



INSTALLATION DE PIEUX VISSÉS AU SENTIER DES GRÈVES

Présenté par :
Jérôme Chabot, P. Eng. & Gaétan Demers



ESCALIER AU SENTIER DES GRÈVES

- La Ville de Québec voulait relier la rive du fleuve Saint-Laurent au sommet de la côte près des ponts de la ville et ainsi compléter le Sentier Champlain.
- Ce sentier est la principale artère piétonne de la Ville de Québec et est une de ses principales attractions.

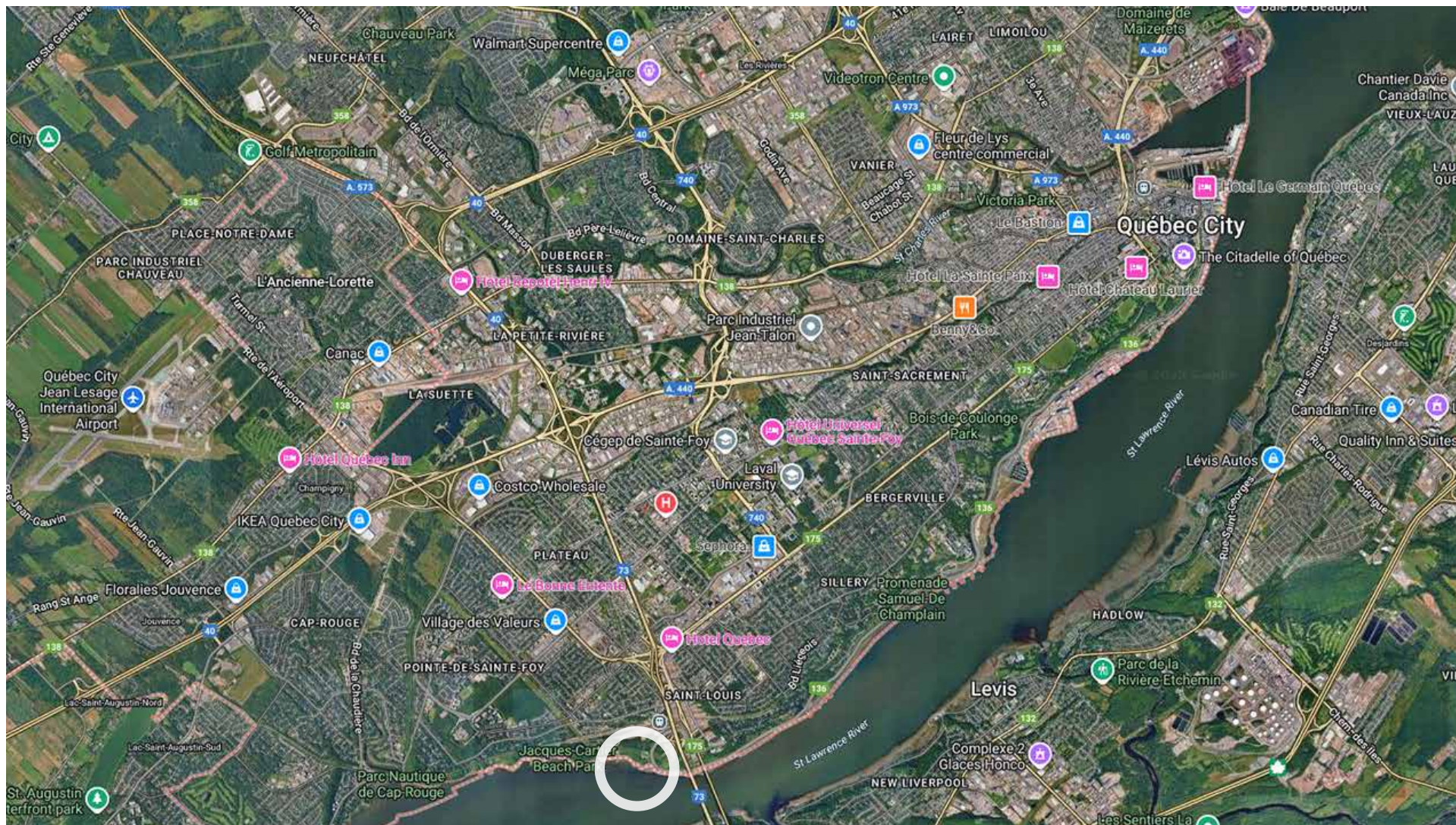


TRAVAUX PRÉLIMINAIRES

- Un an avant le début des travaux, les ingénieurs qui y travaillaient ont approché Techno Pieux afin de voir si ce projet était réalisable et s'il pouvait être effectué à l'aide de pieux vissés.
- D'autres techniques de fondation auraient présenté de graves difficultés en raison des conditions d'installation pour la réalisation de ce projet.
- Il a été déterminé que nous pouvions installer les pieux dans ces conditions extrêmes.
- Ensuite, des plans et des devis ont été préparés pour que ce projet soit réalisé avec des pieux vissés.



