

3. RÉSULTATS

3.1. Nature et propriétés des dépôts meubles

Trois principales unités géologiques sont présentes sur le site à l'étude. Les dépôts meubles sont composés d'une lithologie de sable en surface (mer de Champlain) appuyée sur du till de l'avancée glaciaire de Gentilly. En dessous de ces formations, les matériaux consolidés sont composés de schistes argileux et un peu de calcaire des Groupes d'Utica et de Trenton. La topographie du site est généralement plane, à l'exception de la falaise de près de 30 mètres à l'Ouest et au Nord-Ouest du site qui longe la rivière Jacques-Cartier.

Les forages identifiés PZ-1 à PZ-9 ont atteint des profondeurs comprises entre 4,9 et 9,8 mètres sous la surface actuelle du sol. Les descriptions stratigraphiques sont présentées à l'annexe 2. En surface du terrain naturel, une couche de sol végétal a été rencontrée sur une épaisseur approximative de 30 centimètres aux forages PZ-1, PZ-3 et PZ-4. Sous cet horizon et à la surface des autres sondages, un horizon de sable brun contenant des traces à un peu de gravier a été traversé sur des épaisseurs variant de 1,1 à 7,3 mètres.

Sous la couche de sable à l'emplacement des forages PZ-4, PZ-6 et PZ-8, une couche de silt et d'argile grise-brune contenant des traces de sable et gravier a été interceptée. Cette couche a été traversée sur des épaisseurs variant de 0,3 à 0,8 mètre.

Sous la couche de silt et d'argile à l'emplacement des sondages PZ-4, PZ-6 et PZ-8 et sous la couche de sable à l'emplacement des autres forages, une couche de till a été rencontrée entre 1,1 et 9,8 mètres de profondeur. Le till est très hétérogène et bien qu'il soit dans l'ensemble plus ou moins imperméable, on observe par endroit des horizons plus perméables. Le tableau 1 de la page suivante présente la profondeur et l'élévation au sommet de l'unité de till dont l'hétérogénéité est variable d'un endroit à l'autre.

Aucun forage n'a rencontré le socle rocheux. Cependant, lors de l'étude hydrogéologique réalisée en 1986 par Technisol (dossier : 7624); le forage F-2 a rencontré le roc à une profondeur de 16,5 mètres et correspondrait à une élévation approximative de 74 mètres. Le roc a été décrit comme du schiste argileux, gris, très fracturé et altéré.



Tableau 1: Élévation du sommet de l'unité hétérogène

Points de Mesure	Élévation Sol (m)	Profondeur Argile ou Till (m)	Élévation Argile ou Till (m)
PZ-1	90,86	7,60	83,26
PZ-2	90,67	5,20	85,47
PZ-3	91,61	5,90	
PZ-4	91,34	5,80	85,54
PZ-5	91,20	4,60	86,60
PZ-6	86,28	3,50	82,78
PZ-7	90,19	4,70	85,49
PZ-8	86,62	3,20	83,42
PZ-9	86,15	3,00	83,15
Résurgence non-contaminée	82,74	0,00	82,74

La carte des isocontours de l'élévation du sommet de l'unité hétérogène est présentée à l'annexe 4 alors que les coupes stratigraphiques sont présentées à l'annexe 5.

3.2. Piézométrie du site

Afin de réaliser la piézométrie du site et de s'assurer de la fiabilité des mesures, les lectures des niveaux d'eau ont été mesurées à trois reprises entre le 20 et le 26 avril 1996. La piézométrie fine du site a été réalisée à l'aide des niveaux d'eau mesurés le 26 avril 1996. Les élévations arbitraires des points de mesure des niveaux d'eau ainsi que de la nappe phréatique sont présentées au tableau suivant :



Tableau no 2: Élévation de nappe d'eau au sein de l'unité perméable

Points de Mesure	Élévation Sommet Tubage (m)	Profondeur Nappe Phréatique Avril 1996 (m)			Élévation Nappe Phréatique (m)
		20 avril	23 avril	26 avril	
					26 avril 1996
PZ-1	90,86	6,21	6,06	6,11	84,85
PZ-2	90,81	Nil	Nil	Nil	---
PZ-3	91,61	4,29	4,08	3,91	87,70
PZ-4	92,85	7,39	7,36	7,21	85,64
PZ-5	91,47	4,96	4,72	4,66	86,81
PZ-6	86,61	1,40	1,35	1,26	85,5
PZ-7	90,68	6,18	6,11	6,05	84,63
PZ-8	87,17	2,06	1,99	1,93	85,24
PZ-9	86,63	6,16	6,26	6,24	80,39 ¹
Résurgence non conta- minée					82,74
Résurgence contaminée					79,26

Le débit mesuré de la résurgence non contaminée était de 10 GUSPM alors que celui de la résurgence contaminée était de 40 GUSPM le 26 avril 1996.

La carte piézométrique, présentée à l'annexe 6, illustre que l'eau souterraine au sein de l'unité de sable s'écoule en direction Sud et Sud-Ouest. Il existe une limite de partage des eaux, formant un axe d'orientation Nord-Sud, séparant les bassins locaux des rivières aux Pommes et Jacques-Cartier. Le gradient hydraulique horizontal augmente à proximité de la pente menant à la rivière Jacques-Cartier, et la direction d'écoulement bifurque vers l'Ouest. Cette déviation locale de l'écoulement souterrain

¹ : L'élévation de la nappe en PZ-9 n'a pas été utilisée pour établir la carte piézométrique; elle est représentative du till et non de l'horizon perméable.



est provoquée par la présence du coteau où sont les résurgences, et une dépression linéaire dans l'interface entre les unités perméable (sable) et hétérogène (till). Cette dépression a une orientation Est-Ouest, avec une pente descendante vers l'Ouest (voir carte de l'annexe 4).

