

# ***Ligne d'interconnexion Hertel-New York***

---

**Complément de l'étude d'impact sur  
l'environnement – Travaux dans la partie sous-marine**

---

**Février 2023**



# **Ligne d'interconnexion Hertel-New York**

---

## **Complément de l'étude d'impact sur l'environnement – Travaux dans la partie sous-marine**

---

Mises à jour et compléments d'information présentés au  
ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les  
changements climatiques, de la Faune et des Parcs du  
Québec



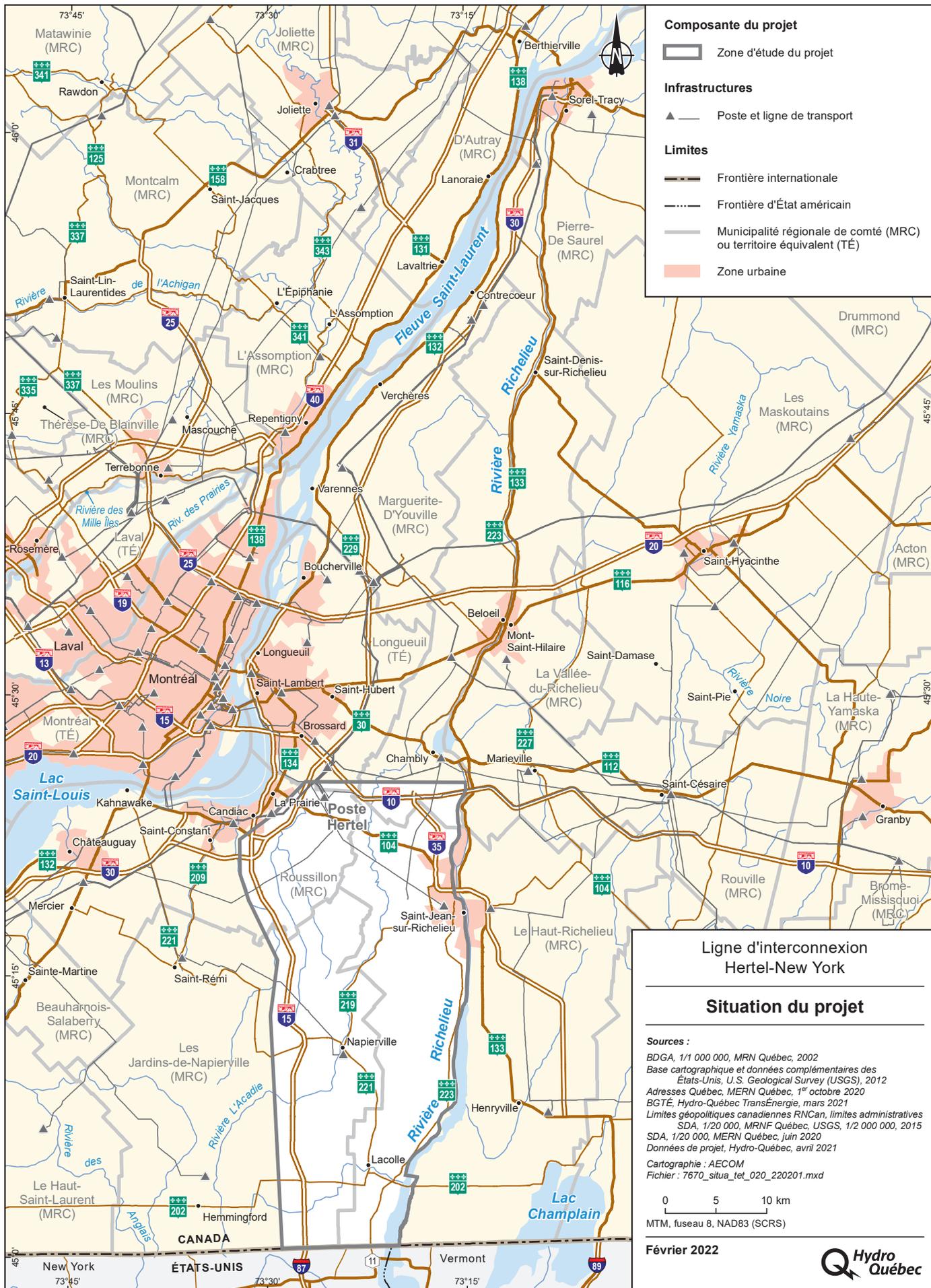
*Ce document complète l'étude d'impact sur l'environnement soumise en février 2022 au ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec, en vertu de l'article 31.3 de la Loi sur la qualité de l'environnement, en vue d'obtenir les autorisations nécessaires à la mise en place de la ligne à 400 kV Hertel-New York.*



## **Avant-propos**

Le présent document contient des compléments d'information en lien avec les questions et commentaires résultant de l'analyse de recevabilité de l'étude d'impact effectuée par la Direction de l'évaluation environnementale des projets industriels, miniers, énergétiques et nordiques, en collaboration avec les unités administratives concernées du MELCCFP, ainsi que par certains autres ministères et organismes, dans le cadre du processus d'obtention des autorisations gouvernementales nécessaires à la mise en place de la ligne à 400 kV Hertel-New York.







# Table des matières

Avant-propos .....	iii
1 Introduction .....	3
2 Révision de la description technique du projet – Partie sous-marine .....	5
7.2.3 Travaux dans la zone d’atterrage et en milieu aquatique ( <i>révisé</i> ) .....	5
3 Révision des Impacts sur le milieu – Partie sous-marine de la ligne .....	30
8.3 Sources d’impact – Partie sous-marine de la ligne ( <i>révisé</i> ) .....	30
8.6 Impacts sur le milieu – Partie sous-marine de la ligne .....	31
8.6.1 Milieu physique .....	31
8.6.2 Milieu biologique .....	38
8.6.3 Milieu humain .....	60
8.6.3.3 Activités récréotouristiques .....	64
8.8 Enjeux et synthèse des impacts et des mesures d’atténuations .....	72
8.8.2 Synthèse des impacts et des mesures d’atténuation – Partie sous-marine de la ligne ( <i>révisé</i> ) .....	72

## Tableaux

8 -28 ( <i>révisé</i> ) : Sommaire des superficies touchées dans l’habitat du poisson .....	45
8-1 : Pertes temporaires de terre cultivée en fonction des lots touchés par à la zone d’assemblage des conduits. ....	71
8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée..	73

## Figures

7-1 : Installation typique d’un câble sous-marin au point d’arrivée du forage .....	21
7-2 : Exemple de grappins utilisés pour dégager le tracé avant l’ensouillage .....	22
7-3 : Installation des câbles sur un fond de sédiments denses .....	23

## Photos

8-1 : Marais MH133-1, portion avec maïs cultivé .....	39
8-2 : Marais MH-132 dominé par le souchet des rivières .....	40
8-3 : Marécage arborescent MH133-2 en bordure de la rivière Richelieu .....	41
8-4 : Rive de la rivière Richelieu, inondée lors de la période de ponte en 2022 .....	58

## **Cartes**

Carte 7-1 : En pochette

Carte7-2 : Aire de travail pour assemblage des conduits ..... 13

Carte 7-3 : Infrastructures souterraines permanentes projetées dans la zone d'atterrage..... 27

## **Annexes**

Annexe A : Analyse de faisabilité - forage dans la zone d'atterrage

Annexe B : Séquence des travaux

# 1 Introduction

Dans le cadre de l'analyse de recevabilité et en lien avec la question QC2-14, Hydro-Québec s'est engagée à déposer auprès du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) lors de l'étape de l'acceptabilité environnementale :

- une étude de faisabilité complète du forage dirigé dans le secteur de la rivière Richelieu pour les volets terrestre et aquatique;
- une mise à jour des impacts du projet sur la rivière Richelieu, notamment les impacts possibles sur la bathymétrie et les mesures d'atténuation supplémentaires, le cas échéant.

Le présent document fait état de ces informations. De plus, considérant l'état d'avancement quant à l'obtention des autorisations gouvernementales, les périodes de réalisation des travaux en milieu aquatique ont dû être revues. Une mise à jour quant à cet aspect est aussi incluse dans ce document.



## 2 Révision de la description technique du projet – Partie sous-marine

Après le dépôt de l'étude d'impact sur l'environnement (EIE), certains éléments relatifs aux travaux prévus dans la zone d'atterrage ont été précisés. Ces précisions et modifications touchent notamment :

- la finalisation de l'étude de faisabilité du forage et les précisions sur le concept retenu pour le forage ;
- le repositionnement des points d'arrivée de forage en rivière afin d'optimiser la faisabilité du forage et de diminuer les risques associés à la présence potentielle de champs de blocs sur le tracé des câbles ;
- l'ajout d'une aire de travail pour l'assemblage des conduits à insérer dans les forages ;
- la modification des périodes de réalisation des travaux ;
- des précisions sur les méthodes de travail envisagées.

Ces changements nécessitent de mettre à jour la description des travaux pour la zone d'atterrage. L'information qui suit remplace donc celle de la section 7.2.3 de l'EIE.

### 7.2.3 Travaux dans la zone d'atterrage et en milieu aquatique (révisé)

Le secteur envisagé pour la zone d'atterrage est illustré à la photo 7-2 à la section 7.2.3 de l'EIE. À proximité de la rivière Richelieu, à l'extrémité finale de la canalisation bétonnée de la ligne en milieu terrestre, une dernière chambre de jonction sera installée (à proximité des puits de départ de forage vers la rivière). C'est dans cette chambre que seront raccordés les câbles souterrains et les câbles sous-marins (voir la sous-section *Installation des chambres de jonction* à la section 7.2.2 de l'EIE).

À partir de cette chambre, les câbles sous-marins passeront dans des conduits souterrains et en sortiront sous l'eau de la rivière Richelieu, non loin du rivage. De là, les câbles poursuivront leur parcours au fond de la rivière jusqu'au point d'interconnexion, à la frontière canado-américaine.

De la chambre de jonction jusqu'à la frontière canado-américaine, le tracé des câbles sous-marins comprendra un segment par forage dirigé, d'une longueur d'environ 850 m, et un segment d'environ 860 m sur le lit de la rivière Richelieu.

### 7.2.3.1 Conception du forage et études géotechniques (révisé)

La méthode de franchissement par forage dirigé a été privilégiée afin d'éviter les zones sensibles situées en rive ouest de la rivière Richelieu (zones habitées, secteurs boisés, milieux humides, etc.). L'étude de faisabilité présentée à l'annexe A du présent document détaille le processus ayant mené au choix de cette méthode ainsi que les éléments qui en justifient la faisabilité.

Trois campagnes de relevés géophysiques et géotechniques, réalisées à l'hiver et à l'été 2022, ont permis de préciser les conditions géotechniques rencontrées dans le secteur et de préciser le concept du forage.

Le corridor retenu pour la transition entre la partie souterraine et la partie sous-marine de la ligne longe le ruisseau Fairbanks du côté nord de celui-ci, sur des propriétés privées en terre agricole, et évite la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain.

Sous la partie terrestre de l'axe du forage, la séquence stratigraphique observée au sein du mort-terrain est relativement constante ; elle consiste en une succession de sols argileux de consistance raide (d'une épaisseur variant généralement entre 4 et 7 m), de sols silteux contenant des proportions variables de sable et d'argile généralement saturés et de compacité lâche à très lâche (sur environ 2 à 3 m d'épaisseur). L'unité suivante, formée d'un dépôt de till grossier, est composée de proportions variables de sable, de silt et de gravier, contenant également des cailloux et blocs par endroits et de compacité dense à très dense (environ 2 m d'épaisseur, mais pouvant atteindre plus de 6 m d'épaisseur).

Dans la partie en rivière de l'alignement, la stratigraphie des sols est plus complexe. Les sols argileux sont moins présents, alors que les sédiments rencontrés en surface sont principalement de nature silto-sableuse à silto-argileuse et de compacité très lâche. On trouve à l'occasion des dépôts de sable et gravier propres d'épaisseurs variables et considérés comme compacts, dont l'épaisseur et l'étendue semblent variables et discontinues. Puis, sous-jacent aux alluvions plus récentes, le dépôt de till décrit précédemment est à nouveau rencontré. Il est également susceptible de contenir localement des cailloux et des blocs en proportions significatives.

Le profil du roc sous les matériaux meubles est relativement constant à environ 10 m de profondeur, mais montre des chutes très marquées (jusqu'à 20 m de profondeur), particulièrement à mi-chemin de l'alignement. Le rocher en place se compose d'alternance de lits de mudstone calcaireux gris et massif, de calcaire argileux gris foncé, et de shale gris foncé, plus fissile. Il s'agit d'une roche intacte de forte résistance. De façon générale, le massif rocheux est de bonne à excellente qualité, montrant un litage subhorizontal. Par endroits, des zones de roc fracturé, combinées à un litage incliné, suggèrent une déformation du rocher à divers endroits le long du tracé. L'étendue de ces zones de roc perturbé semble limitée autant latéralement qu'en profondeur.

Les points de départ et d'arrivée du forage ont été positionnés de manière à limiter la longueur du forage tout en évitant autant que possible les secteurs sensibles. Le point de départ du forage est situé en terre agricole, au nord du ruisseau Fairbanks. L'arrivée du forage est prévue dans la rivière Richelieu, à un peu plus de 300 m à l'est de la berge ouest de la rivière. On a privilégié un éloignement maximal de la berge afin de diminuer les empiètements dans les herbiers denses et peu profonds. L'emplacement du point d'arrivée du forage est également à l'extérieur des limites de la réserve de biodiversité projetée.

Cependant, l'analyse détaillée des conditions géotechniques a nécessité de décaler légèrement les points d'arrivée du forage vers la berge et vers le nord par rapport à la proposition initialement présentée dans l'EIE. Ce changement est motivé par le besoin d'éviter une zone où le profil du roc est plongeant. Un profil de roc plus profond combiné à une bathymétrie relativement plane se traduit par des épaisseurs de mort-terrain plus importantes, ce qui s'avère problématique pour le forage directionnel, notamment en raison de la présence d'un dépôt de till contenant des cailloux et des blocs. Il a donc été jugé nécessaire de prévoir l'arrivée du forage dirigé dans un secteur où le rocher est encore relativement peu profond, tout en maximisant la distance par rapport à la berge.

Le profil du forage entre les points de départ et d'arrivée a été déterminé en fonction de la nature et de la qualité des formations géologiques rencontrées et de certaines contraintes techniques liées au forage (par exemple le rayon de courbure). À la lumière des résultats des investigations géotechniques et de l'étude de faisabilité réalisées (voir l'annexe A), le concept suivant a été retenu :

- Deux forages dirigés de 450 mm de diamètre chacun seront réalisés, sur une longueur approximative de 850 m, entre le point de départ de forage en terre agricole et le point d'arrivée en rivière.
- Les forages seront principalement réalisés au sein du roc, le long de son alignement. La profondeur maximale du forage sera d'environ 20 m sous le niveau du terrain naturel. Des dépôts meubles seront rencontrés seulement au départ et à l'arrivée du forage.
- Les deux forages seront réalisés l'un à côté de l'autre, avec un espacement aux extrémités de 3 m et augmentant progressivement jusqu'à 15 m afin d'éviter les risques de contact entre les deux forages et de diminuer les risques de fracturation hydraulique et d'interférences entre les systèmes de guidage.
- Pour protéger les câbles, des conduits en polyéthylène haute densité (PEHD) de 300 mm de diamètre environ seront insérés dans les forages. Ce produit est sélectionné en raison de la longueur de forage et de sa facilité d'installation. Puisque les conduits en PEHD flottent dans l'eau et qu'ils sont résistants aux forces de tirage nécessaires, on pourra les installer dans les forages en les tirant depuis la rivière Richelieu vers les terres agricoles.

### 7.2.3.2 Principales étapes d'exécution des travaux (*révisé*)

La présente section résume brièvement la séquence de réalisation des travaux prévus dans la zone de transition entre le milieu terrestre et le milieu aquatique (c'est-à-dire la zone d'atterrage) ainsi que l'échéancier projeté. Ces étapes seront ensuite détaillées dans les sections suivantes.

Les travaux débiteront par l'aménagement des aires de travail nécessaires à l'exécution des travaux de forage. Une aire de travail est prévue à chaque extrémité du forage, soit au site de départ du forage en milieu terrestre et à l'arrivée du forage en milieu aquatique.

Les deux forages seront réalisés l'un à la suite de l'autre, ou simultanément, selon la stratégie finale de forage qui sera retenue par l'entrepreneur. La durée d'un forage est estimée entre quatre et cinq mois. Le forage lui-même pourrait être réalisé en continu (jour et nuit). Une fois les forages complétés, des conduits en PEHD ayant pour fonction de protéger les câbles de la ligne seront assemblés et ensuite insérés dans les trous de forage.

L'installation des câbles sous-marins débutera au printemps 2024. Un premier segment (environ 100 m) de câbles sera installé au Québec près de la frontière canado-américaine et lesté temporairement sur le fond de la rivière avec une protection temporaire (matelas de béton). Les câbles seront ensuite déroulés et ensouillés vers le sud, en direction du lac Champlain, dans la portion américaine du tracé.

L'installation du deuxième segment de câbles sous-marin dans la portion québécoise se poursuivra à l'automne 2024, ce qui permettra entre-temps (été 2024) l'achèvement des travaux de forage et d'installation de la chambre de jonction en milieu terrestre sur la rive ouest de la rivière Richelieu. Une fois enfilés dans les conduits de forage, les câbles seront déposés puis ensouillés dans les sédiments jusqu'à la frontière canado-américaine, puis joints au segment de câble américain. Des matelas de protection pourraient être ensuite ajoutés par endroits là où une protection supplémentaire sera requise.

Enfin, les câbles sous-marins seront joints aux câbles souterrains dans la chambre de jonction installée en terre agricole.

L'échéancier de réalisation des travaux est décrit ci-après.

#### ***1) Réalisation des deux forages et installation des conduits en PEHD***

Période visée : entre l'automne 2023 pour la préparation du site et l'automne 2024 pour les travaux de forage (4 à 5 mois par forage), selon le scénario retenu :

- réalisation de deux forages en simultané en 2024, avec entre les deux un décalage d'environ un mois, débutant au plus tôt en janvier et s'étalant sur une durée estimative de sept mois pour les deux forages ;
- réalisation de deux forages l'un à la suite de l'autre en 2024, débutant également au plus tôt en janvier 2024 et s'étalant sur une durée estimative de neuf mois pour les deux forages.

Dans les deux cas :

- Les travaux préparatoires du côté terrestre seraient préalablement effectués au plus tôt dès octobre 2023 jusqu'en mars 2024.
- Les travaux en eau pourraient quant à eux commencer au plus tôt dès le début mars 2024 et se terminer au plus tard en juillet 2024 pour les travaux de fonçage des gaines en eau, et en octobre pour le démantèlement des rideaux de turbidité (ou batardeaux).

L'annexe B présente la séquence possible des travaux ainsi que les périodes prévues en fonction des différentes étapes des travaux. Les périodes visées pourront être précisées et/ou modifiées à l'intérieur des saisons et des plages représentées. La séquence représente la plage maximale et elle a été utilisée pour les fins de l'évaluation des impacts. Cette séquence est communiquée au ministère à titre indicatif seulement et au meilleur de la connaissance d'Hydro-Québec à ce stade-ci du projet. Les dates annoncées pourraient encore être modifiées, le cas échéant.

Les travaux de forage comprennent :

- l'aménagement des aires de travail (point de départ du forage en milieu terrestre) ;
- le fonçage des gaines d'acier (s'il y a lieu, au départ et à l'arrivée des forages) ;
- l'installation d'un batardeau ou de rideaux de turbidité (ou les deux) au point d'arrivée du forage dans la rivière Richelieu ;
- la réalisation des deux forages dirigés (avant-trou, puis alésage) ;
- l'assemblage et l'insertion des conduits en PEHD dans les tunnels forés ;
- le démantèlement partiel des aires de travail.

***2) Installation temporaire des tronçons de câble (env. 100 m en portion québécoise) et début de l'ensouillage vers le sud par le partenaire américain TDI, dans le lac Champlain du côté américain de la frontière***

Période visée : mai 2024 (environ une semaine pour les travaux en portion québécoise).

***3) Construction de la chambre de jonction en milieu terrestre et installation du massif bétonné entre le départ du forage et la chambre de jonction***

Période visée : Entre l'hiver 2024 et l'été 2024 (six à huit semaines).

#### **4) Installation des câbles en milieu aquatique (portion québécoise)**

Période visée : automne 2024 (entre septembre et décembre, durée maximale de huit semaines).

Cette étape comprend :

- la mobilisation de l'équipement maritime ;
- la préparation du fond de la rivière le long du tracé des câbles (grappin) ;
- le jointage des câbles sous-marins avec les segments de câble à la frontière ;
- l'enfilage et le tirage des câbles dans les conduits souterrains ;
- l'installation et l'ensouillage des câbles dans le lit de la rivière ;
- l'ajout d'une protection supplémentaire, si nécessaire (matelas de béton ou empierrement).

#### **5) Raccordement des câbles sous-marins et souterrains dans la chambre de jonction**

Période visée : hiver 2024-2025 ou printemps 2025.

#### **6) Remise en état des lieux finale**

Période visée : été 2025.

Les sections qui suivent décrivent en détail les travaux en question.

### **7.2.3.3 Forage et installation des conduits (révisé)**

#### ***Aménagement des aires de travail temporaires en milieu terrestre***

Pour établir l'emplacement et la superficie des aires de travail requises au site de forage en milieu terrestre, de nombreux paramètres ont été pris en compte, notamment le diamètre et la longueur du forage à réaliser, la taille de la machinerie et des équipements à utiliser, l'espace disponible et l'utilisation du milieu environnant. Le secteur qui accueillera les aires de travail a notamment été choisi de manière à éviter le déboisement et à réduire au minimum l'empiétement en milieu humide et en bande riveraine (ruisseau Fairbanks).

Les aires de travail devront offrir l'espace nécessaire pour accueillir les équipements et permettre le déroulement des opérations de forage. Pour un tel projet, il faut pouvoir accueillir :

- la foreuse et ses équipements (tête de forage, alésoir, système de localisation, enregistreurs de données, etc.) ;
- le puits de départ (avec sa fosse de rétention des boues) ;

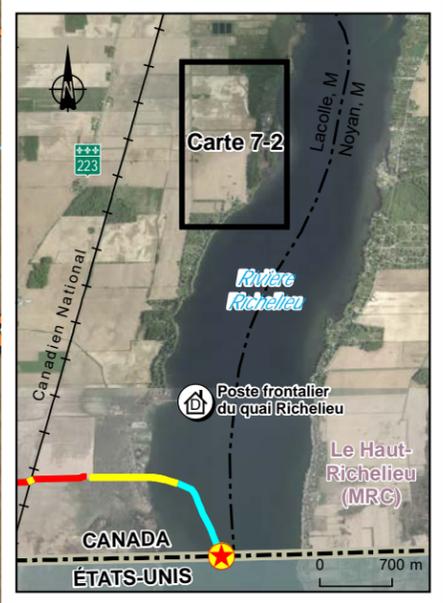
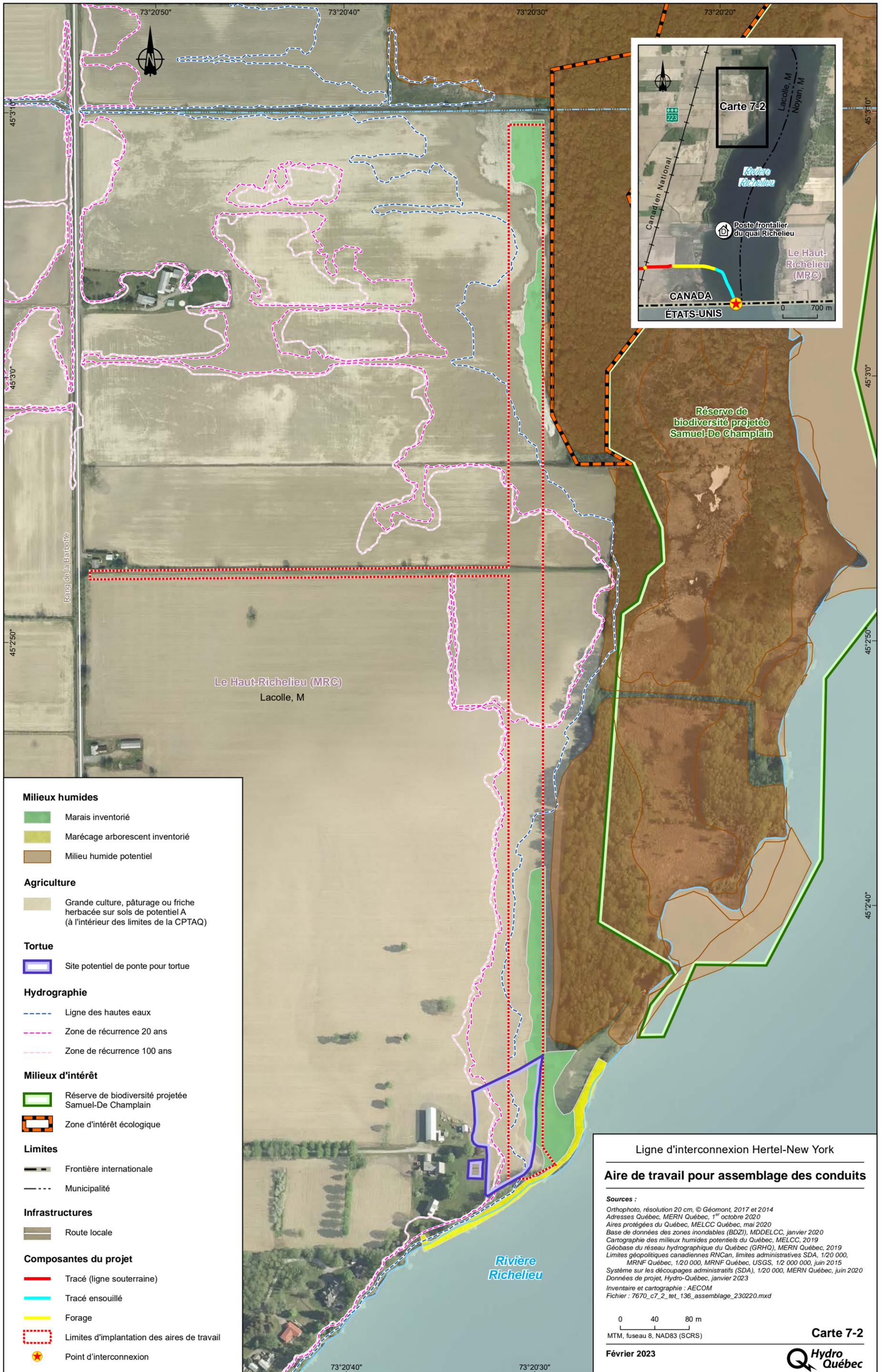
- les systèmes de malaxage de la bentonite et de recyclage des boues ;
- les équipements nécessaires à la récupération des boues et des déblais de forage (bassins, sacs filtrants ou autre méthode préconisée par l'entrepreneur) ;
- divers équipements comme des pompes à eau, des pompes à boues, des génératrices, un système d'éclairage, des réservoirs de carburant, etc. ;
- les aires de stockage de la bentonite, des tiges de forage, des conduits et gaines d'acier et des pièces de rechange ;
- la cabine de commande et le bureau de chantier ;
- l'espace pour disposer la machinerie lourde (grue, camion-citerne, excavatrices, camion aspirateur, etc.).

Les aires de travail au site de forage de la zone d'atterrage au nord du ruisseau Fairbanks comprennent :

- l'espace nécessaire pour les travaux de forage (voir la carte 7-1 en pochette) :
  - une aire destinée aux opérations de forage, qui mesurera environ 40 m sur 70 m ;
  - une aire de travail temporaire qui sera aménagée afin de disposer les équipements de forage et de construction, de stationner la machinerie lourde et d'entreposer les matériaux ;
  - un chemin d'accès (8 à 20 m de largeur), qui devra également être aménagé pour donner accès à ces aires de travail à partir de la route 223 ;
- l'espace nécessaire pour le préassemblage des sections de conduit en PEHD (voir la carte 7-2), qui sera réalisé sur un autre terrain agricole en bordure ouest de la rivière Richelieu et situé à environ 3 km au nord du site de forage. C'est également à partir de ce site que seront mis à l'eau les conduits en vue de leur transport par flottage vers le site de forage. Ce terrain a été sélectionné parce qu'il offre un espace suffisant pour l'assemblage des conduits dans leur entièreté ainsi que leur mise à l'eau dans la rivière Richelieu en utilisant des rouleaux (chevalets) et des bateaux. De plus, aucun obstacle n'est présent entre le point de mise à l'eau et le site d'atterrage. Sur ce terrain, la zone de travail occupera une surface d'environ 1 200 m sur 10 m de largeur. Un chemin d'accès d'environ 500 m de longueur donnant accès à cette zone à partir du rang de la Barbotte devra également être aménagé.

Les aires de travail seront délimitées sur le terrain par Hydro-Québec avant leur aménagement par l'entrepreneur. Des mesures seront prises avant la construction pour aménager les aires de travail de manière à éviter que les travaux et la circulation de la machinerie n'endommagent le sol ainsi qu'à faciliter la remise en état de lieux. Une protection contre l'orniérage et la compaction des sols (matelas de bois) sera mise en place sur les terres cultivées. Aux endroits où de l'excavation serait requise (par exemple au puits de départ du forage), la terre arable et minérale sera préalablement décapée, ségréguée et mise de côté en vue de la remise en état du site.

Compte tenu de l'échéancier des travaux de forage, il faudra prévoir des mesures de protection et une méthode de travail adaptées au site de forage afin de protéger les aires de travail des crues printanières et d'éviter l'endommagement des infrastructures déjà présentes au point de départ du forage (puits de pompage et digue existante). L'utilisation de la digue existante et/ou l'ajout d'ouvrages temporaires (par exemple des sacs de sable) permettront d'isoler les aires de travail en zone inondable en période de crues. Des pointes filtrantes pourraient également être utilisées à certains endroits sur le chantier pour assécher l'aire de travail.



**Milieus humides**

- Marais inventorié
- Marécage arborescent inventorié
- Milieu humide potentiel

**Agriculture**

- Grande culture, pâturage ou friche herbacée sur sols de potentiel A (à l'intérieur des limites de la CPTAQ)

**Tortue**

- Site potentiel de ponte pour tortue

**Hydrographie**

- Ligne des hautes eaux
- Zone de récurrence 20 ans
- Zone de récurrence 100 ans

**Milieus d'intérêt**

- Réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain
- Zone d'intérêt écologique

**Limites**

- Frontière internationale
- Municipalité

**Infrastructures**

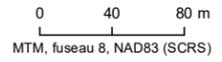
- Route locale

**Composantes du projet**

- Tracé (ligne souterraine)
- Tracé ensouillé
- Forage
- Limites d'implantation des aires de travail
- Point d'interconnexion

**Ligne d'interconnexion Hertel-New York**  
**Aire de travail pour assemblage des conduits**

**Sources :**  
 Orthophoto, résolution 20 cm, © Géomont, 2017 et 2014  
 Adresses Québec, MERN Québec, 1<sup>er</sup> octobre 2020  
 Aires protégées du Québec, MELCC Québec, mai 2020  
 Base de données des zones inondables (BDZI), MDDELCC, janvier 2020  
 Cartographie des milieux humides potentiels du Québec, MELCC, 2019  
 Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, 2019  
 Limites géopolitiques canadiennes RNCAN, limites administratives SDA, 1/20 000, MRNF Québec, 1/20 000, MRNF Québec, USGS, 1/2 000 000, juin 2015  
 Système sur les découpages administratifs (SDA), 1/20 000, MERN Québec, juin 2020  
 Données de projet, Hydro-Québec, janvier 2023  
 Inventaire et cartographie : AECOM  
 Fichier : 7670\_c7\_2\_tet\_136\_assemblage\_230220.mxd



Février 2023



### ***Aménagement des aires de travail en milieu aquatique***

L'aire de travail prévue dans la rivière Richelieu, à l'arrivée des forages, occupera une superficie estimée de 50 m sur 50 m. C'est à l'intérieur de cette aire de travail que seront positionnés les barges (deux à trois à l'intérieur et une à l'extérieur) et les équipements de chantier (conteneurs, bureau et toilette de chantier, grue, sections de gaine d'acier et supports temporaires, marteau à percussion, foreuse, compresseurs, génératrices, soudeuses, etc.).

Les points d'arrivée des deux forages seront isolés à l'aide de rideaux de turbidité, de batardeaux, de gaines d'acier ou d'une combinaison de ces éléments. Cela permettra de contenir les boues et fluides de forage ainsi que les sédiments mis en suspension lors de l'excavation.

À l'intérieur de l'aire de travail, les activités qui toucheront le lit de la rivière comprennent principalement l'excavation requise au point d'arrivée des deux forages pour dégager les dépôts meubles et former une dépression (puits de forage) permettant de contenir les boues de forage. On évalue que cette excavation mesurerait environ 12 m sur 7 m sur 1,5 m de profondeur. C'est également à l'intérieur de cette superficie à excaver (environ 80 m<sup>2</sup>) qu'auront lieu les travaux nécessaires à l'enfouissement de l'extrémité des conduits en PEHD servant à accueillir les câbles. Par ailleurs, le lit de la rivière pourrait également être perturbé ponctuellement à l'intérieur et à l'extérieur de l'aire de travail par la mise en place des ancrages des rideaux de turbidité, des batardeaux et des barges.

La méthode par batardeau (si elle est retenue) utiliserait des palplanches. Le cas échéant, celles-ci seront installées à partir d'une barge, une à une, par vibration ou fonçage. La superficie maximale occupée par l'enceinte des batardeaux serait de 50 m sur 50 m. Il est anticipé d'exécuter les travaux sans assécher l'enceinte des batardeaux, bien que cette possibilité ne soit pas à exclure.

L'usage de rideaux de turbidité plutôt que de batardeaux est aussi une option envisagée dans le contexte de ce projet. Cette option est jugée viable considérant l'absence de contamination chimique dans les boues de forage et dans les sédiments à excaver, ce qui ne nécessite pas d'isoler hydrauliquement la zone de travail. Les sources d'émission de matières en suspension dans l'eau seront relativement de faible ampleur et de courte durée. Cette méthode présente l'avantage que la mise en place et le retrait des rideaux de turbidité ont beaucoup moins d'impacts et requièrent moins de temps que la mise en place et l'enlèvement de batardeaux. L'efficacité des rideaux de turbidité serait aussi assurée dans un contexte où les vitesses de courant et les profondeurs d'eau dans l'aire des travaux sont faibles et où la bathymétrie y est constante.

En complément aux rideaux de turbidité, une gaine d'acier foncée dans les matériaux meubles à l'arrivée de chaque forage pourrait être une protection supplémentaire afin de limiter les pertes de boues en rivière et d'assurer un colmatage adéquat du trou de

forage. Cette méthode (ou toute autre solution équivalente) éviterait aussi l'installation de batardeaux et limiterait aussi les excavations requises au point d'arrivée des forages.

La stratégie privilégiée pour isoler l'aire de travail en milieu aquatique sera déterminée avec l'entrepreneur, lors de l'élaboration de la méthode de travail spécifique.

Tous les équipements nécessaires (bateaux de service, bateaux de transport de travailleurs, barges de travail, etc.) seront mis à l'eau à partir d'installations ou accès existants (marina, rampe de mise à l'eau, etc.) en bordure de la rivière Richelieu.

L'aire de travail en milieu aquatique sera aménagée pendant les travaux de forage, au plus tôt en mars 2024 en période libre de glace. Selon les différents scénarios envisagés, les travaux en eau dans la rivière Richelieu au point d'arrivée des forages seront réalisés sur une durée d'environ six à neuf mois selon la séquence de travail retenue, et pourraient avoir lieu entre mars et octobre.

Si une foreuse devait aussi être installée sur une barge, un système de préparation des fluides de forage ainsi que les équipements connexes de forage pourraient être requis dans l'aire de travail.

### ***Forage dirigé (avant-trou et alésage)***

Au départ du forage, une gaine d'acier sera foncée jusqu'au roc. À l'arrivée du forage en rivière, la gaine (si elle est utilisée) pourrait être foncée jusqu'au roc ou simplement enfoncée (par exemple par percussion) dans les matériaux meubles jusqu'à l'atteinte d'un sol jugé adéquat pour le forage. Une fois installées, les gaines d'acier seront vidées avec un équipement de forage par tarière.

La foreuse sera initialement mobilisée et installée dans l'aire de travail située en terre agricole. L'entrepreneur positionnera la foreuse derrière une fosse temporaire de retour de fluides, de manière que la tête de forage puisse pénétrer dans la gaine d'acier.

On procédera d'abord au forage d'un avant-trou de petit diamètre. Une ou plusieurs passes d'alésage seront ensuite réalisées pour élargir le trou jusqu'au diamètre requis.

Tout au long des travaux de forage, les déblais seront évacués du trou de forage par la circulation sous pression des fluides de forage (boues). Les boues et liquides seront contenus dans le système de fluide de forage au puits de départ et dans une moindre mesure à l'arrivée du forage.

À l'heure actuelle, on prévoit que la majorité des opérations de forage (avant-trou et alésage) et de gestion des boues s'effectueront au site de forage en milieu terrestre, par le recours à la méthode d'alésage en poussée. Cette méthode permet d'éviter la présence d'équipements de forage côté rivière et réduit au minimum la gestion des boues de forage en milieu aquatique. Pendant l'alésage en poussée, il est possible

d'interrompre le profil du forage au sein du roc afin d'excaver le forage à son plein diamètre avant de prévoir la séquence de sortie en rivière, ce qui limite les risques de fracturation hydraulique et les pertes de boues. La durée au cours de laquelle le forage directionnel est en contact direct avec la rivière est ainsi réduite. De plus les équipements prévus en eau à l'arrivée des forages sont de moins grande envergure. Cette méthode est décrite dans l'Avis technique préparé par GHD et présenté à l'annexe E de l'EIE.

Les travaux de fonçage des gaines (quatre gaines possibles au total) se feront de jour seulement (durée estimée de 10 à 20 jours par gaine en partie terrestre et de 15 à 25 jours par gaine en partie aquatique s'il y a lieu). Pour ce qui concerne les travaux de forage dirigé, on priorisera leur exécution de jour (durée estimative de quatre à cinq mois par forage), sans exclure que les activités puissent se faire également de nuit.

### *Fluides de forage*

Les fluides de forage sont généralement composés d'eau, de bentonite et de certains additifs pour répondre aux propriétés techniques souhaitées de densité, de viscosité et de résistance au gel. Ils sont utilisés pour ramener les déblais en surface, pour refroidir et lubrifier la tête de forage et pour stabiliser les parois de l'avant-trou. Pompés en boucle, les fluides de forage utilisés pour extraire les déblais deviennent des boues de forage. Comme ces boues se chargent de particules de matières de différentes granulométries provenant des sols forés, cela oblige à remplacer régulièrement les boues de bentonite sales par des fluides de bentonite propres.

En raison de l'ampleur du forage, de grandes quantités de fluide bentonitique devront être préparées. De l'eau est nécessaire pour la confection des fluides ainsi que pour le traitement des boues résiduelles. Les besoins totaux en eau sont estimés à environ 800 à 1 000 m<sup>3</sup>. L'entrepreneur devra confirmer la source d'approvisionnement en eau avant de se mobiliser. Il devra fournir l'équipement approprié pour pomper, transporter et emmagasiner l'eau à l'emplacement du forage durant les opérations. L'utilisation d'une prise d'eau temporaire permettant de pomper l'eau à même le ruisseau Fairbanks ou la rivière Richelieu, selon l'emplacement des foreuses, constitue une possibilité d'approvisionnement. Dans un tel cas, le pompage devra se faire à l'aide de tuyaux munis d'une grille filtrante (crépine) dont l'extrémité sera submergée.

Pour diminuer le volume des fluides de forage et des boues, on procède généralement à un recyclage des boues au moyen de systèmes d'enlèvement des déblais de forage et de nettoyage des fluides. Les fluides sont ensuite retournés au système de forage et y circulent en boucle, tandis que les déblais sont entreposés temporairement dans des conteneurs ou des fosses étanches aménagées dans le sol. Avec la méthode préconisée (alésage en poussée), la gestion des boues et fluides sera réalisée dans l'aire de travail côté terrestre.

Dans le cas où l'entrepreneur proposerait l'utilisation d'une foreuse du côté de la rivière en plus de celle du côté terrestre (méthode par intersection), un contrôle des fluides et boues de forage sera probablement nécessaire du côté de l'arrivée du forage en milieu aquatique. Dans un tel cas, un système de recyclage pourra également être mis en place de ce côté, y compris des réservoirs et des équipements de pompage. L'utilisation de gaines en partie aquatique permettra de limiter les pertes de boues dans la rivière.

#### *Élimination des liquides, boues et déblais de forage*

En ce qui concerne les boues de forage, on peut estimer à environ 400 à 600 m<sup>3</sup> le volume de matériaux solides qui devra être géré, et à environ 500 à 750 m<sup>3</sup> le volume de liquide. Ces quantités supposent l'utilisation d'un système de recyclage adéquat des boues.

L'entrepreneur devra déposer un plan de gestion des matériaux solides et liquides générés qui respecte toutes les exigences réglementaires applicables. Il devra spécifier la composition des additifs utilisés et détailler le procédé de récupération et de déshydratation des boues, de même que leur lieu d'élimination. Pour la gestion et le traitement des boues de forage, afin de séparer les particules de roche broyée qui remonteront avec le fluide de forage, les boues seront contenues dans un bassin étanche.

À la fin des opérations, les boues ainsi que les déblais de forage seront récupérés et acheminés vers un site habilité à les recevoir et autorisé par le MELCCFP. Le mode de gestion final des boues et des déblais de forage sera déterminé en fonction des résultats de la caractérisation qui sera faite au chantier.

#### *Insertion des conduits dans les tunnels forés*

Deux conduits en PEHD seront respectivement insérés dans les deux tunnels forés, et auront pour fonction de protéger les câbles de puissance et le câble à fibre optique qui y seront insérés.

Avant d'être insérés dans les tunnels forés, les segments de conduit devront être préassemblés et soudés (fusionnés) bout à bout sur une longueur équivalente à celle du forage (soit environ 850 m). En vue de cette opération, les segments à assembler seront alignés sur des rouleaux dans la nouvelle aire de travail prévue à cet effet (voir plus haut la sous-section *Aménagement des aires de travail temporaires en milieu terrestre* et la carte 7-2). Parmi les équipements requis pour l'assemblage : une unité de fusion (typiquement montée sur une remorque ou un camion), des excavatrices ou tracteurs pour soulever ou déplacer les sections de conduit, un bureau et toilette de chantier, une grue (camion-flèche) pour soulever les conduits et faciliter leur passage entre la terre ferme et l'eau.

Une fois assemblés, les conduits en PEHD seront transportés par flottaison sur la rivière Richelieu à partir du site d'assemblage vers les points d'arrivée des forages, à l'aide de

bateaux remorqueurs. Cette opération devrait durer environ une journée par conduit. Les conduits seront fixés aux tiges de forage puis insérés dans les trous de forage par tirage (alésage inversé) à l'aide de la foreuse située au point de départ du forage en milieu terrestre. Les barges ancrées au point d'arrivée des forages permettront l'insertion des conduits avec l'aide d'une grue ou autre équipement de levage.

Pendant le tirage, les conduits seront maintenus flottants sur l'eau. Une fois amorcés, ces travaux d'insertion de conduits devront s'effectuer en continu (sans arrêt) pour éviter le risque de coincement des conduits dans les tunnels forés. Au besoin, l'intérieur des conduits sera par la suite nettoyé. Un câble de tirage y sera installé et laissé en place en prévision des opérations d'enfilage et de tirage des câbles sous-marins. Ces travaux dureront quelques jours (environ deux jours par forage, à une semaine d'intervalle).

Après la mise en place des conduits, si des gaines d'aciers ont été installées aux points d'arrivées des forages, elles seront retirées complètement ou coupées au niveau requis pour l'installation des câbles.

Il sera nécessaire de prévoir un colmatage permanent de l'espace annulaire entre la paroi du trou de forage et le conduit en PEHD afin d'éviter un lien hydraulique direct entre la chambre de jonction et la rivière une fois les travaux complétés, et ainsi éviter tout écoulement d'eau vers les terres agricoles. Ce colmatage sera effectué au même moment que le tirage du conduit, au moyen d'un coulis composé d'eau, de sable de silice et de bentonite. Les additifs des différents mélanges adaptés à ce genre d'activité sont inertes, et des produits conformes à la norme NSF/ANSI 60 (conformité pour utilisation en contact avec de l'eau potable) seront exigés des entrepreneurs. Les extrémités des conduits en PEHD devront être obturées et l'extrémité située en eau sera déposée au fond de la rivière, en attente du navire câblé et de l'opération de tirage des câbles.

