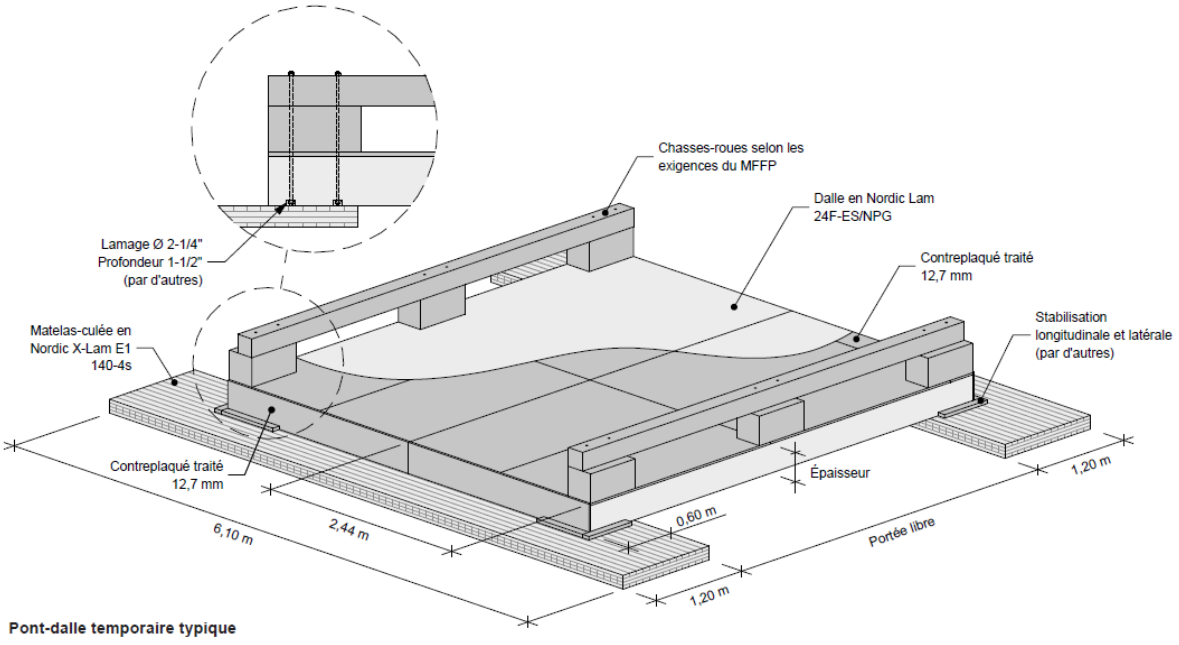

Figure A1. Nordic.

Canada Culvert

Canada Culvert détient plusieurs détaillants au Canada, dont au Québec à Saint-Augustin-de-Desmaures. La largeur des ouvrages amovibles est offerte en 1 ou 2 voies, et la portée peut aller jusqu'à 24.4 m (80 pieds) (Figure A2). La surface de roulement peut être en asphalte, en béton ou en bois. Les structures modulaires sont fabriquées à Cambridge, ON.

Lien : site french [.] canadaculvert [.] com [/] products [/] bridge-in-a-box

- **Matériaux -** Acier - Structure modulaire préfabriquée et préconçue qui est livrée sur place en configuration de voie unique ou double.
- **Durée de vie –** n.d.
- **Réutilisation –** n.d.
- **Capacité de charge –**n.d.
- **Dimensions –** 6 à 24.5 m (80 pieds)
- **Prix d'achat -** Très dépendant de la taille et du chargement.
- **Mode de livraison –** La structure sera livrée en pièces détachées.
- **Délais de livraison -** Modèle classique peut être assemblé et placé dans les assises en une seule journée.
- **Installation -** n.d.
- **Combien d'installations** – n.d.

Figure A2. Canada culvert.

Construction DOMI

DOMI conçoit et construit, à Dolbeau-Mistassini, des ouvrages amovibles en combinaison acier-bois pour le secteur forestier (Figure A3). DOMI à une vingtaine d'ouvrages amovibles en inventaire pour achat ou location.

