

**CARACTÉRISATION GÉOCHIMIQUE ET CARTOGRAPHIE DE L'EAU
SOUTERRAINE ET DES RUISSEAUX SUR LA COLLINE DE COVEY HILL
(MONTÉRÉGIE, QUÉBEC)**

Remis à
Marie Larocque

Par
Isabelle Bilodeau

Activité synthèse
Automne 2002

UQAM
Le 20 décembre 2002

TABLE DES MATIÈRES

Tableaux et figure.....	3
1. INTRODUCTION.....	4
2. MÉTHODOLOGIE.....	4
2.1 Physiographie.....	4
2.2 Géologique générale et hydrogéologie.....	5
2.3 Végétation.....	5
2.4 Préparation au terrain.....	6
2.5 Matériel requis pour les campagnes de terrain.....	6
2.6 Travaux sur le terrain.....	7
2.7 Analyse des ions majeurs.....	8
3. RÉSULTATS.....	9
3.1 Première campagne de terrain.....	9
3.2 Deuxième campagne de terrain.....	10
4. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS.....	10
4.1 Analyses géochimiques.....	10
4.2 Niveaux piézométriques dans le secteur.....	13
4.3 Lien entre les espèces de salamandres et la géochimie de l'eau.....	13
5. CONCLUSION.....	14
6. REMERCIMENTS.....	14
7. BIBLIOGRAPHIE.....	16
ANNEXES.....	17

TABLEAUX ET FIGURES

Figures

Figure 1 : Localisation de la colline de Covey Hill.....	18
Figure 2 : Carte des stations.....	19
Figure 3 : Carte piézométrique et topographique	20
Figure 4 : Carte piézométrique	21
Figure 5 : Courbe étalon de la turbidité en fonction de la concentration en sulfate..	39

Tableaux

Tableau 1 : Stations répertoriées lors de la campagne 1 chez M. Lavallée.....	22
Tableau 2 : Stations répertoriées lors de la campagne 1 chez M. Edwards.....	24
Tableau 3 : Stations répertoriées lors de la campagne 1 chez Mme Cumyn.....	25
Tableau 4 : Stations répertoriées lors de la campagne 1 chez M. Drummond.....	26
Tableau 5 : Stations répertoriées lors de la campagne 1 chez M. Brown.....	27
Tableau 6 : Stations répertoriées lors de la campagne 1 chez Mme Dolbec.....	28
Tableau 7 : Stations répertoriées lors de la campagne 1 chez Mme Meyer.....	29
Tableau 8 : Stations répertoriées lors de la campagne 1 chez M. Sutton.....	30
Tableau 9 : Stations répertoriées lors de la campagne 1 chez M. Cecyre.....	31
Tableau 10 : Stations répertoriées lors de la campagne 1 chez Mme Marcil.....	32
Tableau 11 : Inventaire des espèces de salamandres de la campagne 1.....	33
Tableau 12 : Puits et coordonnées.....	34
Tableau 13 : Tableau d'analyse (multiparamètre et concentration).....	35
Tableau 14 : Résultat de l'analyse du chlore.....	37
Tableau 15 : Résultat de l'analyse des sulfates.....	38
Tableau 16 : Résultat de l'étalon pour la figure 4.....	38

1. INTRODUCTION

La région de la colline de Covey Hill est située en grande partie sur les cantons de Franklin et de Havelock. Elle correspond au feuillet 31H4-200-0101, c'est-à-dire, à la carte de la région de Saint-Chrysostome. Sa superficie est d'environ 200 km² et présente une élévation d'environ 350 mètres par rapport au niveau de la mer. La raison qui a motivé l'étude hydrologique dans ce secteur provient de la découverte de la salamandre sombre des montagnes, une espèce très rare au Québec et considérée comme menacée. En fait, il s'agit du seul endroit où on peut la retrouver dans la province. En juin 2002, Conservation de la Nature a débuté un projet dans la région de Covey Hill dans le but de déterminer s'il existe un lien entre cette salamandre rare et son habitat. La démarche retenue a consisté d'une part en un relevé des espèces de salamandres présentes sur le terrain et d'autre part, en une caractérisation des propriétés géochimiques de l'eau dans le secteur.

