

GÉOMÉTRIE DE L'AQUIFÈRE DU COMPLEXE TOURBEUX DE LANORAIE

RAPPORT final

**Marie Larocque
Marjolaine Roux
Julien Chéné**

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère

23 juin 2022

Équipe de réalisation

Auteurs du rapport

Marie Larocque	Responsable du projet, spécialiste des eaux souterraines, professeure, UQAM
Marjolaine Roux	Agente de recherche, UQAM
Julien Chéné	Étudiant à la maîtrise

Référence à citer

Larocque, M., Roux, M., Chéné, J. 2022. Géométrie de l'aquifère du complexe tourbeux de Lanoraie – Rapport d'avancement. Rapport déposé au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec. 28 p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	iii
LISTE DES TABLEAUX	iv
1 INTRODUCTION	1
2 MÉTHODOLOGIE	2
2.1 Sélection des sites	2
2.2 Forages dans l'aquifère sableux	2
2.3 Forages dans la tourbière	4
3 RÉSULTATS ET DISCUSSION	5
3.1 Localisation des sites	5
3.2 Description détaillée des forages	8
3.3 Coupes stratigraphiques	10
4 CONCLUSION	13
5 RÉFÉRENCES	14
6 ANNEXE 1 – LOGS STRATIGRAPHIQUES	15

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Foreuse Géoprobe 7822DT	3
Figure 2 : Localisation des forages.....	6
Figure 3 : Piézomètres S1 et T1 dans la réserve écologique	7
Figure 4 : Emplacement des piézomètres dans la réserve écologique	7
Figure 5 : Coupe A – A'	10
Figure 6 : Coupe B – B'	11
Figure 7 : Coupe C – C'	12
Figure 8 : Log stratigraphique du forage #1	15
Figure 9 : Log stratigraphique du forage #2	16
Figure 10 : Log stratigraphique du forage #3	17
Figure 11 : Log stratigraphique du forage #4	18
Figure 12 : Log stratigraphique du forage #5	19
Figure 13 : Log stratigraphique du forage #6	20
Figure 14 : Log stratigraphique du forage #7	21
Figure 15 : Log stratigraphique du forage #8	22
Figure 16 : Log stratigraphique du forage #9	23
Figure 17 : Log stratigraphique du piézomètre S1	24
Figure 18 : Log stratigraphique du piézomètre T1	25
Figure 19 : Log stratigraphique du piézomètre T2	26
Figure 20 : Log stratigraphique du piézomètre T3	27
Figure 21 : Log stratigraphique du piézomètre T4	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Localisation des forages et des piézomètres 5

Tableau 2 : Description des forages et des piézomètres..... 9

1 INTRODUCTION

Ce projet s'inscrit dans une volonté de mieux comprendre les connexions entre l'eau souterraine de l'aquifère superficiel sableux et les milieux humides du complexe tourbeux de Lanoraie. Ce vaste complexe tourbeux s'est développé dans les anciens paléochenaux du Saint-Laurent et est voisin de coteaux sableux où se fait une agriculture maraîchère intensive et irriguée. L'irrigation est rendue possible par la présence même du complexe tourbeux qui contribue à maintenir les niveaux d'eau élevés, même en période estivale. Cette région fait l'objet de conflits d'usage croissants entre les agriculteurs et l'écosystème du complexe tourbeux et ces conflits risquent d'être exacerbés par les changements climatiques en cours.

Des projets de recherche réalisés par l'UQAM entre 2006 et 2013 ont montré que les connexions aquifère-tourbière existent bien dans le secteur (Bourgault et al., 2014 ; Rosa, 2007). Des projets ont aussi donné un aperçu de la géométrie 3D des dépôts minéraux et organiques dans la région (Bourgault, 2014 ; Rosa et al., 2009). Des mesures exhaustives avaient alors été faites dans les portions tourbeuses du secteur, mais aucune nouvelle donnée hydrostratigraphique n'avait été obtenue sur le terrain. Le modèle conceptuel ayant été développé est donc très imprécis dans plusieurs secteurs.

Les travaux de caractérisation et d'implantation de stations de suivi des niveaux de nappe sont nécessaires pour mieux comprendre l'écoulement subrégional de cette région et pour faire le suivi de l'état des nappes. Les objectifs du projet sont : 1) de mieux comprendre la géométrie de l'aquifère régional et 2) d'établir des stations de suivi des eaux souterraines en contexte d'exploitation intensive de l'eau et de changements climatiques. Ces stations pourraient être intégrées au Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec (RSESQ). Ce rapport présente la méthodologie utilisée dans le projet, les résultats des activités de forage, ainsi qu'une discussion des résultats.

Les travaux ont été réalisés sous la supervision de la professeure Marie Larocque par les agents de recherche Marjolaine Roux et Sylvain Gagné, avec l'aide de Julien Chéné, étudiant à la maîtrise en sciences de la Terre à l'UQAM.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 Sélection des sites

Il était prévu de mettre en place entre huit et 12 forages dans l'aquifère sableux, et quatre piézomètres dans les dépôts organiques. Les critères utilisés pour la sélection des sites sont 1) une bonne répartition spatiale des sites dans la région du complexe tourbeux de Lanoraie, 2) la présence d'une épaisseur minimale de sable, 3) une bonne accessibilité au site pour la foreuse et le suivi à long terme et 4) l'absence de perturbations anthropiques à proximité. Le but était d'atteindre, le plus souvent possible, les sédiments fins sous-jacents au sable, de manière à mieux comprendre la stratigraphie des dépôts meubles et l'épaisseur de l'aquifère sableux. Une épaisseur de sable minimale était recherchée, afin de permettre l'installation d'une crépine de 3 m installée à plus de 1 m sous le niveau de la nappe. Les piézomètres dans la tourbière ont été installés dans des secteurs où l'épaisseur de la tourbe était connue pour être supérieure à 2 m (Rosa, 2007).

Comme la région comporte plusieurs terres agricoles, plusieurs propriétaires ont été contactés par l'entremise de Dominic Brochu, agent en agroenvironnement de la Fédération de l'UPA de Lanaudière. Des autorisations ont été obtenues auprès des propriétaires pour tous les forages en terres privées, ainsi que pour ceux sur des terrains appartenant au MTQ et au MELCC. Les autorisations pour la mise en place des piézomètres dans la réserve écologique des Tourbières-de-Lanoraie ont été obtenues auprès du MELCC et celles pour les autres piézomètres dans la tourbe devront être obtenues auprès des propriétaires.

2.2 Forages dans l'aquifère sableux

Les travaux de forage ont été réalisés le 4 avril 2022 (forage 6), entre le 24 et le 27 mai 2022 (forages 1, 2, 3, 4, 5, 7 et 8) ainsi que le 2 juin 2022 (forage 9) par la compagnie Forage LLE. La foreuse utilisée est une Géoprobe 7822DT (**Figure 1**). La profondeur maximale pouvant être atteinte était de 24 m (80'). Une injection d'eau en continu a été réalisée afin de limiter les remontées de sable dans l'échantillonneur lorsque celui-ci était sous le niveau de la nappe. Dans une première étape, le forage est réalisé à l'aide d'un échantillonneur DT325 de 8,26 cm (3,25") de diamètre en rotation. Chacune des rallonges de l'échantillonneur mesure 1,50 m (5'). Des fluides de forage (Sand-Xpress) ajoutés à l'eau ont été utilisés pour diminuer les remontées de sable dans l'échantillonneur. Le mélange augmente la densité de l'eau injectée permettant de maintenir une colonne d'eau dans le forage.

Lorsqu'un changement lithologique était visible dans les sédiments, une cuillère de 0,6 m (2') de longueur était extraite pour déterminer leur nature et identifier les sédiments à la profondeur désirée. Une fois la profondeur de la couche de sédiments fins connue, l'échantillonneur était remonté jusqu'à la profondeur requise pour installer la base du piézomètre. Les dépôts étaient alors identifiés *in situ*.

Chaque piézomètre est composé d'un tubage en PVC de 5,08 cm (2") de diamètre, avec une crépine pourvue de fentes horizontales de 1 mm de largeur, une longueur de 4 cm et un espacement de 0,7 cm. La longueur de la crépine était généralement de 2,85 m, sauf pour les sites 1 et 5. L'espace étroit entre le tubage et le sable ambiant a été comblé de sable de silice ou par l'effondrement de la paroi de sédiments une fois l'échantillonneur retiré. Un bouchon de bentonite a été positionné au-dessus de la crépine sauf pour le forage 8.



Figure 1 : Foreuse Géoprobe 7822DT

Chacun des piézomètres a été par la suite développé permettant ainsi de nettoyer le tubage, mais aussi d'éliminer les fluides de forage. L'eau a été pompée entre 30 minutes et 3 heures jusqu'à ce qu'elle soit claire et non visqueuse à l'aide d'une pompe descendue près de la base du piézomètre.

Tous les forages dans l'aquifère sableux ont été instrumentés de sondes de pression *Solinst Levelogger 5 – 5m* permettant la mesure du niveau et de la température de l'eau

(programmée pour des mesures horaires). La sonde est attachée à un bouchon de 5,08 cm (2") de diamètre par une ficelle de nylon. Le protecteur externe est fermé à l'aide d'un couvercle cadenassé.

2.3 Forages dans la tourbière

Les piézomètres dans la tourbe ont été mis en place au moyen d'une tarière manuelle d'abord enfoncée manuellement dans les matériaux organiques jusqu'à ce qu'une résistance soit rencontrée. La tarière était alors tournée dans le sens horaire pour prélever le matériel minéral à la base de la tourbe (il était nécessaire d'atteindre le sédiment minéral sous-jacent, car la base du piézomètre y a été posée). Le début de la crépine commence sous les premiers 30 cm de tourbe. La portion entre la fin de la crépine et le début du sédiment minéral a été comblée par un tubage plein fermé par une pointe conique. Le piézomètre a ensuite été enfoncé de quelques centimètres dans le sédiment minéral à l'aide d'une masse. Le type de tubage utilisé est le même que celui pour les piézomètres dans l'aquifère sableux.

Les premières étapes sont les mêmes pour le piézomètre dans les sédiments sous-jacents aux dépôts organiques. Une fois dans les sédiments, le trou a été creusé manuellement en tournant la tarière dans le sens horaire et les sédiments ont été récupérés pour identification, jusqu'à ce que la profondeur désirée soit atteinte. Une crépine de 30 cm de longueur a été placée à 30 cm sous l'interface organique-minéral et a été fermée à sa base par une pointe conique. Le reste du piézomètre est composé d'un tubage plein. Le piézomètre a été enfoncé à l'aide d'une masse jusqu'à la profondeur souhaitée. Du sable de silice et des granules de bentonite ont été ajoutés dans l'espace annulaire pour sceller l'ouverture autour du piézomètre.

Les piézomètres dans la tourbière ont été développés manuellement à l'aide d'une valve à clapet positionnée au bout d'un tubage de 2 m.

