

**UQÀM**

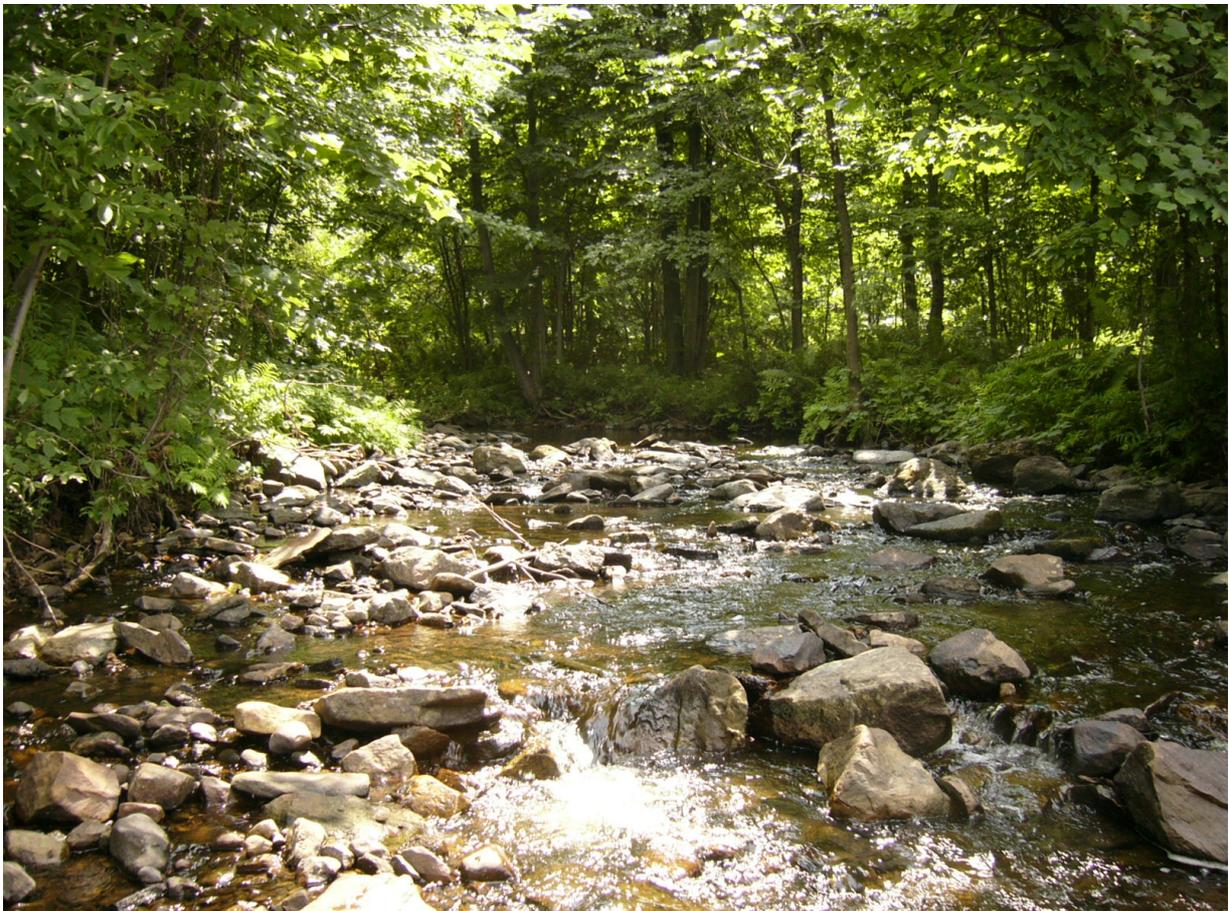
Institut de recherche  
en biologie végétale

**IRBV**

JARDIN BOTANIQUE  
DE MONTRÉAL

Université   
de Montréal

**DYNAMIQUE HYDROLOGIQUE DES HABITATS DE LA SALAMANDRE  
SOMBRE DES MONTAGNES ET DE LA SALAMANDRE POURPRE SUR  
LA COLLINE DE COVEY**



**Marie Larocque, professeure  
Dép. Sci. Terre et atmosphère  
Université du Québec à Montréal  
C.P. 8888 succ. Centre-Ville  
Montréal, Qc, H3C 3P8**

**Stéphanie Pellerin, chercheuse  
Jardin botanique de Montréal  
Université de Montréal  
4101 Sherbrooke est  
Montréal, Qc, H1X 2B2**

## **REMERCIEMENTS**

Nous tenons à présenter nos sincères remerciements à WWF-Canada et à Environnement Canada pour leur support à la réalisation de ce projet. Nous remercions aussi le Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune du Québec (MRNF), Secteur Faune, Direction du développement de la Faune pour sa participation au projet par l'achat de 16 sondes *INW-PT2X* pour le suivi des niveaux de la nappe.



© 1986 WWF-Fonds Mondial  
pour la Nature  
symbole du panda  
Marque déposée du WWF ®



Environnement  
Canada

Environnement  
Canada

## **RÉSUMÉ**

Le mont Covey Hill héberge la principale population de salamandres sombres des montagnes (espèce menacée) connue au Canada ainsi qu'une population de salamandres pourpres (espèce préoccupante). L'objectif à long terme du projet était de mieux comprendre la dynamique hydrique des habitats de ces salamandres afin d'identifier les actions nécessaires à leur protection et à leur survie. Les objectifs spécifiques étaient 1) de poursuivre la mise en place d'un réseau de suivi hydrologique sur le mont Covey Hill, 2) d'identifier le rôle des processus hydrologiques dans le maintien des habitats de salamandres, 3) de sensibiliser la population à l'importance de protéger ces habitats. Des stations de mesures ont été installées pour le suivi des cours d'eau (10), de la nappe (23) et des précipitations. Un suivi géochimique (pH, conductivité électrique et composition isotopique) a été réalisé par 14 échantillonnages d'eau sur l'ensemble des stations. Les résultats ont montré que l'eau souterraine est peu influencée par les précipitations. Les cours d'eau reçoivent toutefois de la nappe des volumes d'eau importants qui permettent de soutenir les débits d'étiage. Les stations ont un comportement hydrologique différent selon leur emplacement sur la colline, indiquant une variabilité spatiale dans la contribution du ruissellement et de l'infiltration. Des analyses plus détaillées ajouteront prochainement de nouveaux éléments à cette interprétation préliminaire. Les propriétaires ont été invités à visiter le Laboratoire naturel et à prendre connaissance de la problématique des habitats de salamandres menacées. L'ensemble des résultats sera utilisé dans l'élaboration d'un protocole de suivi des populations de salamandres. Une base de données est en développement sur le site web du Laboratoire naturel pour rendre disponibles les résultats de l'étude. Un article de vulgarisation sera rédigé et les sites web du Laboratoire naturel, de CNC et de la SCABRIC seront mis à jour (fin février 2007).

## TABLE DES MATIÈRES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>REMERCIEMENTS.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>RÉSUMÉ.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>LISTE DES FIGURES.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>1. INTRODUCTION.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>2. MÉTHODOLOGIE .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>2.1. Volet hydrologie.....</b>  | <b>11</b> |
| 2.1.1. Sondes de suivi des niveaux dans les cours d'eau (sondes <i>Trutrack</i> ).....   | 11        |
| 2.1.2. Sondes de suivi des niveaux de la nappe dans les puits de particuliers (sondes <i>INW-PT2X</i> et <i>Solinst</i> ).....   | 13        |
| 2.1.3. Sondes de suivi des niveaux de la nappe dans la tourbe (sondes <i>INW-PT2X</i> ).....   | 14        |
| 2.1.4. Pluviomètre ( <i>Onset RG2M</i> ).....  | 14        |
| 2.1.5. Protocole de suivi hydrologique.....  | 15        |
| <b>2.2. Volet géochimie.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>2.3. Volet sensibilisation.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>3. RÉSULTATS .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>3.1. Volet hydrologie.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>3.2. Volet géochimie.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>3.3. Volet sensibilisation.....</b>   | <b>23</b> |
| <b>4. TRAVAUX À RÉALISER.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>5. CONCLUSION.....</b>  | <b>27</b> |
| <b>6. RÉFÉRENCES.....</b>  | <b>28</b> |
| <b>7. ANNEXE 1 – PHOTOS DES NOUVELLES STATIONS DE MESURE.....</b>  | <b>29</b> |
| <b>8. ANNEXE 2 – PROTOCOLES DE SUIVI HYDROLOGIQUE (VERSION2006).....</b>   | <b>31</b> |
| <b>9. ANNEXE 3 – COURBES DE TARAGE DES STATIONS LIMNIMÉTRIQUES .....</b>   | <b>37</b> |
| <b>10. ANNEXE 4 - EXEMPLE DE LETTRE D'ACCÈS À LA PROPRIÉTÉ PRIVÉE ...</b>  | <b>39</b> |
| <b>11. ANNEXE 5 – ARTICLES PARUS DANS LE JOURNAL <i>THE GLEANER</i> – <i>LA SOURCE</i> (25 OCTOBRE 2006) ET DANS <i>LE COUP D'ŒIL</i> D'HEMMINGFORD (4 NOVEMBRE 2006).....</b> | <b>40</b> |

## **LISTE DES TABLEAUX**

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1. Objectifs et indicateurs de performance .....  | 9  |
| Tableau 2. Plan de travail .....  | 10 |
| Tableau 3. Instruments pour le suivi hydrologique .....   | 31 |
| Tableau 4. Méthodologie à suivre pour la mesure manuelle des débits .....                               | 33 |
| Tableau 5. Méthodologie à suivre pour l'installation des sondes <i>INW-PT2X</i> et <i>Solinst</i> ..... | 35 |

