



PROTOCOLE

INSTRUMENTATION, CARACTÉRISATION ET
SUIVI DES ÉTANGS TEMPORAIRES

FÉVRIER 2024



Auteurs du rapport

Marie Larocque – Responsable du projet, spécialiste des eaux souterraines, professeure, UQAM

Marjolaine Roux – Agente de recherche, UQAM

Laurence Brunelle – Agente de support à la recherche, UQAM

Référence à citer

Larocque, M., Roux, M., Brunelle, L. (2024). Protocole – Instrumentation, caractérisation et suivi des étangs temporaires. Chaire de recherche Eau et conservation du territoire, Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, 19 p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	4
INTRODUCTION	5
1. INSTRUMENTATION	6
1.1 Installation des piézomètres	6
1.2 Évolution du couvert nival.....	10
2. CARACTÉRISATION	12
2.1 Relevés topographiques	12
2.2 Stratigraphie	13
2.3 Ouverture de la canopée	14
2.4 Épaisseur et densité de la neige	15
3. SUIVI	17
RÉFÉRENCES	18
ANNEXE 1. FICHE DESCRIPTIVE	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation des instruments sur un étang temporaire 1) piézomètre de surface, 2) piézomètre dans la nappe, 3) règle limnimétrique et 4) appareil photo de chasse	6
Figure 2. Schéma explicatif d'un piézomètre pour mesurer le niveau de l'eau dans l'étang	8
Figure 3. Mesure de la longueur entre le bouchon du piézomètre et le capteur de pression de la sonde	9
Figure 4. Valve à clapet	9
Figure 5. Schéma explicatif d'un piézomètre pour mesurer le niveau de l'eau dans la nappe	10
Figure 6. Positionnement de l'appareil photo de chasse et du panneau solaire	11
Figure 7. Vue générale de l'appareil photo de chasse avec 1) le piézomètre dans l'étang, 2) la règle limnimétrique et 3) la surface de l'étang	11
Figure 8. Exemple de positionnement des relevés topographiques dans l'étang et autour de l'étang ...	13
Figure 9. Exemple de positionnement des instruments, des sondages stratigraphiques et des mesures d'ouverture de la canopée dans l'étang et autour de l'étang	14
Figure 10. Exemple de matériaux récupérés lors d'un sondage stratigraphique manuel	14
Figure 11. Extrémité du tube d'échantillonnage de la neige	15
Figure 12. Mesure de l'épaisseur de la neige	16

INTRODUCTION

Les étangs temporaires sont des milieux humides de petite taille qui se retrouvent dans des positions diverses dans le paysage. En climat nordique, ils sont généralement actifs au printemps et s'assèchent au début de l'été. Bien qu'ils semblent isolés des réseaux hydrographiques voisins, les étangs temporaires sont souvent alimentés par le ruissellement et par l'eau souterraine (Roux et al., 2023) et sont des habitats pour la reproduction de plusieurs espèces d'amphibiens et d'insectes. Leur hydrologie est toutefois encore très peu étudiée et mal comprise et, malgré leur importance pour la biodiversité, ils sont peu protégés. Des travaux récents menés par la Chaire de recherche *Eau et conservation du territoire* (chaire-eau.uqam.ca) ont toutefois permis de faire avancer les connaissances et d'élaborer un protocole pour faciliter leur suivi hydrologique.

L'instrumentation et la caractérisation détaillée des étangs temporaires permettent de mesurer les variations de niveaux d'eau dans les étangs et dans la nappe phréatique, de suivre l'épaisseur de neige au sol et d'observer le moment de la fonte et le moment de l'assèchement complet, de mesurer l'ouverture de la canopée, d'établir la bathymétrie de l'étang et de décrire la géologie locale. Ce protocole propose une démarche permettant d'uniformiser l'instrumentation, la caractérisation et le suivi des étangs temporaires naturels qui permettra d'obtenir des données comparables d'un site à l'autre. Il découle des travaux de Roux et al. (2023) portant sur les étangs temporaires forestiers (2023) et sur les travaux de Larocque et Roux (2023) portant sur les étangs temporaires en zone périurbaine et périagricole.



*Œufs d'amphibiens dans un étang temporaire de Montérégie
(crédit photo: Laurence Brunelle)*

Ce protocole permet de mieux planifier le suivi hydrologique des étangs temporaires pour comprendre la dynamique de ces milieux humides. Il est également très important pour orienter les suivis hydrologiques réalisés à l'étape de la planification des projets de développement (urbain, agricole, industriel) pour limiter les impacts sur les étangs temporaires et favoriser leur protection. Le TCRA (2016) recommande d'ailleurs la mise en place d'un programme de surveillance hydrologique de 1 à 3 ans avant le développement.

Le protocole détaille 1) l'instrumentation des sites, 2) la caractérisation des étangs temporaires ainsi que 3) les étapes à suivre pour le suivi hydrologique, incluant la description du matériel nécessaire, la préparation en laboratoire et le travail de terrain. Le protocole est rédigé sans cibler de marques commerciales pour le matériel et seules les spécifications générales sont fournies.