J'ai été impliquée dans toutes les étapes de ce projet et ce rapport résume les principaux résultats obtenues. Durant l'été 2002, deux campagnes de terrain ont permis de collecter des informations sur la présence des salamandres, d'échantillonner l'eau souterraine et celles de certains ruisseaux. La préparation des travaux de terrain, la compilation des résultats, ainsi que les analyses de laboratoire ont occupé le reste du temps.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 Physiographie

La colline de Covey Hill est située à 100 km au sud-ouest de Montréal. La région est délimitée au sud par la frontière des États-Unis, au nord par la route 202 qui sert de limite au secteur d'étude, à l'est par le canton d'Hinchinbrook et à l'ouest, par le canton d'Hemmingford. Cette colline fait partie de l'ensemble de la chaîne de montagnes des Adirondacks (voir figure 1).

2.2 Géologique générale et hydrogéologie

Le secteur de la colline de Covey Hill est composé de roches datant du Cambrien et provenant de la séquence sédimentaire des Basses-Terres du Saint-Laurent. Les deux formations retrouvées dans cette région sont celles de Covey Hill et de Cairnside, toutes deux faisant parties du Groupe de Potsdam. La formation de Covey Hill est composée de grès feldspathique dont les grains sont grossiers voire même conglomératique, de couleur rougeâtre à verdâtre en général et reposant en discordance sur le précambrien (Globensky,1986). La formation de Cairnside est un grès quartzitique avec des grains de tailles moyennes, de couleur chamois.

Le secteur est affecté par un réseau de diaclases orientées généralement sud-ouest et nord-est. La région est recouverte à certains endroits par une mince couche de dépôts meubles tels que du till ou du sable, ayant une épaisseur maximale de un mètre. L'aquifère est situé dans le roc fracturé et est très caractéristique du sud ouest du Québec. Cette nappe libre possède une conductivité électrique élevée et fournit un fort débit là où elle est exploitée (Landry et Mercier, 1992). La zone de recharge est située sur le sommet de la colline.

2.3 Végétation

La colline de Covey Hill est un endroit boisé, qui possède comme végétation surtout des érables et des pruches. On observe également de nombreux vergers, d'ailleurs un élément important de l'économie de la région. Sur le versant nord de la colline se trouve la tourbière du gouffre de Covey Hill dont la dimension est d'environ 1 km².

2.4 Préparation au terrain

Le travail de terrain a été précédé d'une phase de familiarisation avec le secteur. Les cartes topographiques et cadastrales de la région ont été étudiées de manière à répartir les lots retenus pour l'étude et réaliser une cartographie globale de l'endroit. Les propriétés choisies sont situées au piedmont, au sommet et sur le flanc de la colline (voir figure 2). Ensuite, les propriétaires ont été contactés pour obtenir l'autorisation d'accéder à leur terrain. La deuxième campagne de terrain, a ensuite été précédée par la commande et la préparation du matériel de terrain et de laboratoire. Avec l'aide de Julien Belvisi, étudiant diplômé en géographie, les données de la première campagne d'échantillonnage ont été intégrées au logiciel Arcview par Aissa Sebbane, un cartographe de la FAPAQ. Des cartes incluant les lots et les stations devant être revisitées ont été réalisées, de manière à faciliter le déroulement de la campagne.

2.5 Matériel requis pour les campagnes de terrain

Le matériel suivant a été utilisé lors des campagnes de terrain :

- GPS
- Boussole
- Cartes topographiques 31H4-200-0101
- Sondes multiparamètres (wtw multi 340i)
- Bouteilles HDPE 500 ml et 30 ml
- Bouteilles en verre de 25 ml avec bouchons munis d'une membrane de téflon
- Seringues, support à filtre et filtres 45 µm
- Glacières et « ice packs »
- Eau distillée, sacs ziplock, pipettes, parafilm
- Chlorure mercurique 0,11 M et acide nitrique 16 M
- Sonde piezométrique

2.6 Travaux sur le terrain

Le travail sur le terrain s'est effectué en deux phases. La première qui a eu lieu du 20 juin au 5 juillet a consisté à localiser les eaux de surface comme les cours d'eau intermittents et permanents, les dépressions humides et les résurgences sur les propriétés boisées présélectionnées dans le secteur. Les deux équipes de terrains étaient composées de trois membres chacune, incluant des employés de la FAPAQ, du Ministère des Ressources Naturelles du Québec, et moi-même. Le travail sur le terrain a duré deux semaines. La cartographie s'est effectuée par ratissage en ligne droite avec une distance moyenne de 20 m entre chaque membre de l'équipe. Lors de l'identification d'une station, un arrêt de cinq minutes était effectué pour vérifier la présence de salamandres et identifier les espèces trouvées. Une description du milieu environnant et du cours d'eau était également faite et la station était identifiée visuellement par un ruban et un numéro. La station était localisée par GPS pour permettre de retourner à certaines stations lors de la deuxième campagne de terrain.

