

Étude piézométrique – Milieux humides Rivière du Nord

RAPPORT final

Marie Larocque
Jonathan Chabot-Grégoire
William Tanguay
Emmanuel Dubois

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère

28 novembre 2025

Équipe de réalisation

Auteurs du rapport

Marie Larocque	Responsable du projet, spécialiste des eaux souterraines, professeure, UQAM
Jonathan Chabot-Grégoire	Agent de recherche, UQAM
William Tanguay	Agent de support à la recherche, UQAM
Emmanuel Dubois	Spécialiste des eaux souterraines, professeur associé, UQAM

Référence à citer

Larocque, M., Chabot-Grégoire, J., Tanguay, W. et Dubois, E. 2025. Étude piézométrique – Milieux humides Rivière du Nord. Rapport déposé à l'Organisme de bassin versant Rivière du Nord et à Conservation de la nature Canada. Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec. 23 p.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	5
2	MÉTHODOLOGIE	5
2.1	Instrumentation des sites	5
2.2	Échantillonnage des sédiments et analyses granulométriques	6
2.3	Coupes	7
2.4	Analyse des chroniques de niveaux.....	7
2.5	Analyse des traceurs naturels	7
2.6	Carte piézométrique	8
3	RÉSULTATS	8
3.1	Données météorologiques	8
3.2	Contexte hydrostratigraphique	9
3.3	Niveaux de nappe	12
3.4	Traceurs naturels	15
3.5	Conditions d'écoulement dans les milieux humides	17
4	CONCLUSION	17
5	RÉFÉRENCES	18
6	ANNEXE A – Logs des piézomètres et des sondages	20
7	ANNEXE B – Types de matériaux et conductivités hydrauliques.....	23

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des sites instrumentés et des sites d'échantillonnage	6
Figure 2. Précipitations et températures (gauche) et évapotranspiration potentielle (droite) pendant la période d'étude à la station météorologique de Lachute (7033650, MELCCFP, 2025)	8
Figure 3. Conductivités hydrauliques déterminées à partir des analyses granulométriques a) transect 1, b) transect 2, c) transect 3. Les rectangles indiquent la longueur de l'échantillon analysé.	10
Figure 4. Coupes a) transect 1, b) transect 2, c) transect 3	11
Figure 5. Variations de niveaux de nappe aux trois transects et dans la rivière	12
Figure 6. a) corrélations simples des niveaux dans les trois transects et b) corrélations croisées entre les précipitations journalières et les niveaux dans les piézomètres et entre les précipitations et les niveaux dans la rivière	13
Figure 7. Recharge totale calculée à l'aide de la méthode des fluctuations de niveaux de nappe entre juin et octobre 2025	14
Figure 8. Carte piézométrique de la zone d'étude.....	15
Figure 9. a) composition en isotopes stables de l'eau (la droite météoritique locale utilisée est celle obtenue à Arundel par Gagné et al., 2022) b) activité en ²²²Rn.....	16
Figure 10. Logs des sondages sur le transect 1, amont (1a) à gauche, milieu (1b) au centre et aval (1c) à droite.....	20
Figure 11. Logs des sondages sur le transect 2, amont (2a) à gauche, milieu (2b) au centre et aval (2c) à droite.....	21
Figure 12. Logs des sondages sur le transect 3, amont (3a) à gauche, milieu (3b) au centre et aval (3c) à droite.....	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Chronologie des travaux réalisés 5

Tableau 2. Types de matériaux et conductivités hydrauliques (K) 23

1 INTRODUCTION

L'organisme de bassin versant Rivière du Nord (OBV RDN) a obtenu un financement au Volet 1 du Programme de restauration et de création de milieux humides et hydriques du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) pour réaliser l'étude préalable pour un projet de restauration de milieux humides riverains sur un tronçon de la Rivière du Nord dans les municipalités de Lachute et Mirabel.

L'OBV RDN a obtenu des financements complémentaires de la municipalité de Mirabel et de Conservation de la nature Canada pour réaliser une étude piézométrique sur une portion du territoire visé et un mandat a été donné à l'UQAM pour réaliser une étude piézométrique sur ce territoire. Le projet a été mené par une équipe de l'UQAM formée de la Pre Marie Larocque, du professeur associé Emmanuel Dubois, des agents de recherche Jonathan Chabot-Grégoire et William Tanguay, ainsi que des stagiaires Michael Saoud et Aurélie Reynaud.

Les activités de terrain, d'analyses et d'interprétation ont eu lieu tout au long du projet, comme prévu au mandat (**Tableau 1**).

Tableau 1. Chronologie des travaux réalisés

Date	Activité
13 juin 2025	Visite exploratoire du site
25-26 juin 2025	Mise en place des piézomètres et échantillonnage des dépôts meubles
12 août 2025	Échantillonnage de l'eau et téléchargement des sondes
Août 2025	Analyses en laboratoire pour traceurs naturels
Septembre 2025	Analyses granulométriques
Octobre 2025	Réalisation des coupes et des logs de forage
16 octobre 2025	Téléchargement des sondes et retrait des piézomètres
Octobre et novembre 2025	Traitement et analyse des données

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 Instrumentation des sites

Trois transects (nommés 1, 2 et 3) ont été mis en place dans les secteurs de restauration potentielle identifiés par l'OBV RDN, aux endroits où les sédiments sont plus grossiers dans la plaine inondable (**Figure 1**). Deux piézomètres ont été instrumentés sur chaque transect, aux stations « a » et « c ». Les stations « b » ont été utilisées pour l'échantillonnage granulométrique seulement. À chaque piézomètre, des tubes de PVC de 2 po de diamètre, équipés d'une crépine de 50 cm à leur extrémité, ont été insérés dans le sol à l'aide d'une tarière manuelle de 2 po de diamètre et de 35 cm de longueur. Des sondes permettant la mesure des variations horaires des niveaux d'eau de marque *Solinst Levelogger 5* ont été installées dans les piézomètres « a » et « c ». Une sonde similaire a également été installée dans la Rivière du Nord, près de la station 2c. Une sonde *Solinst Barologger 5* mesurant la pression atmosphérique horaire (nécessaire pour la compensation barométrique) a été installée dans un arbre, à quelques mètres du site du sondage 2b.

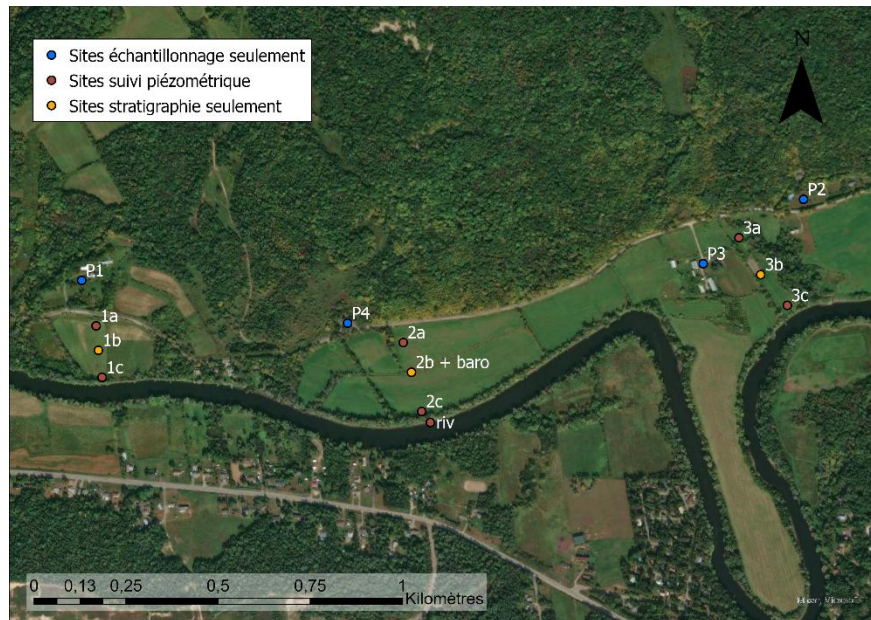


Figure 1 : Localisation des sites instrumentés et des sites d'échantillonnage

2.2 Échantillonnage des sédiments et analyses granulométriques

Les dépôts meubles ont été échantillonnés aux trois stations des trois transects. De 3 à 6 échantillons représentant des épaisseurs de 1 à 35 cm ont été récoltés à chaque sites, entre la surface et une profondeur allant jusqu'à 3 m. Les échantillons ont été prélevés à même la tarière creuse utilisée et ont été conservés dans des sacs en plastique. La sélection des intervalles visait à représenter le plus fidèlement les différents faciès rencontrés en profondeur, tels qu'identifiés visuellement lors du forage.