1. INSTRUMENTATION

L'instrumentation des étangs temporaires se fait après la fonte printanière ou à l'automne lorsque l'étang est inondé. Elle peut aussi se faire lorsque l'étang est sec si la bathymétrie de l'étang est connue (voir section 2. Caractérisation, p.12). Chaque site est instrumenté d'un piézomètre dans l'étang, d'un piézomètre dans la nappe, d'une règle à neige et d'un appareil photo (**Figure 1**).

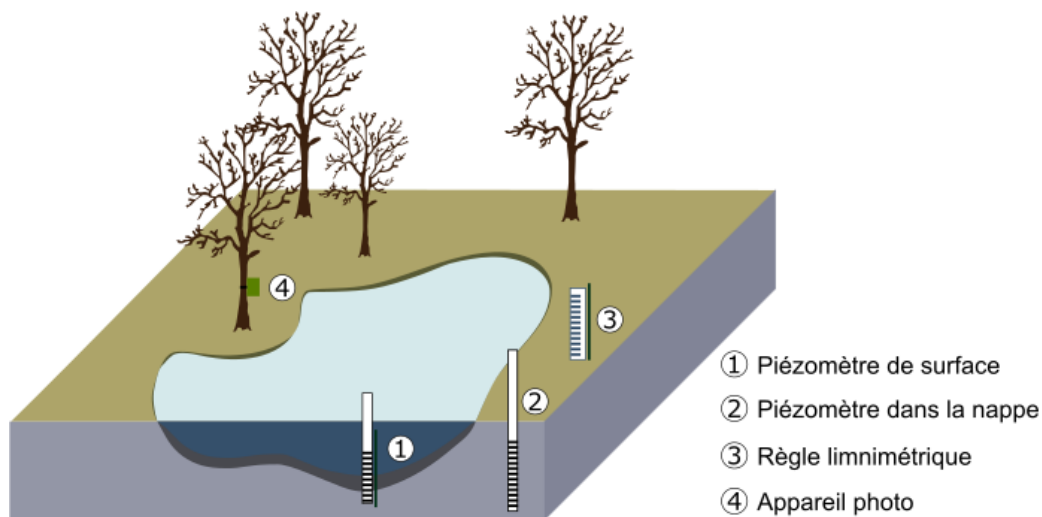


Figure 1. Localisation des instruments sur un étang temporaire 1) piézomètre de surface, 2) piézomètre dans la nappe, 3) règle limnimétrique et 4) appareil photo de chasse

1.1 INSTALLATION DES PIÉZOMÈTRES

L'installation des piézomètres sert à suivre les niveaux d'eau de l'étang et de la nappe phréatique sous-jacente. L'emplacement et la configuration de ces piézomètres sont donc des paramètres importants. Les longueurs de tubage pour la confection des piézomètres de surface et de nappe seront différentes selon le type de piézomètre installé et peuvent également varier selon le site instrumenté.

1.1.1 MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR CHAQUE ÉTANG

PIÉZOMÈTRES

- Tubes de polychlorure de vinyle (PVC) de diamètre extérieur 5 cm Sch 80 filetés ayant un embout mâle (M) et un embout femelle (F). Un PVC de type Sch 80 est suffisamment épais pour limiter les bris lors de l'installation et pendant le suivi. Ces tubes peuvent être pleins ou munis d'ouvertures à la base (crépinés). Voir la section 1.1.2, Étape 2: Préparation des piézomètres (p. 7), pour les longueurs de tubes nécessaires.
- Un raccord de tuyau F/F non fileté d'un diamètre intérieur de 5 cm. Le raccord est utilisé seulement si un bris de tubage survient ou si les sections filetées sont endommagées et doivent être sciées.
- Deux bouchons de type « J plug » de 5 cm de diamètre et deux cadenas à clé.
- Deux pointes coniques. La pointe est en PVC et possède un embout M non fileté de 5 cm de diamètre.

- Une tige d'acier en T de 1 m et deux collets de serrage en acier inoxydable de 7,6 cm de diamètre.
- Granules d'argile colloïdale (bentonite). Une fois humidifiées sur place, les granules forment un bouchon dans la cavité autour du piézomètre dans les sédiments.
- Sable de silice d'une granulométrie plus grande que les sédiments en place.
- Une valve à clapet antiretour (Waterra foot valve) de diamètre extérieur de 2,5 cm munie d'un tuyau rigide de 2,50 m. Cette valve sert à purger le piézomètre dans le but de nettoyer l'intérieur et la crépine où des sédiments peuvent avoir colmaté les ouvertures lors de l'insertion du tubage dans le sol.

SONDES

- Deux sondes de pression permettant d'enregistrer une pression d'eau correspondant à une colonne d'eau maximale de 4 m avec une précision de 0,01 m et ayant un diamètre suffisamment petit pour permettre l'insertion dans les tubes de PVC. Des sondes non compensées ou compensées pour la pression atmosphérique peuvent être utilisées.
- Un baromètre. Nécessaire si des sondes non compensées sont utilisées.
- Ficelle de nylon ou d'un autre matériel qui ne conserve pas les plis.
- Sonde piézométrique manuelle. Outil servant à mesurer le niveau d'eau manuellement.