## **LISTE DES FIGURES**

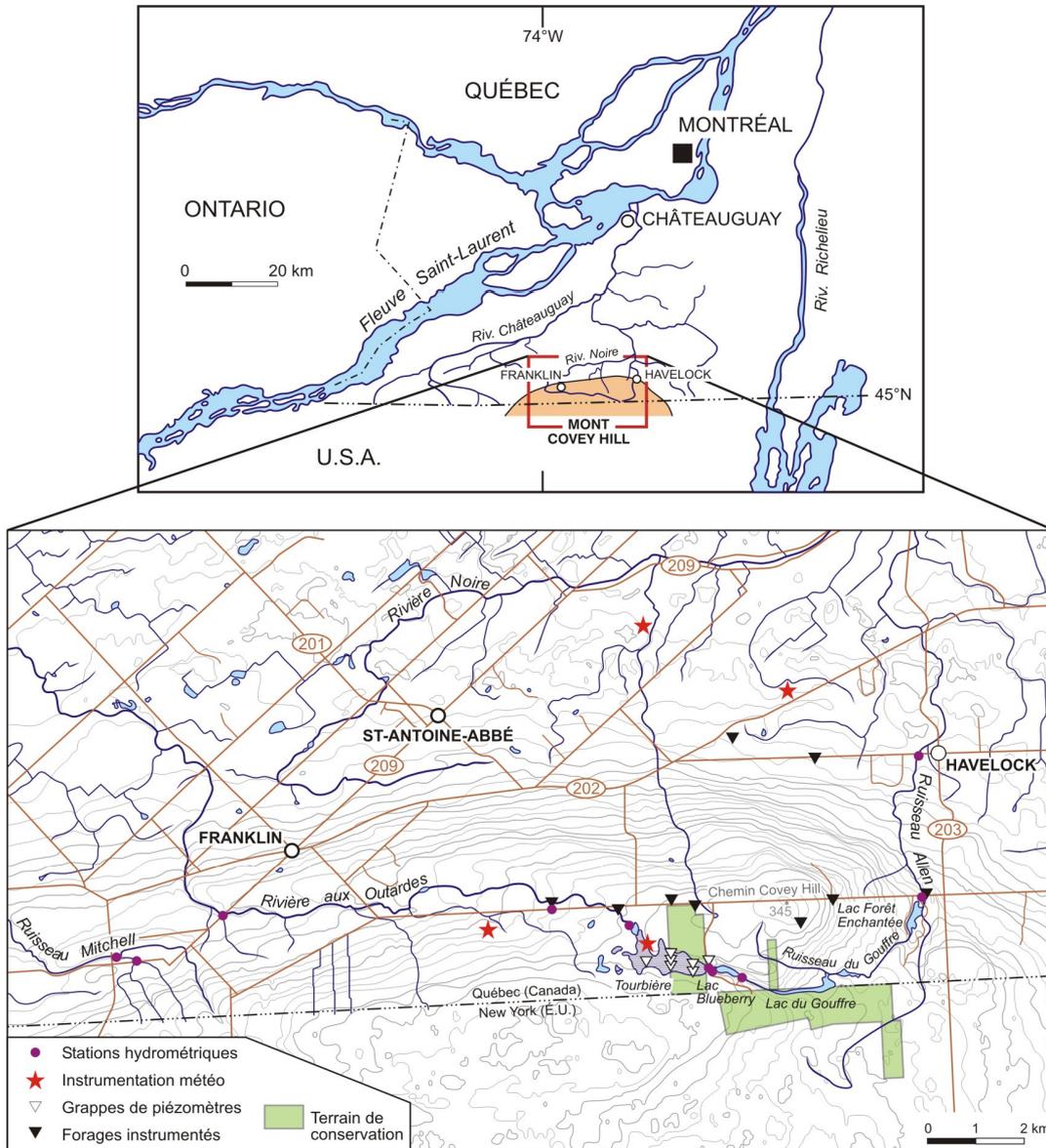
|   |    |
|---|----|
| Figure 1. Localisation de la zone d'étude et des stations de mesure sur le mont Covey Hill (figure extraite de Larocque <i>et al.</i> , 2006) ..... | 7  |
| Figure 2. Localisation des stations de mesure dans la tourbière .....   | 8  |
| Figure 3. Mesure de la vitesse de l'eau à l'aide d'un vélocimètre .....   | 12 |
| Figure 4. Forage d'un piézomètre (CNC1) .....   | 13 |
| Figure 5. Suivi du niveau de l'eau (CNC1) .....   | 13 |
| Figure 6. Exemple d'une grappe de piézomètres dans la tourbe .....  | 14 |
| Figure 7. Mise en place des appareils .....   | 15 |
| Figure 8. Pluviomètres automatique et manuel .....  | 15 |
| Figure 9. Échantillonnage tourbière .....   | 16 |
| Figure 10. Échantillonnage puits .....  | 16 |
| Figure 11. Échantillonnage cours d'eau .....  | 16 |
| Figure 12. Variations du niveau dans les cours d'eau .....  | 17 |
| Figure 13. Variation du niveau de la nappe dans quatre puits de particuliers .....  | 18 |
| Figure 14. Variation du niveau de la nappe dans la tourbière .....  | 19 |
| Figure 15. Précipitations journalières .....  | 20 |
| Figure 16. Résultats de pH et conductivité électrique de l'eau .....  | 21 |
| Figure 17. Contenu en deutérium dans l'eau .....  | 22 |
| Figure 18. Présentation du contexte de l'étude .....  | 24 |
| Figure 19. Discussion près d'une station de mesure .....  | 24 |
| Figure 20. Nouvelles stations de suivi des niveaux dans les cours d'eau .....   | 29 |
| Figure 21. Stations de suivi du niveau de la nappe dans les puits de particuliers .....   | 30 |
| Figure 22. Courbes de tarage .....  | 37 |

## 1. INTRODUCTION

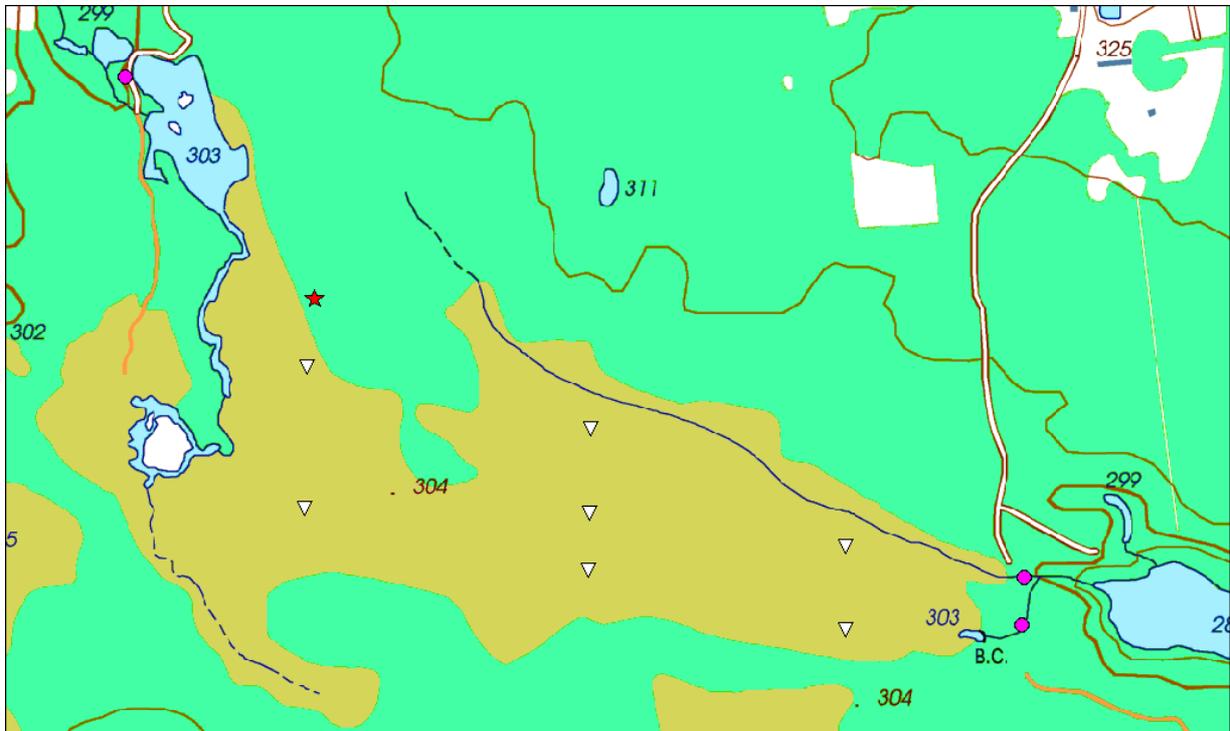
Le mont Covey Hill couvre un territoire d'environ 200 km<sup>2</sup> dans le piémont des Adirondacks (Figure 1). Il héberge la principale population de salamandres sombres des montagnes (*Desmognathus ochrophaeus* - espèce désignée menacée par le COSEPAC) et salamandres pourpres (*Gyrinophilus porphyriticus* – espèce désignée préoccupante par le COSEPAC). Ces espèces sont visées par le plan d'intervention des salamandres de ruisseaux du Québec. Leurs habitats sont associés aux ruisseaux intermittents et aux dépressions humides (salamandre sombre des montagnes) ainsi qu'aux ruisseaux permanents (salamandre pourpre), des environnements qui abondent sur le mont Covey Hill. Des initiatives récentes ont permis de mieux comprendre l'habitat local des salamandres et de mettre en place des stations de mesure des débits dans certains cours d'eau. Jusqu'à maintenant, on connaissait cependant peu la dynamique hydrique des cours d'eau servant d'habitats aux salamandres sur le mont Covey Hill. Cette dynamique dépend du cycle hydrologique de l'ensemble de la colline qui à son tour est déterminé par les précipitations, la tourbière, les nombreux cours d'eau et l'aquifère. Comme les salamandres sombres des montagnes et pourpres sont totalement dépendantes des cours d'eau, les principales menaces à leurs habitats sont reliées à toute modification de cet équilibre, i.e. déboisement, pompage excessif de la nappe, assèchement de la tourbière, changements climatiques.

Le présent projet s'intègre dans la continuité des démarches scientifiques menées au cours des dernières années par Conservation de la nature Canada (CNC) ainsi que par les Universités du Québec à Montréal, de Montréal et McGill, sur le site du Laboratoire naturel du mont Covey Hill. Le Laboratoire naturel (Figures 1 et 2) a pour objectifs de favoriser la recherche multidisciplinaire sur les composantes de l'écosystème, de mieux comprendre les pressions s'exerçant sur les habitats et de favoriser la conservation du milieu (Larocque *et al.*, 2006). Parmi les initiatives récentes de protection mentionnons l'acquisition de 124 ha de terrain par CNC (dont près de la moitié de la tourbière), la caractérisation des habitats de salamandres (Boutin, 2006) et la mise en place de huit sondes pour le suivi des débits dans certains cours d'eau (Leroux *et al.*, 2005). À l'automne 2005, un projet a également été initié pour instrumenter la tourbière et étudier sa contribution à l'écologie et à l'hydrologie de la colline.

**Figure 1. Localisation de la zone d'étude et des stations de mesure sur le mont Covey Hill (figure extraite de Larocque *et al.*, 2006)**



**Figure 2. Localisation des stations de mesure dans la tourbière**  
(cercles roses = suivi niveau; triangles blancs = suivi nappe; étoile rouge = pluviomètre)



L'objectif à long terme de ce projet est de mieux comprendre la dynamique hydrique des habitats de salamandres sombres des montagnes et pourpres afin d'identifier les actions nécessaires à leur protection et à leur survie. L'atteinte de cet objectif est conditionnelle à une meilleure définition de l'ensemble des processus hydriques sur le mont Covey Hill. Trois objectifs spécifiques ont été identifiés pour atteindre ce but. Ils sont présentés avec les indicateurs de performance au Tableau 1.

**Tableau 1. Objectifs et indicateurs de performance**

| <b>Objectif</b>  | <b>Indicateur de performance</b>  |
|--|---|
| 1. Poursuivre la mise en place d'un réseau de suivi hydrologique à long terme sur le mont Covey Hill.                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de sondes mises en place et courbes de tarage.</li> <li>• Résultats de la calibration des appareils et protocole de suivi à long terme.</li> <li>• Base de données de l'ensemble des informations disponibles grâce au réseau de suivi hydrologique.</li> </ul>               |
| 2. Identifier le rôle des processus hydrologiques responsables du maintien des habitats des salamandres sombres des montagnes et pourpres. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Répartition et variabilité spatio-temporelle de l'eau entre précipitations, tourbière et ruisseaux.</li> <li>• Analyse du bilan hydrique sur le mont Covey Hill.</li> <li>• Protocole de suivi à long terme des populations de salamandres.</li> </ul>                               |
| 3. Sensibiliser la population à l'importance de protéger les habitats des salamandres sombres des montagnes et pourpres.                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Publication d'un article de vulgarisation.</li> <li>• Divulcation des résultats sur deux sites web (CNC et SCABRIC).</li> <li>• Organisation d'une visite sur le terrain pour les résidents.</li> <li>• Nombre d'ententes de conservation signées avec les propriétaires.</li> </ul> |

## 2. MÉTHODOLOGIE

Le Tableau 2 résume les activités prévues dans le présent projet ainsi que leur date de réalisation et certains détails quant à leur mise en œuvre.