Des analyses granulométriques ont été réalisées par à l'UQAM avec un granulomètre laser *Microtrac Flex*. Les échantillons ont été préparés en retirant la fraction > 2 mm par tamisage (aucun grain de > 2 mm n'a toutefois été détecté dans les échantillons). Tous les échantillons ont été passés au granulomètre plusieurs fois, selon une séquence d'analyse automatique. Au début de chaque journée de travail et après un maximum de 10 échantillons, un standard de 42 μm a été utilisé pour valider la précision de l'instrument.

Les échantillons ont ensuite été classés par type de matériau géologique à l'aide de l'outil GRADISTAT (Blott et al, 2001) et les conductivités hydrauliques ont été calculées sur la base des analyses granulométriques avec l'outil HydrogeoSieve (Devlin, 2015). HydrogeoSieve calcule la conductivité à l'aide de 15 méthodes mathématiques reconnues dans la littérature. Cependant, les méthodes sont applicables pour des éventails spécifiques de tailles de grains. Pour chaque échantillon, les méthodes appropriées ont été sélectionnées automatiquement, puis la moyenne géométrique des résultats a été calculée. Pour les échantillons prélevés dans le cadre de cette étude, les méthodes de Sauerbrei (1932) et de Barr (2001) ont été retenues automatiquement par HydrogeoSieve.

2.3 Coupes

Des coupes ont été tracées pour chacun des trois transects en utilisant les données altimétriques issues du LiDAR (MRNF, 2025), les schémas de construction des piézomètres ainsi que les niveaux minimums et maximums mesurés par les sondes.

2.4 Analyse des chroniques de niveaux

Les séries temporelles de niveaux ont été analysées avec la méthode de variation des niveaux de nappe (*water table fluctuation* ; Healy et Cook, 2002) pour estimer la recharge de la nappe pendant la période de l'étude. Cette méthode consiste à analyser les augmentations du niveau de la nappe et à les transformer en hauteur de recharge en prenant compte de la porosité efficace du sol ainsi que de la courbe récession de la nappe (éq. 1). Dans ce projet, le coefficient d'emmagasinement a été estimé à partir de la littérature (Healy et Cook, 2002), et une valeur minimum (0,03), une valeur moyenne (0,08) et une valeur maximale (0,13) ont été utilisées pour représenter un intervalle de recharges possibles. La courbe de récession a été calculée pour chacun des sites à l'aide du logiciel GWHAT (Gosselin, 2016). Une moyenne mobile de 5 jours a été utilisée pour minimiser le bruit des chroniques qui pourrait mener à une mauvaise estimation de la recharge (Labrecque et al., 2020).

$$\omega = S_y \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad \text{Éq. (1)}$$

ω = recharge (mm/j)

S_y = coefficient d'emmagasinement (mm/mm)

Δh = variation du niveau de la nappe résultant d'un événement pluvieux donné (mm)

Δt = pas de temps choisi (j)

Les séries temporelles de niveaux ont été analysées avec les outils statistiques d'autocorrélation et de corrélations croisées, provenant du package *stats* dans le logiciel R, pour quantifier la mémoire de la nappe, i.e. la période pendant laquelle les niveaux sont influencés par les niveaux précédents, et pour identifier d'éventuels liens de causalité entre les variables.

2.5 Analyse des traceurs naturels

L'eau de tous les piézomètres, de la Rivière du Nord et de quatre puits de particuliers du secteur a été échantillonnée pour mesurer son activité en ^{222}Rn et son contenu en isotopes stables de l'eau. Le site 1c n'a pas pu être échantillonné, car il n'y avait pas assez d'eau dans le puits au moment de l'échantillonnage. Dans les puits privés, les échantillons ont été prélevés directement au robinet extérieur, après stabilisation des paramètres physicochimiques (température, pH, conductivité électrique). Les piézomètres ont été purgés avant la collecte afin d'assurer le renouvellement de l'eau. La purge et l'échantillonnage ont été réalisés avec une pompe péristaltique 12 V et le tubage utilisé a été nettoyé avec de l'eau distillée entre chaque station. Un volume de 250 mL a été prélevé dans des bouteilles PETG pour le ^{222}Rn et un volume de 30 mL a été prélevé dans des bouteilles HDPE pour les isotopes stables de l'eau. Dans les deux cas, les échantillons ont été prélevés de manière éviter la présence d'air dans les bouteilles.

Les analyses ont été réalisées au Laboratoire d'analyses environnementales de l'Institut des sciences de l'environnement de l'UQAM (^{222}Rn) et au laboratoire du centre de recherche Geotop de l'UQAM (isotopes stables de l'eau). L'activité ^{222}Rn dans les échantillons a été analysée par scintillation liquide avec un compteur HIDEX-300 suivant le protocole établi par Lefebvre et al. (2013).

2.6 Carte piézométrique

Une carte piézométrique de la zone d'étude a été tracée avec les niveaux moyens mesurés pendant la période d'étude dans les six piézomètres installés dans la nappe. Les données d'altitude provenant du LiDAR ont également été utilisées. Les niveaux de nappe provenant de la base de données du Système d'informations hydrogéologiques du MELCCFP (2025) ont été mis à profit pour évaluer les charges en bordure de la zone d'étude. Les courbes piézométriques ont été interpolées manuellement.

3 RÉSULTATS

3.1 Données météorologiques

Les conditions météorologiques de l'été 2025 ont été plutôt sèches et chaudes (**Figure 2**). Les précipitations du mois de juin (63 mm) ont été inférieures à la moyenne à long terme (114 mm). Celles de juillet (149 mm) ont été plus élevées que la moyenne (106 mm), notamment en raison d'un événement important (> 30 mm) au début du mois. Les précipitations d'août (30 mm) et de septembre (75 mm) ont été nettement inférieures à la moyenne (109 mm et 112 mm, respectivement). La demande évaporative calculée avec la méthode de Oudin et al. (2005) a été maximale entre la mi-juin et la mi-août, en raison des températures élevées de cette période.

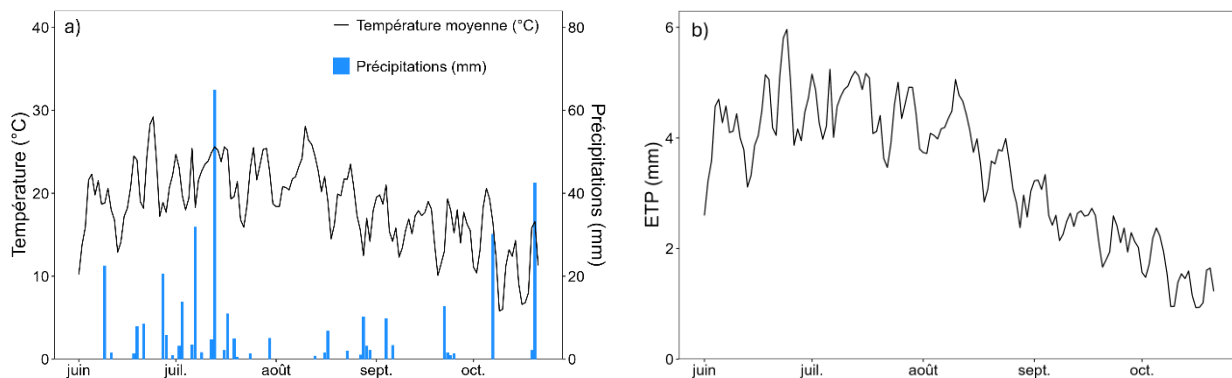


Figure 2. Précipitations et températures (gauche) et évapotranspiration potentielle (droite) pendant la période d'étude à la station météorologique de Lachute (7033650, MELCCFP, 2025)

3.2 Contexte hydrostratigraphique

L'analyse des échantillons de matériaux géologiques prélevés au moment de la mise en place des piézomètres a permis de réaliser les logs stratigraphiques de toutes les stations. Les logs de forages (**Figure 10**, **Figure 11** et **Figure 12**) et les analyses granulométriques (**Tableau 3**) montrent, pour tous les sites, la présence de matériaux silteux fin à grossier sous une mince couche de sol organique. Une couche d'argile silteuse a été observée sur le transect 1 et des couches de sable ont été observés sur le transect 2.