Tous les piézomètres sont équipés d'une sonde de pression *Solinst Levellogger 5 - 5m*, permettant la mesure du niveau et de la température de l'eau (programmée pour des mesures horaires). Les sondes sont attachées au bouchon du piézomètre à l'aide d'une ficelle de nylon de manière que la sonde soit positionnée quelques centimètres au-dessus du fond du piézomètre. Un baromètre est installé à l'air libre sur un arbre à proximité. Les piézomètres dans la tourbière ne sont pas cadenassés.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 Localisation des sites

Les neuf sites de forage identifiés (**Figure 2**) sont localisés dans les municipalités de Lanoraie (forages 1, 2, 7 et 8), de Lavaltrie (forage 6), de Saint-Thomas (forages 3, 4 et 9) et de Saint-Paul (site 15) dans la MRC d'Autray (**Tableau 1**). Aucun site n'a été visé dans la portion sud-ouest de la zone, car l'épaisseur des dépôts sableux y est considérée trop faible pour l'installation de forages visant le suivi à long terme de la nappe (SIGEOM, 2022). La localisation des sites retenus fournit ainsi des informations stratigraphiques bien réparties spatialement et permet de faire un portrait global des variations du niveau de l'eau dans tout l'aquifère sableux.

Tableau 1 : Localisation des forages et des piézomètres

Site	X	Y	Municipalité
1	-73,2991	45,9972	Lanoraie
2	-73,2517	46,0275	Lanoraie
3	-73,2747	46,0505	Saint-Thomas
4	-73,3561	46,0015	Saint-Thomas
5	-73,3751	45,9327	Saint-Paul
6	-73,3267	45,9227	Lavaltrie
7	-73,2636	45,9576	Lanoraie
8	-73,2976	46,0160	Lanoraie
9	-73,2163	46,0222	Saint-Thomas
S1	-73,3005	45,9937	Lanoraie
T1	-73,3006	45,9937	Lanoraie
T2	-73,2159	45,9652	Lanoraie
T3	-73,2986	45,9979	Lanoraie
T4	-73,3108	45,9710	Lanoraie

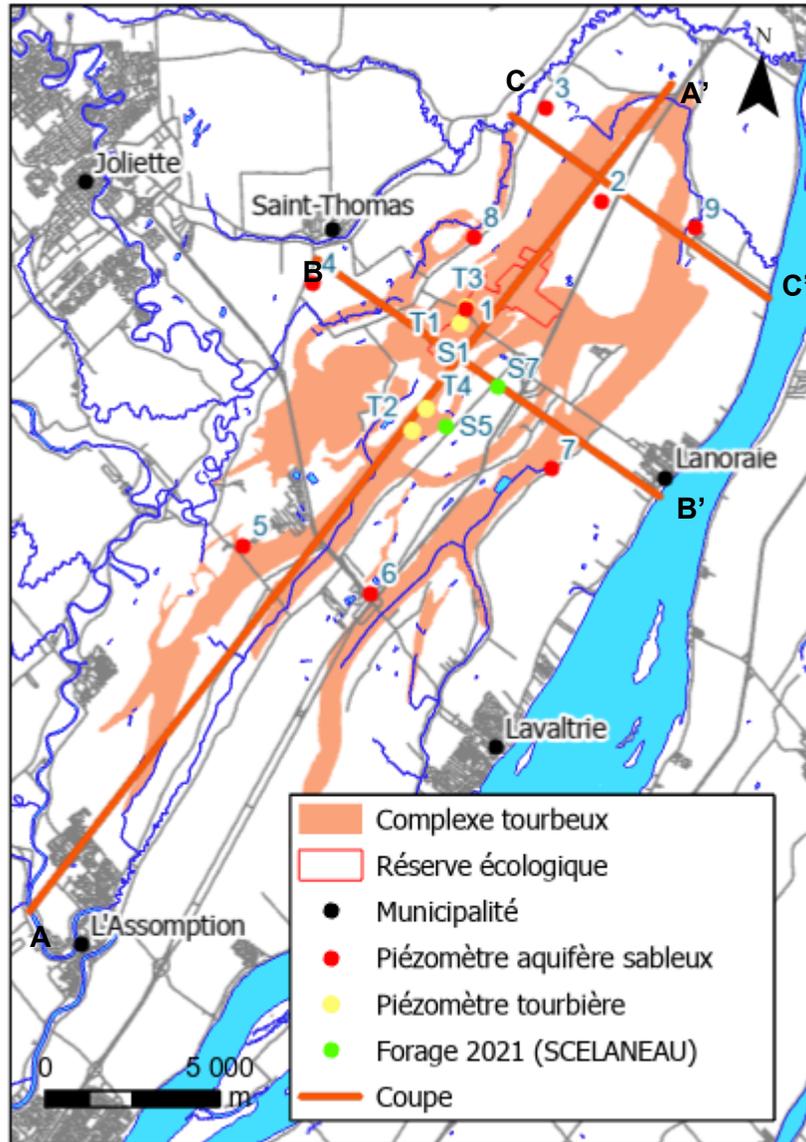


Figure 2 : Localisation des forages

Un doublet de piézomètres (T1-S1) a été mis en place dans la réserve écologique des Tourbières-de-Lanoraie, à proximité de la passerelle de bois. La crépine du piézomètre de surface est située dans la tourbe tandis que celle du piézomètre le plus profond est située dans les sédiments sous-jacents à la tourbe. Les piézomètres ont été installés à proximité l'un de l'autre dans le but d'identifier le gradient hydraulique vertical entre la tourbe et l'aquifère (**Figure 3**). Un autre piézomètre (T3) a été mis en place dans la réserve écologique des Tourbières-de-Lanoraie, du côté est du chemin Joliette, non loin du stationnement de la réserve écologique (**Figure 4**), non loin du forage 1. Les piézomètres T2 et T4 ont une crépine mise en place dans les dépôts organiques et sont situés près du coteau Saint-Henri.



Figure 3 : Piézomètres S1 et T1 dans la réserve écologique

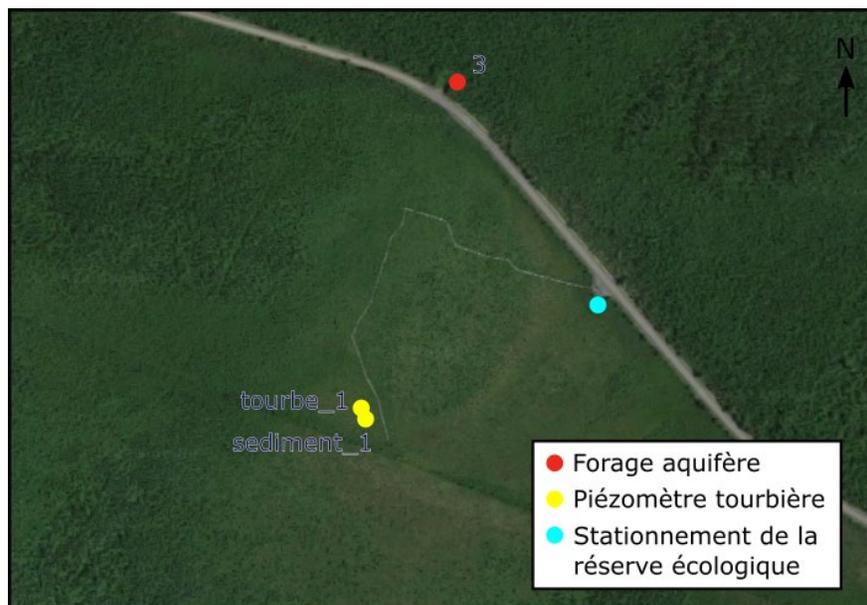


Figure 4 : Emplacement des piézomètres dans la réserve écologique

3.2 Description détaillée des forages

Les forages dans l'aquifère sableux sont situés à des altitudes variant de 15,7 à 25,6 m (**Tableau 2**). Leurs profondeurs varient de 9,8 à 25 m. Le début des crépines se situe entre 4,3 m (forage 1) et 9,6 m (forage 7) m de profondeur. Toutes les crépines sont de 2,85 m sauf pour les forages 1 (1 m) et 5 (1,35 m). Les crépines ont été positionnées à la fin de l'horizon de sable brun et principalement dans celui de sable fin gris. Les forages présentent une épaisseur de sable fin et fin à moyen d'une épaisseur variant de 4,5 m (forage 1) à 21,3 m (forage 3). La couleur du sable change du brun au gris entre 4,5 et 12 m de profondeur. Le sable est suivi d'une section caractérisée par une transition du sable gris très fin, au silt et dans certains cas à des lits d'argile discontinue. Dans certains forages (forages 3, 4, 5, 6 et 7), cette transition est suivie par du silt argileux ou de l'argile. Les logs de forages permettant d'observer ces transitions se trouvent à l'**Annexe 1 (Figures 8 à 16)**. Le forage 1 est le seul situé dans la tourbière présentant ainsi de la tourbe sous une couche de remblai.

Les piézomètres dans la tourbière varient d'une altitude de 18,17 à 20,22 m. L'épaisseur de la tourbe aux piézomètres T1 et S1 est de 3,4 m. Les sédiments sous-jacents varient de sable très fin à sable fin gris avec présence de minces horizons de sédiments silteux. Les mêmes sédiments se trouvent sous le piézomètre T3, sous 3,1 m de tourbe (**Annexe 1, Figures 17 à 21**). Les sites T2 et T4 ont respectivement 4,8 m et 2 m d'épaisseur de tourbe. Les sédiments sous-jacents sont du sable fin gris avec silt au T2 et du sable fin à moyen gris au T4. Les crépines se situent entre 35 et 52 cm sous la surface et mesurent 1,35 m sauf pour le piézomètre dans les sédiments dont la crépine est de 32 cm.

Tableau 2 : Description des forages et des piézomètres

Site	Altitude du sol (m)	Profondeur totale du forage (m)	Profondeur crépine (m)	Épaisseur tourbe (m)	Début horizon sable fin, fin à moyen (m)	Début horizon sable gris très fin, silt (m)	Début horizon silt argileux, argile (m)
1	20,61	23,5	6,3	3 (sous 1,5 m de remblais)	4,5	9,0	21,0
2	23,13	25	11,4	-	0	17,7	-
3	24,72	23,5	11,4	-	0	14,3	21,3
4	20,24	22	11,6	-	0	15,0	18,0
5	23,64	9,8	7	-	0	7,0	8,2
6	25,58	12,2	10	-	0	10,7	11,3
7	20,65	23,5	13,4	-	0	-	22
8	23,34	23,5	13,1	-	0	13,7	-
9	15,74	23	13,2	-	0	21,0	-
S1	20,13	3,5	3,7	3,4	3,4	3,5	-
T1	20,22	4,4	0,43	3,4	3,4	3,5	-
T2	18,17	4,9	0,35	4,9	4,9	-	-
T3	18,45	3,2	0,35	3,1	-	3,1	-
T4	19,78	2,1	0,56	2,0	2,0	-	-

3.3 Coupes stratigraphiques

Les logs de forages réalisés dans le cadre de ce projet, certaines données issues des forages réalisés dans le cadre du projet SCELANEAU en mai 2021, les données du SIGEOM (SIGEOM, 2022), les données du site d'enfouissement sanitaire EBI (SNC Lavalin, 2005) ainsi que des données préalablement disponibles sur l'épaisseur de tourbe (cf. Rosa et al., 2009) ont permis de tracer trois coupes stratigraphiques dans la zone étudiée (**Figure 2**). Ces coupes permettent de visualiser la topographie, l'épaisseur de tourbe, ainsi que les forages et la nature des matériaux géologiques sous-jacents.