Lien : site constructionsdomi [.] com [/] realisations

- **Matériaux -** Acier/bois.
- **Durée de vie –** n.d.
- **Réutilisation –** n.d.
- **Capacité de charge -** Capacité nominale pouvant aller de 60 tonnes métriques jusqu'à 150 tonnes.
- **Dimensions –** Structures allant de 6 à 24 m (20 à 80 pieds) de longueur. Largeur carrossable ajustable.
- **Prix d'achat -** Très dépendant de la taille et du chargement. Exemple, 21 000 $ pour l'achat d'une structure d'une longueur de 9 m (30 pieds) et d'une largeur de 3.35 m (11 pieds), avec une capacité portante 70 tonnes. Pour une longueur de 40 pieds, le prix serait de 42 000 $.
- **Mode de livraison -** La structure sera livrée en pièces détachées.
- **Délais de livraison –** n.d.
- **Installation –** n.d.
- **Combien d'installations** – n.d.

Figure A3. Construction DOMI.

Lessard Welding

Lessard Welding conçoit et construit, à Sudbury, Ontario, des structures modulaires. Elles sont livrées en 2 sections qui sont boulonnées sur la longueur, pour une largeur totale de 4.6 m (15’4’’) (Figure A4). Pour les ouvrages utilisés sur les chemins en milieu forestier, les supports pour les glissières sont soudés à la structure. Un ingénieur certifie la capacité de chaque structure.

Lien : site lessardwelding [.] com [/] bridges-modular

- **Matériaux -** Acier – 2 dalles de 2.44 m.
- **Durée de vie -** Généralement 40 ans.
- **Réutilisation –** Les dommages à la structure sont dans la plupart des cas causés lors des manipulations liées à la relocalisation. Le nombre de réutilisations varie donc en fonction de la qualité des travaux de relocalisation (précautions prises lors des manipulations).
- **Capacité de charge –** Conçu pour un camion de type CL-625 qui ont une charge théorique maximale de 63 tonnes.
- **Dimensions –** Longueurs de 6 à 18 m (20, 30, 40, 50 et 60 pieds) de portée avec une largeur de 4.6 m (15 pieds). Le tablier se compose de plaque en acier de 10 mm (3/8 po) d’épaisseur. La largeur est de 4.88 m et la hauteur varie de 460 à 660 mm. Le poids varie de 2 720 à 18 600 kg.
- **Prix d'achat -** Très dépendant de la taille et du chargement. L'acier est aussi une commodité qui est chère et les prix fluctuent souvent (ex. : les récents tarifs de 25 % imposés par les États-Unis). Une estimation est requise afin de déterminer un prix précis ajusté selon le type de structure et ses dimensions. Exemple : une structure de 20 pieds peut coûter 19 300 $, alors qu’une de 50 pieds peut coûter 80 000 $, plus les frais de livraison. Estimation des frais de livraison d’une structure d’une longueur entre 20 et 50 pieds jusqu’à Baie-Comeau serait de 5 700 $.
- **Mode de livraison -** La structure sera livrée en pièces détachées. Le transport est limité par la hauteur des charges et non le poids. Les modèles de 20 et 30 pieds peuvent être livrés en paire sur un même camion. Les structures de dimensions supérieures sont transportées une à la fois.
- **Délais de livraison –** Les structures prennent environ une semaine à produire, mais peuvent prendre de 4 à 8 semaines après réception de la commande avant d’être prêtes pour la livraison.
- **Installation –** Une installation permanente requiert habituellement 5 jours. Le poids de la structure devient le facteur limitant lors des installations. Deux excavatrices sont requises pour chaque installation. Pour les structures de 20 et 30 pieds, des excavatrices de puissance 120-180 hp sont requises. Pour celles de 40 et 50, des excavatrices de 220-300 hp sont nécessaires. Les structures de 60 pieds de portée requièrent des excavatrices de plus de 300 hp. Les grues ne sont pas recommandées pour les manipulations.
- **Combien d'installations** – Lessard a présentement 26 installations au Québec, soit 17 ouvrages amovibles et 9 ponts de services (capacité de 25 tonnes, utilisée uniquement dans les sentiers). Au total, Lessard a 700 structures d’installées en Amérique du Nord. En moyenne, 2 structures par année sont installées au Québec.

Figure A4. Lessard welding.

KES Equipment

KES Equipment conçoit et construit, à Elliot Lake, Ontario, des structures modulaires en acier. Toutes les structures sont dessinées, conçues et approuvées par des ingénieurs. Les structures KES sont conçues pour rencontrer les normes CSA S6-06 et sont approuvées par le ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (Figure A5). Ce ministère considère comme temporaires les installations enlevées avant 7 ans. Une inspection est réalisée à chaque deux an par le ministère afin de s'assurer que la structure satisfait toujours les critères.