AUTRES

- Tarière manuelle d'une longueur de plus de 1,50 m dotée d'une cuillère de 7,6 cm de diamètre de modèle Dutch Auger
- Niveau à bulle portatif
- GPS

1.1.2 ÉTAPES PRÉPARATOIRES

ÉTAPE 1 : PRÉPARATION DES PIÉZOMÈTRES

- Scier les tubages. Vérifier que les bouts filetés des tubages concordent. Noter la longueur réelle du tubage et de la crépine.
- Préparer le piézomètre de surface en reliant un tube plein de 0,50 m et un tube crépiné de 0,75 m (longueur totale 1,25 m).
- Préparer le piézomètre qui se trouvera dans la nappe en reliant un tube plein de 1,50 m et une crépine de 0,75 m (longueur totale 2,25 m). Perforer un petit trou près du sommet du piézomètre pour ventiler l'intérieur du tubage.
- Visser les sections des piézomètres et installer les pointes coniques aux extrémités des crépines.
- Scier la tige d'acier à 1 m de longueur.

ÉTAPE 2 : PROGRAMMATION DES SONDÉS

- À partir de l'ordinateur, programmer les sondes pour la prise de mesures horaires, idéalement à partir de l'heure juste, suivant l'instrumentation à l'aide du démarrage ultérieur. Dans les paramètres de la sonde, indiquer le nom du site où elle sera installée.
- Faire une lecture à l'air libre et s'assurer que toutes les sondes donnent la même valeur +/- 2 cm.

1.1.3 SUR LE TERRAIN : PIÉZOMÈTRE DE SURFACE (EAU DE SURFACE)

Un exemple de *Fiche descriptive* se trouve en annexe et comprend toutes les informations reliées au travail effectué sur le terrain qui devraient être notées. Cette fiche peut être utilisée pour toutes les sections du protocole concernant le travail de terrain.

LOCALISATION DU POINT LE PLUS PROFOND

- Se déplacer dans l'étang avec un ruban à mesurer au moment où l'étang est inondé et identifier le point le plus profond. Le point le plus profond ne se situe pas nécessairement au centre (**Figure 1**). Cette étape doit être réalisée après la fonte de la neige et de la glace, et avant l'assèchement de l'étang.
- Localiser le point le plus profond à l'aide du GPS.

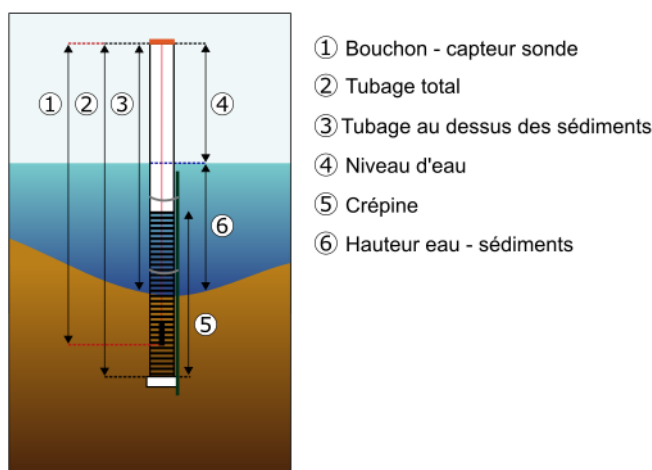


Figure 2. Schéma explicatif d'un piézomètre permettant de mesurer le niveau de l'eau dans l'étang

INSTALLATION ET INSTRUMENTATION

- Positionner un piézomètre crépiné à la base de l'étang, à l'emplacement le plus profond (**Figure 2**).
- Insérer manuellement la tige d'acier en T dans les sédiments à l'aide de la masse et vérifier sa verticalité avec le niveau.
- Positionner le tubage contre la tige d'acier en insérant la crépine dans les sédiments à l'aide de la masse. Protéger le sommet du tubage à l'aide d'un objet rigide avant d'utiliser la masse, car les coups le déformeront. Limiter la descente à 0,25 m sous l'interface sédiments-eau pour éviter que le tube crépiné ne soit colmaté par les sédiments.
- Fixer le tubage à la tige d'acier à l'aide de deux collets de serrage et revérifier la verticalité.
- Attacher la sonde au bouchon « J-Plug » au moyen de la ficelle, mesurer la longueur bouchon-captur sonde (**Figure 3**) puis descendre la sonde 10 cm sous l'interface sédiment-eau afin qu'elle puisse être laissée en place pendant l'hiver. Il est important de laisser un espace de quelques centimètres entre le fond du tubage et la sonde puisque des sédiments peuvent s'y accumuler et modifier la position de la sonde une fois réinsérée.