Les conductivités hydrauliques sont généralement faibles et varient relativement peu, de $1,16 \times 10^{-9}$ à $1,34 \times 10^{-8}$ m/s avec une exception dans la partie supérieure du piézomètre 1c où la conductivité hydraulique est de $5,86 \times 10^{-10}$ m/s (**Figure 3**). Entre 135 et 147 cm sous la surface, une couche mince sable très grossier a été observée dans le piézomètre 2b. La conductivité hydraulique estimée à cet endroit est de $1,07 \times 10^{-2}$ m/s (pas illustré sur la **Figure 3** en raison de l'échelle).

En raison des matériaux géologiques peu contrastés, les coupes n'incluent pas les minces couches de matériaux géologiques contrastés plus grossiers ou plus fins. Elles illustrent la topographie, la position des forages ainsi que celle des sondages et de la rivière, de même que les niveaux minimums et maximums mesurés. Il est important de souligner que les niveaux de la rivière mesurés sur le transect 2 sont utilisés également sur les deux autres transects, sur la base de l'hypothèse que les niveaux d'eau dans la rivière ne varient pas de manière importante sur le secteur étudié.

Sur tous les transects, la nappe n'a pas excédé la topographie pendant l'étude (**Figure 4**). La nappe a été très proche de la surface à son niveau maximum au piézomètre 1a (0,24 m) et elle a également été relativement élevée aux piézomètres 2a (0,61 m) et 3a (0,69 m). Près de la rivière, les profondeurs de la nappe ont été similaires aux trois transects, variant de 1,17 m sous la surface (site 3a) à 2,69 m sous la surface (3c). Les niveaux de nappe n'ont pas été mesurés aux sites b mais, au moment de la mise en place des instruments, la nappe était à une profondeur similaire à celle des piézomètres a et c sur les transects 1 et 2. La nappe était nettement plus profonde sur le transect 3, probablement en raison d'une remontée locale de topographie. Les conditions de profondeurs de nappe et de fluctuations mesurées dans le projet ont été du même ordre de grandeur que celles rapportées dans une étude similaire réalisée par Marchand et al. (2022) dans un ancien méandre instrumenté de la plaine inondable du ruisseau Petit-pot-au-Beurre dans la plaine argileuse des Basses-Terres-du-Saint-Laurent.

La pente du transect 1 est légèrement plus grande et aussi plus constante que celle des autres transects. Une baisse de la topographie est visible au centre du transect 2, ce qui laisse penser qu'il existe dans ce secteur un emmagasinement d'eau possible en surface. Comme mentionné plus haut, le transect 3 montre une remontée de la topographie au centre. Il est toutefois difficile avec les données disponibles d'estimer si les niveaux plus bas dans le secteur du piézomètre 3a représentent une zone d'emmagasinement de surface possible, puisque ces bas niveaux ne sont pas visibles sur le LiDAR (ont été observés sur les photos satellitaires et sur le terrain). Sur les trois transects, il y a une légère remontée de la topographie en bordure de la rivière. Il n'a pas été possible de confirmer si cette remontée est naturelle ou si elle résulte d'interventions humaines.

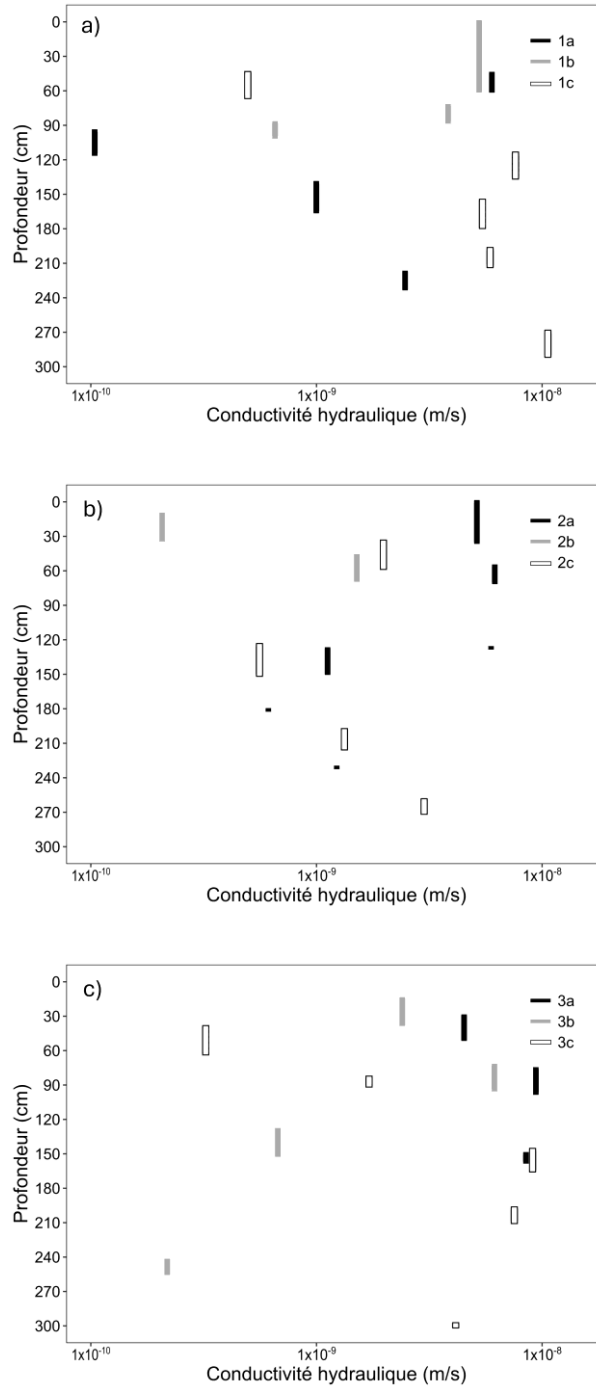


Figure 3. Conductivités hydrauliques déterminées à partir des analyses granulométriques a) transect 1, b) transect 2, c) transect 3. Les rectangles indiquent la longueur de l'échantillon analysé.