Lien : site kes-equipment [.] com [/] bridges

- **Matériaux –** Acier – 2 dalles de 2.44 m. Le produit est très similaire à ce que Lessard offre.
- **Durée de vie -** n.d.
- **Réutilisation –** Minimum 30 ans.
- **Capacité de charge -** En fonction du besoin.
- **Dimensions –** Disponibles en longueurs de 6 à 15 m (20, 30, 40 et 50 pieds), avec une largeur de 4.88 m (2 sections de 8 pieds de large). Espaces pour glissières soudées à même le tablier (6'' par 6'').
- **Prix d'achat -** Très dépendant de la taille et du chargement. Le prix de l'acier fluctue aussi souvent et ceci est directement reflété dans le prix des structures. Une règle générale est que le prix est d'environ 1000 $ du pied linéaire, plus les frais de livraison.
- **Mode de livraison -** La structure sera livrée en pièces détachées. Chez KES, leur base de client est entièrement en Ontario. Leurs clients vont chercher eux-mêmes les structures avec des camions forestiers. Trois structures de 30 pieds peuvent être transportées sur le même camion.
- **Délais de livraison –** Les structures prennent un mois à fabriquer.
- **Installation –** n.d.
- **Combien d'installations** – Aucune installation au Québec.

Figure A5. KES Equipment.

Busch’s Automotive

Busch’s Automotive conçoit et construit, à Fort Frances, Ontario, des structures modulaires. Elles sont livrées en 5 morceaux, et l’installation peut être effectuée en 5 heures avec deux journaliers et une pelle mécanique (Figure A6). La structure est conçue pour les charges de camions autorisées jusqu'à 75 tonnes et répond aux exigences (code de conception) des ponts routiers du ministère des Transports de l'Ontario.

Lien : site buschs [.] ca [/] portable-bridges

- **Matériaux -** Bois / Acier.
- **Durée de vie -** Peut durer jusqu'à 50 ans environ.
- **Réutilisation –** n.d.
- **Capacité de charge -** Capacité de charge de 75 tonnes.
- **Dimensions -** Longueurs de 9 à 15 m, avec une largeur de 4.30 m.
- **Prix d'achat -** Très dépendant de la taille et du chargement.
- **Mode de livraison -** La structure sera livrée en pièces détachées.
- **Délais de livraison -** n.d.
- **Installation –** n.d.
- **Combien d'installations** – n.d.

Figure A6. Busch’s Automotive.

Algonquin Bridge

Structures en acier modulaires ou préfabriquées sur mesure à Thorndale, ON. Algonquin Bridge est une division d'Atlantic Industries Limited (AIL) située à Sackville au Nouveau-Brunswick (Figure A7).

Lien : fr [.] algonquinbridge [.] com

- **Matériaux -** La structure modulaire Mabey C200 est disponible à des fins de location. Il s'agit d'un système de panneaux modulaire assemblé sur site pour s'adapter à de nombreuses portées et largeurs différentes, car la plupart des composants restent les mêmes malgré les modifications dimensionnelles. La structure Mabey est en acier galvanisé.
- **Durée de vie –** La structure Mabey peut être conçu pour supporter la fatigue, ce qui prend en compte la quantité de trafic attendue sur la durée de vie souhaitée du pont. Généralement 75 ans.
- **Réutilisation -** Les composants de la structure peuvent être réutilisés jusqu'à ce qu'ils soient endommagés ou compromis. Par exemple, le tablier en acier est recouvert d'un revêtement en époxy qui devrait être appliqué à nouveau tous les 10 ans.
- **Capacité de charge -** Conçu pour les camions types CL-625 qui ont une charge théorique maximale de 63 tonnes et des camions CL-800 équivalent à 65 tonnes.
- **Dimensions -** Des portées différentes allant de 6,1 m (20 pi) à 24,4 m (80 pi) et avec des largeurs adaptées jusqu'à 9,45 m sont disponibles.
- **Prix d'achat -** Très dépendant de la taille et du chargement de la structure. À titre de référence, une structure de 30 m (100 pieds) x 4,2 m (13.8 pieds) a une valeur approximative de 180 000 $ à 200 000 $.
- **Mode de livraison –** La structure sera livrée en pièces détachées. Les plus lourdes pèsent généralement environ 500 kg selon la taille.
- **Délais de livraison -** Compte tenu de la nature modulaire de la structure, la plupart des composants sont généralement disponibles. À moins d'exigences spécifiques, les composants peuvent être expédiés entre 2 et 4 semaines après l'approbation du dessin.
- **Installation -** Un chargeur frontal ou un chariot élévateur à fourche est nécessaire pour placer des composants plus grandes. Tous les raccords sont boulonnés ou épinglés (partie du travail doit se faire en dessous de la structure). Les outils à main standard, tel un marteau/masse sont donc requis. En règle générale, 50-pieds de structure peuvent être assemblés par jour avec une équipe de 5 personnes. La structure modulaire Mabey est recherchée en raison de sa facilité d'installation. Un ingénieur est requis pour l'inspection finale.
- **Combien d'installations** – 80 à 100 installations hors Québec au cours des 5 dernières années.