- Mesurer et noter la longueur du tubage au-dessus des sédiments, la hauteur eau-sédiments et le niveau de l'eau dans le tubage (**Figure 2**).
- Installer le bouchon « J-Plug » sur l'ouverture supérieure du tubage et positionner le cadenas.
- Installer une sonde de niveau à l'air libre (baromètre) sur un arbre à proximité pour enregistrer la pression atmosphérique. Cette donnée permet de retirer l'effet de la pression atmosphérique des niveaux d'eau enregistrés. Un baromètre peut être utilisé pour plusieurs étangs à condition qu'il soit situé dans un rayon d'une quinzaine de kilomètres.



Figure 3. Mesure de la longueur entre le bouchon du piézomètre et le capteur de pression de la sonde

1.1.3 SUR LE TERRAIN : PIÉZOMÈTRE DANS LA NAPPE (EAU SOUTERRAINE)

- Suivre la méthodologie de la section 2.2 Stratigraphie (p.13) pour détailler les sédiments rencontrés lors de l'installation du piézomètre.
- Creuser un trou à la tarière à une distance minimale de 3 m et une distance maximale de 5 m de l'étang. La longueur du tubage proposée est prévue pour un piézomètre allant à une profondeur de 1,50 m dans le sol. Il est toutefois possible que cette profondeur doive être différente si les dépôts ou le roc ne permettent pas une insertion plus profonde ou si la nappe se trouve à une plus grande profondeur. En général, la base du tubage devrait se situer au moins 0,50 m en dessous du point le plus bas de l'étang.

INSTALLATION ET INSTRUMENTATION

- Insérer le piézomètre en situant la base de la crépine dans le sol à une profondeur de 1,50 m. Un tubage plein de 0,75 m sous la surface du sol permet de limiter la connexion entre la crépine et la surface. Assurer une protection du tubage si l'utilisation d'une masse est nécessaire.
- Remplir de sable la cavité autour du piézomètre. Ce sable sert de massif filtrant autour de la crépine.
- Comblir les 30 derniers centimètres sous la surface du sol de granules d'argile pour limiter l'infiltration d'eau dans le piézomètre à partir de la surface. S'assurer que les granules d'argile ne sont pas déposés au niveau de la crépine.
- Nettoyer le piézomètre après son installation en purgeant l'eau à l'aide du tuyau muni d'une valve à clapet (**Figure 4**). Il se pourrait que le piézomètre doive être purgé occasionnellement par la suite s'il y a accumulation de sédiments au fond du tubage.



Figure 4. Valve à clapet

- Attacher la sonde au bouchon au moyen d'une ficelle, mesurer la longueur bouchon-capteur sonde et descendre la sonde jusqu'à une profondeur de 1,40 m, soit 10 cm au-dessus du fond du piézomètre.
- Mesurer et noter la longueur du tubage dans les sédiments, la longueur du tubage hors-sol et le niveau de l'eau dans le tubage (**Figure 5**).
- Installer le bouchon « J-Plug » sur l'ouverture supérieure du tubage et positionner le cadenas.

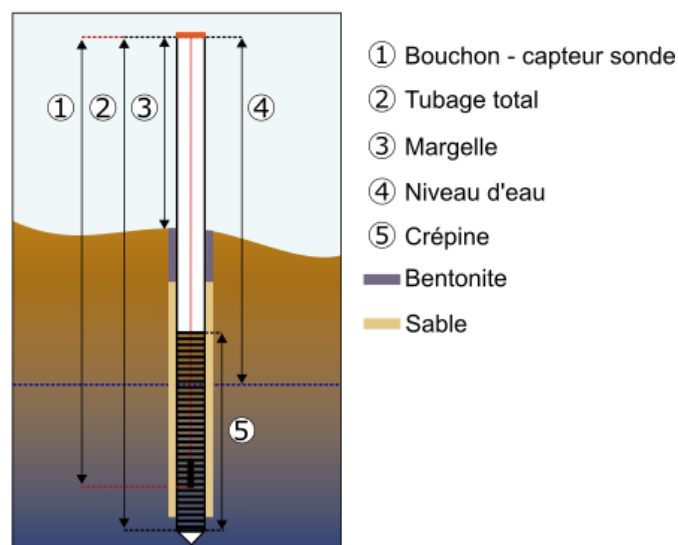


Figure 5. Schéma explicatif d'un piézomètre pour mesurer le niveau de l'eau dans la nappe

1.2 ÉVOLUTION DU COUVERT NIVAL

Un suivi journalier de l'évolution du couvert nival et de la fonte complète de la neige et de la glace sur l'étang est réalisé par la prise de photos. Cette donnée permet de déterminer le début de la période d'activité hydrologique de l'étang ou hydropériode. En période hors gel, les photos journalières permettent de confirmer la date de l'assèchement printanier et le retour de l'eau dans l'étang pendant l'été et l'automne. Les photos servent aussi à confirmer ces dates qui sont également déterminées par l'analyse des données météorologiques et des données de niveaux d'eau de surface.