EMPLACEMENT DU PROJET





EMPLACEMENT DU PROJET





DESCRIPTION DE LA PENTE

- Pente inclinée d'environ 40°
- ± 65 pieds de hauteur
- ± 80 pieds de longueur





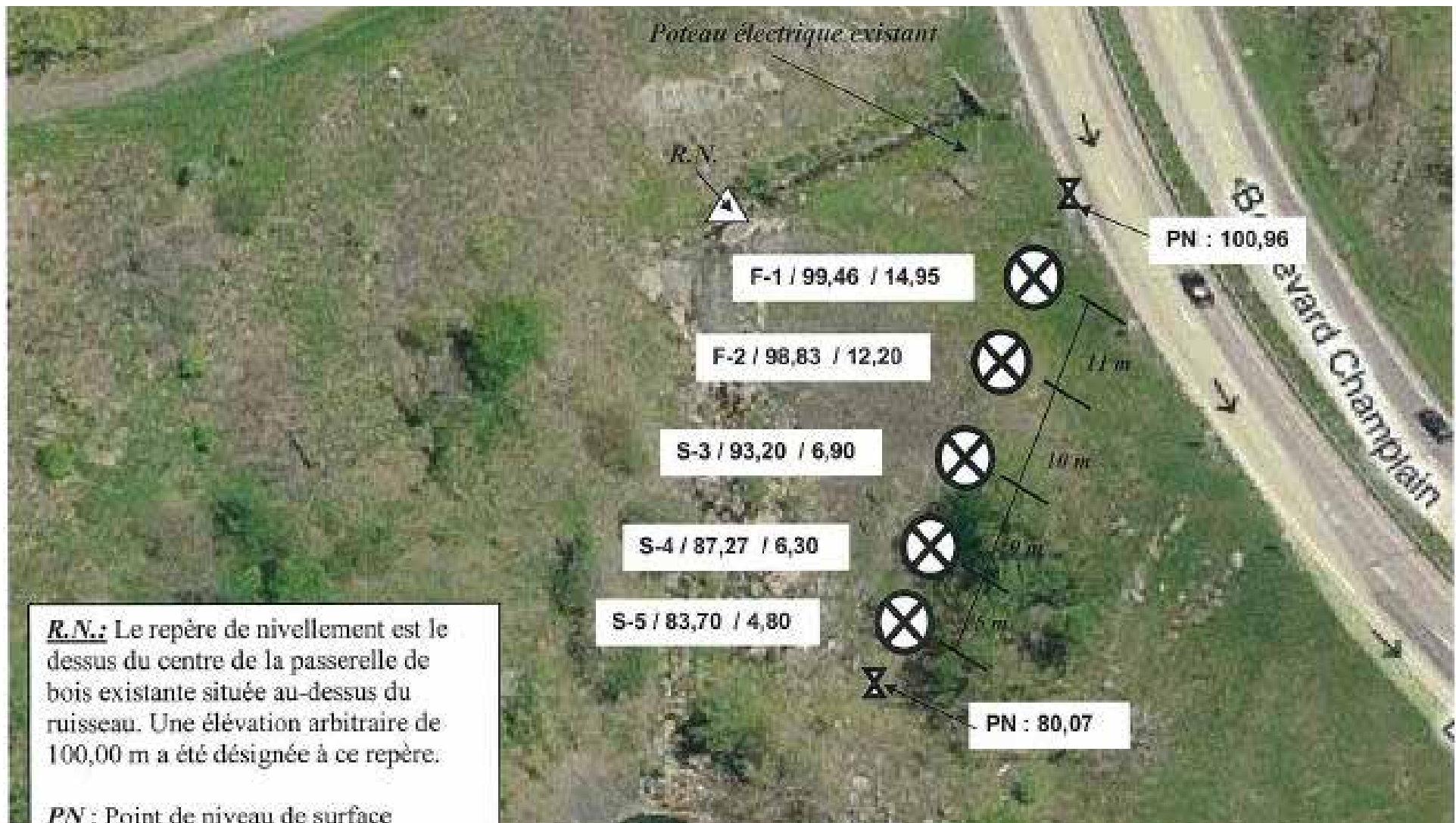
DESCRIPTION DU SOL

Rapport géotechnique réalisé par Qualitas (SNC-Lavalin)

- Deux (2) forages réalisés au sommet de la pente
- Couche de remblai (± 7 pieds) suivie d'une couche de Till
- Trois (3) essais Pionjar réalisés dans la pente
- Refus entre 16 pieds et 23 pieds



EMPLACEMENTS DES FORAGES





EMPLACEMENTS DES FORAGES

- Remblai : Matériau composé de fragments rocheux (sable et limon)
- Till : Sable et gravier, un peu de limon, quelques galets et quelques blocs

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLONS				RÉSULTATS D'ESSAIS					
PROFONDEUR (mètres)	ELEVATION (mètres)	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	SYMBOLE	NIVEAU D'EAU	POSITION TYPE	NUMERO	RÉCUPÉRATION (%)	ODEUR	R.O.D. (%)	CAROTTIER FENDU		CHANTIER	LABORATOIRE
										COUPS PAR 15 cm	INDICE N		
0,10	99,46	Terre végétale		Tubes		CF-1	65	A	-	2-2-5-14	7		
1,0		Remblai: Matériaux composés principalement de fragments de roc et assimilables généralement à un sable graveleux à gravier sableux avec un peu de silt				CF-2	55	A	-	9-14-8-11	22		
2,0						CF-3	35	A	-	6-5-8-19	13		
3,0						CF-4	15	A	-	12-28-14-8	42		
4,0					CF-5	65	A	-	50-refus	-			
5,0			Till: Sable graveleux et silteux variant à gravier sableux avec un peu de silt; présence de cailloux et blocs; compacité moyenne			CF-6	15	A	-	20-15-11-15	26		
6,0						CF-7	30	A	-	10-17-refus	-		
7,0						CF-8	0	-	-	N / D	-		
8,0						CF-9	15	A	-	5-13-7-8	20		
9,0						CF-10	15	A	-	17-15-9-14	24		
10,00			CF-11		10	A	-	12-11-12-14	23				
			CF-12		50	A	-	14-12-14-refus	26				
			CF-13		45	A	-	23-17-10-8	27				

REMARQUES : Le niveau d'eau souterraine n'a put être relevé, puisque que le tube d'observation était bloqué (endommagé)		Préparé par : Martin Racine, tech. sr. Vérifié par : François Blanchet, inc. jr.	
---	--	---	--

78



OPTIONS ENVISAGÉES POUR UNE FONDATION

- Les fondations conventionnelles ne sont pas recommandées en raison de la couche de remblai (risque de tassement)
- Pieux vissés (présence possible de galets et de fragments rocheux, accès difficile)
- Pieux battus (accès difficile et coût élevé)
- Pieux forés (accès difficile et coût élevé)