Figure A7. Algonquin bridge.

Fournisseurs de services

Daniel Blizzard Services Intégrés Inc.

Basé à Saint-Augustin-de-Desmaures, offre des services de structures temporaires dans l'est du pays.

Lien : blizzardaccesssolutions [.] com

Pruche 12" épaisseur x 15' large x 20' long + chasse-roues 6" x 6" x 20'

Figure A8. D Blizzard services intégrés.

Northern Mat and Bridge

Basé en Alberta, mais offre des services de structures temporaires dans l'est du pays à partir de leur bureau de St-Eustache.

Lien : northernmat [.] ca

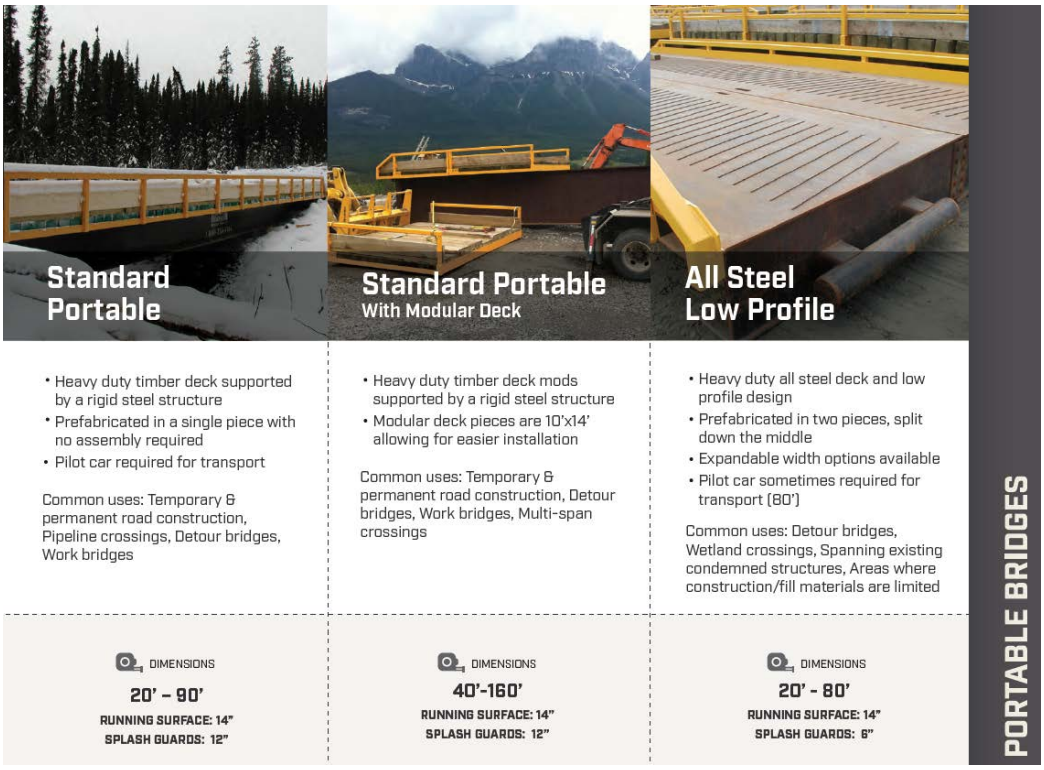

Figure A9. Northern Mat & Bridge.

ANNEXE 2 – VENTILATION DES COÛTS D'INSTALLATION D'UN PONCEAU SELON LE RADF

Il s'agit ici d'hypothèses de travail définies selon les sites visités dans le cadre de la présente étude. Il ne s'agit pas d'une représentation exacte des coûts totaux d'installation, mais offre une indication des activités et de la structure à utiliser pour comptabiliser les coûts d'installation. Des études et des suivis d'installations additionnelles sont requis afin de valider les hypothèses, la structure et les coûts affichés ci-dessous.