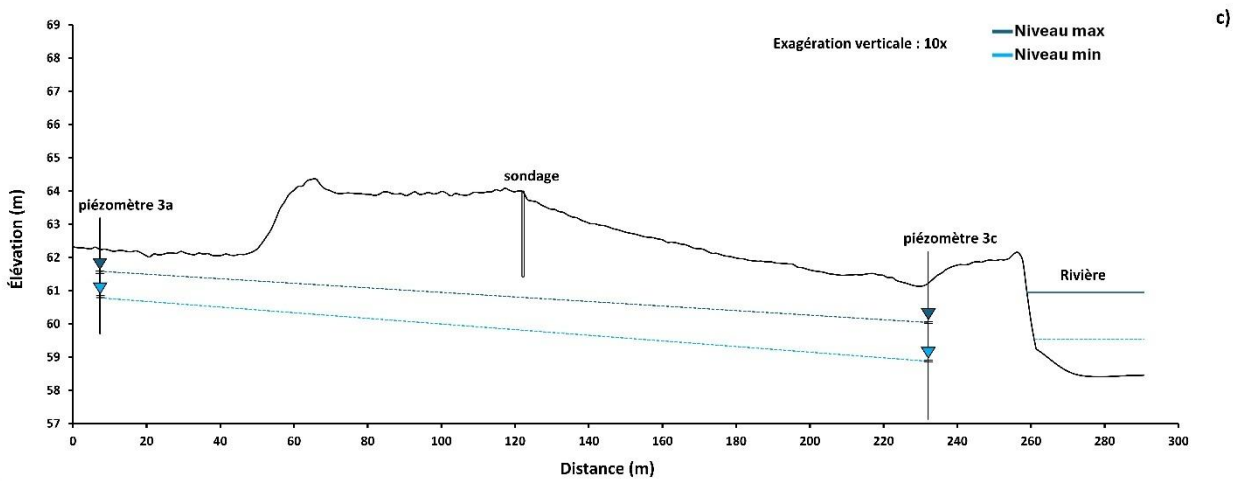
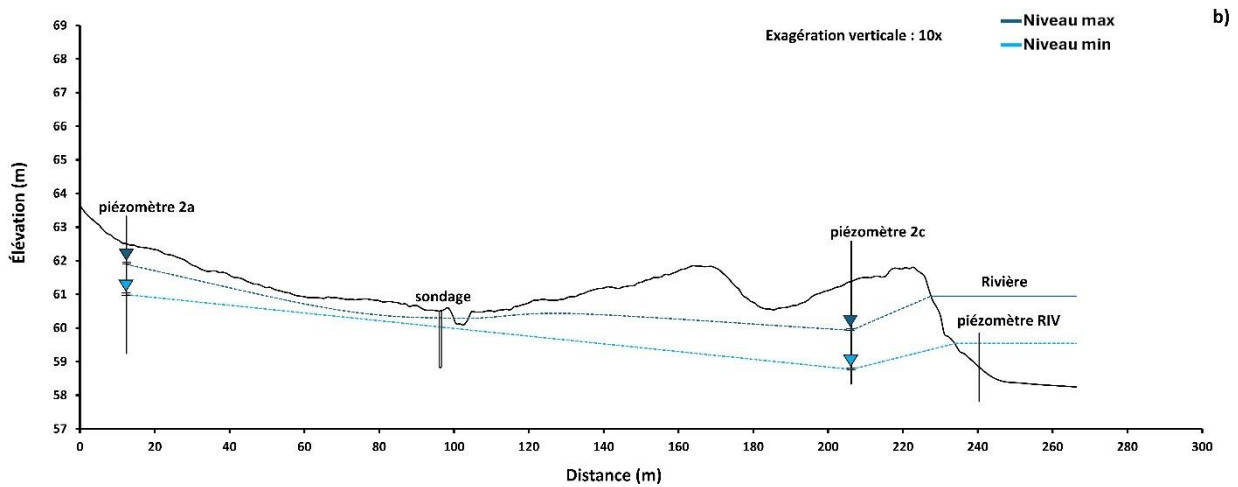
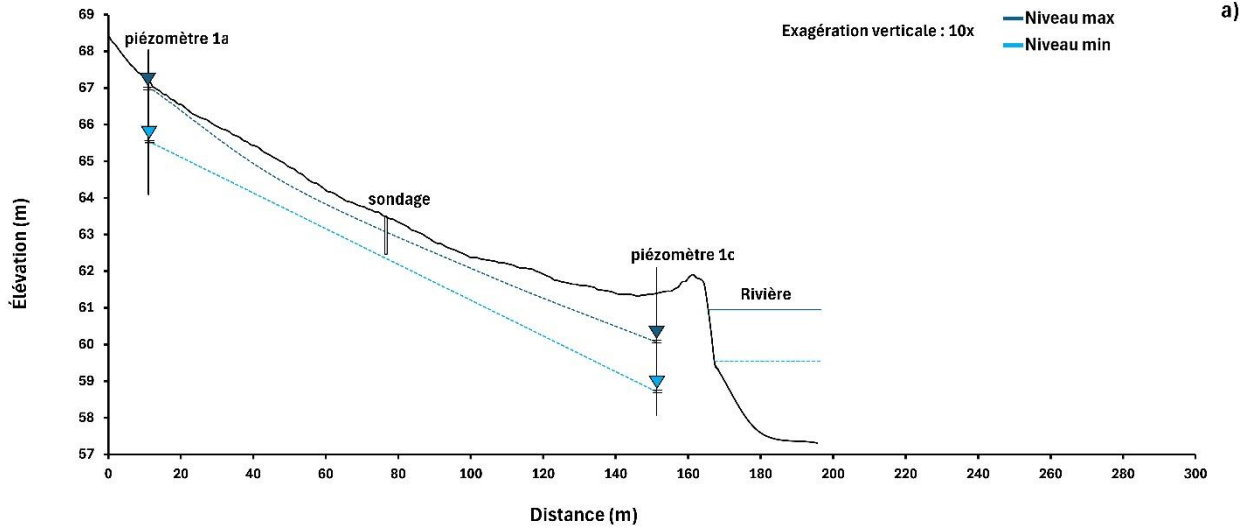


Figure 4. Coupes a) transect 1, b) transect 2, c) transect 3

Le transect 2 montre que le niveau d'eau dans la rivière a toujours été supérieur à celui dans le piézomètre 2c (les conditions probablement similaires aux transects 1 et 3). Ceci pourrait indiquer la présence d'un écoulement souterrain de la rivière vers la nappe par le milieu géologique. Cet apport souterrain de la rivière est probablement limité latéralement en raison des gradients hydrauliques relativement faibles entre la rivière et les piézomètres c. Il est possible qu'en période de crue printanière, le niveau dans la rivière excède l'altitude de la remontée topographique en bordure du cours d'eau et que cette situation induise à la fois un écoulement de surface vers la plaine et un écoulement souterrain plus important. Toutefois, la rivière n'est pas sortie de son lit pendant la période d'étude. Advenant un débordement, l'eau de la rivière pourrait s'accumuler dans les légères dépressions des transects, dont certaines sont visibles sur le transect 2 et qui existent probablement entre les transects également.

3.3 Niveaux de nappe

Les niveaux d'eau mesurés dans les piézomètres sont nettement influencés par les précipitations les plus importantes, mais peu ou pas par les précipitations les plus faibles (**Figure 5**). Les niveaux ont aussi été influencés par l'échantillonnage d'eau qui a eu lieu au début du mois d'août (baisse rapide de niveaux, non prises en compte dans les analyses). Les niveaux sont les plus élevés au piézomètre 1a et sont les plus bas aux piézomètres 1c, 2c et 3c qui sont quasiment identiques et proches de la rivière. Les niveaux de nappe ont varié de 65,47 à 67,26 m au site 1a et de 58,71 à 60,61 m au site 1c. Ils ont varié de 61,32 à 61,97 m au site 2a et de 58,75 à 60,29 m au site 2c. Ils ont varié de 60,75 à 62,32 m au site 3a et de 58,86 à 60,40 m au site 3c. Le niveau dans le piézomètre situé dans la rivière a varié de 59,83 à 61,51 m et, comme mentionné à la section 3.2, a été au-dessus des niveaux dans les piézomètres c tout au long de l'étude. Il faut rappeler que le piézomètre 1c a été sec entre la mi-septembre et la fin du suivi, tandis que la chronique du piézomètre 2a s'arrête le 4 septembre au moment où le tubage a été endommagé.

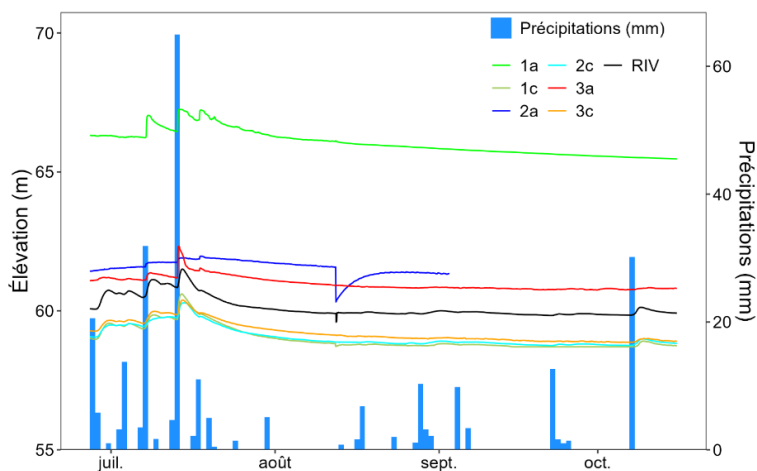


Figure 5. Variations de niveaux de nappe aux trois transects et dans la rivière

Les niveaux piézométriques sont fortement autocorrélés pour tous les piézomètres (**Figure 6a**), avec un effet mémoire, i.e. un $r(k) > 0,3$ variant entre 12 jours (piézomètre 2a) et > 20 jours (autres piézomètres). Ce résultat est une indication de l'importante capacité d'emmagasinement de l'eau souterraine dans la plaine. Toutefois, comme les chroniques sont assez courtes, il n'est pas possible de faire une analyse très robuste de ces résultats (la chronique interrompue au site 2a explique peut-être son autocorrélation plus faible).

Le décalage de 1-2 jours observé pour la plupart des sites pour atteindre le pic de $r_{xy}(k)$ entre les précipitations et les niveaux de nappe (Figure 6b) indique que la nappe est directement influencée par les précipitations. Le décalage plus important observé pour le piézomètre 2a (12 jours) s'explique probablement par la chronique plus courte à ce site.