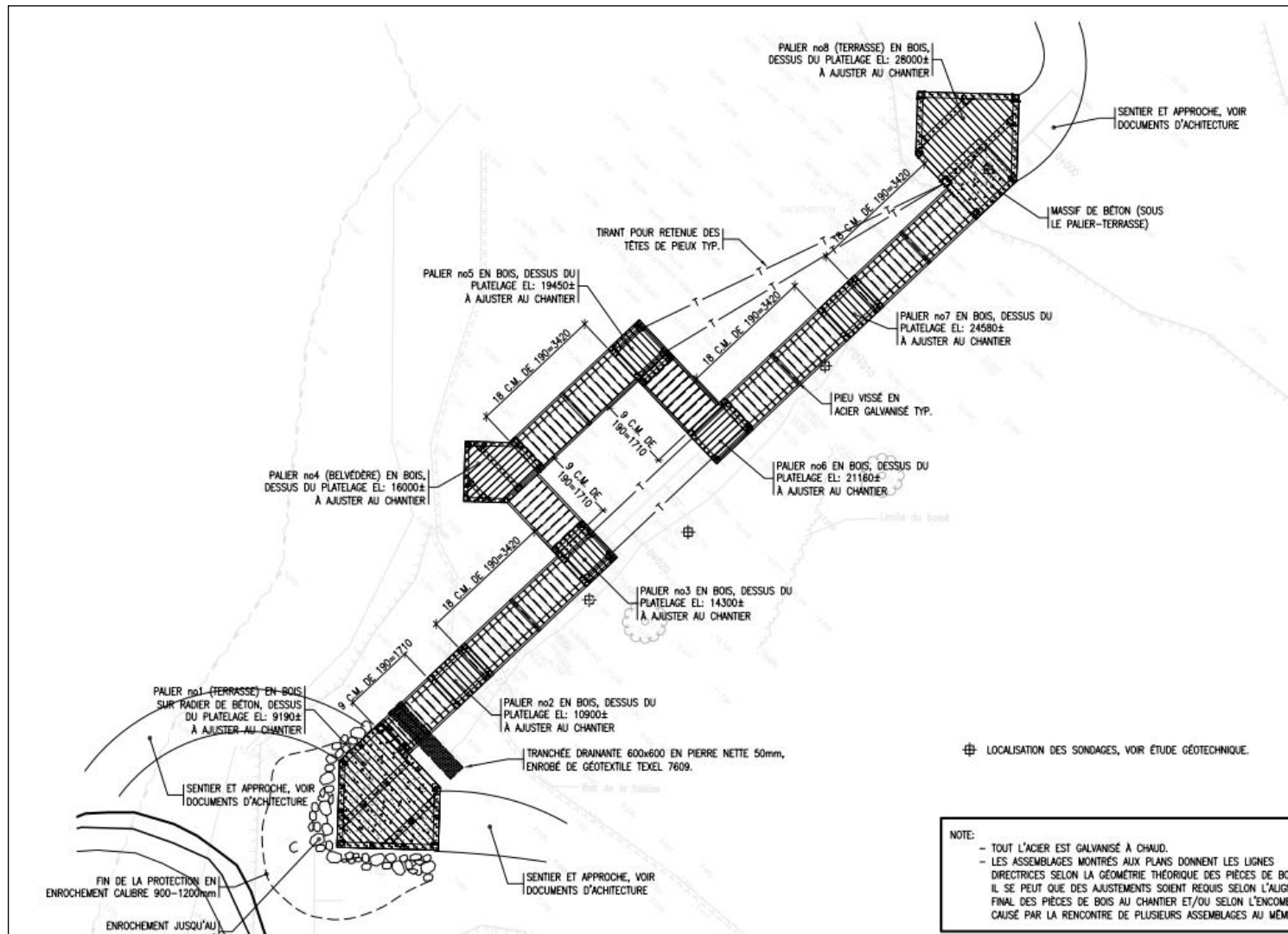


OPTIONS CHOISIES PAR L'INGÉNIEUR GÉOTECHNIQUE ET L'INGÉNIEUR EN STRUCTURE

- La conception structurelle des escaliers en bois a été réalisée par WSP
- Les pieux vissés sont devenus la meilleure option en raison de :
 - Faible coût
 - Accès possible avec l'équipement d'installation de Techno Pieux
 - Rapidité d'installation
- Diamètre minimum des pieux = 5 pouces (125 mm)
- Épaisseur minimum des pieux = 0,25 pouce (6,4 mm)