Sur la coupe A – A', orientée sud-ouest – nord-est dans le sens longitudinal du complexe tourbeux, la topographie varie de 13,9 à 25,8 m. L'épaisseur de tourbe atteint une valeur maximale de 3,8 m sur cette coupe. La zone de transition entre le sable et le sable gris très fin et le silt est la moins profonde au sud-ouest de la région étudiée et augmente progressivement vers le nord-est. Le contact avec l'horizon de silt argileux et d'argile a été identifié aux forages 1 et 5. Cet horizon semble lui aussi de plus en plus profond vers le nord-est. Les données stratigraphiques obtenues lors des forages réalisés en 2021 concordent avec les nouveaux forages, même si un seul des forages de 2021 a atteint l'horizon de silt et d'argile. Sur cette coupe, l'épaisseur de l'aquifère sableux (entre la surface du sol et l'horizon de transition) varie de 8,2 à 25 m au niveau des forages et est absente au sud-ouest. Les épaisseurs de sable augmentent généralement du sud-ouest vers le nord-est.

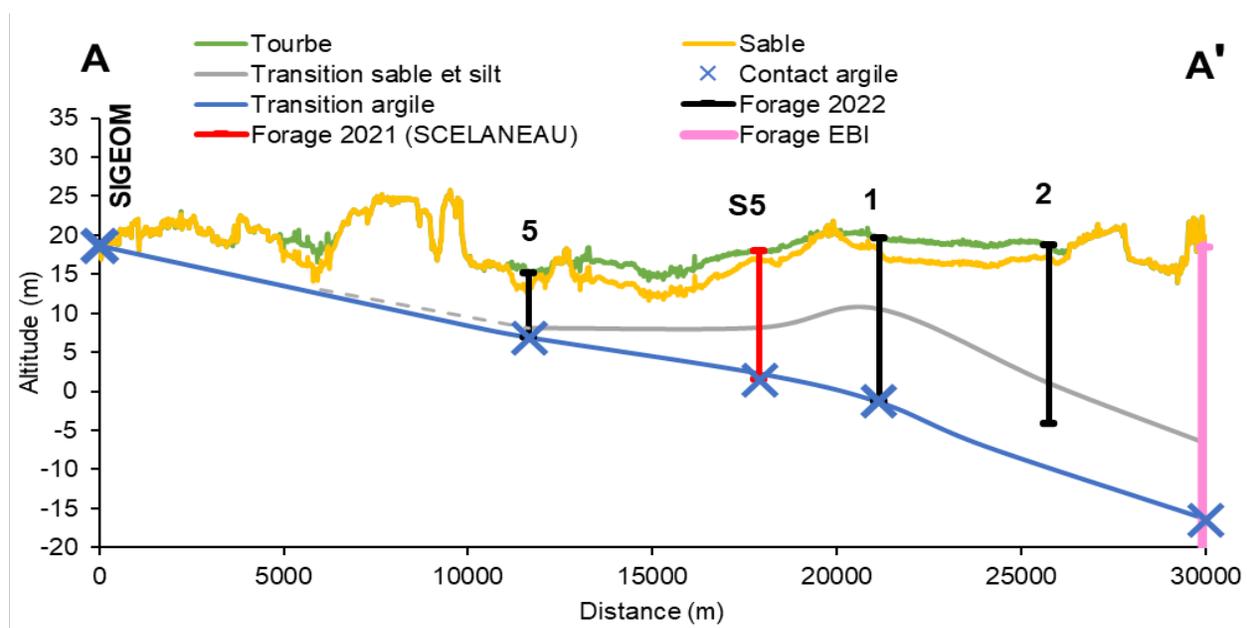


Figure 5 : Coupe A – A'

La coupe A – A' montre que la tourbe est positionnée directement sur l'horizon de sable fin et fin à moyen. Rosa (2007) avait observé ces dépôts silteux à la base de la tourbe et les avait associés à un horizon de silt et d'argile peu perméable. À la lumière des nouvelles données stratigraphiques, il semble que ces dépôts silteux sont peu épais et présents seulement à la base immédiate des dépôts organiques. Bien que la base de la tourbe soit relativement peu perméable (Rosa et al., 2008), ces conditions stratigraphiques laissent penser que la connexion entre la tourbière et l'aquifère sableux pourrait être plus importante que précédemment estimée.

Sur la coupe B – B', orientée nord-ouest – sud-est perpendiculairement au complexe tourbeux, la topographie baisse progressivement du nord-ouest vers le sud-est et atteint des valeurs entre 11,9 et 32,0 m. Sur cette coupe, l'épaisseur maximale de la tourbe est de 4 m. La zone de transition entre le sable et le sable gris très fin et le silt augmente progressivement vers le sud-est. Le contact avec l'horizon de silt argileux et d'argile a été identifié aux forages 1 et 4 à des profondeurs respectives de 21 m et 18 m, mais il semble probable que cet horizon soit de plus en plus profond vers le sud-est. Sur cette coupe, l'épaisseur de l'aquifère sableux varie de 4,5 à 22 m, mais ne montre pas de tendance le long de la coupe. L'épaisseur de l'aquifère sableux la plus faible se trouve sous la tourbière (forage 1) au niveau d'une paléochenaux. Comme sur la coupe A – A', la tourbe est déposée directement sur l'horizon de sable fin et fin à moyen.

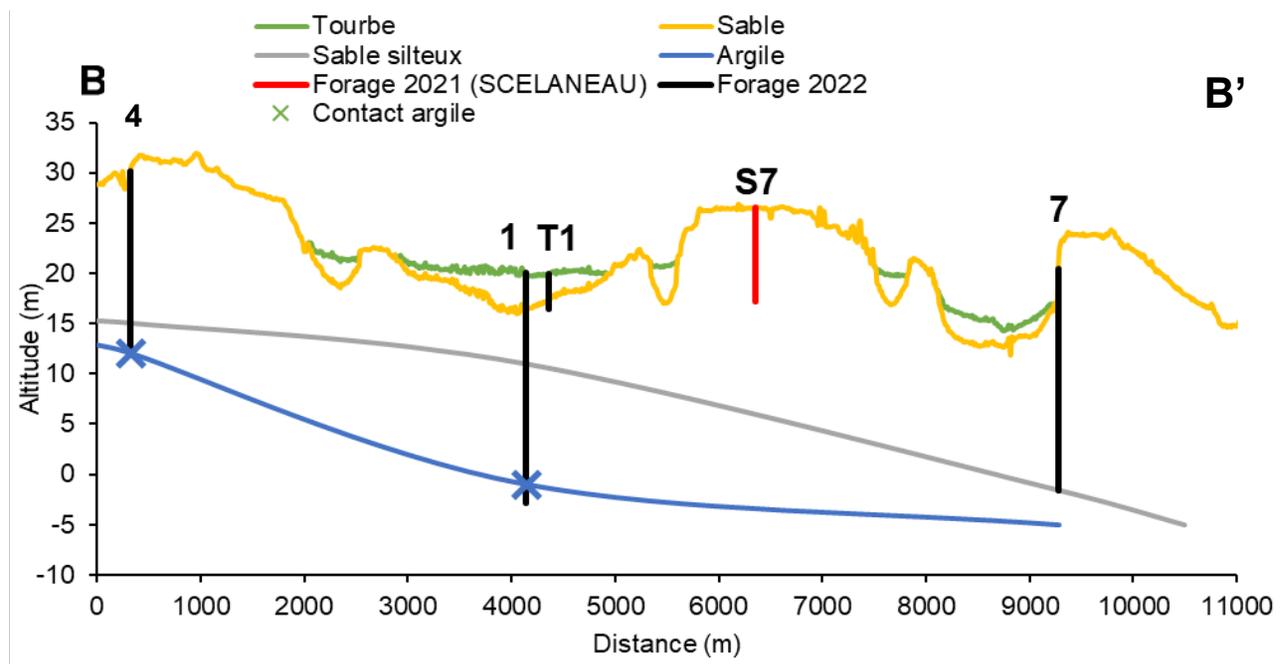


Figure 6 : Coupe B – B'

La coupe C – C', orientée nord-ouest – sud-est perpendiculairement au complexe tourbeux dans sa portion nord-est. Comme pour la coupe B – B', la topographie baisse graduellement du nord-ouest vers le sud-est variant de 8,6 à 27,5 m. La baisse d'altitude est aussi visible au niveau des contacts avec les horizons de sable silteux et d'argile faisant ainsi peut varier l'épaisseur de l'aquifère sableux. L'épaisseur de l'aquifère sableux varie de 21 à 25 m. L'horizon d'argile n'a pas été atteint aux forages 2 et 9, soit ceux situés au sud. Comme pour le reste du secteur, la tourbe est déposée directement sur l'horizon de sable fin et fin à moyen.

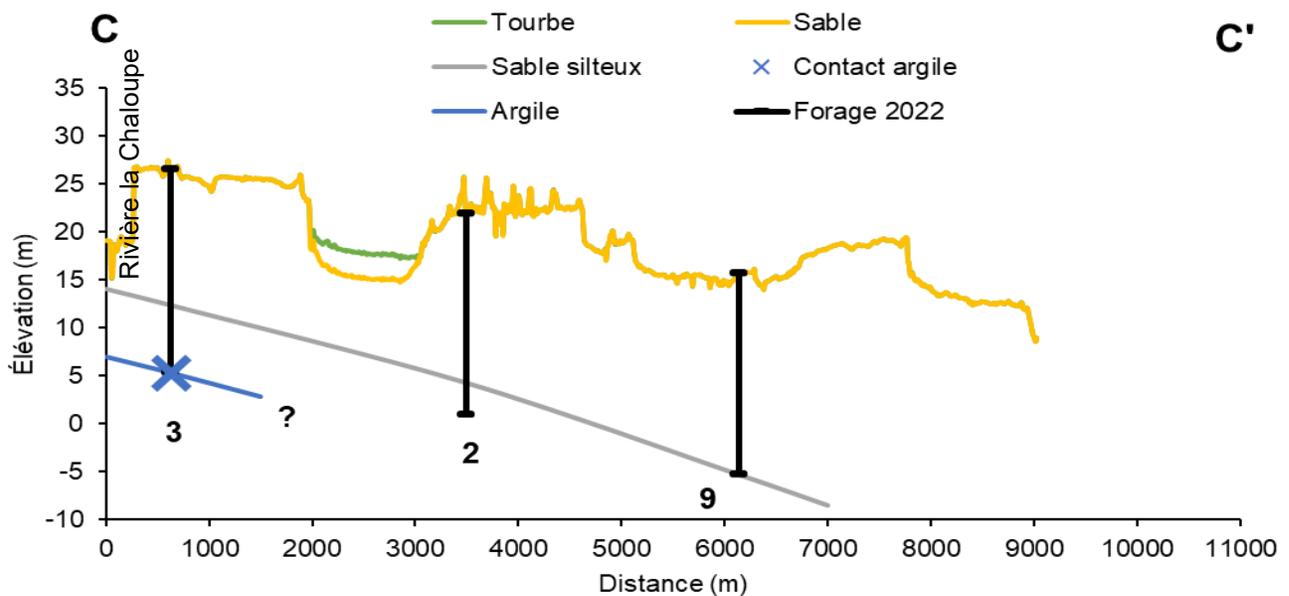


Figure 7 : Coupe C – C'

4 CONCLUSION

Ce projet a permis de mettre en place neuf nouveaux forages dans la région de la réserve écologique des Tourbières-de-Lanoraie et quatre nouveaux piézomètres dans la tourbière (dont un doublet). Tous les forages ont été développés et instrumentés de sondes *Solinst* pour le suivi horaire des niveaux et des températures.