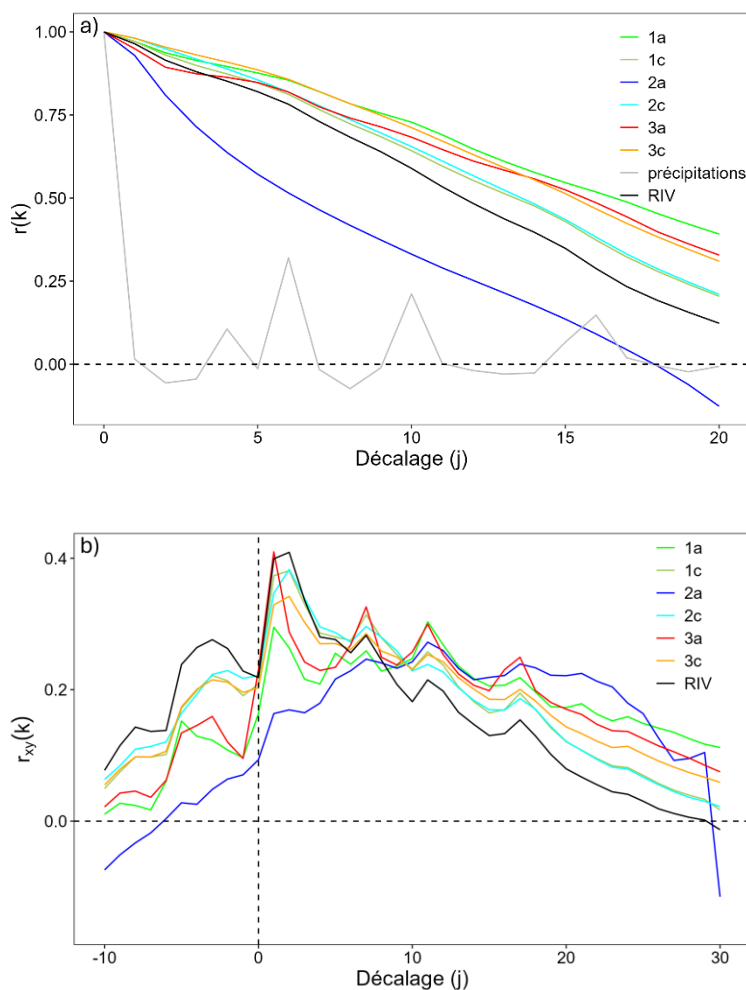


Figure 6. a) corrélations simples des niveaux dans les trois transects et b) corrélations croisées entre les précipitations journalières et les niveaux dans les piézomètres et entre les précipitations et les niveaux dans la rivière

Les recharges moyennes calculées avec la méthode de fluctuation des niveaux de nappe varient de 61 mm (site 3a) à 111 mm (site 1c), i.e. de 23-42% des précipitations tombées (264 mm) dans la région pendant l'étude (**Figure 7**). Les valeurs maximales de recharge ($S_y = 0,13$) semblent trop élevées et donc peu réalistes, tandis que les valeurs minimales ($S_y = 0,03$) semblent très faibles. Il est intéressant d'observer que la recharge aux sites a sont plus faibles que celles aux sites c sur les transects 1 et 3 (la recharge n'a pas été calculée au site 2a en raison de la chronique trop courte).

La carte piézométrique montre un écoulement général du nord, la partie la plus élevée (Figure 8), vers la rivière au sud. Les gradients hydrauliques sont faibles aux transects 2 et 3, et plus élevés au transect 1, ce qui s'explique par la topographie un peu plus marquée à cet endroit. Comme identifié précédemment sur la coupe topo du transect 2, le niveau de la rivière est plus élevé que celui du piézomètre 2c, ce qui résulte en un inversement local de l'écoulement, de la rivière vers le piézomètre.

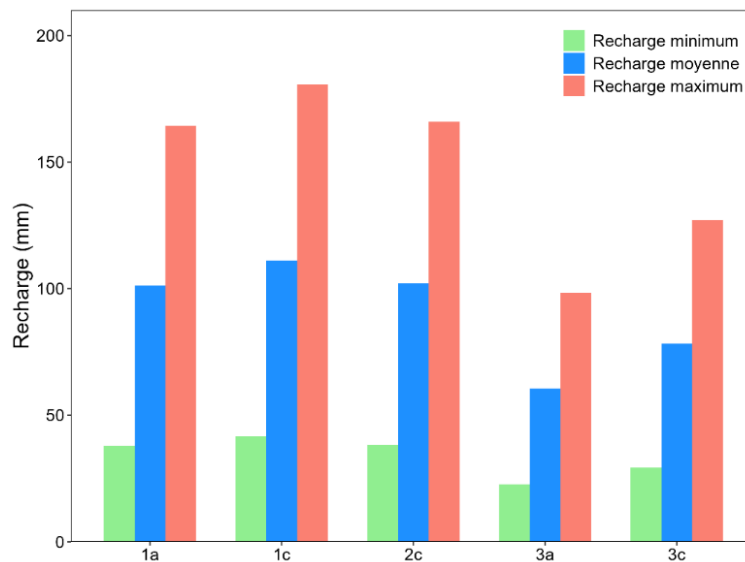


Figure 7. Recharge totale calculée à l'aide de la méthode des fluctuations de niveaux de nappe entre juin et octobre 2025