PLAN

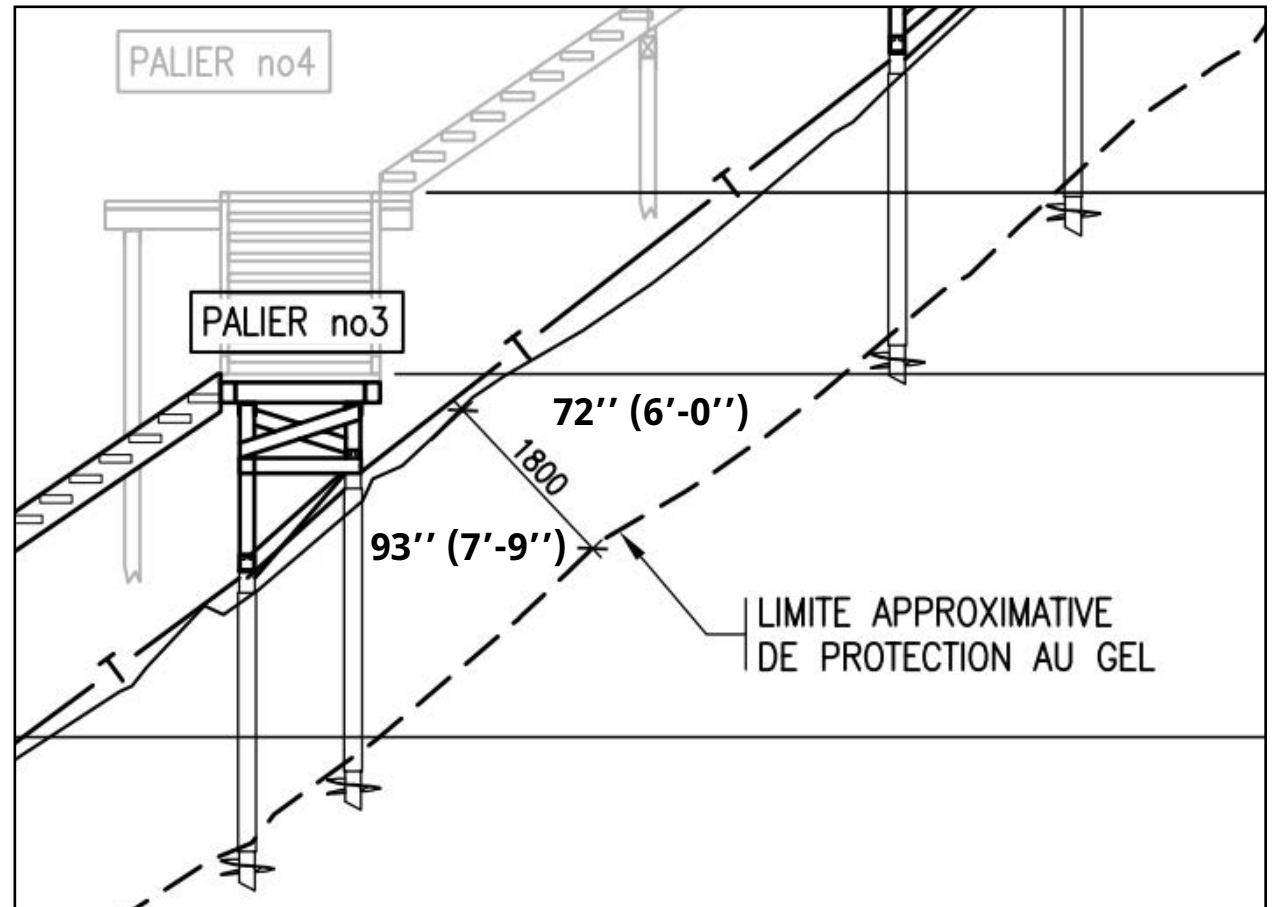






PROTECTION CONTRE LE GEL

- Profondeur approximative de la zone de gel
- Palier d'escalier no 3





CHARGES À SUPPORTER PAR LES PIEUX VISSÉS

- Nombre de pieux = 36
- Compression = 5 625 lb (25 kN)
- L'hélice doit être protégée contre le gel et reposer sur la couche de till à un minimum de 8 pieds
- Charge latérale = 1 125 lb (5,0 kN) résistée par des câbles en acier au sommet des pieux dans une direction. Les câbles doivent être attachés à un appui en béton au sommet de la pente
- Évaluation de la résistance latérale réalisée avec le logiciel LPILE – Flèche d'environ $\pm 3/16''$ (4 mm) lors de l'application de la charge latérale de 1 125 lb



CONCEPTION DES PIEUX VISSÉS

- Longueur = pieux et rallonges de 5'-3"
- Accouplements = accouplements soudés à l'intérieur sur site
- Dimension de l'hélice = 12"
- Diamètre du pieu = 5,56 pouces (141 mm)
- Épaisseur du pieu = 0,25 pouce (6,6 mm)



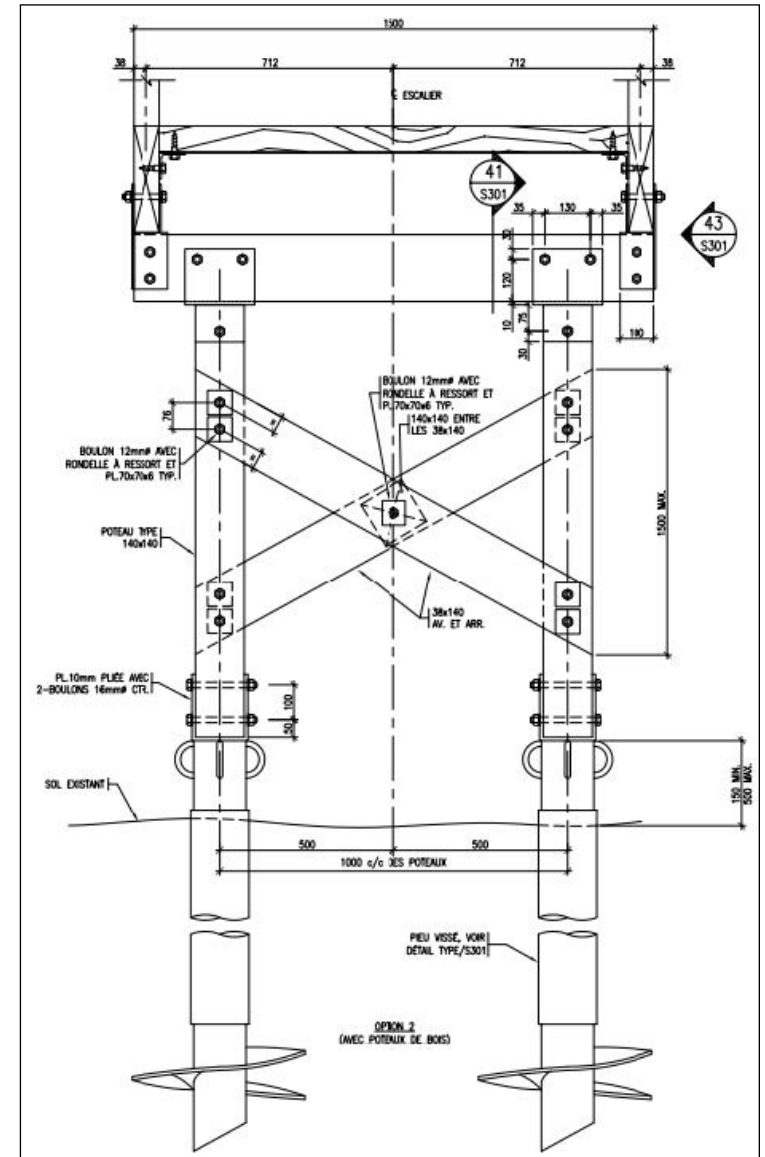
NORME DES PIEUX VISSÉS

- Galvanisation ASTM A123
- ASTM A500 grade C pour l'arbre du pieu
- CSA G40.21 300W (44 ksi) pour l'hélice et la plaque supérieure