### ***Démantèlement des aires de travail du forage***

Tous les équipements seront retirés. Du côté terrestre, la ou les gaines d'acier seront coupées et les aires de travail devront être restaurées aux conditions d'origine (avant construction). Une partie de l'aire de travail sera cependant conservée et réduite à la superficie nécessaire pour permettre la réalisation des travaux de construction restants (chambre de jonction, canalisation bétonnée, tirage des câbles et raccordement des câbles).

Du côté aquatique, si un batardeau a été installé et que l'enceinte a été asséchée, l'entrepreneur devra d'abord équilibrer les pressions hydrostatiques avant de procéder au démantèlement du batardeau. Pour ce faire, de l'eau de la rivière sera pompée dans le batardeau. Les palplanches seront ensuite retirées une à la fois et transportées sur la terre ferme à l'aide d'une barge. Dans le cas d'une utilisation de gaine d'acier, la gaine pourrait être retirée ou coupée. Les rideaux de turbidité seront retirés.

#### 7.2.3.4 Installation de la chambre de jonction

Les travaux pour la chambre de jonction qui permet de joindre les câbles souterrains et sous-marins sont les mêmes que ceux décrits à la section 7.2.3.4 de l'EIE.

#### 7.2.3.5 Installation des câbles en milieu aquatique (*révisé*)

L'installation des câbles dans la rivière Richelieu et leur insertion dans les conduits menant à la chambre de jonction devra se faire en période libre de glaces. Elle doit aussi être coordonnée avec la séquence des travaux prévue du côté américain, où l'on prévoit commencer l'installation des câbles en milieu aquatique à partir du mois de mai 2024, du nord vers le sud, soit de la rivière Richelieu vers le sud du lac Champlain.

Les méthodes de travail décrites ci-après sont celles anticipées à ce jour pour ce projet. Certains éléments pourraient cependant être adaptés selon les conditions du terrain rencontrées et la méthode de travail spécifique retenue par l'entrepreneur.

##### ***Mai 2024 – Mobilisation de l'équipe américaine à la frontière et installation des câbles en direction du lac Champlain (portion américaine du tracé)***

Selon les autorisations américaines, les travaux d'installation des câbles dans la portion nord du lac Champlain doivent être réalisés entre mai et août 2024. Les principaux équipements américains, comme des barges de travail, les barges de services, les bateaux-remorqueurs et les bateaux pour le transport du personnel seront mobilisés à la frontière canado-américaine afin d'amorcer l'installation des câbles vers le sud de la frontière. Par ailleurs, une longueur d'environ 100 m de câbles sera déployée en territoire québécois, au nord de la frontière. Ce segment de câbles sera déposé sur le lit de la rivière ; il sera ancré sur le fond et protégé temporairement par des matelas de béton (2,4 m sur 100 m) puis marqué à l'aide de bouées. À partir de la frontière, les câbles seront ensuite déroulés et ensouillés en direction du lac Champlain.

##### ***Automne 2024 – Mobilisation de l'équipement maritime et installation des câbles dans la rivière Richelieu (portion québécoise du tracé)***

L'installation des câbles dans la portion québécoise s'effectuera sur une durée de deux mois, entre septembre et décembre 2024. C'est à ce moment que les principaux équipements seront mobilisés : la barge de travail, les barges de services, les bateaux-remorqueurs et les bateaux pour le transport du personnel.

Selon la méthode qui sera retenue, l'installation des câbles pourrait s'effectuer du nord (arrivée des forages) vers le sud (frontière canado-américaine) ou à l'inverse, du sud vers le nord.

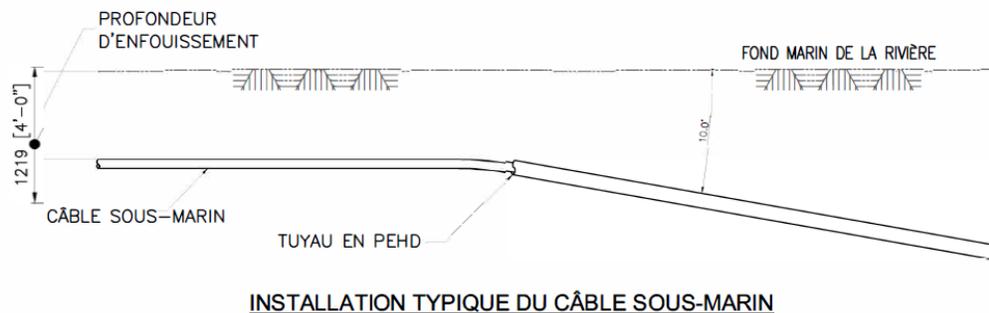
### Enfilage et tirage des câbles dans les conduits

Les câbles sous-marins arriveront au site des travaux sur des tourets installés sur une barge. Les deux câbles seront déroulés, mis sur des flotteurs et guidés par de petits bateaux et des plongeurs vers les points d'arrivée de forage dans la rivière Richelieu. Les flotteurs seront ensuite dégonflés ou détachés, ce qui permettra d'attacher l'extrémité des câbles sous-marins aux câbles de tirage mis en place dans les conduits. Avec l'assistance de plongeurs, les câbles sous-marins seront ensuite insérés dans les conduits, puis tirés à l'aide d'un treuil installé près de la chambre de jonction en milieu terrestre.

### Méthode d'installation des câbles sur fond meuble

Au point d'arrivée des forages dans la rivière, les deux câbles installés côte à côte et distants de 3 m au minimum seront enfouis séparément dans les sédiments à la profondeur d'installation visée (1,2 m) (voir la figure 7-1). À une distance de moins de 100 m du point d'arrivée des forages, les deux câbles se rejoindront et pourront être installés ensemble dans une seule tranchée.

Figure 7-1 : Installation typique d'un câble sous-marin au point d'arrivée du forage



Selon les données géotechniques disponibles, la majeure partie du tracé des câbles entre le point d'arrivée des forages et la frontière canado-américaine pourra être ensouillée dans les sédiments meubles. Pour ce faire, les câbles seront d'abord maintenus flottants au-dessus du tracé prévu, puis descendus sur le lit de la rivière après dégonflage des flotteurs. Les câbles seront ensouillés (enfouis) sur une profondeur minimale d'environ 1,2 m dans le lit de la rivière.

Avant d'installer les câbles, il convient de nettoyer le tracé en éliminant tout débris pouvant obstruer la mise en place des câbles ainsi que le passage des équipements d'ensouillage. Pour ce faire, l'installateur passera un grappin le long du tracé pour enlever les débris (câbles abandonnés, cordages, engins de pêche, etc.) et autres obstacles au fond de l'eau. Le type de grappin sera adapté à la profondeur d'eau et aux

conditions locales du lit. Les photos de la figure 7-2 présentent quelques exemples de grappins possibles. Les débris rencontrés seront récupérés pour être éliminés sur terre.

Figure 7-2 : Exemple de grappins utilisés pour dégager le tracé avant l'ensouillage



Pour l'ensouillage des câbles, on envisage d'utiliser une des deux méthodes suivantes, ou une combinaison de celles-ci :

- un chariot à injection d'eau (sur patins ou sur roues) est remorqué vers l'avant sur le lit de la rivière par une barge ; ses buses injectent de l'eau dans le substrat pour le fluidifier, ce qui permet au câble de s'enfoncer dans le lit de la rivière au niveau de pénétration souhaité. Les sédiments fluidifiés retombent rapidement pour combler la tranchée à l'arrière du chariot. Si les conditions du site le permettent, certains chariots (munis d'une lame) peuvent également être utilisés en mode charrue (sans que les buses d'eau soient en fonction) ;
- des plongeurs utilisant un équipement manuel d'ensouillage à jet d'eau (avec pompe sur barge) fluidifient les sédiments sous les câbles préalablement déposés sur le fond pour qu'ils puissent se déposer par gravité dans la tranchée.

Ces méthodes d'ensouillage permettront d'excaver une tranchée d'une largeur de moins de 1 m. Selon les caractéristiques des sédiments et le type d'équipement utilisé, le passage des équipements pourrait cependant laisser des traces temporaires sur le littoral dans un couloir d'environ 4 à 5 m de largeur centré sur le tracé.

La durée estimée des opérations d'ensouillage est variable et dépendra de la méthode d'ensouillage (plongeurs, chariot, ou les deux), du nombre d'équipes pouvant travailler de manière simultanée et des quarts de travail prévus (12 h/24 h). Ces opérations pourraient être complétées en quelques jours à près d'un mois au maximum.

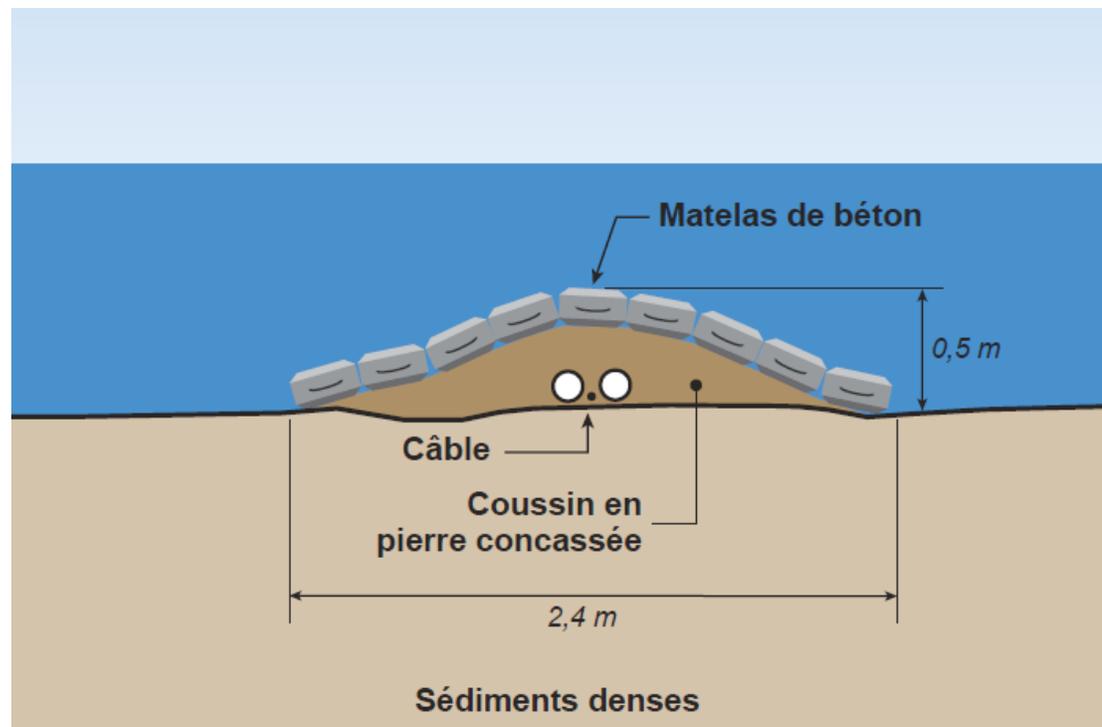
### *Méthode d'installation des câbles sur fond dense ou rocheux*

Comme il est indiqué précédemment, les conditions géotechniques au site des travaux seraient favorables à l'ensouillage des câbles sur la majeure partie du tracé.

Dans une situation peu probable où les sédiments seraient trop denses pour permettre l'ensouillage, la solution de rechange proposée consisterait à déposer les câbles directement sur le fond fluvial.

Dans ce cas, la surface du fond est d'abord préparée par l'enlèvement des gros cailloux au besoin ; si le fond est discontinu, de la pierre concassée est mise en place à l'aide d'un tube flexible à partir d'une barge. Ensuite, les câbles sont déposés. Un coussin de pierre concassée est ajouté par-dessus les câbles, puis des matelas de béton sont déposés (voir la figure 7-3). Le positionnement exact est vérifié par caméra, et la mise en place peut être assistée par un plongeur si la situation est complexe.

**Figure 7-3 : Installation des câbles sur un fond de sédiments denses**



### *Inspection et ajout de protections*

Une fois les câbles installés, une inspection du tracé sera réalisée pour vérifier si la profondeur d'ensouillage des câbles est atteinte et si des mesures correctives sont nécessaires. Au besoin (par exemple, aux endroits où la profondeur d'enfouissement serait insuffisante pour assurer la protection des câbles), des matelas de béton pourraient être déposés au-dessus des câbles.

Typiquement, ce type de matelas peut mesurer 2,4 m de largeur, 6 m de longueur et 30 cm d'épaisseur. Comme il est mentionné précédemment, les câbles seraient ensouillés sur la majeure partie de leur tracé. Par contre, dans le cas où des matelas de béton seraient requis, on estime de façon prudente qu'ils seraient installés sur une longueur n'excédant pas 450 m <sup>1</sup>. Ainsi, la superficie maximale occupée par ces structures serait d'au plus 1 080 m<sup>2</sup>.

Ces techniques (ensouillage et protection par matelas de béton) permettent d'assurer la protection des câbles au fond de la rivière.

#### *Jointage des câbles près de la frontière*

Près de la frontière canado-américaine, les tronçons de câble sous-marin devront être raccordés au moyen d'un manchon d'une longueur maximale de 5 m et d'un diamètre d'environ 600 mm. Pour ce faire, l'extrémité des câbles (100 m) installés temporairement au printemps sur le lit de la rivière Richelieu sera récupérée et hissée sur une barge. Une fois les deux extrémités jonctionnées, le câble pourra être redéposé sur le lit de la rivière en vue de son ensouillage. Cette opération sera répétée pour l'autre pôle (câble).

Dans un scénario où les câbles seraient installés du nord vers le sud, les opérations de jointage des câbles à la frontière canado-américaine entraîneront une surlongueur de câble par rapport à celle requise par le tracé. Il faudra alors disposer cette longueur excédentaire de câbles sur le littoral en forme de boucle, perpendiculairement au tracé. Le tracé des câbles pourrait ainsi bifurquer à 90 degrés de l'axe initial sur une distance équivalente à la profondeur de l'eau à cet endroit (environ 10 m). Les joints seront ensuite protégés par ensouillage ou ajout de protection selon les méthodes décrites précédemment.

Dans un scénario où les câbles seraient installés du sud vers le nord, les câbles pourront être jonctionnés et installés de manière linéaire, en suivant le tracé projeté.

#### *Zone de sécurité*

Les opérations d'installation et de protection des câbles nécessiteront d'établir une zone d'interdiction d'accès pour toute navigation sur 150 m de chaque côté du tracé, et ce, jusqu'à ce que les opérations soient complétées. Cette zone sera surveillée par des bateaux de sécurité.

---

<sup>1</sup> Pour les fins de l'évaluation environnementale, une longueur de 450 m est avancée pour calculer l'empiètement maximal des matelas de béton (hypothèse conservatrice). Cette longueur provient de la réponse formulée à la question 65 du complément de l'étude d'impact et a été ajustée en fonctions des dimensions actualisées du batardeau. En réalité, on anticipe pouvoir ensouiller les câbles sur la majorité du tracé.

Au total, l'installation des câbles en territoire québécois serait d'une durée maximale d'environ deux mois, y compris la mobilisation et démobilisation.

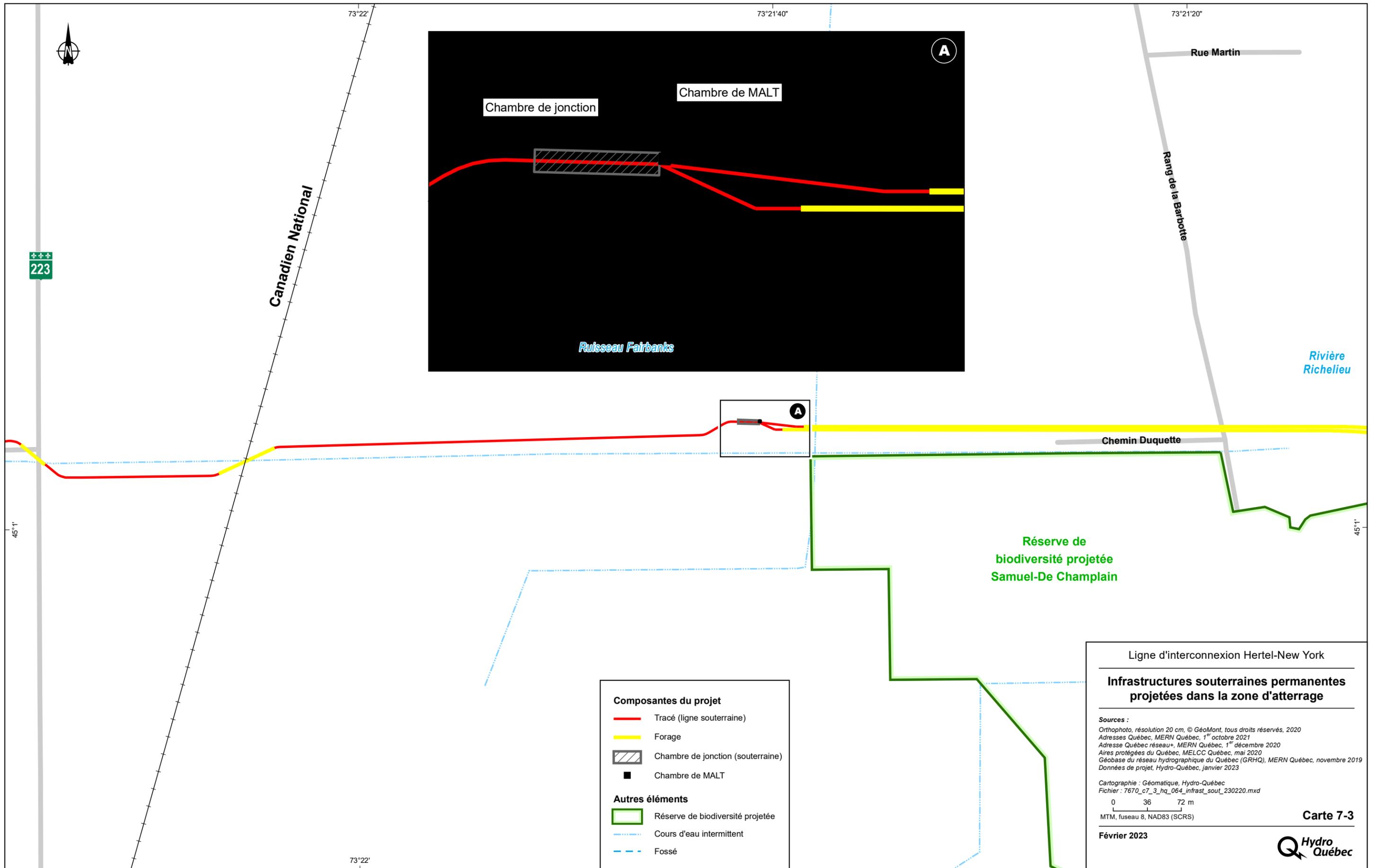
#### **7.2.3.6 Raccordement des câbles sous-marins et souterrains**

Une fois l'installation des câbles sous-marins terminée, ces câbles sont raccordés aux câbles souterrains. Cette opération s'effectue dans la dernière chambre de jonction en milieu terrestre. Les travaux seront limités à l'aire de travail aménagée à cet effet. Ces travaux sont du même type que le jointage des câbles terrestres décrit dans l'EIE (février 2022).

#### **7.2.3.7 Remise en état des lieux finale**

Une remise en état des lieux, en terre agricole, sera effectuée à la fin de ces travaux de la manière décrite dans l'EIE (février 2022). La carte 7-3 présente l'aménagement final de la ligne dans le secteur de la zone d'atterrage.





**Composantes du projet**

- Tracé (ligne souterraine)
- Forage
- Chambre de jonction (souterraine)
- Chambre de MALT

**Autres éléments**

- Réserve de biodiversité projetée
- Cours d'eau intermittent
- Fossé

Ligne d'interconnexion Hertel-New York

**Infrastructures souterraines permanentes projetées dans la zone d'atterrage**

**Sources :**  
 Orthophoto, résolution 20 cm, © GéoMont, tous droits réservés, 2020  
 Adresses Québec, MERN Québec, 1<sup>er</sup> octobre 2021  
 Adresse Québec réseau+, MERN Québec, 1<sup>er</sup> décembre 2020  
 Aires protégées du Québec, MELCC Québec, mai 2020  
 Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019  
 Données de projet, Hydro-Québec, janvier 2023

**Cartographie :** Géomatique, Hydro-Québec  
 Fichier : 7670\_c7\_3\_hq\_064\_infrast\_sout\_230220.mxd

0 36 72 m  
 MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

**Carte 7-3**

Février 2023



## 3 Révision des Impacts sur le milieu – Partie sous-marine de la ligne

Ce chapitre décrit la mise à jour des impacts du projet en lien avec les travaux dans la zone d'atterrage et les travaux sous-marins sur les milieux physique, naturel et humain pendant les phases construction et exploitation de la ligne.

### 8.3 Sources d'impact – Partie sous-marine de la ligne (révisé)

Les changements apportés à l'ingénierie détaillée concernent principalement le déplacement du point d'arrivée des forages dirigés ainsi que les modifications quant à la séquence, à la durée et aux périodes de réalisation des travaux.

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrage ne modifient pas les sources d'impact indiquées dans l'étude d'impact sur l'environnement (EIE) de février 2022. Comme il est décrit au chapitre 7 révisé, deux forages dirigés d'une longueur d'environ 850 m chacun seront réalisés pour permettre le passage des câbles entre les portions terrestre et aquatique du tracé. Afin de réduire les risques techniques associés aux opérations de forage, le point d'arrivée des forages a dû être décalé légèrement vers le nord et la berge ouest de la rivière Richelieu par rapport à la proposition initialement présentée dans l'EIE.

La révision des impacts sur les composantes du milieu tient compte :

- du repositionnement du point d'arrivée du forage en rivière pour optimiser la faisabilité du forage et diminuer les risques associés à la présence potentielle de champs de blocs sur le tracé des câbles :
  - principale modification : le puits d'arrivée du forage situé dans la rivière Richelieu a été légèrement déplacé vers la rive ouest ;
- de l'ajout d'une aire de travail pour l'assemblage des conduits à installer dans les forages :
  - cette nouvelle aire de travail temporaire est située sur des terres agricoles en rive de la rivière Richelieu ;
- de la modification des périodes de réalisation des travaux :
  - les travaux de forage débuteront au plus tôt en janvier 2024 et se termineront au plus tard à l'automne 2024 ;
  - les travaux d'ensouillage des câbles sous-marins ainsi que le jointage des câbles auront lieu à l'automne.

Ainsi en réponse à la question QC-14, les impacts révisés sont présentés ci-après. Pour certaines composantes du milieu, des inventaires complémentaires ont été réalisés et les conditions actuelles peuvent avoir été mises à jour. De plus, les mesures d'atténuation ont été ajustées en fonction de cette révision des impacts s'il y a lieu.

## 8.6 Impacts sur le milieu – Partie sous-marine de la ligne

### 8.6.1 Milieu physique

#### 8.6.1.1 Bathymétrie et substrat

##### *Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation*

Durant la phase construction, les principales activités susceptibles d'engendrer des modifications à la bathymétrie et au substrat demeurent les mêmes que celles annoncées dans l'EIE. Les précisions apportées à l'ingénierie détaillée et aux méthodes envisagées permettent cependant de mieux apprécier les superficies potentiellement touchées par les travaux. À ce titre, le tableau 8-28 révisé (voir la section 8.6.2.2) présente une mise à jour du bilan des superficies susceptibles d'être touchées par l'ensemble des travaux prévus dans la rivière Richelieu.

Les activités d'excavation anticipées à l'intérieur de la zone circonscrite par le batardeau (ou les rideaux de turbidité) ont pu être précisées. On prévoit que l'empreinte des travaux sur le lit de la rivière à l'intérieur de l'aire de travail des forages (50 m sur 50 m) sera réduite aux excavations nécessaires pour dégager les sédiments lâches à l'arrivée des forages et former des puits permettant de contenir les boues de forage ainsi que pour permettre l'enfouissement des extrémités des conduits en polyéthylène haute densité (PEHD). On évalue cette superficie à environ 80 m<sup>2</sup>. Une petite quantité de boues pourra s'accumuler dans les puits lors des forages. Advenant l'usage de gaines d'acier au point d'arrivée des forages, les quantités de boues seront réduites au minimum puisqu'elles seront contenues dans la gaine. Ces boues de forage seront alors ramenées en surface et récupérées sur les barges. Une fois le tirage des conduits de PEHD complété, il faudra aussi excaver localement pour couper la gaine d'acier au niveau requis.

D'autres perturbations ponctuelles à l'intérieur et à l'extérieur de l'aire de travail sont également à prévoir en raison des opérations d'ancrage des équipements (p. ex. barges, palplanches des batardeaux, le cas échéant). Advenant l'emploi d'un rideau de turbidité au lieu d'un batardeau, les perturbations ponctuelles du littoral dues aux ancrages du rideau seront moins importantes que celles de l'installation d'un batardeau.

Une fois les travaux terminés, il est possible qu'une légère dépression, d'une profondeur d'environ 1 m, puisse persister un certain temps, là où des travaux d'excavation et d'enfouissement des conduits auront eu lieu au point d'arrivée des forages. Si tel est le cas, il est anticipé que cette dépression se comblera par le transport sédimentaire au droit du site, notamment lors de crues subséquentes, de la même manière que la tranchée après l'ensouillage des câbles, comme il avait été mentionné dans l'EIE. Dans ce contexte, la remise en place des sédiments excavés (mesure proposée dans l'EIE) n'est plus jugée nécessaire vu l'ampleur réduite des travaux touchant le littoral à l'intérieur de l'aire de travail.

Pour ce qui est des travaux d'ensouillage des câbles en territoire québécois, peu de changements sont signalés outre la longueur du tracé à ensouiller, qui a été modifiée en raison du déplacement du point d'arrivée des forages. La longueur est désormais de 860 m (voir le tableau 8-28 révisé à la section 8.6.2.2) comparativement à 630 m selon l'évaluation initiale présentée dans l'EIE. La largeur de la tranchée (< 1m) et les perturbations avoisinantes possibles liées au passage des équipements d'ensouillage (de 4 à 5 m) demeurent les mêmes. Par contre, la profondeur d'ensouillage augmente légèrement, soit un minimum de 1,2 m comparativement à un minimum de 1 m présenté dans l'EIE. Ce changement ne modifie pas l'impact attendu sur la bathymétrie et le substrat puisque les méthodes d'installation demeurent les mêmes (ensouillage par jet d'eau). L'étendue de ces travaux demeure ponctuelle par rapport à l'ensemble de la zone d'étude.

En somme, les activités de construction susceptibles de modifier la bathymétrie et le substrat demeurent d'une étendue ponctuelle et leur effet est toujours jugé temporaire. Comme il est mentionné dans l'EIE, le retour aux conditions d'origine (élévations et substrat) devrait se faire progressivement par le transport naturel des sédiments. En conséquence, l'évaluation des impacts pendant la phase construction présentée dans l'EIE reste la même.

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé à la section 8.8.2). Elles ont été révisées ou reformulées en fonction des précisions sur les travaux anticipés.

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

On prévoit que les matelas de béton qui pourraient être utilisés pour protéger les câbles seraient d'un type ayant des dimensions d'environ 2,4 m de largeur sur 6 m de longueur et 300 mm d'épaisseur. En considérant l'ajout possible de matériau granulaire sous les matelas (s'il y a lieu), la hauteur maximale de cette protection par rapport au niveau naturel du substrat de la rivière pourrait atteindre environ 500 mm (voir la figure 7-3). Par ailleurs, la superficie maximale d'empiètement permanent liée à l'utilisation possible de ces matelas une fois installés est faible (voir le tableau 8-28 à la section 8.6.2.2) puisqu'on prévoit pouvoir enfouir les câbles sur la majeure partie de leur tracé.

L'ajout de matelas de béton n'aura aucun impact sur le niveau d'eau dans la rivière. À titre de démonstration, on suppose un cas hypothétique où des matelas seraient requis sur la totalité du tracé des câbles (860 m de longueur sur 2,4 m de largeur et 500 mm d'épaisseur), ce qui représente un volume de matériau ajouté de 1 032 m<sup>3</sup>. Sur le même tronçon, la rivière Richelieu a un volume de 3,4 hm<sup>3</sup>. Au maximum, ce type de protection engendrerait une restriction représentant 0,03 % du volume de la rivière. L'ampleur de cette modification n'est pas suffisante pour avoir une incidence significative sur les niveaux d'eau, peu importe le moment de l'année. Cette prévision est très prudente, car il est toujours anticipé que l'ensouillage soit possible sur la majeure partie du tracé.

Les impacts anticipés sur la bathymétrie et le substrat pendant l'exploitation demeurent les mêmes que ceux présentés dans l'EIE puisque l'étendue des travaux, malgré les précisions apportées, reste ponctuelle.

### *Évaluation de l'impact résiduel*

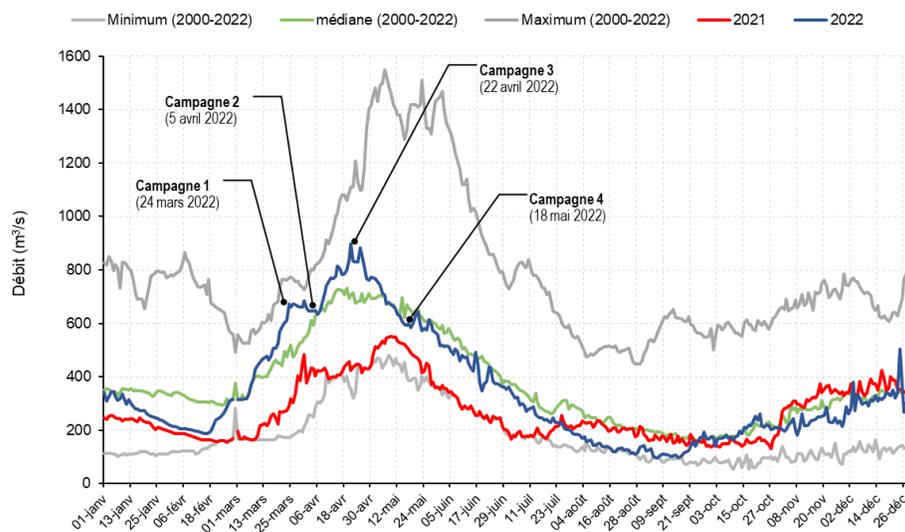
Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact résiduel demeure mineure.

#### 8.6.1.2 Conditions hydrodynamiques

##### *Conditions actuelles*

Des relevés supplémentaires ont été réalisés lors de la crue printanière de 2022 afin de bonifier les résultats présentés dans l'EIE puisqu'aucune période de crue n'avait pu être documentée en 2020 et 2021. À plusieurs stations dans la zone d'étude, entre la frontière canado-américaine et l'aval immédiat de l'île d'Ash, les vitesses d'écoulement ont été mesurées lors de quatre campagnes d'échantillonnage, réalisées entre le 24 mars et le 18 mai 2022. Ces inventaires ont permis de documenter les vitesses d'écoulement pour des conditions de crue printanière, légèrement au-dessus des conditions moyennes, et pour l'ensemble de la crue (montée, pic et décrue) (voir la figure 8-1).

**Figure 8-1 : Variation des débits historiques de la rivière Richelieu pour la période 2000 à 2022 et périodes d'échantillonnage de la crue 2022**



Note. Mesures à la station hydrométrique 020J007, rapides Fryers.

Les résultats indiquent que la rivière Richelieu est caractérisée par un milieu hydrique de type chenal lentique, puisque la vitesse d'écoulement était généralement de moins de 0,3 m/s pour la majorité des stations et inférieure à 0,25 m/s dans le secteur des travaux<sup>[1]</sup>.

### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

Les impacts présentés lors du dépôt de l'EIE demeurent les mêmes après l'avancement de l'ingénierie détaillée. Toutefois, l'utilisation de rideaux de turbidité au lieu de la mise en place d'un batardeau représente une nouvelle option pour confiner la zone des travaux de forage. Advenant l'utilisation de cette méthode, elle serait, dans une certaine mesure, de moindre impact que le batardeau sur les conditions hydrodynamiques durant les travaux en eau puisqu'il s'agit de barrières flexibles.

Selon l'étude de faisabilité (GHD, 2022 ; voir l'annexe A), le recours à des rideaux de turbidité peut convenir au présent projet, pour les raisons suivantes :

- les faibles vitesses d'écoulement dans la zone des travaux, même en période de crue printanière, permettent une mise en œuvre efficace des rideaux de turbidité<sup>[2]</sup> ;
- la profondeur de l'eau, relativement faible dans la zone des travaux, ainsi que la bathymétrie relativement constante permettent également une mise en œuvre efficace des rideaux de turbidité. Il est anticipé que la profondeur d'eau au point d'arrivée des forages serait d'environ 3 à 4 m (pour un niveau d'eau correspondant à une crue de récurrence de deux ans, voir la carte 7-1).

Les mesures d'atténuation particulières qui seront mises en place sont les mêmes que celles prévues pour la bathymétrie et le substrat (voir le tableau 8-38 révisé à la section 8.8.2).

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation et mesures d'atténuation***

Advenant la mise en place de matelas de béton articulés sur le lit de la rivière en vue de protéger les câbles, il s'ensuivra une modification permanente des conditions hydrodynamiques à proximité de ces structures. Cependant, considérant la faible épaisseur de ces protections (300 à 500 mm au maximum) et le fait que leur usage se limitera aux secteurs nécessitant une protection supplémentaire, les modifications attendues risquent d'être peu significatives au droit de ces structures et à l'échelle de la zone d'étude.

Les impacts sur les conditions hydrodynamiques présentés lors du dépôt de l'EIE demeurent les mêmes puisque l'étendue des modifications reste ponctuelle. Il demeure que là où il sera possible de le faire, on favorisera l'ensouillage des câbles dans les sédiments meubles.

---

[1] AECOM, rapport en préparation.

[2] D'après l'étude de faisabilité du forage produite par GHD (voir l'annexe A), les rideaux de turbidité ne sont pas très efficaces à des vitesses de courant élevées (soit entre 0,6 et 1,5 m/s).

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact résiduel demeure mineure.

#### **8.6.1.3 Qualité de l'eau, des sols et des sédiments**

##### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

###### *Travaux en terre agricole*

Les changements apportés à l'ingénierie détaillée ne modifient pas les sources potentielles de contamination de l'eau, des sols et des sédiments pour les travaux prévus en terre agricole.

Toutefois, les risques d'inondation du chantier de forage sont plus importants puisqu'on prévoit commencer ces travaux tôt en début d'année et qu'ils seront donc en cours de réalisation pendant la période de crue printanière. Sans mesures préventives, les risques de contamination de l'eau mise en contact avec le chantier sont donc plus probables. Une attention particulière devra être portée à la prévention des inondations sur le chantier. Les mesures de prévention mises en place sont décrites plus en détail à la section 8.6.2.1 (ex : digue existante, sacs de sable, pointe filtrante).

En ce qui concerne les travaux prévus dans l'aire de travail pour l'assemblage des conduits (opération déplacée sur un autre terrain au nord du site d'atterrissage), ils seront réalisés dans la mesure du possible en dehors des périodes de risque d'inondation. Dans le cas contraire, l'épaisseur de matelas de bois à utiliser sera adaptée afin d'éviter que la machinerie n'entre en contact avec l'eau en période de crue.

###### *Travaux dans la rivière Richelieu*

Les changements apportés à l'ingénierie détaillée susceptibles de modifier les impacts annoncés sur la qualité de l'eau, des sols et des sédiments concernent la durée et les périodes de réalisation des travaux, les méthodes proposées pour isoler le chantier ainsi que les superficies d'habitat aquatique touchées par les travaux en eau.

En ce qui concerne les forages, la proposition d'échéancier initialement présentée dans l'EIE prévoyait la réalisation des travaux de la fin de l'été à l'automne 2023. La plage anticipée pour réaliser les deux forages s'étend dorénavant des mois de janvier à octobre 2024. Avec cet échéancier, des travaux en eau dans la rivière Richelieu pourraient donc avoir lieu dès le mois de mars, en période de crue printanière, si les conditions de travail le permettent (absence de couverture de glace). Dans ce contexte, la méthode qui sera retenue pour isoler l'aire de travail devra être adaptée aux conditions du milieu.

À ce titre, l'utilisation potentielle de rideaux de turbidité plutôt que la mise en place d'un batardeau (seule option présentée dans l'EIE) représente également un changement susceptible de modifier les impacts sur la qualité de l'eau, selon l'efficacité attendue de cette mesure pour prévenir la dispersion des sédiments.

Toutefois, comme il est détaillé à la section 8.6.1.2, le recours à des rideaux de turbidité afin d'isoler l'aire de travail convient à ce projet, considérant les faibles profondeurs d'eau et vitesses d'écoulement mesurées sur le terrain, même en période de crue. Dans ce contexte, les rideaux de turbidité seraient en mesure de limiter la dispersion des sédiments fins et des boues de forage dans l'environnement. Cette option est également jugée viable considérant l'absence de contamination chimique dans les boues de forage et dans les sédiments à excaver, ce qui ne nécessite pas d'isoler hydrauliquement (assécher) la zone de travail.

En combinaison avec les rideaux, l'usage possible d'une gaine d'acier au point d'arrivée du forage ajouterait également une protection supplémentaire pour contenir les boues de forage et limiter leur perte en rivière. En l'absence de gaine d'acier, la méthode de forage par alésage en poussée permettra de limiter la quantité de boue rejetée dans les puits de forage. On évalue à moins de 130 m<sup>3</sup> les boues qui seraient relâchées avec l'emploi de cette méthode. Les boues et les fluides de transport sont composés de matériaux inertes (mélange d'eau, de bentonite et de débris de sol foré). La bentonite est un minéral industriel principalement composé d'argile. De plus, les additifs utilisés dans la composition des fluides ne modifient pas la nature des matériaux et seront certifiés ANSI-NSF 60 (eau potable). Dans ce contexte, et considérant leur faible volume, les boues ne modifieront pas de manière significative la nature des sédiments en place, et leur récupération n'est donc pas jugée nécessaire.

Pour ce qui est des travaux d'ensouillage des câbles en territoire québécois, la longueur du tracé ainsi que la profondeur d'ensouillage ont été légèrement modifiées (détails à la section 8.6.1.1). Les perturbations du lit de la rivière le long de la tranchée sont désormais estimées à une superficie d'environ 4 300 m<sup>2</sup> comparativement à 3 150 m<sup>2</sup> (voir le tableau 8-28 à la section 8.6.2.2). Cette superficie reste tout de même mineure comparativement à l'ensemble de la zone d'étude. Quant à la période des travaux, l'ensouillage des câbles, qui devait initialement avoir lieu au printemps ou au début de l'été, est désormais reporté à l'automne, dans des conditions d'écoulement qui pourraient être plus faibles. La durée de l'ensouillage est évaluée à quelques jours jusqu'à près d'un mois au maximum.

L'évaluation de l'impact de ces modifications sur les paramètres de la qualité de l'eau attendues au moment des travaux, comme la turbidité et les matières en suspension, nécessite de prendre en compte plusieurs variables. Les effets sont entre autres tributaires des vitesses d'écoulement et des débits attendus, qui diffèrent selon le moment et la durée anticipée des travaux. Comme il est mentionné dans l'EIE, ce sont les résultats de la modélisation de l'écoulement présentement en cours et les précisions obtenues sur la méthode de travail des entrepreneurs qui permettront de mieux documenter les conditions

hydrosédimentaires dans la zone d'étude et d'estimer les patrons de dispersion des sédiments fins. C'est à la lumière de ces informations qu'il sera possible d'adapter les mesures d'atténuation à mettre en place lors des travaux et d'ajuster le suivi en conséquence.

#### *Risques de déversement accidentel*

Les risques de déversement accidentel demeurent les mêmes que ceux présentés dans l'EIE.

#### **Mesures d'atténuation particulières**

##### *Travaux en terre agricole*

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé à la section 8.8.2).

##### *Gestion des fluides et des boues de forage*

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

##### *Travaux en eau (rivière Richelieu)*

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé). Elles ont été révisées ou reformulées en fonction des précisions sur les travaux anticipés. De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes ont été ajoutées :

- Sauf contre-indication, favoriser l'emploi de rideaux déployés à pleine profondeur et pouvant être utilisés avec des lignes d'enroulement afin que la longueur des rideaux puisse être ajustée selon la bathymétrie et les variations du niveau d'eau.
- Procéder régulièrement à l'inspection et à l'entretien des rideaux ou du batardeau pendant toute la durée du chantier et apporter les correctifs nécessaires pour assurer leur efficacité.
- À la fin des travaux, porter une attention particulière à la méthode de retrait des rideaux afin de limiter la libération des sédiments fins accumulés à leur surface ou dans les plis.

##### *Remise en état de lieux*

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

Aucun changement n'est apporté à l'impact prévu pendant l'exploitation ; aucun impact n'était initialement prévu.

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la partie sous-marine de la ligne et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact résiduel est moyenne.

#### **8.6.1.4 Qualité de l'air**

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre ni l'évaluation de l'impact résiduel pour la qualité de l'air.

### **8.6.2 Milieu biologique**

#### **8.6.2.1 Milieux humides et hydriques**

##### ***Conditions actuelles***

Une caractérisation supplémentaire des milieux humides a été effectuée à la fin de l'été 2022 dans la nouvelle aire d'assemblage des conduits située au bord de la rivière Richelieu<sup>[1]</sup>. Cette visite a été réalisée en août 2022. Trois milieux humides ont été délimités sur le terrain : deux marais et un marécage arborescent riverain. Tous les milieux humides sont situés dans le littoral, sous la ligne des hautes eaux (cote de récurrence de 2 ans) de la rivière Richelieu (voir la carte 7-2).

##### ***Marais***

Le premier marais (MH133-1), d'une superficie de 0,97 ha, fait partie d'un grand complexe de milieux humides situé à l'extérieur de la zone d'inventaire. Il comporte une portion avec du maïs cultivé (*Zea mays*) (voir la photo 8-1), alors qu'une seconde portion est dominée par l'armoise vulgaire (*Artemisia vulgaris*), la renouée (*Persicaria sp.*) et la lampourde glouteron (*Xanthium strumarium*). Cette deuxième portion du marais, qui est située un peu plus bas et à proximité d'un marécage arborescent (MH133-2), est probablement trop humide pour être semée au printemps. Aucun lien hydrologique n'a été relevé.

---

[1] AECOM 2023. Interconnexion Hertel – New-York. Rapport de caractérisation des milieux humides et hydriques impactés. Présenté à Hydro-Québec.

Photo 8-1 : Marais MH133-1, portion avec maïs cultivé



Le deuxième marais (MH132) est un milieu humide d'une superficie de 0,69 ha. Il est aussi adjacent au même grand complexe de milieux humides qui borde le MH133-1. Ce milieu humide est dominé par des espèces herbacées comme le souchet des rivières (*Cyperus bipartitus*), la grande herbe à poux (*Ambrosia trifida*), le penthorum faux-orpin (*Penthorum sedoides*) et la salicaire commune (*Lythrum salicaria*), espèce végétale exotique envahissante. Outre la grande herbe à poux, les autres plantes herbacées sont toutes considérées comme facultatives ou obligées des milieux humides. Aucun lien hydrologique n'a été observé.

Les deux marais ont subi des perturbations anthropiques au niveau des sols et de la végétation, étant maintenant transformés en grande partie en champs cultivés (voir la photo 8-2). De plus, selon les discussions avec les propriétaires, la terre serait cultivée jusqu'à la limite des arbres lorsque les crues printanières n'empêchent pas de semer au printemps.

Photo 8-2 : Marais MH-132 dominé par le souchet des rivières



Les sols des deux marais inventoriés sont majoritairement composés d'argile (MH-132) ou de loam limoneux et loam argileux (MH133-1) avec la présence de sol rédoxique (matrice gleyifiée avec mouchetures marquées dans la couche supérieure de 30 cm). Les sols prélevés avec la sonde pédologique montrent la présence abondante de petites mouchetures marquées.

### *Marécage*

Un seul marécage arborescent (MH133-2) a été observé lors de la caractérisation en 2022 (voir la photo 8-3). Ce marécage fait partie du complexe de milieux humides MH-133 et est juxtaposé au marais MH133-1, situé au nord. Il est alimenté en eau selon les fluctuations du niveau de la rivière Richelieu. La présence d'indicateurs primaires (débris, sédiments et ligne de démarcation d'eau) et secondaires (racines d'arbres hors du sol) est bien visible à la station d'échantillonnage.