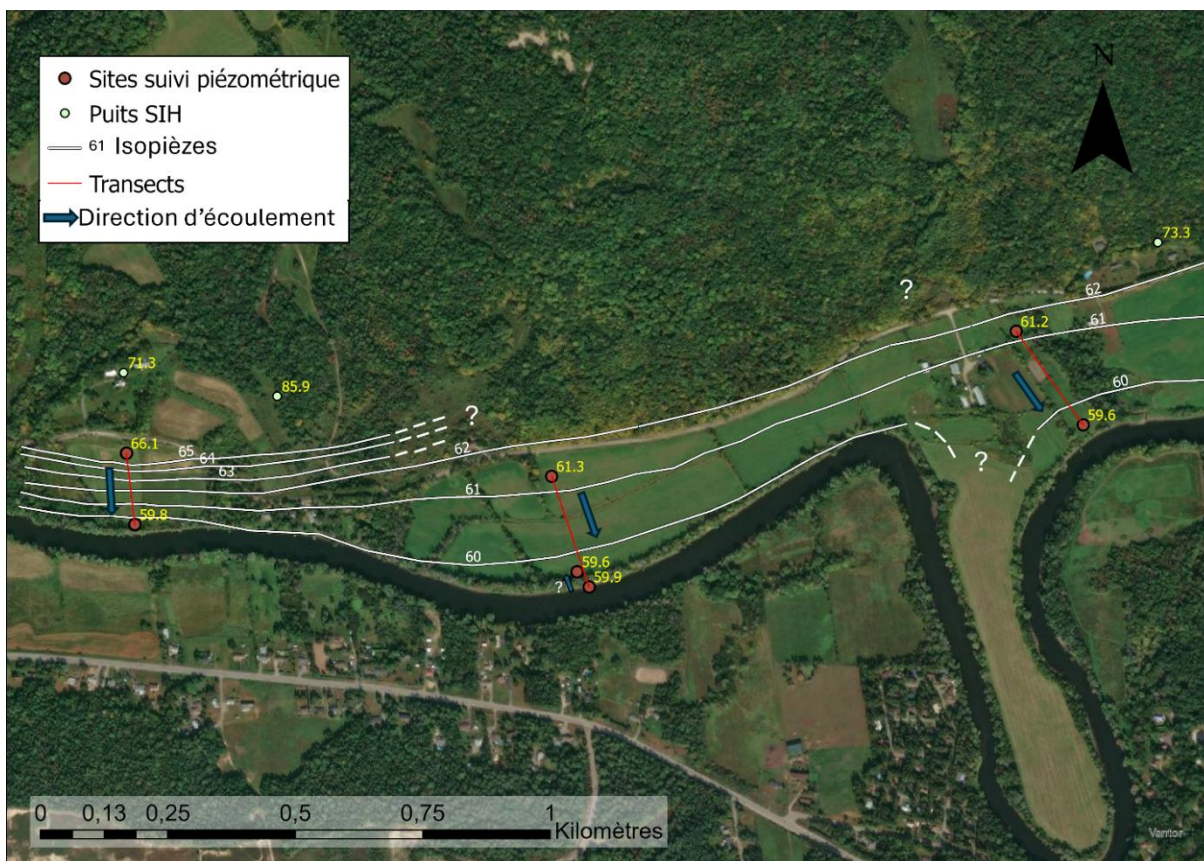


Figure 8. Carte piézométrique de la zone d'étude

3.4 Traceurs naturels

Les isotopes stables de l'eau montrent que la composition isotopique de l'eau des puits est généralement appauvrie et similaire à celle des piézomètres 1a et 3a (**Figure 9**). Ceci pourrait indiquer que la principale recharge à ces piézomètres est similaire à celle des puits, probablement essentiellement printanière (et donc légèrement appauvrie). Le piézomètre 2a a une composition isotopique similaire à celle des piézomètres 1c et 2c, à mi-chemin entre celle des puits et celle de la rivière. Ceci pourrait indiquer que ce piézomètre reçoit à la fois de la recharge printanière et de l'eau de la rivière. Le piézomètre 3c a une composition isotopique similaire à celle de la rivière, ce qui pourrait indiquer une connexion principalement avec l'eau de surface. Il est possible que ceci se produise en période de crue, alors que le gradient hydraulique entre la rivière et la nappe s'accroît vers la plaine (apport souterrain accru à partir de la rivière) et que le niveau de l'eau dans la rivière excède celui des berges (apport de surface direct en provenance de la rivière).

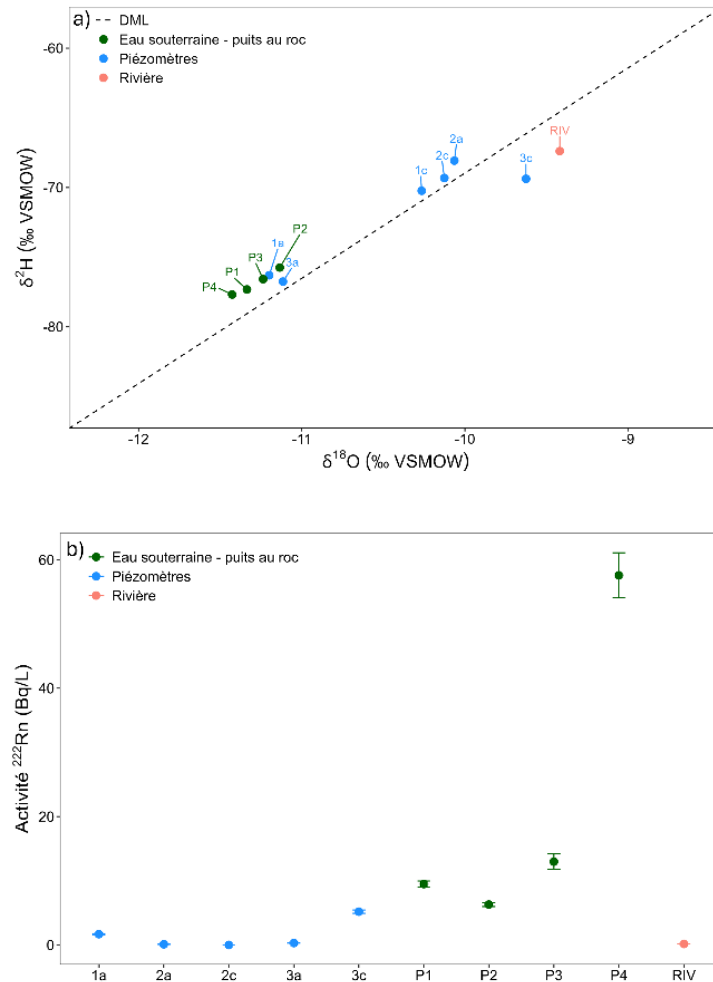


Figure 9. a) composition en isotopes stables de l'eau (la droite météoritique locale utilisée est celle obtenue à Arundel par Gagné et al., 2022) b) activité en ^{222}Rn

L'activité en ^{222}Rn la plus élevée est observée dans les puits au roc, notamment dans le puits P4 qui est situé non loin du transect 2. Ces activités élevées viennent du fait de la nature même de la roche avec laquelle l'eau souterraine est en contact. Dans les piézomètres 1a, 2a, 2c et 3a (le piézomètre 1c n'a pas pu être échantillonné, car sec en août 2025), ainsi que dans la rivière l'activité ^{222}Rn est très faible. Une faible activité en ^{222}Rn dans l'eau de surface est habituelle, car il s'agit d'un gaz très volatil qui n'est pas produit dans la rivière et dont le temps de demi-vie est très court. La faible activité en ^{222}Rn des piézomètres pourrait indiquer que ceux-ci ne reçoivent pas un apport marqué d'eau souterraine provenant du roc. Le piézomètre 3c fait exception avec une activité de 5,19 Bq/L, du même ordre de grandeur que celle des puits P1 (non loin du transect 1), P2 et P3 (tous deux situés proches du transect 3). Ceci pourrait indiquer que ce piézomètre est influencé par l'eau souterraine dans le roc du secteur, ce qui n'est pas incompatible avec un apport latéral d'eau provenant de la rivière. Comme le dispositif en place ne permettait pas d'évaluer la présence de gradients verticaux, une remontée de la nappe fracturée vers la surface n'a pas pu être confirmée.

3.5 Conditions d'écoulement dans les milieux humides

L'ensemble des résultats montre que i) que la plaine est alimentée à la fois par le roc fracturé en amont et par la recharge directe, ii) que les matériaux géologiques silteux de la plaine favorisent l'emmagasinement, iii) que le secteur du transect 2 semble propice à l'emmagasinement d'eau en surface et iv) que la rivière apporte de l'eau à la plaine par l'intermédiaire des matériaux géologiques en bordure de son lit.

Il semble donc y avoir une certaine connectivité latérale entre la rivière et la plaine. Cette connectivité a été démontrée comme étant souterraine pendant l'étude, mais il est probable qu'en conditions de crue printanière, la rivière excède son niveau plein bord et se déverse dans la plaine où l'eau peut être emmagasinée localement en surface. Dans ces conditions, la connectivité souterraine pourrait être accrue (gradient hydraulique plus élevé) et l'eau de la rivière pourrait s'infiltrer également à partir de la surface dans le silt. L'important emmagasinement dans les matériaux silteux, les faibles pentes et la présence d'une nappe proche de la surface contribueraient ainsi à maintenir des conditions d'humidité importantes dans la plaine, ce qui pourrait être bénéfique pour les milieux humides qui seront restaurés. Pour le moment, la connectivité de surface semble limitée en période estivale, principalement en raison de la présence de la remontée de la surface du sol en bordure de la rivière. Un remodelage de cette partie de la plaine contribuerait peut-être à favoriser la connectivité hydraulique, en dehors des périodes de crue.

4 CONCLUSION

L'objectif de ce projet était de réaliser une étude piézométrique sur une portion du territoire visé par l'OBV RDN pour la réhabilitation des milieux humides situés dans la plaine en bordure de la Rivière du Nord. Pour atteindre cet objectif, l'équipe de l'UQAM a 1) instrumenté trois transects au moyen de piézomètres instrumentés de sondes pour le suivi des niveaux d'eau, 2) installé une sonde de mesure des niveaux dans la rivière vis-à-vis du transect central, 3) identifié la nature des matériaux géologiques et leurs conductivités hydrauliques, 4) analysé la composition de l'eau pour deux traceurs naturels, 5) interprété les données recueillies pour déterminer les directions de l'écoulement souterrain.

L'étude s'est déroulée sur une période relativement courte, pendant un été particulièrement sec, ce qui limite la gamme de conditions observées et donc en partie les interprétations possibles à partir des données recueillies. Néanmoins, l'étude a permis de montrer la proximité relative des niveaux d'eau souterraine à la surface en amont des transects, et leur potentiel de connexion direct avec la Rivière du Nord, présumant de conditions potentiellement favorables à la restauration de milieux humides. Lorsque les travaux de restauration auront été réalisés, il serait pertinent d'établir à nouveau des transects de piézomètres instrumentés de manière à suivre les variations et les changements à court, moyen et long terme des conditions d'écoulement souterrain.