COUPE TRANSVERSALE DES ESCALIERS

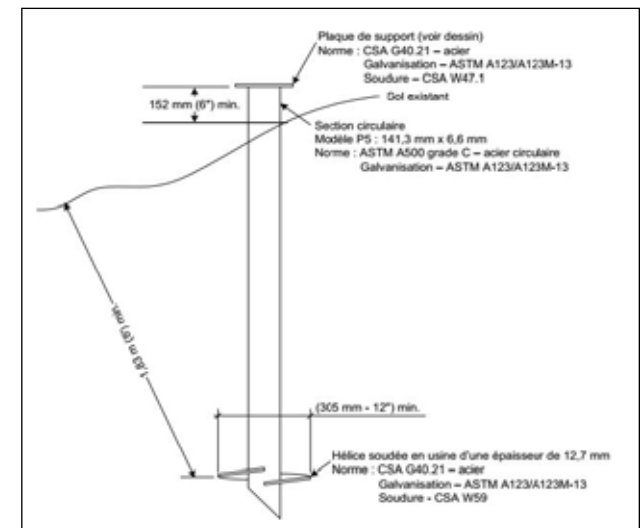
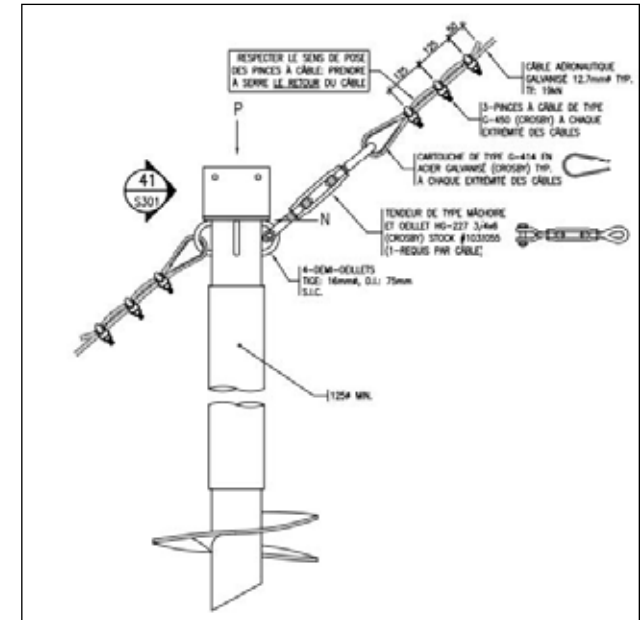
- La tête du pieu se situe à un minimum de 6" et à un maximum de 20" au-dessus du niveau du sol.
- La tête en forme de U pour connecter une colonne de bois de 6" x 6" avec 2 boulons
- Hauteur maximale des escaliers au-dessus du sol : $\pm 12'$
- Poteaux en bois contreventés pour éviter les secousses latérales





COUPE TRANSVERSALE DES PIEUX VISSÉS

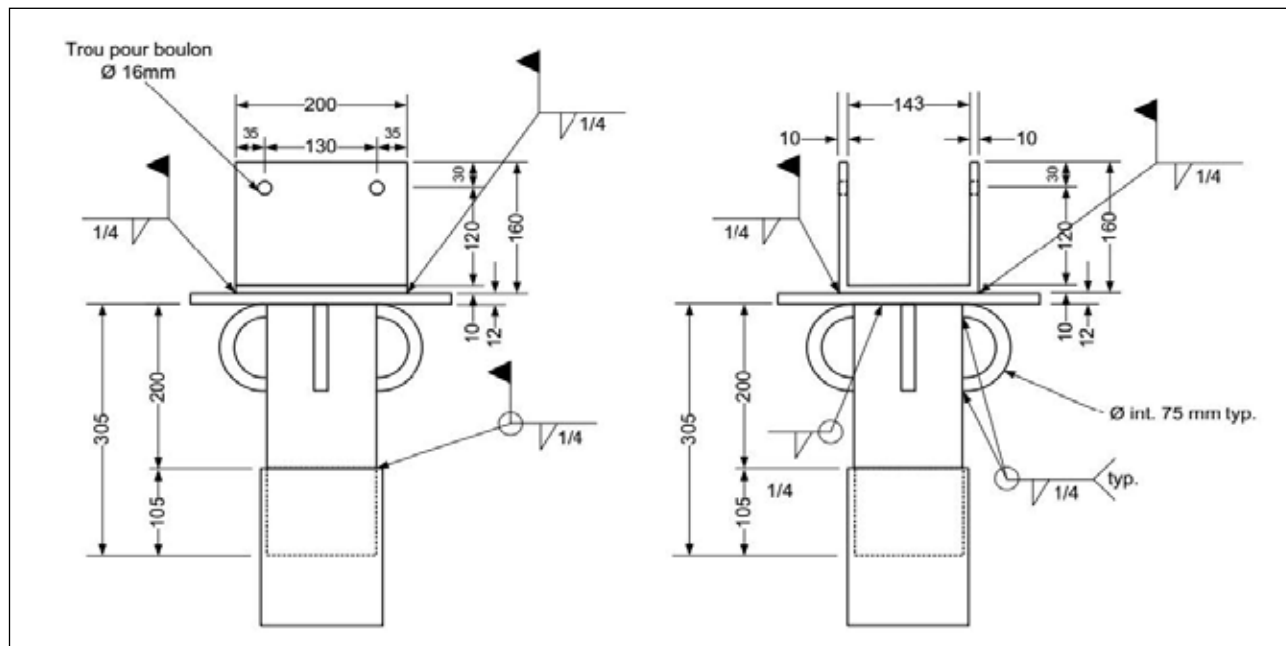
- Problème : La poussée latérale du sol de remblai pourrait entraîner les têtes des pieux vers le bas de la pente au fil des ans.
- Solution : Installation de câbles en acier entre chaque pieu les reliant entre eux, puis en haut à un appui en béton. Cela a assuré la stabilité latérale des pieux à long terme.





PLAN D'ÉLÉVATION

- La plaque supérieure est de 12" x 12" x 1/2" avec des accouplements internes et un demi-œillet soudé en atelier
- La plaque supérieure en U est de 8" x 6" x 3/8" et elle est soudée sur site
- La disposition de la plaque supérieure permet un décalage (± 2 pouces) des pieux vissés





