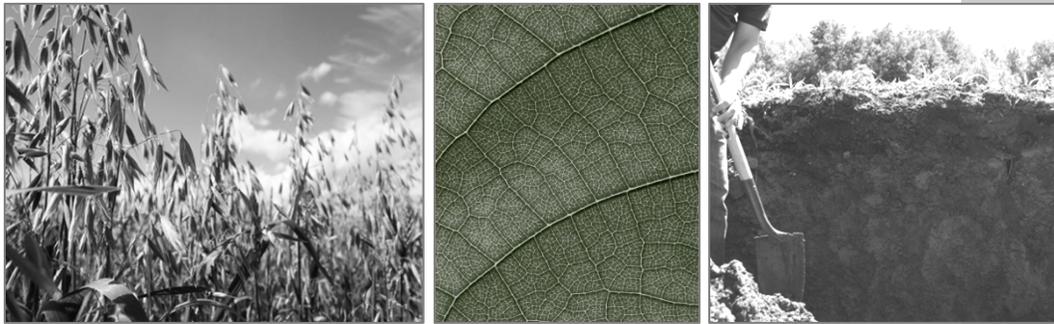


**PROTOCOLE DE CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT INITIAL DES SOLS**

**PROJET HERTEL-NEW YORK**



**PRÉSENTÉ A**  
Hydro Québec

**RÉALISÉ PAR**  
Eric Thibault, agronome  
Groupe PleineTerre inc.  
169-B, rue Saint-Jacques,  
Napierville (Qc), J0J 1L0

26 septembre 2022  
**GROUPE**  
**PLEINE TERRE**  
AGRONOMIE • ENVIRONNEMENT

## TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX .....	ii
<b>1. MANDAT .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PROTOCOLE DE CARACTERISATION DE L'ETAT INITIAL DES SOLS .....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Observations ponctuelles.....</b>	<b>2</b>
2.1.1 <i>Densité d'échantillonnage des sols.....</i>	<i>2</i>
2.1.2 <i>Description pédologique.....</i>	<i>2</i>
2.1.3 <i>Détermination de la densité du sol.....</i>	<i>5</i>
2.1.4 <i>Évaluation de la richesse des sols.....</i>	<i>6</i>
<b>2.2 Observations générales.....</b>	<b>6</b>
2.2.1 <i>Évaluation du drainage de surface.....</i>	<i>6</i>
2.2.2 <i>Évaluation du drainage souterrain.....</i>	<i>6</i>
2.2.3 <i>Évaluation et localisation des ouvrages hydroagricoles.....</i>	<i>7</i>
2.2.4 <i>Évaluation de la bande riveraine (si applicable).....</i>	<i>7</i>
2.2.5 <i>Identification et localisation des espèces exotiques envahissantes.....</i>	<i>7</i>
<b>2.3 Évaluation de la topographie des sites.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Rapport.....</b>	<b>8</b>
<b>3. REFERENCES .....</b>	<b>9</b>

## LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1. Classes de fragments grossiers (SSDS 2017). .....</i>	<i>4</i>
---	----------

## 1. MANDAT

Le 20 août 2022, Hydro-Québec a confié à Groupe PleineTerre inc., représenté par Éric Thibault, agronome, le mandat de rédiger un protocole de caractérisation de l'état initial des sols dans le cadre du projet Hertel-New York.

Ce protocole couvre les éléments suivants :

- Méthode et densité d'échantillonnage des sols;
- Paramètres inclus dans l'analyse des sols (concentration en éléments minéraux, pH, % de matières organiques, texture);
- Méthode de description des profils de sol;
- Méthode d'évaluation de la densité des sols.

Ce protocole a été conçu au meilleur des connaissances des rédacteurs au moment où le mandat fût donné. Lors de son application, il se peut que des modifications ou ajustements soient nécessaires afin de tenir compte d'imprévus pouvant survenir.

## 2. PROTOCOLE DE CARACTÉRISATION DE L'ÉTAT INITIAL DES SOLS

La caractérisation de l'état initial des sols qui seront affectés lors de la réalisation des travaux du projet Hertel-New York sera composée d'observations ponctuelles précises sur des sites d'échantillonnage prédéterminés ainsi que d'observations générales.