**Tableau 2. Plan de travail**

| <b>Activité</b>   | <b>Réalisation</b>              | <b>Commentaire</b>   |
|---|---------------------------------|--|
| Forage dans le roc  | 25 septembre 2006               | Un forage à 3,7 m et un autre à 15,5 m, instrumentés de sondes <i>INW/PT2X</i> .   |
| Sondes pour le suivi nappe tourbière et forages             | De mai à septembre 2006         | Douze piézomètres dans la tourbière (0,5 et 1,5 m). Sept puits de particuliers instrumentés de sondes <i>INW/PT2X</i> et <i>Solinst</i> .    |
| Échantillonnage et analyse de l'eau                         | De mai à novembre 2006          | Mesure des pH et conductivité électrique sur le terrain. Analyse de la composition isotopique de l'eau.                                      |
| Calibration et suivi des appareils                          | De mai à novembre 2006          |  |
| Protocole de suivi hydrologique à long terme                | Novembre 2006                   | Voir Annexe 2.   |
| Analyse hydrologique et géochimique des données recueillies | De novembre 2006 à février 2007 | Liens entrée-sortie entre les différents types d'eau et contribution de la nappe aux cours d'eau.  |
| Visite de terrain   | 19 octobre 2006                 | Sensibilisation des résidents à la conservation des habitats de salamandres.   |
| Publication des résultats                                   | Février 2007                    | Article de vulgarisation et affichage des résultats sur les sites www du Laboratoire naturel du mont Covey Hill, de la CNC et de la SCABRIC. |
| Contribution au protocole de suivi des salamandres          | De décembre 2006 à février 2007 | Recommandations pour la fréquence du suivi à long terme des populations de salamandres.  |

## **2.1. Volet hydrologie**

Le premier volet concerne le suivi et l'analyse des variables hydrologiques. Le développement du réseau de suivi hydrologique initié en 2005 a été poursuivi par la mise en place de nouvelles sondes pour le suivi des niveaux dans les cours d'eau, par l'instrumentation de puits et de forages pour le suivi des niveaux de la nappe dans l'aquifère et dans la tourbière ainsi que par la mise en place d'un pluviomètre pour le suivi automatisé des précipitations.

### **2.1.1. Sondes de suivi des niveaux dans les cours d'eau (sondes *Trutrack*)**

En avril 2006, huit sondes *Trutrack* de suivi des niveaux dans les cours d'eau ont été réinstallées aux stations existantes (c.f. Leroux *et al.*, 2005). Deux de ces sondes ont toutefois été volées en mai 2006 (sondes 3115 et 3117). Dans le cadre du présent projet, trois nouvelles sondes *Trutrack* ont été achetées et installées à trois nouvelles stations (voir Figures 1 et 2 pour la localisation de l'ensemble des sondes de suivi des niveaux dans les cours d'eau). La première station est située à l'exutoire est de la tourbière et complète le suivi des débits sortants; la seconde station a été installée sur la rivière aux Outardes est, non loin du chemin Covey Hill (sonde JPR); la troisième sonde se trouve à l'intersection du chemin Covey Hill et du ruisseau Allen (sonde EGR). Les trois nouvelles sondes ont été installées dans des tuyaux protecteurs de PVC et, quand les infrastructures le permettaient, elles ont été fixées sous un pont ou à même une structure solide (avec l'accord de la municipalité de Havelock et de deux propriétaires qui ont autorisé l'accès à leur terrain). L'installation d'une sonde sur le ruisseau Allen à l'intersection de la route 202 (sonde 202/203), déjà retardée en 2005 en raison de la présence d'un barrage de castor, sera réalisée au printemps 2007, lorsque les travaux de réfection du pont seront terminés. L'Annexe 1 présente les photos des nouvelles stations et le Tableau 3 de l'Annexe 2 présente les coordonnées exactes de l'ensemble des stations de suivi des niveaux dans les cours d'eau. Le rapport de Leroux *et al.* (2005) peut être consulté pour des photos des autres stations. Toutes les sondes en place ont été programmées pour mesurer les niveaux d'eau avec un pas de temps horaire. L'ensemble des sondes maintenant en place (dix stations) offre une couverture complète des variations de niveaux dans les cours d'eau principaux sur le mont Covey Hill.

Les dix stations ont été visitées à plusieurs reprises au cours de l'été 2006 afin de s'assurer du bon fonctionnement des appareils et pour réaliser leur calibration. À chaque visite, le débit a été mesuré par l'intermédiaire de la vitesse de l'eau mesurée à l'aide d'un vélocimètre manuel *Swoffer* (Figure 3), et de l'aire de la section du cours d'eau. Le Tableau 4 de l'Annexe 2 résume la méthodologie suivie pour les mesures manuelles des vitesses. Les débits ainsi obtenus ont été utilisés, lorsque possible avec ceux de 2005, pour tracer des courbes de tarage (voir Annexe 3, Figure 22), i.e. une courbe qui relie un débit à un niveau dans le cours d'eau. Chaque station possède une courbe de tarage qui lui est spécifique. Une fois la courbe de tarage établie de manière fiable à l'aide d'un grand nombre de données, la mesure automatisée des niveaux suffit pour connaître les débits à tout instant dans le cours d'eau. Certaines courbes de tarage sont encore incomplètes ou imprécises, notamment celles des nouvelles stations et de certaines stations ayant subi des modifications au cours de l'été 2006. Les mesures manuelles de débits devront se poursuivre au cours de l'été 2007, de manière à pouvoir prédire de manière fiable le débit à partir de la mesure du niveau de l'eau.

**Figure 3. Mesure de la vitesse de l'eau à l'aide d'un vélocimètre**



(Photo Véronique Fournier)

### 2.1.2. Sondes de suivi des niveaux de la nappe dans les puits de particuliers (sondes *INW-PT2X* et *Solinst*)

Huit forages de particuliers ont été instrumentés de sondes (voir Figure 1 pour la localisation de l'ensemble des sondes de suivi des niveaux de la nappe dans les puits de particuliers). L'Annexe 1 présente les photos des stations piézométriques et le Tableau 3 de l'Annexe 2 présente leurs coordonnées exactes. Quatre stations sont équipées de sondes *Solinst* prêtées par le MDDEP et quatre sont équipées de sondes *INW-PT2X*. Ces dernières ne peuvent être laissées dans les forages pendant la saison hivernale, en raison du gel qui pourrait endommager les circuits. Toutes les sondes mesurent le niveau de la nappe avec un pas de temps horaire. Deux nouveaux piézomètres dédiés à l'observation et à l'échantillonnage (3,7 m et 15,5 m) ont été forés le 25 septembre dernier à quelques dizaines de mètres de la tourbière afin d'étudier les échanges entre la nappe et la tourbières (Figures 4 et 5). Ces forages ont un diamètre intérieur de 5 cm, ils sont crépinés sur 1,5 m et tubés sur toute leur profondeur et sont équipés de sondes *INW-PT2X*. Aucune chronique n'est encore disponible pour ces piézomètres (CNC1 et CNC2), ni pour les stations 353, EGP, JYB et CP (les sondes n'ont pas encore été retirées).

**Figure 4. Forage d'un piézomètre (CNC1)**



**Figure 5. Suivi du niveau de l'eau (CNC1)**



(Photos Véronique Fournier)

### **2.1.3. Sondes de suivi des niveaux de la nappe dans la tourbe (sondes *INW-PT2X*)**

Des stations de mesure du niveau de la nappe ont été mises en place en sept grappes de piézomètres à deux profondeurs dans la tourbière (Figure 6). À chaque grappe, un piézomètre est installé à 0,5 m et un autre à 0,9 ou 1,5 m. La station P7 possède un seul piézomètre à 0,5 m. Tous les piézomètres sont équipés de sondes *INW-PT2X* et mesurent le niveau de la nappe avec un pas de temps horaire (voir Figure 2 pour la localisation des sondes de suivi des niveaux de la nappe dans la tourbe). Le Tableau 3 de l'Annexe 2 présente leurs coordonnées exactes.

**Figure 6. Exemple d'une grappe de piézomètres dans la tourbe**



(Photo Véronique Fournier)

### **2.1.4. Pluviomètre (*Onset RG2M*)**

Un pluviomètre à augets basculants *Onset RG2M* ainsi qu'un pluviomètre à lecture manuelle ont été mis en place le 5 mai 2006 (voir Figure 2 pour la localisation des pluviomètres). Les Figures 7 et 8 illustrent l'installation des appareils ainsi que le dispositif final.

**Figure 7. Mise en place des appareils**



**Figure 8. Pluviomètres automatique et manuel**



(Photos Véronique Fournier)

### **2.1.5. Protocole de suivi hydrologique**

Afin d'assurer la continuité interannuelle et l'homogénéité du suivi hydrologique sur le mont Covey Hill, un protocole de suivi à long terme a été rédigé. Ce document, présenté à l'Annexe 2, permet de localiser les stations et offre des instructions précises pour leur mise en place.

## **2.2. Volet géochimie**

Le second volet du projet concerne les propriétés géochimiques de l'eau. Pour identifier la signature géochimique spécifique aux différents types d'eau sur la colline, des prélèvements d'eau répétés ont été réalisés de manière à suivre l'évolution temporelle de la composition géochimique de l'eau (Figures 9, 10 et 11). De mai à novembre 2006, 14 échantillonnages d'eau ont été réalisés aux deux semaines sur un ensemble de stations (cours d'eau, nappe, tourbière, précipitations). À chaque visite, une mesure *in situ* de pH et de conductivité électrique a été réalisée. Un échantillon d'eau de 30 ml a été prélevé et rapporté au laboratoire GÉOTOP-UQAM-MCGILL pour analyse de la composition isotopique de l'eau.