La strate arborescente est composée de deux espèces dominantes qui occupent chacune 50 % de recouvrement relatif : l'érable argenté (*Acer saccharinum*) et le peuplier deltoïde (*Populus deltoides*). Au niveau de la strate arbustive, les cinq espèces présentes sont indicatrices des milieux humides, mais seul le saule de l'intérieur (*Salix interior*) est dominant. Enfin, trois espèces herbacées dominantes ont été observées à cette station, dont la spartine pectinée (*Sporobolus michauxianus*), espèce obligée des milieux humides, et la potentille ansérine (*Potentilla anserina*), espèce facultative des milieux humides. La végétation est dominée par les espèces hygrophiles et est considérée comme typique des milieux humides.

Photo 8-3 : Marécage arborescent MH133-2 en bordure de la rivière Richelieu



### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

#### *Milieux humides, rives et plaines inondables*

L'avancement de l'ingénierie détaillée a permis de préciser les impacts en milieux humides, en rives et en plaines inondables dans zone d'atterrage de la ligne. Les aires de travail pour les opérations de forage et les travaux de construction de la canalisation bétonnée et de la chambre de jonction seront implantées en milieu agricole, au nord du ruisseau Fairbanks.

Dans ce secteur, la superficie des aires de travail a été optimisée ; elle est maintenant réduite (voir la carte 7-1), puisque les aires de travail requises pour l'assemblage des conduits sont maintenant situées sur un terrain distinct. En effet, une deuxième aire de travail (l'aire d'assemblage des conduits) a été ajoutée en bordure de la rivière Richelieu, à environ 3 km au nord de la zone d'atterrage (voir la carte 7-2). Cette deuxième aire de travail servira à l'assemblage des conduits, une opération qui était initialement prévue au nord du ruisseau Fairbanks.

L'ajout de l'aire d'assemblage des conduits a pour effet de créer de nouveaux empiétements temporaires en milieu humide (11 971 m<sup>2</sup>), tous situés dans la plaine inondable de récurrence de deux ans (soit sous la ligne des hautes eaux). D'après les inventaires réalisés, ces milieux humides de type marais sont fortement dégradés puisqu'ils sont généralement utilisés pour de la culture intensive. En conséquence, le sol est labouré et la végétation fortement perturbée. Puisque les aires de travail seront aménagées sur

matelas de bois, l'occupation temporaire de ces milieux humides ne devrait pas altérer davantage les composantes eau, végétation et sol caractérisant ces milieux.

Ainsi, considérant le type des milieux humides en cause et le peu d'impact anticipé sur ces derniers, il a été jugé préférable de maintenir la localisation des aires de travail à l'endroit proposé, ce qui permet de limiter l'impact sur l'utilisation de la terre agricole (cultivée actuellement en maïs à certains endroits). De plus, pour éviter les empiétements temporaires dans le marécage arborescent situé au bord de la rivière Richelieu, l'aire de travail est positionnée à l'extérieur du marécage afin de pouvoir y installer une grue avec des rouleaux. Cette installation permettra de suspendre les conduits au-dessus du marécage pour ainsi faire passer les conduits de la terre ferme à la rivière.

La délimitation et la position finale des aires de travail pourraient varier à l'intérieur des limites d'implantations des aires de travail illustrées à la carte 7-1. Les superficies en plaine inondable recoupées par les limites de l'aire d'implantation des aires de travail se détaillent de la manière suivante :

- Secteur au nord du ruisseau Fairbanks – point de départ du forage (voir la carte 7-1) et limite d'implantation des aires de travail :
  - en plaine inondable sous le niveau de récurrence de deux - vingt ans : 32 577 m<sup>2</sup>;
  - en littoral sous le niveau de récurrence de deux ans : 39 277 m<sup>2</sup>;
  - en rive : 6 235 m<sup>2</sup>.
- Secteur au nord de la zone d'atterrissage – aire d'assemblage des conduits (voir la carte 7-2) :
  - en plaine inondable sous le niveau de récurrence de deux – vingt ans : 11 030 m<sup>2</sup>;
  - en littoral sous le niveau de récurrence de deux ans : 28 161 m<sup>2</sup> dont 11 971 m<sup>2</sup> en milieu humide.

Selon l'hypothèse présentée à la carte 7-1, les aires de travail temporaires occuperont une superficie en plaine inondable réduite d'environ 80% par rapport à celles annoncées ci-dessus.

Il est à noter que ces superficies demeurent approximatives. Cette estimation pourra être précisée au moment du positionnement final des aires de travail.

Somme toute, les changements proposés n'entraînent que des modifications mineures des superficies touchées en milieux humides et hydriques, qui sont essentiellement situées en milieu agricole. Le concept retenu de franchissement par forage dirigé permet toujours d'éviter d'intervenir dans les milieux plus sensibles situés à proximité des travaux (par exemple des boisés humides).

Cependant, considérant la période visée pour la réalisation du forage en zone inondable, il faudra porter une attention particulière à la gestion de l'eau en période de crue printanière. L'utilisation de la digue existante et/ou l'ajout de d'ouvrages temporaires (par exemple des sacs de sable) permettront d'isoler les aires de travail en zone inondable en période de crues. Des pointes filtrantes pourraient également être utilisées à certains endroits sur le chantier pour assécher l'aire de travail.

En ce qui concerne les travaux prévus dans l'aire de travail pour l'assemblage des conduits (opération déplacée sur un autre terrain au nord du site d'atterrage), ils seront réalisés dans la mesure du possible en dehors des périodes de risque d'inondation. Dans le cas contraire, l'épaisseur de matelas de bois à utiliser sera adaptée afin d'éviter que la machinerie n'entre en contact avec l'eau en période de crue.

Rappelons que les superficies touchées ne le seront que temporairement, et que les aires de travaux seront remises en état une fois les travaux achevés. Lors du réaménagement, on veillera à bien réaménager les aires de travaux selon la topographie initiale. Une fois les travaux achevés, seul le couvercle de la chambre de mise à la terre sera visible en surface.

#### *Herbier aquatique de la rivière Richelieu*

Les principaux changements concernent l'empreinte annoncée des travaux. L'empreinte temporaire dans le littoral de la rivière Richelieu des activités de forage (emprise du batardeau ou du rideau de turbidité) et d'ensouillage des câbles totalisera une superficie un peu plus grande que ce qui avait été avancé dans l'EIE, soit environ 6 800 m<sup>2</sup> (voir le tableau 8-28 révisé à la section 8.6.2.2), comparativement à un peu plus de 5 000 m<sup>2</sup> selon la prévision initiale. Ce changement est principalement dû au fait que le point d'arrivée des forages a dû être déplacé légèrement vers la berge ouest de la rivière Richelieu par rapport à la proposition initialement présentée.

L'aménagement de l'aire de travail du forage dans la rivière Richelieu empiétera sur des zones d'herbiers sur une superficie qui pourrait atteindre 2 500 m<sup>2</sup>. Selon l'emplacement révisé, on anticipe que ce sont principalement des herbiers submergés à forte densité qui seront touchés (76 à 100 % de recouvrement). Quant à l'ensouillage des câbles jusqu'à la frontière canado-américaine, il se déroulera principalement dans la zone centrale de la rivière, là où les herbiers sont absents ou clairsemés (6 à 25 % de recouvrement) ; un court segment (un peu plus de 160 m) devra toutefois être ensouillé dans les herbiers denses au point d'arrivée des forages (820 m<sup>2</sup>). Ces impacts seront temporaires puisque le milieu devrait se régénérer à la suite des travaux.

La section 8.6.2.2 donne davantage de précisions sur l'empreinte des travaux dans l'habitat du poisson et sur les fonctions que remplissent les herbiers aquatiques pour la faune ichthyenne.

### *Mesures d'atténuation particulières*

Les mesures d'atténuation prévues pour la protection des composantes physiques, notamment aux sections 8.6.1.1 et 8.6.1.3, permettront d'assurer la protection des milieux hydriques. Les mesures d'atténuation initialement prévues pour les milieux humides et hydriques ont été mises à jour (voir le tableau 8-38 révisé à la section 8.8.2) en fonction des précisions apportées quant aux travaux prévus.

### *Impacts prévus pendant l'exploitation*

Si l'ajout d'une protection en matelas de béton s'avérait nécessaire, l'empreinte permanente de cette protection sur le littoral de la rivière Richelieu serait d'au plus 1 080 m<sup>2</sup> (au lieu de 945 m<sup>2</sup> selon l'évaluation initiale). Cette différence est surtout attribuable à la largeur des matelas de béton, qui a été revue à la hausse (2,4 m de largeur au lieu de 1,5 m).

À l'heure actuelle, on ne peut confirmer où ces protections seraient requises le long du tracé puisque cette information sera précisée au chantier, au moment de la pose des câbles. Pour les fins de l'évaluation environnementale, on avance cependant comme hypothèse que l'entièreté du tracé recoupé dans chaque habitat pourrait être recouvert de matelas de béton, jusqu'à concurrence d'un tracé de 450 m de longueur dans chaque habitat, s'il y a lieu (voir le tableau 8-28 révisé à la section 8.6.2.2). Ainsi, la superficie touchée potentielle pourrait être de 394 m<sup>2</sup> dans les herbiers denses (habitat HH1-5 : 2,4 m sur un tracé de 164 m), de 518 m<sup>2</sup> dans les herbiers clairsemés (habitat HH1-8 : 2,4 m sur 216 m) et de 1 080 m<sup>2</sup> dans une zone sans herbiers (habitat HH-Centre : 2,4 m sur 450 m).

Soulignons toutefois que ces superficies sont estimées de façon prudente et qu'on anticipe que la majeure partie du tracé pourra être ensouillée. Dans un tel cas, l'usage de matelas ne serait pas requis et l'impact sur les herbiers ne serait que temporaire et équivalent au temps nécessaire à leur rétablissement.

Autrement, aucun impact n'est prévu sur les milieux humides et hydriques durant l'exploitation de la ligne.

### *Évaluation de l'impact résiduel*

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'impact résiduel sur les milieux humides et hydriques reste mineur.

## 8.6.2.2 Poissons et habitat

### *Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation*

Les changements apportés à l'ingénierie détaillée qui touchent aux poissons et leur habitat concernent principalement le déplacement du point d'arrivée des forages dirigés, qui modifie les habitats touchés dans la rivière Richelieu, ainsi que les modifications concernant la séquence, la durée et les périodes de réalisation des travaux.

#### *Révision des habitats et superficies touchés*

Le déplacement du point d'arrivée des forages vers le nord et la berge ouest de la rivière Richelieu par rapport à la proposition initialement présentée dans l'EIE entraîne une redéfinition des habitats perturbés. Les travaux qui seraient requis à l'arrivée des forages (implantation du batardeau ou des rideaux de turbidité, installation de gaines d'acier, excavation au point d'arrivée des forages, enfouissement des conduits) perturberont temporairement des herbiers aquatiques denses (habitat HH1-5) (voir la carte 7-1). De plus, considérant le déplacement du point d'arrivée des forages, une partie des travaux associés à l'ensouillage des câbles le long du tracé entre l'arrivée des forages et la frontière canado-américaine devra nécessairement empiéter dans cet habitat. Le tableau 8-28 révisé présente une mise à jour du bilan des superficies susceptibles d'être touchées par l'ensemble des travaux prévus dans l'habitat du poisson.

**Tableau 8 -28 (révisé) : Sommaire des superficies touchées dans l'habitat du poisson**

Type d'intervention	Dimensions estimatives	Superficie estimative (m <sup>2</sup> )		Superficie par type d'habitat (m <sup>2</sup> )
		Empreinte temporaire	Empreinte permanente	
Aire de travail au point d'arrivée du forage en rivière (batardeau ou rideaux de turbidité) <sup>a</sup>	Env. 50 m sur 50 m	Env. 2 500	–	HH1-5 : 2 500
Ensouillage des câbles <sup>b</sup>	Perturbation locale du littoral par le passage des équipements (environ 5 m de largeur le long d'un tracé de 860 m)	Env. 4 300	–	HH1-5 : 820 HH1-8 : 1 080 Centre : 2 400
Matelas de béton <sup>c</sup>	2,4 m de largeur le long d'un tracé maximal de 450 m	–	< 1 080	Maximum <sup>d</sup> : HH1-5 : 394 HH1-8 : 518 Centre : < 1 080

a. Les dimensions de 50 m sur 50 m représentent une superficie maximale potentiellement touchée.

b. Une perturbation de 5 m de largeur est retenue afin de tenir compte des perturbations occasionnées par le passage des équipements le long du tracé. En ce qui concerne la tranchée, elle sera d'une largeur maximale de 1 m.

c. La longueur de 450 m est utilisée à des fins de calcul pour illustrer un empiètement cumulatif maximal (hypothèse prudente). Cette longueur provient de la réponse formulée à la question 65 du complément de l'EIE, et a été ajustée en fonction des dimensions actualisées du batardeau. En réalité, on anticipe pouvoir ensouiller les câbles sur la majeure partie du tracé.

d. Pour évaluer l'empiètement maximal potentiel sur chaque type d'habitat, on prend pour hypothèse que l'entièreté du tracé recoupé par l'habitat pourrait être recouvert de matelas de béton, jusqu'à concurrence de 450 m de longueur par habitat, s'il y a lieu.

Les caractéristiques des habitats touchés se résument de la manière suivante :

- HH1-5 : classe de profondeur 0–4 m, habitat au substrat fin et à écoulement lent, caractérisé par une végétation aquatique submergée dense (76 à 100 % de recouvrement) dont l'espèce dominante est la vallisnérie d'Amérique suivie par le potamot de Richardson, le myriophylle de Sibérie et l'élodée du Canada. Habitat de reproduction potentiel pour la perchaude ; habitat d'alevinage et de croissance pour au moins sept espèces de poissons : le grand brochet, le raseux-de-terre gris, le crayon d'argent, le crapet-soleil, le crapet arlequin, l'achigan à grande bouche et l'épinoche à cinq épines.
- HH1-8 : classe de profondeur 2-4 m. Substrat plus grossier (avec cailloux, gravier) avec une végétation aquatique submergée éparse, au recouvrement variant de 6 % à 25 %. À l'instar de la zone centrale, il s'agit d'une zone de migration et, dans une moindre mesure, d'alimentation.
- HH1-Centre : classe de profondeur 4-6 m. Habitat relativement homogène composé de substrat fin (sable à limon), trop profond pour permettre l'établissement de plantes aquatiques submergées. Habitat de migration et d'hivernage.

On anticipe que l'empreinte des travaux prévue à l'intérieur de l'aire de travail des forages (50 m sur 50 m) sera réduite aux excavations (environ 80 m<sup>2</sup>) nécessaires pour dégager les sédiments lâches au point d'arrivée du forage et former des cuvettes permettant de contenir les boues de forage, ainsi que pour permettre l'enfouissement des extrémités des conduits en PEHD. Quelques perturbations ponctuelles dues aux ancrages des équipements (barges, etc.) sont également à prévoir. Advenant l'emploi de rideaux de turbidité en remplacement du batardeau, ce scénario induirait des perturbations ponctuelles du littoral (dues aux ancrages des rideaux) qui sont moins importantes que l'installation d'un batardeau.

Les précisions apportées à la conception du forage entraînent un empiètement dans l'habitat HH1-5. Cet habitat était majoritairement évité dans la proposition initialement présentée dans l'EIE. Somme toute, l'empreinte des travaux demeure de faible superficie et touche des habitats présents en abondance dans le secteur. En effet, en tenant compte de la superficie totale des habitats contenue à l'intérieur de la zone d'étude (HH1-5 : 52,29 ha, HH1-8 : 11,21 ha, HH-Centre : 64,42 ha) (voir la carte 7-1), les empiètements temporaires (aire de travail des forages, ensouillage) et le cas échéant permanents (matelas de béton), toucheront moins de 1 % de la superficie de chacun de ces habitats.

Les poissons qui n'auront pas accès à la zone temporairement occupée par l'aire de travail des forages pourront utiliser des habitats similaires disponibles en abondance à proximité. Une fois les travaux achevés, après le retrait du batardeau ou des rideaux de turbidité, les herbiers pourront recoloniser les lieux graduellement à partir de la saison de croissance suivante. En ce qui concerne les perturbations occasionnées par l'ensouillage des câbles, elles demeurent en majeure partie dans des zones peu sensibles pour le poisson en termes d'habitats de fraie, d'alevinage et d'alimentation. Ces travaux auront très peu d'incidence sur les zones d'herbier utilisées par le poisson.

### *Modifications de la séquence, durée et période des travaux*

La proposition d'échéancier initialement présentée dans l'EIE prévoyait la réalisation des travaux de forage à partir de la fin de l'été jusqu'à l'automne (12 à 16 semaines), soit en dehors des périodes sensibles pour la faune ichtyenne. Les travaux au printemps se résumaient aux quatre semaines nécessaires à la pose des câbles dans le lit de la rivière Richelieu.

Les ajustements qui ont dû être apportés à l'échéancier prévoient le report des travaux de forage en 2024, et l'amorce de ceux-ci le plus tôt possible en début d'année. La plage de temps anticipée pour réaliser les deux forages s'étend dorénavant des mois de janvier à octobre. Avec cet échéancier, on considère que des travaux en eau dans la rivière Richelieu pourraient donc avoir lieu dès le mois de mars, si les conditions de travail sont favorables (absence de couverture de glace). En contrepartie, la majeure partie des travaux d'ensouillage des câbles au Québec serait plutôt prévue pour l'automne. Seul un court segment de câbles (environ 100 m) près de la frontière canado-américaine sera déposé et protégé temporairement par des matelas au printemps. Ces travaux se dérouleront sur environ une semaine.

La fraie printanière de plusieurs espèces recensées dans la zone d'étude pourrait être concomitante aux travaux de forage réalisés en milieu aquatique. Selon les inventaires réalisés, les habitats peu profonds associés aux herbiers aquatiques émergents et submergés à proximité des travaux constituent des habitats de reproduction potentiels et confirmés.

L'habitat HH1-5 qui accueillera l'aire de travail des forages est désignée comme une aire de fraie potentielle pour la perchaude et les cyprinidés. Une frayère à grand brochet a également été confirmée à l'embouchure du ruisseau Fairbanks, soit à moins de 350 m de cette aire de travail. Pour ces deux espèces à fraie hâtive, la période de protection des activités de reproduction s'étend du 1<sup>er</sup> avril au 1<sup>er</sup> juin. À partir de mai et juin, d'autres espèces utiliseraient également le secteur à des fins de reproduction.

Entre autres, des frayères confirmées pour centrarchidés ont été associées aux herbiers émergents près des travaux (p. ex. HH1-7 à moins de 300 m). La présence d'une frayère potentielle pour le poisson-castor, l'achigan à petite bouche et l'achigan à grande bouche a également été notée un peu plus au nord (700 m) de l'aire de travail, en rive gauche.

Rappelons par ailleurs que l'habitat HH1-5 montre aussi un potentiel pour la fraie (de mai à août) du mené d'herbe, espèce désignée préoccupante selon l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* et désignée vulnérable selon la *Loi sur la conservation et mise en valeur de la faune*. Bien que le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) indique que le mené d'herbe serait potentiellement présent dans la rivière Richelieu (mention rapportée en 2012) dans le secteur des travaux, les inventaires réalisés en 2021 n'ont pas permis de confirmer sa présence, malgré des inventaires ciblés sur cette espèce.

Pour limiter la perturbation des habitats aquatiques par l'émission de particules fines dans l'eau, on prévoit que l'aire de travail des forages sera isolée du milieu environnant par l'usage d'un batardeau, de rideaux de turbidité et/ou de gaines d'acier. Ainsi, à moins d'un événement accidentel, une augmentation importante de la turbidité pouvant perturber les activités de reproduction est peu probable durant les opérations de forage. Quant à l'ensouillage des câbles au Québec, il est prévu à l'automne, période moins sensible pour la vie aquatique. Par ailleurs, le dépôt des câbles par le partenaire américain (segment de 100 m au Québec) et leur protection temporaire par des matelas de béton en mai (période sensible pour la fraie printanière) seront de courte durée (une semaine) et auront lieu exclusivement dans la zone centrale de la rivière, près de la frontière canado-américaine, soit loin des herbiers.

Le bruit et les vibrations causés par les travaux de forage, en particulier lors du fonçage des gaines d'acier, pourraient potentiellement perturber le poisson et son habitat. Selon la littérature, les effets indésirables potentiels pour le poisson associés aux bruits anthropiques sous-marins sont variables. Ils peuvent selon le cas se traduire par des changements de comportement, du stress physiologique, des blessures (y compris la perte d'audition) et, à de très hautes intensités sonores, entraîner la mort d'individus. En ce qui concerne les réponses comportementales, elles sont particulièrement préjudiciables si les poissons deviennent plus exposés aux prédateurs, sont déplacés en dehors des zones d'alimentation ou de fraie, voient leurs migrations affectées ou la communication entre les individus perturbée<sup>[1]</sup>.

Le bruit du chantier pourrait inciter les poissons à éviter temporairement la zone autour des travaux ou augmenter le stress chez certaines espèces qui resteront dans le secteur. La zone touchée par les travaux comporte notamment des habitats d'alimentation, d'alevinage et de croissance (HH1-5 et HH1-8). Selon leur intensité et leur durée, les bruits générés par le chantier pourraient potentiellement et temporairement nuire aux activités d'alimentation et de reproduction (notamment lors des travaux prévus au printemps ou au début de l'été, pendant la période de reproduction de plusieurs espèces). En outre, soulignons que la circulation maritime produit déjà un certain niveau de bruit ambiant dans ce secteur. Bien qu'aucun navire commercial à fort tonnage n'y circule, plusieurs embarcations de plaisance motorisées fréquentent le secteur entre la mi-mai et la mi-octobre.

---

[1] Hawkins, A.D, C. Johnson et A.N. Popper, 2020. « How to set sound exposure criteria for fishes ». *The Journal of the Acoustical Society of America* 147, 1762 (2020). DOI : 10.1121/10.0000907.

À plus forte intensité, le bruit aquatique peut causer des dommages physiologiques<sup>[1]</sup>. Pour ce projet, les bruits d'impact les plus importants sont associés au fonçage des gaines d'acier. Si cette méthode est retenue, l'usage d'un marteau pneumatique pourrait être requis pour enfoncer les gaines dans les matériaux meubles, ce qui pourrait générer des bruits de nature impulsive et discontinue, sur une période variant de 15 à 25 jours par gaine. Pour des travaux semblables<sup>[2]</sup>, le fonçage par marteau pneumatique d'une gaine métallique n'entraînait pas un dépassement du seuil sonore pouvant induire des blessures chez les poissons (> 206 dB pk), cet outil étant trop peu puissant. Cependant, cet outil pourrait générer un niveau sonore supérieur à 150 dB rms (seuil de changement comportemental utilisé pour le poisson dans cette étude) jusqu'à 2,5 km de la source sonore. Pour du battage de pieux, Popper et autres ne définissent pas de niveaux sonores pouvant entraîner une réponse comportementale chez le poisson, mais indiquent plutôt une probabilité de réponse en fonction de la distance par rapport à la source sonore, soit une réponse forte près de la source (dizaines de mètres), modérée à des distances intermédiaires (centaines de mètres) et faible loin de la source (milliers de mètres). Le manque de connaissances, particulièrement sur les réponses comportementales au bruit pour les poissons en liberté, ainsi que sur les conséquences de ces réponses comportementales à l'échelle de l'individu et des populations, rend difficile l'établissement de critères raisonnables définissant les niveaux sonores susceptibles de nuire aux poissons<sup>[3]</sup>. De plus, soulignons que plusieurs facteurs peuvent faire varier d'un site à l'autre le rayon d'influence d'une même source sonore (bathymétrie, nature du sol, température, salinité, capacité auditive variable entre les espèces, niveau de bruit ambiant, etc.).

Selon l'information disponible, les émissions sonores associées aux travaux prévus dans la rivière Richelieu ne seraient pas susceptibles d'entraîner des risques de blessures chez le poisson. Cependant, certains travaux plus bruyants (notamment le fonçage de gaine) pourraient perturber l'habitat du poisson, potentiellement jusqu'à plusieurs centaines de mètres des travaux si aucune mesure n'est appliquée. Toutefois, il n'est pas évident que les changements de comportement du poisson, s'il y en a, entraîneraient des conséquences écologiques notables. D'autant plus que ces travaux seront de courte durée et n'entraîneront pas d'effets à long terme. Considérant que des travaux auront lieu pendant une période sensible pour le poisson (reproduction), des mesures pourront au besoin être prévues pour réduire la portée du dérangement lié aux émissions sonores lors des travaux de fonçage de gaine (si cette méthode est retenue).

L'application des mesures d'atténuation qui ont été révisées à la section 8.6.1.3 permettra de réduire l'impact sur l'habitat du poisson. Les mesures d'atténuation initialement prévues

---

[1] Popper, A.N., A.D. Hawkins, R.R. Fay, D.A. Mann, S. Bartol, T.J. Carlson, S. Coombs, W.T. Ellison, R.L. Gentry et autres. 2014. *Sound Exposure Guidelines for Fishes and Sea Turtles: A Technical Report prepared by ANSI-Accredited Standards Committee S3/SC1 and registered with ANSI. ASA S3/SC1.4 TR-2014*. SpringerBriefs in Oceanography. ASA Press and Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06659-2>.

[2] Küsel, E.T., M.J. Weirathmueller, M.W. Koessler, K.E. Zammit, J.E. Quijano, C. Kanu, K.E. Limpert, M.E. Clapsaddle et D.G. Zeddies. 2022. *Sunrise Wind Farm Project: Underwater Noise and Exposure Modeling*. Document 02109, Version 7.0. Technical report by JASCO Applied Sciences for Sunrise Wind LLC.

[3] Hawkins, A.D., C. Johnson et A.N. Popper, 2020. « How to set sound exposure criteria for fishes ». *The Journal of the Acoustical Society of America* 147, 1762 (2020). DOI : 10.1121/10.0000907.

pour le poisson ont été révisées en fonction des précisions sur les travaux anticipés (voir le tableau 8-38 révisé à la section 8.8.2). De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes ont été ajoutées :

- Restreindre au strict nécessaire les activités en eau réalisées pendant la période sensible pour la faune ichtyenne (du 1<sup>er</sup> mars au 1<sup>er</sup> août).
- Favoriser l'utilisation d'équipements à bruit réduit pour les opérations de forage (exemple : compresseur à air et génératrice avec abris acoustique, utilisation de marteau piqueur insonorisé, etc.).
- Réaliser un démarrage progressif de la machinerie au début de chaque opération de fonçage de gaine afin de permettre aux poissons présents de s'éloigner de la source de bruit.
- Si nécessaire, planifier des mesures de confinement ou de réduction du bruit (p. ex. un rideau de bulles) de manière à limiter la propagation sonore des activités les plus bruyantes.
- Suivre au chantier les bruits émis par les activités de fonçage, afin de vérifier l'efficacité des mesures de réduction du bruit et de les ajuster s'il y a lieu.
- Installer un grillage adapté aux espèces présentes dans le milieu à l'entrée de la prise d'eau afin de prévenir l'entraînement et l'impaction du poisson. Le prélèvement d'eau dans le ruisseau Fairbanks devra se faire de manière à préserver le niveau d'eau et à éviter l'assèchement du cours d'eau. On évitera d'installer la prise d'eau dans les secteurs sensibles pour le poisson (notamment la frayère à grand brochet répertoriée à l'embouchure du ruisseau Fairbanks).

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation et mesures d'atténuation***

Pour les fins de l'évaluation environnementale, on suppose que les matelas de béton seront mis en place sur une longueur de moins de 450 m (voir la réponse à la question 65 du complément de l'EIE et considérer que la longueur mentionnée de 455 m a été réduite à 450 m pour tenir compte des dimensions actualisées du batardeau). Ainsi, l'empreinte maximale de ce type de protection serait d'au plus 1 080 m<sup>2</sup>. Cette superficie demeure cependant théorique et prudente, puisqu'on anticipe que la majeure partie du tracé des câbles pourra être ensouillée.

Pour évaluer l'empiétement maximal potentiel de ce type d'ouvrage sur chaque type d'habitat (voir le tableau 8-28 révisé à la section 8.6.2.2), on prend pour hypothèse que l'entièreté du tracé recoupé par l'habitat pourrait être recouvert de matelas de béton, jusqu'à concurrence de 450 m de longueur dans chaque habitat. Ainsi, on peut estimer que l'habitat HH1-5 pourrait potentiellement être recouvert sur au plus 394 m<sup>2</sup> (2,4 m sur 164 m), l'habitat HH1-8 sur au plus 518 m<sup>2</sup> (2,4 m sur 216 m) et l'habitat HH-Centre sur 1 080 m<sup>2</sup> ou moins (2,4 m sur 450 m).

Comme il est mentionné dans l'EIE, cette modification de l'habitat par l'ajout d'un substrat dur sur le lit de la rivière créera de l'hétérogénéité au sein de l'habitat, ce qui pourrait être

propice à certaines espèces aquatiques. Cependant, pour l'habitat HH1-5 (zone d'herbier dense), ce changement de substrat le cas échéant pourrait limiter la reprise des herbiers aquatiques. La superficie en cause (394 m<sup>2</sup>) demeure cependant très faible par rapport à la superficie totale de cet habitat disponible dans la zone d'étude inventoriée (soit 0,08 % de 52,29 ha).

Outre ces changements, les impacts anticipés pendant l'exploitation demeurent les mêmes.

### *Évaluation de l'impact résiduel*

Par rapport au scénario présenté dans l'EIE, le déplacement du point d'arrivée des forages dirigés implique un empiètement supplémentaire dans un habitat d'intérêt pour la reproduction, l'alevinage et la croissance du poisson. L'occupation du milieu aquatique par l'aire de travail des forages limitera temporairement l'accès à une partie de cet habitat. L'occupation sera toutefois de courte durée et représente une très faible proportion de la superficie totale de cet habitat. D'autres habitats similaires demeurent disponibles pour le poisson à proximité de la zone des travaux. Rappelons enfin que le recours au forage dirigé permet d'éviter en grande partie les interventions dans cet habitat comparativement à une méthode en tranchée ouverte. Les habitats perturbés temporairement se rétabliront une fois les travaux achevés.

Les changements dans la séquence des travaux impliquent que les travaux de forage en eau seront de plus longue durée (environ six à huit mois) que ce qui était prévu initialement (trois à quatre mois), mais seront concentrés au cours de la même année. Ces travaux devront cependant être amorcés tôt en hiver et incluront la période printanière, où se déroulent les activités de reproduction du poisson. Contrairement aux travaux d'ensouillage, il sera possible pour les opérations de forage d'isoler l'aire de travail du milieu aquatique environnant, ce qui confinera les matières en suspension dans l'enceinte de l'aire de travail. Advenant l'emploi de méthodes de travail bruyantes pendant la période jugée sensible pour les poissons, des mesures (p. ex. un rideau de bulles) pourront être déployées pour limiter la portée des émissions sonores susceptibles de perturber l'habitat du poisson. En ce qui a trait au report des travaux d'ensouillage à l'automne pour la portion du tracé au nord de la frontière, ce changement représente une amélioration par rapport au scénario initialement proposé puisque les perturbations possibles pour le poisson et son habitat associées à la remise en suspension de sédiments auront lieu à une période moins sensible pour la faune aquatique.

Malgré ces changements, les empiètements temporaires dans l'habitat du poisson demeurent de faible ampleur, et les mesures d'atténuation qui ont été ajoutées permettront de limiter la portée du dérangement occasionné par les travaux. Dans l'ensemble, les changements et précisions apportés concernant les travaux prévus dans la zone d'atterrissage ne modifient pas l'évaluation de l'impact résiduel. L'importance de l'impact résiduel sur l'habitat du poisson demeure ainsi moyenne.

### 8.6.2.3 Invertébrés benthiques (mulettes)

#### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

Comme il est indiqué dans l'étude d'impact, des inventaires de mulettes ont été réalisés pour le projet en 2020 et 2021<sup>[1]</sup>. La composition spécifique de la communauté de mulettes comprend principalement deux espèces communes au Québec : l'elliptio de l'Est (*Elliptio complanata*) et la lampsile rayée (*Lampsilis radiata*) et aucun spécimen vivant à statut particulier n'a été inventorié. De plus, il a été conclu de ces inventaires que les mulettes sont surtout présentes dans la zone peu profonde (moins de 1 m) de la rivière Richelieu.

Pour la zone en eau profonde (plus de 1 m), qui correspond à la zone où seront réalisés les travaux, des transects avec caméra parallèles au talweg de la rivière Richelieu ont permis d'inventorier la zone d'étude sur une superficie totalisant 1 709 m<sup>2</sup> (34 transects totalisant une longueur de 3 419 m). De ce total, les efforts ont davantage porté sur la rive gauche en raison de la présence du tracé de la ligne projetée, soit une superficie inventoriée de 1 200 m<sup>2</sup> (24 transects totalisant une longueur de 2 402 m). Au total, 10 mulettes vivantes ont été observées à l'aide de cette méthode sur l'ensemble des transects en eau profonde réalisés en rive gauche. Malgré les limitations associées aux relevés effectués par caméra (inventaire non-quantitatif, couverture inventoriée limitée), ces relevés permettent néanmoins d'avancer un ordre de grandeur concernant la densité de spécimens qui pourrait potentiellement être attendue dans le secteur à l'étude. D'après cette méthode d'inventaire, on évalue la densité de mulettes en zone profonde à 0,01 spécimen vivant/m<sup>2</sup>.

Comme pour le poisson, les travaux au point d'arrivée du forage dans la rivière Richelieu causeront une perturbation temporaire de l'habitat des mulettes. Les superficies d'habitat touchées sont équivalentes à l'emprise maximale du batardeau, soit 2 500 m<sup>2</sup> (voir le tableau 8-28 révisé à la section 8.6.2.2). À l'intérieur de cette superficie, une perturbation du substrat est à prévoir à cause des travaux d'excavation prévus à l'arrivée des forages (environ 80 m<sup>2</sup>) ainsi que de l'ancrage des équipements. Une altération de la qualité de l'eau due à la remise en suspension de sédiments fins à l'intérieur de l'aire de travail (enceinte délimitée par les rideaux ou le batardeau) est également anticipée, à moins que l'aire de travail ne soit asséchée. Dans un tel cas, l'habitat des mulettes présent dans l'aire de travail serait mis à sec. D'après la densité de mulettes observée dans le secteur profond (0,01 spécimen vivant/m<sup>2</sup>), on évalue qu'environ 25 mulettes pourraient être potentiellement être touchées advenant leur présence dans l'aire de travail (2 500 m<sup>2</sup>).

Une fois les travaux terminés, il est possible qu'une légère dépression dans le substrat puisse persister un certain temps là où des travaux d'excavation et d'enfouissement des conduits auront eu lieu au point d'arrivée des forages (voir la section 8.6.1.1). Si tel est le cas, cette dépression se comblera par le transport sédimentaire au droit du site, notamment lors de crues subséquentes. L'impact des travaux de forage sur l'habitat des mulettes sera

---

[1] AECOM 2023. Interconnexion Hertel – New-York. Caractérisation des communautés et de l'habitat du poisson de la rivière Richelieu – Inventaires 2020-2022. Présenté à Hydro-Québec. 114 pages et annexes

temporaire et les superficies perturbées pourront éventuellement être recolonisées par les mulettes.

Le déplacement du point d'arrivée du forage plus près de la rive gauche par rapport au scénario présenté dans l'EIE augmente légèrement la superficie touchée par les travaux d'ensouillage des câbles dans le lit de la rivière, entre le point d'arrivée du forage et la frontière canado-américaine. Les superficies d'habitat touchées par l'ensouillage seront d'environ 4 300 m<sup>2</sup> (voir le tableau 8-28 révisé). La perturbation de cette superficie d'habitat sera cependant temporaire; après les travaux, le milieu retrouvera progressivement les mêmes caractéristiques qu'à l'origine (voir la section 8.6.1.1).

Pendant les travaux, la faune benthique mobile ne sera pas touchée, car les organismes pourront se déplacer et éviter temporairement le corridor des travaux. Par contre, les bivalves et organismes sessiles non mobiles, présents sur le lit de la rivière, seront directement touchés puisqu'ils pourront être perturbés, déplacés, sortis du substrat ou enfouis davantage à la suite des travaux d'ensouillage. Ces organismes pourraient être davantage touchés sur la largeur de la tranchée (< 1 m) et probablement de manière plus limitée sur les traces des équipements utilisés pour l'ensouillage (< 5 m). D'après la densité de mulettes observée dans le secteur (0,01 spécimen vivant/m<sup>2</sup> en zone profonde), on évalue que ces travaux (4 300 m<sup>2</sup>) pourraient potentiellement toucher un peu plus d'une quarantaine de spécimens. De ce total, certains spécimens seraient en mesure de survivre aux travaux (par exemple ceux qui sont aptes à s'enfouir de nouveau) tandis que pour d'autres, les travaux pourraient avoir un effet léthal.

En tenant compte de la superficie des travaux, des espèces communes de mulettes qui composent la communauté (aucun spécimen vivant à statut particulier n'a été inventorié dans l'entièreté de la zone d'étude) et des densités observées dans les secteurs d'intervention projetés, on anticipe que les travaux de forage et d'ensouillage des câbles n'auront pas d'incidence significative sur la population de mulettes.

Les changements dans la séquence, la durée et la période des travaux n'entraînent pas de modifications aux impacts prévus sur les invertébrés benthiques. Ainsi, les mesures d'atténuation déjà prévues seront maintenues (voir le tableau 8-38 révisé à la section 8.8.2).

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation et mesures d'atténuation***

Si dans certains secteurs l'épaisseur de dépôts meubles se révèle insuffisante pour l'ensouillage des câbles, des protections par matelas de béton pourraient être utilisées. Cela occasionnera une perte permanente d'habitat pour les mulettes, d'une superficie potentielle estimée à environ 1 080 m<sup>2</sup>, entre le point d'arrivée des forages dans la rivière Richelieu et le point d'interconnexion à la frontière canado-américaine (voir le tableau 8-28 révisé à la section 8.6.2.2). Cette superficie demeure cependant théorique et prudente, puisqu'on anticipe que la majeure partie du tracé des câbles pourra être ensouillée.

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Malgré l'augmentation de la superficie perturbée par l'ensouillage en raison du déplacement du point d'arrivée des forages, l'importance de l'impact résiduel sur les invertébrés benthiques est toujours jugée mineure.

Advenant l'utilisation de structures de protection qui pourraient causer une destruction de l'habitat, l'importance de l'impact résiduel demeure mineure en raison des faibles superficies touchées.

#### **8.6.2.4 Oiseaux aquatiques**

##### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

La majorité des impacts décrits lors du dépôt de l'EIE demeurent les mêmes à la suite de l'avancement de l'ingénierie détaillée. Les principales sources d'impact qui présentent un changement majeur sont la période de réalisation des travaux de forage et l'ajout de travaux pour le fonçage de gaines en acier.

##### ***Changement de la période de réalisation des travaux de forage***

Les travaux de forage, initialement prévus à l'automne 2023, permettaient d'éviter d'émettre des perturbations sonores durant la période de nidification des oiseaux aquatiques. La nouvelle période proposée pour la réalisation de ces travaux couvre maintenant la période de nidification des oiseaux de la zone C3, qui s'étend de la mi-avril à la fin août<sup>[1]</sup>. Ce changement aura pour effet d'ajouter des bruits de fond dans la réserve de biodiversité où nichent de nombreux oiseaux aquatiques, dont le petit blongios (*Ixobrychus exilis*), espèce considérée comme vulnérable au Québec et menacée au Canada.

Le bruit émis par les travaux de forage en soit aura un caractère continu. Des simulations préliminaires montrent que les perturbations sonores pourraient atteindre entre 50 et 60 dB dans la réserve de biodiversité si deux foreuses venaient à être utilisées simultanément. L'ajout d'écrans acoustiques autour de la machinerie associée aux travaux de forage (pompes, foreuses, etc.) pourrait réduire le niveau sonore d'environ 10 dB dans la réserve, soit en deçà de 50 dB. À titre de comparaison, des vents dans un peuplement forestier peuvent générer un bruit de fond variant de 50 à 70 dB<sup>[2]</sup> et de la pluie modérée 50 dB<sup>[3]</sup>.

---

[1] *Période de nidification*, Gouvernement du Canada, site consulté le 13 janv. 2023 (<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/prevention-effets-nefastes-oiseaux-migrateurs/periodes-generales-nidification/periodes-nidification.html>).

[2] Penna, M., H. Pottstock. et N. Velasquez. 2005. « Effect of natural and synthetic noise on evoked vocal responses in a frog of the temperate austral forest ». *Animal Behaviour*, 70, 639-651.

[3] *Mesure du bruit*, Gouvernement du Québec, site consulté le 20 févr. 2023 (<https://www.quebec.ca/sante/conseils-et-prevention/sante-et-environnement/effets-du-bruit-environnemental-sur-la-sante/mesure-du-bruit>).

Ainsi le bruit de fond émis par les travaux de forage ne devrait pas avoir d'impact sur la nidification des oiseaux aquatiques ou celle du petit blongios.

### *Fonçage de gaines en acier*

La deuxième source de dérangement proviendra du fonçage de gaines en acier dans le cadre des travaux de forage. Lors de ces travaux, la machinerie servant au fonçage de la gaine (p. ex. marteau pneumatique) produira un bruit impulsif de type cognement. Selon la nouvelle séquence prévue pour les travaux, l'installation des gaines pourrait coïncider avec la période de nidification des oiseaux aquatiques, dont celle du petit blongios. Des écrans acoustiques permettront de réduire le bruit et diminueront l'intensité sonore des travaux afin de limiter le dérangement pour les oiseaux aquatiques.

Selon le pire scénario, où des opérations de fonçage auraient lieu en milieux terrestre et aquatique simultanément, le niveau sonore dans la réserve de biodiversité pourrait atteindre 65 dB à sa bordure et entre 55 et 64 dB dans le reste de sa superficie. Le dérangement des oiseaux aquatiques (notamment le petit blongios) causé par des bruits intermittents au début de la période de nidification pourrait causer un comportement d'évitement des habitats de bonne qualité dans la réserve, et amener certains couples à nicher dans d'autres secteurs. Si des travaux de fonçage ont lieu lors de l'incubation ou de l'élevage des jeunes, la prédation sur les adultes ou leur couvée pourrait être augmentée. L'augmentation du stress causé par le dérangement répété pourrait aussi avoir des effets néfastes sur la santé des oiseaux aquatiques (diminution du succès reproducteur, de la condition corporelle, du système immunitaire, etc.). En contrepartie, l'exposition répétée à ce dérangement pourrait engendrer une habitude et réduire certains des effets négatifs.

Par ailleurs, une analyse de l'habitat du petit blongios révèle qu'un grand nombre de marais utilisés par l'espèce sont bordés par des chemins et exposés aux bruits intermittents de véhicules<sup>[1]</sup>. Cela porte à croire que l'espèce peut tolérer un certain dérangement, bien que sa limite de tolérance ne soit pas connue. Toutefois, il est à noter que l'ensemble de ces impacts potentiels est de courte durée puisque ceux-ci se répercuteraient sur une seule saison de nidification, soit celle de 2024.

Enfin, les travaux au point d'arrivée du forage dans la rivière Richelieu entraîneront une perte temporaire d'habitat pour les oiseaux aquatiques. Ce secteur est caractérisé par une végétation aquatique submergée dans une profondeur d'eau comprise entre 2 et 3 m, ce qui n'est pas un habitat particulièrement favorable aux oiseaux aquatiques. Ainsi, aucun impact n'est anticipé sur les oiseaux aquatiques malgré l'augmentation de la superficie de l'aire de travail dans la rivière Richelieu.

Les mesures d'atténuation initialement prévues pour les oiseaux aquatiques ont été révisées en fonction des précisions sur les travaux anticipés (voir le tableau 8-38 révisé à la

---

[1] Jobin, B., P. Fradette et S. Labrecque. 2011. « Habitat use by least bitterns (*Ixobrychus exilis*) in Québec ». *Waterbirds*, 34, p. 143-150.

section 8.8.2). De plus, pour atténuer les impacts des travaux de fonçage de gaine et de forage, en plus des mesures d'atténuation relatives à la qualité de vie (voir la section 8.6.3.2), les mesures d'atténuation particulière suivantes seront mises en œuvre :

- Favoriser l'utilisation d'équipements à bruit réduit pour les opérations de forage (exemple : compresseur à air et génératrice avec abris acoustique, utilisation de marteau piqueur insonorisé, etc.).
- Mettre en place des écrans acoustiques autour des équipements stationnaires (foreuse, pompe à boue, compresseur, génératrices, etc.).
- En milieu terrestre, mettre en place des écrans acoustiques pour diminuer l'impact sonore sur les milieux sensibles avoisinants.
- Utiliser des rideaux acoustiques lors du fonçage des gaines en milieu terrestre et en eau le cas échéant.
- Réaliser un démarrage progressif de la machinerie au début de chaque opération de fonçage de gaine afin d'atténuer l'effet de surprise causé par le bruit du fonçage.
- Suivre au chantier les bruits émis par les activités de fonçage, afin de vérifier l'efficacité des mesures de réduction du bruit et de les ajuster s'il y a lieu.