Ponceau circulaire (mm)	Coût du ponceau*			Étapes d'installation																					Coût Total ($)	Total (Hr-machine)
	Achat ($)	Livraison garage ($)	Livraison site ($)	Soutien technique aux différentes étapes (technicien forestier)			Préparation			Montage			Alignement			Enfouissement			Remblayage			Stabilisation				
							Machine	Taux ($/h)	Hrs	Machine	Taux ($/h)	Hrs	Machine	Taux ($/h)	Hrs	Machine	Taux ($/h)	Hrs	Machine	Taux ($/h)	Hrs	Machine	Taux ($/h)	Hrs		
				# person	Taux ($/h)	Hrs																				
450	270	100	100	1	30	8	Ex+6×6	125	14	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex+6×6	125	6	Ex+6×6	125	6	5,085	
500	300	100	100	1	30	8	Ex+6×6	125	14	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex+6×6	125	6	Ex+6×6	125	6	5,115	
600	350	100	100	1	30	8	Ex+6×6	125	14	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex+6×6	125	6	Ex+6×6	125	6	5,165	
700	400	100	100	1	30	8	Ex+6×6	125	14	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex+6×6	125	6	Ex+6×6	125	6	5,215	35
800	470	100	100	1	30	8	Ex+6×6	125	14	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex+6×6	125	6	Ex+6×6	125	6	5,285	
900	530	100	100	1	30	8	Ex+6×6	125	14	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex+6×6	125	6	Ex+6×6	125	6	5,345	
1000	610	100	100	1	30	8	Ex+6×6	125	14	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex	125	3	Ex+6×6	125	6	Ex+6×6	125	6	5,425	
1200	800	100	100	1	30	12	Ex+6×6	125	18	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex+6×6	125	8	Ex+6×6	125	8	7,485	
1400	900	100	100	1	30	12	Ex+6×6	125	18	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex+6×6	125	8	Ex+6×6	125	8	7,585	
1500	1000	100	100	1	30	12	Ex+6×6	125	18	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex+6×6	125	8	Ex+6×6	125	8	7,685	
1600	1080	100	100	1	30	12	Ex+6×6	125	18	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex+6×6	125	8	Ex+6×6	125	8	7,765	49
1700	1300	100	100	1	30	12	Ex+6×6	125	18	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex+6×6	125	8	Ex+6×6	125	8	7,985	
1800	1710	100	100	1	30	12	Ex+6×6	125	18	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex+6×6	125	8	Ex+6×6	125	8	8,395	
2000	1900	100	100	1	30	12	Ex+6×6	125	18	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex	125	5	Ex+6×6	125	8	Ex+6×6	125	8	8,585	
2200	2100	100	100	1	30	16	Ex+6×6	125	20	Ex	125	8	Ex	125	8	Ex	125	8	Ex+6×6	125	11	Ex+6×6	125	11	11,030	
2400	2280	100	100	1	30	16	Ex+6×6	125	20	Ex	125	8	Ex	125	8	Ex	125	8	Ex+6×6	125	11	Ex+6×6	125	11	11,210	66
3000	3320	100	100	1	30	16	Ex+6×6	125	20	Ex	125	8	Ex	125	8	Ex	125	8	Ex+6×6	125	11	Ex+6×6	125	11	12,250	
3300	3960	100	100	1	30	18	Ex+6×6	125	22	Ex	125	10	Ex	125	10	Ex	125	10	Ex+6×6	125	13	Ex+6×6	125	13	14,450	78

*2 tuyaux de tôle en acier ondulé galvanisé Soleno de 6 m (20 pi); Livraison au garage de l'entreprise à Dolbeau; Livraison au site en forêt est établie à 200 km

Préparation du milieu récepteur

montage de la structure et installation (art. 99-100) – éviter contact avec l'eau (art. 86)

alignement et pente de la structure
o Trouver le thalweg au niveau du seuil en amont et en aval

enfouissement de la structure
o Enfouissement d'un conduit en suivant la pente du cours d'eau

remblayage et compactage (art. 99-100)
o Le remblai doit être compacté par couches successives jusqu'au-dessus du conduit ou de l'arche

stabilisation des talus et enrochement (art. 95-96)
o L'extrémité du conduit ou de l'arche doit dépasser la base du remblai après sa stabilisation d'au plus 300 mm. Art. 100