Bien que tous les forages n'aient pas atteint l'horizon de silt et d'argile, les données stratigraphiques montrent que l'épaisseur de l'aquifère sableux varie de 4,5 à 25 m. Cette épaisseur augmente du sud-ouest vers le nord-est (coupe A – A') et faiblement du nord-ouest vers le sud-est (coupes B – B' et C – C'). Elle est aussi faible sous la tourbière, plus précisément sous les paléochenaux. La profondeur de l'horizon de silt et d'argile semble augmenter du sud-ouest vers le nord-est, et du nord-ouest vers le sud-est.

Les données montrent que les dépôts organiques se trouvent sur un horizon de sable fin à moyen, cela apporte un éclairage nouveau sur la connectivité hydrologique aquifère-tourbière et sur les flux échangés entre les deux types de dépôts.

5 RÉFÉRENCES

- Bourgault, M.-A. 2014. *Modélisation régionale 3D des écoulements souterrains dans la région du complexe tourbeux de Lanoraie, Québec, Canada*. Mémoire de maîtrise, UQAM, 82 p.
- Bourgault, M.-A., Larocque, M., Roy, M. 2014. Simulation of aquifer-peatland-river interactions under climate change. *Hydrology Research* 45(3) : 425-440.
- Rosa, É. 2007. *Caractérisation hydrogéologique du complexe tourbeux de Lanoraie, Québec, Canada*. Mémoire de maîtrise, UQAM, 104 p.
- Rosa, É., Larocque, M. 2008. Investigating peat hydrological properties using field and laboratory methods: application to the Lanoraie peatland complex (southern Quebec, Canada). *Hydrological Processes* 22: 1866-1875.
- Rosa, É., Larocque, M., Pellerin, S., Gagné, S., Fournier, B. 2009. Determining the number of manual measurements required to improve peat thickness estimations by ground penetrating radar. *Earth Surface Processes and Landforms* 34 : 377-383.
- SIGEOM (Système d'information géominière du Québec). 2022. Zones morphosédimentologiques – Carte interactive. Récupérée de <https://sigeom.mines.gouv.qc.ca/>
- SNC Lavalin, 2005. Évaluation de la qualité des eaux souterraines et de surface au lieu d'enfouissement sanitaire de Dépôt Rive-Nord inc., à Saint-Thomas. Rapport final N° 016932, Québec, Canada, 311 p.