**Figure 9. Échantillonnage tourbière**



**Figure 10. Échantillonnage puits**



**Figure 11. Échantillonnage cours d'eau**



(Photos Véronique Fournier)

### **2.3. Volet sensibilisation**

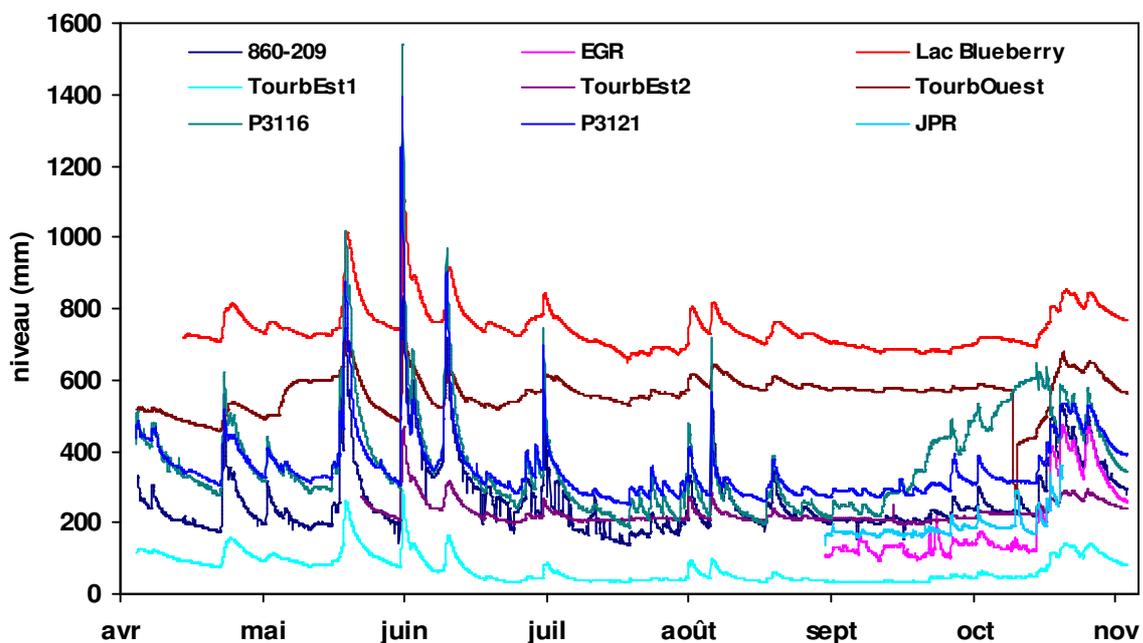
Afin de soutenir l'implication de la population locale dans la protection des salamandres au mont Covey Hill, un après-midi de sensibilisation a été organisé le 19 octobre 2006 sur le terrain de CNC. L'activité avait pour objectif de faire connaître la nature des habitats de salamandres et d'informer les résidents des moyens à leur disposition pour en assurer la protection. En 2007, un article de vulgarisation sera publié et les sites web de CNC, de la SCABRIC et du Laboratoire naturel seront mis à jour pour présenter les résultats du projet.

### 3. RÉSULTATS

#### 3.1. Volet hydrologie

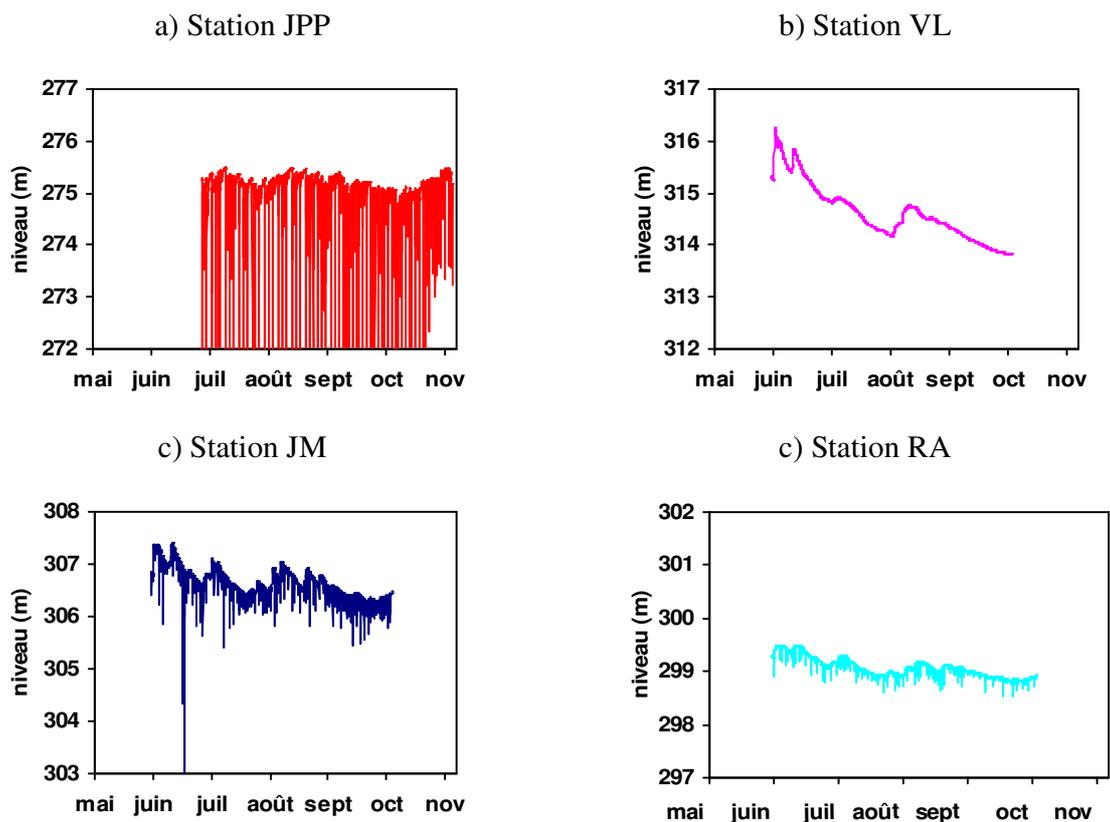
La Figure 12 illustre les variations du niveau dans les cours d'eau suivis. Aucun cours d'eau ne s'est asséché au cours de la période de mesure. L'analyse de ces résultats montre qu'entre la fin juin et la fin octobre, les niveaux aux exutoires de la tourbière réagissent relativement peu aux précipitations, reflétant ainsi le pouvoir tampon des dépôts organiques. L'exutoire situé à l'ouest de la tourbière (situé à la sortie d'un lac) réagit de manière très similaire à la station du lac Blueberry. Les débits ont varié de manière plus marquée aux stations situées sur la rivière aux Outardes Est et sur le ruisseau Mitchel (860-209 et P3116 et P3121), notamment suite aux pluies importantes de mai et juin. Ceci porte à croire que le ruissellement de surface est particulièrement important dans ce secteur. Une seule sonde ayant été mise en place à la fin de l'été 2006 sur le ruisseau Allen, il est difficile pour l'instant d'évaluer la réponse de ce cours d'eau aux précipitations.

Figure 12. Variations du niveau dans les cours d'eau



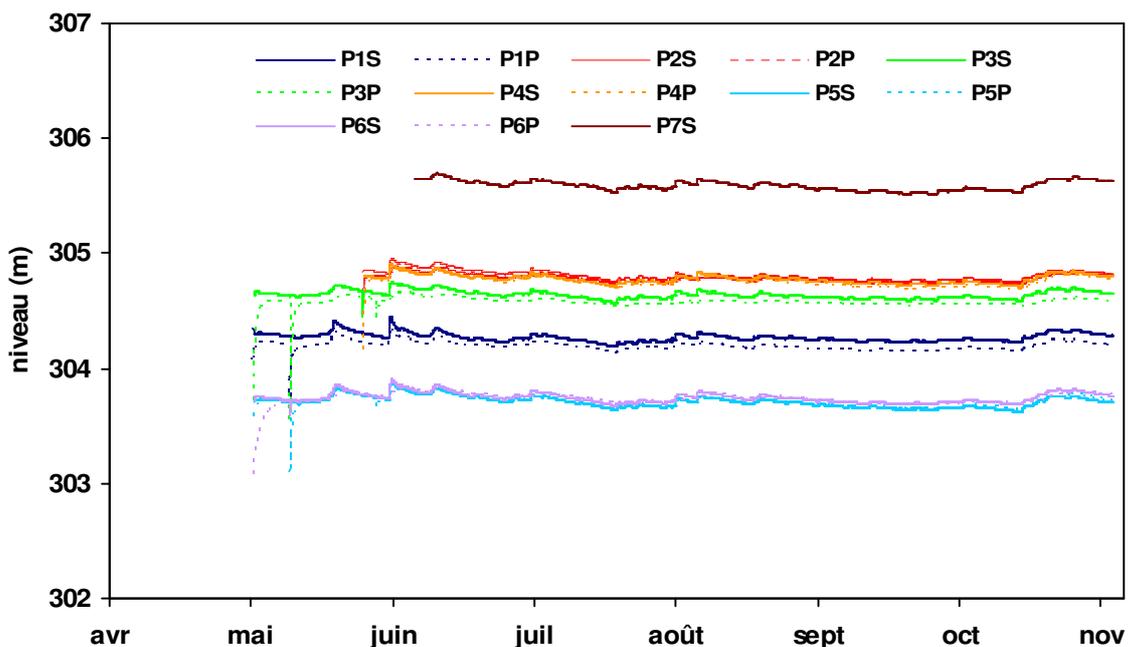
La Figure 13 illustre les variations du niveau dans quatre puits de particuliers. Au cours de l'été 2006, les niveaux ont varié relativement peu, soit d'un peu plus de deux mètres seulement. Des quatre chroniques présentées, seule celle de la station VL n'est pas influencée par un pompage pour l'alimentation en eau potable (l'effet du pompage se manifestant par des baisses rapides et fréquentes du niveau). Ce forage, qui est aussi le moins profond (8,4 m), montre les variations de niveau les plus marquées en réponse aux événements pluvieux. Il est possible que ce forage intercepte des fractures bien connectées avec la surface et permettant le transfert rapide de la recharge. Mis à part les effets des pompages, les stations JPP (36,4 m) et RA (18,2 m) montrent de faibles variations de niveaux en réponse aux événements pluvieux et un faible tarissement au cours de la période estivale. Les conditions climatiques particulièrement humides observées au cours de la saison 2006 expliquent sans doute en partie ces résultats.

**Figure 13. Variation du niveau de la nappe dans quatre puits de particuliers**



La Figure 14 illustre les variations du niveau dans la tourbière. Au cours de l'été, les niveaux ont varié naturellement très peu, soit au maximum d'une trentaine de centimètres. La tourbière peut être divisée en deux bassins versant : la partie ouest dans laquelle l'écoulement se fait du sud vers le lac situé au nord-ouest (alimentant la rivière aux Outardes est) et la partie est où l'écoulement se fait d'abord des côtés vers le centre de la tourbière et ensuite vers l'exutoire est (alimentant le ruisseau du Gouffre et ensuite le ruisseau Allen). L'effet des précipitations est très amorti dans la nappe présente au sein des dépôts tourbeux. Dans le secteur est de la tourbière, les niveaux dans les sondes situées à 0,5 m sont systématiquement quelques centimètres supérieurs à ceux des sondes plus profondes. Ceci traduit un gradient vertical dans la tourbe et donc un écoulement vers le bas. Dans le secteur ouest, les deux sondes mesurent la même pression, sans doute en raison de la présence du lac à l'exutoire ouest de la tourbière.