PIEUX VISSÉS ET PLAQUES



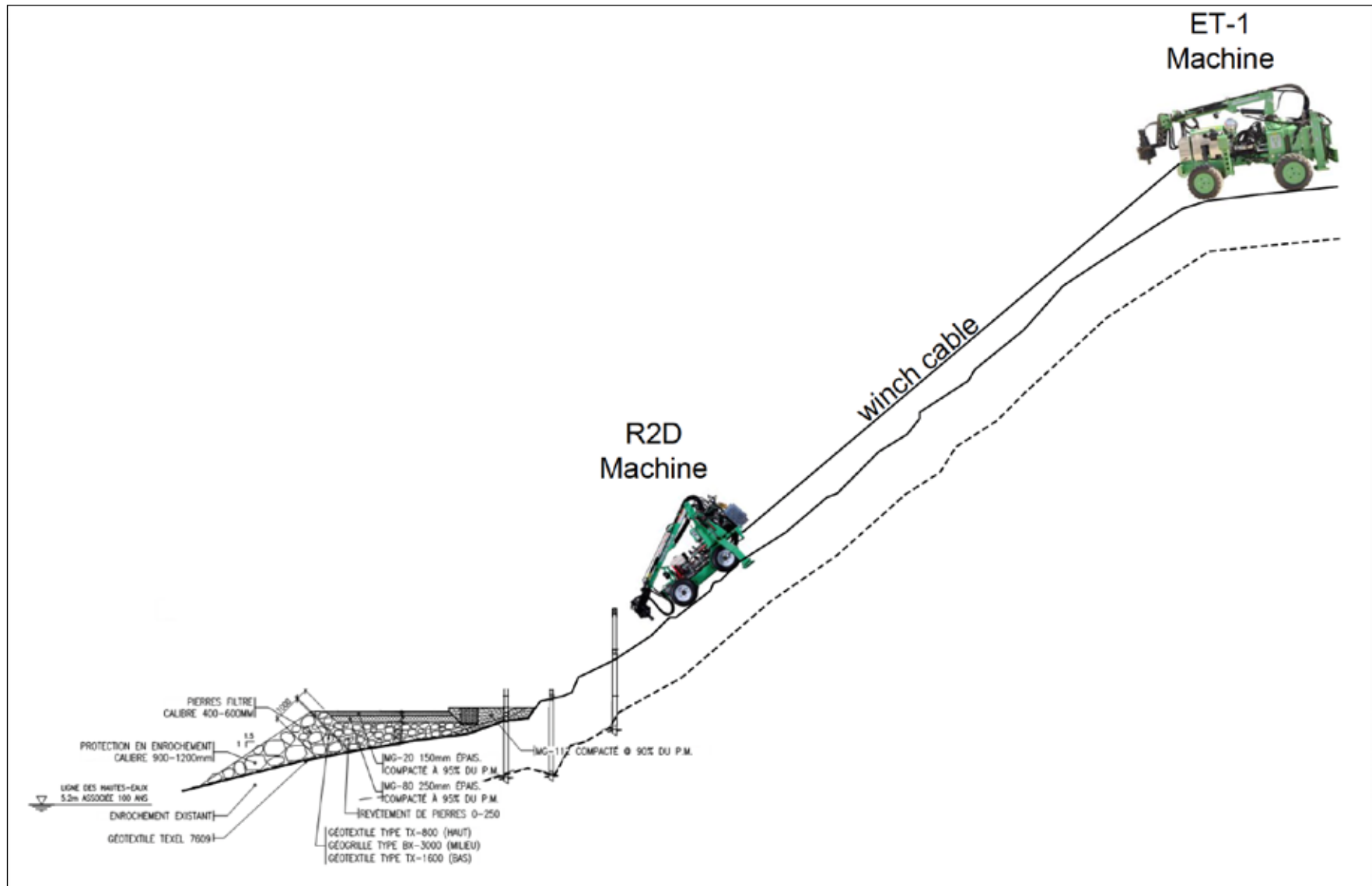


CÂBLES POUR LA CHARGE LATÉRAALE





DÉFI DE PENTE – INSTALLATION





ÉQUIPEMENTS D'INSTALLATION

Nous avons utilisé deux (2) de nos équipements standards pour réaliser ce projet.

R2D



ET1





ÉQUIPEMENTS D'INSTALLATION





ÉQUIPEMENTS D'INSTALLATION





ÉQUIPEMENTS D'INSTALLATION





APERÇU DE L'INSTALLATION

- Nous avons utilisé la machine ET1 pour treuiller la machine R2D
- Atteindre la capacité portante des pieux :
 - Profondeur de 8 à 12 pieds
 - Couple moyen atteint = 3 300 lb-pi
 - Rallonges soudées nécessaires
 - Mise en sécurité de l'équipe d'installation
 - Des cordes ont été utilisées pour acheminer le matériel aux installateurs
 - Un installateur au sommet fournissait les pieux, rallonges, têtes et fournitures à l'installateur sur la pente





APERÇU DE L'INSTALLATION

- Trois (3) installateurs pour réaliser le projet
- L'installation a pris cinq (5) jours
- Des géomètres ont été utilisés pour déterminer le centre du pieu en bois installé sur la plaque supérieure en acier des pieux vissés
- Têtes personnalisées soudées pour la mise en place des colonnes de bois
- Limites et techniques de l'équipement d'installation en raison de la pente et de la longueur de la flèche



PRÉPARATION ET DISPOSITION POUR L'INSTALLATION

- Un géomètre a été engagé pour tracer et marquer l'emplacement de chaque pieu
- Une fois la tête plate du pieu installée, il est revenu pour marquer le centre exact de placement des colonnes en bois
- Ensuite, les plaques de retenue en U ont été soudées en place





SÉCURITÉ D'INSTALLATION

La pente était si raide que chaque installateur devait être attaché en permanence pour des raisons de sécurité.