Étang temporaire de Montérégie en hiver (crédit photo : caméra de chasse UQAM)

1.2.1 MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Appareil photo de chasse
- Panneau solaire et batterie au lithium x4
- Boîte de protection et câble de 2 m
- Carte-mémoire de 32 Go
- Attache-câbles résistants au froid
- Règle limnimétrique centimétrique de 1 m en acier. Cette règle permet d'évaluer visuellement la hauteur de neige au sol.
- Tige d'acier en T de 1,25 m
- Niveau portatif

1.2.2 SUR LE TERRAIN

POSITIONNEMENT DE L'APPAREIL PHOTO DE CHASSE

- Localiser un arbre qui permet de positionner l'appareil photo.
- Utiliser une tige en T s'il n'y a pas d'arbres.
- Fixer l'appareil photo de manière à voir adéquatement le piézomètre situé dans l'étang, la règle limnimétrique et la surface de l'eau (Figure 1 et Figure 7).
- Installer le panneau solaire sur l'arbre au-dessus de l'appareil photo pour que celui-ci soit légèrement incliné vers le haut et orienté vers le sud (Figure 6). Ajuster les réglages de l'appareil photo.



Figure 6. Positionnement de l'appareil photo de chasse et du panneau solaire

INSTRUMENTATION POUR LE SUIVI DE LA HAUTEUR DE LA NEIGE

- Enfoncer la tige d'acier de 0,25 m avec la masse en s'assurant que la section plane de la tige soit face à l'appareil photo. Vérifier la verticalité de la tige d'acier.
- Attacher la règle à la tige et s'assurer que la base de la règle soit au niveau du sol.

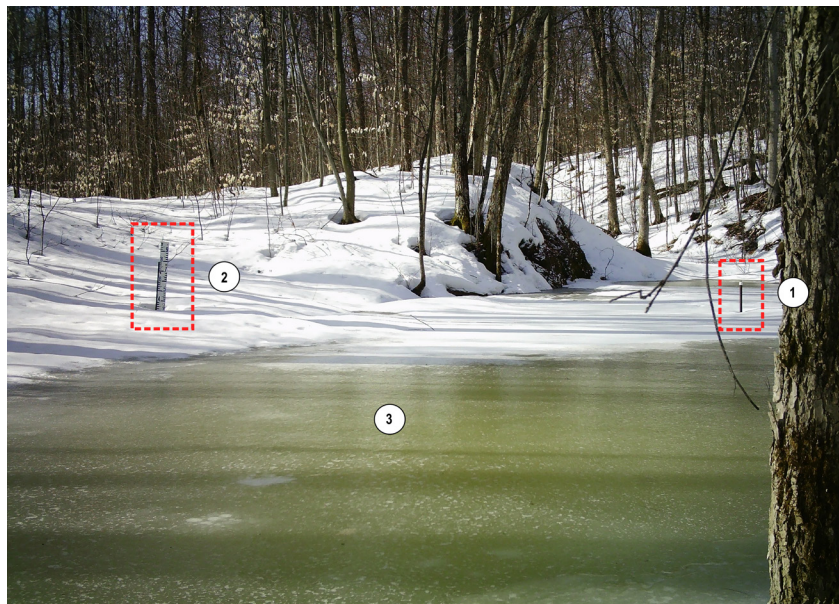


Figure 7. Vue générale de l'appareil photo de chasse avec 1) le piézomètre dans l'étang, 2) la règle limnimétrique et 3) la surface de l'étang

2. CARACTÉRISATION

La caractérisation des étangs temporaires doit être réalisée au début du suivi hydrologique. Elle permet d'établir la bathymétrie, la géologie et l'ouverture de la canopée. Plusieurs journées de terrain peuvent être nécessaires selon les dimensions du site, la période de l'année ou les conditions météorologiques.



Étang temporaire de Montérégie (crédit photo: Camil Vachon-Laberge)

2.1 RELEVÉS TOPOGRAPHIQUES ¹

Les relevés topographiques servent à déterminer la bathymétrie des étangs et la topographie des environs de l'étang.

2.1.1 MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Instrument permettant de faire un relevé topographique à une résolution de 1 cm ou moins (p.ex.: GPS différentiel ou station totale).
- Ruban à mesurer
- Ruban de balisage