La deuxième période d'échantillonnage qui s'est déroulée du 29 juillet au 9 août visait la collecte d'échantillons d'eau et également le relevé de l'état hydrique, plus tard en saison de certains cours d'eau déjà répertoriés. De plus, de nouveaux propriétaires ont été contactés pour réaliser un relevé piézométrique et prélever un échantillon d'eau de puits. Le retour sur le terrain pour une durée de deux semaines s'est effectué à deux personnes seulement, soit une étudiante diplômée de l'UQAM, Marie-Claude Pharand, et moi-même. Les stations visitées dans cette deuxième campagne avaient toutes été visitées lors de la première campagne. Les dépressions humides, les cours d'eau dont le débit était très faible et celles se trouvant sur un même cours d'eau ont été éliminées. À chaque station où le cours d'eau possédait un débit significatif, un prélèvement était réalisé. Les mesures de pH, de conductivité électrique et de température étaient faites à l'aide de la sonde multiparamètres, sur les lieux même de l'échantillonnage.

Les prélèvements d'eau ont été réalisés directement dans les cours d'eau ou à même le robinet pour les puits de particuliers (en amont de tout système de traitement et

après avoir obtenu stabilisation de température, pH et conductivité électrique). À chaque station, trois bouteilles étaient remplies, soit une de 500 ml à partir de l'eau brute, et deux autres dans des bouteilles de 25 et 30 ml, après filtration de l'eau sur un filtre à 0,45 µm. Chaque bouteille était ensuite scellée avec du parafilm, mise dans un sac ziplock individuel et gardée au frais. Dès le retour au laboratoire (généralement le soir même), trois gouttes d'acide nitrique étaient ajoutées dans les bouteilles de 30 ml et une goutte de chlorure mercurique était ajoutées dans les bouteilles de 25 ml. Les bouteilles sont à nouveau scellées et remises au frigo dans des sacs ziplock individuels. Dans le cas où il y avait un très faible débit dans le ruisseau, le prélèvement d'eau était fait à l'aide d'une seringue. Les niveaux d'eau dans les puits ont été mesurés à l'aide d'une sonde piézométrique. Cette sonde est descendue dans les puits et lorsqu'un signal est émis, l'eau est atteinte et la mesure est prise sur le ruban.

2.7 Analyse des ions majeurs

Les échantillons d'eau ont servi à analyser les ions majeurs : Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- et carbone inorganique. Il s'agit des éléments retrouvés en plus grande quantité dans l'eau. La mesure des sulfates (SO_4^{2-}) et les chlorures (Cl^-) a été réalisée par moi-même au laboratoire de la Steppe-UQAM, sous la direction de Frédérick Monette. Pour les sulfates, il s'agit de mesurer la turbidité de l'eau à l'aide d'un turbidimètre après l'ajout de baryum. Les concentrations sont ensuite interprétées à partir d'une courbe standard de la concentration en fonction de la turbidité (voir figure 5). Les chlorures ont été mesurés par titrage avec une solution de nitrate d'argent. À l'aide du volume titré et d'un calcul simple, la concentration en chlorures est déterminée (Eaton et al, 1995). Pierre Cayer de l'ISE-UQAM a réalisé les autres analyses à l'Institut des Sciences de l'Environnement. Le carbone inorganique a été mesuré en calculant le volume de CO_2 dégagé suite à une acidification. Les cations (Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+}), ont été analysés par la méthode d'absorption atomique.

3. RÉSULTATS

3.1 Première campagne de terrain

Lors de la cartographie, dix propriétés ont été visitées à raison d'une par jour et 211 stations ont été répertoriées :

- 26 dépressions humides (zones marécageuses)
- 122 cours d'eau intermittents (cours d'eau où il n'y a pas toujours un écoulement durant l'année)
- 52 cours d'eau permanents (cours d'eau où il y a toujours un écoulement durant l'année)
- 10 résurgences (sortie d'eau suite à un parcours souterrain) et 1 non déterminé.