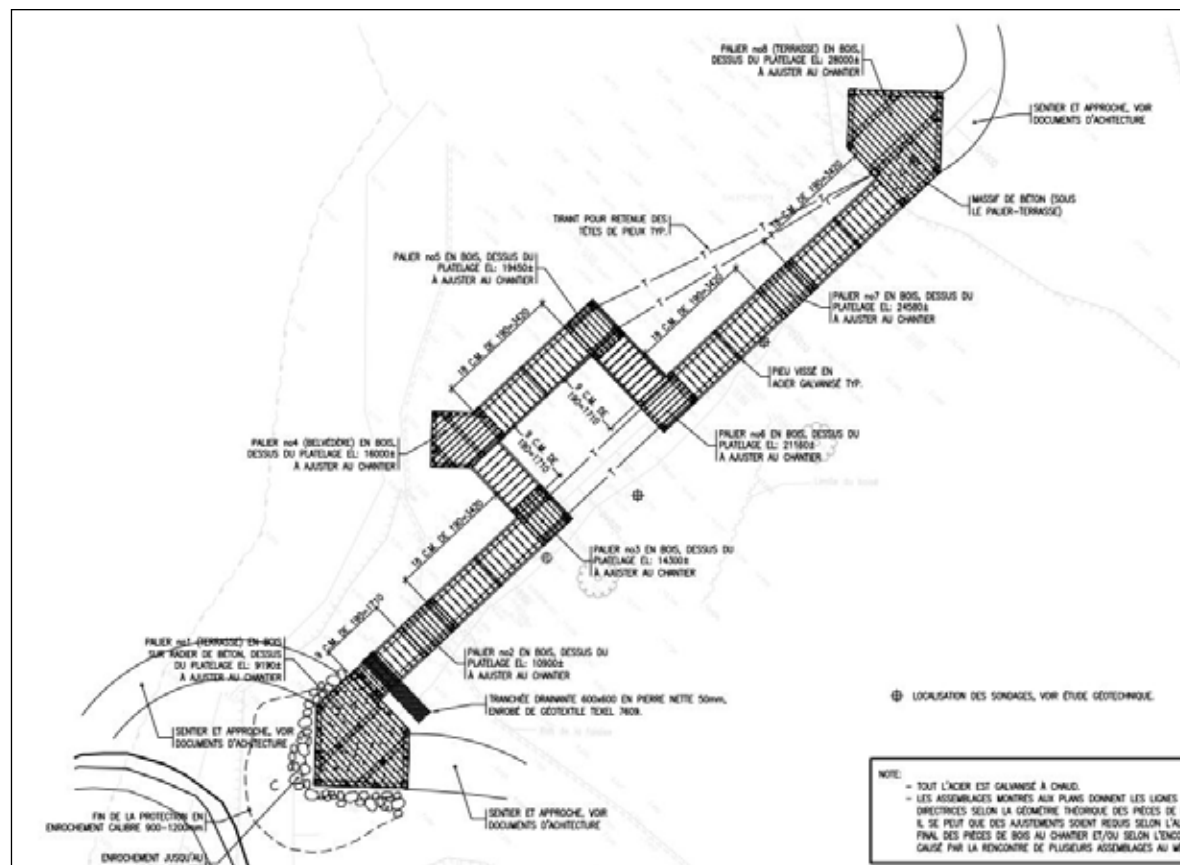
PROCESSUS D'INSTALLATION

- Nous devons installer deux (2) pieux à la fois, souder les rallonges et compléter l'installation de ces deux pieux avant de passer à l'étape suivante.
- Pour ce projet, il a fallu trois (3) installateurs :
 - Un installateur au sommet de la pente pour fournir le matériel.
 - À l'aide de câbles, il laissait descendre les pieux et accessoires jusqu'au niveau des installateurs. Un installateur et un soudeur étaient dans la pente.
 - Les travaux ont duré cinq (5) jours.



PROCESSUS D'ÉLÉVATION

- L'installation a été réalisée en deux étapes : une pour la rangée principale de pieux et une pour la deuxième rangée, car la R2D ne pouvait pas se déplacer latéralement en raison de la contrainte du treuil.