Les observations ponctuelles sur plusieurs sites d'échantillonnage seront les suivantes:

- Description pédologique (profil de sol) ;
- Détermination de la densité du sol;
- Évaluation de la richesse des sols.

Les observations générales couvriront l'ensemble des superficies affectées. Elles seront réalisées lors des déplacements nécessaires pour effectuer les observations ponctuelles. Les observations générales serviront à :

- Évaluer le drainage de surface;
- Évaluer le drainage souterrain;
- Évaluer et localiser les ouvrages hydroagricoles;
- Évaluer les bandes riveraines présentes.
- Identifier et localiser les espèces exotiques envahissantes.

Dans le cas du drainage de surface, une évaluation de la topographie du site devra être faite avant le

début des travaux afin de s'assurer que le sol soit remis à l'état d'origine ou dans un meilleur état au terme de ceux-ci. La localisation et l'évaluation des ouvrages hydroagricoles seront aussi effectuées.

## **2.1 Observations ponctuelles**

### **2.1.1 Densité d'échantillonnage des sols**

À l'aide des cartes et des plans fournis, une première évaluation des zones qui seront perturbées par les travaux sera réalisée. De plus, une photo-interprétation sera effectuée pour observer les variations de couleur des sols, de la végétation, de la topographie, etc. La photo-interprétation se fera à partir des orthophotos aériennes les plus récentes disponibles. Ces étapes serviront à faire une prélocalisation des sites d'échantillonnage.

De manière générale, la densité d'échantillonnage sera d'un site par 2 500 m<sup>2</sup>. Celle-ci pourra toutefois être modulée dans certaines circonstances. Effectivement, comme plusieurs zones de travaux ont une superficie inférieure à 2 500 m<sup>2</sup>, dans ces situations, au moins un site d'échantillonnage sera décrit. Dans le cas des grandes zones de travaux de plus de 10 000 m<sup>2</sup>, la densité d'échantillonnage pourra être de moins d'un site par 2 500 m<sup>2</sup>, si la photo-interprétation montre une faible variabilité du site à l'étude.

L'échantillonnage sera effectué selon la méthode des transects aléatoires stratifiés (Nolin *et al.*, 1994). Des transects (lignes d'échantillonnage) seront tracés afin de couvrir la majorité des variations observées sur les photos aériennes. Sur chacun des transects, des points d'échantillonnage seront déterminés à une densité d'environ un point par 2 500 m<sup>2</sup> en tenant compte des variations de couleur et de topographie. Dans le cas des zones de travaux d'une superficie inférieure à 10 000 m<sup>2</sup>, aucun transect ne sera tracé et un point d'échantillonnage sera déterminé. L'analyse des zones de travaux et le positionnement des sites d'échantillonnage seront effectués dans un système d'information géographique. Les points d'échantillonnage seront transférés dans un GPS d'une précision inférieure à 1 mètre pour permettre la localisation sur le terrain.

### **2.1.2 Description pédologique**

Dans un premier temps, afin de définir les caractéristiques pédologiques théoriques des sites, il faudra prendre connaissance des cartes et rapports pédologiques les plus récents associés aux sites concernés afin de déterminer la série de sol et le potentiel agricole des sites selon le système canadien de classification des sols.

Sur le terrain, les caractéristiques pédologiques réelles des sites seront définies de la façon suivante :

- Réalisation de profils de sol d'une profondeur de 1,2 mètre à tous les sites d'échantillonnage afin de valider les cartes pédologiques, de définir l'épaisseur et la qualité de la couche arable et des horizons inférieurs.
- Description des profils de sol réalisée selon les méthodes de l'équipe pédologique du Québec qui font référence au système canadien de classification des sols (S.C.C.S). Pour chacun des points d'échantillonnage, un trou d'une profondeur variant de 100 à 120 cm sera creusé. Une pelle sera utilisée pour creuser la partie supérieure du trou (70-80 cm de profondeur et environ 40 cm de diamètre) et une tarière pour la partie inférieure (70-80 cm jusqu'à 120 cm). Un profil de sol sera décrit sur le terrain pour tous les trous.
- Détermination des paramètres suivants pour chaque horizon :
  - Épaisseur et profondeur de l'horizon ;
  - Couleur des sols (code Munsell) ;
  - Description des marbrures ;
  - Quantité de fragments grossiers (évaluée de façon visuelle) ;
  - Texture (méthode du toucher) ;
  - Classe de structure ;
  - Consistance ;
  - Degré d'effervescence (réactivité au HCl) ;
  - Porosité.