Afin de bien documenter l'effet temporaire d'évitement le cas échéant, une surveillance et un suivi sont prévus :

- Une surveillance des niveaux de bruit causés par les travaux sera mise en œuvre.
- Un suivi de la présence du petit blongios dans la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain sera effectué en 2024 lors des travaux, et pendant les trois années suivant leur achèvement.

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

Aucun changement n'est apporté à l'impact prévu sur les oiseaux aquatiques pendant la phase exploitation de la ligne ; aucun impact n'était initialement prévu.

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

L'impact résiduel concerne principalement le dérangement occasionné par les opérations de fonçage des gaines, qui pourraient causer l'évitement d'habitats intéressants pour la reproduction des oiseaux aquatiques et une augmentation du stress et du risque de prédation. Étant donné la mise en place des mesures d'atténuation, l'intensité de l'impact est moyenne, son étendue est ponctuelle et sa durée est courte. L'importance de l'impact résiduel révisé sur les oiseaux aquatiques et leurs habitats est donc jugée moyenne.

### 8.6.2.5 Espèces aquatiques exotiques envahissantes

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre ni l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante (voir le tableau 8-38 révisé à la section 8.8.2).

### 8.6.2.6 Herpétofaune

#### 8.6.2.6.1 Anoures et urodèles

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre ni l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante (voir le tableau 8-38 révisé à la section 8.8.2).

#### 8.6.2.6.2 Tortues

##### *Conditions actuelles*

Une caractérisation supplémentaire de l'habitat de ponte pour les tortues a été effectuée à la fin de l'été 2022 dans la nouvelle aire d'assemblage des conduits située au bord de la rivière Richelieu. Cette visite a été réalisée le 5 septembre 2022.

Deux sites potentiels de ponte ont été repérés : un champ de culture (maïs) sur sol à nu et un jardin potager (voir la carte 7-2). À l'inverse, la rive, située à proximité, est peu propice à la ponte puisqu'elle est caractérisée par un recouvrement d'herbacées, d'arbustes et d'arbres et que le substrat est composé de gravier et de roches (voir la photo 8-4). De plus, selon le propriétaire du terrain (communication personnelle), la rive se trouverait en grande partie inondée au mois de juin, ce qui empêcherait son utilisation par les tortues comme site de ponte. Enfin, aucun indice de ponte de tortue n'a été observé sur l'ensemble des sites visités.

Photo 8-4 : Rive de la rivière Richelieu, inondée lors de la période de ponte en 2022



### *Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation*

La révision des impacts prévus pendant la construction porte principalement sur deux changements : l'ajout d'une aire d'assemblage des conduits et la modification du point d'arrivée du forage dans la rivière Richelieu.

#### *Aire d'assemblage des conduits*

La présence de sites potentiels de ponte dans l'aire d'assemblage des conduits ne devrait pas avoir d'impact sur les tortues. La mise à nu du sol dans le champ est maintenue artificiellement grâce à la culture intensive du maïs. Cet habitat de ponte n'existerait donc pas si les terres n'étaient pas cultivées. De plus, la croissance des plantes comme le maïs au courant de l'été crée de l'ombrage au sol, et le passage de la machinerie risque d'écraser les nids qui pourraient s'y trouver. Ainsi, la valeur de cet habitat de ponte s'en trouve indéniablement réduite. C'est pourquoi la présence d'une aire de travail à cet endroit n'aura pas d'impact sur les populations de tortues qui pourraient choisir de pondre à cet endroit.

#### *Modification du point d'arrivée du forage dans la Rivière Richelieu*

Les travaux au point d'arrivée du forage dans la rivière Richelieu entraîneront une perte temporaire d'habitat d'une superficie pouvant atteindre 2 500 m<sup>2</sup>, soit celle de l'emprise d'un batardeau si cette méthode est retenue. Cette superficie est légèrement plus grande que celle annoncée dans l'EIE. De plus, le nouvel emplacement prévu pour le batardeau ou les rideaux est plus proche de la rive et engendrera une perte temporaire d'habitats

potentiels situés en eaux semi-profondes (2 à 3 m) et en herbiers aquatiques où la végétation est dense.

Bien que cet habitat puisse être plus favorable, il ne constitue pas un habitat fortement utilisé par les tortues en raison de la profondeur et de sa distance par rapport à la berge. La superficie très restreinte du batardeau et la nature temporaire des travaux ne devraient pas avoir d'impact à long terme sur les populations présentes, car le milieu pourra se régénérer lors du retrait du batardeau (ou des rideaux) et être utilisé de nouveau. De plus, le nouvel emplacement est toujours à l'extérieur des zones à fort potentiel d'hibernation des tortues.

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

Aucun changement n'est apporté à l'impact prévu sur les tortues pendant la phase exploitation de la ligne ; aucun impact n'était initialement prévu.

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre ni l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact résiduel sur les tortues et leur habitat est toujours jugée mineure.

#### **8.6.2.7 Champs électriques et magnétiques et dégagement de chaleur**

Les précisions apportées concernant les travaux dans la zone d'atterrage ne modifient pas l'évaluation de l'impact résiduel des champs magnétiques et du dégagement de chaleur sur les espèces aquatiques ou semi-aquatiques. L'importance de l'impact résiduel est toujours jugée mineure.

#### **8.6.2.8 Espèces fauniques en situation précaire**

### ***Impacts prévus et mesures d'atténuation***

Les impacts sur ces espèces spécifiques ont été abordés dans les sections précédentes traitant des poissons, des invertébrés aquatiques et des oiseaux aquatiques.

#### **8.6.2.9 Aires protégées et territoires d'intérêt**

Avec le choix du tracé retenu qui se situe au nord du ruisseau Fairbanks, la perte potentielle de superficie de la réserve de biodiversité projetée est ainsi évitée. De plus, la nouvelle aire d'assemblage des conduits, située au nord de la zone d'atterrage (voir la carte 7-2), a été positionnée en milieu agricole de façon à éviter le déboisement, ainsi qu'un des secteurs de la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain et la zone d'intérêt écologique. Ainsi, les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre. Par

contre, en lien avec le choix du tracé retenu dans la zone d'atterrissage, l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante a été révisée (voir le tableau 8-38 révisé à la section 8.8.2). Compte tenu du tracé retenu au nord du ruisseau Fairbanks et du positionnement de l'aire d'assemblage des conduits qui permettent d'éviter les aires protégées et des mesures d'atténuation mises en œuvre, l'impact sur cette composante est nul.

### **8.6.3 Milieu humain**

#### **8.6.3.1 Utilisation du territoire par les Mohawks de Kahnawà:ke**

##### **8.6.3.1.1 Navigation**

###### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

La modification de la description technique du projet par suite de la réalisation de l'ingénierie détaillée amène un changement mineur quant aux impacts prévus sur la navigation en raison de la révision de la période prévue pour la réalisation des travaux.

L'installation et la présence d'un batardeau ou de rideaux de turbidité près de la rive gauche de la rivière Richelieu créeront temporairement un obstacle à la navigation. Les travaux de forage sur la rivière pourraient débuter à l'hiver 2024 et s'échelonner jusqu'à l'automne 2024. Le transport des conduits par flottage, qui aura lieu entre le nouveau site d'assemblage et le point d'arrivée du forage, pourrait perturber momentanément la navigation dans la zone de flottage, mais ce transport sera de très courte durée (environ une journée par forage) et ne nécessitera pas l'instauration d'une zone d'interdiction de navigation. Par la suite, à l'automne 2024, une zone d'interdiction de navigation sera instaurée lors de l'ensouillage des câbles (300 m de largeur sur 900 m de longueur) entre le point d'arrivée du forage et la frontière. Ces zones demeureront contournables en tout temps puisque la rivière Richelieu est large d'environ 1 000 m à cet endroit, et la navigation dans le secteur restera possible. En résumé, la saison de navigation de 2024 sera touchée par les travaux de forage, de flottage des conduits et d'ensouillage, avec différentes zones d'interdiction de navigation et la possibilité de les contourner.

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

###### ***Impacts prévus pendant l'exploitation et mesures d'atténuation***

Aucun changement n'est apporté quant à l'impact prévu pendant l'exploitation.

Dans le cas où des matelas de béton seraient nécessaires pour protéger les câbles posés sur le fond de la rivière, ils seront à une profondeur de plus de 1 m sous le niveau minimal de la rivière, et ne sont donc pas de nature à nuire à la navigation ou à l'entraver. Advenant le cas où des matelas seraient situés à une profondeur pouvant nuire à la navigation motorisée,

les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre ni l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact résiduel sur les activités de navigation des utilisateurs mohawks est mineure.

#### **8.6.3.1.2 Pêche**

### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

La modification dans le calendrier des travaux n'entraîne aucun changement dans les impacts décrits sur les activités de pêche, outre le fait que ces impacts se feront sentir uniquement pendant la saison de pêche 2024 et non en 2023. Le dérangement causé par la construction de la ligne perturbera la quiétude des lieux et pourrait nuire temporairement au succès de pêche au cours de la saison 2024. Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation et mesures d'atténuation***

Aucun changement n'est apporté quant à l'impact prévu pendant l'exploitation ; aucun impact n'était initialement prévu.

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre ni l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'impact résiduel sur les activités de pêche des Mohawks est d'importance mineure.

#### **8.6.3.1.3 Cueillette**

### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

L'ajout d'une aire d'assemblage des conduits en bordure de la rivière Richelieu est à considérer dans le cadre des activités de cueillette de champignons par la communauté. Des activités de cueillette de plantes sont possiblement pratiquées dans cette zone. Cette nouvelle zone de travaux est donc ajoutée dans le cadre des échanges avec la communauté afin de déterminer si des aires de cueillette importantes ou uniques sont situées dans les aires de travaux en bordure de la rivière Richelieu.

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas l'analyse des impacts et les mesures d'atténuation à mettre en œuvre. Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

Aucun changement n'est apporté quant à l'impact prévu pendant l'exploitation sur les activités de cueillette des Mohawks ; aucun impact n'était initialement prévu.

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

L'ajout d'une aire de travail dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre ni l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact résiduel sur les activités de cueillette des Mohawks est mineure.

## 8.6.2.3 Qualité de vie

### ***Impacts prévus pendant la construction***

#### *Niveau sonore*

Par suite d'une mise à jour de la séquence des travaux, l'impact sonore prévu pour les résidences le long du rang de la Barbotte et du rang Edgerton pourrait s'étendre sur une période d'environ cinq mois par forage. Les travaux bruyants se dérouleraient sur une période de six à neuf mois selon la stratégie retenue. Certains travaux en lien avec le forage devront être réalisés en continu (jour et nuit, sept jours sur sept). Les travaux les plus bruyants sont le fonçage des gaines. Le fonçage des gaines en milieu terrestre sera réalisé sur une période d'environ 10 à 20 jours par gaine. Selon le concept retenu, si des gaines sont nécessaires en milieu aquatique, ces travaux auraient une durée de 15 à 25 jours par gaine et seraient réalisés de jour.

Dans le cas où un batardeau serait jugé nécessaire et qu'il serait nécessaire de réaliser les travaux à sec, une attention particulière devra être portée au bruit émis par les pompes d'assèchement, car celles-ci devront fonctionner en continu. Selon nos évaluations, ces équipements seraient audibles aux résidences, mais le niveau de bruit resterait en deçà des exigences nocturnes du MELCCFP.

Les travaux d'alésage des trous de forage et de tirage des conduits dans ces trous seront réalisés en continu (jour et nuit, sept jours sur sept). Les foreuses seront positionnées en milieu terrestre et possiblement en milieu marin, selon les options retenues. Même avec la mise en place de mesures d'atténuation, les niveaux sonores moyens produits lors des activités de forage seront perceptibles aux résidences du rang de la Barbotte et pourraient excéder la limite nocturne des lignes directrices du MELCCFP. Selon les données

disponibles actuellement, une trentaine de résidences seraient susceptibles de subir des nuisances sonores – possiblement jour et nuit durant certaines périodes.

### *Mesures d'atténuation particulières*

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé). En fonction des précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et du changement dans la séquence des travaux, les mesures d'atténuation particulières suivantes ont été ajoutées :

- Favoriser l'utilisation d'équipements à bruit réduit pour les opérations de forage (exemple : compresseur à air et génératrice avec abris acoustique, utilisation de marteau piqueur insonorisé, etc.).
- Mettre en place des écrans acoustiques autour des équipements stationnaires (foreuse, pompe à boue, compresseur, génératrices, etc.).
- En milieu terrestre, mettre en place des écrans acoustiques pour diminuer l'impact sonore sur les milieux sensibles avoisinants.
- Utiliser des rideaux acoustiques lors du fonçage des gaines en milieu terrestre et en eau le cas échéant.
- Réaliser un démarrage progressif de la machinerie au début de chaque opération de fonçage de gaine afin de réduire l'impact sur l'environnement sonore.
- Suivre au chantier les bruits émis par les activités de fonçage, afin de vérifier l'efficacité des mesures de réduction du bruit et de les ajuster s'il y a lieu.
- Hydro-Québec proposera une compensation aux résidents permanents dans les situations répondant aux critères suivants :
  - dans les milieux où le bruit initial est peu élevé (inférieur à 45 dBA (LAeq,1h) ;
  - si des travaux de forage sont exécutés la nuit, sur une période de deux nuits consécutives ou plus ;
  - si les niveaux de bruit anticipés ou mesurés sont égaux ou supérieurs à 55 dBA.

### *Impacts prévus pendant l'exploitation*

Aucun changement n'est apporté quant à l'impact prévu pendant l'exploitation sur la qualité de vie ; aucun impact n'était initialement prévu.

### *Évaluation de l'impact résiduel*

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact des travaux sur la qualité de vie dans le secteur de la zone d'atterrissage est jugée moyenne.

### **8.6.3.3 Activités récréotouristiques**

#### **8.6.3.3.1 Navigation de plaisance**

##### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

La modification de la description technique du projet par suite de la réalisation de l'ingénierie détaillée amène un changement mineur quant aux impacts prévus sur la navigation en raison de la révision de la période prévue pour la réalisation des travaux.

L'installation et la présence d'un batardeau ou de rideaux de turbidité près de la rive gauche de la rivière Richelieu créeront temporairement un obstacle à la navigation. Les travaux de forage sur la rivière pourraient débuter à l'hiver 2024 et s'échelonner jusqu'à l'automne 2024. Le transport des conduits par flottage, qui aura lieu entre le nouveau site d'assemblage et le point d'arrivée du forage, pourrait perturber momentanément la navigation dans la zone de flottage, mais ce transport sera de très courte durée (environ une journée par forage) et ne nécessitera pas l'instauration d'une zone d'interdiction de navigation. Par la suite, à l'automne 2024, une zone d'interdiction de navigation sera instaurée lors de l'ensouillage des câbles (300 m de largeur sur 900 m de longueur) entre le point d'arrivée du forage et la frontière. Ces zones demeureront contournables en tout temps puisque la rivière Richelieu est large d'environ 1 000 m à cet endroit, et la navigation dans le secteur restera possible. En résumé, la saison de navigation de 2024 sera touchée par les travaux de forage, de flottage des conduits et d'ensouillage, avec différentes zones d'interdiction de navigation et la possibilité de les contourner.

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

##### ***Impacts prévus pendant l'exploitation et mesures d'atténuation***

Aucun changement n'est apporté quant à l'impact prévu pendant l'exploitation.

Dans le cas où des matelas de béton seraient nécessaires pour protéger les câbles posés sur le fond de la rivière, ils seront à une profondeur de plus de 1 m sous le niveau minimal de la rivière, et ne sont donc pas de nature à nuire à la navigation ou à l'entraver. Advenant le cas où des matelas seraient situés à une profondeur pouvant nuire à la navigation motorisée, les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

##### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre ni l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact résiduel sur les activités de navigation de plaisance est jugée moyenne.

#### 8.6.3.3.2 *Activités d'exploitation faunique*

##### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

La modification de la description technique du projet, par suite de la réalisation de l'ingénierie détaillée, amène des changements mineurs quant aux impacts prévus sur les activités d'exploitation faunique à des fins récréatives. Dans un premier temps, la période des travaux en milieu aquatique a été modifiée et ne couvrira plus l'automne 2023, mais plutôt la majeure partie de l'année 2024. Les travaux de forage et la pose et la protection des câbles en milieu aquatique auront lieu en 2024, et pourraient déranger temporairement les activités de chasse et de pêche pratiquées en rive gauche de la rivière Richelieu ainsi que sur la rivière. La perte de quiétude pourrait causer le déplacement temporaire de ces activités vers d'autres zones en bordure de la rivière.

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

##### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

Aucun changement n'est apporté quant à l'impact prévu pendant l'exploitation ; aucun impact n'était initialement prévu.

##### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre ni l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact résiduel de la phase construction sur les activités d'exploitation faunique est jugée mineure.

#### 8.6.3.3.3 *Plongée sous-marine*

##### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux n'entraînent pas de révision des impacts sur cette composante. Les travaux de construction de la ligne auront lieu à bonne distance des sites de plongée et n'entraveront pas les activités de plongée sous-marine.

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

##### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

Aucun changement n'est apporté quant à l'impact prévu pendant l'exploitation ; aucun impact n'était initialement prévu.

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Aucun impact résiduel n'est prévu sur la pratique de la plongée sous-marine.

#### **8.6.3.3.4 *Camping et hébergement***

##### ***Impacts prévus, mesures d'atténuation et impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrage et le changement dans la séquence des travaux n'entraînent pas de révision des impacts sur cette composante, ni des mesures d'atténuation à mettre en œuvre, ni de l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. La construction et l'exploitation de la ligne ne causent pas d'impact sur les activités de camping.

#### **8.6.3.3.5 *Pêche commerciale***

##### ***Conditions actuelles***

La rivière Richelieu est un secteur utilisé pour la pêche commerciale. Un pêcheur commercial au poisson-appât est actif entre la frontière canado-américaine et l'île Ash. Les activités de pêche au poisson-appât ont lieu du début octobre jusqu'à la prise des glaces en décembre. La pêche est réalisée dans les petits chenaux et les embouchures de tributaires. Les principales espèces prises sont le méné d'argent, le méné émeraude et la chatte de l'est (soit le méné jaune). Une bonne partie de la récolte de ce pêcheur provient de la rive ouest de la rivière Richelieu entre le ruisseau Fairbanks et l'île Ash. Il existe également un pêcheur commercial à la barbotte qui est actif dans le secteur de l'île Ash. Il pêche au printemps, soit de la mi-mars à la fin avril.

##### ***Impacts prévus pendant la construction***

Les travaux d'ensouillage qui auront lieu à l'automne 2024 risquent de perturber temporairement les activités de pêche au poisson-appât dans le secteur du ruisseau Fairbanks. La pêche demeurera praticable dans les chenaux, mais il est probable que le pêcheur choisira de concentrer ses efforts sur les secteurs éloignés des travaux pendant cette saison de pêche. Aucun impact n'est anticipé sur la pêche commerciale à la barbotte puisque cette activité a lieu plus loin du site des travaux et que l'espèce prisée est moins sensible aux variations de turbidité de l'eau.

##### ***Mesures d'atténuation particulières***

Les mesures d'atténuation relatives au poisson, au niveau sonore et à la navigation durant les travaux permettront de réduire au minimum les impacts sur la pêche au poisson-appât. De plus, comme il a été mentionné lors de l'analyse de recevabilité (QC-10), une mesure d'atténuation particulière sera mise en application :

- Informer le pêcheur commercial de la nature et du calendrier des travaux et, le cas échéant, des entraves à la navigation afin qu'il puisse planifier ses activités de pêche en conséquence.

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

Aucun impact n'est anticipé sur les activités de pêche commerciale pendant l'exploitation de la ligne.

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Après l'application des mesures d'atténuation, l'intensité de l'impact sur les activités de pêche commerciale est jugée faible. L'étendue de l'impact est ponctuelle et sa durée est courte puisque l'impact se fera sentir sur une seule saison de pêche. L'impact résiduel est donc d'importance mineure.

## 8.6.3.4 Autres activités récréatives dans la zone d'atterrage

### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

Les précisions sur les travaux par suite de l'ingénierie détaillée et le changement dans la séquence des travaux modifient la durée et la saisonnalité des perturbations anticipées sur les autres activités récréatives. Les activités de randonnée, d'ornithologie et d'observation de la faune pourraient être perturbées en 2024. Il n'est pas prévu que la phase construction entraîne des modifications concernant la présence ou la qualité de la couverture de glace dans le secteur. En effet, l'aménagement des ouvrages au point d'arrivée du forage sera réalisé en période libre de glaces. Ainsi, aucun impact n'est anticipé concernant la pratique des activités hivernales (hockey, patin, ski de fond, marche) sur la rivière.

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

Aucun changement n'est apporté quant à l'impact prévu pendant l'exploitation ; aucun impact n'était initialement prévu.

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre ni l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact résiduel sur les autres activités récréatives dans la zone d'atterrage est jugée mineure.

### 8.6.3.5 Infrastructures

#### 8.6.3.5.1 *Infrastructures de transport et frontalières*

##### Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation

Les modifications présentées touchant la réalisation des travaux et plus particulièrement la nouvelle aire d'assemblage des conduits modifient légèrement les impacts prévus sur les infrastructures. L'aménagement d'une aire de travail pour l'assemblage des conduits qui aura lieu sur une terre agricole accessible par le rang de la Barbotte augmentera temporairement la circulation sur ce rang, dans le secteur de sa jonction avec la montée d'Odelltown. Cependant, il demeure qu'aucune entrave routière n'est prévue sur ce rang.

Le transport des conduits par flottage en rivière entre l'aire d'assemblage et le site du forage pourrait perturber momentanément l'accès au poste frontalier du quai Richelieu.

Ce transport se fera sur une journée et le contournement du convoi de conduits sera toujours possible pour accéder au quai Richelieu ; celui-ci sera accessible en tout temps.

##### *Mesures d'atténuation particulières*

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-38 révisé). En raison du flottage des conduits sur la rivière, la mesure d'atténuation particulière suivante a été ajoutée :

- Avant le début des travaux, informer l'Agence des services frontaliers du Canada et coordonner le transport des conduits avec cet organisme de manière à éviter les périodes de fort achalandage.

##### *Impacts prévus pendant l'exploitation*

Aucun changement n'est apporté quant à l'impact prévu pendant l'exploitation ; aucun impact n'était initialement prévu.

##### *Évaluation de l'impact résiduel*

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. Aucun impact résiduel n'est prévu sur les infrastructures de transport et les infrastructures frontalières.

#### 8.6.3.5.2 Prises d'eau potable et infrastructures d'eau

##### ***Conditions actuelles***

Un inventaire des prises d'eau en rivière a été effectué à l'été 2022 et a permis de compléter le portrait des prises d'eau en rivière. Cet inventaire a permis de dénombrer 27 prises d'eau privées dans la rivière Richelieu entre le pont ferroviaire et la frontière canado-américaine. De ce total, 23 sont situées au nord du quai Richelieu et quatre entre le quai Richelieu et la frontière canado-américaine. Ces quatre prises d'eau, situées plus près de la zone des travaux en eau, ne sont pas utilisées pour la consommation humaine, mais pour des usages domestiques autres (arrosage, alimentation des toilettes, etc.). Trois de ces quatre prises d'eau ne sont utilisées que de façon saisonnière, soit de mai à octobre.

Parmi les prises d'eau inventoriées au nord du quai Richelieu, dix servent pour la consommation humaine. Ces dernières sont toutes munies d'un système de filtration. La majorité des prises d'eau installées au nord du quai Richelieu sont utilisées tout au long de l'année.

##### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

La modification présentée dans la séquence des travaux vient changer la saison à laquelle des perturbations de la qualité de l'eau en rivière causées par l'ensouillage des câbles sont probables. L'ensouillage aura lieu à l'automne, période où, selon les données recueillies lors de l'inventaire de l'été 2022, certaines prises d'eau temporaires ne seront pas en fonction, ce qui vient limiter le nombre de prises d'eau qui pourraient être potentiellement touchées par ces travaux. Comme il est mentionné à la section 8.6.1.3, une modélisation de l'émission de matières en suspension sera réalisée et permettra de déterminer si des mesures d'atténuation seront requises pour protéger les prises d'eau municipales ou privées inventoriées qui sont susceptibles d'être utilisées au moment des travaux d'ensouillage.

Les mesures d'atténuation initialement prévues demeurent toutefois applicables (voir le tableau 8-38 révisé).

##### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

Aucun changement n'est apporté quant à l'impact prévu pendant l'exploitation ; aucun impact n'était initialement prévu.

##### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrissage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact résiduel de la phase construction sur les prises d'eau privées est jugée mineure.

### 8.6.3.6 Patrimoine et archéologie

#### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

L'inventaire archéologique subaquatique réalisé dans l'aire de travail retenue dans la rivière Richelieu n'a livré aucun vestige archéologique d'intérêt (IRHMAS, 2022)<sup>[1]</sup>. Par conséquent, aucune mesure d'atténuation archéologique particulière n'est requise pour ce secteur. La clause environnementale 19 (Patrimoine et archéologie) s'appliquera néanmoins dans la zone de travail.

Pour l'archéologie sous-marine, les mesures d'atténuation initialement prévues ont été réalisées. Le tableau 8-38 a été révisé en ce sens.

#### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

Aucun changement n'est apporté quant à l'impact prévu pendant l'exploitation ; aucun impact n'était initialement prévu.

#### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrage, le changement dans la séquence des travaux et l'absence de vestiges archéologiques dans la zone de travail dans la rivière Richelieu modifient légèrement l'évaluation de l'impact résiduel, lequel est jugé nul.

### 8.6.3.7 Milieu agricole

Les précisions sur les travaux par suite de l'ingénierie détaillée amènent l'ajout de cette composante.

#### ***Impacts prévus pendant la construction et mesures d'atténuation***

Les précisions sur les travaux par suite de l'ingénierie détaillée amènent un changement mineur quant aux impacts liés à l'ajout d'une aire d'assemblage des conduits au nord du site de forage.

L'aire d'assemblage des conduits est maintenant située sur de nouveaux lots agricoles situés à environ 3 km au nord de la zone d'atterrage (voir la carte 7-2). Ces nouveaux empiètements temporaires sont situés sur sept lots additionnels appartenant à deux propriétaires (près de 53 000 m<sup>2</sup>). Le positionnement de cette aire de travail a fait l'objet de discussions avec les propriétaires, et l'aire de travail a été positionnée à la limite de la

---

[1] Institut de recherche en histoire maritime et archéologie subaquatique (IRHMAS). 2022. *Interconnexion Hertel-New York*. Rapport d'étape. 9 pages.

zone cultivée tout en évitant les boisés riverains (voir le tableau 8-1). Un accès devra également être amélioré pour assurer le passage de la machinerie.

Avec le nouveau positionnement de l'aire d'assemblage des conduits, les aires de travail dans la zone des travaux pour le puit d'entrée du forage seront réduites. La délimitation et la position finale des aires de travail pourraient varier à l'intérieur des limites d'implantations des aires de travail illustrées à la carte 7-1.

Puisque les aires de travail seront aménagées sur matelas de bois, l'occupation sera temporaire et les mesures d'atténuation pour le milieu agricole (voir la section 8.5.3.6 de l'EIE – partie souterraine de la ligne) seront appliquées.

**Tableau 8-1 : Pertes temporaires de terre cultivée en fonction des lots touchés par à la zone d'assemblage des conduits.**

Numéro de lot <sup>a</sup>	Superficie totale du lot (m <sup>2</sup> )	Superficie agricole sur le lot (m <sup>2</sup> )	Perte de superficie agricole sur le lot (m <sup>2</sup> )	Taux de perte de superficie agricole sur le lot (%)	Type de perte
A	262 150	212 844	15 685	7,37	Temporaire
B	78 099	69 777	4 642	6,65	Temporaire
C	110 300	103 114	11 107	10,77	Temporaire
D	77 471	67 730	5 104	7,54	Temporaire
E	155 609	135 591	9 883	7,29	Temporaire
F	125 971	103 163	5 075	4,92	Temporaire
G	10 531	3 260	1 420	43,56	Temporaire

a. Les numéros de lot étant une donnée nominale, la désignation alphabétique des lots dans le tableau est factice.

Les mesures d'atténuation initialement prévues restent applicables (voir le tableau 8-37 de l'EIE et le tableau 8-38 révisé).

### ***Impacts prévus pendant l'exploitation***

Les travaux de forage dans la zone d'atterrage et la partie sous-marine de la ligne n'auront pas d'impact supplémentaire pendant la phase exploitation de la ligne. Comme il est mentionné dans les questions-réponses dans le cadre de l'analyse de recevabilité, la culture sera possible au-dessus du massif de la canalisation bétonnée, et la seule perte permanente est associée à la présence de la chambre de mise à la terre (environ 3 m<sup>2</sup>).

### ***Évaluation de l'impact résiduel***

Les précisions sur les travaux dans la zone d'atterrage et le changement dans la séquence des travaux ne modifient pas les mesures d'atténuation à mettre en œuvre ni l'évaluation de l'impact résiduel sur cette composante. L'importance de l'impact résiduel sur les terres agricoles est jugée mineure.

## 8.8 Enjeux et synthèse des impacts et des mesures d'atténuations

### 8.8.2 Synthèse des impacts et des mesures d'atténuation – Partie sous-marine de la ligne (révisé)

Les changements apportés à l'ingénierie détaillée concernent principalement : le déplacement du point d'arrivée des forages dirigés, qui modifie les habitats touchés dans la rivière Richelieu ; une nouvelle répartition des aires de travail, avec l'ajout d'une aire d'assemblage des conduits sur de nouveaux lots en milieu agricole ; et des modifications concernant la séquence, la durée et les périodes de réalisation des travaux, qui concentrent les travaux principalement sur une seule année.

La plupart des impacts liés aux travaux feront l'objet de mesures d'atténuation courantes. De plus, Hydro-Québec a élaboré une série de mesures d'atténuation particulières pour limiter le plus possible les impacts du projet.

Dans la partie sous-marine de la ligne, la qualité de l'eau et l'habitat du poisson seront altérés de façon temporaire pendant la phase construction. Le déplacement du point de sortie des forages vers la berge ouest de la rivière Richelieu causera des pertes temporaires d'habitats fauniques ainsi que de milieux humides et hydriques dans la rivière Richelieu. Ces habitats pourront toutefois se régénérer après les travaux. Les relevés permettent d'entrevoir l'ensouillage des câbles dans le lit de la rivière Richelieu sur la majeure partie du tracé. Si l'ajout de matelas de béton est requis, de très faibles portions d'habitat pourraient être modifiées.

La qualité de vie des résidents sera également dégradée de façon temporaire lors des travaux de forage. Ces travaux causeront une perte de quiétude temporaire due aux vibrations et à l'augmentation du niveau de bruit. Ces travaux auront également un impact temporaire sur le poisson et les oiseaux aquatiques, causant un évitement temporaire de la zone des travaux. Des mesures d'atténuation en lien avec le bruit des travaux permettront de diminuer le bruit à la source.

Les travaux en eau causeront des perturbations temporaires de la navigation pendant les travaux, mais la navigation sera toujours possible dans le secteur.

La désignation d'une nouvelle aire de travail pour l'assemblage des conduits entraîne une nouvelle répartition des empiétements en milieu agricole, de nouveaux lots étant touchés.

Le tableau 8-38 révisé présente la synthèse des impacts liés à l'implantation de la ligne projetée (pour sa partie sous-marine) sur les différents éléments des milieux naturel et humain, ainsi que les mesures d'atténuation et de compensation qui seront appliquées. L'évaluation de l'impact résiduel est également indiquée.



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée

Note importante : Ce tableau a été mis à jour sur la base des précisions sur les travaux dans la zone d'atterrage et le changement dans la séquence des travaux, du choix du tracé retenu au nord du ruisseau Fairbanks et des mesures d'atténuation ou des engagements pris dans le cadre de l'acceptabilité environnementale du projet. Les mesures d'atténuation en caractères gras sont de nouvelles mesures particulières applicables aux travaux dans la partie sous-marine ; les mesures en caractères maigres sont les mesures toujours applicables, parfois légèrement modifiées pour être adaptées à l'avancement de la conception des travaux et à leur séquence.

Composante du milieu	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
Milieu physique				
Bathymétrie et substrat	<p><b>Pendant la construction</b> Modifications temporaires et ponctuelles de la bathymétrie et du substrat. Ces modifications s'atténueront avec le temps selon les conditions hydrosédimentaires du secteur.</p> <p><b>Pendant l'exploitation</b> Modification permanente et ponctuelle de la bathymétrie et du substrat aux endroits où des protections par matelas de béton (&lt; 500 mm d'épaisseur) seraient requises (le cas échéant).</p>	Clauses environnementales normalisées 10, 11, 12, 15 et 25	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'emprise du batardeau sera limitée à la superficie nécessaire pour effectuer les travaux.</li> <li>Dans la mesure du possible, concevoir le batardeau de manière à faciliter la déviation de l'eau sur les palplanches.</li> <li>Éviter de surdimensionner les protections par matelas de béton au-delà de ce qui est nécessaire à la sécurité des câbles, afin de limiter tout empiètement excédentaire. Toutefois, advenant l'ajout de matériau granulaire sous les matelas, les pentes douces sont à privilégier afin de limiter les modifications des conditions hydrosédimentaires.</li> <li>Lors de la pose des matelas de béton (et le cas échéant du matériau granulaire sous-jacent), adopter une méthode de travail appropriée permettant de réduire l'empreinte des travaux et les perturbations occasionnées sur le substrat.</li> </ul>	<p><b>Ensouillage des câbles</b> <b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : moyenne</p> <p><b>Si des structures de protection des câbles sont présentes</b> <b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : longue</p>
Conditions hydrodynamiques	<p><b>Pendant la construction</b> Modification ponctuelle et temporaire du patron d'écoulement autour du batardeau et à proximité immédiate de la tranchée.</p> <p><b>Pendant l'exploitation</b> Si des matelas de béton sont installés pour protéger les câbles, modification ponctuelle et permanente des conditions d'écoulement à proximité de ces structures.</p>	Clauses environnementales normalisées 10, 11, 12, 15 et 25	Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour la bathymétrie et le substrat.	<p><b>Ensouillage des câbles</b> <b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : moyenne</p> <p><b>Si des structures de protection des câbles sont présentes</b> <b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : longue</p>



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée (suite)

Composante du milieu	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
Milieu physique (suite)				
Qualité de l'eau, des sols et des sédiments	<p><b>Pendant la construction</b></p> <p>Remaniement des sols et des sédiments et risques de compaction, d'érosion ou d'orniérage des sols dans les aires de travail.</p> <p>Augmentation temporaire de la turbidité et des matières en suspension dans l'eau.</p> <p>Risque de libération dans l'eau de contaminants séquestrés dans les sédiments (p. ex. lors de l'ensouillage des câbles). Cependant, l'évaluation <i>in situ</i> de la qualité de l'eau et des sédiments n'indique pas de problématique de contamination courante d'importance dans ce secteur de la rivière Richelieu.</p>	Clauses environnementales normalisées 6, 7, 9, 10, 11, 15, 16, 18, 21, 22, 24 et 25	<p><b>Travaux en terre agricole</b></p> <p>Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour les milieux humides et hydriques afin de prévenir l'inondation du chantier.</p> <p>De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aménager les aires de travail en terre agricole sur matelas de bois pour éviter l'orniérage et l'érosion des sols et pour réduire le ruissellement d'eau chargée de sédiments vers le milieu aquatique.</li> <li>• Prévoir l'ajout d'une membrane étanche sous les matelas de bois dans les secteurs à risque de déversement et l'utilisation de bassins de récupération sous les équipements à risque de fuites.</li> <li>• Dans la mesure du possible, utiliser de l'huile hydraulique biodégradable certifiée lors de tous les travaux réalisés dans un milieu humide et hydrique ou à proximité, y compris les rives et le littoral, la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain ainsi qu'en terre agricole. Toutefois, s'il s'avère difficile de se procurer de l'huile hydraulique biodégradable pour certains équipements particuliers (comme les équipements pour le forage dirigé dans la zone d'atterrage), l'installation d'une membrane géotextile ayant une résistance en tension de 800 N (méthode d'essai CAN-148.1-N°7.3) sera exigée à certains endroits sous les matelas de bois afin d'éviter la contamination du sol sous-jacent (notamment en terre agricole).</li> <li>• La manipulation (ravitaillement, transfert, maintenance, etc.) de carburant, d'huile ou d'autres produits contaminants doit être effectuée à plus de 60 m d'un milieu humide, d'un lac ou d'un cours d'eau et de tout autre élément sensible indiqué dans le contrat. Toutefois, s'il ne peut respecter cette distance de 60 m, l'entrepreneur doit préparer et soumettre à Hydro-Québec ses méthodes de ravitaillement, d'entretien, de manipulation, etc., et ses méthodes de prévention des rejets pour vérification de conformité et approbation.</li> <li>• Placer les récipients contenant des hydrocarbures ou autres produits dangereux dans un bac ou entre des bermes ayant la capacité de recueillir 110 % des réserves entreposées.</li> <li>• Dans la mesure du possible, éviter tout travail d'excavation lors de fortes pluies ou de grands vents. Au besoin, recouvrir rapidement la terre végétale d'une toile en cas de pluie, notamment les déblais d'excavation entreposés temporairement en rive du ruisseau Fairbanks.</li> <li>• Installer des barrières à sédiments le long du ruisseau Fairbanks et à tous les autres endroits utiles autour des zones de travail.</li> <li>• Pour l'ensemble des travaux, adapter les méthodes de contrôle des sédiments et de l'érosion employées aux différentes situations pouvant être rencontrées, ou les remplacer par d'autres méthodes advenant leur inefficacité. Pour toute la durée des travaux, effectuer régulièrement l'inspection et l'entretien des mesures de contrôle de l'érosion et des sédiments.</li> </ul>	<p><b>Importance : moyenne</b></p> <p>Intensité : moyenne</p> <p>Étendue : locale</p> <p>Durée : courte</p>



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée (suite)

Composante du milieu Milieu physique (suite)	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
Qualité de l'eau, des sols et des sédiments (suite)	<p>Risque de perte de fluides et de boues de forage dans le sol et dans l'eau advenant une fracture hydraulique le long du tracé ainsi qu'aux points de départ et d'arrivée du forage.</p> <p>Risques de contamination de l'eau, des sols et des sédiments en cas de déversement accidentel d'huile et de carburant, ou par un rehaussement du niveau de l'eau, laquelle serait mise en contact avec les équipements sur le chantier.</p> <p><b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact</p>		<p><b>Gestion des fluides et des boues de forage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Assurer une surveillance environnementale étroite des travaux de forage, notamment pour le respect des pressions annulaires attendues, et effectuer des inspections régulières de la trajectoire du forage, afin de détecter tout signe de fracture hydraulique.</li> <li>Préparer à l'avance et appliquer au besoin un plan d'urgence en cas de fracture hydraulique.</li> <li>Appliquer un plan de gestion des matériaux solides et liquides respectant toutes les exigences réglementaires applicables.</li> <li>Mettre en place un procédé permettant le recyclage des boues afin de diminuer le volume des fluides de forage et des boues, et de réduire ainsi les risques de contamination.</li> <li>Utiliser des additifs qui ne modifient pas la nature des matériaux et qui sont certifiés ANSI-NSF 60 (eau potable).</li> <li>Acheminer les boues et déblais de forage vers un site autorisé par le MELCC (mode de gestion à déterminer selon les résultats de la caractérisation).</li> <li>Caractériser les eaux usées afin de déterminer un mode de gestion et d'élimination adéquat (selon notamment la composition des additifs et des agents coagulants utilisés).</li> <li>Faire en sorte que les eaux résiduaires rejetées respectent le critère d'une augmentation maximale de 50 mg/L des MES par rapport à la concentration naturelle ou ambiante.</li> </ul> <p><b>Travaux en eau (rivière Richelieu)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Adopter une méthode et une séquence de travail efficaces permettant de réduire la durée des travaux en eau, notamment au moment de l'ensouillage des câbles.</li> <li>Aménager un batardeau (ou utiliser un autre moyen équivalent, par exemple des rideaux de turbidité ou des gaines d'acier) pour isoler l'aire de travail au point d'arrivée du forage dans la rivière. La méthode préconisée devra permettre de limiter la dispersion des sédiments et des boues de forage dans l'environnement.</li> <li><b>Sauf contre-indication, favoriser l'emploi de rideaux déployés à pleine profondeur et pouvant être utilisés avec des lignes d'enroulement afin que la longueur des rideaux puisse être ajustée selon la bathymétrie et les variations du niveau d'eau.</b></li> <li><b>Procéder régulièrement à l'inspection et à l'entretien des rideaux ou du batardeau pendant toute la durée du chantier et apporter les correctifs nécessaires pour assurer leur efficacité.</b></li> <li><b>À la fin des travaux, porter une attention particulière à la méthode de retrait des rideaux afin de limiter la libération des sédiments fins accumulés à leur surface ou dans les plis.</b></li> <li>Si la méthode d'isolement par batardeau est retenue, faire en sorte que la crête du batardeau soit à une élévation tenant compte des risques d'inondation (par exemple, niveau de la crue printanière de récurrence de vingt ans plus une revanche de 50 cm). Au besoin, un rideau de turbidité pourra également être disposé autour du batardeau lors de sa construction.</li> <li>Prévoir un conteneur étanche sur la barge pour l'entreposage temporaire des déblais d'excavation provenant du batardeau. La barge devra être positionnée à proximité immédiate du batardeau lors du transfert des déblais. Une pelle à godet étanche pourra être utilisée s'il y a lieu. Au besoin, un rideau de turbidité pourra également être disposé autour du batardeau lors de cette étape.</li> <li>Au besoin et si les conditions d'écoulement sur le site le permettent au moment de l'ensouillage des câbles, installer des rideaux de turbidité le long des zones sensibles à risque (prises d'eau potable, herbiers, etc.).</li> <li>Utiliser des matériaux de protection des câbles (roche, matelas) exempts de contamination par des hydrocarbures ou des produits chimiques, propres et exempts de boues et de sédiments fins.</li> </ul>	



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée (suite)

Composante du milieu	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
<b>Milieu physique (suite)</b>				
Qualité de l'eau, des sols et des sédiments (suite)			<p><b>Remise en état de lieux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En milieu agricole, retirer les matériaux excavés et en disposer de façon adéquate. Remettre en place la terre végétale mise de côté et stabiliser les sols mis à nu.</li> <li>Avant le démantèlement du batardeau dans la rivière Richelieu, rééquilibrer les pressions par ajout d'eau dans l'enceinte du batardeau. Respecter une période d'attente permettant la décantation des sédiments avant d'enlever les palplanches. Au besoin, la filtration de l'eau contenue dans le batardeau pourra être réalisée jusqu'à l'atteinte de la valeur de 50 mg/L au-dessus de la concentration naturelle avant de procéder au démantèlement.</li> </ul>	
<b>Milieu biologique</b>				
Milieus humides et hydriques	<p><b>Pendant la construction</b></p> <p><i>Milieus humides</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deux marais situés dans le littoral de la rivière Richelieu subiront un empiétement temporaire de 11 971 m<sup>2</sup> dans la zone d'assemblage des conduits.</li> </ul> <p><i>Milieus hydriques</i></p> <p>Occupation temporaire du milieu hydrique par les aires de travail (aire d'assemblage des conduits et limite d'implantation des aires de travail au point de départ du forage) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>environ 6 235 m<sup>2</sup> dans la rive du ruisseau Fairbanks (entreposage des déblais d'excavation). La rive est à cet endroit partiellement cultivée (et en majeure partie dans la plaine inondable);</li> <li>environ 43 607 m<sup>2</sup> dans la plaine inondable de deux – vingt ans;</li> <li>environ 67 438 m<sup>2</sup> dans le littoral sous le niveau de récurrence de deux ans dont 11 971 m<sup>2</sup> en milieu humide.</li> </ul> <p>Occupation temporaire du milieu hydrique dans le chenal principal de la rivière Richelieu :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>environ 2 500 m<sup>2</sup> dans la rivière Richelieu (aire de travail à l'arrivée du forage). Des herbiers denses seront touchés temporairement par la mise en place du batardeau (2 500 m<sup>2</sup>);</li> <li>perturbation temporaire du lit de la rivière le long du tracé des câbles au moment de leur ensouillage, sur environ 4 300 m<sup>2</sup>. Des herbiers denses (820 m<sup>2</sup>) et clairsemés (1 080 m<sup>2</sup>) seront touchés par l'ensouillage des câbles.</li> </ul> <p>Risques d'altération de la qualité de l'eau, des sols et des sédiments.</p>	Clauses environnementales normalisées 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 21, 25 et 26	<p>Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour les composantes physiques.</p> <p>De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>S'efforcer de positionner les aires de travail de manière à réduire la superficie occupée en milieu hydrique (rive, plaine inondable, littoral).</li> <li>Par mesure préventive, endiguer temporairement les surfaces de travail en zone inondable de manière qu'elles soient isolées des crues (utilisation de la digue existante et/ou ajout d'ouvrages temporaires, par exemple en sacs de sable, pointes filtrantes). Adapter l'épaisseur des matelas de bois afin d'éviter que la machinerie n'entre en contact avec l'eau en période de crue.</li> <li>Dans la mesure du possible, maintenir la végétation existante près des habitats sensibles et en rive du ruisseau Fairbanks.</li> <li>Lors de la remise en état des lieux en plaine inondable, veiller à rétablir les cotes d'élévation initiales du terrain.</li> <li>Éviter si possible la circulation des barges et équipements dans les secteurs d'herbiers peu profonds. Interdire l'accès aux secteurs d'herbiers émergents.</li> <li>Dans le cas où un produit répondant aux critères d'ingénierie est disponible, utiliser certains modèles de matelas de béton favorisant la déposition de sédiments et la reprise de la végétation.</li> </ul>	<p><b>Importance : mineure</b></p> <p>Intensité : faible</p> <p>Étendue : ponctuelle</p> <p>Durée : courte</p>