6 ANNEXE 1 – LOGS STRATIGRAPHIQUES

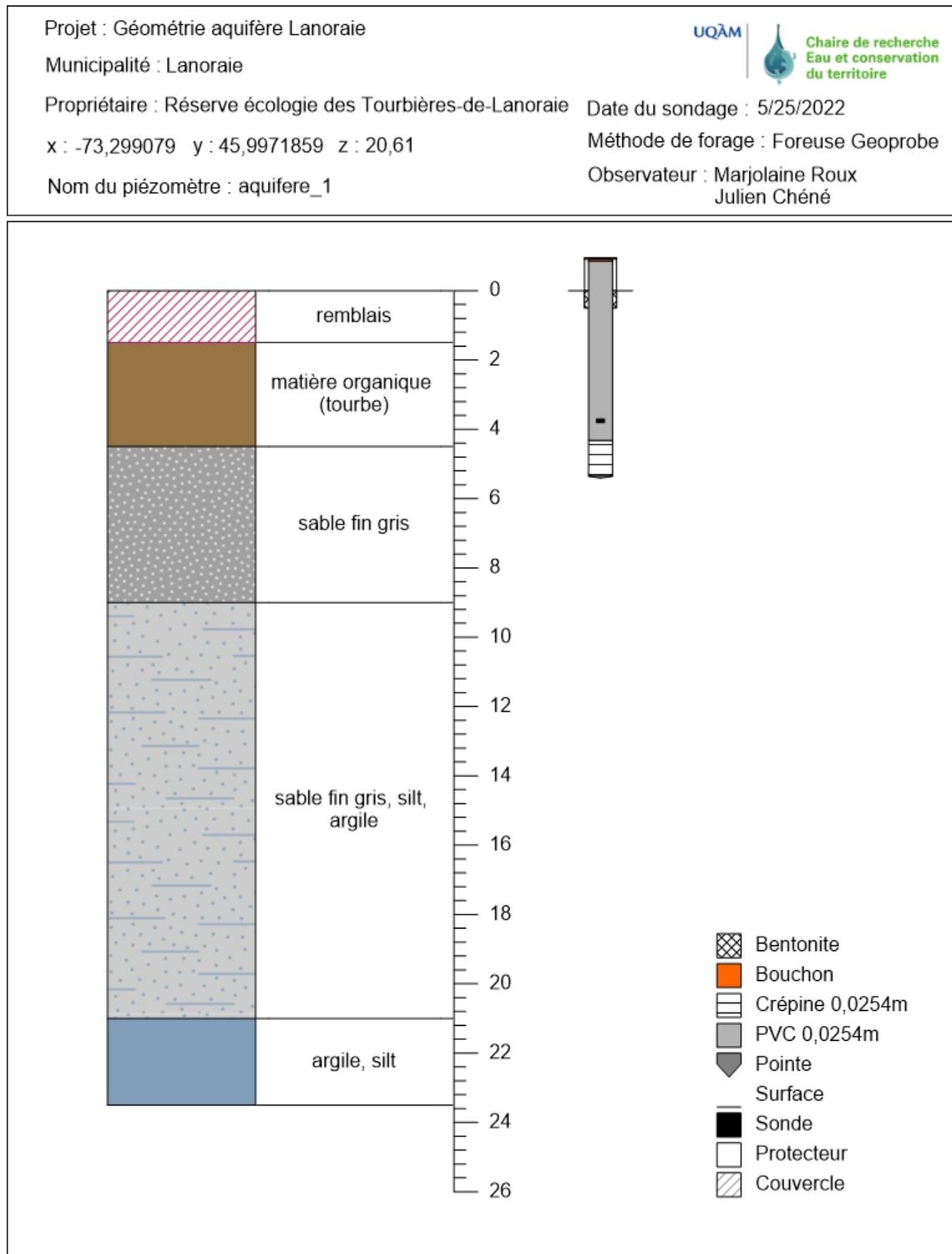


Figure 8 : Log stratigraphique du forage #1

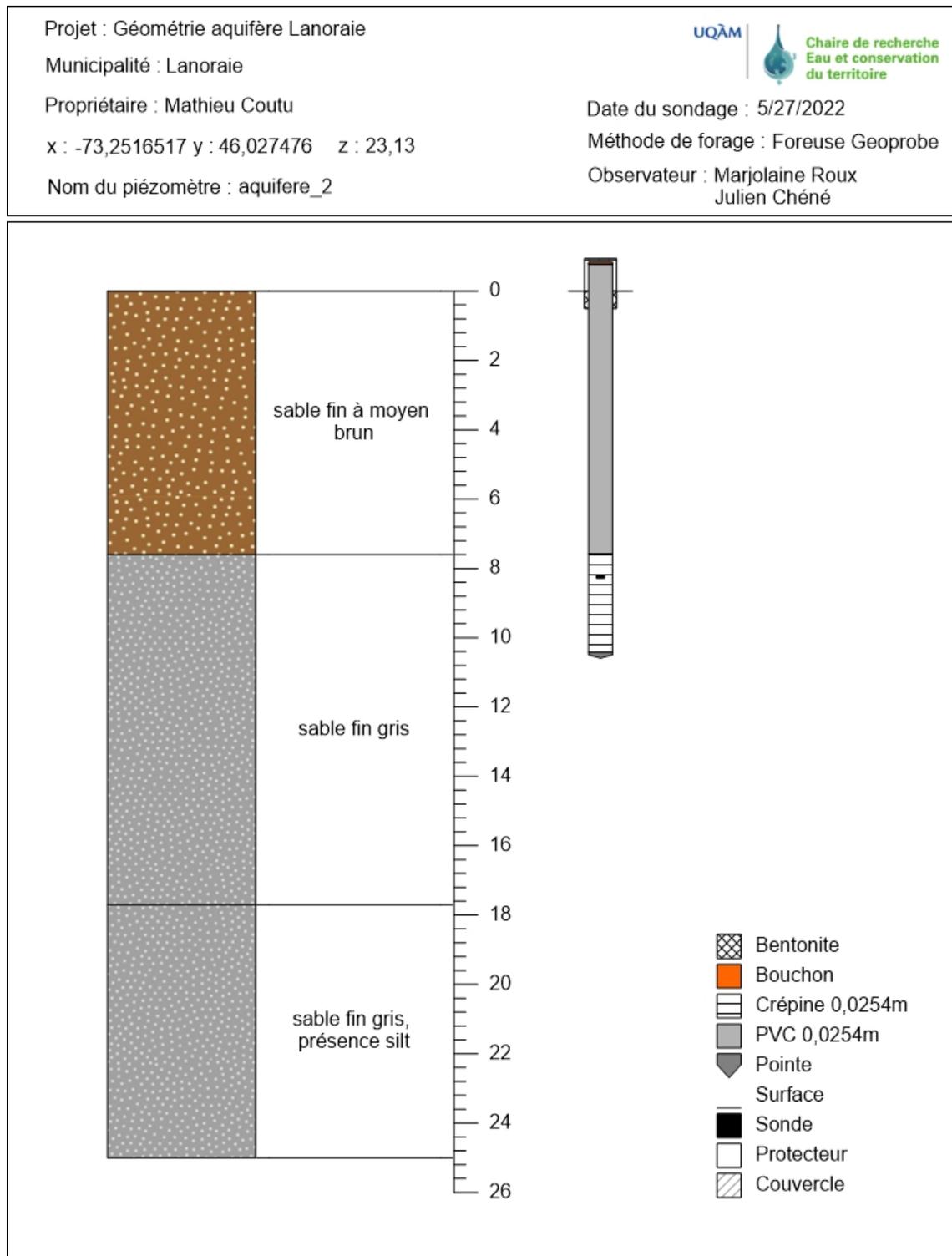


Figure 9 : Log stratigraphique du forage #2

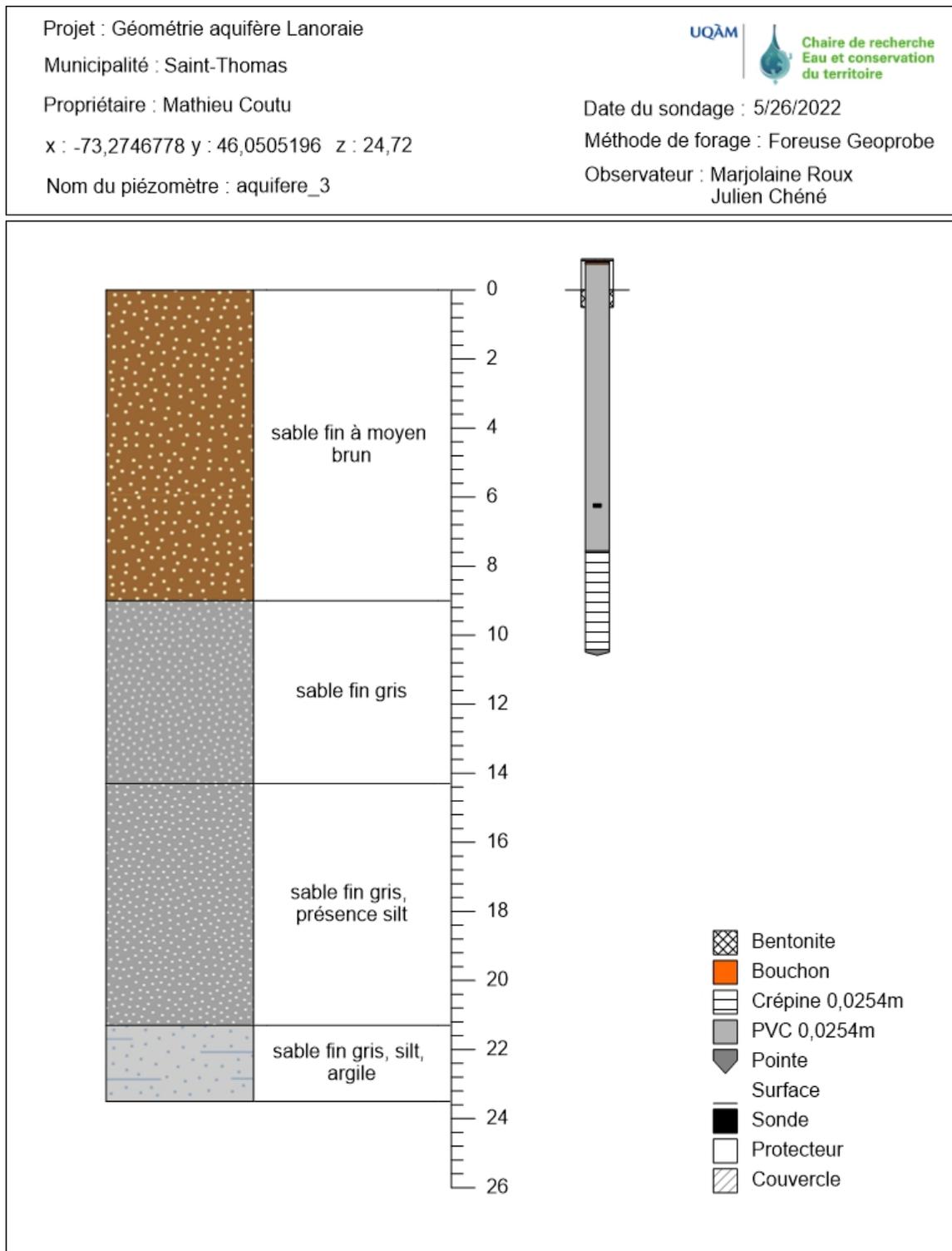