CONSTRUCTION



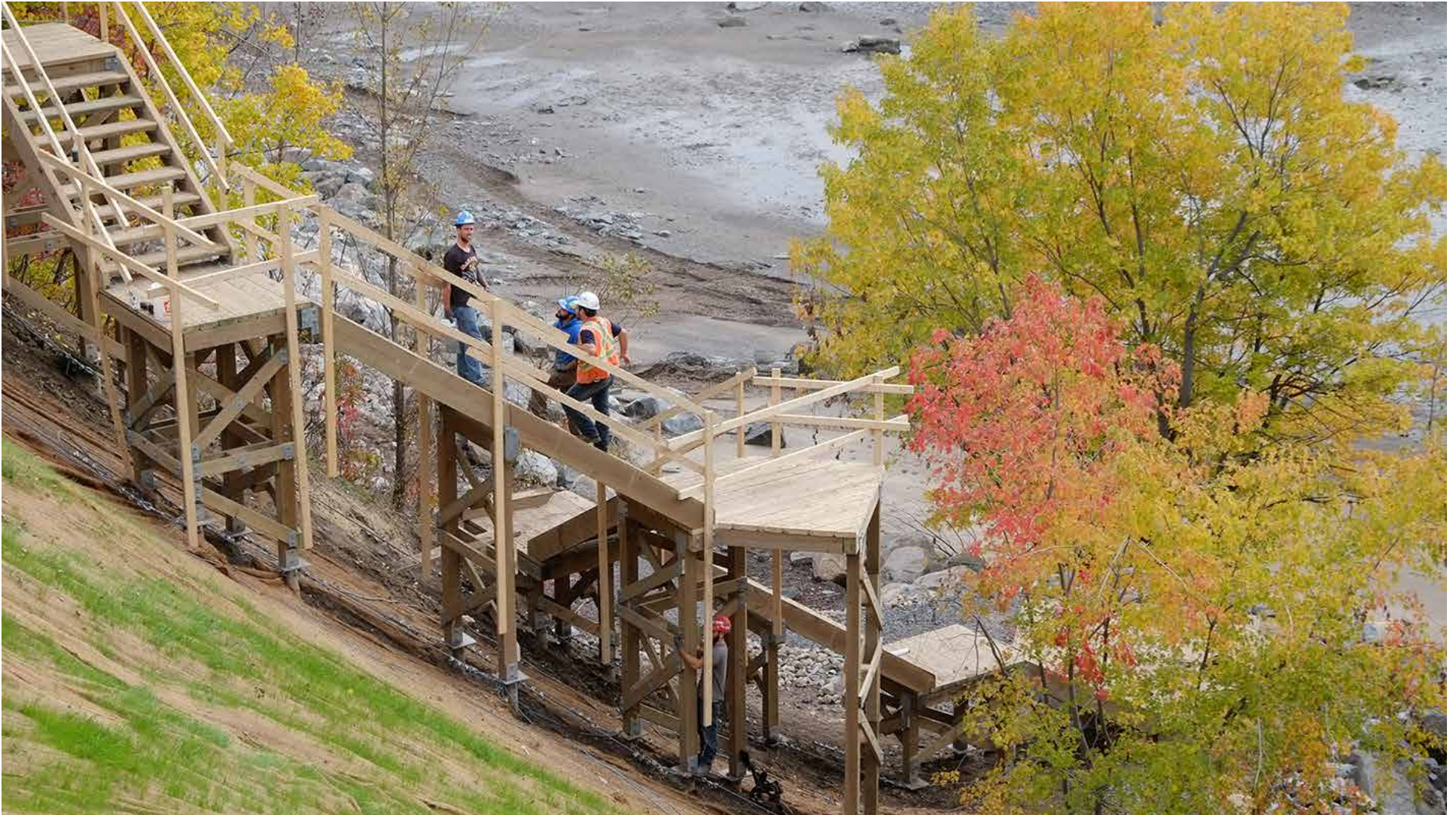


CONSTRUCTION



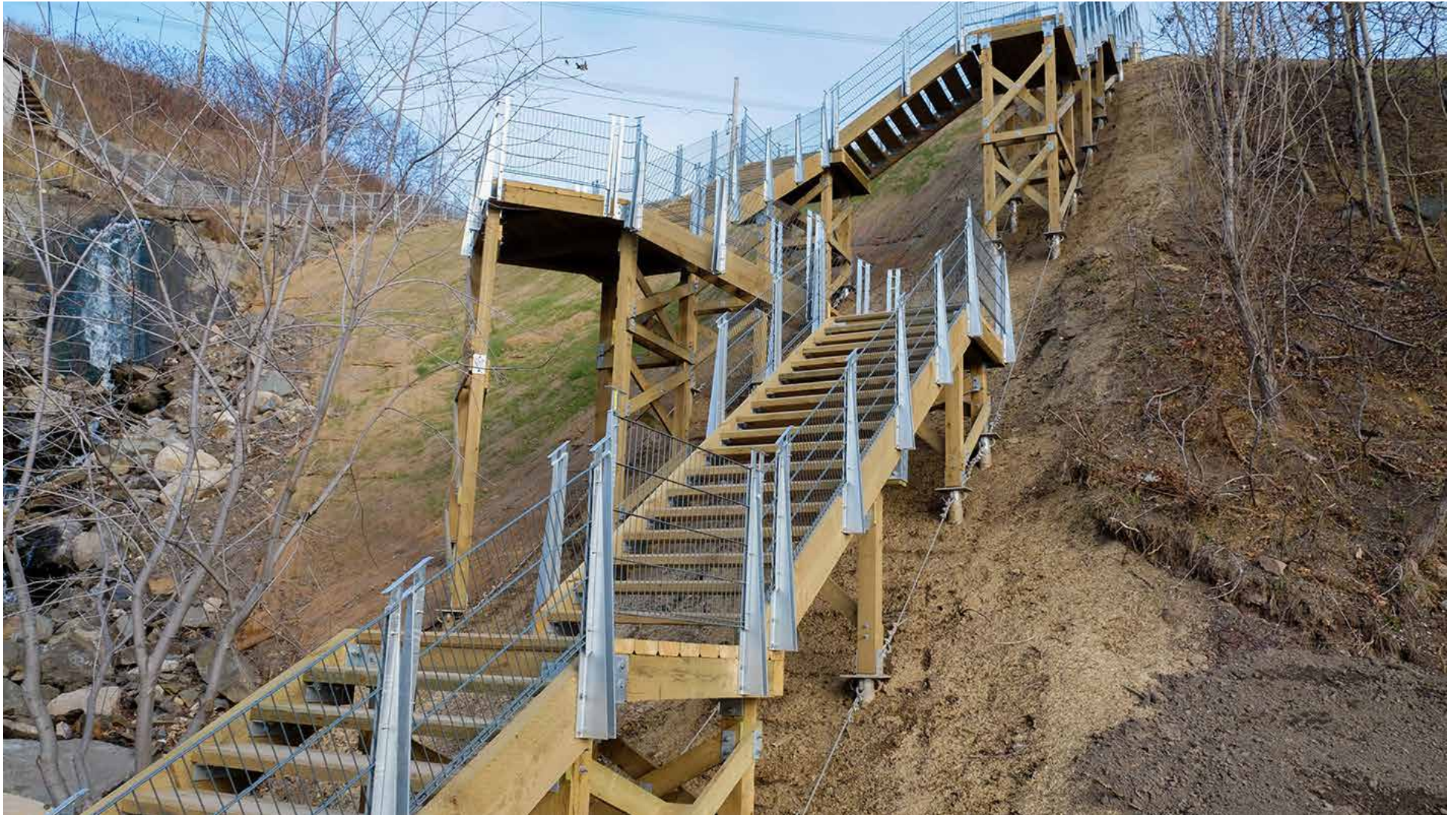


CONSTRUCTION





PROJET FINAL





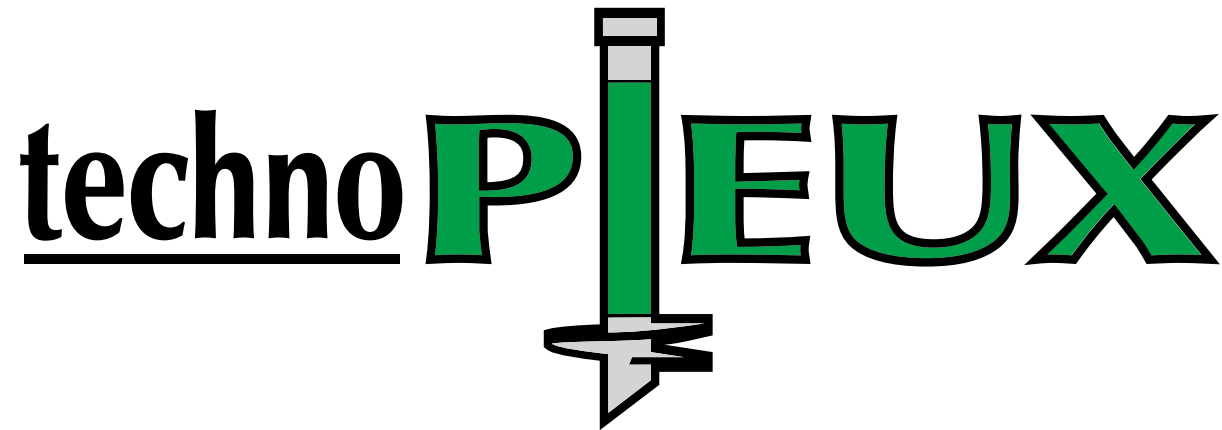
PROJET FINAL





PROJET FINAL





**MERCI DE VOTRE
ATTENTION !**