5 RÉFÉRENCES

- Barr, D.W. 2001. Coefficient of permeability determined by measurable parameters. *Ground Water*, 39(3), 356-361.
- Blott, S.J. and Pye, K. (2001), GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surf. Process. Landforms*, 26: 1237-1248. <https://doi.org/10.1002/esp.261>
- Devlin, J.F. 2015. HydrogeoSieveXL: an Excel-based tool to estimate hydraulic conductivity from grain-size analysis. *Hydrogeology Journal*, DOI 10.1007/s10040-015-1255-0
- Gagné, S., Larocque, M., Morard, A., Roux, M. 2022. Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines dans la région des Laurentides et de la MRC Les Moulins - Rapport final mars 2022, Rapport déposé au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada. 210 p.
- Gosselin, J.-S. 2016. Estimation de la recharge à partir de séries temporelles de la température du sol, des niveaux d'eau dans les puits et de données météorologiques : développement méthodologique et évaluation de l'incertitude. Thèse de doctorat, Institut national de la recherche scientifique, Québec (Canada), 216 p
- Healy, R.W., Cook, P.G. 2002. Using groundwater levels to estimate recharge. *Hydrogeology Journal*, 10, 91–109. <https://doi.org/10.1007/s10040-001-0178-0>
- Labrecque, G., Chesnaux, R. et Boucher, M.-A. 2020. Water-table fluctuation method for assessing aquifer recharge: application to Canadian aquifers and comparison with other methods. *Hydrogeology Journal*, 28(2), 521-533. <https://doi.org/10.1007/s10040-019-02073-1>
- Lefebvre, K., Barbecot, F., Ghaleb, B., Larocque, M. et Gagné, S. 2013. Full range determination of ^{222}Rn at the watershed scale by liquid scintillation counting. *Applied Radiation and Isotopes*, 75, 71-76. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2013.01.027>
- Marchand, J.-P., Biron, P., Buffin-Bélanger, T., Larocque, M. 2022. High-resolution spatiotemporal analysis of hydrologic connectivity in the historical floodplain of straightened lowland agricultural streams. *River Research Applications*, 38, 1061-1079.
- MELCCFP. 2025. Système d'information hydrogéologique (SIH). Page web consultée en octobre 2025. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/sih/index.htm>

MFFP. 2025. LiDAR - Modèles numériques (terrain, canopée, pente, courbe de niveau), [Jeu de données], dans Données Québec, 2016, mis à jour le 26 septembre 2025. [<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/produits-derives-de-base-du-lidar>], (consulté le 21 novembre 2025).

Oudin, L., Hervieu, F., Michel, C., Perrin, C., Andreassian, V., Anctil, F., Loumagne, C. 2005. Which potential evapotranspiration input for a lumped rainfall–runoff model? Part 2 – towards a simple and efficient potential evapotranspiration model for rainfall–runoff modelling. *Journal of Hydrology*, 303: 290–306.

Sauerbrey, I.I. 1932. On the problem and determination of the permeability coefficient. *Proceedings VNIIG*, No. 3–5 (Titre traduit du russe)

6 ANNEXE A – Logs des piézomètres et des sondages

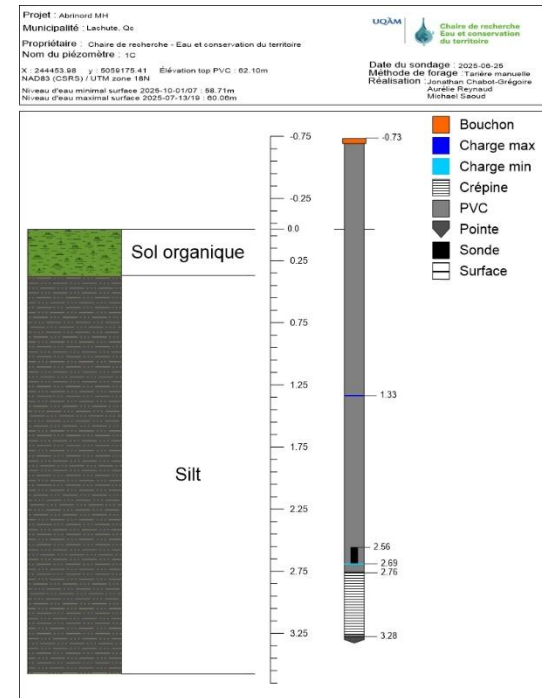
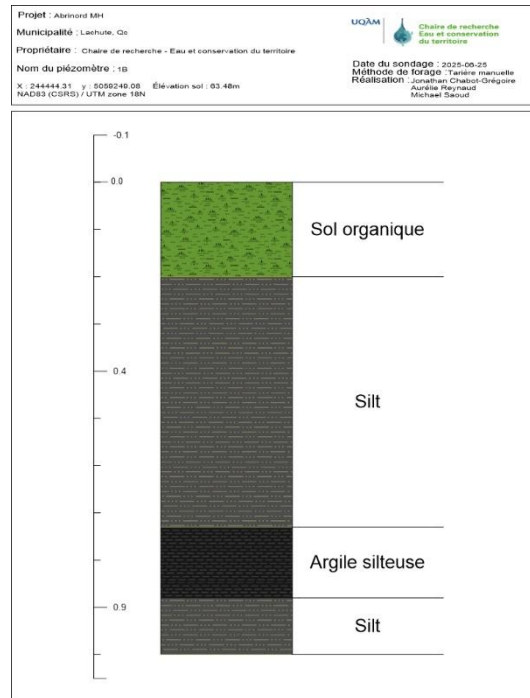
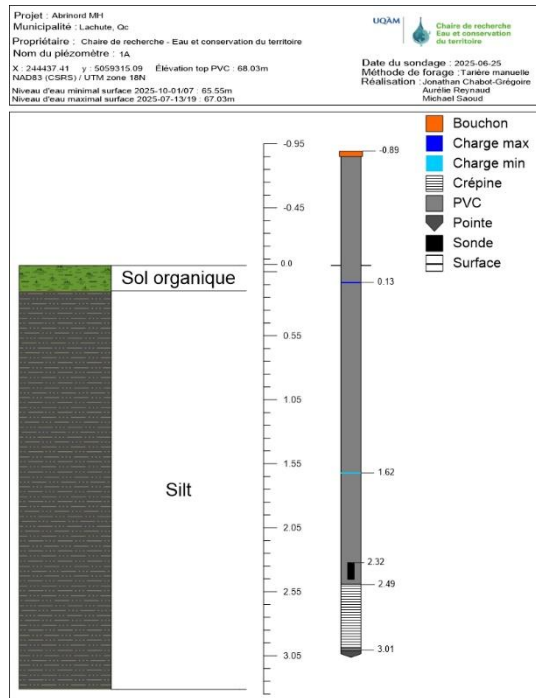


Figure 10. Logs des sondages sur le transect 1, amont (1a) à gauche, milieu (1b) au centre et aval (1c) à droite