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée (suite)

Composante du milieu	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
Milieu biologique (suite)				
Milieux humides et hydriques (suite)	<p><b>Pendant l'exploitation</b></p> <p>Là où les câbles ne pourront être enfouis, modification permanente des caractéristiques du littoral (maximum de 1 080 m<sup>2</sup>) par la mise en place de matelas de béton. Dans un tel cas, des superficies d'environ 394 m<sup>2</sup> d'herbiers denses et 518 m<sup>2</sup> d'herbiers clairsemés pourraient potentiellement être touchées.</p>			
Poissons et habitat	<p><b>Pendant la construction</b></p> <p>Perte temporaire de l'habitat du poisson occupé par l'aire de travail au point d'arrivée du forage en rivière (2 500 m<sup>2</sup>). Des habitats similaires sont disponibles à proximité et pourront être utilisés par le poisson pendant cette période.</p> <p>Perturbations temporaires de l'habitat du poisson (4 300 m<sup>2</sup>) associées au remaniement du substrat le long de la tranchée pour l'ensouillage des câbles.</p> <p>Des herbiers denses utilisés par le poisson pour l'alevinage, l'alimentation, la croissance et la fraie seront touchés temporairement par les travaux (aire de travail du forage : 2 500 m<sup>2</sup>, ensouillage : 820 m<sup>2</sup>).</p> <p>L'altération de la qualité de l'eau, des sols et des sédiments pourrait dégrader la qualité de l'habitat du poisson.</p> <p>L'augmentation de la turbidité, le bruit et la vibration causés par les travaux et équipements ainsi que la circulation des barges pourraient inciter les poissons à éviter temporairement la zone des travaux.</p>	<p>Clauses environnementales normalisées 4, 6, 7, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 21, 22, 24 et 25</p>	<p>Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour la qualité de l'eau, des sols et des sédiments.</p> <p>De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Restreindre au strict nécessaire les activités en eau réalisées pendant la période sensible pour la faune ichthyenne (du 1<sup>er</sup> mars au 1<sup>er</sup> août).</b></li> <li>• Isoler la zone des travaux au point d'arrivée du forage par un batardeau, des rideaux de turbidité ou des gaines d'acier afin de limiter la contamination de l'eau par l'émission de matières fines en suspension (sédiments excavés, boues et fluides de forage).</li> <li>• Limiter l'emprise de l'aire de travail et des travaux perturbant le lit de la rivière. Si possible, favoriser l'aménagement d'une aire de travail non asséchée afin de limiter l'impact sur les herbiers aquatiques.</li> <li>• Le cas échéant, lors de la pose et de l'excavation du batardeau, mettre en place des rideaux de turbidité autour de la zone des travaux pour restreindre la dispersion des sédiments.</li> <li>• Capturer les poissons vivants demeurés captifs dans l'enceinte du batardeau ou à l'intérieur des rideaux de turbidité et les remettre en eau libre, à l'exception des espèces exotiques envahissantes, qui devront être traitées conformément aux conditions d'autorisation qui seront émises.</li> <li>• Si des additifs sont utilisés dans la composition des fluides de forage, choisir des produits non toxiques pour la faune aquatique afin d'éviter une contamination du milieu aquatique en cas de fracture hydraulique.</li> </ul>	<p><b>Ensouillage des câbles</b></p> <p><b>Importance : moyenne</b></p> <p>Intensité : moyenne Étendue : ponctuelle Durée : moyenne</p> <p><b>Si des structures de protection des câbles sont présentes</b></p> <p><b>Importance : moyenne</b></p> <p>Intensité : moyenne Étendue : ponctuelle Durée : longue</p>



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée (suite)

Composante du milieu	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
Milieu biologique (suite)				
Poissons et habitat (suite)	<p><b>Pendant l'exploitation</b></p> <p>Modifications permanentes de l'habitat du poisson si un ajout de matelas de béton est requis (&lt; 1 080 m<sup>2</sup>). La superficie potentiellement touchée correspond en majeure partie à des habitats peu sensibles pour le poisson. En limitant la reprise végétale, ces matériaux pourraient cependant toucher 394 m<sup>2</sup> d'herbiers denses utilisés par le poisson pour l'alevinage, l'alimentation, la croissance et la fraie.</p> <p>Cette modification touche une très faible portion (0,08 %) de l'habitat disponible dans la zone d'étude inventoriée.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Établir les séquences et méthodes de travail pour la pose des câbles de manière à réduire le plus possible la durée des travaux en eau et l'impact généré sur l'habitat (par exemple, réduire l'émission de MES).</li> <li>Éviter de circuler inutilement avec les barges et l'équipement dans les secteurs d'herbiers peu profonds qui sont des zones d'alevinage, de croissance et d'alimentation. Éviter les herbiers émergents.</li> <li>Au besoin et si les conditions d'écoulement sur le site le permettent au moment de l'ensouillage des câbles, installer des rideaux de turbidité le long des zones sensibles à risque, soit les frayères et les aires d'alevinage (herbiers).</li> <li><b>Favoriser l'utilisation d'équipements à bruit réduit pour les opérations de forage (exemple : compresseur à air et génératrice avec abris acoustique, utilisation de marteau piqueur insonorisé, etc.).</b></li> <li><b>Réaliser un démarrage progressif de la machinerie au début de chaque opération de fonçage de gaine.</b></li> <li><b>Si nécessaire, planifier des mesures de confinement ou de réduction du bruit (p. ex. un rideau de bulles) de manière à limiter la propagation sonore des activités les plus bruyantes.</b></li> <li><b>Suivre au chantier les bruits émis par les activités de fonçage, afin de vérifier l'efficacité des mesures de réduction du bruit et de les ajuster s'il y a lieu.</b></li> <li><b>Installer un grillage adapté aux espèces présentes dans le milieu à l'entrée de la prise d'eau afin de prévenir l'entraînement et l'impaction du poisson. Le prélèvement d'eau dans le ruisseau Fairbanks devra se faire de manière à préserver le niveau d'eau et à éviter l'assèchement du cours d'eau. On évitera d'installer la prise d'eau dans les secteurs sensibles pour le poisson (notamment la frayère à grand brochet répertoriée à l'embouchure du ruisseau Fairbanks).</b></li> </ul>	
Invertébrés benthiques (mulettes)	<p><b>Pendant la construction</b></p> <p>Les superficies d'habitat touchées sont les mêmes que celles pour le poisson.</p> <p>L'altération de la qualité de l'eau, des sols et des sédiments pourrait momentanément dégrader la qualité de l'habitat des invertébrés benthiques.</p> <p>Évitement de la zone des travaux par la faune benthique mobile.</p> <p>Destruction de la faune benthique peu mobile ou sessile à l'endroit des excavations (dans l'enceinte du batardeau, le long de la tranchée, etc.).</p> <p><b>Pendant l'exploitation</b></p> <p>Modification permanente possible des caractéristiques de l'habitat des invertébrés benthiques si un ajout de protection en matelas de béton est requis (&lt; 1 080 m<sup>2</sup>).</p> <p>Modification de l'assemblage des espèces benthiques au site de ces structures.</p>	Clauses environnementales normalisées 6, 7, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 21, 22, 24 et 25	Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour la bathymétrie et le substrat, la qualité de l'eau, des sols et des sédiments, les milieux humides et hydriques, les poissons et les espèces exotiques aquatiques envahissantes.	<p><b>Ensouillage des câbles</b></p> <p><b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : moyenne</p> <p><b>Si des structures de protection des câbles sont présentes</b></p> <p><b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : longue</p>



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée (suite)

Composante du milieu	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
<b>Milieu biologique (suite)</b>				
Oiseaux aquatiques	<p><b>Pendant la construction</b> Dérangement potentiel et temporaire des oiseaux aquatiques lors de la période de nidification. Les impacts potentiels sont l'évitement d'habitats de bonne qualité, l'augmentation de la prédation sur les individus ou leur couvée, l'augmentation du stress et ses effets sur la santé des oiseaux.</p> <p><b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact</p>	Clauses environnementales normalisées 6, 9, 11, 25 et 26	<p>Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour limiter les impacts sur l'habitat du poisson ainsi que sur la qualité de l'eau, des sols et des sédiments.</p> <p>De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans la mesure du possible, limiter les déplacements hors chantier par les travailleurs entre la mi-avril et juillet afin d'éviter de déranger des oiseaux aquatiques (notamment le petit blongios) en incubation et de faciliter ainsi la prédation de leurs nids dans certains secteurs sensibles.</li> <li>• Favoriser l'utilisation d'équipements à bruit réduit pour les opérations de forage (exemple : compresseur à air et génératrice avec abris acoustique, utilisation de marteau piqueur insonorisé, etc.).</li> <li>• Mettre en place des écrans acoustiques autour des équipements stationnaires (foreuse, pompe à boue, compresseur, génératrices, etc.).</li> <li>• En milieu terrestre, mettre en place des écrans acoustiques pour diminuer l'impact sonore sur les milieux sensibles avoisinants.</li> <li>• Utiliser des rideaux acoustiques lors du fonçage des gaines en milieu terrestre et en eau le cas échéant.</li> <li>• Réaliser un démarrage progressif de la machinerie au début de chaque opération de fonçage de gaine.</li> <li>• Suivre au chantier les bruits émis par les activités de fonçage, afin de vérifier l'efficacité des mesures de réduction du bruit et de les ajuster s'il y a lieu.</li> </ul>	<p><b>Importance : moyenne</b> Intensité : moyenne Étendue : ponctuelle Durée : courte</p>
Espèces aquatiques exotiques envahissantes	<p><b>Pendant la construction</b> Risque de propagation d'espèces floristiques exotiques envahissantes (p. ex. par la circulation d'équipements dans les aires contaminées). Pas d'impact sur la propagation ou l'augmentation des populations d'espèces fauniques exotiques envahissantes.</p> <p><b>Pendant l'exploitation</b> Les matelas de béton pourraient être colonisés par la moule zébrée. Cette espèce est cependant déjà très abondante dans la zone d'étude.</p>	Clause environnementale normalisée 25	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour les travaux qui nécessiteront la manipulation d'organismes, Hydro-Québec interdira la remise en liberté des espèces fauniques exotiques envahissantes capturées (tanche, gardon rouge, etc.), notamment et sans s'y limiter la moule zébrée (<i>Dreissena polymorpha</i>), la tortue à oreilles rouges (<i>Trachemys scripta elegans</i>), le gobie à taches noires (<i>Neogobius melanostomus</i>), le gladocère épineux (<i>Bythotrephes longimanus</i>) et la puce d'eau (<i>Cercopagis pengoi</i>). En cas de capture, celles-ci doivent être conservées aux fins d'identification ultérieure et signalées au MELCCFP ou euthanasiées et éliminées conformément aux directives du permis délivré par le MELCCFP le cas échéant.</li> <li>• Hydro-Québec exigera que les navires, les équipements et les matériaux soient inspectés et nettoyés de toute végétation visible, algues, organismes et débris avant qu'ils soient utilisés dans la zone des travaux. Les méthodes préconisées dans le <i>Guide des bonnes pratiques en milieu aquatique dans le but de prévenir l'introduction et la propagation d'espèces aquatiques envahissantes</i> seront recommandées lorsqu'applicables.</li> </ul>	<p><b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : courte</p>
Herpétofaune – Tortues  Anoures et urodèles : voir Herpétofaune au tableau 8-37 de l'EIE	<p><b>Pendant la construction</b> Aucun impact sur les habitats de ponte. <i>Partie sous-marine de la ligne</i> Détérioration temporaire de la qualité de l'habitat dans la rivière Richelieu causée par la pose des câbles par ensouillage. Perte temporaire d'habitat peu utilisé par les tortues, occasionnée par l'installation d'un batardeau. Déplacement temporaire d'individus causé par les travaux dans la rivière Richelieu.</p> <p><b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact</p>	Clauses environnementales normalisées 6, 9, 11, 25 et 26	Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour la qualité de l'eau, des sols et des sédiments, les poissons et les oiseaux aquatiques.	<p><b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : courte</p>



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée (suite)

Composante du milieu	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
<b>Milieu biologique (suite)</b>				
Champs électriques et magnétiques et dégagement de chaleur	<p><b>Pendant la construction</b> Aucun impact</p> <p><b>Pendant l'exploitation</b> Modification ponctuelle du champ magnétique ambiant à proximité des câbles, sans effet significatif appréhendé sur la faune aquatique en mesure de détecter ces changements. Faible augmentation de la température ambiante dans les sédiments à proximité immédiate des câbles, sans effet appréhendé sur la faune benthique.</p>	Aucune	Aucune	<p><b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : longue</p>
Aires protégées et territoires d'intérêt – Zone d'atterrage	<p><b>Pendant la construction</b> Aucun impact</p> <p><b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact</p>	Aucune	<p>Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour la qualité de l'eau, des sols et des sédiments ainsi que pour les composantes biologiques.</p> <p>De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baliser sur le terrain les limites des aires protégées afin d'interdire la circulation de la machinerie et l'implantation d'aires de travail ou de chantier dans ces milieux.</li> <li>• Réaliser un plan de surveillance dans les secteurs susceptibles de fractures hydrauliques.</li> <li>• Exiger de l'entrepreneur qu'il présente un plan d'urgence en cas de fracture hydraulique.</li> <li>• Baliser les limites aquatiques de la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain à l'aide de bouées.</li> </ul>	Impact nul
<b>Milieu humain</b>				
Utilisation du territoire par les Mohawks de Kahnawà:ke – Navigation	<p><b>Pendant la construction</b> Perturbation des activités nautiques.</p> <p><b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact</p>	Clauses environnementales normalisées 1, 10, 11 et 21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informer régulièrement le Conseil des Mohawks de Kahnawà:ke de la nature et du calendrier des travaux, notamment des interruptions d'accès à certaines portions de la rivière et des entraves aux activités nautiques.</li> <li>• Limiter autant que possible les entraves à la navigation sur la rivière. Si les travaux de construction exigent l'interdiction temporaire de l'accès à des portions de rivière, mettre en place une signalisation appropriée indiquant les contraintes imposées par les travaux.</li> <li>• Advenant le cas où des matelas de béton seraient situés à une profondeur pouvant nuire à la navigation motorisée, Hydro-Québec devra informer le Conseil des Mohawks de Kahnawà:ke de la présence des structures de protection des câbles en rive gauche qui pourraient présenter un danger potentiel pour les navigateurs et devra indiquer la position des structures de protection des câbles par des repères visuels ou d'autres moyens, afin de signaler leur présence aux utilisateurs se déplaçant dans le secteur en embarcation.</li> <li>• Informer à l'avance le Conseil des Mohawks de Kahnawà:ke en cas d'entrave aux rampes de mise à l'eau causée par les travaux.</li> </ul>	<p><b>Importance : mineure</b> Intensité : moyenne Étendue : ponctuelle Durée : courte</p>



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée (suite)

Composante du milieu	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
<b>Milieu humain (suite)</b>				
Utilisation du territoire par les Mohawks de Kahnawà:ke – Pêche	<b>Pendant la construction</b> Déplacement des activités de pêche. <b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact	Clauses environnementales normalisées 1, 2, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 20 et 21	Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour le poisson, le niveau sonore, la qualité de l'air et la navigation. De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informer régulièrement le Conseil des Mohawks de Kahnawà:ke de la nature et du calendrier des travaux et, le cas échéant, des entraves à la navigation et des limitations d'accès à certaines portions de la rivière.</li> <li>• Dans la mesure du possible, effectuer les travaux selon un horaire quotidien normal (de 7 h à 19 h) et durant les jours de semaine.</li> </ul>	<b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : courte
Utilisation du territoire par les Mohawks de Kahnawà:ke – Cueillette	<b>Pendant la construction</b> Déplacement des activités de cueillette. <b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact	Clauses environnementales normalisées 1, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 16, 17 et 21	Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour les milieux humides et pour la végétation. De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informer régulièrement le Conseil des Mohawks de Kahnawà:ke de la nature et du calendrier des travaux et, le cas échéant, des limitations ou interruptions d'accès à certaines portions de rive.</li> <li>• Poursuivre les échanges avec la communauté de Kahnawà:ke afin de déterminer si des aires de cueillette importantes ou uniques seront touchées par la réalisation des travaux. Le cas échéant, déterminer si des mesures particulières sont requises.</li> </ul>	<b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : moyenne
Qualité de vie	<b>Pendant la construction</b> Perte de quiétude due aux vibrations, à l'altération de la qualité de l'air et à une augmentation importante du niveau de bruit.	Clauses environnementales normalisées 2, 10, 11, 15 et 21	Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour le maintien de la qualité de vie dans le contexte de la partie souterraine de la ligne. De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avant le début des travaux, informer les résidents touchés de la nature, de la période et des horaires de travaux. Les informer le cas échéant du niveau de bruit anticipé et des perturbations à la circulation routière.</li> <li>• Maintenir un site Web et une ligne téléphonique pour informer la population de l'évolution des travaux et pour recueillir les demandes relatives à des problèmes particuliers. Mettre en place un système de gestion de plaintes pour assurer le suivi de celles-ci.</li> <li>• Sensibiliser les travailleurs aux nuisances créées par les émissions sonores vers les résidences.</li> <li>• Mettre en place un programme de surveillance du bruit aux récepteurs sensibles pendant toute la durée des travaux.</li> <li>• Dans la mesure du possible, mettre en place des écrans acoustiques autour des équipements stationnaires.</li> <li>• Dans la mesure du possible, favoriser des équipements à bruit réduit.</li> <li>• À la fin des travaux, réparer au besoin tout dommage causé aux propriétés bordant le tracé, ainsi qu'aux routes, lors de la réalisation des travaux.</li> </ul>	<b>Importance : moyenne</b> Intensité : moyenne Étendue : locale Durée : courte



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée (suite)

Composante du milieu	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
Milieu humain (suite) Qualité de vie (suite)	<b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favoriser l'utilisation d'équipements à bruit réduit pour les opérations de forage (exemple : compresseur à air et génératrice avec abris acoustique, utilisation de marteau piqueur insonorisé, etc.).</li> <li>• Mettre en place des écrans acoustiques autour des équipements stationnaires (foreuse, pompe à boue, compresseur, génératrices, etc.).</li> <li>• En milieu terrestre, mettre en place des écrans acoustiques pour diminuer l'impact sonore sur les milieux sensibles avoisinants.</li> <li>• Utiliser des rideaux acoustiques lors du fonçage des gaines en milieu terrestre et en eau le cas échéant.</li> <li>• Réaliser un démarrage progressif de la machinerie au début de chaque opération de fonçage de gaine.</li> <li>• Suivre au chantier les bruits émis par les activités de fonçage, afin de vérifier l'efficacité des mesures de réduction du bruit et de les ajuster s'il y a lieu.</li> <li>• Hydro-Québec proposera une compensation aux résidents permanents dans les situations répondant aux critères suivants : <ul style="list-style-type: none"> <li>• dans les milieux où le bruit initial est peu élevé (inférieur à 45 dBA (LAeq,1h) ;</li> <li>• si des travaux de forage sont exécutés la nuit, sur une période de deux nuits consécutives ou plus ;</li> <li>• si les niveaux de bruit anticipés ou mesurés sont égaux ou supérieurs à 55 dBA.</li> </ul> </li> </ul>	
Activités récréotouristiques – Navigation de plaisance	<b>Pendant la construction</b> Perturbation temporaire des activités nautiques. Perte de quiétude pour les plaisanciers. <b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact	Clauses environnementales normalisées 1, 10, 11, 15 et 21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informer régulièrement les résidents du secteur, les marinas, les entreprises offrant des points de mise à l'eau, de même que les municipalités et les MRC concernées de la nature et du calendrier des travaux, et notamment de la zone d'exclusion des activités nautiques sur la rivière.</li> <li>• Limiter autant que possible les entraves à la navigation sur la rivière. Lorsque les travaux de construction exigent l'interdiction temporaire de l'accès à des portions de rivière, mettre en place une signalisation appropriée indiquant les contraintes imposées par les travaux.</li> <li>• Durant les travaux, pendant les périodes où les activités nautiques sont pratiquées, prendre les mesures appropriées pour assurer la sécurité des plaisanciers.</li> <li>• À la fin des travaux, réparer s'il y a lieu tout dommage causé aux aménagements riverains en berge.</li> <li>• Dans la mesure du possible, effectuer les travaux selon un horaire quotidien normal (de 7 h à 19 h) et durant les jours de semaine seulement, de façon à réduire les inconvénients pour les utilisateurs qui fréquentent la rivière.</li> <li>• Advenant le cas où des matelas seraient situés à une profondeur pouvant nuire à la navigation motorisée, Hydro-Québec devra informer les résidents du secteur, les marinas et les entreprises offrant des points de mise à l'eau, de même que les municipalités et les MRC concernées de la présence des structures de protection des câbles en rive gauche qui pourraient présenter un danger potentiel pour les navigateurs et devra indiquer la position des structures de protection des câbles par des repères visuels ou d'autres moyens, afin de signaler leur présence aux utilisateurs se déplaçant dans le secteur en embarcation.</li> </ul>	<b>Importance : moyenne</b> Intensité : moyenne Étendue : locale Durée : courte
Activités récréotouristiques – Activités d'exploitation faunique	<b>Pendant la construction</b> Perturbation temporaire d'activités d'exploitation faunique, particulièrement la pêche et la chasse à la sauvagine. <b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact	Clauses environnementales normalisées 1, 2, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 20 et 21	<p>Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour les poissons, les oiseaux aquatiques, le bruit et la navigation.</p> <p>De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informer régulièrement les intervenants du milieu (résidents du secteur, représentants des associations de chasse et pêche locales et régionales, pourvoirie, municipalités et MRC concernées) de la nature et du calendrier des travaux et, le cas échéant, des entraves à la navigation et des limitations d'accès à certaines portions de rive ou de rivière.</li> <li>• Durant les travaux, pendant les périodes de chasse, de pêche et de piégeage, prendre les mesures appropriées pour assurer la sécurité des utilisateurs qui pourraient naviguer, se déplacer ou pratiquer des activités dans les aires touchées.</li> </ul>	<b>Importance : mineure</b> Intensité : moyenne Étendue : ponctuelle Durée : courte



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée (suite)

Composante du milieu	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
<b>Milieu humain (suite)</b> Activités récréotouristiques – Plongée sous-marine	<b>Pendant la construction</b> Aucun impact <b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact	Clauses environnementales normalisées 1, 10, 11, 12 et 21	Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour la qualité de l'eau.	Impact nul
Activités récréotouristiques – Camping et hébergement	<b>Pendant la construction</b> Aucun impact <b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact	Clauses environnementales normalisées 1, 2 et 15	Aucune	Impact nul
Activités récréotouristiques – Pêche commerciale	<b>Pendant la construction</b> Perturbation temporaire d'activités de pêche au poisson-appât. <b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact	Clauses environnementales normalisées 1, 2, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 20, 21	Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour le poisson, le niveau sonore et la navigation. De plus, la mesure d'atténuation particulière suivante sera mise en œuvre : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informer le pêcheur commercial de la nature et du calendrier des travaux et, le cas échéant, des entraves à la navigation afin qu'il puisse planifier ses activités de pêche en conséquence.</li> </ul>	<b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : courte
Autres activités récréatives dans la zone d'atterrage	<b>Pendant la construction</b> Perturbation de certaines activités récréatives, telles que l'observation des oiseaux et de la faune. <b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact	Clauses environnementales normalisées 1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 20 et 21	Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour le bruit et les activités récréotouristiques. De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informer régulièrement les intervenants du milieu (résidents du secteur, municipalités et MRC concernées) de la nature et du calendrier des travaux et, le cas échéant, des entraves à la navigation et des limitations d'accès à certaines portions de rive ou de rivière.</li> <li>• Prendre les mesures appropriées pour assurer la sécurité des utilisateurs qui pourraient pratiquer des activités récréatives dans les aires touchées.</li> </ul>	<b>Importance : mineure</b> Intensité : moyenne Étendue : ponctuelle Durée : courte



Tableau 8-38 : Bilan des impacts résiduels liés à la partie sous-marine de la ligne – version révisée (suite)

Composante du milieu	Description de l'impact	Clauses normalisées	Mesures d'atténuation et de compensation	Évaluation de l'impact résiduel
Infrastructures – Infrastructures de transport et frontalières	<b>Pendant la construction</b> Augmentation temporaire de la circulation routière sur le rang de la Barbotte. Perturbation momentanée de l'accès au quai Richelieu. <b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact	Clauses environnementales normalisées 1, 10, 11, 15 et 21	Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour les infrastructures routières et la circulation prévues pour la partie terrestre des travaux. Dans le cas du pont ferroviaire et du quai Richelieu, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informer régulièrement l'Agence des services frontaliers du Canada et le gestionnaire du pont ferroviaire du calendrier des travaux, notamment quant aux zones d'exclusion temporaire de navigation dans le secteur des travaux éventuellement requises.</li> <li>• <b>Avant le début des travaux, informer l'Agence des services frontaliers du Canada et coordonner le transport des conduits avec cet organisme de manière à éviter les périodes de fort achalandage.</b></li> </ul>	Impact nul
Infrastructures – Prises d'eau potable et infrastructures d'eau	<b>Pendant la construction</b> Limitation temporaire dans l'usage de prises d'eau privées puisant dans la rivière Richelieu à des fins autres que la consommation d'eau potable. <b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact	Clauses environnementales normalisées 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 21, 22 et 24	Appliquer les mesures particulières mises de l'avant pour la qualité de l'eau, des sols et des sédiments. De plus, les mesures d'atténuation particulières suivantes seront mises en œuvre : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informer régulièrement de la nature et du calendrier des travaux les municipalités et les MRC concernées ainsi que les résidents qui puisent leur eau dans la rivière Richelieu.</li> <li>• Vérifier l'emplacement exact des prises d'eau et des conduites (le cas échéant) situées à proximité du tracé de la ligne, puis les baliser sur le terrain afin de les protéger durant les travaux.</li> <li>• Poursuivre la modélisation des conditions hydrodynamiques dans le secteur des travaux afin de mieux préciser l'anticipation de l'émission de particules fines et l'impact potentiel sur les paramètres de la qualité de l'eau afin de déterminer les mesures requises pour protéger les prises d'eau potable municipales et les prises d'eau privées.</li> <li>• Maintenir un lien étroit avec la Municipalité de Lacolle, qui puise son eau dans la rivière Richelieu, au sujet de la qualité de l'eau pendant la réalisation des travaux.</li> <li>• Conclure une entente avec les municipalités et les MRC concernées au sujet des mesures de protection à prendre près des prises d'eau municipales, par exemple l'installation d'un rideau de turbidité en périphérie de la prise d'eau.</li> <li>• Prévoir des mesures d'atténuation ou de compensation dans le cas d'une baisse de la qualité de l'eau ou dans le cas d'un colmatage (partiel ou complet) d'une prise d'eau.</li> </ul>	<b>Importance : mineure</b> Intensité : moyenne Étendue : ponctuelle Durée : courte
Patrimoine et archéologie	<b>Pendant la construction</b> Risque d'endommager ou de détruire des vestiges archéologiques subaquatiques si la zone de travail en rivière est modifiée. <b>Pendant l'exploitation</b> Aucun impact	Clause environnementale normalisée 19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune</li> </ul>	<b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : longue
Milieu agricole	<b>Pendant la construction</b> Empiètement temporaire pour les aires de travaux de forage et l'aire d'assemblage des conduits. Remaniement des sols et des sédiments et risque de compaction, d'érosion ou d'orniérage des sols dans les aires de travail. <b>Pendant l'exploitation</b> Perte permanente d'environ 3 m <sup>2</sup> en raison d'une chambre de mise à la terre.	Clauses environnementales normalisées 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 24	Appliquer les mesures d'atténuation en lien avec les travaux de la partie souterraine de la ligne (voir la section 8.5.3.6 de l'EIE sur les activités agricoles) ainsi que les mesures d'atténuation visant à protéger la qualité de l'eau, des sols et des sédiments.	<b>Importance : mineure</b> Intensité : faible Étendue : ponctuelle Durée : longue



## **ANNEXE A - Analyse de faisabilité – forage dans la zone d'atterrage**





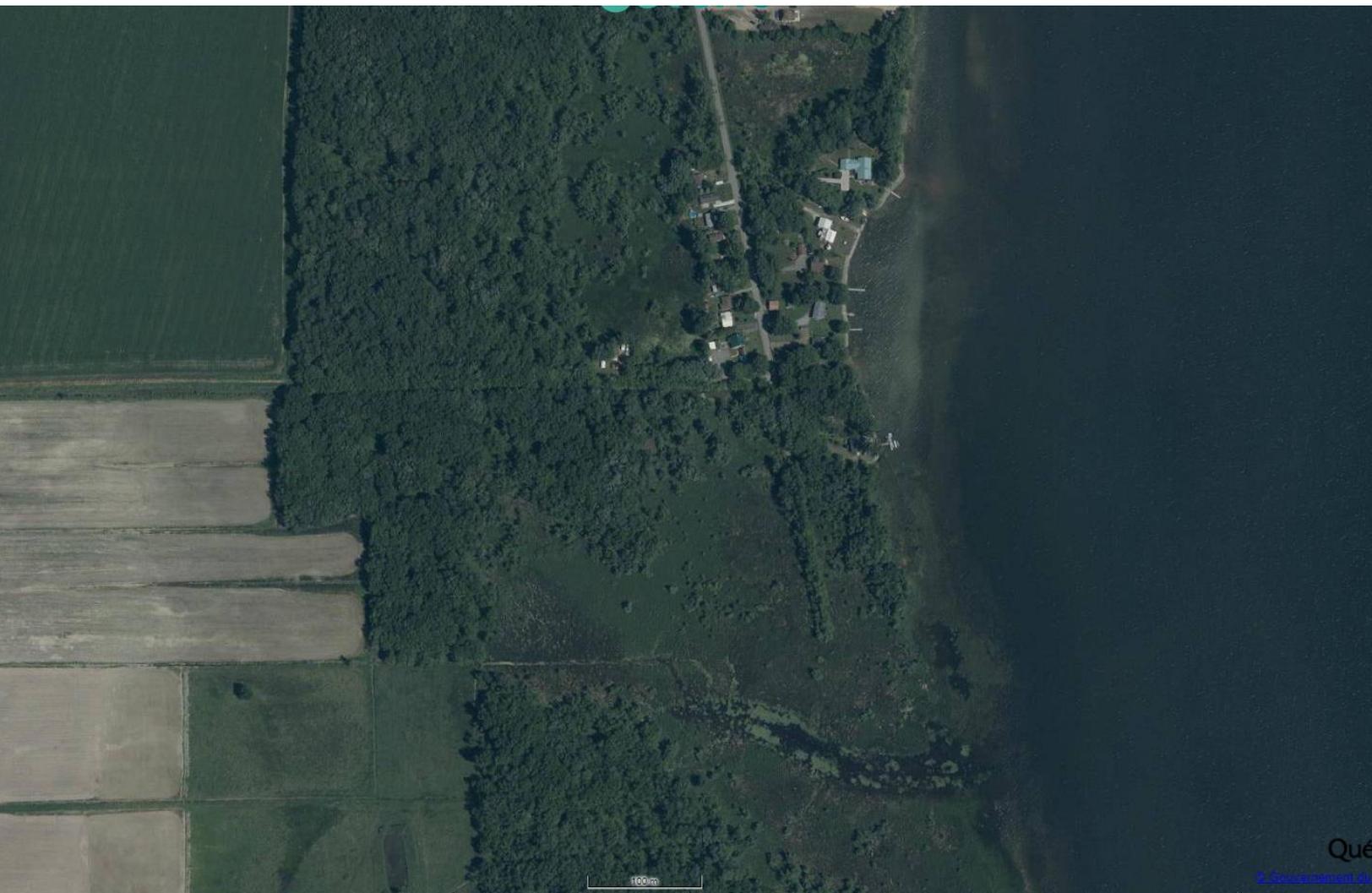
# Étude de faisabilité

Traverse par méthode sans tranchée  
Projet d'interconnexion – Ligne Hertel  
New-York

Hydro-Québec

15 décembre 2022

→ La force de l'engagement



Préparé par :



Oliver Galvier, M.Eng., P.Eng.

<b>Titre du projet</b>		Hydro-Québec;Hertel-New-York;QC					
<b>Titre du document</b>		Étude de faisabilité   <b>Traverse par méthode sans tranchée</b> Projet d'interconnexion – <b>Ligne Hertel New-York</b>					
<b>Numéro de projet</b>		12562183-A1 (2)-Rév.1					
<b>Nom du fichier</b>		12562183-RPT-2-A1-Rév.1-Étude Faisabilité .docx					
Code	Révision	Auteur	Réviseur		Approuvé pour envoi		
			Nom	Signature	Nom	Signature	Date
S4	0	Oliver Galvier M.Eng., P.Eng.	Craig Camp, Directeur technique (English Review)		David Beauseigle, ing.		14 décembre 2022
S4	1	Oliver Galvier M.Eng., P.Eng.	Craig Camp, Directeur technique (English Review)		David Beauseigle, ing.		15 décembre 2022

## GHD

4600, boulevard de la Côte-Vertu

Montréal (Québec) H4S 1C7, Canada

**T** +1 514 333 5151 | **F** +1 514 333 4674 | **C** oliver.galvier@ghd.com | **ghd.com**

© GHD 2022

Ce document est et doit demeurer la propriété de GHD. Le document ne peut être utilisé qu'aux fins pour lesquelles il a été demandé et conformément aux conditions d'engagement. Une utilisation non autorisée de ce document, de quelque nature que ce soit, est interdite.

# Sommaire

Dans le cadre du projet d'interconnexion Hertel-NY d'Hydro-Québec, une ligne souterraine doit être reliée à une ligne sous-marine installée au fond de la rivière Richelieu. Pour se faire, le projet nécessite la mise en place de conduits par méthode sans tranchées entre les terres agricoles situées à l'ouest de la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain et la rivière.

Dans le cadre de la présente étude de faisabilité, la méthode de construction sans tranchée la plus adaptée au projet et aux conditions du site a été sélectionnée, puis les lignes directrices ont été définies dans le cadre de la présente étude afin de favoriser le succès de la mise en place des conduits.

Parmi les méthodes analysées (forage à la tarière, par poussée ou percussion, forage directionnel, micro-tunnelier et « direct pipe »), la méthode de forage directionnel horizontal (FDH) est la mieux adaptée, étant donné la longueur du forage à effectuer, son diamètre, ainsi que tenant compte des conditions géologiques le long de l'alignement.

Le nombre de forages, ainsi que leur diamètre, a quant à eux été basé sur les défis techniques et limites intrinsèques de la mise en application de la méthode de forage dirigé, et également basé sur l'échéancier des travaux disponible, visant entre autres à éviter des travaux en rivière en conditions hivernales.

Ainsi, deux forages dirigés de 450 millimètres (mm) de diamètre, ayant une longueur approximative de 850 mètres (m) entre le site de forage en terre agricole et le site d'atterrage en rivière, et principalement foré au sein du rocher le long de son alignement, sont le concept retenu.

Ce concept, auquel des lignes directrices sont définies au présent document quant aux méthodes de travail et aux critères de performance à viser, permettra de mitiger les principaux risques reliés à la réalisation de forages dirigés, incluant notamment les risques de fracturation hydraulique, les risques de blocage ou d'interruption du forage, ainsi que mitiger les impacts sur l'environnement, et ce particulièrement, proche de la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain, et au site d'atterrage dans la rivière Richelieu.

# Table des matières

<b>1.</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Description sommaire du projet	1
1.2	Objectif de l'étude de faisabilité	1
<b>2.</b>	<b>Documents de référence</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>Critères de conception</b>	<b>2</b>
3.1	Critères applicables au corridor de l'alignement	2
3.2	Occupation du territoire	3
3.3	Lignes directrices applicables à l'échéancier de projet	4
3.4	Milieus sensibles et protégés	4
3.5	Conditions géologiques	5
3.5.1	Géologie régionale	6
3.5.2	Conditions stratigraphiques	7
3.6	Critères techniques par rapport au câble sous-marin	8
<b>4.</b>	<b>Méthodes sans tranchées</b>	<b>9</b>
4.1	Identification des méthodes	9
4.1.1	Forage à la tarière	9
4.1.2	Forage directionnel horizontal	9
4.1.3	Forage par poussée ou percussion	10
4.1.4	Micro-tunnelier	10
4.1.5	Direct pipe	11
4.2	Revue des méthodes	11
4.3	Critères techniques spécifiques au forage directionnel	13
<b>5.</b>	<b>Faisabilité technique</b>	<b>14</b>
5.1	Choix du site de forage	14
5.1.1	Considérations environnementales	15
5.1.2	Considérations techniques	15
5.2	Choix du site d'atterrage	16
5.2.1	Considérations environnementales	16
5.2.2	Considérations techniques	17
5.3	Forage directionnel	18
5.3.1	Alignement horizontal	18
5.3.2	Alignement vertical	18
5.3.3	Tolérances thermiques et alignements parallèles	20
5.3.4	Géométrie du forage et type de conduit	20
5.4	Sortie en eau	23
5.4.1	Rideaux et écrans de turbidité (barrières flexibles)	23
5.4.2	Barrières structurales	24
5.5	Échéancier	25
5.5.1	Hypothèses	25
5.5.2	Description des scénarios analysés	26

<b>6. Conclusion et recommandations</b>	<b>20</b>
6.1 Portée et limitations	26

## Liste des tableaux

Tableau 4.1	Critères techniques spécifiques au forage directionnel	13
Tableau 6.1	Résumé de l'étude de faisabilité	21

## Liste des figures

Figure 1.1	Plan d'ensemble du site à l'étude	1
Figure 3.1	Corridor retenu pour le site d'atterrage	3
Figure 3.2	Milieus sensibles et protégés	5
Figure 3.3	Plan de localisation des investigations géotechniques	6
Figure 3.4	Modèle géologique basé sur les investigations géotechniques – noter que la coupe montrée ne concorde pas nécessairement avec l'alignement du forage dirigé, mais représente plutôt une vue sommaire du modèle et des unités stratigraphiques identifiées	7
Figure 3.5	Rocher typique	8
Figure 5.1	Emplacement du site de forage	15
Figure 5.2	Emplacement du site d'atterrage	16
Figure 5.3	Conditions stratigraphiques au site d'atterrage	17
Figure 5.4	Conditions stratigraphiques au site d'atterrage basé sur le modèle Leapfrog – Les valeurs RQD indiquées réfèrent à un indice de qualité du roc (« Roc Quality Designation ») obtenu lors des forages.	19
Figure 5.5	Concept de méthode de travail pour la fusion et l'installation des conduites en PEHD	22
Figure 5.6	Concept du type de rideaux de turbidité utilisé pour la sortie en eau	24
Figure 5.7	Résumé des périodes propices et non propices aux travaux et ayant un impact sur l'échéancier	20
Figure 5.8	Exemple d'échéancier pour deux forages complétés simultanément	20
Figure 5.9	Exemple d'échéancier pour deux forages complétés l'un à la suite de l'autre	20

## Annexes

Annexe A	Registre de risques – protection de l'environnement
----------	---

# 1. Introduction

## 1.1 Description sommaire du projet

Dans le cadre du développement du projet de la ligne d'interconnexion Hertel-New York, Hydro-Québec a élaboré un concept d'un tracé du poste Hertel vers la rivière Richelieu, traversant les municipalités régionales de comté Roussillon, Le Haut-Richelieu et Les Jardins-de-Napierville.

Entre autres, une ligne souterraine doit être connectée à une ligne sous-marine dans la rivière Richelieu, laquelle se poursuivra sur plus de 545 kilomètres (km) vers le sud, dans le lac Champlain, jusqu'à la Ville de New York.

Compte tenu de la présence de plusieurs milieux sensibles tels que les secteurs habités en périphérie du rang de la Barbotte, les milieux humides boisés de la plaine inondable, la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain et les herbiers peu profonds de la rivière Richelieu, une section de la ligne devra être mise en place au sein de conduits installés par une méthode sans tranchées.

De façon générale, le site de forage sera situé en terre agricole, à l'est de la route 223, et le site d'atterrage sera situé dans la rivière Richelieu. La figure 1.1 ci-dessous présente le site à l'étude ainsi que les limites de la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain précitée.

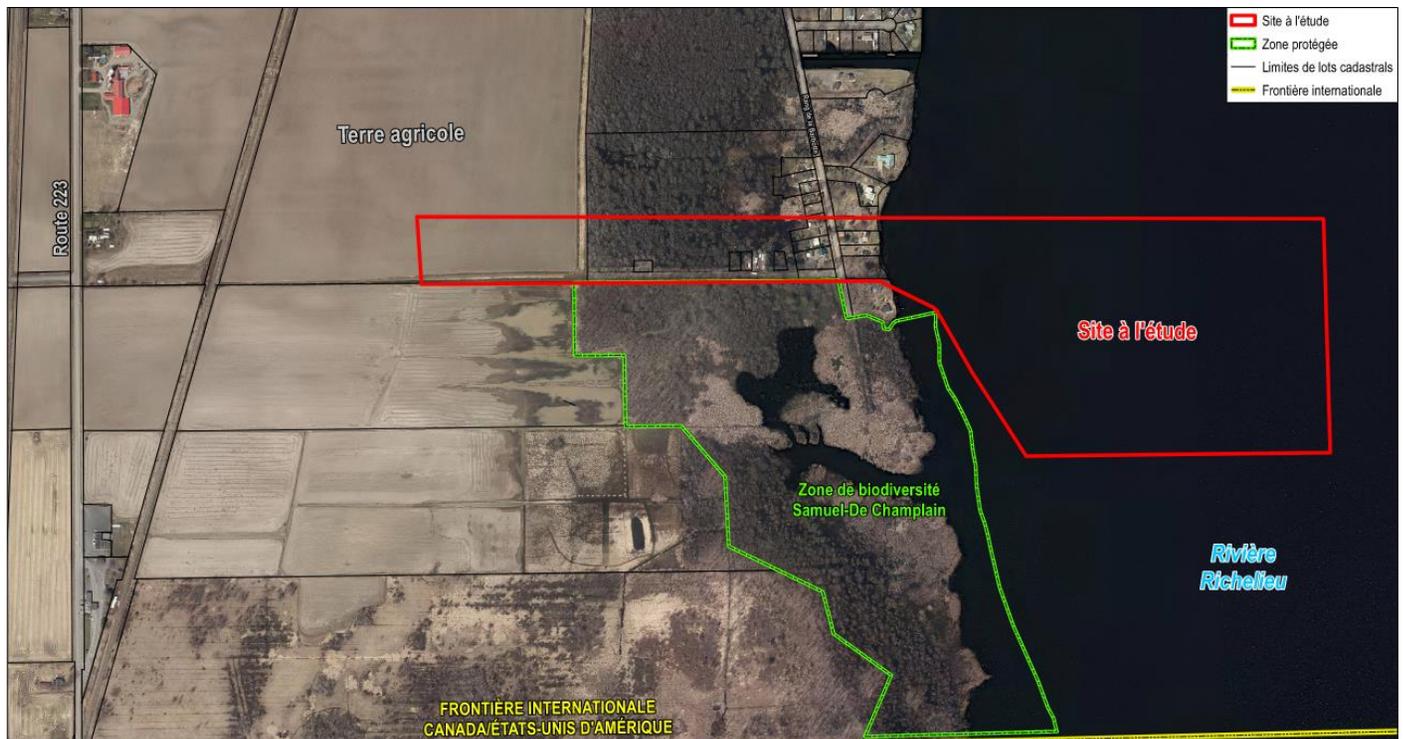


Figure 1.1 Plan d'ensemble du site à l'étude

## 1.2 Objectif de l'étude de faisabilité

La réalisation d'une étude de faisabilité a pour principal objectif d'assurer que le concept retenu soit techniquement réalisable au moyen des méthodes de mise en œuvre reconnues dans l'industrie. L'étude de faisabilité vise également à identifier les défis et les opportunités à analyser en phase d'ingénierie détaillée afin que le concept retenu ait le plus de probabilités de succès et le moins de facteurs de risque sur la population et l'environnement.