De plus, 188 salamandres ont été découvertes correspondant à six espèces différentes :

- 12 salamandres sombres des montagnes (7 dans des résurgences, 5 intermittents)
- 69 salamandres sombres du nord (8 résurgences, 23 permanents, 37 intermittents, 1 dépression)
- 46 salamandres rayées (1 résurgence, 1 permanent, 26 intermittents, 18 dépressions)
- 38 salamandres à deux lignes (15 permanents, 14 intermittents, 9 dépressions humides)
- 17 salamandres pourpres (8 résurgences, 6 permanents, 3 intermittents)
- 6 salamandres hybrides (6 intermittents), qui est un croisement entre la salamandre sombre du nord et des montagnes.

Le tableau 11 en annexe résumant l'inventaire des salamandres retrouvées.

3.2 Deuxième campagne de terrain

Au départ, il était prévu de prélever 100 échantillons d'eau de puits et de ruisseaux. Le temps ayant été au beau fixe depuis plusieurs semaines, plusieurs stations prévues pour l'échantillonnage étaient à sec. 44 échantillons ont finalement été prélevés : 24 stations identifiées lors de la première campagne, deux provenant du lac au camping Frontière Enchantée et du lac Léger, un provenant d'une source près du lac Léger, 15 provenant de puits de particuliers, un de la rivière Mitchell et un de la rivière aux Outardes. Les résultats des analyses d'eau sont présentées dans les tableaux 12 et 13. Les données de niveaux piézométriques sont peu nombreuses car les puits des propriétaires sont rarement accessibles. En fait, huit mesures seulement ont été prises et sont identifiées sur les figures 2, 3 et 4.

4. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

4.1 Analyses géochimiques

L'interprétation des résultats d'analyses géochimiques est faite en comparant les concentrations mesurées d'après le type d'eau échantillonné. Le calcul de la balance ionique a d'abord été réalisé. Les résultats montrent que le rapport entre les cations et les anions est supérieur à 30%, ce qui est indicateur d'une erreur de mesure. Après une analyse plus approfondie, il s'est avéré que les contenus en carbone sont très faibles comparativement aux valeurs normalement retrouvées dans les eaux souterraines des Basses-Terres du Saint-Laurent. Les concentrations obtenues dépassaient rarement les 20 mg/l alors que les concentrations attendues sont d'environ 120 à 160 mg/L. La méthode d'analyse utilisée pour analyser le carbone inorganique est probablement en cause. D'après Pierre Pagé, professeur au département des Sciences de la Terre et de l'Atmosphère, la méthode de titrage alcalimétrique aurait apporté des valeurs plus exactes. Les résultats sont regroupés par catégorie : lacs, rivières, sources, puits et ruisseaux (ceux identifiés lors de la première campagne de terrain). L'analyse est réalisée en comparant les différences géochimiques entre les différentes catégories.

Sur le terrain, deux lacs ont été analysés, soit le lac du camping Frontière Enchantée et le lac derrière la propriété de M. Léger. Ce dernier possède une eau très peu minéralisée. Les concentrations en cations et en anions sont toutes inférieures à 2 mg/l. La conductivité électrique est également faible. Cette eau était de couleur brun-rouge, possiblement dû à la présence de tanins dans l'eau. Il est probable que le lac soit alimenté par des eaux de ruissellements ou en partie par une eau souterraine relativement jeune. Le premier lac possède des concentrations plus élevées en calcium, magnésium, potassium ainsi qu'une conductivité électrique et une température plus élevée. Il est possible qu'il soit l'objet d'une plus grande contribution d'eau souterraine.

Dans les sources, celle identifiée « source Léger » possède des concentrations pour les différents ions très faibles. Il peut s'agir d'une eau souterraine n'ayant pas migré longtemps sous terre, étant interceptée par la topographie. Cette source est probablement une source de dépression située en bas de pente et se jetant dans le lac (Todd,1980). Il est peu probable qu'il s'agisse d'une eau de ruissellement puisque à cette période, il n'avait pas plu depuis plusieurs jours. La température relativement élevée de la source indique cependant que cette eau provient de près de la surface du sol, à tout le moins que l'eau a migré en surface avant le point d'échantillonnage. Elle possède la même coloration que l'eau du lac et a sensiblement la même signature chimique. Les autres résurgences ont des concentrations ioniques et des conductivités électriques plus grandes. Leur température est plus faible, soit d'environ 15°C, et il est probable que l'eau ait voyagé plus en profondeur et plus longtemps dans la roche. La prise d'échantillon dans les résurgences du lot 10 a été difficile car il n'y avait qu'un mince filet d'eau sur le socle. Une fois encore, la présence de ces résurgences en l'absence de pluie indique une origine souterraine de l'eau.