À titre indicatif, les caractéristiques distinctives des paramètres qui seront déterminés pour chaque horizon sont les suivantes :

- Épaisseur et profondeur

Les profondeurs de la limite supérieure et de la limite inférieure de chaque horizon ou couche sont rapportées en centimètre (cm). Leur élévation par rapport à un repère fixe doit être identifiée sur la coupe stratigraphique. La partie supérieure du sol, c'est-à-dire la surface, représente la profondeur zéro. Les profondeurs des horizons minéraux subséquents sont inscrites en valeurs croissantes (p. ex. 0-23 cm, 23-27 cm, 27-35 cm, ...). Pour la couche R (roc consolidé), seule la limite supérieure est inscrite et elle définit la profondeur du roc.

- Couleur des sols

La dénomination de la couleur se fait par comparaison visuelle avec un référentiel standardisé nommé la charte des couleurs Munsell. Le système de codification de la charte Munsell comprend trois variables : la teinte (hue), la luminosité ou la clarté (value) et la saturation ou l'intensité (chroma). Pour chacun des horizons, une couleur sera déterminée pour la matrice du sol (couleur dominante) et pour les marbrures si elles sont présentes.

- Description des marbrures

En plus de la couleur, la description des marbrures précise l'abondance, la dimension et le contraste de couleur des marbrures avec la matrice.

- Quantité de fragments grossiers

Dans les sols minéraux, les fragments grossiers sont des fragments de roche dont le diamètre est supérieur à 0,2 cm (> 2 mm). La proportion (%) de fragments grossiers dans les couches sera estimée visuellement sur une base volumétrique. Les fragments grossiers de forme arrondie, subarrondie et anguleuse de toute nature pétrographique sont classés selon leurs dimensions (Tableau 1).

**Tableau 1. Classes de fragments grossiers (SSDS 2017)**

Classe	Dimensions (cm)	Adjectif
Gravier	0,2 - 7,5	Graveleux
Gravier fin	0,2 - 0,5	
Gravier moyen	0,5 - 2,0	
Gravier grossier	2,0 - 7,5	
Caillou	7,5 - 25,0	Caillouteux
Pierre	25,0 - 60,0	Pierreux
Bloc	≥ 60,0	Blocailleux

- Texture

Les classes texturales seront estimées au toucher.

- Classe de structure du sol

La structure du sol réfère à l'arrangement des particules élémentaires (sable, limon, argile), avec ou sans matière organique, en particules plus grandes nommées agrégats, peds ou éléments structuraux. Les agrégats sont séparés les uns des autres par des plans de moindre résistance. La structure influence la distribution et la dimension des pores entre les agrégats. Il s'agit donc d'une caractéristique importante à considérer pour connaître le mouvement de l'eau dans les sols. La qualité, la taille, la forme et l'orientation de la structure influenceront le mouvement de l'eau dans le profil du sol, surtout dans les sols à texture fine.

La description de la structure sur le terrain selon cette classification est basée sur la forme (type), la dimension et le développement (grade ou netteté) des agrégats. Lorsque l'on décrit la structure, il faut décrire la structure qui se dévoile naturellement (structure primaire).

- Consistance

La consistance réfère à la résistance d'un matériau à la déformation et à la rupture ou à son degré de cohésion et d'adhésivité. La détermination de la consistance sera effectuée selon les définitions du système canadien de classification des sols. La méthode d'évaluation et la terminologie utilisées pour la description de la consistance varient selon l'état d'humidité du sol (sec, humide, trempé). Sur le terrain, le sol est habituellement à l'état humide. L'état sec d'un horizon de sol est généralement observé en période de sécheresse, principalement pour les horizons supérieurs du profil de sol. Notons qu'il n'existe pas de relation directe entre la consistance à l'état sec et à l'état humide et qu'un sol sec ne peut être humecté en quelques minutes sans engendrer un biais dans l'évaluation de sa consistance. L'état trempé d'un horizon de sol est observé dans les heures (jusqu'à 48 heures) suivant une période d'averses intenses ou dans les horizons immergés par une nappe d'eau souterraine. Par conséquent, la description d'un profil de sol et de sa consistance devrait être évitée en période de sécheresse ou à la suite d'averses importantes.