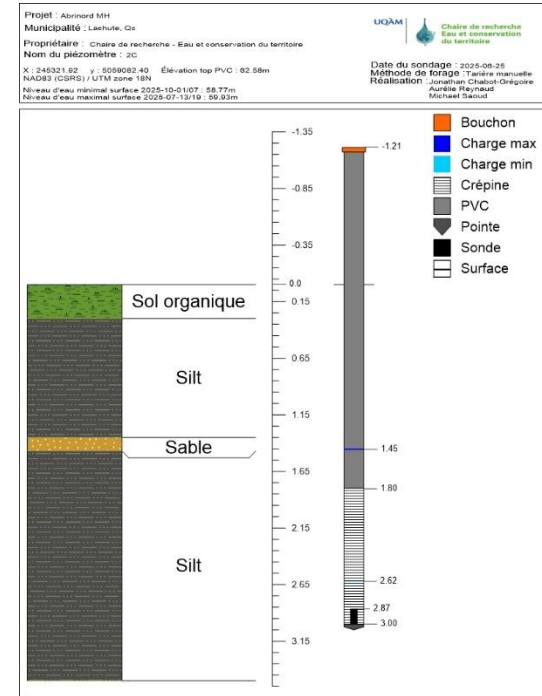
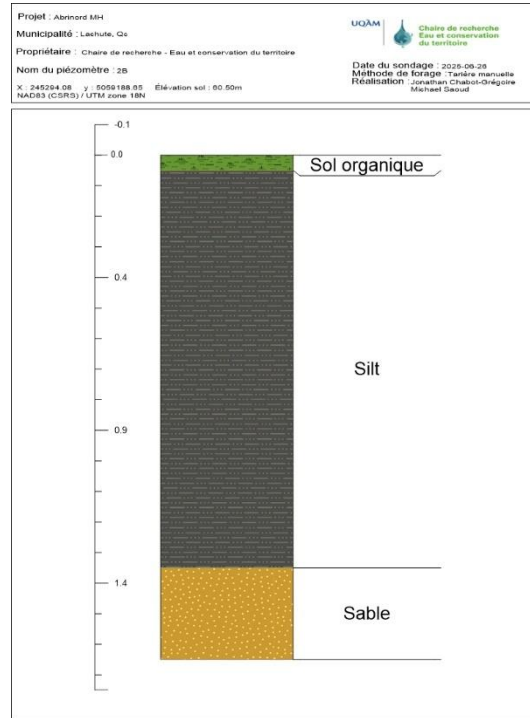
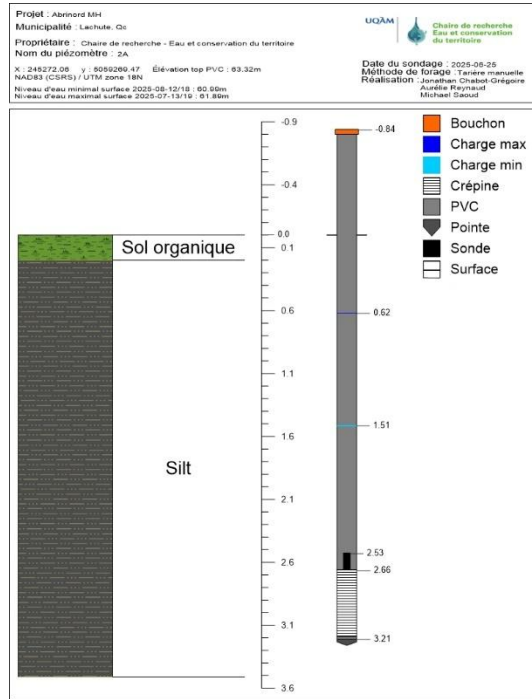


Figure 11. Logs des sondages sur le transect 2, amont (2a) à gauche, milieu (2b) au centre et aval (2c) à droite

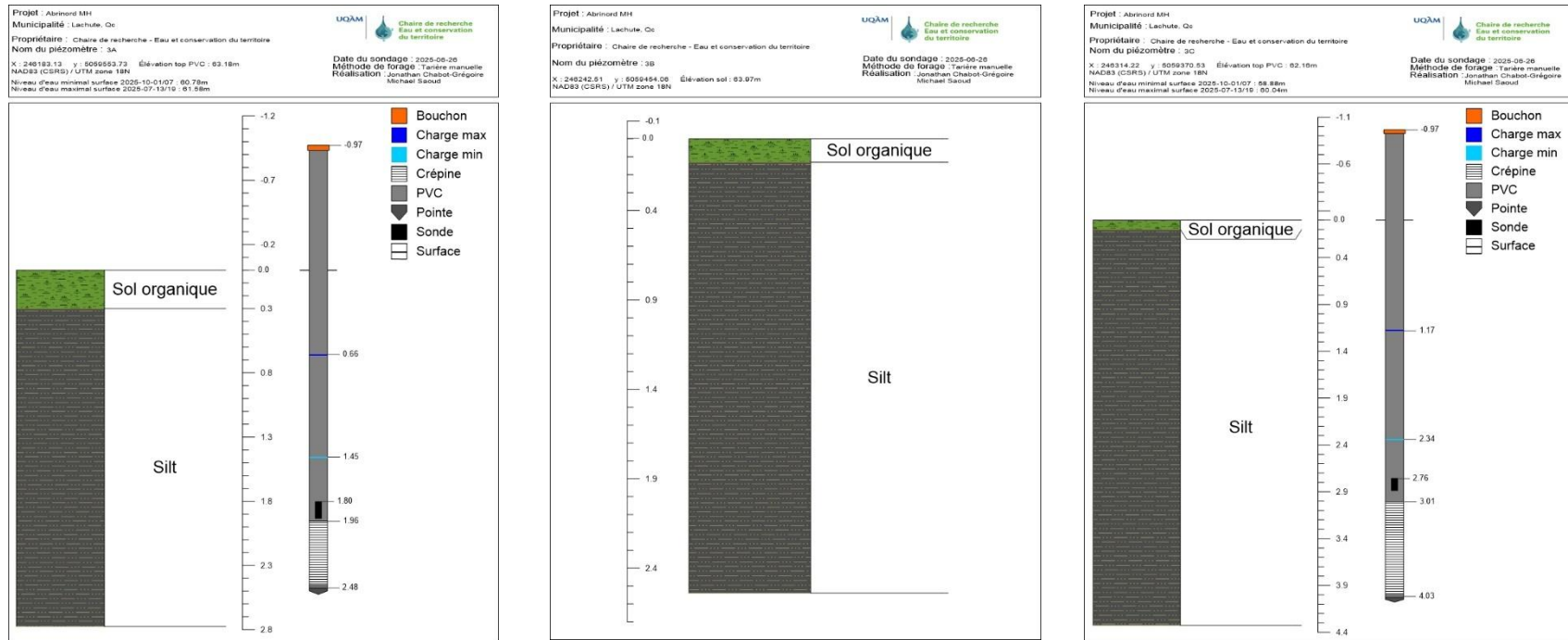


Figure 12. Logs des sondages sur le transect 3, amont (3a) à gauche, milieu (3b) au centre et aval (3c) à droite

7 ANNEXE B – Types de matériaux et conductivités hydrauliques

Tableau 2. Types de matériaux et conductivités hydrauliques (K)

Profondeur (cm)	Description	K (m/s)	Profondeur (cm)	Description	K (m/s)	Profondeur (cm)	Description	K (m/s)
1a			2a			3a		
45 à 60	Silt medium	$6,59 \times 10^{-9}$	0 à 35	Silt medium	$7,01 \times 10^{-9}$	30 à 50	Silt medium	$6,76 \times 10^{-9}$
95 à 115	Silt fin	$1,31 \times 10^{-9}$	56 à 69,5	Silt grossier	$8,19 \times 10^{-9}$	76 à 97	Silt medium	$1,18 \times 10^{-8}$
140 à 165	Silt fin	$1,91 \times 10^{-9}$	127	Silt medium	$8,77 \times 10^{-9}$	150 à 157	Silt fin	$9,64 \times 10^{-9}$
218 à 232	Silt fin	$3,25 \times 10^{-9}$	127 à 149	Silt grossier	$5,24 \times 10^{-9}$	3b		
1b			181	Silt fin	$1,22 \times 10^{-9}$	15 à 37	Silt fin	$2,95 \times 10^{-9}$
0 à 59,5	Silt fin	$6,01 \times 10^{-9}$	231	Silt fin	$1,29 \times 10^{-9}$	73 à 94	Silt medium	$7,08 \times 10^{-9}$
72,5 à 87,5	Argile silteuse	$3,93 \times 10^{-9}$	2b			128,5 à 150,5	Silt medium	$2,78 \times 10^{-9}$
87,5 à 100	Silt fin	$2,34 \times 10^{-9}$	11 à 33	Silt medium	$1,71 \times 10^{-9}$	243 à 254	Silt fin	$1,24 \times 10^{-9}$
1c			47 à 68	Silt medium	$2,23 \times 10^{-9}$	3c		
45 à 65	Silt fin	$5,86 \times 10^{-10}$	135 à 147	Sable très grossier	$1,07 \times 10^{-2}$	40 à 62	Silt medium	$2,56 \times 10^{-9}$
115 à 135	Silt medium	$9,06 \times 10^{-9}$	2c			84 à 90	Silt medium	$3,22 \times 10^{-9}$
156 à 178	Silt grossier	$9,72 \times 10^{-9}$	35 à 57	Silt medium	$3,64 \times 10^{-9}$	147 à 164	Silt grossier	$1,31 \times 10^{-8}$
198 à 212	Silt grossier	$1,16 \times 10^{-9}$	125 à 150	Sable fin	$2,64 \times 10^{-9}$	198 à 209	Silt medium	$9,72 \times 10^{-9}$
270 à 290	Silt medium	$1,34 \times 10^{-8}$	199 à 214	Silt medium	$3,14 \times 10^{-9}$	299 à 300	Silt medium	$6,06 \times 10^{-9}$
			260 à 270	Silt medium	$5,29 \times 10^{-9}$			