Ainsi, l'étude, qui est réalisée au début du processus d'ingénierie, vise à confirmer la faisabilité du concept retenu en ce qui a trait à la possibilité de la mise en œuvre (constructibilité), de confirmer les exigences techniques permettant d'atteindre les critères de conception établis, ainsi que d'étayer les justifications techniques dont découle la sélection de l'alignement final et plus particulièrement des sites de forage et d'atterrissage.

L'approche de l'étude de faisabilité consiste à compléter les activités suivantes :

- revue de l'information disponible;
- identification des critères de conception;
- analyse des différentes méthodes sans tranchées;
- ingénierie préliminaire et étude de faisabilité technique.

Le présent rapport d'étude de faisabilité est également accompagné de l'annexe suivante :

- Annexe A – Registre de risques – protection de l'environnement.

La portée de l'étude réalisée et les limitations qui s'y appliquent sont énoncées à la suite du texte technique. Ces conditions limitatives font partie intégrante de ce rapport et le lecteur est prié d'en prendre connaissance afin de faciliter la compréhension, l'interprétation et l'utilisation du présent document.

## 2. Documents de référence

En vue de la réalisation de l'étude de faisabilité, les documents suivants ont été consultés :

- Divers documents fournis par Hydro-Québec, incluant entre autres :
  - Ligne d'interconnexion Hertel-New York – Étude d'impact sur l'environnement. 5 volumes. Hydro-Québec, Février 2022,
  - Étude d'Englobe – Hydro-Québec – PROJET 7331 – LIGNE HERTEL – NEW YORK. Raccordement au poste Astoria – Bathymétrie sur la rivière Richelieu, Rapport final. Juin 2021;
- Documents antérieurs préparés par GHD :
  - Note technique – Conditions géologiques, version révisée et datée du 2 décembre 2022,
  - Note technique – Méthodes et description du forage dirigé, datée du 6 juin 2022.

## 3. Critères de conception

### 3.1 Critères applicables au corridor de l'alignement

Le corridor retenu par Hydro-Québec pour relier les terres agricoles à l'ouest de la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain à la rivière Richelieu longe le ruisseau Fairbanks, du côté nord de celui-ci, sur des propriétés privées, et évite la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain précitée. La figure 3.1 ci-dessous démontre le corridor retenu :

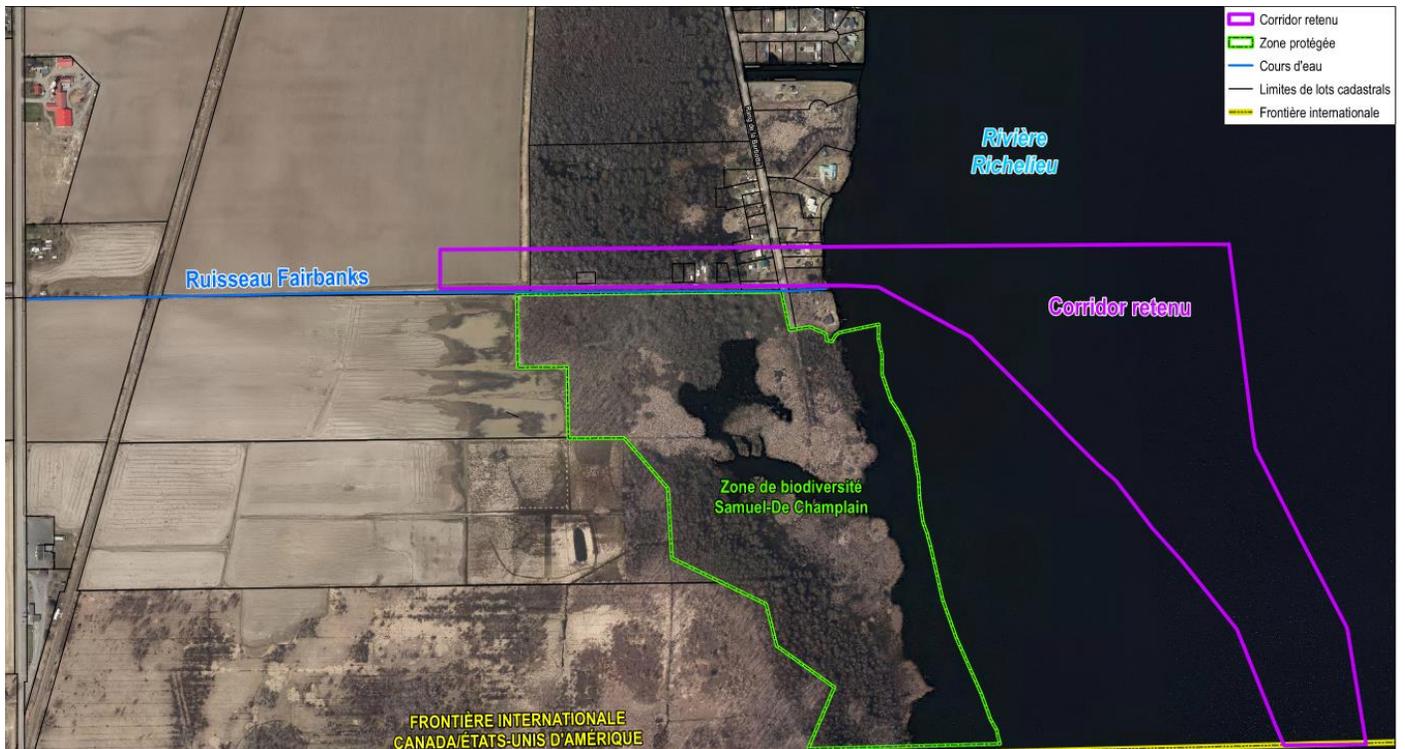


Figure 3.1 Corridor retenu pour le site d'atterrage

Les contraintes physiques applicables à l'alignement sont les suivantes :

- Le passage de la ligne à la frontière canado-américaine est situé dans une fenêtre très étroite, d'environ 30 m (100 pi) de largeur à la frontière, telle que définie par les autorités américaines.
- Éviter la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain immédiatement au sud de l'alignement ainsi que les aires environnementales terrestres et aquatiques protégées et/ou sensibles. Une description détaillée des aires environnementales est présentée dans l'étude d'impact préparée par Hydro-Québec.
- Obtenir les droits fonciers nécessaires.

## 3.2 Occupation du territoire

En suivant le corridor établi de l'ouest (site de forage situé en terres agricoles) vers l'est (site d'atterrage situé dans la rivière Richelieu), on note l'occupation du territoire suivante :

- La ligne souterraine immédiatement à l'ouest du site de forage traverse une voie ferrée de la propriété du CN, laquelle est orientée nord-sud dans ce secteur.
- Les terres agricoles au site de forage consistent en des propriétés privées dont les champs sont en bonne partie cultivés, des installations de pompage et d'ouvrages de retenue (digue) sont aménagées au coin sud-est de la propriété comme protection contre les crues printanières de la rivière Richelieu.
- De grandes étendues de milieux humides se trouvent en rive gauche de la rivière Richelieu, et font (ou encore feront) l'objet de désignations particulières, comme la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain ou la forêt exceptionnelle tout juste au nord.
- Le ruisseau Fairbanks, d'orientation est-ouest, se déverse dans la rivière Richelieu et sépare la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain des propriétés privées.
- Une ligne électrique aérienne est présente le long du terrain agricole sur la bordure sud du ruisseau Fairbanks.

- Des propriétés privées et d'infrastructures municipales longent le rang de la Barbotte, à l'ouest de la rivière Richelieu, des marinas privées sont également situées le long du même rang, au nord du corridor sélectionné.
- Un ponceau est localisé le long du ruisseau Fairbanks, sous le rang de la Barbotte.

### 3.3 Lignes directrices applicables à l'échéancier de projet

Les contraintes suivantes sur l'échéancier sont à prendre en considération :

- L'insertion des câbles électriques à l'intérieur des conduits installés par méthode sans tranchées entre le site de forage et le site d'atterrissage sera réalisée à l'automne 2024.
- Les conduits devront être installés au moins 30 jours avant le début de l'insertion des câbles.
- Il devrait être envisagé d'éviter la réalisation de travaux en rivière lors de la période hivernale 2023-2024 pour les raisons suivantes :
  - la rivière Richelieu est partiellement gelée en hiver, rendant problématique les conditions d'accès,
  - les conditions hivernales augmentent de façon significative les risques d'opération de forage étant donné les installations en rivière,
  - le froid augmente les risques d'installation de la conduite, plus fragile à ce moment;
- Pour les travaux en eau, il est préférable d'éviter la période de reproduction du poisson.
- Pour terminer les travaux dans l'échéancier prévu, afin de disposer de tous les équipements des matériaux de construction nécessaires sur le site et afin d'éviter des problèmes d'approvisionnement, il faudra procéder à l'appel de proposition au plus tard en mars 2023.
- Selon un mode de réalisation conventionnel de type « conception-soumission-construction », le projet nécessitera une conception à 100 % (prête à être soumissionnée) d'ici février 2023.

### 3.4 Milieux sensibles et protégés

Des milieux sensibles et/ou protégés, autant terrestres qu'aquatiques, sont situés à proximité du corridor retenu pour l'alignement.

La réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain, les écosystèmes forestiers exceptionnels ainsi que les sites d'intérêt faunique servent d'habitats à des espèces susceptibles d'être désignées, menacées ou vulnérables au Québec. Des détails additionnels sur le type d'espèces et les zones à grande importance environnementales sont présentés dans l'étude d'impact complétée par Hydro-Québec.

Les milieux sensibles et/ou protégés qui sont à considérer lors de l'élaboration de la faisabilité du projet sont, entre autres :

- la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain;
- les écosystèmes et les milieux humides, exceptionnels au nord du ruisseau Fairbanks;
- le ruisseau Fairbanks lui-même et sa bande riveraine;
- la rivière Richelieu elle-même ainsi que son littoral;
- les herbiers à plantes émergentes dans les zones peu profondes le long des berges de la rivière Richelieu;
- les milieux agricoles.

Les critères suivants applicables à diverses méthodes sans tranchées visent, entre autres, à protéger ou encore de mitiger les impacts sur les milieux sensibles et/ou protégés précités :

- limiter les risques de fracturation hydraulique, particulièrement dans les milieux aquatiques;
- développer une méthode de gestion et de disposition des boues;
- développer une méthode de gestion de la pression et la surveillance du retour des fluides afin d'atténuer les risques de retours involontaires sur terre et dans la rivière;

- développer des méthodes de mitigation ou de limiter l’empreinte des travaux en eau dans la rivière Richelieu, traitant notamment de la dispersion de particules fines, ou de l’impact des zones riches en biodiversité ou propices aux habitats du poisson;
- éviter les prises d’eau résidentielles;
- développer des méthodes de mitigation ou de limiter les impacts sur les milieux agricoles.

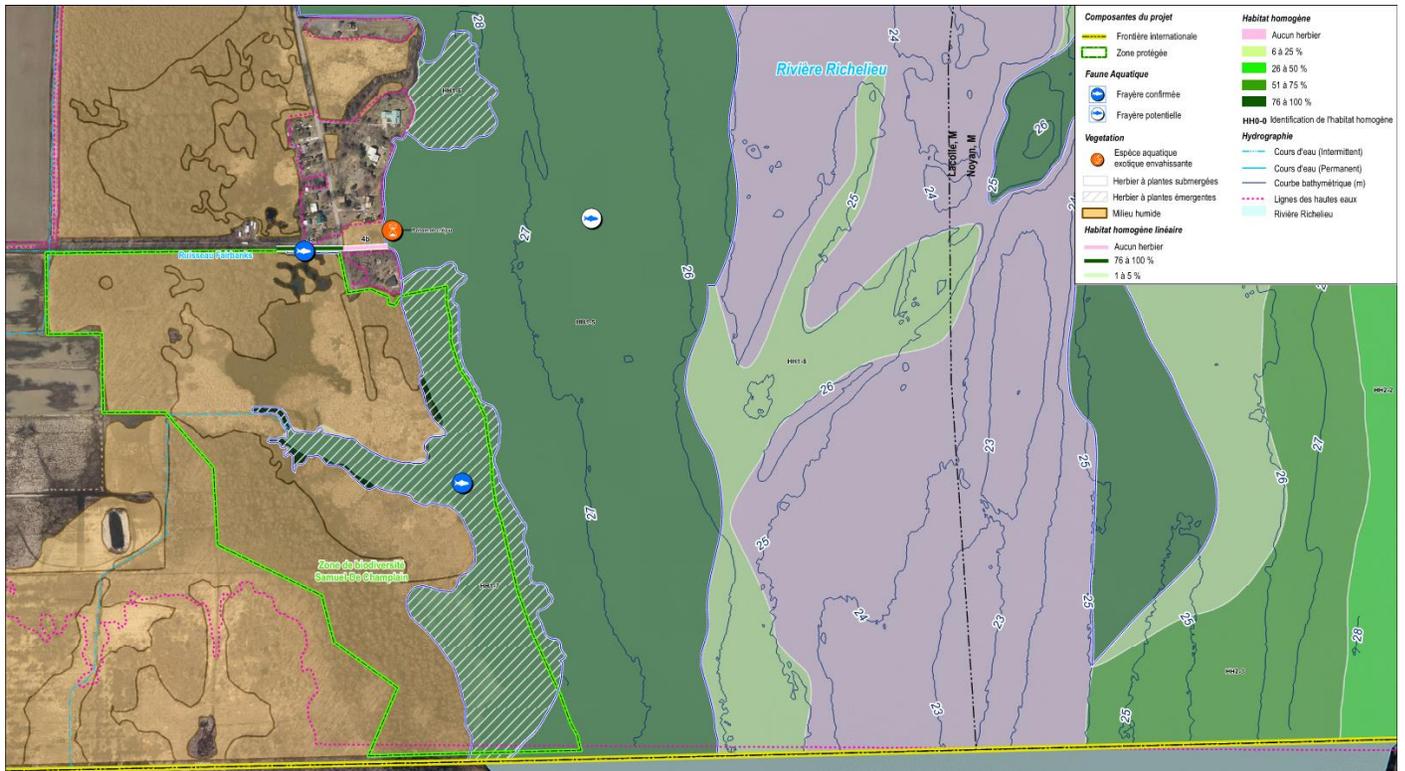


Figure 3.2 Milieux sensibles et protégés

### 3.5 Conditions géologiques

Dans le cadre du projet, une investigation géotechnique a été complétée afin d’évaluer les conditions stratigraphiques entre le site de forage et le site d’atterrage, afin d’évaluer les contraintes relatives aux conditions de sols et de roc le long du corridor, en vue d’en déterminer les alignements horizontaux et verticaux.

Les travaux réalisés ont inclus la réalisation de 15 forages stratigraphiques et de lignes géophysiques (sismique, réfraction et tomographie électrique) le long de l’alignement projeté du forage dirigé. La figure 3.3 suivante montre l’emplacement des forages réalisés dans le cadre de ces investigations :

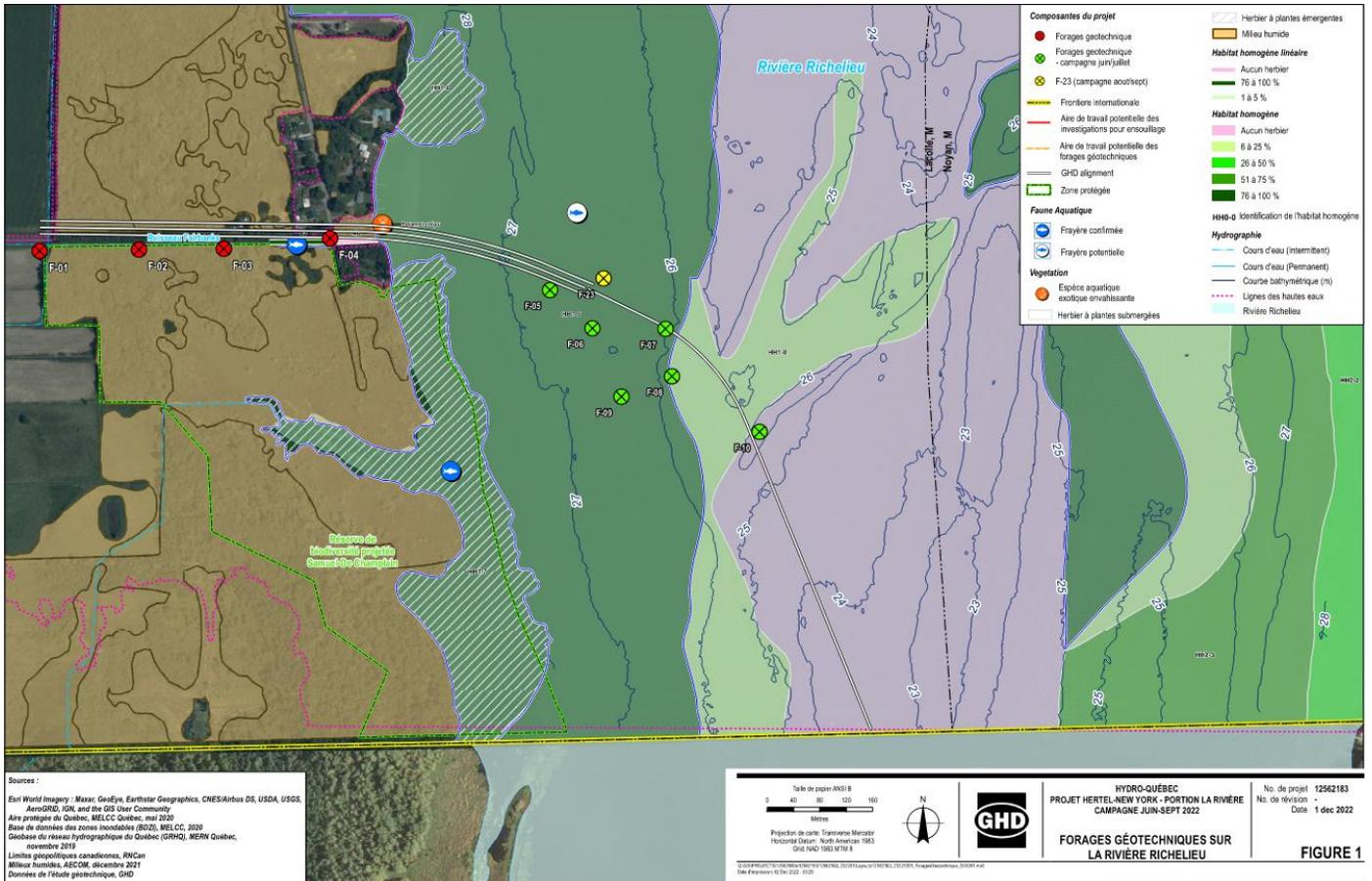


Figure 3.3 Plan de localisation des investigations géotechniques

Les résultats détaillés des conditions géologiques rencontrées le long de l'ensemble du tracé pendant les investigations sont présentés dans la note technique traitant des Conditions géologiques, datée du 2 décembre 2022. Les conditions stratigraphiques sont également résumées dans les sous-sections suivantes.

### 3.5.1 Géologie régionale

En bordure de la rivière Richelieu, le site de forage se situe à la limite d'une terrasse alluvionnaire assez récente de la rivière (composée de sols principalement granulaires) et de dépôts marins fins et argileux d'eau profonde déposés de la mer de Champlain lors de la plus récente déglaciation.

Sous le mort terrain, le rocher en place est composé des roches sédimentaires des Basses-Terres du Saint-Laurent. Plus précisément, le rocher composé de mudstone calcaireux recoupé de lits de shale fait partie du groupe Sainte-Rosalie de la formation de Stoney Point.

Du point de vue de la géologie structurale, le site est situé à quelques kilomètres à l'est de la faille normale de Tracy Brooke, laquelle a une orientation nord-sud, et à quelques kilomètres à l'ouest d'axes de plis, également orientés nord-sud.

La figure 3.4 suivante illustre une interprétation de la géologie régionale basée sur les investigations géotechniques complétées dans le cadre de l'étude de faisabilité.

On note entre autres les éléments suivants :

- On retrouve en bordure de la rivière, le dépôt fin et argileux d'eau profonde (argile, en bleu pâle);
- On retrouve en rivière des dépôts d'alluvions plus récents (dépôts sableux, en jaune);
- Un dépôt de till (en vert) surplombe le roc (en rouge), et devient plus épais en rivière, alors que le profil du roc plonge vers celle-ci.

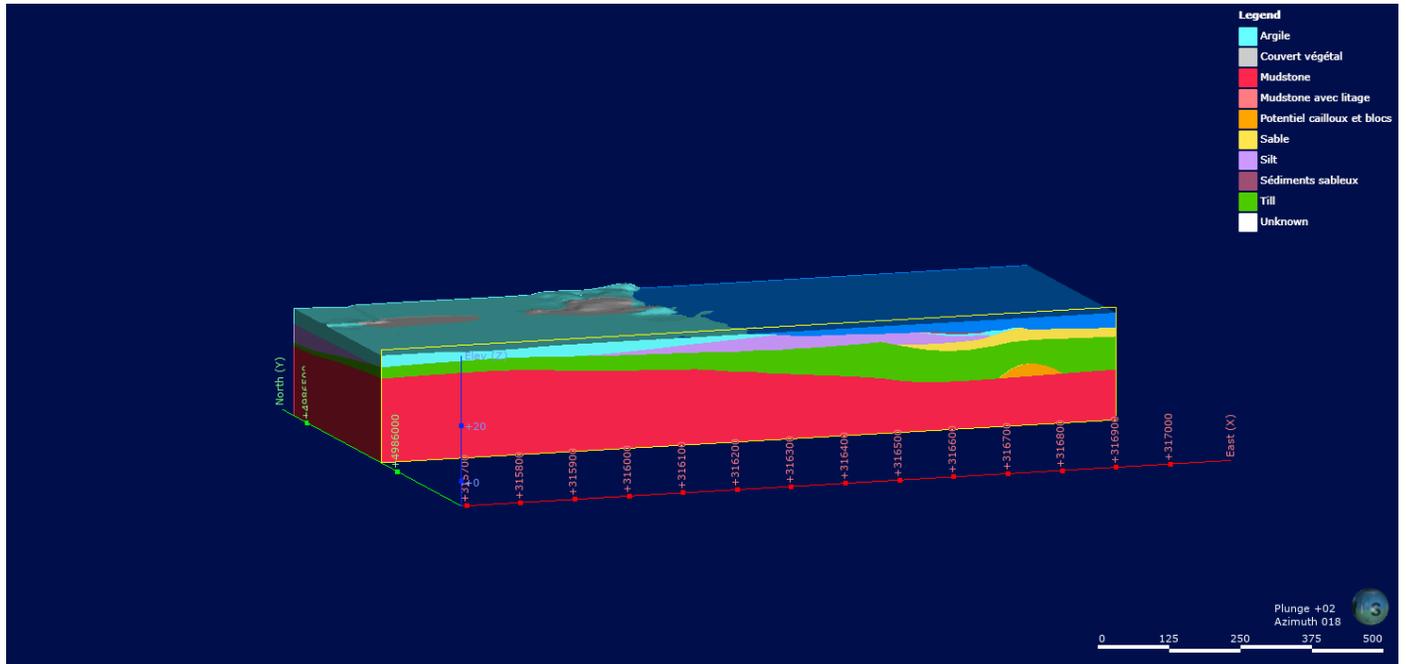


Figure 3.4 *Modèle géologique basé sur les investigations géotechniques – noter que la coupe montrée ne concorde pas nécessairement avec l'alignement du forage dirigé, mais représente plutôt une vue sommaire du modèle et des unités stratigraphiques identifiées*

## 3.5.2 Conditions stratigraphiques

### 3.5.2.1 Mort terrain

La séquence stratigraphique observée au sein du mort terrain et sous la portion terrestre de l'alignement est relativement constante, et consiste en la succession des unités suivantes :

- Des sols argileux de consistance raide et d'une épaisseur variée, généralement entre 4 m et 7 m.
- Des sols silteux sur environ 2 m à 3 m d'épaisseur, contenant des proportions variables de sable et d'argile, et généralement saturés et de compacité lâche à très lâche, la présence de méthane a également été observée sporadiquement dans cette unité lors des forages.
- Un dépôt de till grossier, d'environ 2 m d'épaisseur (mais pouvant atteindre plus de 6 m d'épaisseur) et composé de proportions variables de sable, de silt et de gravier, contenant également des cailloux et blocs par endroits, et de compacité dense à très dense.

Dans la portion en rivière de l'alignement, la stratigraphie des sols est plus complexe :

- Les sols argileux sont moins présents, alors que les sédiments rencontrés en surface sont principalement de nature silto-sableuse et de compacité très lâche.
- On retrouve à l'occasion des dépôts de sable et de gravier propres d'épaisseur variables et considérés compacts, dont l'épaisseur et l'étendue semblent variables et discontinues.
- Puis sous-jacent aux alluvions plus récentes, le dépôt de till décrit précédemment est à nouveau rencontré, également susceptible de contenir des cailloux et des blocs, localement en proportions significatives.

### 3.5.2.2 Rocher

Le profil du roc en place est relativement constant à environ 10 m de profondeur, mais montrant des chutes assez drastiques jusqu'à 20 m de profondeur, particulièrement à mi-chemin de l'alignement et au-delà de l'extrémité est/sud de l'alignement.

Le rocher en place se compose d'alternance de lits de mudstone calcareux gris et massif, de calcaires argileux gris foncé, et de shale gris foncé, plus fissile.

Il s'agit d'une roche intacte de forte résistance, avec une résistance en compression pouvant dépasser 140 MPa et une résistance en traction de l'ordre de 15 MPa, mais relativement peu abrasive.

De façon générale, le massif rocheux est de bonne à excellente qualité, montrant un litage subhorizontal.

Par endroits, des zones de roc fracturé, combiné à un litage incliné, suggèrent une déformation du rocher à divers endroits le long du tracé. L'étendue de ces zones de roc perturbé, potentiellement associé à des failles secondaires dans l'axe de la rivière et parallèles à la faille de Tracy-Brooke, semble limitée autant latéralement qu'en profondeur (voir figure 3.5).

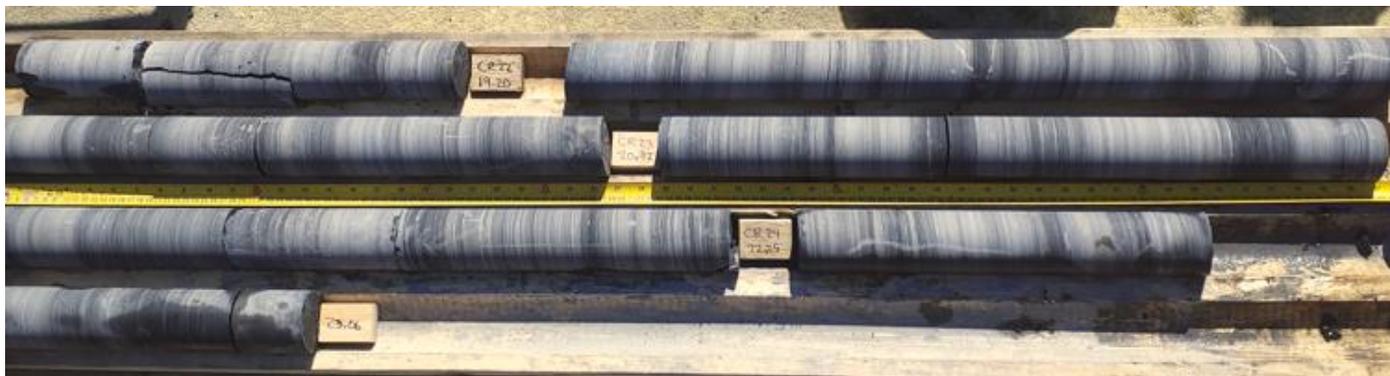


Figure 3.5 Rocher typique

## 3.6 Critères techniques par rapport au câble sous-marin

Les critères techniques suivants ont été définis par Hydro-Québec afin de satisfaire les exigences du projet :

- Le câble sous-marin est un câble de 140 mm de diamètre comportant chacun une âme ronde en cuivre d'environ 2 500 mm<sup>2</sup>, une isolation en polymère de type XLPE (polyéthylène réticulé) et une gaine externe étanche. Le diamètre extérieur est approximativement de 140 mm et son poids est d'environ 54 kg/m.
- Les forces de tirage des câbles acceptables limitent à environ 1 km la longueur du forage dirigé.

- Les conduits en polyéthylène ou en acier sont acceptables pour accueillir les câbles.
- Le fabricant demande d'installer du côté américain un conduit de ce type : HDPE. 12" DR9 dont les spécifications sont : épaisseur 1.417" (35,99 mm), diamètre interne 9,746" (247,54 mm).
- Le tracé du forage doit être orienté de manière à se rendre le plus près de la frontière possible afin de diminuer la longueur de câble ensouillé dans la rivière.

## 4. Méthodes sans tranchées

### 4.1 Identification des méthodes

Afin de compléter l'installation des câbles entre les terres agricoles à l'ouest de la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain et la rivière Richelieu, six méthodes d'installation sans tranchées ont été identifiées pour analyse de faisabilité technique :

- Le forage à la tarière.
- Le forage directionnel horizontal (FDH).
- Le forage par poussée ou par percussion.
- Le micro-tunnelier.
- Le Direct Pipe (système hybride de micro-tunnelier et de forage dirigé).

Chacune de ces méthodes est décrite ci-dessous.

#### 4.1.1 Forage à la tarière

Le forage à la tarière est une méthode d'installation qui consiste à simultanément « véliner » le tubage pendant que des tarières hélicoïdales rotatives à l'intérieur du tubage sont utilisées pour enlever les déblais. Une tête est attachée à la tarière et peut faire saillie juste devant, au ras du sol ou à l'intérieur du tubage, selon les exigences du projet.

Des vérins hydrauliques situés sur la foreuse fournissent la poussée pour avancer le tubage dans le sol. Les tarières rotatives transportent les déblais à l'arrière du tubage pour qu'ils soient enlevés par un godet à déblais, une excavatrice ou un convoyeur. Ses tracés sont généralement courts (200 m au maximum) et ne peuvent être installés qu'en ligne droite.

Les forages à la tarière sont idéaux pour traverser des routes très fréquentées ou de petites zones écologiquement sensibles.

Le forage à la tarière n'est pas efficace dans des sols sablonneux ou dans des endroits où il y a une nappe phréatique élevée. Dans de tels cas, le forage à la tarière peut être remplacé par le forage en poussée ou par percussion.

#### 4.1.2 Forage directionnel horizontal

Le forage directionnel horizontal (FDH) est une méthode d'installation sans tranchées de pipelines, de câbles et de conduits de services souterrains afin de minimiser les perturbations de l'environnement, de préserver la surface du sol et de minimiser les effets potentiels sur l'environnement ainsi que sur les infrastructures existantes (c'est-à-dire les services publics).

Le FDH implique l'utilisation d'une foreuse et des accessoires associés pour forer le long de la trajectoire de forage choisie et aléser jusqu'au diamètre requis.

Le forage directionnel est un processus en trois étapes :

1. La première étape consiste à forer un trou pilote de petit diamètre jusqu'à un puits de réception qui définit l'alignement horizontal et vertical.
2. La deuxième étape consiste à pré-aléser le trou pilote et à l'élargir à une taille suffisante pour installer les lignes ou les conduits en toute sécurité. Un alésoir est retiré et mis en rotation tout en pompant le fluide de forage afin de couper et d'éliminer les solides pour agrandir le trou.
3. L'étape finale est le tirage des conduits dans le trou pré-alésé. Au préalable, la préparation des conduits se fait comme suit : le conduit est mis sur des rouleaux et chaque segment de conduit est soudé au suivant avec un équipement de fusion spécialisé. Une fois les conduits assemblés, ils sont tirés dans le trou de forage.

Tout au long du forage, les déblais sont extraits de la cavité de forage à l'aide d'un fluide de transport ou boue (mélange d'eau et de bentonite). Ce fluide est également utile pour stabiliser la cavité forée. En cours de forage, le fluide et les déblais de forage sont dirigés vers des équipements qui permettent de récupérer la bentonite pour la réutiliser. Les boues sont entreposées dans des réservoirs étanches; elles sont d'abord analysées, pour être ensuite envoyées vers un site d'élimination approprié.

Ce procédé convient à une grande variété de sols, notamment l'argile, le limon, le sable et le roc. Les conditions de sol problématiques comprennent la présence de sols granulaires grossiers, ainsi que la présence de cailloux et de blocs.

D'autres conditions souterraines qui peuvent avoir un impact sur la faisabilité du forage directionnel sont la résistance et l'abrasivité excessives de la roche en place, ainsi que la mauvaise qualité de la roche de celle-ci lorsqu'elle est fracturée.

Le forage dirigé peut être installé avec un degré de précision relativement élevé et à un coût relativement faible. La méthode peut s'adapter à de longs tracés.

### 4.1.3 Forage par poussée ou percussion

La méthode de fonçage de tuyaux par poussée ou percussion implique l'installation d'un tuyau (préfabriqué) à travers le sol. Le fonçage s'effectue d'un puits de poussage à un puits de réception.

Le puits de poussage est composé de vérins qui déplacent le tuyau et contrôlent son alignement et sa pente.

Pendant le processus d'exécution, le vérin hydraulique utilise la puissance de poussée pour faire avancer le tuyau dans le sol, ce sol faisant ensuite office de bouchon à la tête du tunnel et est retiré au fur et à mesure de l'avancement. Les vérins sont rétractés après l'installation de chaque tuyau. Cela facilite la préparation du tuyau suivant afin de pouvoir répéter la même procédure.

En alternative aux vérins hydrauliques, des marteaux pneumatiques peuvent être utilisés afin d'enfoncer les sections de tuyaux dans le sol.

Cette méthode convient aux courtes distances dans des conditions de sol appropriées. Des conditions de sol variables, les puits de réception en eau, ou encore le roc peuvent être problématiques pour cette méthode d'installation.

### 4.1.4 Micro-tunnelier

Le micro-tunnelage est un procédé qui utilise un micro-tunnelier télécommandé (MTBM), combiné à la méthode du jack-and-bore pour installer directement les tuyaux sous terre en une seule passe.

Le micro-tunnelage est une méthode de construction qui consiste à creuser un puits horizontal dans la terre à partir d'un point d'entrée à l'intérieur duquel le tunnelier est propulsé vers l'avant par des vérins hydrauliques. Un revêtement est alors installé derrière la tête du tunnelier pour stabiliser le sol excavé.

Le revêtement ainsi posé constitue un passage permettant d'installer de nouvelles infrastructures dans une grande variété de sols.

Un puits de réception est nécessaire à l'extrémité opposée de l'avancement du tunnel pour récupérer l'équipement de micro-tunnel à la fin de l'avancement.

En plus d'un système de vérins hydrauliques pour faire avancer le MTBM et le tube, les opérations de micro-tunnelage nécessitent beaucoup d'équipements sur le site de construction pour soutenir l'opération. Ce type de méthode est généralement associé à des coûts de construction élevés.

### 4.1.5 Direct pipe

La méthode de la « direct pipe » combine les avantages du micro-tunnelier et de la technologie du FDH.

En effet, en une seule étape, une canalisation préfabriquée est installée et la cavité requise pour la canalisation est creusée en même temps.

Une canalisation avec des lignes d'alimentation et de décharge est posée en surface sur des rouleaux et soudée à l'extrémité d'une machine de micro-tunnelage, puis poussée dans le trou de forage en même temps que l'excavation.

La force de poussée nécessaire est fournie par un système de vérins hydrauliques poussant le micro-tunnelier vers l'avant en même temps que le conduit.

La méthode « direct pipe » est un procédé qui minimise les risques et constitue une bonne alternative tant en présence de sols que de roc, tout en permettant des niveaux de précision élevés sur l'alignement.

L'installation en une seule étape rend le processus particulièrement rapide et efficace. Pendant l'excavation, le devant du tunnel peut être contrôlé au moyen de fluides de forage tel qu'effectué avec la méthode de forage directionnel.

## 4.2 Revue des méthodes

Les méthodes identifiées dans la section précédente sont considérées comme des technologies de construction potentielle le long du tracé proposé. Le tableau 4.1 suivant résume les avantages et les inconvénients de chaque méthode en fonction des critères de conception du présent projet :

Tableau 4.1 Revue des méthodes

Méthode	Analyse des avantages et inconvénients	Recommandation
Forage à la tarière	<p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Typiquement utilisé pour des tracés inférieurs à 200 m de longueur, trop court par rapport aux besoins du projet</li> <li>– Ne convient pas à des niveaux de nappe souterraine élevée ni à la présence de roc</li> </ul>	Méthode inadéquate pour le projet
Forage directionnel horizontal	<p><b>Avantages :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Il peut être installé avec un degré de précision relativement élevé</li> <li>– Peut s'adapter à des tracés pouvant dépasser 1 km</li> <li>– Peut-être construit dans des conditions de sols et de roc variables.</li> <li>– Seule méthode pouvant installer des conduites HDPE</li> </ul> <p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Risques de fracturation hydraulique</li> <li>– Moins bien adapté aux conditions de sols variables et particulièrement à la présence de cailloux et de blocs</li> </ul>	Méthode adéquate pour le projet

Tableau 4.1 Revue des méthodes

Méthode	Analyse des avantages et inconvénients	Recommandation
Fonçage en poussée ou percussion	<p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Typiquement utilisé pour des tracés inférieurs à 200 m de longueur, trop court par rapport aux besoins du projet</li> <li>– Le tuyau dévie s'il rencontre des obstructions</li> <li>– Inadapté à la présence de roc</li> <li>– Inadapté dans les zones saturées</li> </ul>	Méthode inadéquate pour le projet
Micro-tunnelier	<p><b>Avantages :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Contrôle précis de l'alignement et de la pente</li> <li>– Applicable dans une large variété de sols, de roc, et sous la nappe phréatique</li> </ul> <p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Risques de fracturation hydraulique</li> <li>– Le diamètre des forages exécutés en micro-tunnelier est généralement de plus de 1,2 m, soit plus grand que les diamètres attendus pour ce projet</li> <li>– Nécessite une grande surface au site de forage et un puits de sortie afin de récupérer le micro-tunnelier</li> <li>– Coûteux par rapport aux autres technologies sans tranchées</li> </ul>	Méthode inadéquate pour le projet
Direct pipe	<p><b>Avantages :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Des niveaux élevés de précision peuvent être atteints</li> <li>– Possibilité d'atteindre des tracés de plus de 1 km de longueur</li> <li>– Le tube est installé au fur et à mesure de la progression du tunnel</li> <li>– Applicable dans une large variété de sols, de roc, et sous la nappe phréatique</li> </ul> <p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Risques de fracturation hydraulique</li> <li>– Le diamètre des forages exécutés par la méthode du direct pipe est généralement de plus de 650 mm, soit plus grand que les diamètres attendus pour ce projet</li> <li>– Cette méthode est également limitatrice au niveau des matériaux des conduits insérés, alors que l'acier est généralement préconisé</li> <li>– Le coût de cette méthode est plus élevé que celui du forage dirigé</li> </ul>	Méthode inadéquate pour le projet

Le tableau suivant résume également les méthodes applicables ou non au projet, en fonction des critères techniques de base des méthodes sans tranchées correspondants à la longueur du tracé, au diamètre du conduit à installer, et de la géologie en place.

Aux fins d'évaluation, un système de pointage variant entre 0 et 5 est accordé de façon subjective, selon les références suivantes, afin de mieux documenter la prise de décision :

- 0 : la méthode ou le concept n'est pas approprié.

- 3 : la méthode ou le concept est potentiellement approprié, mais implique la gestion de défis techniques et/ou administratifs importants.
- 5 : la méthode ou le concept est le plus approprié.

Tableau 4.2 Évaluation des méthodes sans tranchées

	Tarière	Directionnel	Poussée/Percussion	Micro-tunnelier	Direct Pipe
Longueur	0	5	0	5	5
Diamètre	5	5	5	0	0
Géologie	0	3	0	3	3
Eau souterraine	0	5	0	5	5
HDPE approprié	0	5	0	0	0
Pointage	5	23	5	13	13

Ainsi, parmi les méthodes sans tranchées disponibles, le forage directionnel horizontal est le mieux adapté au projet, et permet d'atteindre les critères de performances énoncés précédemment, en plus d'être moins coûteux et plus accessibles que les méthodes de micro-tunnelier et direct pipe.

## 4.3 Critères techniques spécifiques au forage directionnel

La méthode de forage directionnel horizontal, retenue pour la réalisation du présent projet, possède certaines limitations ou critères typiques au niveau de sa conception technique :

Tableau 4.1 Critères techniques spécifiques au forage directionnel

Critère	Description
Longueur du forage directionnel	De façon générale et sans égard aux particularités du présent projet, le forage dirigé peut s'effectuer sur des distances pouvant dépasser les 2 000 m, tout dépendant du diamètre du trou de forage, des conditions géologiques en place, des rayons de courbure adoptés, et de la puissance de la foreuse utilisée.
Diamètre du trou de forage	Des forages dirigés ont été complétés jusqu'à des diamètres pouvant atteindre 1,8 m, mais cette méthode est habituellement limitée à environ 1,2 m de diamètre. De plus, le diamètre du trou de forage devrait être d'environ 1,25 à 1,5 fois le diamètre du conduit qui y sera inséré. L'espacement entre deux forages dirigés réalisés de façon parallèle est généralement d'environ 10 fois le diamètre du conduit installé.
Conditions géologiques	Le forage dirigé est adapté à une variété de conditions de sols, mais est plus favorable dans des conditions homogènes le long du tracé, et peut être plus ardu en présence de cailloux et blocs, en présence de sols granulaires lâches, en présence de conditions hydrogéologiques artésiennes, ou encore dans les sols trop lâches, alors que la géométrie du trou de forage est susceptible de changer en attendant l'insertion du conduit final.

Tableau 4.1 Critères techniques spécifiques au forage directionnel

Critère	Description
Aire de travail	Les équipements de forage dirigé et l'aménagement d'un site de forage requièrent un espace adéquat pour l'accès à de la machinerie lourde et la circulation de camions lourds. Il nécessite également de prévoir l'espace nécessaire afin d'assembler le conduit à insérer dans le trou de forage.
Alignement	À l'entrée du forage dirigé, l'angle de descente est généralement de l'ordre de 10 degrés (°), alors qu'à la sortie, l'angle est de l'ordre de 10 à 12° par rapport à l'horizontale. Au centre de l'alignement, à son point le plus profond, une couverture minimale est requise afin de mitiger les risques de fracturation hydraulique. Le long de l'alignement, des courbes dans le plan horizontal sont également possibles, dont les rayons de courbure sont davantage limités par le type de conduit inséré (acier, PEHD, PVC, etc.).

## 5. Faisabilité technique

### 5.1 Choix du site de forage

Le site de forage retenu par Hydro-Québec se situe en terre agricole, au nord du ruisseau Fairbanks, et au nord-ouest de la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain.

Une aire de travail avec des dimensions de 50 m de longueur sur 30 m de largeur sera requise dans le champ agricole afin d'y installer les équipements de forage et de gestion des boues de forages.

L'image et le croquis ci-dessous présentent les aménagements typiques de sites de forage :



L'emplacement du site de forage anticipé, en tenant compte des considérations environnementales et techniques citées aux sections suivantes, est présenté à la figure 5.1 de la page suivante.