### **2.1.3 Détermination de la densité du sol**

La détermination de la densité du sol consiste à prélever un volume de sol non dérangé à l'aide d'un cylindre métallique. À chaque site d'échantillonnage, trois cylindres devront être prélevés entre 0-20 cm, 20-40 cm et 40-60 cm de profondeur.

Cette mesure nécessite le matériel suivant : 2 cylindres en cuivre (ou d'un autre matériau métallique résistant) avec bout effilé d'environ 6 cm de diamètre par 6 cm de hauteur (les dimensions sont mesurées précisément pour établir le volume); un morceau de bois; une petite masse; un couteau; des sacs de plastique.

L'échantillonnage se fait du haut vers le bas. Il faut préparer la surface afin qu'une fois enfoncé, le cylindre se retrouve au centre de l'horizon. Dans les sols argileux, il faut lubrifier l'intérieur du premier cylindre avec de l'huile végétale pour réduire la friction et éviter de compacter le sol dans le cylindre. La procédure se résume ainsi :

Enfoncer le premier cylindre avec le bout effilé à l'aide du morceau de bois et de la masse jusqu'à ce qu'il soit presque complètement enfoncé; mettre le 2e cylindre par-dessus et enfoncer de quelques cm. Éviter de compacter le sol; retirer le premier cylindre avec une petite pelle ou une truelle sans déplacer le sol à l'intérieur du cylindre; égaliser le sol au-dessus et en dessous du premier cylindre à l'aide d'un couteau; recommencer s'il y a lieu (prélèvement non réussi, p.ex. blocage lors de l'enfoncement par un fragment

grossier); transférer l'entièreté du volume du cylindre dans un sac en plastique et identifier les sacs; peser les sols le jour de l'échantillonnage; transférer le contenu des sacs sur des assiettes en aluminium préalablement identifiés; faire sécher les sols à 105°C pendant 24 h ou jusqu'à ce que le poids soit constant; peser les échantillons. La densité relative est le rapport entre la masse de sol sec et le volume du cylindre (Culley, 1993).

Il est important de mentionner que la mesure de la densité relative par cette méthodologie n'est pas applicable aux horizons cimentés ou avec un contenu volumétrique en fragments grossiers supérieur à 35 % (difficile avec plus de 15 %), car il n'est pas possible d'enfoncer un cylindre, du moins sans perturber le sol, dans ce type de sol.

#### **2.1.4 Évaluation de la richesse des sols**

Il faudra prendre des échantillons de sol pour des fins d'analyse chimique. Chaque échantillon devra comprendre un minimum de huit sous-échantillons prélevés dans un rayon de 3 mètres autour du point d'échantillonnage. L'analyse chimique demandée au laboratoire devra comprendre au minimum les éléments suivants :

- pH eau, pH tampon, % de matière organique, phosphore, potassium, calcium, magnésium, aluminium et CEC.

L'analyse devra être effectuée dans un laboratoire accrédité par le CEAQ pour les paramètres demandés.

## **2.2 Observations générales**

### **2.2.1 Évaluation du drainage de surface**

La façon dont l'eau de surface s'écoule sera évaluée par une visite des lieux et par l'analyse des plans topographiques. Pour ce faire, il faudra prendre en note les chemins préférentiels de l'eau de surface et les fossés et cours d'eau utilisés à cette fin. De plus, les problématiques présentes devront être notées avant le début des travaux.

### **2.2.2 Évaluation du drainage souterrain**

Il faudra prendre connaissance des plans de drainage souterrain du site. Si possible, les plans de drainage numérisés seront superposés avec des photos aériennes géoréférencées. Afin de planifier les travaux, il sera nécessaire de vérifier si un drain latéral, un collecteur ou une sortie de drain sont présents. Si tel est le cas, un système de remplacement et une modification du système de drainage actuel devront être mis en place durant la réalisation des travaux. Ces changements au drainage souterrain devront être faits

selon le Guide de référence technique en drainage souterrain et travaux accessoires du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ).