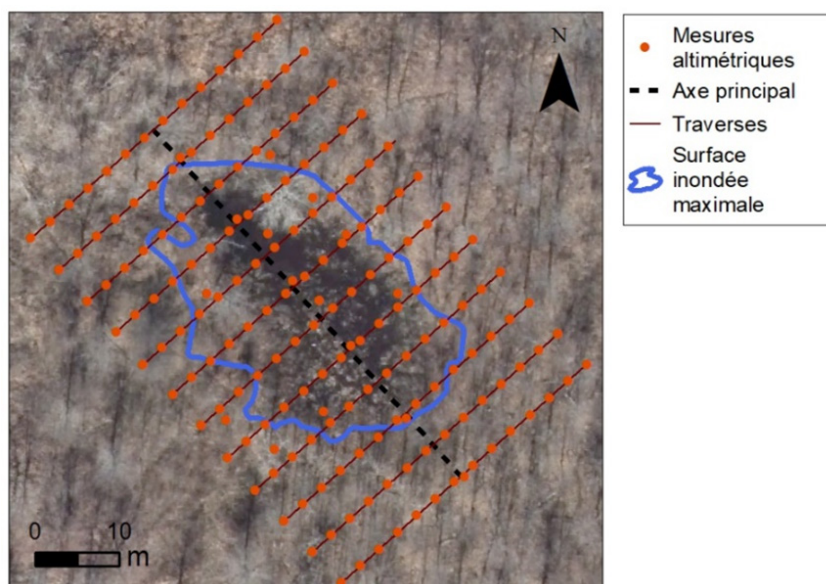
2.1.2 SUR LE TERRAIN

- Identifier des traverses perpendiculaires à l'axe principal qui est le plus long de l'étang, espacées de 5 m (**Figure 8**).
- Localiser les sections importantes telles que le trop-plein, les apports en eau (fossés) ou les bordures de la cuvette qui doivent être caractérisées de manière plus détaillée.
- Prendre plusieurs points de mesure altimétrique le long des traverses et particulièrement en bordure

¹ Il est plus facile de procéder aux relevés topographiques avant ou après la feuilaison et lorsque l'étang est sec. Également, lorsque les relevés topographiques précèdent l'instrumentation du site, il est plus facile de déterminer le point le plus bas de l'étang où sera installé le piézomètre de surface.

de l'étang, c.-à-d. des mesures au haut et au bas de la pente. Prendre également des mesures au trop-plein de l'étang et aux secteurs surélevés à l'intérieur de la zone inondée. Les traverses doivent couvrir le secteur jusqu'à une distance de 5 m à l'extérieur de la limite de la surface maximale de l'étang.

- Prendre des mesures altimétriques à l'emplacement des piézomètres ainsi qu'aux endroits où sont effectués les sondages stratigraphiques et les mesures d'ouverture de la canopée.



2.2 STRATIGRAPHIE ²

La caractérisation de la stratigraphie sert à déterminer la nature des matériaux géologiques sous les étangs et autour des étangs. Cette information est nécessaire pour comprendre la capacité du sol à laisser s'infiltrer l'eau.

2.2.1 MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Tarière manuelle de plus de 1,50 m dotée d'une cuillère de 2,5 ou 5 cm de diamètre
- Ruban à mesurer
- Sacs d'échantillonnage refermables en plastique avec glissière
- Ruban de balisage

2.2.2 SUR LE TERRAIN

- Localiser l'axe principal (le plus long) et l'axe secondaire (le plus court) de l'étang (**Figure 9**).
- Positionner des repères à tous les 10 m sur ces axes, en commençant et terminant à l'extérieur des limites de la surface inondée maximale (**Figure 9**). La description des sédiments sous-jacents aux piézomètres doit être réalisée lors de leur installation.

² Il est préférable de réaliser les sondages stratigraphiques lorsque l'étang est sec.

- Sonder par intervalles de 30-50 cm afin d'obtenir une bonne résolution verticale des types de sédiments. Entre chaque intervalle, tourner la tarière trois fois dans le sens antihoraire, noter la profondeur avec votre main et remonter la tarière afin d'analyser les sédiments qui sont retenus dans la cuillère de la tarière. Mesurer la distance entre la main et le bout de la cuillère (**Figure 10**).
- Le contenu de la cuillère peut être conservé dans un sac de plastique identifié et ramené au laboratoire en vue d'une analyse granulométrique.
- Répéter les étapes précédentes jusqu'à une profondeur de 1,50 m ou un arrêt au roc/bloc.

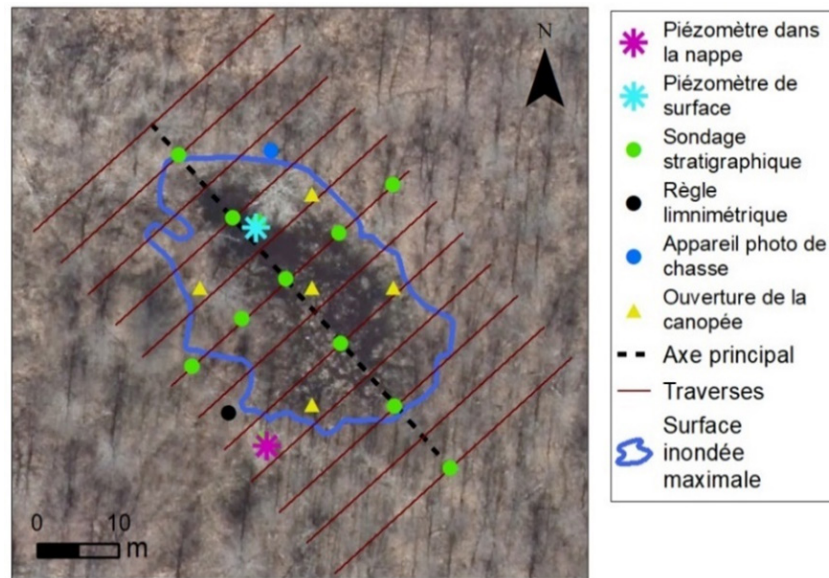


Figure 9. Exemple de positionnement des instruments, des sondages stratigraphiques et des mesures d'ouverture de la canopée dans l'étang et autour de l'étang