Figure 10 : Log stratigraphique du forage #3

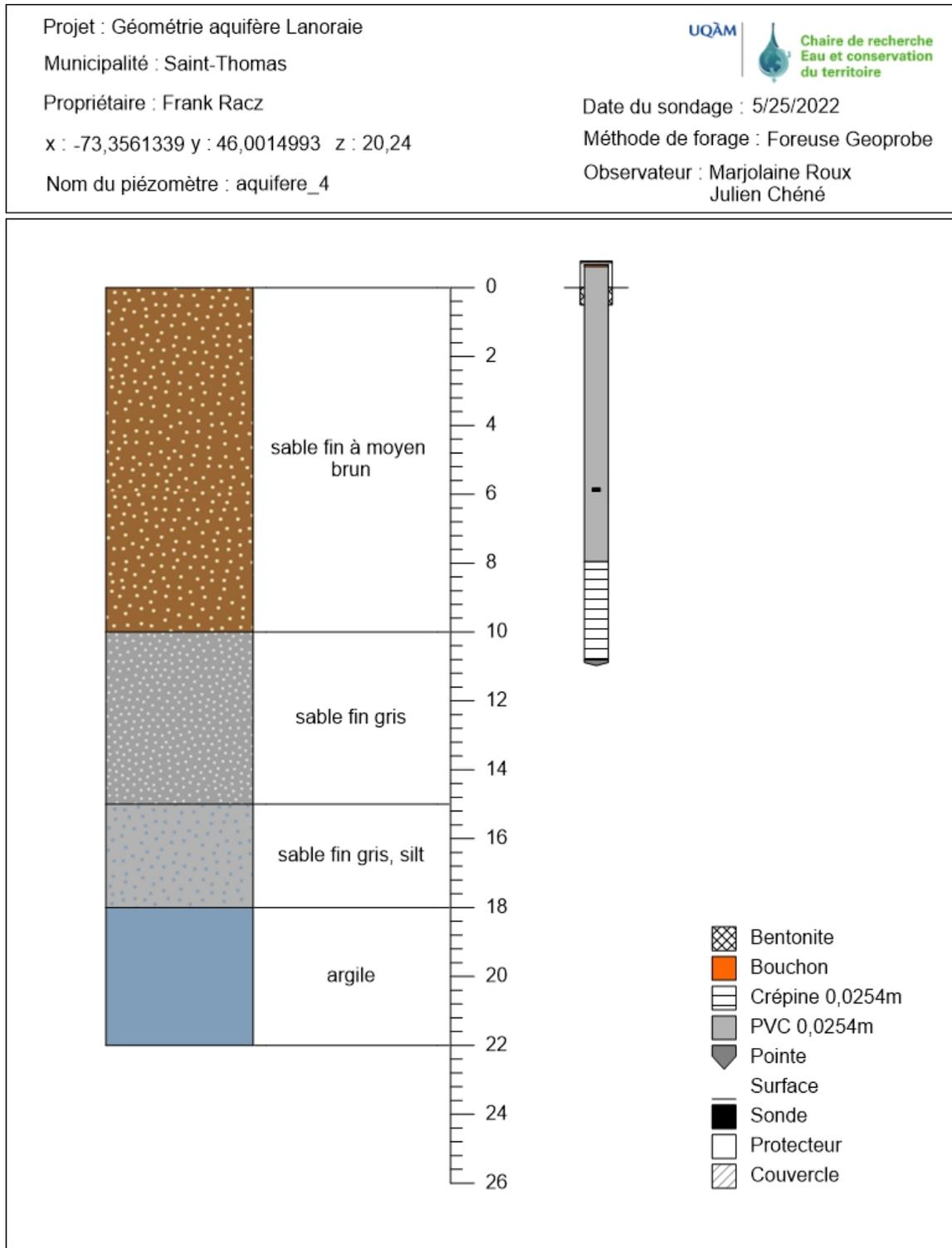


Figure 11 : Log stratigraphique du forage #4

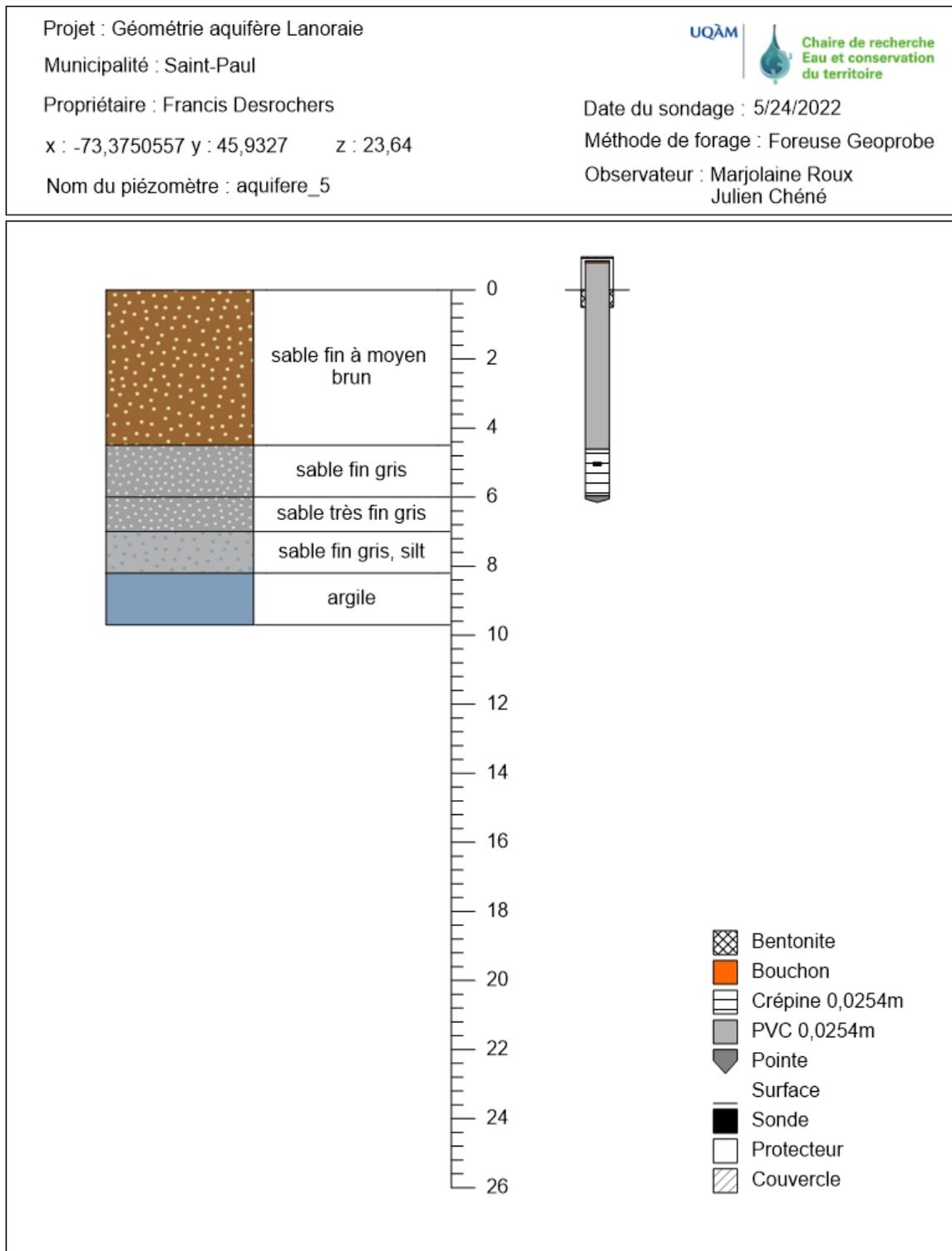
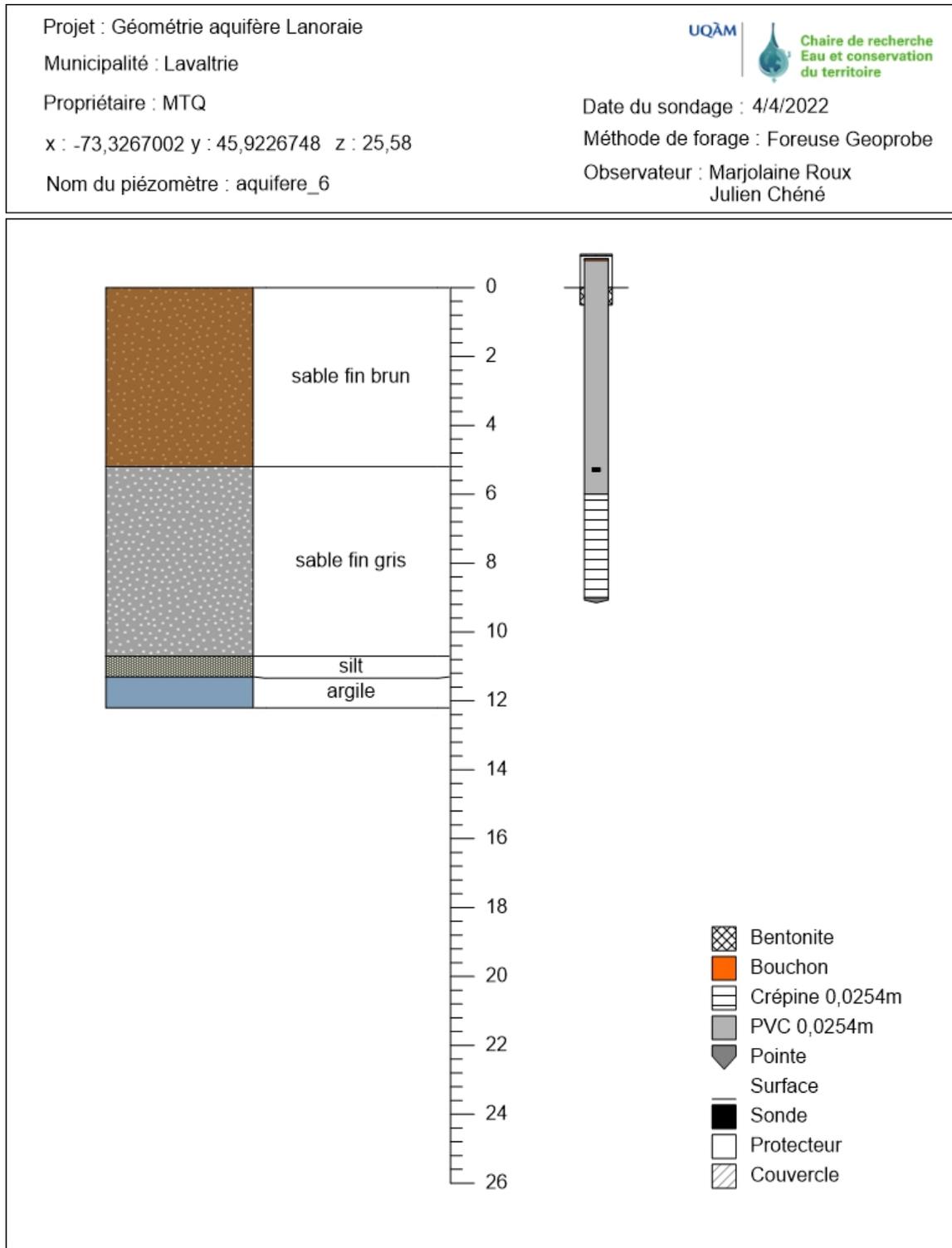