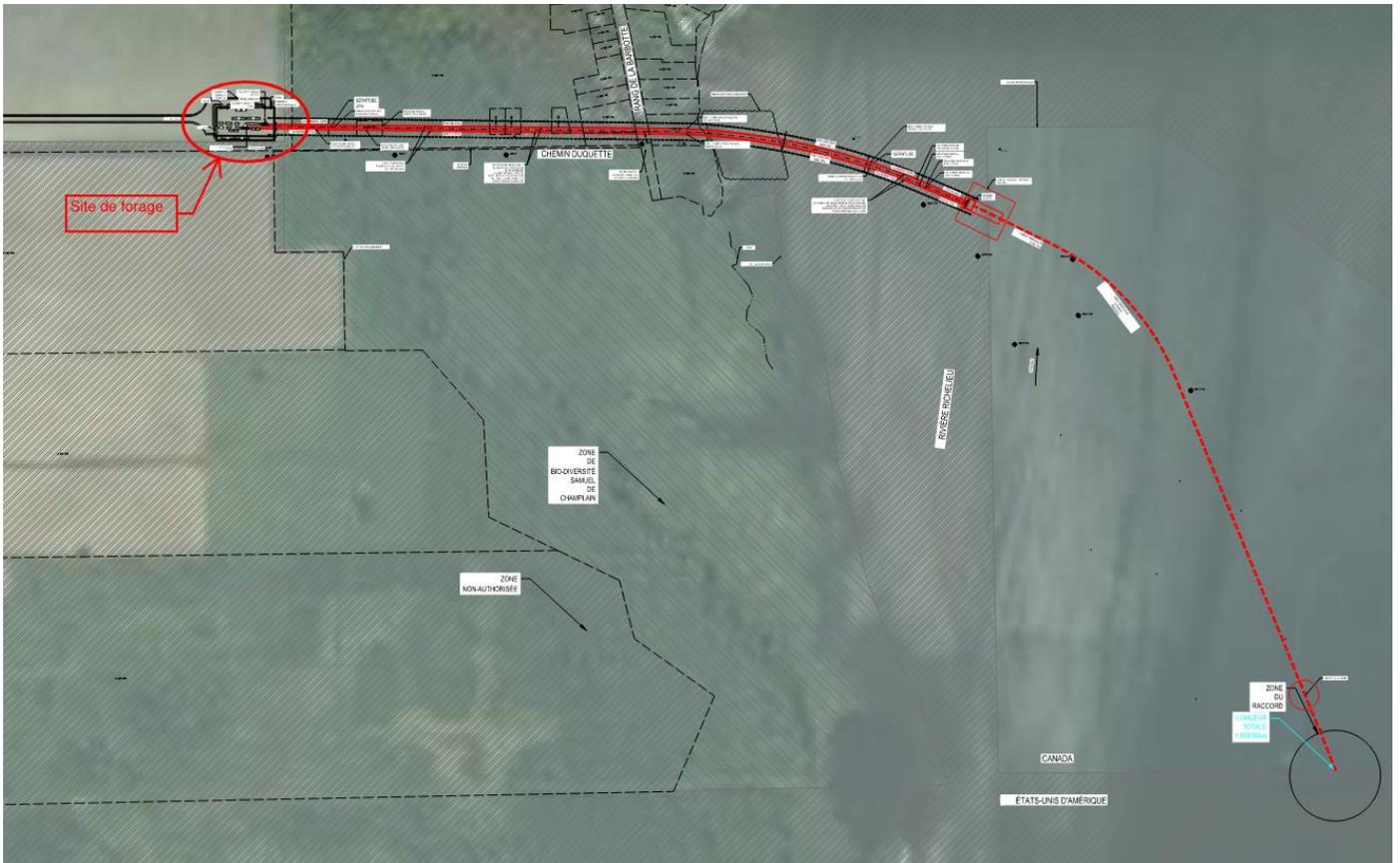


Figure 5.1 Emplacement du site de forage

## 5.1.1 Considérations environnementales

Une attention particulière doit être portée aux éléments suivants lors de la détermination du site de forage :

- Des chemins d'accès (en ayant recours à des matelas de bois, par exemple) devront être aménagés jusqu'au site de forage, et des mesures de protection seront requises afin de limiter les perturbations des terres agricoles.
- Le site de forage devra être aménagé à l'extérieur de la bande riveraine du ruisseau Fairbanks.
- Des mesures de protection contre les crues printanières et l'inondation du champ en conséquence devront être prévues afin de protéger l'aire de travail.
- Une méthode de travail permettant d'éviter des impacts potentiels sur les installations de protection du propriétaire (puits de pompage et digue) devra être mise en œuvre.

## 5.1.2 Considérations techniques

Le choix de commencer le forage directionnel au nord du ruisseau Fairbanks a principalement été établi pour des raisons techniques.

En effet, un alignement commençant au sud du ruisseau Fairbanks aurait requis une courbe composée en début de forage afin d'éviter la zone protégée de biodiversité. Une telle courbe en début de forage augmente les risques de déviation très tôt dans le tracé et augmente aussi de façon significative les difficultés d'opération en cours de forage.

De plus une courbe composée additionnelle augmente les forces de tirages requises sur les conduites lors de leur insertion, de même que sur les câbles, ce qui n'est pas particulièrement souhaitable compte tenu de la longueur du tracé anticipé à près de 1 km.

## 5.2 Choix du site d'atterrage

Le site d'atterrage sera localisé dans la rivière Richelieu, approximativement 400 m à l'est de la berge ouest de la rivière.

Une aire de travail protégée (aux moyens de barrières souples ou structurales) d'une superficie maximale de 50 m sur 50 m ainsi que des barges (à l'intérieur ou à l'extérieur de cette aire de travail) seront requises au site d'atterrage.

La figure 5.2 ci-dessous présente les aménagements typiques lors de travaux en eau à la sortie du forage directionnel, en tenant compte des considérations environnementales et techniques présentées aux sections suivantes :

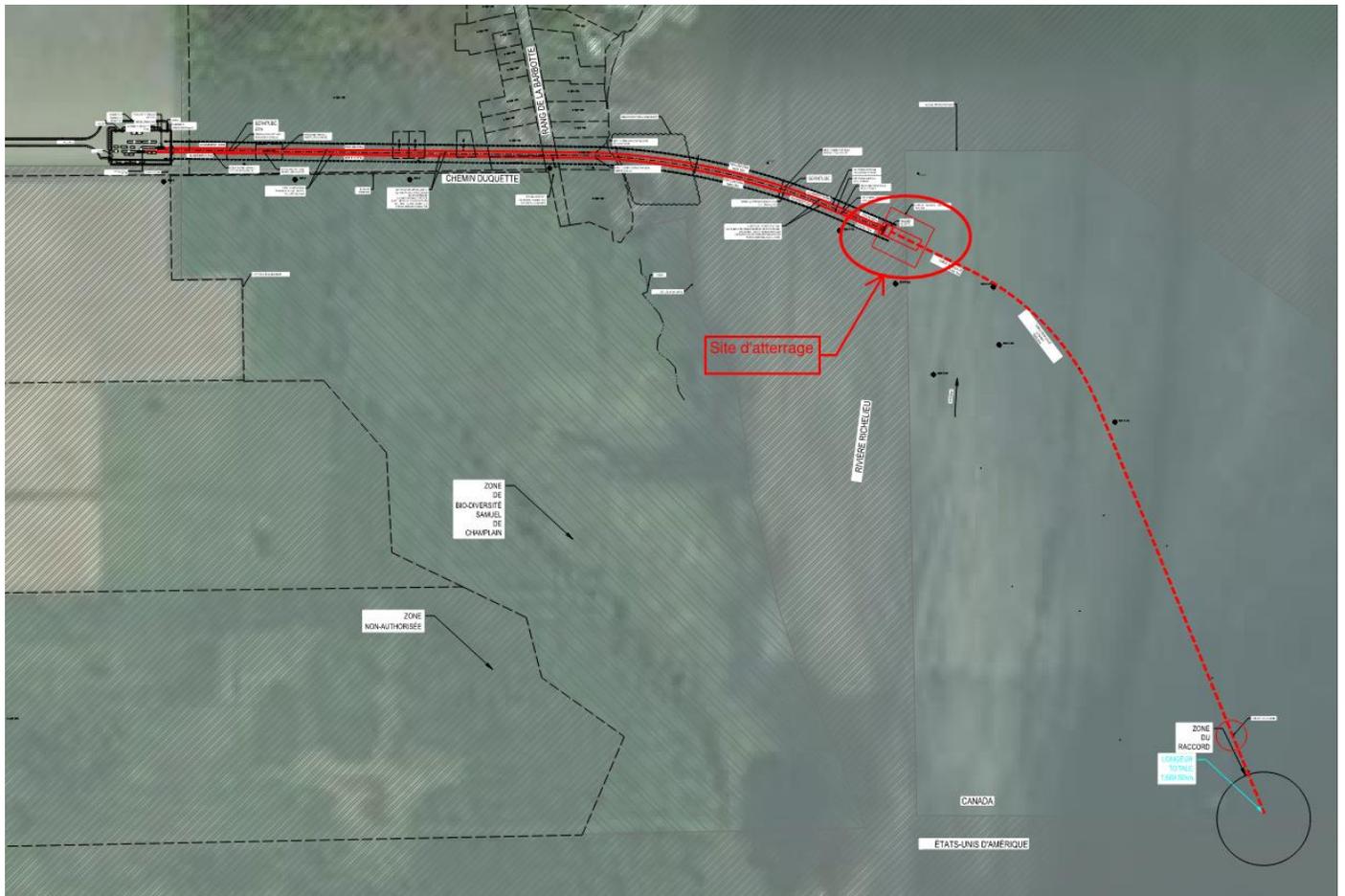


Figure 5.2 Emplacement du site d'atterrage

### 5.2.1 Considérations environnementales

Un éloignement maximal du site d'atterrage de la berge vers le centre de la rivière a été considéré afin de diminuer les impacts dans des zones définies comme d'herbières denses.

De plus, en s'éloignant le plus techniquement possible de la berge avec le forage dirigé, la longueur d'ensouillage est minimisée, impactant le moins possible l'environnement aquatique le long du câble sous-marin.

L'emplacement du site d'atterrage doit également être situé à l'extérieur de la zone aquatique de la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain.

## 5.2.2 Considérations techniques

Malgré la présence d'herbiers denses et les objectifs de s'éloigner autant que possible de la berge de la rivière Richelieu afin d'atteindre des eaux plus profondes, le site d'atterrage pour la sortie du forage directionnel dans la rivière a été déterminé en fonction des résultats des investigations géotechniques réalisées en eau.

Les critères techniques ayant contribué à la sélection de cet emplacement sont, entre autres, les suivants :

- **Les conditions stratigraphiques** : Les conditions stratigraphiques rencontrées à proximité de la sortie du forage directionnel sont variables. En effet, le profil du roc, relativement constant sous la partie terrestre de l'alignement, plonge subitement vers l'est une fois sous la partie en rivière du tracé.

Ainsi, un profil de roc plus profond combiné à une bathymétrie relativement plane entraîne des épaisseurs de mort terrain plus importantes. Comme indiqué précédemment, le mort terrain rencontré en fond de rivière, au contact du roc, est constitué d'un dépôt de till dense, contenant des cailloux et des blocs en proportion parfois importants. De telles conditions s'avèrent problématiques pour le forage directionnel, particulièrement à la fin du parcours du forage dirigé, alors que les efforts en poussée deviennent de moins en moins efficaces. Ainsi, de telles conditions stratigraphiques mettent en péril le succès du forage directionnel lui-même.

De ce fait, il est important de prévoir la sortie du forage directionnel dans un secteur où le rocher est encore relativement peu profond, tout en se positionnant le plus loin possible de la berge. Un rocher moins profond entraîne une longueur de forage en mort terrain moins importante en rivière, ce qui réduit également les risques de fracturation hydraulique en rivière, alors que la résistance aux pressions de forage est moins importante dans les sols qu'au sein du rocher.

La figure 5.3 suivante illustre les conditions stratigraphiques à la sortie du forage dirigé expliquées ci-dessus :

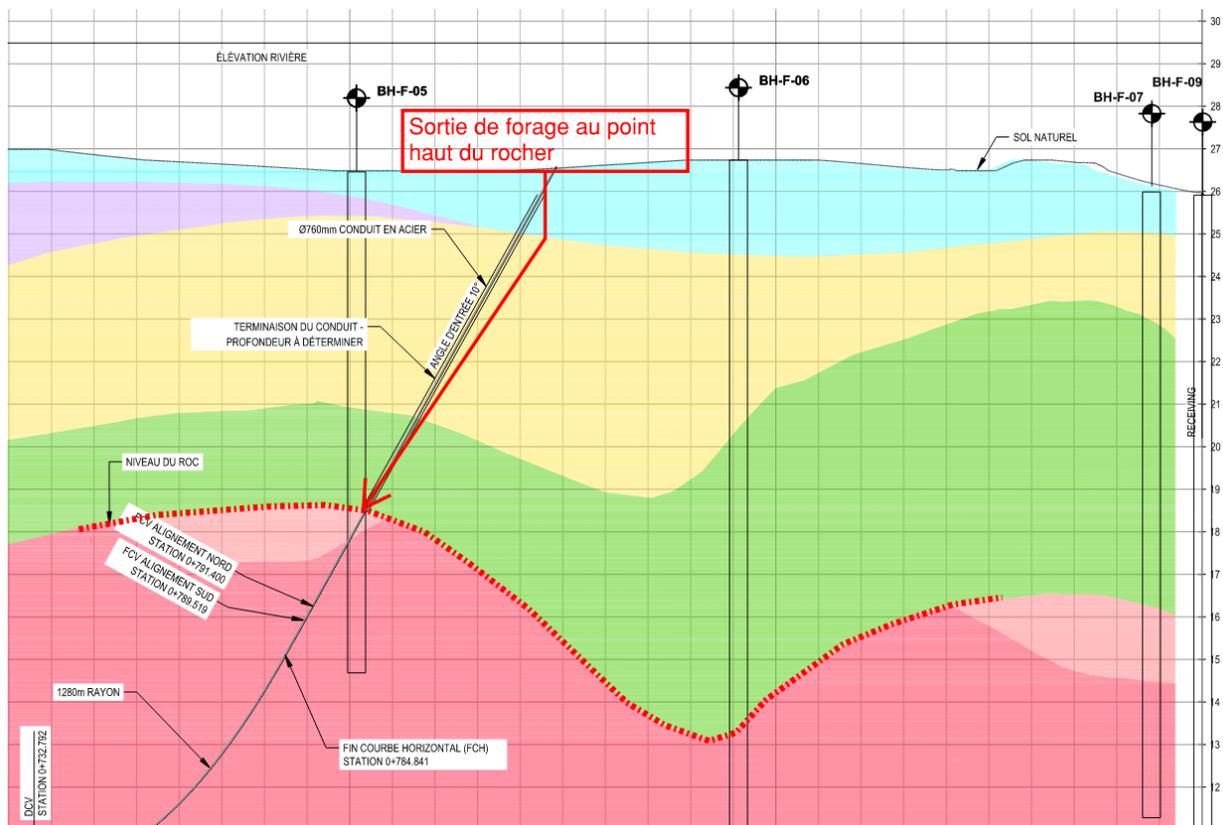


Figure 5.3 Conditions stratigraphiques au site d'atterrage

- **La bathymétrie** : Afin de mitiger les impacts d'une fracturation hydraulique accidentelle ou encore afin de limiter les impacts reliés à la réalisation de travaux en eau, la zone de travail à la sortie du forage directionnel a été sélectionnée afin de cibler une bathymétrie relativement constante, permettant une mise en place sans difficulté de rideaux de turbidité autour de la zone de travail (également discuté à la section 5.5).  
La bathymétrie doit également être telle que l'épaisseur de la colonne d'eau à l'endroit du site d'atterrissage soit suffisante pour permettre la navigation des barges requises à la mobilisation des équipements prévus pour les travaux (grue, etc.), soit un minimum d'environ 2 m d'eau.
- **La longueur totale du forage** : De manière générale, la longueur totale du forage dirigé est limitée à une longueur maximale de 1 000 m, étant donné qu'une longueur supérieure à 1 000 m augmenterait de façon importante les risques d'échec dus aux forces de tirage nécessaires pour insérer les câbles en plus des efforts de l'équipement de forage, à la perte de précision et à l'augmentation de pressions de boues de forages. Il s'agit également de la longueur maximale permise afin de respecter les critères de forces de tirage sur les câbles, en tenant compte également des courbes le long du tracé.

## 5.3 Forage directionnel

### 5.3.1 Alignement horizontal

L'alignement horizontal du tracé du forage directionnel est principalement fixé par l'emplacement du site de forage et du site d'atterrissage, tout en évitant un alignement passant sous la réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain.

Les courbes horizontales alors requises pour y arriver sont déterminées par les contraintes géométriques applicables aux matériaux des conduits et d'équipements de forage, tout en visant à limiter les forces de tirages nécessaires sur le conduit et les câbles.

### 5.3.2 Alignement vertical

L'alignement vertical du forage dirigé est principalement fixé par les conditions stratigraphiques et par le couvert de sol minimal requis au-dessus du conduit installé.

Il est généralement recommandé de forer dans des conditions géologiques relativement stables / homogènes, afin de faciliter les opérations de forages.

La relativement faible profondeur du roc près du site de forage, sa variation le long du tracé et la couverture de sol généralement souhaitée au-dessus du conduit afin de limiter les risques de fracturation hydraulique ne permettent pas un alignement au sein du mort terrain.

Ainsi, l'alignement vertical propose de compléter le forage dans le roc le plus rapidement possible et être dans les dépôts meubles seulement à l'entrée et à la sortie du forage.

Forer au sein du rocher plutôt que dans le mort terrain réduit considérablement les risques de fracturation hydraulique particulièrement, compte tenu de la longueur de forage prévu.

La profondeur de l'alignement au sein du rocher a ensuite été établie de façon à obtenir un alignement aussi linéaire que possible, tout en permettant un parcours au sein du rocher de bonne qualité, évitant autant que possible les zones de roc fracturé, et tenant compte des variations du profil du roc le long du tracé. La figure 5.4 suivante montre le profil de roc, les zones fracturées, et la profondeur d'alignement sélectionné en conséquence :



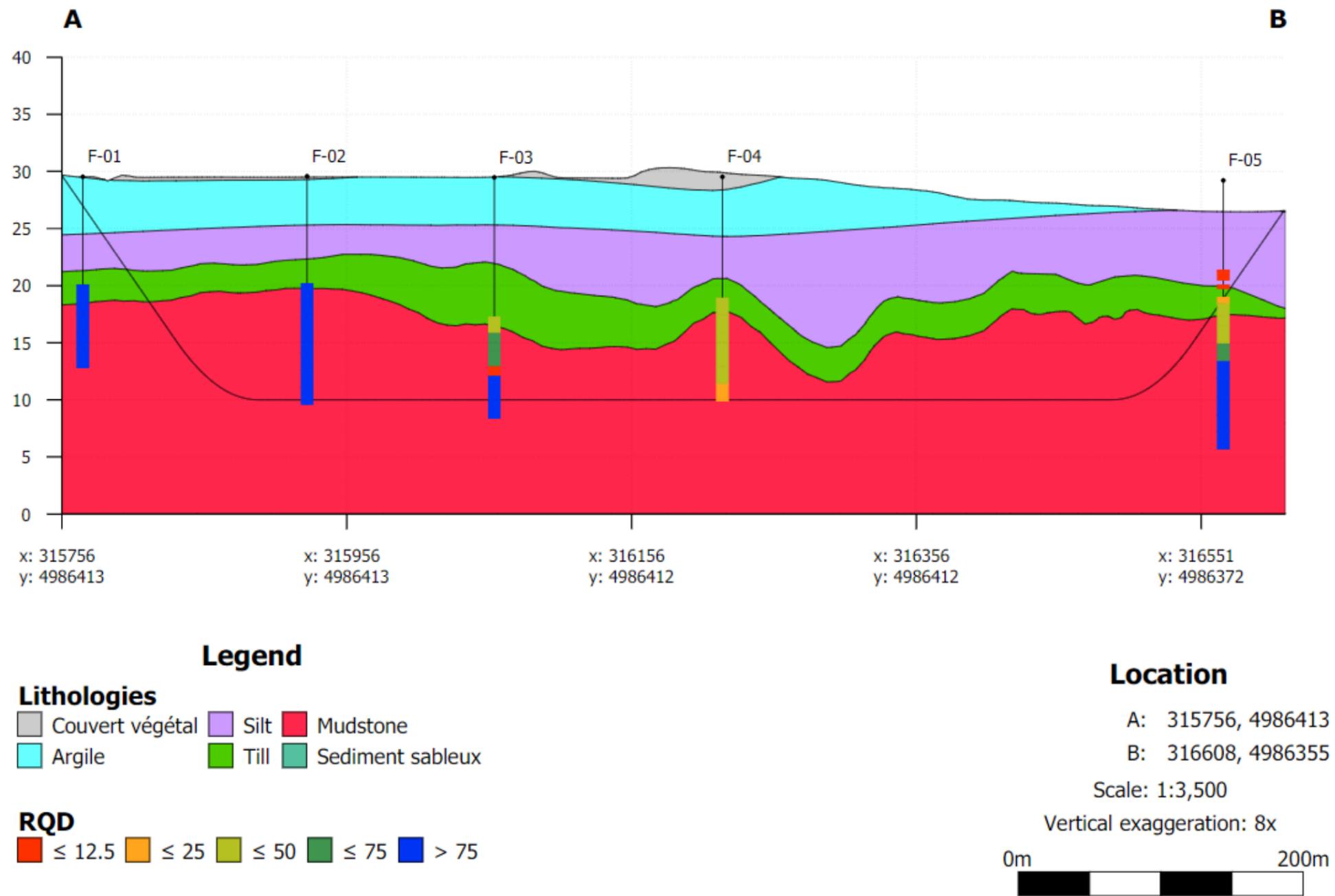


Figure 5.4 Conditions stratigraphiques au site d'atterrage basé sur le modèle Leapfrog – Les valeurs RQD indiquées réfèrent à un indice de qualité du roc (« Roc Quality Designation ») obtenu lors des forages.



De plus un angle d'entrée et de sortie de 10° permet de faciliter le tirage des câbles, et les rayons de courbure sont également déterminés par les contraintes géométriques applicables aux matériaux des conduits et aux équipements de forage ainsi que pour limiter les forces de tirages nécessaires.

### 5.3.3 Tolérances thermiques et alignements parallèles

Il est proposé de compléter deux forages l'un à côté de l'autre, afin de permettre de satisfaire les tolérances thermiques applicables et ainsi d'éviter l'échauffement des câbles.

Il aurait été possible de réaliser un forage de plus gros diamètre afin d'insérer les deux câbles dans le même conduit, mais l'espacement requis afin d'éviter l'échauffement des câbles engendrerait des risques additionnels reliés à la constructibilité du forage directionnel :

- Des espaceurs et des centreurs seraient requis pour maintenir une distance appropriée entre les câbles.
- Une méthode de travail spécifique afin que la configuration des conduits et des câbles demeure constante serait nécessaire.
- Le diamètre du forage directionnel serait plus important, posant davantage de risque au niveau des délais et échéanciers, compte tenu de la dureté du roc et de la période hivernale problématique en eau.
- L'utilisation d'un coulis cimentaire thermique spécifique serait requise, auquel un contrôle de la qualité assurant une mise en place adéquate et une dissipation de la chaleur efficace aurait été difficile à réaliser et démontrer.

Basé sur l'analyse thermique effectuée par Hydro-Québec, aucun fluide ne serait nécessaire pour favoriser le transfert de température entre le câble et la conduite ainsi que la conduite et le sol en ayant un forage distinct pour chacun des câbles. Cet aspect sera revérifié lors de la conception finale, dans le cadre de la phase d'ingénierie détaillée.

Cependant, il est à noter que des coulis de remplissage / colmatage pourraient être ajoutés afin d'améliorer les transferts de température, favoriser le tirage des conduits et des câbles ainsi que de respecter les critères de résistivité thermique comme indiqué sur les dessins de conception détaillée et/ou spécifications.

Ainsi, les forages seront réalisés parallèles l'un à l'autre. Afin d'éviter les risques de contact entre les deux forages lors des opérations, de diminuer les risques de fracturation hydraulique entre les forages et d'éviter les interférences sur les systèmes de guidage :

- prévoir une distance minimale de 3 m entre les deux forages au site de forage et au site d'atterrage;
- augmenter cette distance jusqu'à 15 m au fur à mesure que le forage progresse pour finalement se rapprocher une fois la dernière courbe complétée;
- prévoir un corridor maximal de 20 m de largeur afin de permettre de la flexibilité au foreur tout en s'assurant de respecter les contraintes d'occupations mentionnées précédemment.

### 5.3.4 Géométrie du forage et type de conduit

#### 5.3.4.1 Diamètre du forage

Tel que mentionné à la section précédente, un forage est prévu par câble, pour un total de deux forages directionnels.

Compte tenu du diamètre des câbles prévus et de la possibilité qu'un câble de fibre optique soit également joint dans l'un des conduits, le diamètre minimal des conduits requis est estimé à 300 mm. Le diamètre final sélectionné devra également tenir compte de la tête de tirage des équipements prévus pour insérer les câbles dans les conduits.

De cette façon, le diamètre minimal requis de chaque forage directionnel sera de 450 mm.

Ce diamètre de forage est adéquat pour une longueur totale de tracé inférieure à 1 000 m.



Figure 5.5 Concept de méthode de travail pour la fusion et l'installation des conduites en PEHD

### 5.3.4.3 Forces de tirage

Les forces de tirage sont impactées par les alignements horizontal et vertical du tracé ainsi que par le type de conduites et de câbles.

Une analyse des forces de tirage sur les câbles ainsi que sur les conduites de PEHD a été complétée afin de s'assurer que les câbles et les conduits peuvent être tirés selon les tolérances de chacun.

## 5.4 Sortie en eau

La mise en suspension de sédiments dans l'eau pendant les activités de construction prévues au site d'atterrage pourra être réduite en utilisant des barrières physiques autour de la sortie du forage directionnel et des travaux associés.

Les barrières couramment utilisées pour réduire la propagation des sédiments et des contaminants comprennent les barrières flexibles comme les rideaux ou écrans de turbidité, ou les barrières structurales comme les batardeaux, souvent construits en palplanches.

Ces deux catégories de barrières sont abordées ci-dessous.

### 5.4.1 Rideaux et écrans de turbidité (barrières flexibles)

Les rideaux de turbidité et les écrans de turbidité sont des barrières flexibles qui pendent de la surface de l'eau. Les deux systèmes utilisent une série de flotteurs en surface et une chaîne de ballast ou des ancrs le long du fond marin.

Les flotteurs peuvent être disposés sous la forme d'une bordure rectangulaire.

Les rideaux de turbidité sont faits de matériaux imperméables, comme du nylon enduit, et ils redirigent principalement l'écoulement autour de la zone de dragage. En revanche, les filtres à turbidité sont fabriqués à partir de tissus géotextiles synthétiques, qui permettent à l'eau de s'écouler, mais retiennent une grande partie des solides en suspension.

Deux couches de rideaux de turbidité ou une combinaison d'un rideau de turbidité et d'un écran de turbidité peuvent convenir lorsque les conditions du site exigent un transport minimal de sédiments en suspension.

Deux types de déploiements sont également possibles :

- Les déploiements **en profondeur partielle**, qui s'étendent normalement de la surface à une profondeur déterminée, ont pour effet de contenir les sédiments remis en suspension et de réduire l'étalement dans la partie supérieure de la colonne d'eau; toutefois, les matériaux remis en suspension sont libres de se déplacer sous le rideau partiel.
- Un déploiement **à pleine profondeur** agira pour contenir davantage et empêcher l'étalement, et limitera davantage le mouvement des sédiments remis en suspension. Cependant, il existe des rejets potentiels lors des déploiements à pleine profondeur en raison de l'inefficacité des joints le long du fond, des fluctuations de la marée, les vagues induites par la circulation nautique, etc. La hauteur du rideau au-dessus du lit de sédiments peut être ajustée à l'aide de lignes d'enroulement fixées à intervalles réguliers le long du rideau. Il est important de noter que même avec un confinement efficace, il peut en résulter une augmentation des concentrations de solides en suspension dans la zone de confinement du rideau, qui peut être libéré lorsque le rideau est déplacé ou retiré pendant la démobilitation.

Les rideaux de turbidité peuvent également être utilisés pour protéger des zones spécifiques (par exemple, un habitat sensible, des prises d'eau ou des zones de loisirs) de la contamination par les sédiments en suspension. Protéger la zone sensible avec des rideaux plutôt que d'enfermer la zone de travail peut permettre d'obtenir la protection requise avec un impact moindre sur les travaux.

Voici les facteurs clés à considérer dans la sélection, la conception et le déploiement des rideaux de turbidité :

- Pratiquement, les rideaux de turbidité ne sont pas très efficaces à des vitesses de courant élevées > 0,6 – 1,5 mètres/seconde.
- L'efficacité est influencée par la quantité et le type de solides en suspension, la méthode d'amarrage et les caractéristiques du rideau.
- L'efficacité d'un rideau de turbidité est principalement déterminée par les conditions hydrodynamiques du site et cette efficacité peut être réduite en raison de forts courants, de vents forts, de changements de niveaux d'eau, de la hauteur excessive des vagues (y compris le sillage des navires), de la dérive de la glace et des débris, du mouvement de l'équipement dans ou hors de la zone du rideau.
- En général, les rideaux de turbidité sont plus efficaces dans des eaux relativement peu profondes et calmes. À mesure que la profondeur de l'eau augmente et que la turbulence causée par les courants et les vagues s'accroît, il devient de plus en plus difficile d'isoler efficacement l'opération de construction de l'eau ambiante.
- La façon dont le rideau est retiré et le moment où il est retiré a également une incidence sur l'efficacité réelle du rideau. Les rideaux peuvent recueillir des sédiments fins à leur surface ou dans les plis qui se forment près du fond dans les zones de marée. Ces matériaux peuvent ensuite être libérés lorsque le rideau est retiré.

Le recours à des rideaux de turbidité pourrait convenir au présent projet pour les raisons suivantes :

- Les faibles vitesses de courant de la rivière permettent une mise en œuvre efficace des rideaux de turbidité.
- La profondeur relativement faible de l'eau et la bathymétrie relativement constante dans la zone de travail permettent également une mise en œuvre efficace des rideaux de turbidité.
- Les rideaux déployés à pleine profondeur peuvent être utilisés avec des lignes d'enroulement afin que la longueur du rideau puisse être ajustée si nécessaire à la bathymétrie et qu'ils puissent confiner les fluides de forage (plus lourds que l'eau de la rivière) en cas de fuite accidentelle.

La figure 5.6 suivante présente un concept typique d'installations de rideau de turbidité déployé à pleine profondeur :

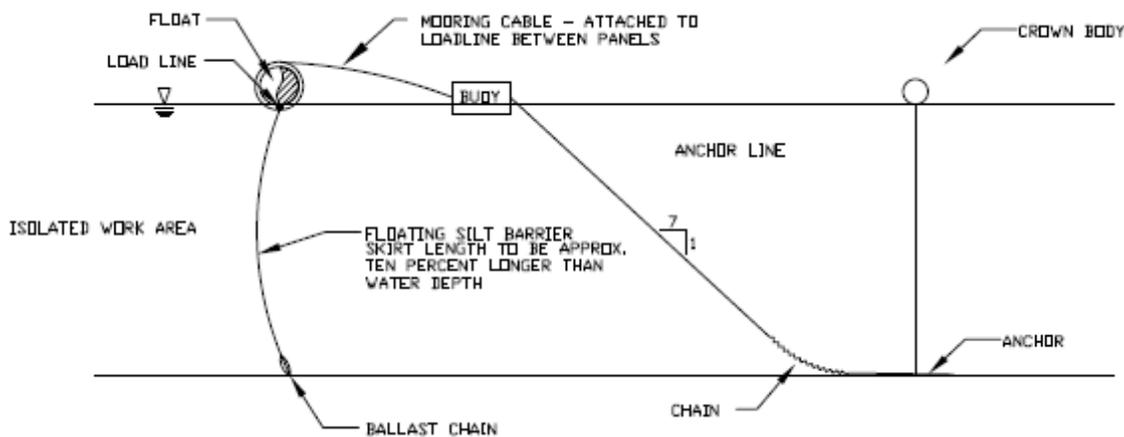


Figure 5.6 Concept du type de rideaux de turbidité utilisé pour la sortie en eau

## 5.4.2 Barrières structurales

Les barrières structurales, telles que les batardeaux en palplanches, sont le plus souvent utilisées lorsque les travaux sont réalisés en eau en présence de vitesses de courant élevées.

Elles sont particulièrement envisagées lorsqu'il est nécessaire de contenir des sédiments remis en suspension qui contiennent des contaminants très mobiles, très toxiques ou bio-accumulatifs, et lorsqu'il n'est pas certain qu'un rideau de turbidité soit efficace.

Dans l'ensemble, les batardeaux sont plus susceptibles d'assurer un confinement fiable des sédiments remis en suspension que les écrans ou les rideaux de turbidité, mais ils doivent tenir compte des considérations suivantes :

- Leur coût est nettement plus élevé que celui des rideaux de turbidité et ses limites technologiques sont différentes.
- Si l'eau est retirée d'un côté du mur, il y a des effets de charge hydraulique des variations de niveau d'eau à l'intérieur et à l'extérieur de ces murs et cela peut entraîner des problèmes de sécurité.
- Il existe un risque accru d'affouillement autour de l'extérieur de la zone de confinement et de remise en suspension pendant la mise en place et le retrait de ces structures.
- Il peut y avoir des impacts sur le calendrier du projet étant donné le temps requis pour la mobilisation des équipements requis à l'installation/enlèvement des barrières, le temps d'installation lui-même de ces structures et la complexité de coordonner ceux-ci avec les autres activités du projet (l'ensouillage, par exemple).
- L'évaluation des enceintes de confinement rigides, comme les enceintes de palplanches, nécessite une conception technique. Les éléments à prendre en compte dans cette conception comprennent les caractéristiques géotechniques du profil sédimentaire le long de l'alignement proposé de l'enceinte, la proximité du substratum rocheux, la charge hydraulique potentielle agissant sur l'enceinte (y compris les charges résultant de la fluctuation des marées ou des événements de débit élevé), les forces de la glace (si les enceintes doivent être laissées en place pendant les mois d'hiver), etc.
- La mise en place et l'enlèvement de barrières structurales comme les palplanches d'un batardeau perturbent davantage le fond marin et le milieu aquatique adjacent que la mise en place de rideaux de turbidité.

## 5.5 Échéancier

### 5.5.1 Hypothèses

Les hypothèses suivantes ont été posées en vue de développer un échéancier préliminaire des travaux :

- Un quart de travail par jour;
- Une équipe par jour;
- Le quart de travail moyen est de 10 heures;
- Une réunion de santé et sécurité de 1 heure par jour est prévue;
- Un taux d'avancement moyen pour le trou pilote de 4 m/h;
- Six jours de travail par semaine;
- Trois jours de temps perdu ou attente pendant le trou pilote;
- Un taux d'avancement moyen pour l'alésage de 2,5 m/h;
- Deux jours de temps perdu ou attente pendant l'alésage;
- Un passage de nettoyage après l'alésage de trois jours;
- Un taux d'avancement moyen pour le perçage final de 1,5 m/h;
- Deux forages avec une longueur totale de chacun de 850 m.

Rappelons, comme indiqué aux critères de conception, que certaines périodes de l'année ne sont pas jugées optimales pour les travaux en eau, correspondant à la période hivernale. Soulignons également que la période de crue est susceptible d'avoir un impact sur les travaux, tant sur terre (inondations) que sur l'eau (courants plus forts). Ces périodes de contraintes sont illustrées à la figure 5.7.

De plus, rappelons que la fin de l'insertion des conduites dans les forages doit permettre d'y insérer les câbles à l'automne 2024.

## 5.5.2 Description des scénarios analysés

Étant donné qu'il a été retenu que deux forages directionnels seront réalisés, deux scénarios sont possibles : soit les forages seront réalisés un à la suite de l'autre, soit ils seront réalisés simultanément (en partie, du moins). Ces deux scénarios sont décrits plus en détail aux sous-sections et figures suivantes.

Il est à noter que l'échéancier réel des travaux proposés par les entrepreneurs pourra différer des scénarios présentés. En effet, des modifications aux quarts de travail (comme effectuer un certain nombre de quarts de nuit ou ajuster les divers moments de mobilisation, par exemple) pourraient permettre des séquences différentes et des durées de travaux plus courtes, permettant d'obtenir plus de flexibilité au niveau des délais et de la date de fins des travaux pour l'automne 2024.

### 5.5.2.1 Forages réalisés simultanément

Ce scénario, s'étalant sur environ 5 mois et plus court en termes de durée totale que le second scénario analysé, inclut la réalisation des deux forages dirigés simultanément. Un certain décalage dans le début des forages sera toutefois nécessaire, en fonction des équipements disponibles ou encore afin d'éviter les conflits/interférence entre les systèmes de guidage des deux forages.

Un exemple de l'échéancier pour ce type de séquence est présenté à la figure 5.8.

Cette séquence de réalisation peut être analysée selon divers moments de début des travaux :

#### – Travaux réalisés en 2023 :

Cette fenêtre de travaux aurait sans doute le moins d'impact sur l'environnement, les travaux en eau étant réalisés principalement en période automnale. Toutefois, en prévoyant un début des travaux de forage en août 2023, tel qu'anticipé en fonction des délais requis pour l'obtention des diverses autorisations, cet échéancier implique de terminer les travaux en conditions hivernales. En effet, les activités déborderaient en décembre, voire même en janvier 2024.

Un tel échéancier s'avère risqué dans une perspective de constructibilité, compte tenu des difficultés anticipées dans de telles conditions, reliées autant au niveau du chauffage des équipements et des boues de forage, qu'aux conditions d'accès de la zone de travail en rivière à maintenir, des conditions d'assemblage de la conduite de PEHD et de sa flottaison vers le site d'atterrage et de son insertion.

#### – Travaux débutés au printemps 2024 :

Les travaux de forage pourraient débuter tôt en 2024, auquel cas une préparation des accès en terres agricoles devra être effectuée à l'automne précédent et des mesures de protection contre les crues seront requises.

Ceci entraînerait ainsi la présence de travaux en eau (passage final et insertion) au cours de la période estivale.

Un tel échéancier permettra toutefois de réaliser les travaux dans des conditions de travail plus optimales, tout en permettant de terminer les travaux à temps pour l'automne 2024.

#### – Travaux débutés à l'été 2024 :

Les travaux de forage pourraient aussi débuter plus tard au printemps, au début de la période estivale, pour se terminer, en eau, à l'automne 2024.

Ayant moins d'impact sur les milieux aquatiques, cette alternative est toutefois plus risquée, étant donné qu'aucune contingence par rapport à des problématiques d'exécution et délais à l'échéancier ne serait disponible afin de compléter les forages à temps pour le tirage des câbles.

### 5.5.2.2 Forages réalisés l'un à la suite de l'autre

Ce scénario implique que la durée des travaux, en opération, est plus du double que le scénario antérieur.

Un exemple de l'échéancier pour ce type de séquence est présenté à la figure 5.9.

Cette séquence de réalisation peut être analysée selon diverses configurations :

– **Travaux débutés en 2024 :**

La durée des travaux, malgré une mobilisation tôt en 2024, ne permettrait pas d'exécuter les travaux en effectuant les forages l'un à la suite de l'autre, à temps pour l'automne 2024. En effet, avec une mobilisation même en janvier 2024, les travaux seraient terminés au cours du mois d'octobre 2024, ne laissant aucune contingence pour exécuter les travaux à temps pour l'insertion des câbles.

Pour y arriver, des travaux de nuit ou encore des propositions d'optimisations des opérations par les entrepreneurs spécialisés seraient requis.

Ainsi, pour un tel scénario, un début des travaux de forage en 2023 a aussi été considéré.

– **Travaux débutés en 2023 :**

Comme indiqué pour le scénario précédent, la période de construction possible en 2023 est serrée, même pour la réalisation d'un seul forage.

En débutant, selon la même hypothèse, les travaux de forage en août 2023, ceux-ci pourraient se prolonger jusqu'en décembre, voire même janvier 2024 si des délais d'exécution survenaient en cours de travaux.

Ainsi, les mêmes risques et difficultés anticipées et décrites à la section précédente demeurent des enjeux dans la présente configuration.

Par la suite, le second forage serait réalisé en 2024, et les moments d'interventions aux milieux aquatique ou littoral seront les mêmes que décrits au scénario précédent (présents dans le littoral au printemps, en période de crue, présence en été, ou encore à l'automne, selon le cas). Un début des travaux tôt en 2024 serait alors favorisé afin d'exécuter les travaux à temps pour l'automne 2024.

On note que réaliser les forages l'un à la suite de l'autre représente des défis de logistique importants, nécessitant entre autres deux mobilisations (une en 2023 et l'autre en 2024), tout en s'exposant à des risques de constructibilité en conditions hivernales, et ne permet pas nécessairement de se donner plus de flexibilité quant à la date de fins des travaux.

Un tel scénario serait uniquement envisagé s'il était imposé par les limites de l'industrie (disponibilité limitée et/ou absence d'intérêt des firmes qualifiées capables de faire les forages simultanément, par exemple).



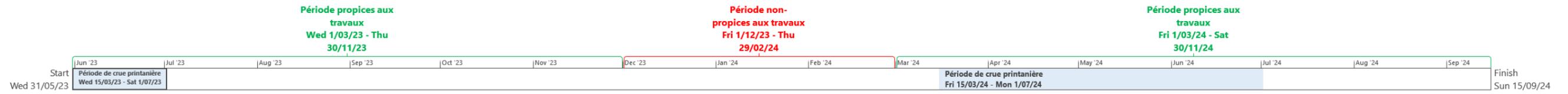


Figure 5.7 Résumé des périodes propices et non propices aux travaux et ayant un impact sur l'échéancier

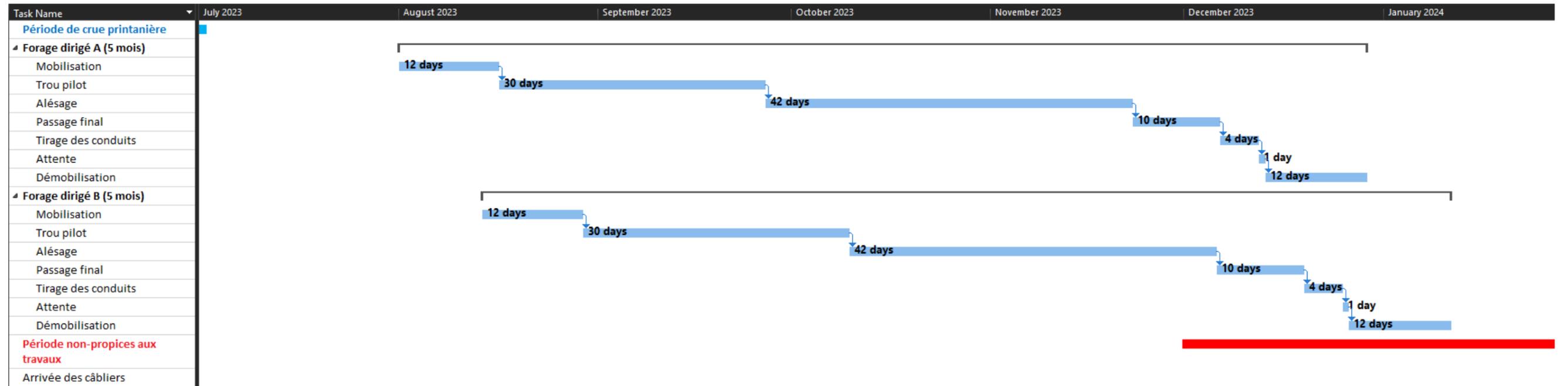


Figure 5.8 Exemple d'échéancier pour deux forages complétés simultanément

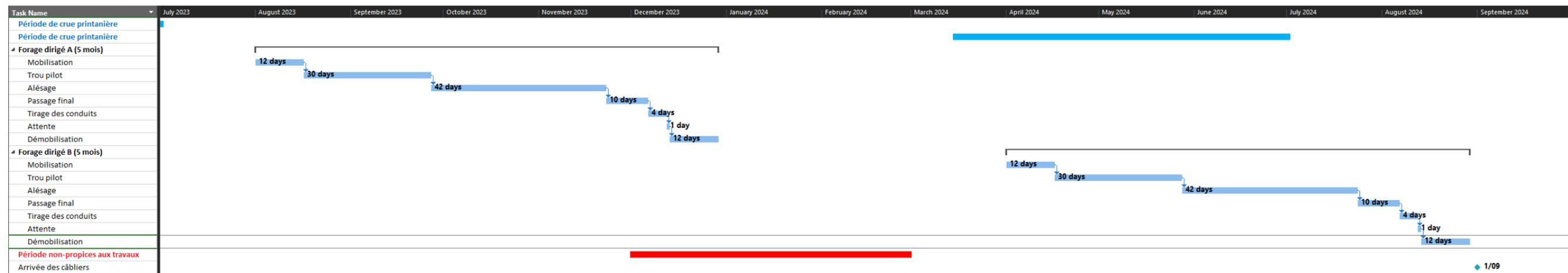


Figure 5.9 Exemple d'échéancier pour deux forages complétés l'un à la suite de l'autre



## 6. Conclusion et recommandations

L'étude de faisabilité a permis d'évaluer la méthode d'excavation sans tranchées la plus adaptée à la réalisation du présent projet, c'est-à-dire le forage directionnel horizontal.

Le tableau suivant résume l'analyse de faisabilité du concept retenu vis-à-vis divers critères typiquement évalués dans l'industrie en prévision d'installation de conduits par des méthodes sans tranchées. L'évaluation de la méthode en fonction de ces critères ayant été pondérés comme suit:

- Adaptée (5).
- Présente des risques faciles à mitiger (3).
- Des méthodes de travail spécifiques sont requises pour mitiger les risques identifiés (1).