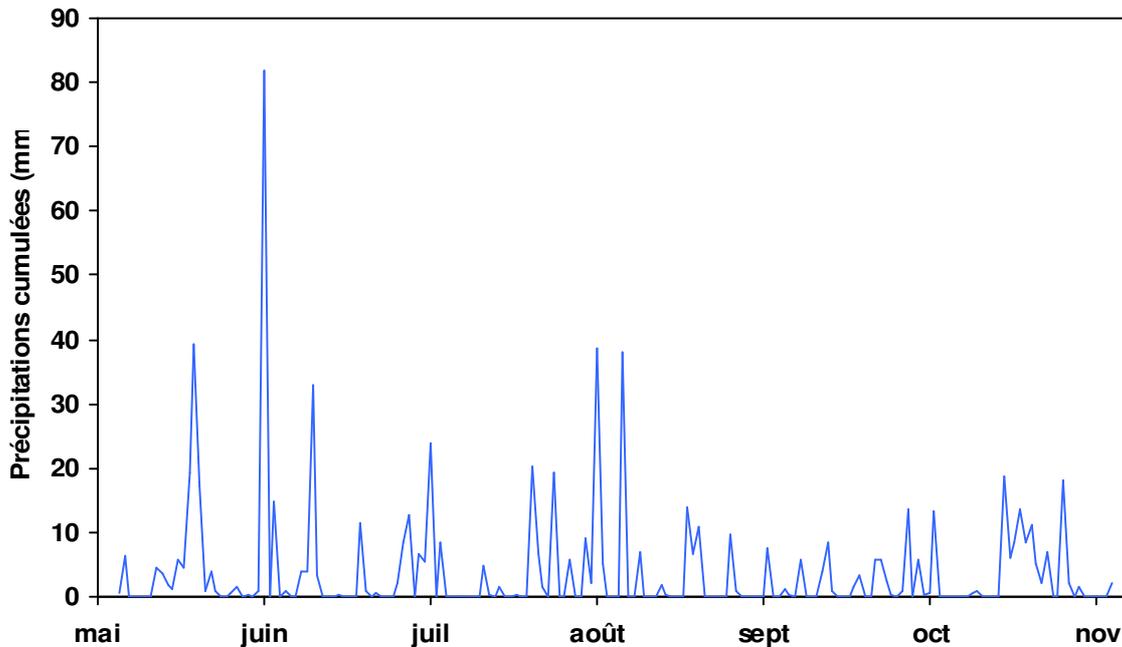
**Figure 14. Variation du niveau de la nappe dans la tourbière**



La Figure 15 illustre les précipitations journalières mesurées au pluviomètre automatisé. Du 5 mai au 6 novembre 2006, les précipitations mesurées ont été de 727,4 mm, le mois de juin ayant été le plus humide avec 185 mm de pluie. Il s'agit d'une année particulièrement humide pour la région puisque la précipitation moyenne annuelle est de 1025 mm (station de Hemmingford). Des événements pluvieux importants ont eu lieu le 19 mai (39,4 mm), le 1<sup>er</sup> juin (81,8 mm), le 2 juillet (23,8 mm), le 21 juillet (20,2 mm), le 2 août (38,8 mm) et le 7 août (38,2 mm). Ces

événements sont distinctement visibles sur les chroniques de niveaux dans les cours d'eau, légèrement amortis sur les chroniques piézométriques et presque pas identifiables sur les chroniques dans la tourbe.

**Figure 15. Précipitations journalières**



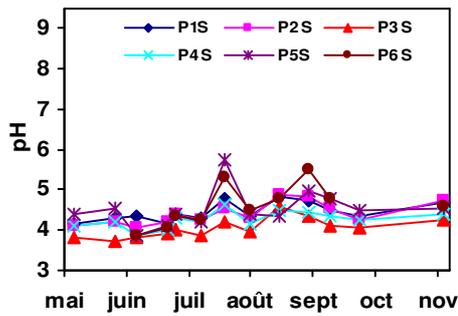
### 3.2. Volet géochimie

La Figure 16 illustre les variations de pH et de conductivité électrique au cours de la saison 2006. Le pH de la tourbière est autour de 4 et varie peu dans l'espace et dans le temps. La conductivité électrique est peu variable et très basse, comme il est courant de l'observer en conditions acides. Le pH et la conductivité électrique des exutoires de la tourbière et du lac Blueberry suivent les mêmes tendances. Le pH des autres cours d'eau est significativement plus élevé (entre 7,5 et 8). La conductivité électrique des cours d'eau est maximale pour les deux stations sur le ruisseau Mitchel. Il est possible que ces cours d'eau soient alimentés de manière significative par la nappe (généralement de conductivité électrique plus élevée) en période estivale. Le pH des puits est variable dans l'espace. Le forage CNC1 et le puits CP montrent des pH inférieurs à 5, indiquant peut-être un lien avec de l'eau issue de la tourbière. Le pH du puits EGP oscille autour de 7 tandis que la conductivité électrique à ce puits est très élevée et augmente au cours de la saison

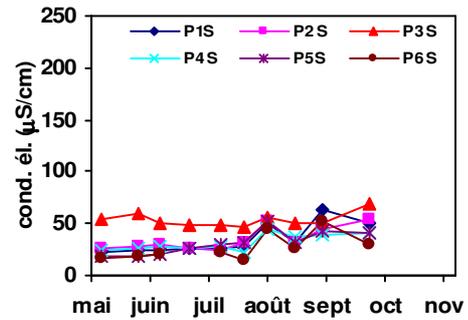
(de 300 à 550  $\mu\text{S/cm}$ ). Ce puits intercepte apparemment une eau ayant migré longtemps dans l'aquifère.

**Figure 16. Résultats de pH et conductivité électrique de l'eau**

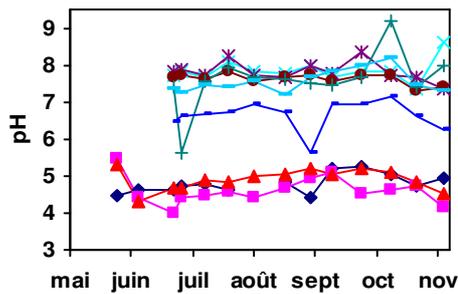
a) Piézomètres dans la tourbière - pH



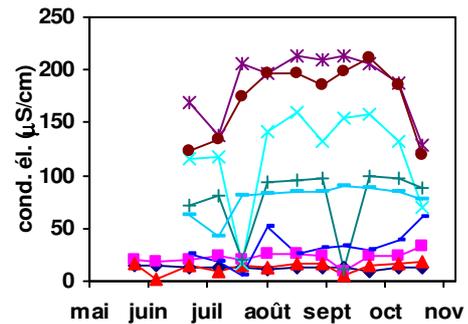
b) Piézomètres dans la tourbière – cond. él.



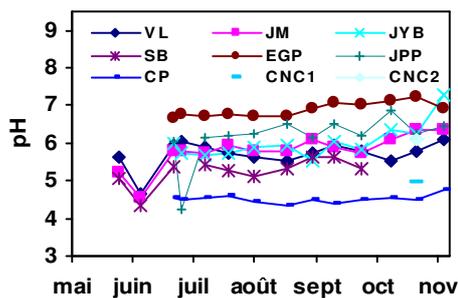
c) Cours d'eau – pH



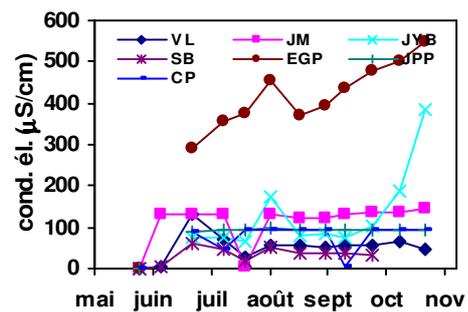
d) Cours d'eau – cond. él.



e) Puits – pH

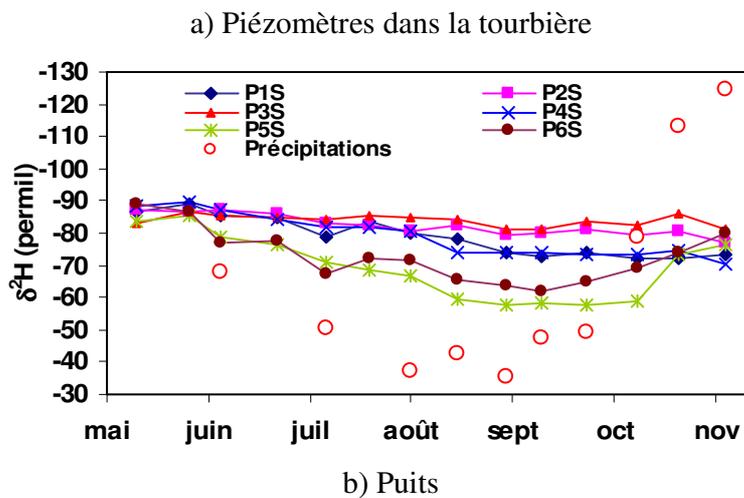


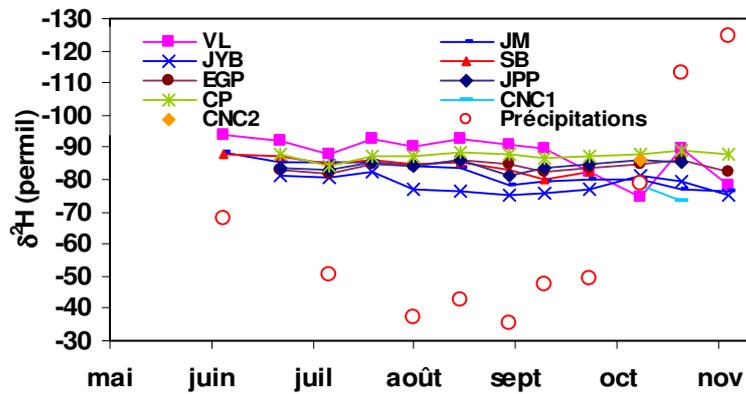
f) Puits – cond. él.



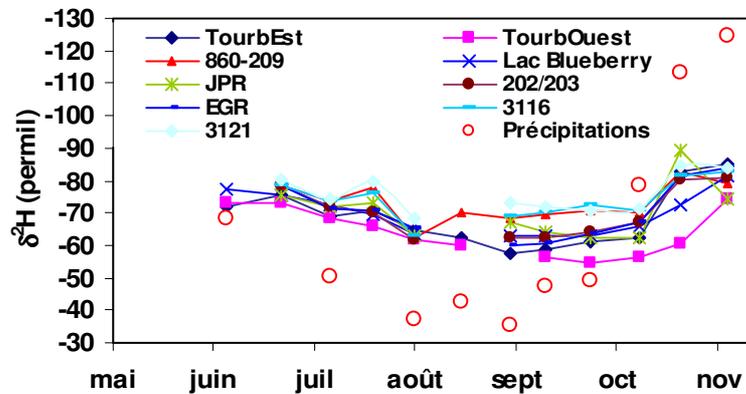
Les quelques 300 échantillons d'eau prélevés au cours de la saison 2006 ont été analysés pour leur composition en deutérium ( $\delta^2\text{H}$ ) (les analyses de  $\delta^{18}\text{O}$  sont présentement en cours). La Figure 17 illustre les chroniques de contenus en deutérium dans l'eau de la tourbière, des puits, ces cours d'eau et des précipitations. Les résultats illustrent clairement l'appauvrissement habituel des précipitations en  $\delta^2\text{H}$  pendant la période estivale. Une tendance cyclique similaire est visible mais atténuée et un peu décalée dans les chroniques des cours d'eau, ce qui reflète la part importante du ruissellement dans les cours d'eau. La même tendance se devine dans les piézomètres de la tourbière, de manière plus atténuée, ce qui traduit le pouvoir tampon des dépôts organiques. Seule une tendance à la baisse est visible sur les chroniques des puits, peut-être en raison d'une période de suivi trop courte. L'influence directe des précipitations sur la nappe semble donc limitée. L'analyse séparée de  $\delta^{18}\text{O}$  ainsi que l'analyse combinée de l'ensemble des résultats isotopiques permettra une analyse plus approfondie de la dynamique hydrologique.