### **2.2.3 Évaluation et localisation des ouvrages hydroagricoles**

Les ouvrages hydroagricoles pouvant être rencontrés sont les avaloirs, les puits d'infiltration, les descentes enrochées, les perrés et les voies d'eau engazonnées. Il est primordial de faire une visite du terrain, idéalement en compagnie du producteur, afin de localiser les ouvrages hydroagricoles présents dans la zone des travaux. Les ouvrages devront être géoréférencés. Dans la mesure du possible et selon les besoins, un système de remplacement de ces ouvrages sera mis en place durant l'exécution des travaux. Les ouvrages compensatoires devront être faits selon les fiches techniques sur les ouvrages hydroagricoles produites par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) et Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC).

### **2.2.4 Évaluation de la bande riveraine (si applicable)**

Lorsque les travaux seront réalisés en bordure d'un fossé agricole, il sera nécessaire d'effectuer une caractérisation de la bande riveraine. Celle-ci devra comprendre l'évaluation et la détermination des éléments suivants :

- Espèces herbacées et arbustives présentes ;
- Ligne des hautes eaux selon la méthode botanique simplifiée (Les publications du Québec) ;
- Distances réglementaires d'épandage contenues dans le règlement sur les exploitations agricoles (REA). Cette distance devra être positionnée au GPS. Ces données seront importantes pour la remise en culture du sol afin d'évaluer si le producteur a perdu des surfaces cultivables lors des travaux ;
- État de la bande riveraine incluant des photographies de celle-ci.

### **2.2.5 Identification et localisation des espèces exotiques envahissantes**

Chaque espèce envahissante présente sur la liste fournie par le MAPAQ sera identifiée et localisée à l'aide d'un GPS. La densité de population de chacune des espèces trouvées sera décrite.

## **2.3 Évaluation de la topographie des sites**

À l'aide d'un GPS RTK et d'un système d'information géographique, des points d'élévation seront pris à tous les 25 m<sup>2</sup> afin d'évaluer la topographie des lieux avant la réalisation des travaux.

## 2.4 Rapport

Pour les observations ponctuelles, le rapport inclura les points suivants :

- Plan de localisation des sites d'échantillonnage ;
- Tableaux présentant la description détaillée de chacun des profils de sol réalisé ;
- Tableaux détaillant les masses volumiques observées à chacune des profondeurs d'échantillonnage pour chaque site ;
- Tableaux présentant les résultats d'analyse de sol pour chaque site ;
- Brève analyse des résultats pour chaque site d'échantillonnage.

Pour les observations générales, le rapport inclura les points suivants :

- Plan présentant le relevé topographique et les modelés de terrain (baissière, coteau, coulée, etc.) de l'ensemble des terrains ;
- Plan présentant l'emplacement des drains souterrain et des exutoires ;
- Plan de localisation des ouvrages hydroagricoles et des fossés et cours d'eau ;
- Plan présentant la largeur de la bande riveraine et son état ;
- Plan de localisation des espèces exotiques envahissantes et leur densité ;
- Tableau présentant les observations qualitatives pour chacun des lots analysés.

  
Eric Thibault, agronome



**GROUPE**  
**PLEINE TERRE**  
AGRONOMIE • ENVIRONNEMENT

### 3. RÉFÉRENCES

1. Groupe d'affaires corporatives et secrétariat général d'Hydro-Québec, **Cadre de référence relatif à l'aménagement de parcs éoliens en milieux agricole et forestier**, 2005.
2. Nolin et Al. 1994.
3. Auteurs variés, **Le système canadien de classification des sols**, seconde édition, Agriculture Canada, 1992.
4. Code Munsell.
5. Culley, 1993.
6. Auteurs variés, **Guide de référence technique en drainage souterrain et travaux accessoires**, CRAAQ, 2005.
7. Auteurs variés, **Fiches techniques sur les ouvrages hydroagricoles**, MAPAQ, AAC, 2007.
8. Auteurs variés, **Délimitation de la ligne des hautes eaux méthode botanique simplifiée**, Les publications du Québec, 2007