Figure 12 : Log stratigraphique du forage #5



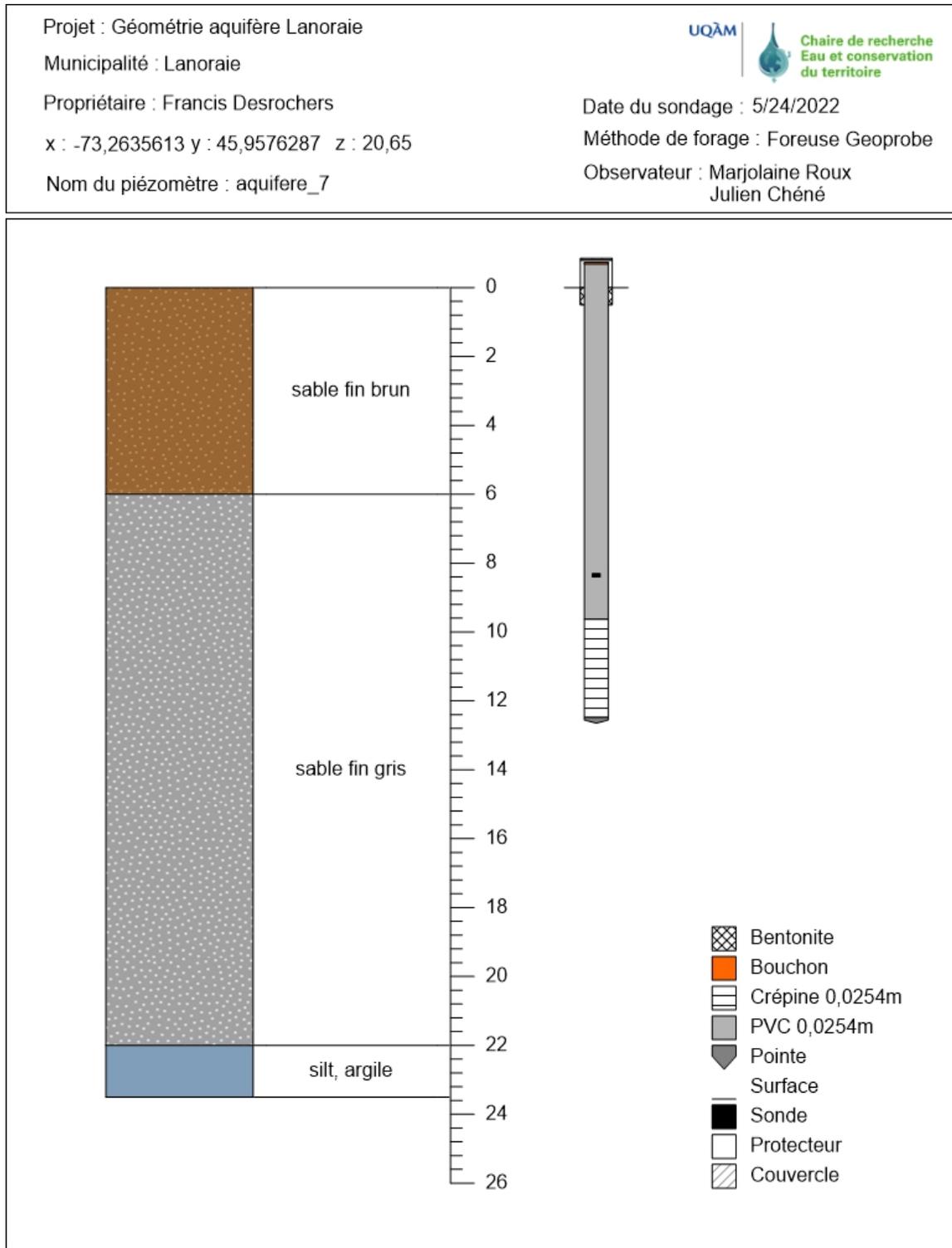


Figure 14 : Log stratigraphique du forage #7

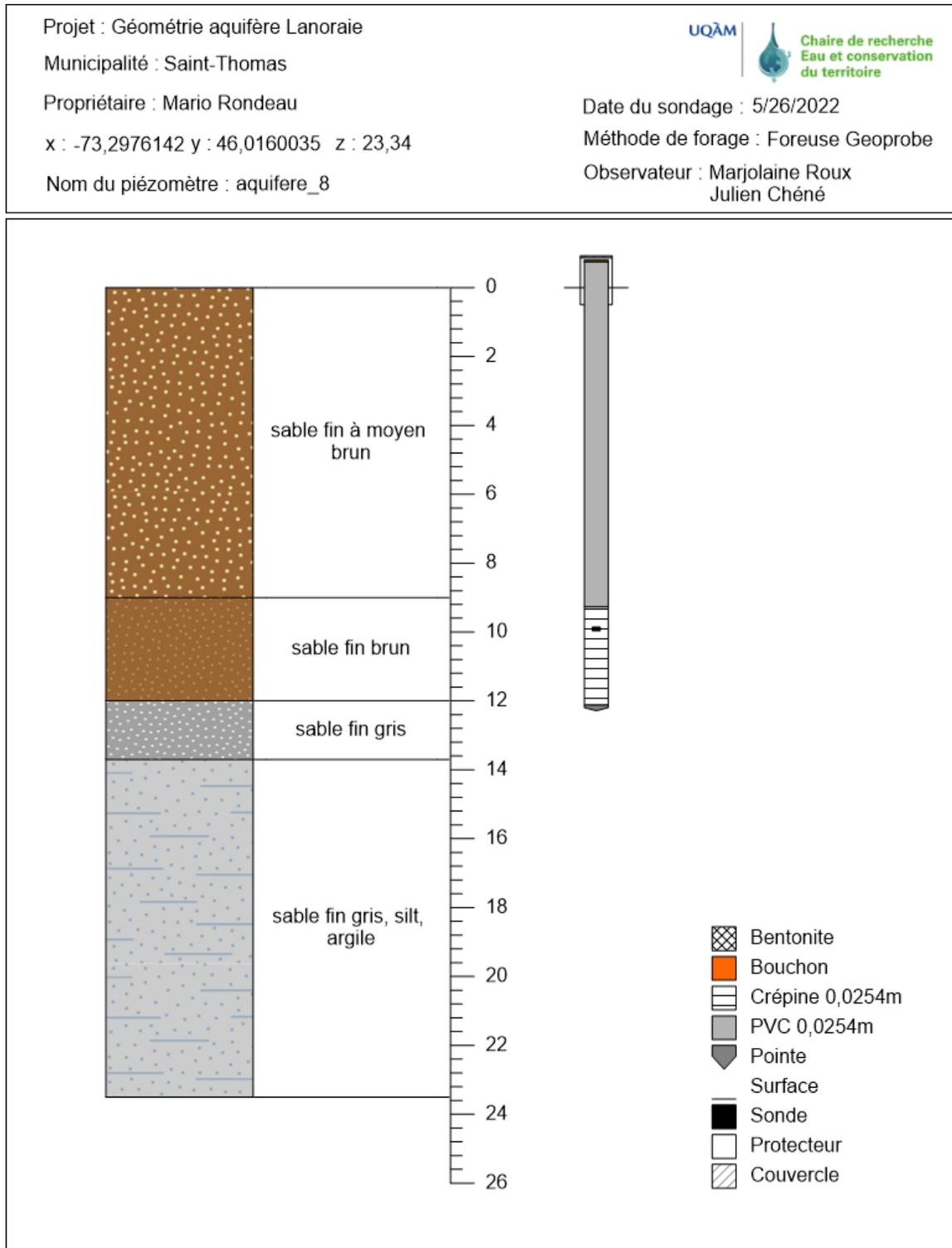


Figure 15 : Log stratigraphique du forage #8

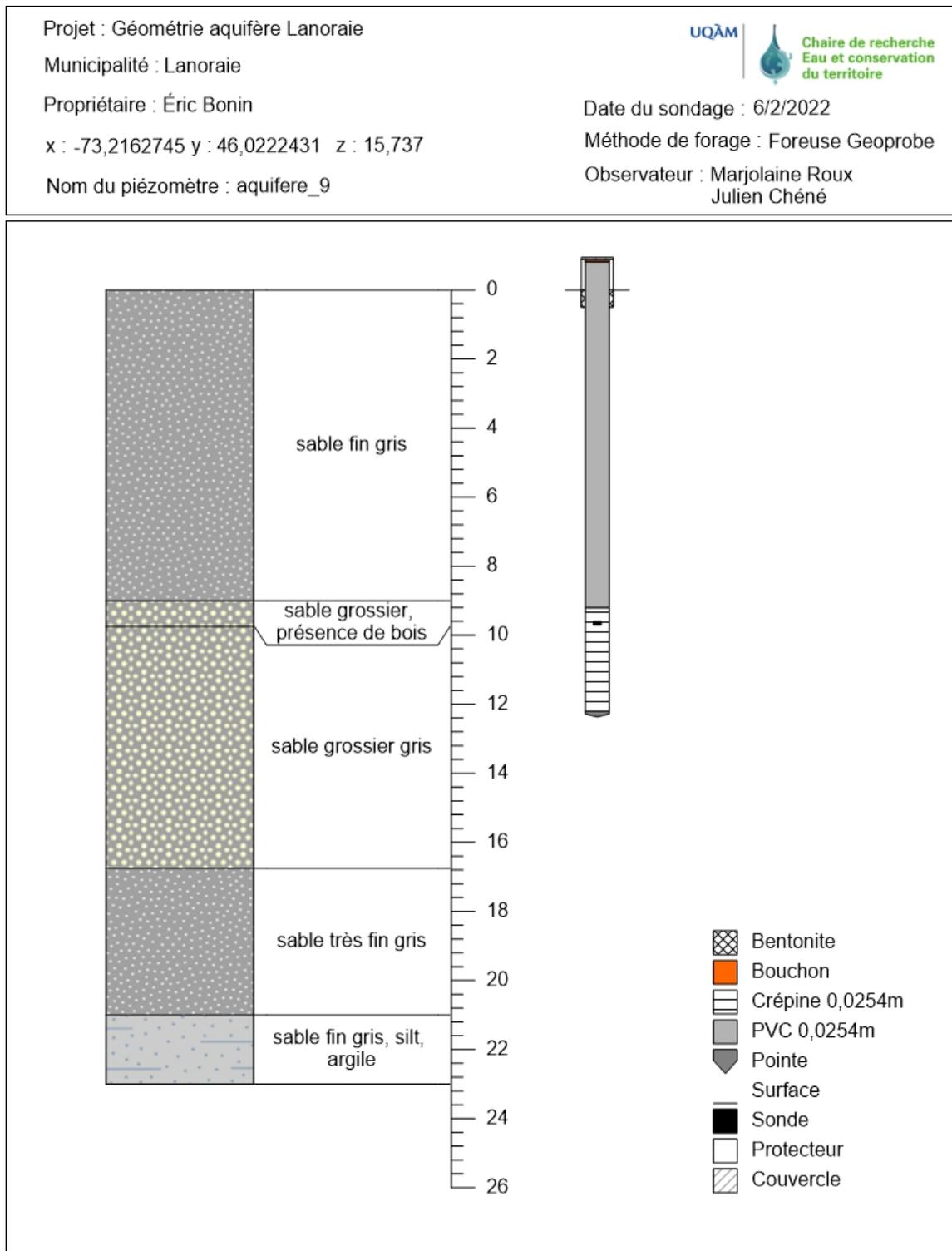


Figure 16 : Log stratigraphique du forage #9

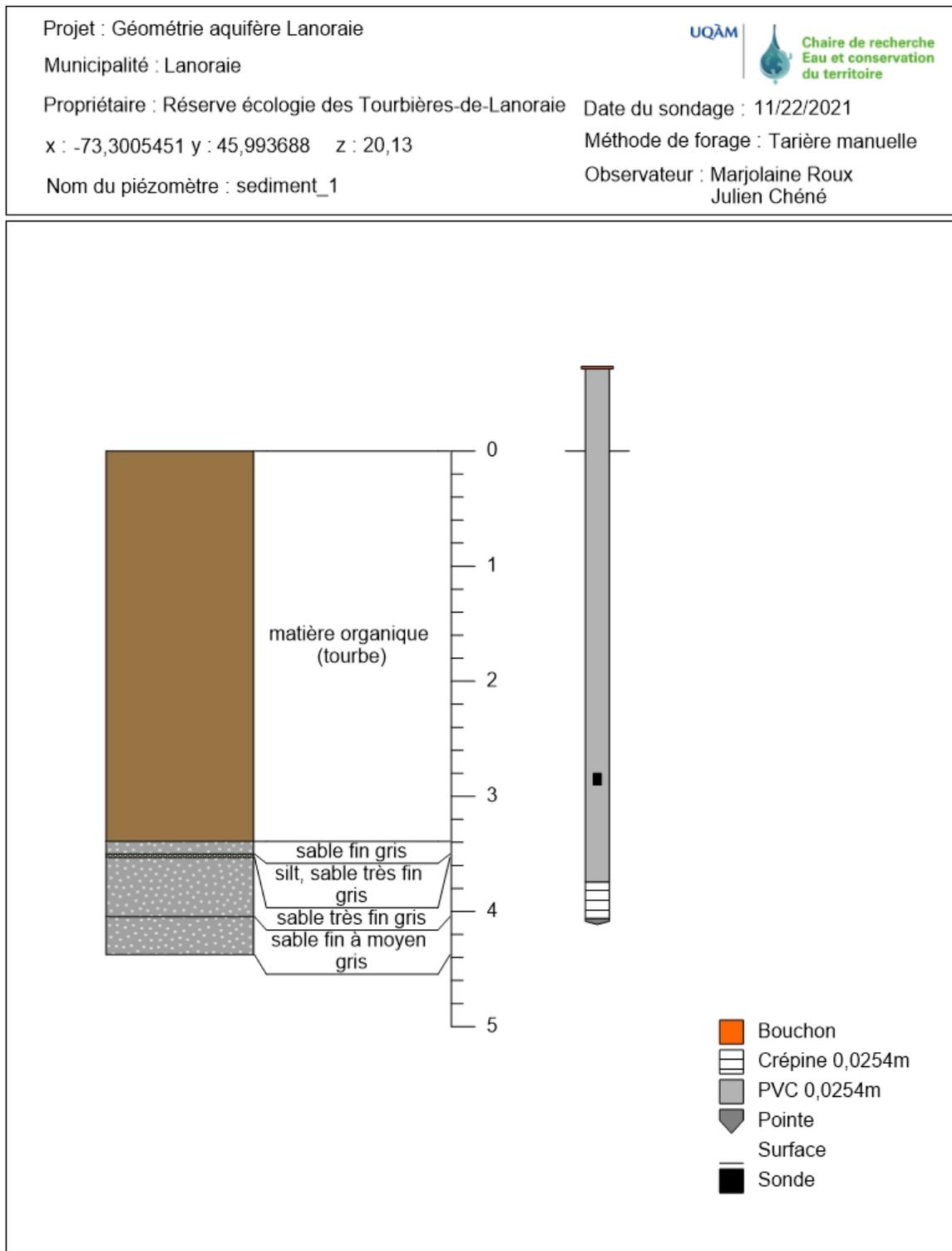


Figure 17 : Log stratigraphique du piézomètre S1