**Figure 17. Contenu en deutérium dans l'eau**





c) Cours d'eau



### 3.3. Volet sensibilisation

Une visite de sensibilisation en plein air a été organisée le 19 octobre 2006 sur le mont Covey Hill. Une vingtaine de résidents ont répondu à l'appel (Figures 18 et 19). Cette activité, organisée conjointement avec CNC, avait pour but de faire connaître la nature même des habitats de salamandres et d'informer les résidents des moyens à leur disposition pour en assurer la protection. CNC a profité de l'occasion pour inaugurer officiellement le Laboratoire naturel du mont Covey Hill. Les journaux *The Gleaner – La Source* (25 octobre 2006) et *Le Coup d'œil* d'Hemmingford (4 novembre 2006) ont publié de courts articles suite à cette activité (voir Annexe 5).

**Figure 18. Présentation du contexte de l'étude**



**Figure 19. Discussion près d'une station de mesure**



(Photos de Phil Norton)

La participation des propriétaires sur le mont Covey Hill est très importante pour la bonne marche des initiatives de connaissance et de protection du milieu. Depuis le début, les propriétaires sont impliqués, soit par la mise à disposition de leur terrain ou par la signature d'ententes de conservation avec CNC. Au cours de l'année 2006, huit autorisations d'accès ont été obtenues de la part des propriétaires pour installer des sondes pour le suivi du niveau de la nappe dans les puits de particuliers et onze autorisations d'accès ont été renouvelées pour l'installation des sondes de suivi du niveau des cours d'eau. Un exemple de lettre d'autorisation est présenté à l'Annexe 4.

#### **4. TRAVAUX À RÉALISER**

L'analyse des chroniques de niveaux d'eau dans les cours d'eau, de niveau dans les puits de particulier et dans la tourbière, ainsi que des précipitations mesurées au pluviomètre permettent de réaliser une première interprétation de la dynamique hydrologique sur le mont Covey Hill. Des analyses corrélatoires et spectrales simples et croisées (c.f. Larocque *et al.*, 1998) sont présentement en cours sur l'ensemble des chroniques hydrologiques de la saison 2006. Ces analyses permettront d'identifier la présence de liens entrée-sortie entre deux chroniques, ainsi que l'intensité relative de ces liens et les temps de transfert d'une impulsion hydrique. Grâce à ces nouvelles informations, il sera possible d'approfondir un peu plus le fonctionne hydrique de la colline, à la fois dans le temps et dans l'espace.

Au cours des prochaines semaines, cette analyse sera complétée par la mise en parallèle de l'ensemble des chroniques hydrologiques et géochimiques. Ceci permettra de dégager une compréhension qualitative de l'écoulement sur la colline (c.f. Ladouche *et al.*, 2001). Un bilan hydrique de la colline sera aussi réalisé, notamment par le calcul de l'évapotranspiration potentielle et par la délimitation des bassins versants liés aux nouvelles stations de suivi des cours d'eau. Ce bilan hydrique permettra d'estimer les volumes d'eau qui s'infiltrent et rechargent la nappe, en comparaison avec ceux qui ruissellent.

Une base de données est présentement en développement sur le site web du Laboratoire naturel du mont Covey Hill. Cette base données accessible sur Internet permettra de rendre disponibles l'ensemble des données prélevées au cours de l'été 2006 ainsi que celles qui seront acquises au cours de futures études. Des cartes, plans de localisation, rapports et articles seront aussi mis à disposition.

Les résultats du présent projet donneront lieu à la rédaction d'un article de vulgarisation au printemps 2007, probablement dans la revue Vecteur Environnement. Une copie de cet article sera distribuée aux propriétaires participant avec lesquels des ententes d'accès ont été signées et sera mis à disposition de la population locale via les sites web du Laboratoire naturel, de CNC et

de la SCABRIC. En février 2007, ces sites seront mis à jour pour présenter l'ensemble des résultats du présent projet.

En janvier et février 2007, la compréhension globale de la dynamique hydrologique de la colline sera utilisée dans l'élaboration d'un protocole de suivi à long terme des populations de salamandres. Ce travail sera réalisé par CNC en collaboration avec le Dr Lapointe de l'Université de Montréal, l'Équipe de rétablissement des salamandres de ruisseaux et l'UQAM. Le protocole de suivi des salamandres sera mis à l'essai au cours de l'été 2007 et sera finalisé en décembre 2007.

Au printemps 2007, toutes les sondes de suivi hydrologique (cours d'eau, nappe, tourbière et précipitations) seront réinstallées sur le terrain pour une nouvelle saison de mesure. Les stations de suivi du niveau dans les cours d'eau devront être visitées à plusieurs reprises au cours de la saison 2007, de manière à préciser leurs courbes de tarage et de mieux prévoir les débits réels.

## 5. CONCLUSION

La saison 2006 a permis de mettre en place, de tester et de valider un réseau de sondes permettant le suivi en continu des conditions hydriques sur le mont Covey Hill. Les résultats ont montré que l'eau souterraine est peu influencée par les précipitations. Les cours d'eau reçoivent toutefois de la nappe des volumes d'eau importants qui permettent de soutenir les débits d'étiage. Les stations ont un comportement hydrologique différent selon leur emplacement sur la colline, indiquant une variabilité spatiale dans la contribution du ruissellement et de l'infiltration. Des analyses plus détaillées ajouteront prochainement de nouveaux éléments à cette interprétation préliminaire. Les prochaines semaines permettront aussi de finaliser l'analyse des compositions isotopiques de l'eau ainsi que l'interprétation qualitative des chroniques. D'ici la fin du projet en février 2007, l'ensemble des résultats contribuera à une meilleure compréhension de la dynamique hydrologique de l'ensemble du mont Covey Hill et plus spécifiquement des écoulements de surface et souterrains. Ces données constituent une assise nécessaire et importante, contribuant directement à la compréhension du fonctionnement hydrique des habitats des salamandres sombres des montagnes et pourpres, laquelle sera utilisée en début 2007 dans l'élaboration d'un protocole de suivi des salamandres.

Certains des cours d'eau instrumentés sont des habitats de salamandres. Cependant, ces habitats se retrouvent aussi dans les ruisseaux intermittents et les dépressions humides que le présent projet n'avait pas pour objectif de caractériser directement. Les prochains travaux au mont Covey Hill viseront le recensement, la caractérisation et le suivi hydrologique de ces habitats, en parallèle avec le suivi des populations de salamandres. Grâce au réseau hydrométrique en place, il sera ainsi possible de quantifier comment les petits cours d'eau sont reliés à la dynamique hydrologique de la colline et comment les populations de salamandres évoluent en lien avec les variations hydriques de leurs habitats. Le suivi à long terme permettra d'observer des conditions hydrologiques et écosystémiques variées et mènera à une meilleure compréhension de la dynamique hydrologique et de celle des populations de salamandres. Ces efforts permettront à leur tour de mettre en place les mesures nécessaires pour la protection des populations de salamandres.

## 6. RÉFÉRENCES

Boutin, A., 2006, Caractérisation de l'habitat d'une communauté de salamandres de ruisseaux comportant des hybrides. Mémoire de maîtrise, Département de sciences biologiques, Université de Montréal. 107 p.

Ladouche, B., A. Probst, D. Viville, S. Idir, D. Baqué, M. Loubet, J.M. Probst et T. Bariac. 2001. Hydrograph separation using isotopic, chemical and hydrological approaches (Strengbach catchment, France). *J. Hydrol.*, 242: 255-274.

Larocque, M., G. Leroux, C. Madramootoo, F.J. Lapointe, S. Pellerin et J. Bonin. 2006. Mise en place d'un Laboratoire naturel sur le mont Covey Hill. *VertigO*, sous presse.

Larocque, M., A. Mangin, M. Razack et O. Banton, 1998, Contribution of correlation and spectral analysis to the regional study of a large karst aquifer. *J. Hydrol.*, 205 : 217-231.

Leroux, G., C. Madramootoo et J. Bonin, 2005, Mountain Dusky- and Spring Salamanders of southern Quebec : investigation of the habitat's hydrologic regime. Rapport final présenté au World Wildlife Fund – Fonds pour le Rétablissement des Espèces en Péril. 24 p.

## 7. ANNEXE 1 – Photos des nouvelles stations de mesure

(Toutes les photos ont été prises par Véronique Fournier)

**Figure 20. Nouvelles stations de suivi des niveaux dans les cours d'eau**



Station EGR



Station JPR



Station TourbEst2



Station 202/203

**Figure 21. Stations de suivi du niveau de la nappe dans les puits de particuliers**



Station 353



Station EGP



Station JPP



Station JYB



Station CP



Station VL



Station JM



Station RA

## 8. ANNEXE 2 – Protocoles de suivi hydrologique (version2006)

Le Tableau 3 présente l'ensemble des instruments qui doivent être mis en place pour le suivi hydrologique du mont Covey Hill. Les coordonnées des différents propriétaires à contacter avant l'installation peuvent être obtenues auprès de CNC (c.f. Mélanie Frenette, agente de projet).

**Tableau 3. Instruments pour le suivi hydrologique**

| Nom           | Type                       | Coord X | Coord Y   | Information complémentaire                                   |
|---------------|----------------------------|---------|-----------|--|
| EGR           | Niveau ruisseau (Trutrack) | 597 511 | 4 985 059 | Ruisseau Allen, intersection chemin Covey Hill               |
| 202/203       | Niveau ruisseau (Trutrack) | 597 412 | 4 988 719 | Ruisseau Allen, intersection 202 (à installer en avril 2007) |
| Lac Blueberry | Niveau ruisseau (Trutrack) | 593 868 | 4 984 003 | Exutoire du lac Léger  |
| TourbEst1     | Niveau ruisseau (Trutrack) | 593 186 | 4 984 418 | Exutoire nord-est de la tourbière                            |
| TourbEst2     | Niveau ruisseau (Trutrack) | 593 258 | 4 984 329 | Exutoire sud-est de la tourbière                             |
| TourbOues     | Niveau ruisseau (Trutrack) | 591 602 | 4 986 170 | Exutoire ouest de la tourbière                               |
| JPR           | Niveau ruisseau (Trutrack) | 590 047 | 4 985 596 | Rivière aux Outardes est                                     |
| 860/209       | Niveau ruisseau (Trutrack) | 583 488 | 4 985 505 | Rivière aux Outardes est                                     |
| P3116         | Niveau ruisseau (Trutrack) | 581 194 | 4 984 574 | Ruisseau Mitchel   |
| P3121         | Niveau ruisseau (Trutrack) | 581 633 | 4 984 515 | Ruisseau Mitchel   |
| CNC1          | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 593 088 | 4 984 475 | Forage dédié (3,7 m)   |
| CNC2          | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 593 088 | 4 984 475 | Forage dédié (15,5 m)  |
| 353           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 595 698 | 4 985 819 | Puits de particulier (prof inconnue)                         |
| EGP           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 597 569 | 4 985 907 | Puits de particulier (30 m)                                  |
| JPP           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 590 063 | 4 985 647 | Puits de particulier (36,4 m)                                |
| JYB           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 595 333 | 4 988 675 | Puits de particulier (prof inconnue)                         |
| CP            | Niveau nappe (Solinst)     | 595 051 | 4 985 339 | Puits de particulier (sonde MDDEP) (entre 67 et 73 m)        |
| VL            | Niveau nappe (Solinst)     | 592 938 | 4 985 637 | Puits de particulier (sonde MDDEP) (8,4 m)                   |
| JM            | Niveau nappe (Solinst)     | 592 457 | 4 985 795 | Puits de particulier (sonde MDDEP) (20,6 m)                  |
| RA            | Niveau nappe (Solinst)     | 591 370 | 4 985 588 | Puits de particulier (sonde MDDEP) (18,2 m)                  |
| P1S           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 592 880 | 4 984 460 | Piézomètre tourbe (0,5 m)                                    |
| P1P           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 592 880 | 4 984 460 | Piézomètre tourbe (0,9 m)                                    |
| P2S           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 592 830 | 4 984 660 | Piézomètre tourbe (0,5 m)                                    |
| P2P           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 592 830 | 4 984 660 | Piézomètre tourbe (1,5 m)                                    |
| P3S           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 592 430 | 4 984 510 | Piézomètre tourbe (0,5 m)                                    |
| P3P           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 592 430 | 4 984 510 | Piézomètre tourbe (1,5 m)                                    |
| P4S           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 592 430 | 4 984 410 | Piézomètre tourbe (0,5 m)                                    |
| P4P           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 592 430 | 4 984 410 | Piézomètre tourbe (1,5 m)                                    |
| P5S           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 591 930 | 4 984 760 | Piézomètre tourbe (0,5 m)                                    |
| P5P           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 591 930 | 4 984 760 | Piézomètre tourbe (1,5 m)                                    |
| P6S           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 591 930 | 4 984 510 | Piézomètre tourbe (0,5 m)                                    |
| P6P           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 591 930 | 4 984 510 | Piézomètre tourbe (1,5 m)                                    |
| P7S           | Niveau nappe (INW-PT2X)    | 592 830 | 4 984 310 | Piézomètre tourbe (0,5 m)                                    |