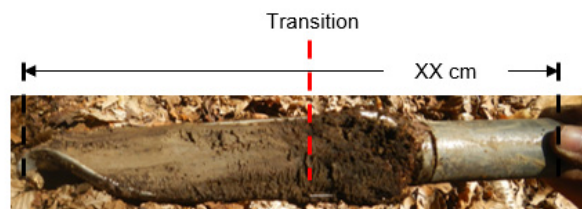


Figure 10. Exemple de matériaux récupérés lors d'un sondage stratigraphique manuel

2.3 OUVERTURE DE LA CANOPÉE ³

La mesure de l'ouverture de la canopée permet d'évaluer si la présence d'arbres a une influence sur l'hydrologie du site. Les arbres font de l'ombre (réduisent l'évapotranspiration de la surface de l'étang) et pompent de l'eau dans le sol et la nappe (rabaissent les niveaux de nappe).

³ L'ouverture de la canopée est mesurée en été lors de la feuillaison complète et est répétée deux ans plus tard durant la même période.

2.3.1 MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Densiomètre sphérique concave
- GPS ou boussole
- Ruban de balisage

2.3.2 SUR LE TERRAIN

- Localiser cinq points où les mesures sont réalisées à l'intérieur de la surface maximale de l'étang. Le premier est au centre et les quatre autres sont positionnés en fonction des points cardinaux en marchant du centre jusqu'à une distance de 2 m de la limite de l'étang (**Figure 9**).
- À chaque point de mesure, il faut prendre quatre lectures de l'ouverture de la canopée en faisant face à chacun des points cardinaux, en suivant les instructions du guide d'utilisation du densiomètre sphérique. Le densiomètre sphérique doit rester au niveau tout au long de la mesure.

2.4 ÉPAISSEUR ET DENSITÉ DE LA NEIGE ⁴

La mesure de l'épaisseur et de la densité de la neige à la fin de l'hiver permet de déterminer le volume d'eau qui deviendra disponible pour le ruissellement et l'infiltration au moment de la fonte.

2.4.1 MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Tube plein ABS de 5 cm de diamètre
- Deux capuchons pour tube shelby de 5 cm par échantillonnage
- Balance avec une précision de 0,01 kg
- Chiffons secs
- Pelle à neige
- Large spatule ou étroite planche en plastique mince.
- Sac de plastique 4 L
- GPS
- Scie ou lime en triangle
- Appareil photo

2.4.2 PRÉPARATION EN LABORATOIRE

- Couper différentes longueurs de tuyau selon les conditions d'enneigement de la région d'étude. La longueur doit être suffisamment longue pour carotter la hauteur de neige complète. S'assurer que le bout du tuyau est coupé carré et non en angle.
- Limer une extrémité du tube en formant des dents (**Figure 11**) ou seulement limer.
- Identifier et peser les sacs.



Figure 11. Extrémité du tube d'échantillonnage de la neige

⁴ La mesure doit être faite au mois de mars, avant le début de la fonte du printemps.

2.4.3 SUR LE TERRAIN

- Noter la mesure de l'épaisseur de la neige à la règle limnimétrique (m). Ne pas perturber le couvert nival.
- Identifier un endroit plat avec peu de couverture forestière et creuser avec la pelle pour faire une coupe verticale.
- Mesurer l'épaisseur de la neige avec le ruban à mesurer et prendre une photo.
- Insérer le tube dans la neige près de la coupe (**Figure 12**).
- Mesurer la différence entre le sommet du tube et la neige à l'intérieur du tube.
- Ajouter un capuchon au sommet du tube et glisser la spatule à la base du tube. Sortir doucement le tube en le glissant horizontalement. Verser la neige dans le sac en plastique en poussant avec un outil si nécessaire. Éviter d'incorporer des débris.
- Noter la hauteur de neige à cet endroit et le sac utilisé.
- Prendre les coordonnées GPS.
- Si un deuxième échantillon est prélevé, assécher avec un chiffon sec l'intérieur du tube.
- Au laboratoire, peser les sacs pleins, soustraire le poids du sac et calculer le poids de la neige échantillonnée (kg).
- Calculer le volume de la neige échantillonnée dans le tube (m^3) et calculer la densité de la neige échantillonnée (kg/m^3) en divisant le poids de l'échantillon par son volume.
- Calculer la hauteur d'eau disponible pour la fonte sur le site (m) en multipliant l'épaisseur de neige mesurée à l'échelle limnimétrique par la densité de la neige.



Figure 12. Mesure de l'épaisseur de la neige

3. SUIVI

Les visites de terrain ont lieu au printemps et à l'automne dans le but de télécharger les données, de vérifier l'état du matériel et de s'assurer que l'enregistrement de la donnée a été correctement réalisé.