La rivière aux Outardes et le ruisseau Mitchell (qui se jette dans la rivière aux Outardes) sont plus minéralisés que les lacs. Comme ils coulent directement sur le socle, la minéralisation peut provenir du lessivage des berges ou du substratum. La rivière présente des concentrations en ions, une conductivité électrique et une température plus grandes que celles mesurées dans le ruisseau Mitchell qui s'y déverse. La distance

qu'elle parcourt est plus grande et plusieurs cours d'eau se jettent dans celle-ci, ce qui contribue à augmenter la concentration en ions. Puisqu'il s'agit de la période d'étiage, l'eau qui coule est probablement en partie issue de la nappe. Même si la rivière aux Outardes et le ruisseau Mitchell n'agissent pas comme des drains importants sur l'aquifère (voir figure 2), ils semblent néanmoins alimentés en partie par celui-ci.

Les ruisseaux ont des signatures similaires sur un même lot. Pour la plupart, il s'agit de ruisseaux permanents. La température est relativement élevée et la conductivité électrique varie de 100 à 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ces ruisseaux sont probablement alimentés en partie par l'eau de ruissellement et en partie par les eaux souterraines migrant près de la surface du sol. Tout comme pour les rivières, le lessivage du sol peut apporter des ions en solution vers les cours d'eau.

Les puits sont relativement plus chargés en ions que les eaux de surface et la conductivité électrique y est beaucoup plus élevée. On peut distinguer deux sous-catégories soit les puits de surface et les puits profonds. L'eau des puits de plus grande profondeur a une teneur en calcium supérieure à 100 mg/l et une conductivité électrique dépassant les 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les valeurs en sulfates sont également supérieures. L'eau est probablement plus âgée car elle a séjourné à de plus grande profondeur. Ici, la température est peu utile car le réservoir est dans la maison. D'après les informations fournis par les propriétaires, la majorité des puits ont plus de 30 m de profondeur. L'échantillon 7-puits possède des valeurs en Ca^{2+} , K^+ , de sulfates et de conductivités très élevées. D'après la propriétaire, le puits a une profondeur de 28 m. Il se peut qu'il soit plus profond qu'elle ne le croit car l'eau est très minéralisée.

Les propriétaires utilisent même un adoucisseur. Le sodium et le chlore sont très élevés pour l'échantillon 2-puits(2). Les puits de surfaces sont plus fréquemment en contact avec l'eau de ruissellement et l'eau de pluie. Les profondeurs sont souvent inférieures à 10 m. La concentration ionique est donc beaucoup plus faible pour tous les ions, ce qui indique que l'eau a séjourné moins longtemps dans la roche. Leurs concentrations ioniques sont semblables à celles des ruisseaux

4.2 Niveaux piézométriques dans le secteur

La carte piézométrique fournit des renseignements concernant le niveau de l'eau et le sens de l'écoulement souterrain. Les courbes piézométriques des figures 3 et 4 en annexe ont été réalisées à l'aide de la base de données des puisatiers, disponibles sur le site internet : www.ggl.ulaval.ca/contenu-fra/travaux-donnees.html. Les données disponibles ne sont cependant pas à jour, les plus récentes datant d'une vingtaine d'années. Les niveaux d'eau mesurés dans les puits de particuliers ont permis d'actualiser la base de données en certains endroits. Ces localisations sont notées sur les figures 2, 3 et 4 par des chiffres. La carte piézométrique fournit plusieurs informations tel que le niveau de la nappe, la relation entre celle-ci et les rivières, le sens de l'écoulement, etc.