Cette analyse découle des vérifications techniques qui ont été effectuées afin d'assurer d'élaborer un concept répondant aux exigences du projet tout en respectant les limites techniques de la méthode sélectionnée et en tenant compte des conditions géologiques propres au site à l'étude.



Tableau 6.1 Résumé de l'étude de faisabilité

Critères	Paramètres typiques	Évaluation	Commentaires
Aire de travail et d'assemblage	Propriété adéquate	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Le site de forage est suffisamment grand pour accueillir les équipements.</li> <li>– Le site de forage est situé en terres agricoles cultivées.</li> <li>– Un site d'assemblage distinct sera requis compte tenu de l'absence d'accès à la rivière à partir du site de forage.</li> </ul>
	Recours à des accès privés et/ou limitatifs pour les atteindre	3	Le site de forage et d'assemblage est privé et détenu par des propriétaires distincts.
	Expropriations ou autorisations requises	3	Des ententes et/ou servitudes sont requises aux sites de forage et d'assemblage.
Sécurité	Est-ce que les travaux nécessitent l'accès à la tête de forage	5	Aucun accès à la tête de forage pour le FDH, assurant la sécurité des travailleurs.
	Est-ce que des matières dangereuses ou gaz sont présents	3	Présence de méthane sous la couche d'argile silteuse à la partie terrestre du forage.
Corridor de l'alignement	Risques d'affecter des structures critiques ou sensibles (voie ferrée, routes, services souterrains)	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Absence de structures sensibles au-dessus du tracé et la méthode de FDH est adaptée pour limiter les déformations.</li> <li>– Porter une attention aux installations de protection de crues à proximité du site de forage.</li> <li>– Une traverse d'une voie ferrée du CN est requise pour accéder au site de forage, valider les autorisations requises et la nécessité de la présence d'un signaleur.</li> </ul>
Constructibilité	Existe-t-il des risques de construction importants	1	La longueur du tracé et la sortie en eau posent des défis techniques à considérer dans les méthodes de travail.
	Est-ce que d'éventuels tassements ou gonflements sont critiques	5	Absence de structures sensibles au-dessus du tracé.
	Est-ce que le projet peut être réalisé dans les heures normales de travail	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Un horaire compressé pourrait être requis pour respecter l'échéancier, mais pas exceptionnel pour l'industrie.</li> <li>– Le tirage des conduits devra toutefois être effectué en continu.</li> </ul>
	Est-ce que la qualité de l'air, vibrations et bruits peuvent être mesurés?	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La méthode utilisée n'aura pas d'impact sur la qualité de l'air.</li> <li>– Les vibrations induites par le forage seront inférieures aux limites acceptables aux règles de l'Art et seront adressées aux plans et devis du projet.</li> <li>– Des écrans acoustiques seront aménagés afin de limiter la propagation du bruit.</li> </ul>
	Est-ce que des obstructions sont anticipées le long du tracé	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Roc de très forte résistance et cailloux et blocs anticipés le long de l'alignement au sein du dépôt de till, lequel sera traversé à l'entrée et à la sortie du forage dirigé.</li> </ul>

Tableau 6.1 Résumé de l'étude de faisabilité

Critères	Paramètres typiques	Évaluation	Commentaires
Coordination avec d'autres corps de métier	Est-ce que le projet doit être coordonné avec différentes étapes du projet et différents sous-traitants	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le site de forage nécessitera un aménagement particulier en terres agricoles afin d'en assurer la protection et la pérennité.</li> <li>Le site d'atterrage fera l'objet de travaux maritimes et sera soumis à l'interaction des méthodes de forage et d'ensouillage des câbles.</li> </ul>
Autorisations / Permis	Est-ce possible d'obtenir les autorisations et permis à temps pour le projet	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'échéancier soumis est serré compte tenu des délais attendus pour l'obtention des autorisations vs l'avancement des travaux d'ingénierie.</li> </ul>
Échéancier	Est-ce que l'échéancier de projet peut être respecté	3	L'échéancier soumis est serré.
Personnel	Est-ce que les entrepreneurs locaux peuvent fournir de la main-d'œuvre qualifiée	3	Les entrepreneurs locaux qualifiés sont limités.
Équipement	Est-ce que les équipements spécialisés requis pour les travaux sont disponibles	3	Les entrepreneurs locaux qualifiés sont limités.
Matériaux	Est-ce que des matériaux ou produits spécialisés sont requis pour les travaux	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les équipements locaux sont limités.</li> <li>Des délais affectent actuellement les chaînes d'approvisionnement de plusieurs types de matériaux.</li> </ul>
Circulation	Est-ce que le projet inclut le maintien de circulation	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestion de circulation mineure.</li> <li>Considérée de courte durée lors de la mise à l'eau, et espace restreint en eau pour la circulation nautique, principalement des plaisanciers.</li> </ul>
Emprunte carbone	Est-ce que l'emprunte carbone est importante pour le client	5	Transport et disposition de boues relativement limités compte tenu de l'envergure des travaux prévus.
Conditions hydrogéologiques	Est-ce que le projet risque de modifier les conditions d'eau souterraine	5	Un alignement au sein du roc avec de la boue de forage n'affectera pas les conditions hydrogéologiques.
Protection de l'environnement	Est-ce que le projet est situé dans un milieu sensible	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Site de forage à proximité de la bande riveraine du ruisseau Fairbanks et dans le littoral de la rivière Richelieu.</li> <li>Site d'atterrage situé dans la rivière Richelieu, dans une zone d'herbiers denses.</li> <li>Corridor longeant ou à proximité de milieux sensibles et/ou protégés (c.-à-d. réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain).</li> </ul>
Eau de surface	Est-ce que le projet aura un impact sur les cours d'eau de surface	1	Le ruisseau Fairbanks et la rivière Richelieu devront être protégés lors des travaux au moyen de mesures de mitigation.

Tableau 6.1 Résumé de l'étude de faisabilité

Critères	Paramètres typiques	Évaluation	Commentaires
Milieux protégés ou sensibles	Est-ce que les travaux vont engendrer des pertes d'habitats naturels	3	Se référer à l'étude d'impact pour les détails, mais les aires de travail représente principalement des empiètements temporaires.
	Est-ce que les travaux vont engendrer des pertes d'espèces menacées	3	Se référer à l'étude d'impact pour les détails, mais des espèces menacées ou vulnérables sont susceptibles de se retrouver à proximité des travaux.
Impact sur les bâtiments voisins	Est-ce que l'accès à des résidences privées ou installations récréatives sera interrompu	5	Le site de forage est situé en terre agricole cultivée, mais aucune entrave à la résidence de prévue.
	Est-ce que l'accès à des entreprises privées ou installations institutionnelles sera interrompu	5	Aucune entreprise ou institution publique affectée.
Vibrations	Impact possible sur les structures adjacentes	5	Aucune vibration attendue.
Bruit	Impact du bruit sur les communautés avoisinantes	3	Les conditions suivantes sont assujetties à un programme de compensation : 1. Situation réunissant les conditions suivantes : – Milieu où le bruit initial est inférieur à 45 dBA – Travaux de forage qui : pourraient affecter le sommeil, donc ayant lieu la nuit, ou s'échelonnent sur deux nuits consécutives ou plus de trois nuits au cours d'une même semaine (7 jours). 2. Le bruit anticipé (après application des mesures d'atténuation en chantier) est égal ou supérieur à 55 dBA à l'extérieur immédiat de la résidence.
Tassement	Impact de tassements sur les structures adjacentes	5	Aucune structure sensible au-dessus du tracé.
Circulation	Fermeture de voie permanente requise	3	Aucune fermeture de voie permanente requise, mais l'occupation de la rivière Richelieu.
	Est-ce que la fermeture requise est d'une durée acceptable	5	Fermeture de courte durée lors de la mise à l'eau.
Trottoirs	Est-ce qu'un réaménagement piétonnier est requis pour le projet	5	Aucun réaménagement anticipé.

Tableau 6.1 Résumé de l'étude de faisabilité

Critères	Paramètres typiques	Évaluation	Commentaires
Services souterrains	Est-ce que le déplacement ou la protection de services souterrains existants est requis	5	Aucune infrastructure civile affectée. Le drainage agricole et les installations de pompage et ouvrages de retenue existants (digue) présents près du site de forage seront à protéger.
Impact financier	Est-ce que le coût du projet est acceptable	5	La méthode de forage dirigé est avantageuse par rapport au micro-tunnelier ou au « direct pipe ». Le budget des travaux estimé par Hydro-Québec est cohérent avec les coûts de construction attendus.
	Est-ce que des frais d'opération et de maintenance doivent être considérés	5	Les frais d'opération et de maintenance sont pris en charge et connus par Hydro-Québec.

La réalisation d'un projet d'une telle envergure présente tout de même un certain nombre de risques et de défis techniques, lesquels peuvent être mitigés au moyen de méthodes de travail prescrites aux spécifications du projet ou encore à l'établissement de critères de performance.

Entre autres, les sujets suivants devraient être traités spécifiquement à la phase d'ingénierie détaillée du projet :

- Il est recommandé de faire appel à la méthode d'alésage en poussée, afin d'éviter la présence d'équipements de forage et la gestion de boues de forage en rivière, limiter l'envergure des équipements prévus en eau, et limiter la durée des travaux en eau et limiter la durée au cours de laquelle le forage directionnel sera en communication directe avec la rivière, cette méthode est décrite à la Note technique, Méthodes de construction préparée par GHD et datée du 6 juin 2022.
- Entre autres, lors de l'alésage en poussée, interrompre le profil du forage au sein du roc (incluant le trou pilote), afin de forer le forage à son plein diamètre avant de prévoir la séquence de sortie en rivière, afin de limiter les risques de fracturation hydraulique et limiter les pertes de boues.
- Les boues de forages devront circuler dans un système fermé pendant les travaux et seront éventuellement disposées hors site.
- Faire appel à un système de guidage approprié à l'ordonnement des travaux et adapté à la réalisation de deux alignements parallèles, particulièrement si les forages sont réalisés en même temps.
- Faire appel à une gaine (ou toute autre solution alternative) à l'entrée et à la sortie de l'alignement, afin de limiter les pertes de boues en rivière et d'assurer un colmatage adéquat du trou de forage.
- Compte tenu de la présence de méthane confinée sous les sols argileux dans la partie terrestre du tracé, prévoir les mesures de concentrations de gaz nécessaires à assurer la sécurité des travailleurs et prévoir les mesures de contrôle et de mitigation en vue de leur gestion en présence de concentrations toxiques ou dangereuses.
- Tenir compte que la longueur totale du câble entre le site de forage et la frontière canado-américaine dépasse la limite de 1 700 m initialement prescrits comme critère de conception, ainsi une jonction en rivière est requise, affectant la section ensouillée du câble sous-marin, et peut avoir un impact sur l'échéancier du projet de forage directionnel.
- Il existe un dénivelé marginal entre le site de forage (plus particulièrement la baie de jonction adjacente qui y est prévue) et le niveau de la rivière Richelieu (particulièrement en période de crues), il sera nécessaire de prévoir un colmatage permanent du forage et du conduit afin d'éviter un lien hydraulique direct entre la baie de jonction et la rivière une fois les travaux complétés, et ainsi éviter un écoulement d'eau vers les terres agricoles. Des mesures de mitigation temporaires spécifiques pourraient aussi être requises entre la fin de l'insertion des conduits et le tirage des câbles à l'intérieur de ceux-ci.

Il est également à noter qu'une coordination devra être prévue entre la réalisation du forage directionnel et les éléments suivants du projet :

- L'accès au site de forage nécessitera une préparation de site qui tiendra compte des sols argileux de faible portance en place (matelas de bois, etc.).
- Une mise à l'eau sécuritaire et tenant compte de l'occupation du territoire devra être prévue pour les équipements requis en eau.
- L'assemblage et la mise à l'eau de la conduite de PEHD nécessitent également une vérification des accès, permis et autorisation en fonction de l'occupation du territoire.
- Le détail de la jonction entre les parties souterraine et sous-marine (ensouillée) du câble et un partage des tâches devra être défini pour assurer une insertion du câble sécuritaire et efficace, cette interaction peut également faire l'objet d'une analyse afin d'établir un partage des tâches appropriées d'un point de vue contractuel des différents corps de métier présents ainsi qu'en fonction du séquençage des travaux.

Dans un tel contexte, il est recommandé de se référer à l'exemple de registre de risque préliminaire applicable au projet, joint en annexe, lequel devra être soumis la phase d'ingénierie détaillée et mis à jour en collaboration avec l'entrepreneur sélectionné pour les travaux afin d'encadrer les méthodes de travail aux enjeux techniques et environnementaux soulevés dans la présente étude de faisabilité, et afin d'y intégrer les aspects de coordination entre les différents aspects du projet, particulièrement aux jonctions avec le câble souterrain et la partie ensouillée du câble sous-marin.

Soulignons également la pertinence de procéder à un processus de préqualification des fournisseurs afin de s'assurer que les entrepreneurs en forage directionnel invités à déposer une proposition de services en vue de la réalisation de ce projet possèdent effectivement les équipements, l'expérience et les compétences requises pour le faire avec succès, et ce, en fonction des défis et contraintes identifiées dans le cadre de la présente étude de faisabilité.

## **6.1 Portée et limitations**

*Ce rapport a été préparé pour Hydro-Québec et peut être utilisé uniquement par Hydro-Québec. GHD décline toute autre responsabilité envers toute autre personne que Hydro-Québec découlant du présent rapport. GHD exclut aussi les garanties et conditions implicites, dans la mesure permise par la loi.*

*Les services rendus par GHD dans le cadre de la préparation du présent rapport se limitent à ceux qui y sont précisément décrits et sont assujettis aux limitations de la portée établie dans le rapport.*

*Les opinions, conclusions et recommandations fournies dans ce rapport sont basées sur les conditions rencontrées et sur les informations examinées à la date de la préparation du rapport. GHD n'a aucune responsabilité ni obligation de mettre à jour ce rapport pour tenir compte d'événements ou de changements survenant après la date à laquelle le rapport a été préparé.*

*Les opinions, conclusions et recommandations fournies dans le présent rapport sont basées sur les hypothèses formulées par GHD et décrites dans ce dernier. GHD décline toute responsabilité découlant de l'inexactitude de l'une ou l'autre de ces hypothèses.*

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction.

# **Annexes**

# **Annexe A**

**Registre de risques – protection de  
l'environnement**

**12562183**  
**Hydro-Québec/Hertel – Projet d'électrification par FHD**  
**Registre des risques de haut niveau des travaux de FDH**

Un registre des risques de haut niveau a été comptabilisé pour le projet d'électrification d'Hydro-Québec/Hertel dans la rivière Richelieu (Québec, Canada). Ce registre aborde les principaux risques pouvant affecter le projet en tant que tel, l'environnement et la sécurité. La méthode d'évaluation utilisée a servi à déterminer le niveau de chacun des risques, puis à en établir l'ordre de priorité en fonction de sa probabilité et de sa gravité, et de classer les risques dans diverses catégories. L'entrepreneur sélectionné pour réaliser les travaux de forage devra fournir un registre de risques complet avec les mesures d'atténuation.

Numéro	Risque	Classification de risque			Mesures d'atténuation	Classification des risques réduits		
		P	G	R		P	G	R
1	Personnel et équipement entrant dans la réserve écologique naturelle	2	2	4	Installer des clôtures et barricades autour du site	1	3	3
					Indiquer clairement les limites du site	1	3	3
					Concevoir le site pour qu'il soit éloigné des réserves écologiques naturelles	1	3	3
2	Rejet de fluide de forage dans l'environnement de la rivière lors du forage à la sortie	2	2	4	Réduire le débit de la pompe à fluide de forage à mesure que le sol devient mou	2	1	2
					Évaluer l'utilisation d'un fluide de forage de remplacement (bouchon de trou)	1	2	2
					Contenir et retirer le fluide de forage (ex. rideaux de turbidité, tranchée de contrôle, gaine)	1	2	2
					Surveillance des pressions annulaires	1	2	2
3	Défaillance de l'équipement de forage en fond de trou	2	2	4	Vérifier tout l'équipement de forage avant de l'introduire dans le trou	1	2	2
					Aller vérifier l'état de l'équipement après le nombre d'heures prescrit par le fabricant ou le fournisseur	1	2	2
					Surveiller et consigner les forces de forage afin de s'assurer qu'elles respectent les tolérances de l'équipement	1	2	2
					S'assurer que la teneur en sable du fluide de forage est minimisée pour réduire l'usure par abrasion	1	2	2
					Pêcher l'équipement perdu dans le trou	2	2	4
4	Accumulation de déblais dans le trou de forage coincant l'équipement dans le trou	2	2	4	Comparer le volume de déblais retirés de la foreuse directionnelle horizontale par rapport au volume foré	1	2	2
					Nommer un ingénieur spécialisé en boue chargé des fluides de forage	1	2	2
					Surveiller en temps réel la pression annulaire en fond de trou pour identifier les restrictions dans l'anneau du trou de forage et déclencher des mesures correctives au besoin	1	2	2
5	Conduit en PEHD bloqué lors du retrait	2	2	4	Nettoyer les trous avant le retrait	1	2	2
					Surveiller les forces d'installation	1	2	2
					Respecter la limite de traction sécuritaire	1	2	2
6	Fuite du fluide de forage à la surface pendant le forage pilote (ou risque de fracturation hydraulique)	2	2	4	S'assurer que la conception prévoit une profondeur sous la surface suffisante selon les conditions de sol prévues	1	2	2
					Surveillance des pressions annulaires	2	2	4
					Surveiller les retours et les volumes de fluide de forage et signaler un nettoyage inadéquat des trous, le cas échéant	2	2	4
					S'assurer que le fluide de forage a une viscosité et des propriétés suffisantes selon le sol foré et la taille de coupe générée	2	2	4
					Réaliser un relevé topographique pour déterminer le risque de pertes latérales de fluide dans les réserves écologiques naturelles	1	2	2
					Prévoir un point d'arrêt du trou de guidage qui tient compte des conditions de sol relevées pendant le forage pilote	2	2	4
					Disposer sur place de colmatant pour sceller les fuites	2	2	4
7	Effondrement de blocs de granit depuis le toit du trou de forage	2	2	4	S'assurer que l'équipement de forage est capable de dégager les blocs effondrés (surfaçage de renfort et protection de jauge à l'arrière)	2	2	4
					Faire appel à la géophysique pour identifier les failles/cisaillements	2	2	4
					S'assurer que le FDH est conçu pour forer spécifiquement dans les conditions de sol prévues	2	2	4
					Injecter du coulis dans les zones instables du trou de forage	1	2	2
8	Délestage de l'équipement de fond de trou pendant l'alsage arrière en raison d'un couple d'appoints insuffisant appliqué aux raccords sur la barge, le bateau de travail ou la plate-forme	2	2	4	Avoir du personnel compétent sur la barge ou le bateau de travail pour effectuer des raccords de tuyauterie/d'assemblage	1	2	2
					Appliquer une technique de forage qui maintient un couple constant et évite les vrilles excessives	2	2	2
					Utiliser une nacelle pour aider à aligner les tiges de forage	1	2	2
					Avoir un dispositif de dévissage hydraulique installé sur la barge ou le bateau de travail.	1	2	2
9	Fuite du fluide de forage à la surface pendant l'alsage avant (ou risque de fracturation hydraulique)	2	2	4	Surveiller les retours et les volumes de fluide de forage et signaler un nettoyage inadéquat des trous, le cas échéant	2	2	4
					Surveillance des pressions annulaires	1	2	2
					S'assurer que le fluide de forage a une viscosité et des propriétés suffisantes selon le sol foré et la taille de coupe générée	2	2	4
					Arrêter le forage du trou pilote dans du sol approprié, avant le point de sortie, et seulement reprendre le forage pour sortir lorsque l'alsage à ce point est terminé	1	2	2
					Disposer sur place de colmatant pour sceller toute fuite	2	2	4
					Injecter du coulis au besoin	1	2	2
10	L'alsage avant ne suit pas le trou de guidage	2	2	4	Utiliser des tiges de plomb suffisamment longues devant le stabilisateur	1	2	2
					Utiliser un outil passif sur les tiges de plomb (p. ex. <i>bull nose</i> )	1	2	2
					Surveiller les forces de forage pendant l'alsage avant et les comparer avec le taux de pénétration du trou pilote	1	2	2
					Au besoin, aller examiner le trou	1	2	2
11	Endommagement du conduit en PEHD lors du retrait	2	2	4	S'assurer que la conception permet d'éviter les conditions de sol inadaptées, si possible	1	2	2
					Effectuer un nettoyage adéquat avant les opérations de retrait	1	2	2
					Surveiller les forces pendant les opérations de retrait	1	2	2

**12562183**  
**Hydro-Québec/Hertel – Projet d'électrification par FHD**  
**Registre des risques de haut niveau des travaux de FDH**

Un registre des risques de haut niveau a été comptabilisé pour le projet d'électrification d'Hydro-Québec/Hertel dans la rivière Richelieu (Québec, Canada). Ce registre aborde les principaux risques pouvant affecter le projet en tant que tel, l'environnement et la sécurité. La méthode d'évaluation utilisée a servi à déterminer le niveau de chacun des risques, puis à en établir l'ordre de priorité en fonction de sa probabilité et de sa gravité, et de classer les risques dans diverses catégories. L'entrepreneur sélectionné pour réaliser les travaux de forage devra fournir un registre de risques complet avec les mesures d'atténuation.

Numéro	Risque	Classification de risque			Mesures d'atténuation	Classification des risques réduits		
		P	G	R		P	G	R
					Retirer le conduit, remettre à neuf le trou de forage, puis réinstaller le conduit (une fois réparé) ou un nouveau conduit	1	2	2
12	Affaissement du PEHD rempli d'eau installé au-dessus du niveau moyen de la mer en raison d'une fuite à l'extrémité de sortie (queue) du conduit	2	2	4	Prévoir l'admission d'air à la tête une fois le retrait terminé Vérifier les forces de vide potentielles pour déterminer le risque d'affaissement de l'anneau dans le conduit.	1	2	2
13	Conduit qui glisse dans le trou après l'installation	2	2	4	Fixer temporairement le conduit au bloc d'ancrage de la foreuse après l'installation Injecter un anneau de coulis entre le conduit et le trou de forage sur la longueur installée au-dessus du niveau de la rivière	1	2	2
14	Du gravier et/ou des roches au point d'entrée/de sortie qui empêchent ou bloquent l'installation du conduit	2	2	4	Réaliser des relevés littoraux pour déterminer les vérifier les conditions au point de sortie Effectuer un rinçage à volume élevé dans le trou pendant le retrait initial de la gaine pour éviter que des pierres soient entraînées dans le trou de forage Déblayer les sédiments autour du point de sortie Repousser l'installation du conduit	1	2	2
15	Arrêt des activités de forage en raison de nuisances sonores ou de l'éclairage sur les résidences voisines ou les navires environnants	2	2	4	Placer les monticules de terre végétale, les bureaux, etc., de sorte à bloquer le son et la lumière Enfermer les moteurs et autres sources de bruit dans des unités de réduction du bruit Consulter les autorités maritimes Effectuer une étude pour déterminer le niveau sonore de référence avant le début des travaux de construction Installer des barrières pour bloquer la lumière et réduire le bruit au besoin	1	1	1
16	Effondrement du sol mou dans des dépôts superficiels au point d'entrée et de sortie	2	1	2	S'assurer que les caractéristiques des fluides de forage conviennent aux conditions du sol (p. ex. viscosité, perte de fluide/gâteau de filtre) S'assurer que le FDH est conçu pour forer spécifiquement dans les conditions de sol prévues Coffrer toute zone instable près de l'entrée ou de la sortie ou utiliser une gaine Excaver les zones effondrées si elles sont suffisamment peu profondes	1	2	2
17	Glissement accidentel de tiges de forage non fixées dans le fond du trou	1	2	2	Fixer des chaînes de sécurité lors du déclenchement des tiges de forage à l'intérieur et à l'extérieur de la section initiale du trou de forage S'assurer que le personnel connaît les risques et les méthodes de travail	1	2	2
18	Conditions météorologiques défavorables pouvant impacter les opérations de forage ou l'installation des conduits	3	1	3	S'assurer des conditions météorologiques avant l'installation des conduits. L'installation des conduits doit être complétée en continu. S'assurer que le personnel connaît les risques et les méthodes de travail	1	1	1
19	Défaillance de l'équipement de rétention dans la rivière pendant la sortie du forage (rideaux de turbidités)	1	3	3	S'assurer des conditions de l'équipement et compléter des inspections avant les travaux	1	1	1
20	Présence de méthane en grande quantité rencontré pendant le forage	3	1	3	Contrôler le niveau de méthane pendant les opérations S'assurer que le personnel connaît les risques et les méthodes de travail	1	2	2
21	Présence de vide rencontré pendant le forage	1	2	2	S'assurer que le personnel connaît les risques et les méthodes de travail Compléter une investigation géotechnique plus détaillée	1	2	2
22	Présence d'une couche de granulaire lâche à la sortie du forage dans le lit de la rivière	2	2	4	Compléter une investigation géotechnique plus détaillée Adapter les méthodes de travail	1	2	2

## Probabilité (P)

Probabilité du risque	1. Très peu probable	Peu probable, mais possible
	2. Possible	Peut se produire
	3. Probable	Peut se produire plusieurs fois; se produit souvent

## Catégorie de risque (R)

PROBABILITÉ	Mineure	Grave	Extrême	
Très peu probable	1	2	3	1-2 : Le risque est contrôlé dans la mesure où il est raisonnablement possible de le faire. Aucune autre mesure de contrôle n'est nécessaire.
Possible	2	4	6	3-4 : Le risque est contrôlé dans la mesure où il est raisonnablement possible de le faire.
Probable	3	6	9	6-9 : Ce danger doit être évité.

## Gravité (G)

1. Mineure	<p><b>Santé-sécurité</b> : Blessure avec effet à court terme, non déclarable sous « Signaler les situations dangereuses ».</p> <p><b>Environnement</b> : Nuisance à la faune et à la flore.</p> <p><b>Projet</b> : Changements mineurs requis pour atteindre les objectifs de construction. Ces changements entraîneront peu de coûts et/ou de répercussions sur l'exécution du projet.</p>
------------	---

12562183

**Hydro-Québec/Hertel – Projet d'électrification par FHD  
Registre des risques de haut niveau des travaux de FDH**

Un registre des risques de haut niveau a été comptabilisé pour le projet d'électrification d'Hydro-Québec/Hertel dans la rivière Richelieu (Québec, Canada). Ce registre aborde les principaux risques pouvant affecter le projet en tant que tel, l'environnement et la sécurité.  
La méthode d'évaluation utilisée a servi à déterminer le niveau de chacun des risques, puis à en établir l'ordre de priorité en fonction de sa probabilité et de sa gravité, et de classer les risques dans diverses catégories. L'entrepreneur sélectionné pour réaliser les travaux de forage devra fournir un registre de risques complet avec les mesures d'atténuation.

Numéro	Risque	Classification de risque			Mesures d'atténuation	Classification des risques réduits		
		P	G	R		P	G	R
2.	Grave	<b>Santé-sécurité</b> : Blessure ou incapacité grave ou maladie avec effet à long terme à signaler sous « Signaler les événements dangereux »; un décès. <b>Environnement</b> : Potentiellement fatal pour la faune et la flore pendant des jours/semaines. <b>Projet</b> : Changements majeurs requis pour atteindre les objectifs de construction. Ces changements entraîneront beaucoup de coûts et/ou de répercussions sur l'exécution du projet.						
3.	Extrême	<b>Santé-sécurité</b> : Plusieurs décès. <b>Environnement</b> : Nuisible à l'écosystème local pendant des mois ou des années. <b>Projet</b> : Impact catastrophique sur les objectifs de construction.						



[ghd.com](http://ghd.com)

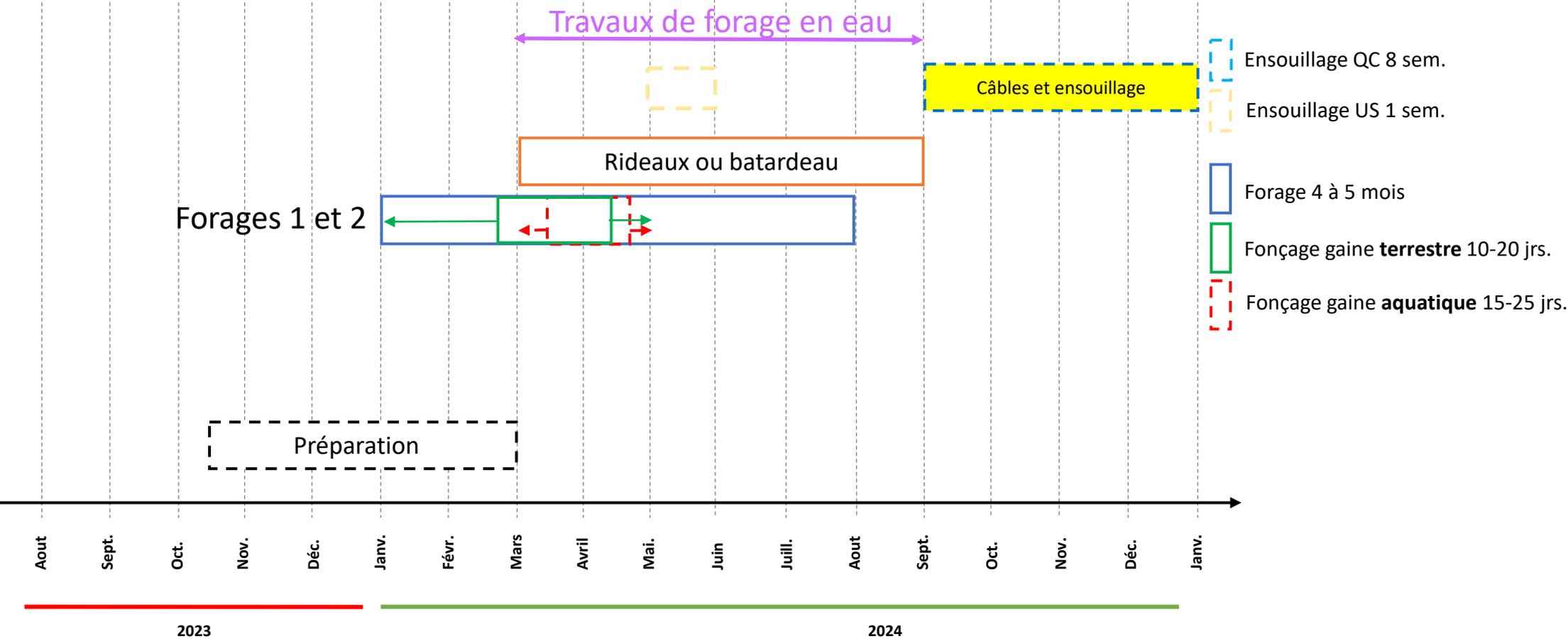
→ **La force de l'engagement**

## **ANNEXE B - Séquence des travaux**



# Séquence et durée des travaux <sup>1</sup>

## Forages simultanés

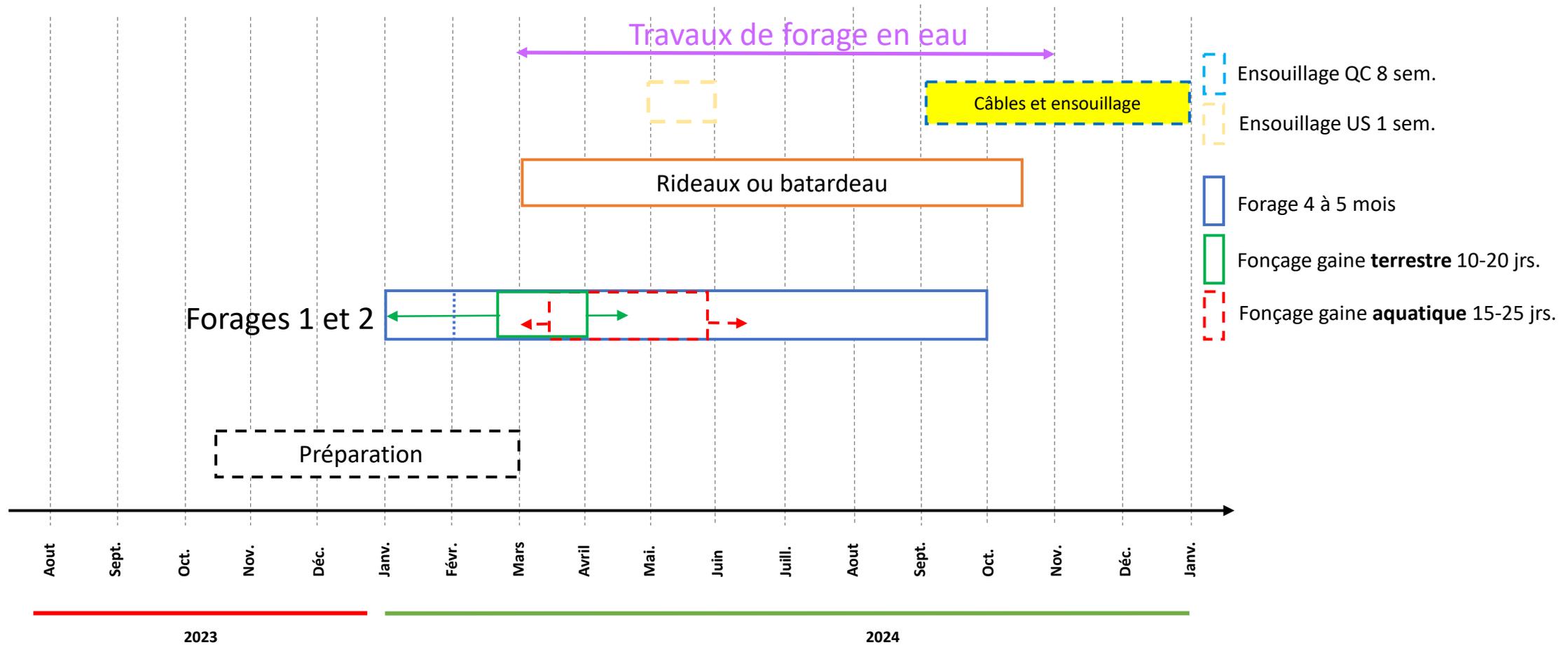


1. La séquence est communiquée au ministère à titre indicatif seulement et au meilleur de la connaissance d'Hydro-Québec à ce stade-ci du projet. Les dates annoncées pourraient encore être modifiées, le cas échéant.



# Séquence et durée des travaux<sup>1</sup>

## Forages l'un à la suite de l'autre



1. La séquence est communiquée au ministère à titre indicatif seulement et au meilleur de la connaissance d'Hydro-Québec à ce stade-ci du projet. Les dates annoncées pourraient encore être modifiées, le cas échéant.



## **CARTE 7-1 – AIRES DE TRAVAIL TEMPORAIRES**



**Description des habitats homogènes**

Identifiant d'habitat	Profondeur (mètres)		Substrat		Végétation		Superficie (ha)
	0-2 m	2-4 m	Feu	Cailloux	Submergée	Émergente	
HH1-1	●	●	●	●	●	●	3,85
HH1-2	●	●	●	●	●	●	2,56
HH1-3	●	●	●	●	●	●	1,33
HH1-4	●	●	●	●	●	●	0,18
HH1-5	●	●	●	●	●	●	52,29
HH1-6	●	●	●	●	●	●	1,58
HH1-7	●	●	●	●	●	●	9,06
HH1-8	●	●	●	●	●	●	11,21
HH2-0	●	●	●	●	●	●	10,05
HH2-2	●	●	●	●	●	●	10,01
HH2-3	●	●	●	●	●	●	26,55
HH2-4	●	●	●	●	●	●	21,34
HH2-5	●	●	●	●	●	●	15,71
HH-Centre	●	●	●	●	●	●	64,42

**Tableau d'équivalence des élévations et des profondeurs par rapport au zéro des cartes**

Élévation (m)	Profondeur (m) (Zéro des cartes)	Profondeur (m) (Cruée aux 2 ans)
22	6,3	6,3
23	5,3	7,3
24	4,3	6,3
25	3,3	5,3
26	2,3	4,3
27	1,3	3,3
28	0,3	2,3

Élévation géodésique du niveau d'eau au zéro des cartes (Service hydrographique du Canada) = 28,3 m  
Élévation géodésique du niveau d'eau de la crue aux 2 ans (Base de données des zones à risque d'inondation, MELCC) = 30,3 m

**Végétation**

- Espèce aquatique exotique envahissante
- ▨ Herbier aquatique à plantes submergées
- ▨ Herbier aquatique à plantes émergentes
- ▨ Milieu humide

**Recouvrement de végétation aquatique (%)**

- Habitat homogène linéaire
- Habitat homogène
- Aucun herbier
- s.o. 1 à 5 %
- s.o. 6 à 25 %
- s.o. 26 à 50 %
- s.o. 51 à 75 %
- s.o. 76 à 100 %

**Identifiant d'habitat**

**Faune aquatique**

- Frayère confirmée
- Frayère potentielle

**Espèces de poisson**

- AMCA Poisson-castor
- Cen. sp. Centrarchidae sp.
- ESLU Grand brochet
- FUDI Fondule baré
- MIDO Achigan à petite bouche
- MISA Achigan à grande bouche
- PEFL Perchaude

**Aire protégée**

- ▨ Réserve de biodiversité projetée Samuel-De Champlain

**Agriculture**

- ▨ Grande culture, pâturage ou friche herbacées sur sols de potentiel 1 (à l'intérieur des limites de la CPTAQ)

**Tortues**

- ▨ Limite de l'habitat propice à l'hivernation pour la tortue serpentine et la tortue peinte (entre la rive et le tracé)
- ▨ Faible potentiel d'hivernation pour la tortue-molle à épines

**Hydrographie**

- ▨ Courbe bathymétrique (équidistance des courbes : 1 m)
- ▨ Bande riveraine
- ▨ Ligne des hautes eaux
- ▨ Zone de récurrence 20 ans
- ▨ Zone de récurrence 100 ans

**Limites**

- ▨ Frontière internationale
- ▨ Frontière d'État américain
- ▨ Municipalité

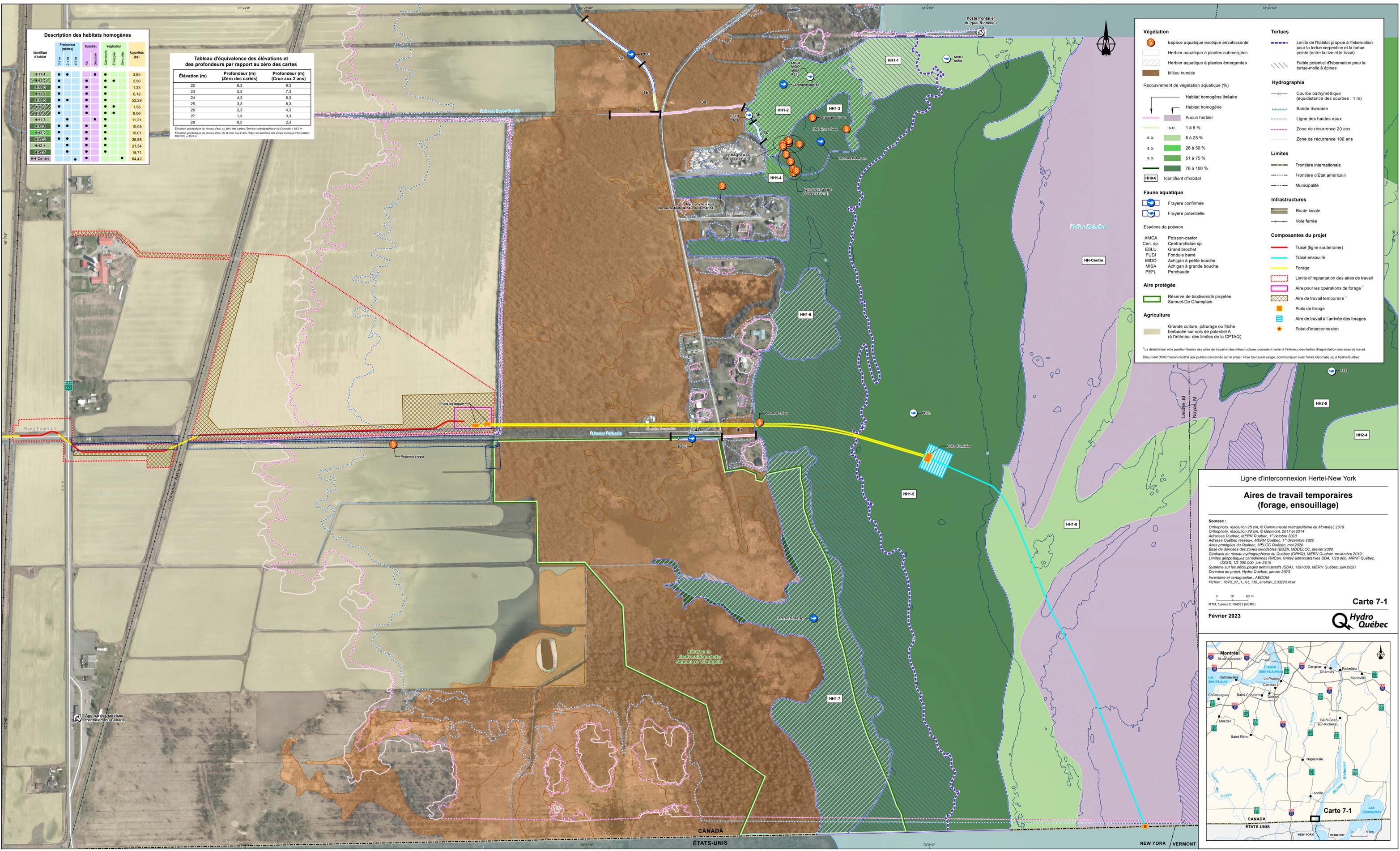
**Infrastructures**

- ▨ Route locale
- ▨ Voie ferrée

**Composantes du projet**

- ▨ Tracé (ligne souterraine)
- ▨ Tracé ensouillé
- ▨ Forage
- ▨ Limite d'implantation des aires de travail
- ▨ Aire pour les opérations de forage 1
- ▨ Aire de travail temporaire 1
- ▨ Puits de forage
- ▨ Aire de travail à l'arrivée des forages
- ▨ Point d'interconnexion

1 La délimitation et la position finales des aires de travail et des infrastructures pourraient varier à l'intérieur des limites d'implantation des aires de travail.  
Document d'information destiné aux publics concernés par le projet. Pour tout autre usage, communiquer avec l'unité Géomatique, à Hydro-Québec.



**Ligne d'interconnexion Hertel-New York**

**Aires de travail temporaires (forage, ensouillage)**

**Sources :**  
 Orthophoto, résolution 25 cm, © Communauté métropolitaine de Montréal, 2019  
 Orthophoto, résolution 20 cm, © Géomatic, 2017 et 2014  
 Adresses Québec, MERN Québec, 1<sup>er</sup> octobre 2020  
 Adresses Québec réservoir, MERN Québec, 1<sup>er</sup> décembre 2020  
 Aires protégées du Québec, MELCC Québec, mai 2020  
 Base de données des zones inondables (BDZI), MODELCC, janvier 2020  
 Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ), MERN Québec, novembre 2019  
 Limites géopolitiques canadiennes RNCAN, limites administratives SDA, 1/20 000, MRNF Québec, IGSIS, 12 000 000, juin 2015  
 Système sur les découpages administratifs (SDA), 1/20 000, MERN Québec, juin 2020  
 Données de projet, Hydro-Québec, janvier 2023  
 Inventaire et cartographie -AECOM  
 Fichier : 7670\_c7\_1\_w\_136\_ainh\_w\_230220.mxd

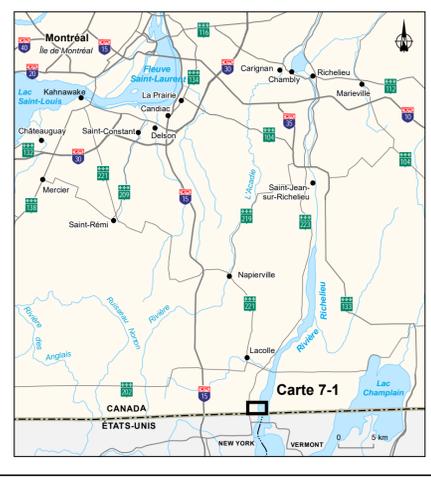
0 30 60 m

MTM, fuseau 8, NAD83 (SCRS)

**Février 2023**

**Carte 7-1**

**Hydro Québec**







Imprimé sur du papier fabriqué au Québec contenant  
100 % de fibres recyclées postconsommation.