3.1 MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- *Sonde de pression permettant d'enregistrer une pression d'eau correspondant à une colonne d'eau maximale de 4 m avec une précision de 0,01 m.*
- *Sonde piézométrique manuelle*
- *Ordinateur portable et câble connecteur*
- *GPS*
- *Niveau*
- *Valve à clapet de diamètre extérieur de 2,5 cm munie d'un tuyau rigide*

3.2 SUR LE TERRAIN

- Lors de la première visite, faire le tour de l'étang et le décrire en détaillant les dimensions de l'étang, sa forme, la présence d'un trop-plein, l'apport en eau de surface, la présence de drains ou d'autres modifications et la végétation dans la zone inondée et à son pourtour.
- Mesurer le niveau d'eau à l'aide d'une sonde piézométrique manuelle.
- Sortir la sonde et télécharger les données. Vérifier que la mémoire de la sonde n'est pas pleine et vérifier que la batterie de la sonde est encore chargée.
- Suivre les mêmes étapes lors du téléchargement de la sonde enregistrant la pression atmosphérique.
- Pour fin de validation, mesurer la longueur entre le bouchon et le capteur de la sonde, la hauteur du tube hors-sol et la profondeur de l'eau dans le tube.
- Vérifier l'état général du piézomètre. Si une accumulation trop grande de sédiments est présente au fond du piézomètre, nettoyer avec le tube muni d'une valve à clapet.
- Télécharger les photos de l'appareil photo de chasse et vider la carte-mémoire. Vérifier l'angle de l'appareil photo et la qualité des photos.

REMERCIEMENTS

Ce protocole a été développé avec le soutien financier du Ministère de l'Environnement, de la Lutte aux changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), du CRSNG (CRDPJ 506241) et de l'organisme *Sustainable Forest Initiative*. Les auteures remercient également Kenauk Nature, Conservation de la nature Canada ainsi que les municipalités et les propriétaires privés de la Montérégie qui ont permis d'accéder aux étangs temporaires pour les étudier.

RÉFÉRENCES

CocoRaHS (Community collaboratives rain, hail & snow network) (2021). *Méthodes alternatives pour mesurer le contenu en eau de la neige pour CoCoRaHS*. Page web consultée en février 2021.

www.cocorahs.org

Larocque, M., Roux, M. (2023). *Dynamique hydrique des habitats de reproduction de la rainette faux-grillon de l'Ouest – Rapport annuel 2023-02-28*. Rapport déposé au ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs. Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec. 51 p.

Roux, M., Larocque, M., Nolet, P., Bizhanimanzar, M. (2023). Geomorphological and meteorological drivers of ephemeral pond hydrology in the Canadian Shield forest. *Hydrological Processes*.

DOI: [10.1002/hyp.15009](https://doi.org/10.1002/hyp.15009)

TRCA (Toronto and Region Conservation Authority) (2016). Wetland water balance Monitoring protocol. Page web consultée en janvier 2024. <https://trcaca.s3.ca-central-1.amazonaws.com/app/uploads/2016/08/17180016/TRCA-Wetland-Water-Balance-Monitoring-Protocol.pdf>

ANNEXE 1. FICHE DESCRIPTIVE

Date	Année-mois-jour	Nom du site	Heure d'arrivée								
Nom et prénom des opérateurs	Prénom, nom UQAM/MFFP/autres										
Conditions météorologiques	Ensoleillé/Nuageux, Pluie/Neige, Sol humide/Neige au sol/Sol sec										
Végétation	Décrire la végétation dans la zone inondée et à son pourtour. Arbres dans l'étang? Couvert forestier couvre tout l'étang? Plante envahissante (p. ex. Phragmite)?										
Description du site	Détaillez les dimensions de l'étang, sa forme, la présence d'un trop-plein, l'apport en eau de surface, la présence de drains ou de d'autres modifications.										
But de la visite	Instrumentation/téléchargement des données/sondages stratigraphiques/bathymétrie										
Préciser en m ou cm	Bouchon-captur (1)	Margelle ou tubage surface (3)	Niveau eau (4)	Hauteur eau sédi. (6)	Numéro de série	Téléchargement données	Vérif. données	État batterie	Synchro. sonde	Nettoyage pièzo.	Modif. Instrum.
Piezomètre nappe SITE-P						O/N	O/N	O/N	O/N	O/N	O/N
Piezomètre surface SITE-E						O/N	O/N	O/N	O/N	O/N	O/N
Baromètre						O/N	O/N	O/N	O/N		O/N
Appareil photo chasse	Téléchargement	Vider mémoire	État batterie	Vérif. réglages	Heure départ	Modif. réglages	Réglages base				
	O/N	O/N	O/N	O/N	O/N	O/N + nouveaux réglages	date:AAAAMMMJJJ, laps:8h, 24MP, rafale:3, sensibilité PIR-OFF, recycler stockage:OFF				
Bris de matériel											
Modification prochaine visite	Ce qui doit être modifié/ajouté/remplacé lors de la prochaine visite.										
	Modif. instrum.	Modifié durant la visite : changement de sonde/tubage. Le propriétaire préfère que l'équipe le contacte avant la visite.									
	Comment.										