Sur la figure 4, les points en noir indiquent les endroits où le niveau de la nappe recoupe la topographie, c'est à dire les points de même altitude. Ces endroits sont propices aux sources dites de contact (Todd, 1980). Sur la colline de Covey Hill, peu de ruisseaux sont cartographiés. Par contre, ceux que l'on retrouve sont probablement alimentés par la nappe. Bien qu'il soit pertinent de pouvoir observer ce qui se passe également du côté des États-Unis, les courbes piézométriques montrent que la colline constitue une grande zone de recharge et que l'écoulement se fait généralement de manière radiale à partir du sommet. La nappe est généralement près de la surface.

4.3 Lien entre les espèces de salamandres et la géochimie de l'eau

À la lumière de ces résultats, il n'est pas possible d'établir un lien direct entre la présence d'une espèce et la nature géochimique de l'eau. Par contre, on peut faire un lien entre le type de cours d'eau et la salamandre. En fait, on ne retrouve pas la salamandre sombre des montagnes dans des dépressions humides mais plutôt dans des cours d'eau intermittents. De plus, on la retrouve essentiellement dans la mi-pente de la colline de Covey Hill et jamais au sommet. Elle dépend donc du milieu environnant.

5. CONCLUSION

Ce travail a permis d'identifier les espèces de salamandres présentes sur la colline de Covey Hill et de caractériser les propriétés géochimiques de l'eau sur la colline de Covey Hill. Les résultats montrent que la majorité des ruisseaux sont alimentés par de l'eau souterraine qui migre près de la surface et séjourne peu longtemps sous terre. Les faibles concentrations en ions majeurs permettent de l'affirmer.

Une campagne piézométrique exhaustive surtout dans le secteur étudié permettrait de mettre à jour la carte piézométrique et d'y apporter certaines précisions. De plus, il serait pertinent de répéter l'échantillonnage et les analyses plusieurs fois durant l'année et de voir s'il peut exister des changements au fil des saisons et des conditions hydriques. La délimitation plus précise de la géologie de surface et subsurface permettrait de préciser les zones de recharge et les directions d'écoulement. La réalisation d'un bilan hydrique de la colline permettrait de mieux comprendre les processus responsables de l'écoulement de surface et souterrain.

Les salamandres sombres des montagnes présentes sur la colline sont donc vulnérables aux modifications dans la recharge de l'aquifère. Un pompage excessif, un déboisement intensif, une diminution des précipitations suite à des changements climatiques ou une contamination de l'eau de surface et souterraine pourraient avoir un impact rapide et direct sur les salamandres vu la proximité de la nappe avec la surface. Il est donc primordial de protéger le territoire.

6. REMERCIMENTS

Je tiens à remercier ceux qui ont collaboré à la réalisation de ce projet. Particulièrement Conservation de la Nature et Marie Larocque pour le soutien financier, la proposition de ce projet et le cadre que vous m'avez apporté. Je remercie les gens de la FAPAQ et Marie-Claude Pharand pour leur présence lors des campagnes de terrain,

Julien Belvisi pour la réalisation des cartes, les laboratoires de la Steppe-UQAM et ISE pour les analyses géochimiques et Pierre Pagé pour l'aide apporté lors de l'interprétation des données. Je remercie également tous les propriétaires et autres personnes qui m'ont permis de recueillir des informations et données essentielles à ce rapport.

7. BIBLIOGRAPHIE

Banton, Olivier (1997), **Hydrogéologie**: multisciences environnementales des eaux souterraines, Presses de l'Université du Québec Sainte-Foy. 460 p.

Clark T.H. (1972), **Stratigraphie et tectonique des basses terres du Saint-Laurent du Québec**. Livre guide l'excursion XXIV ième congrès géologique international. 81p.

Eaton et al. (1995), **Standar Methods**. American Public Health Association. 1032p.

Globensky, Yvon (1986), **Géologie de la région de Saint-Chrysostome et de Lachine (sud)**. Ministère de l'énergie et des ressources. 166 p.

Globensky, Yvon (1987), **Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent**. Ministère de l'énergie et des ressources. 63p.

Harnois, Luc (2002), **Géochimie des milieux sédimentaires**. Note de cours

Landry, Bruno et Mercier, Michel (1992), **Notions de géologie**. 3ième édition. 553 p.

Rodier, Jean (1984), **L'analyse de l'eau**. Bordas. 1365 p.

Todd, Q.K. (1980), **Groundwater hydrology**. J. Wiley, New York. 535p.

ANNEXES

Figure 1
Localisation de la colline de Covey Hill