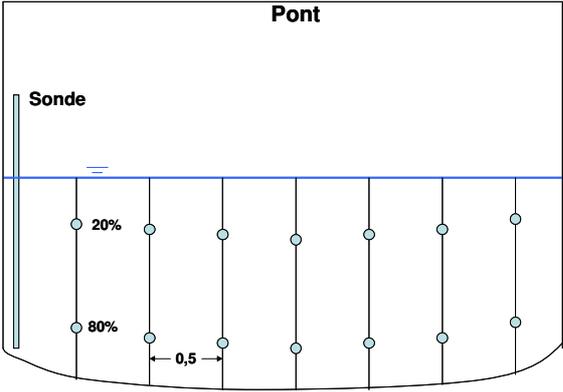
## **PROTOCOLE POUR LE SUIVI DES NIVEAUX DES SONDES DANS LES COURS D'EAU (SONDES TRUTRACK)**

1. Contacter les propriétaires pour autorisation d'accès. (MARS)
  - a) Voir CNC (c.f. Mélanie Frenette, agente de projet) pour coordonnées des propriétaires.
2. Vérifier le matériel en laboratoire. (MARS)
  - a) Vérifier l'état des piles et la bonne lecture des appareils (voir Jean-Étienne Lavallée #3874 au besoin).
  - b) Les piles sont de type ½AA 3.6V (lithium cell) et ont une durée de vie de cinq ans.
3. Mise en place des sondes *TruTrack* de suivi des niveaux dans les cours d'eau. (FIN MARS OU DÉBUT AVRIL)
  - a) Les sondes *TruTrack* peuvent être mises en place dès que les cours d'eau sont libres de glace. Chaque sonde doit être réinsérée dans le tube qui est fixé de façon permanente sur le site.
  - b) Les Figures 1 et 2 ainsi que le Tableau 3 précisent la localisation des différentes sondes sur le terrain.
  - c) L'initialisation des sondes *TruTrack* peut être réalisée à partir d'un ordinateur portable sur le terrain à l'aide du logiciel OmniLog. La sonde doit être branchée à l'ordinateur avec le câble *TruTrack* WT-HR. Si la fenêtre de la sonde ne s'ouvre pas d'elle-même, cette icône  le permettra. À cette étape, les paramètres d'enregistrement peuvent être entrés. Ceux-ci comprennent le nom de la sonde, l'heure du départ de l'enregistrement et la fréquence (un enregistrement à l'heure). Il est possible en cochant la boîte « running to full » de laisser la sonde enregistrer jusqu'à sa pleine capacité, soit 32 000 données. Lorsque les paramètres sont entrés, l'icône « START » permet de commencer l'enregistrement à une heure donnée.
4. Vérifier sur le terrain le bon fonctionnement des sondes. (UNE FOIS PAR MOIS D'AVRIL À NOVEMBRE)
  - a) Les données de la sonde peuvent être transférées à tout moment durant la période d'enregistrement. La sonde doit être branchée à l'ordinateur portable. L'onglet « download » permet de transférer l'information. L'onglet « values view » permet de vérifier les mesures.
  - b) Il faut faire attention pour enregistrer l'information transférée car elle sera effacée de la sonde. Il faut attribuer un nom clair au fichier créé, afin de pouvoir retracer l'origine des données.
  - c) Aussitôt le transfert de données réalisé, comparer avec les mesures manuelles et remédier au problème le cas échéant.
5. Mesurer les débits manuellement. (AUX DEUX SEMAINES POUR LES NOUVELLES COURBES ET AU MOMENT DES CRUES ET ÉTIAGES IMPORTANTS POUR LES AUTRES)
  - a) À l'aide d'un vélocimètre, mesurer les vitesses de l'eau dans le cours d'eau et en déduire le débit (voir Tableau 4 pour démarche détaillée).
  - b) Aussitôt, ajouter le point à la courbe de tarage et vérifier si la nouvelle information est cohérente.

6. Retirer les sondes Trutrack et les remiser pour l'hiver. (NOVEMBRE)

- a) Récupérer les dernières données.
- b) Les sondes doivent être retirées avant que les températures de l'air ne descendent sous le point de congélation (la période de chasse en novembre limite aussi les sorties sur le terrain). Les tubes restent en place.
- c) Profiter de la période hivernale pour faire les mises aux points nécessaires sur les sondes.

**Tableau 4. Méthodologie à suivre pour la mesure manuelle des débits**

| Action  | Commentaire  |
|---|--|
| Positionnement de la section sur lequel les mesures doivent être effectuées.  | 1. La section doit être perpendiculaire à l'écoulement et positionnée au niveau de la sonde. La largeur du ruisseau doit être notée.   |
| <p>Mesures</p> <p>Schéma d'une section</p>  | <p>1. Sur la section, faire les mesures de vitesse à chaque 0,5 m.</p> <p>2. La profondeur de l'eau doit être notée à chaque endroit. Deux mesures de vitesse doivent être réalisées lorsque la profondeur le permet : 20% et 80% de la profondeur totale (si la profondeur est trop faible, une seule mesure est faite à 60% de la profondeur totale). La vitesse moyenne est obtenue sur chaque verticale et un débit (<math>Q=A*V</math>) est calculé pour chaque sous-section. Le débit total est la somme des débits de toutes les sous-sections.</p> <p>3. Toujours noter la date et l'heure à laquelle les mesures ont été prises afin d'associer le niveau enregistré par la sonde avec le débit mesuré.</p> |

## **PROTOCOLE POUR LE SUIVI DES NIVEAUX DE LA NAPPE (SONDES *SOLINST* ET *INW-PT2X*)**

1. Contacter les propriétaires pour autorisation d'accès. (MARS)
  - a) Voir CNC (c.f. Mélanie Frenette, agente de projet) pour coordonnées des propriétaires.
2. Vérifier le matériel en laboratoire. (MARS)
  - a) Vérifier l'état des piles et la bonne lecture des appareils (voir Jean-Étienne Lavallée #3874 au besoin).
  - b) Vérifier l'état du dessicant, remplacer si nécessaire (voir Denise Fontaine #6903 au besoin).
  - c) Les piles sont de type AA (alcaline) et ont une durée de vie de quatre ans.
2. Mise en place des sondes *INW-PT2X* de suivi des niveaux de la nappe. (FIN MARS OU DÉBUT AVRIL)
  - a) Les sondes *INW-PT2X* doivent être mises en place lorsque la température de l'air excède 0°C.
  - b) Les figures 1 et 2 ainsi que le Tableau 3 précisent la localisation des différentes sondes sur le terrain.
  - c) Le Tableau 5 fournit des détails sur l'installation des différentes sondes.
  - d) L'initialisation des sondes *INW-PT2X* peut être réalisée à partir d'un ordinateur portable sur le terrain à l'aide du logiciel Aqua4plus. La sonde doit être branchée à l'ordinateur avec le câble. Cette icône  permet d'accéder à la fenêtre des paramètres d'enregistrement de la sonde. Ceux-ci comprennent le nom de la sonde, l'heure du départ de l'enregistrement et la fréquence (un enregistrement à l'heure). Lorsque les paramètres sont entrés, l'icône « START » permet de commencer l'enregistrement à une heure donnée.
  - e) L'initialisation des sondes *Solinst* peut être réalisée à partir d'un ordinateur portable sur le terrain à l'aide du logiciel Solinst Levelogger. Les mêmes paramètres d'enregistrement peuvent être entrés dans la fenêtre apparaissant lors du branchement de la sonde.
3. Vérifier sur le terrain le bon fonctionnement des sondes. (UNE FOIS PAR MOIS D'AVRIL À NOVEMBRE)
  - a) Pour les deux types de sondes, il est possible de transférer les données directement sur le terrain. Après avoir branché la sonde à l'ordinateur, il suffit d'ouvrir le logiciel concerné et d'utiliser l'onglet « download ».
  - b) Il faut faire attention pour enregistrer l'information transférée car elle sera effacée de la sonde. Il faut attribuer un nom clair au fichier créé, afin de pouvoir retracer l'origine des données.
  - c) Aussitôt le transfert de données réalisé, comparer avec les mesures manuelles et remédier au problème le cas échéant.
  - d) Au moment du transfert des données, faire une mesure de la profondeur de la nappe à l'aide d'une sonde manuelle.
  - e) Aussitôt, comparer les mesures automatiques et les mesures manuelles et remédier au problème le cas échéant.
  - f) Contacter M. Raymond Perron (technicien MDDEP en charge des sondes Solinst) au besoin : (418) 521-3885 poste 4817; [raymond.perron@mddep.gouv.qc.ca](mailto:raymond.perron@mddep.gouv.qc.ca)

4. Retirer les sondes *INW-PT2X* et les remiser pour l'hiver (les sondes *Solinst* restent en place à l'année longue). (NOVEMBRE)

a) Récupérer les dernières données.

b) Les sondes doivent être retirées avant que les températures de l'air ne descendent sous le point de congélation (la période de chasse en novembre limite aussi les sorties sur le terrain).

c) Pour les sondes *INW-PT2X*, vérifier qu'il n'y a pas de dérive dans la mesure des niveaux.

d) Profiter de la période hivernale pour faire les mises aux points nécessaires sur les sondes.