ANNEXE 3 – VENTILATION DES COÛTS D'INSTALLATION D'UN OUVRAGE AMOVIBLE

Il s'agit ici d'hypothèses de travail définies selon une seule observation réalisée dans le cadre de la présente étude. Il ne s'agit pas d'une représentation exacte des coûts totaux d'installation, mais offre seulement une indication de la structure des coûts et activités à prendre en considération dans la détermination des coûts des ouvrages amovibles. Des études et des suivis d'installations additionnels sont requis afin de valider les hypothèses et la structure de coût utilisées. La mise en forme du chemin à l'approche et à la sortie de l'ouvrage (surélevé par rapport au niveau initiale du chemin) fait en sorte que l'étape de stabilisation prend plus de temps que pour l'installation d'un ponceau. À noter que le prix d'achat des structures temporaires varie en fonction du fabriquant, des matériaux choisis et de la capacité portante de la structure.

Équivalence d'un ponceau circulaire	Ouvrage amovible		Prix*		Livraison au site ($)			Étapes d'installation															Coût Total ($)	Total (Hr-machine)
	Longueur	Capacité portante	Achat ($)	Livraison	Fardier et chargeuse			Soutien technique aux différentes étapes			Préparation			Assises			Montage			Stabilisation et mise en forme				
	(pieds)	(tonnes)			Taux	Hrs	Total $	#	Taux	Hrs	Mach	Taux	Hrs	Mac	Taux	Hrs	Mac	Taux	Hrs	Machin	Taux	Hrs		
450	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	14	Ex	125	6	Ex	125	2	Ex+6×6	125	16	7850	
500	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	14	Ex	125	6	Ex	125	2	Ex+6×6	125	16	7850	
600	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	14	Ex	125	6	Ex	125	2	Ex+6×6	125	16	7850	
700	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	14	Ex	125	6	Ex	125	2	Ex+6×6	125	16	7850	38
800	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	14	Ex	125	6	Ex	125	2	Ex+6×6	125	16	7850	
900	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	14	Ex	125	6	Ex	125	2	Ex+6×6	125	16	7850	
1000	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	14	Ex	125	6	Ex	125	2	Ex+6×6	125	16	7850	
1200	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	16	Ex	125	8	Ex	125	2	Ex+6×6	125	20	8850	
1400	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	16	Ex	125	8	Ex	125	2	Ex+6×6	125	20	8850	
1500	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	16	Ex	125	8	Ex	125	2	Ex+6×6	125	20	8850	
1600	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	16	Ex	125	8	Ex	125	2	Ex+6×6	125	20	8850	46
1700	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	16	Ex	125	8	Ex	125	2	Ex+6×6	125	20	8850	
1800	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	16	Ex	125	8	Ex	125	2	Ex+6×6	125	20	8850	
2000	20	180	20000	500	115	6	690	2	30	6	Ex+6×6	125	16	Ex	125	8	Ex	125	2	Ex+6×6	125	20	8850	
2200	30	160	40000	500	115	6	690	2	30	9	Ex+6×6	125	18	Ex	125	8	Ex	125	4	Ex+6×6	125	22	11780	
2400	30	160	40000	500	115	6	690	2	30	9	Ex+6×6	125	18	Ex	125	8	Ex	125	4	Ex+6×6	125	22	11780	52
3000	30	160	40000	500	115	6	690	2	30	9	Ex+6×6	125	18	Ex	125	8	Ex	125	4	Ex+6×6	125	22	11780	
3300	40	160	50000	500	115	6	690	2	30	9	Ex+6×6	125	20	Ex	125	10	Ex	125	5	Ex+6×6	125	24	13655	59

*Hypothèse d'utilisation de l'ouvrage amovible pendant 10 ans et une délocalisation/réinstallation à chaque année

info@fpinnovations.ca
www.fpinnovations.ca

NOS BUREAUX

Pointe-Claire
570, boul. Saint-Jean
Pointe-Claire (Qc)
Canada H9R 3J9
(514) 630-4100

Vancouver
2665, East Mall
Vancouver (C.-B.)
Canada V6T 1Z4
(604) 224-3221

Québec
1055, rue du P.E.P.S.
Québec (Qc)
Canada G1V 4C7
(418) 659-2647