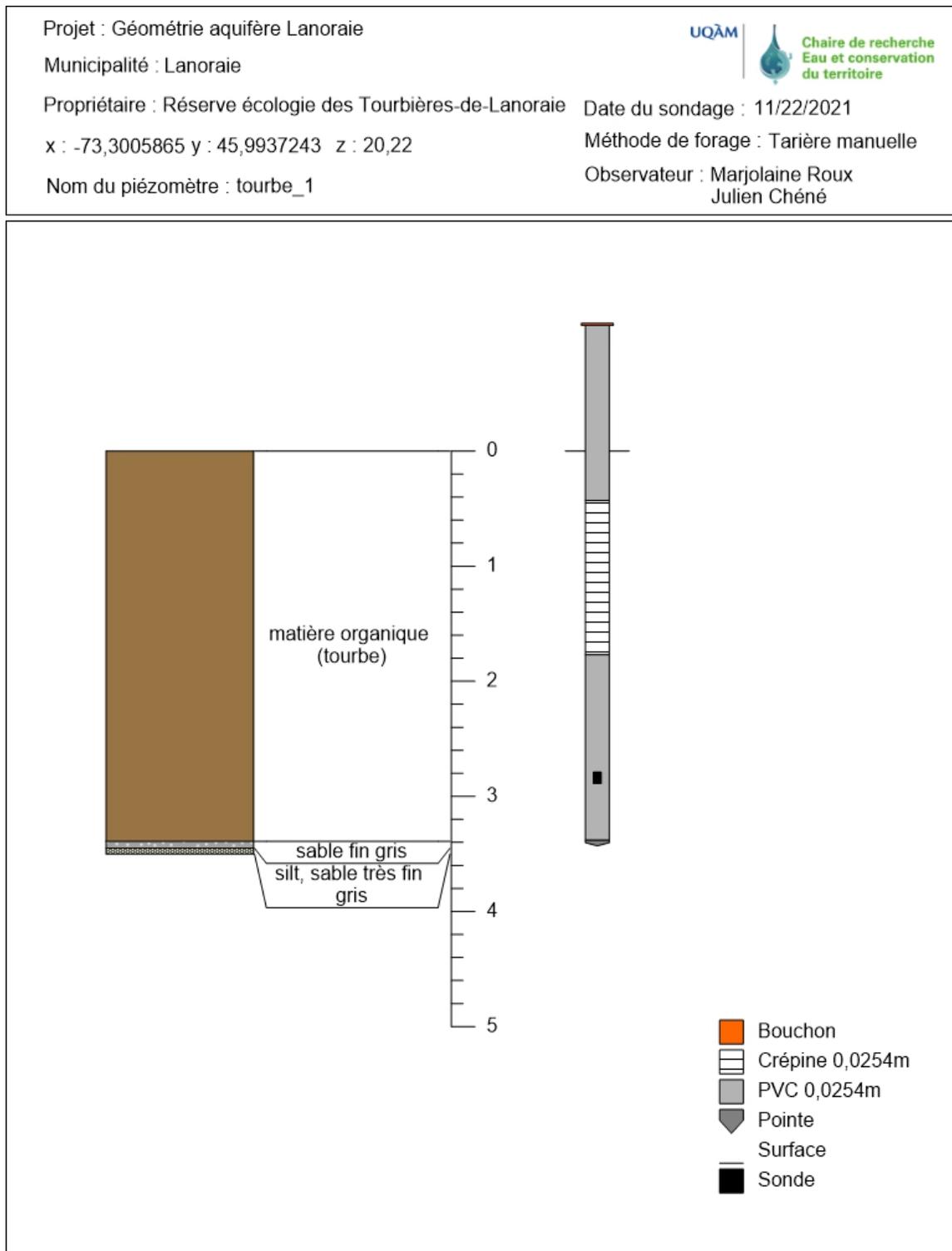


Figure 18 : Log stratigraphique du piézomètre T1

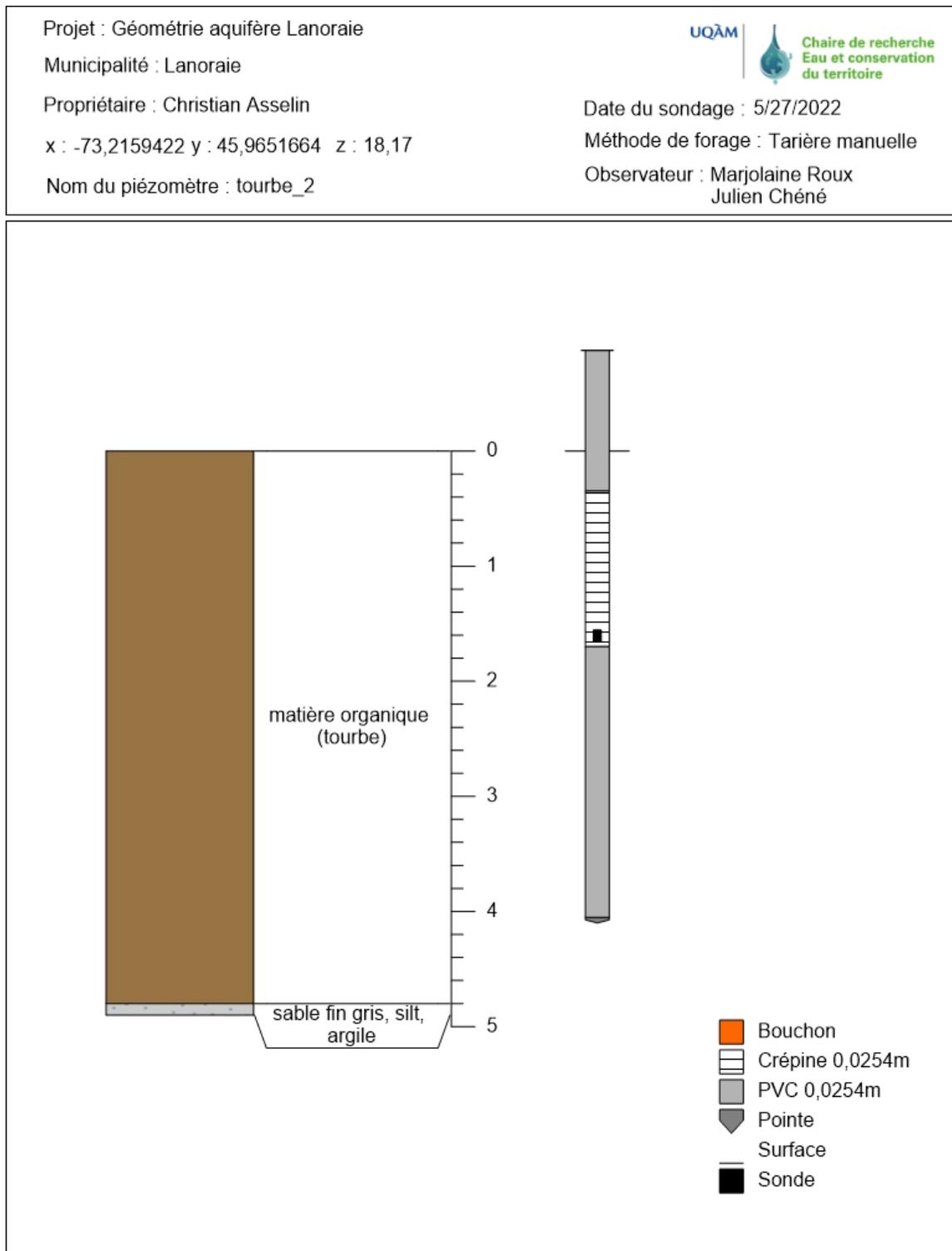


Figure 19 : Log stratigraphique du piézomètre T2

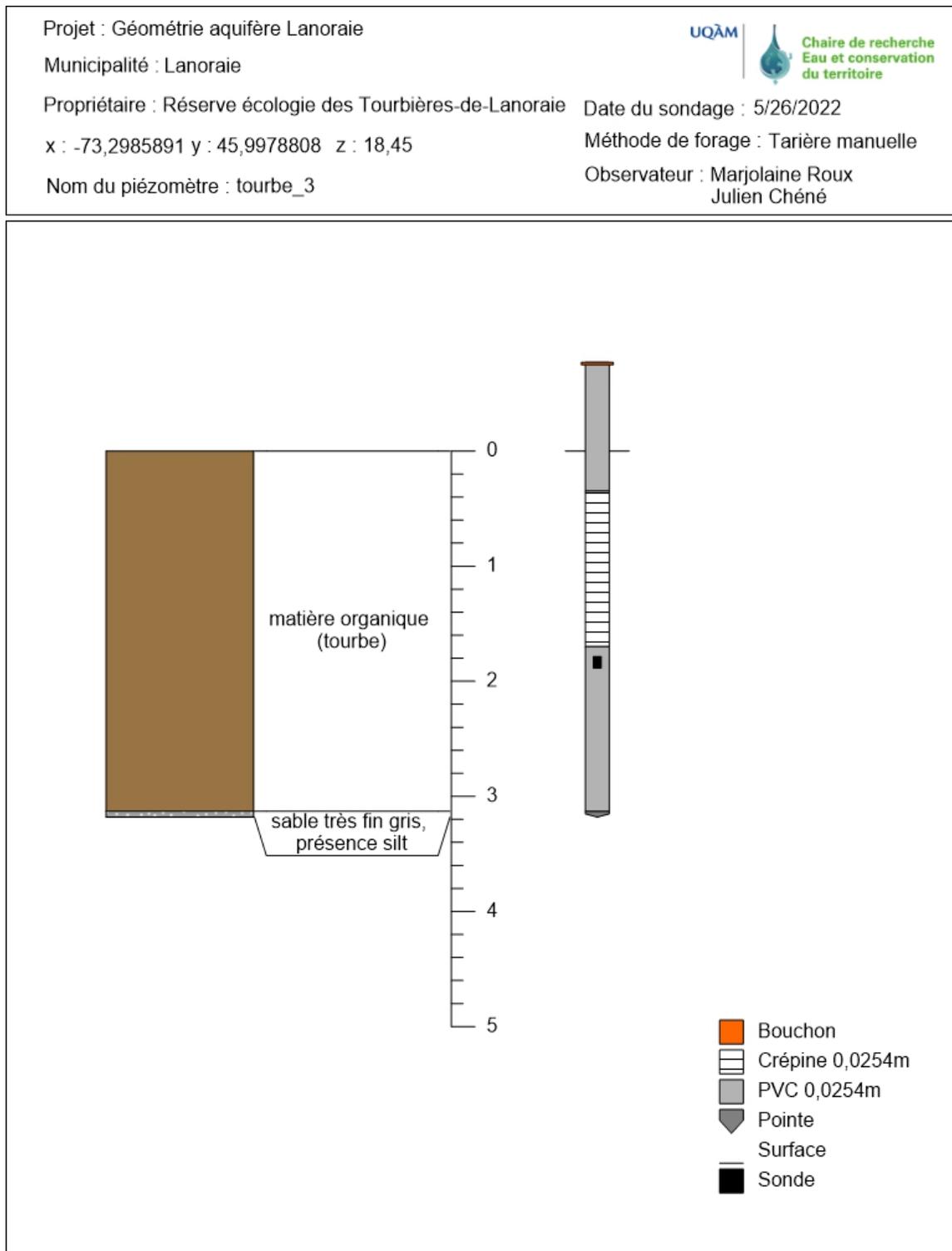


Figure 20 : Log stratigraphique du piézomètre T3

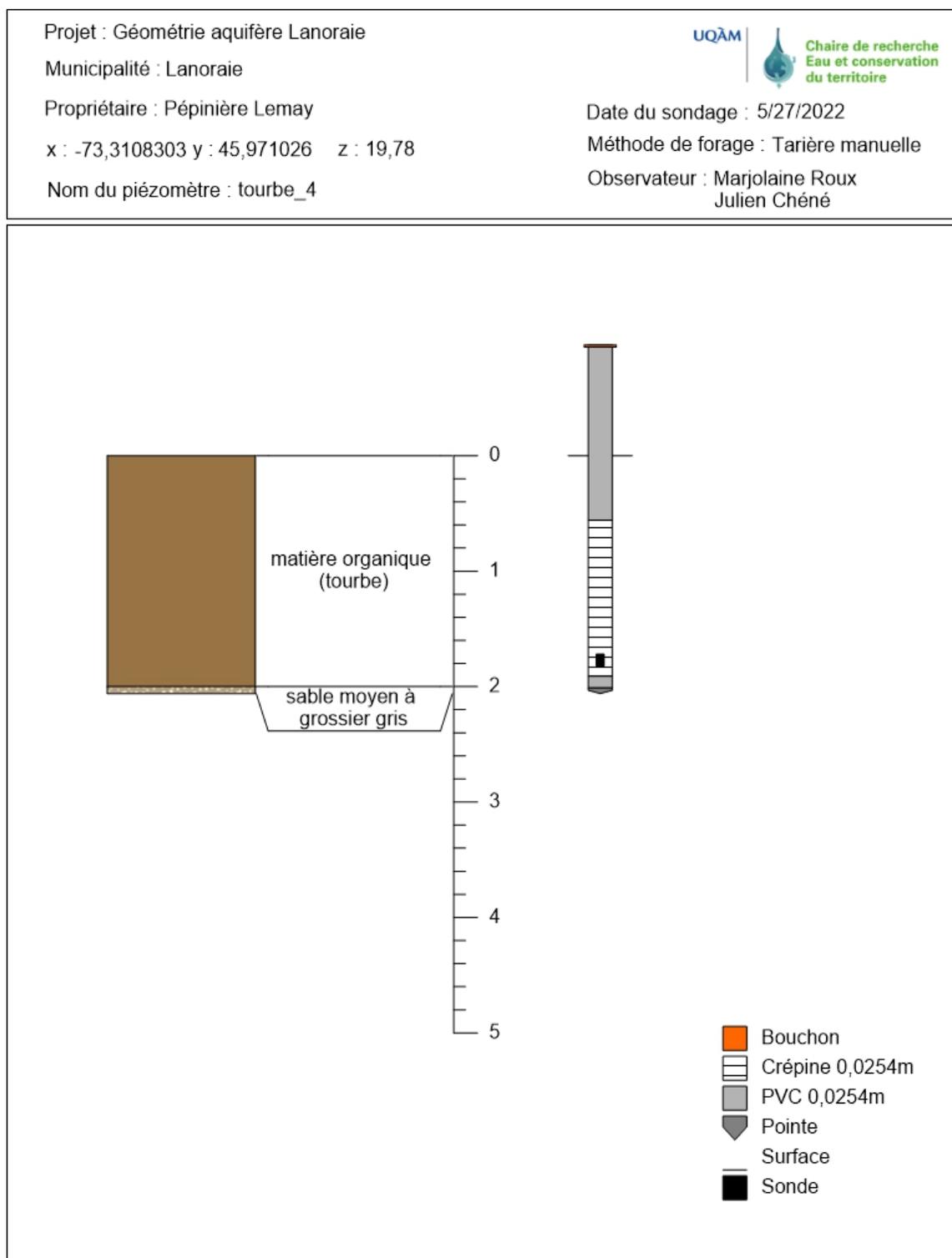


Figure 21 : Log stratigraphique du piézomètre T4