**Tableau 5. Méthodologie à suivre pour l'installation des sondes *INW-PT2X* et *Solinst***

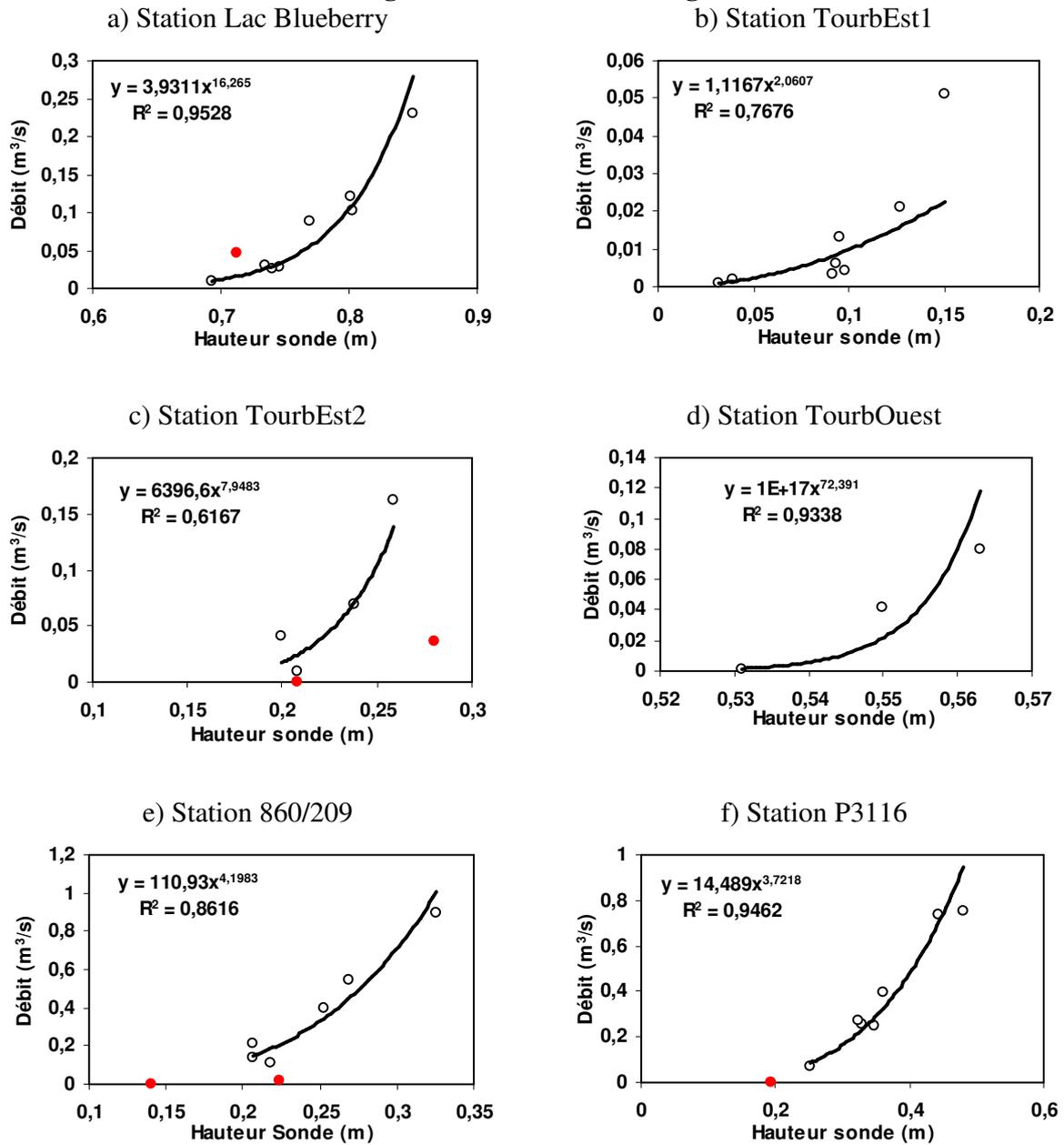
| Type de sonde                                 | Commentaire  |
|---|--|
| Sonde <i>INW-PT2X</i> (puits de particuliers) | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noter le numéro de la sonde afin de la remettre au même endroit l'année suivante.</li> <li>2. Le niveau d'eau dans le puit doit d'abord être mesuré à l'aide d'une sonde piézométrique.</li> <li>3. La sonde doit être installée à environ deux mètres sous ce niveau afin de prévoir le battement de la nappe durant la période d'enregistrement.</li> <li>4. Protéger de l'humidité l'autre extrémité de la sonde à l'aide d'un sac étanche et le fixer au puit.</li> </ol>                              |
| Sonde <i>INW-PT2X</i> (tourbière)             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noter le numéro de la sonde afin de la remettre au même endroit l'année suivante</li> <li>2. Insérer la sonde dans le tube PVC à la profondeur voulue et fixer le câble au PVC à l'aide de ruban. Protéger l'excédent du câble et l'extrémité de la sonde avec un ou plusieurs sacs étanches.</li> </ol>   |
| Sonde <i>Solinst</i> (Niveau)                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Noter le numéro de la sonde afin de la remettre au même endroit l'année suivante.</li> <li>2. Le niveau d'eau dans le puit doit d'abord être mesuré à l'aide d'une sonde piézométrique.</li> <li>3. La sonde doit être installée à environ cinq mètres sous ce niveau afin de prévoir le battement de la nappe durant la période d'enregistrement.</li> <li>4. La sonde doit être bien attachée à une corde de la longueur voulue dont l'autre extrémité pourra être fixée à la sortie du puit.</li> </ol> |
| Sonde <i>Solinst</i> (barologger)             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Une seule sonde barométrique est requise pour la compensation des sondes présente sur la colline.</li> <li>2. La sonde doit être attachée à une corde d'environ trois mètres de longueur et fixée à un puit.</li> <li>3. Le puit utilisé pour installer la sonde barométrique peut contenir une sonde de niveau.</li> </ol>  |

## **PROCOLE POUR LE LA MESURE DES PRÉCIPITATIONS (PLUVIOMÈTRE )**

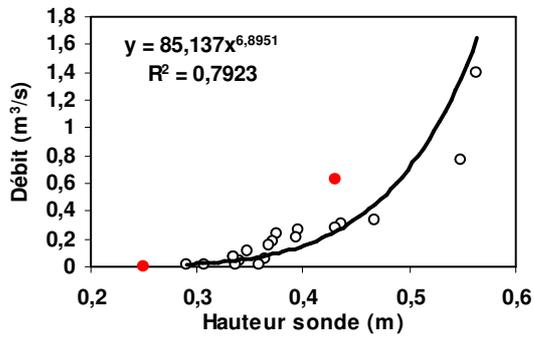
1. Contacter le propriétaires pour autorisation d'accès. (MARS)
  - a) Voir CNC (c.f. Mélanie Frenette, agente de projet) pour coordonnées du propriétaire.
  
2. Vérifier le matériel en laboratoire. (MARS)
  - a) Vérifier l'état des piles et la bonne lecture des appareils (voir Jean-Étienne Lavallée #3874 au besoin).
  - c) Les piles sont de type 3A (alcaline) et ont une durée de vie de une année.
  
3. Mise en place du pluviomètre à auget basculant et du pluviomètre à lecture manuelle. (FIN MARS OU DÉBUT AVRIL)
  - a) Le pluviomètre doit être mis en place lorsque la température de l'air excède 0°C.
  - b) Le pluviomètre doit être fixé à une base solide d'environ un mètre de hauteur dans un endroit ouvert et libre de tout obstacle (arbres, maisons) qui pourrait capter les précipitations.
  - c) L'appareil doit être mis au niveau.
  - d) L'initialisation peut se faire directement sur le terrain à l'aide d'un ordinateur portable et du logiciel BoxCarPro4. Il suffit de brancher le pluviomètre à l'ordinateur et d'appuyer sur l'onglet « logger » et « Launch ».
  
4. Vérifier sur le terrain le bon fonctionnement du pluviomètre. (UNE FOIS PAR MOIS D'AVRIL À NOVEMBRE)
  - a) Il n'est pas nécessaire d'utiliser l'ordinateur portable pour le transfert des données. Un instrument de transfert (HOBO Shuttle) est fourni avec le pluviomètre.
  - b) Sur le terrain, le Shuttle doit être branché au pluviomètre après quoi le transfert s'effectue automatiquement.
  - c) Par la suite, le Shuttle peut être branché à un ordinateur. À l'aide du logiciel BoxCarPro4, l'onglet « logger » et « HOBO shuttle readout » permet l'enregistrement de l'information.
  - d) Il est important de transférer les données du Shuttle vers l'ordinateur à chaque utilisation. Le Shuttle ne garde pas en mémoire les transferts précédents.
  - e) À chaque visite sur le terrain, faire une lecture au pluviomètre manuel.
  - f) Aussitôt, comparer les mesures automatiques et les mesures manuelles et remédier au problème le cas échéant.
  
5. Retirer les pluviomètres et les remiser pour l'hiver. (NOVEMBRE)
  - a) Récupérer les dernières données.
  - b) Les appareils doivent être retirés avant que les températures de l'air ne descendent sous le point de congélation (la période de chasse en novembre limite aussi les sorties sur le terrain).
  - c) Profiter de la période hivernale pour faire les mises aux points nécessaires sur les appareils.

## 9. ANNEXE 3 – Courbes de tarage des stations limnimétriques

Figure 22. Courbes de tarage



g) Station P3121



(Les points rouges sont les mesures considérées erronées, n'ayant pas servi pour la régression. Un seul débit ayant été mesuré manuellement aux stations EGR et JPR, aucune courbe de tarage n'a pu être tracée pour ces stations.)

## **10. ANNEXE 4 - Exemple de lettre d'accès à la propriété privée**

Montréal, le 8 juin 2006

Objet : Étude hydrogéologique sur le mont Covey Hill

Monsieur, Madame,

L'université du Québec à Montréal (UQAM), l'université de Montréal (UdeM), l'institut de recherche en biologie végétale du Jardin Botanique (IRBV) et l'université McGill participent à des travaux de recherche multidisciplinaires en partenariat avec Conservation de la nature Canada (CNC) et la Société de conservation et d'aménagement du bassin versant de la rivière Châteauguay (SCABRIC). Ces travaux permettent de comprendre l'hydrologie de le mont Covey Hill ainsi que la relation entre l'eau souterraine et les habitats des salamandres de ruisseaux, particulièrement la salamandre sombre des montagnes, une espèce menacée au Canada.

À l'été 2005, le centre Brace pour la gestion des ressources hydriques de l'université McGill, avec l'accord de la municipalité de Franklin, a installé des stations de mesure qui enregistrent les variations de niveau dans certains cours d'eau. Les stations doivent être fixées aux structures de pont pour assurer la stabilité requise pour une lecture continue des niveaux d'eau. L'installation des stations a eût lieu en août 2005. En plus de l'enregistrement des niveaux d'eau, il est nécessaire de mesurer la vélocité de l'eau pour calculer le débit des ruisseaux. Cette mesure est évaluée à l'aide d'un vélocimètre dans le cours d'eau et doit être prise à chaque semaine ou plus fréquemment selon les précipitations, ce qui nécessite l'accès au cours d'eau en passant par (ou près de) votre terrain.

Par la présente, nous sollicitons votre autorisation afin d'accéder à votre propriété pour atteindre l'une de ces stations de mesure. Les visites s'effectueront du 1<sup>er</sup> mai au 31 octobre 2006.

Pour de plus amples renseignements concernant les recherches en cours, n'hésitez pas à me contacter à Conservation de la nature Canada au (514) 876-1606, poste 229.

Vous remerciant de l'intérêt manifesté envers la conservation des ressources hydriques et fauniques, veuillez agréer, Monsieur, Madame, mes salutations distinguées.

Mélanie Frenette,  
agente de projets  
Aquifère des Adirondacks

c.c. Joël Bonin, directeur de la conservation  
Marie Larocque, professeure, UQÀM

**11. ANNEXE 5 – Articles parus dans le journal *The Gleaner – La source* (25 octobre 2006) et dans *Le Coup d’œil* d’Hemmingford (4 novembre 2006)**