L'interface entre ces deux corps géologiques est majoritairement imperméable, mais pas totalement. Une partie de l'eau souterraine circulant au sein de l'unité perméable peut s'infiltrer dans l'unité sous-jacente qui est caractérisée par la présence de lentilles relativement perméables. C'est l'étalement granulométrique de l'unité de till ainsi que sa compacité à certains endroits qui lui confère une conductivité hydraulique beaucoup moins élevée que celle de l'unité perméable sus-jacente. Considérant le fait qu'il existe des lentilles de sable au sein de l'unité de till, nous attribuons plutôt le qualificatif "hétérogène" à cette unité lithologique. L'hétérogénéité de cette unité se manifeste, entre autres, par la présence de petits horizons minces discontinus (et disposés de façon aléatoire) de matériaux relativement perméables (sable, gravier). Une partie de l'écoulement souterrain emprunte ces petits horizons perméables similairement à l'écoulement en milieu fracturé. L'écoulement souterrain au sein de l'unité hétérogène est complexe et indépendant de l'unité perméable sus-jacente; il se dirigerait vers l'Ouest, en direction des résurgences.

3.3. Analyse chimique

Les résultats d'analyse chimique et de conductivité effectuée sur le terrain et en laboratoire sont présentés au tableau suivant :

Tableau no 3: Résultats d'analyse de la conductivité et de la teneur en fer

Points d'échantillonnage	19 avril 1996		26 avril 1996		
	Cond. (µS)	Fer (ppm)	Cond. (µS)	Fer (ppm)	Envirolab Fer (ppm)
PZ-1	100	0,12	100	0,12	0,20
PZ-3	100	0,22	100	0,18	----
PZ-5	600	0,13	500	0,02	0,03
PZ-6	100	0,07	<100	0,00	<0,02
PZ-7	100	0,03	100	0,04	----
PZ-8	200	0,05	100	0,00	0,10

PZ-9	400	0,09	400	0,96	0,82
Résurgence non-contaminée	100	0,06	100	0,04	<0,02
Résurgence contaminée	1200	29	1100	33,5	28
Fossé amont	200	0,50	300	0,25	----
Fossé aval	200	0,07	200	0,11	----

La localisation des points d'échantillonnage (piézomètres) est illustrée sur la carte de l'annexe 1. Une odeur nauséabonde a été remarquée lors de l'échantillonnage de la résurgence contaminée.

Les résultats suggèrent que l'eau souterraine échantillonnée au sein de l'unité perméable (PZ-1, PZ-3, PZ-5, PZ-6, PZ-8, fossé amont, fossé aval) ainsi que celle échantillonnée au sein de l'unité hétérogène (PZ-7 et PZ-9) sont indépendantes de la résurgence contaminée considérant que les teneurs en fer et la conductivité sont différentes.



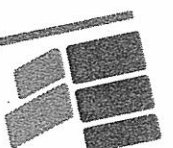
4. DISCUSSION DES RÉSULTATS

Les informations obtenues des forages, de la piézométrie du secteur ainsi que de l'analyse chimique, suggèrent que l'eau souterraine circulant au sein de l'unité perméable (sable de surface) est indépendante de celle circulant dans l'unité hétérogène (till sous-jacent). Il existe une barrière hydraulique entre les deux unités lithologiques, bien qu'il faille retenir que cette barrière n'est pas totalement imperméable puisqu'à certains endroits, la proportion de sable et gravier dans l'unité hétérogène est telle qu'elle permet la recharge de cette unité par les eaux circulant dans l'unité perméable.

L'unité hétérogène est caractérisée par la présence de minces horizons de sable et gravier de dimensions finies, interconnectés les uns aux autres de façon similaire aux réseaux de fractures caractérisant habituellement le socle rocheux. Considérant cette hypothèse, cela peut expliquer les différences physico-chimiques des eaux circulant dans l'unité hétérogène. Le socle rocheux étant localisé immédiatement sous l'unité hétérogène (till) et sa surface étant fracturée, celui-ci peut être partie intégrante de l'unité hétérogène.

Les structures des deux unités lithologiques étant très différentes, l'écoulement souterrain au sein de chacune d'elles est indépendant, définissant ainsi deux nappes presque distinctes. L'écoulement au sein de l'unité perméable est régulier et prévisible, alors que dans l'unité hétérogène, il peut être associé à l'écoulement complexe des milieux fracturés et/ou interdigités, donc un comportement tout à fait différent.

La figure 10 illustre le modèle hypothétique pouvant être associé à l'existence de résurgences proximales tout en ayant des caractéristiques chimiques différentes. Le lixiviat produit par les déchets rejoint l'eau souterraine circulant au sein de l'unité perméable. Cette dernière est en charge hydraulique par rapport à l'unité hétérogène sous-jacente, permettant ainsi une recharge de cette dernière unité par de l'eau contaminée. L'eau souterraine circule dans les deux unités qui n'imposent pas les mêmes taux d'atténuation au lixiviat. Lorsque l'eau souterraine atteint le coteau Ouest, les gradients hydrauliques sont tels que l'eau peut faire résurgence. Ainsi, l'eau souterraine émergeant à la résurgence no 4 est plus contaminée que celle constituant la résurgence no 1. L'eau émergeant de la résurgence non contaminée no 4 provient du Nord et n'est pas affectée par une source de contamination, alors que celle émergeant de la résurgence contaminée no 4 provient de l'Est et serait affectée par les déchets.



MODÈLE HYPOTHÉTIQUE

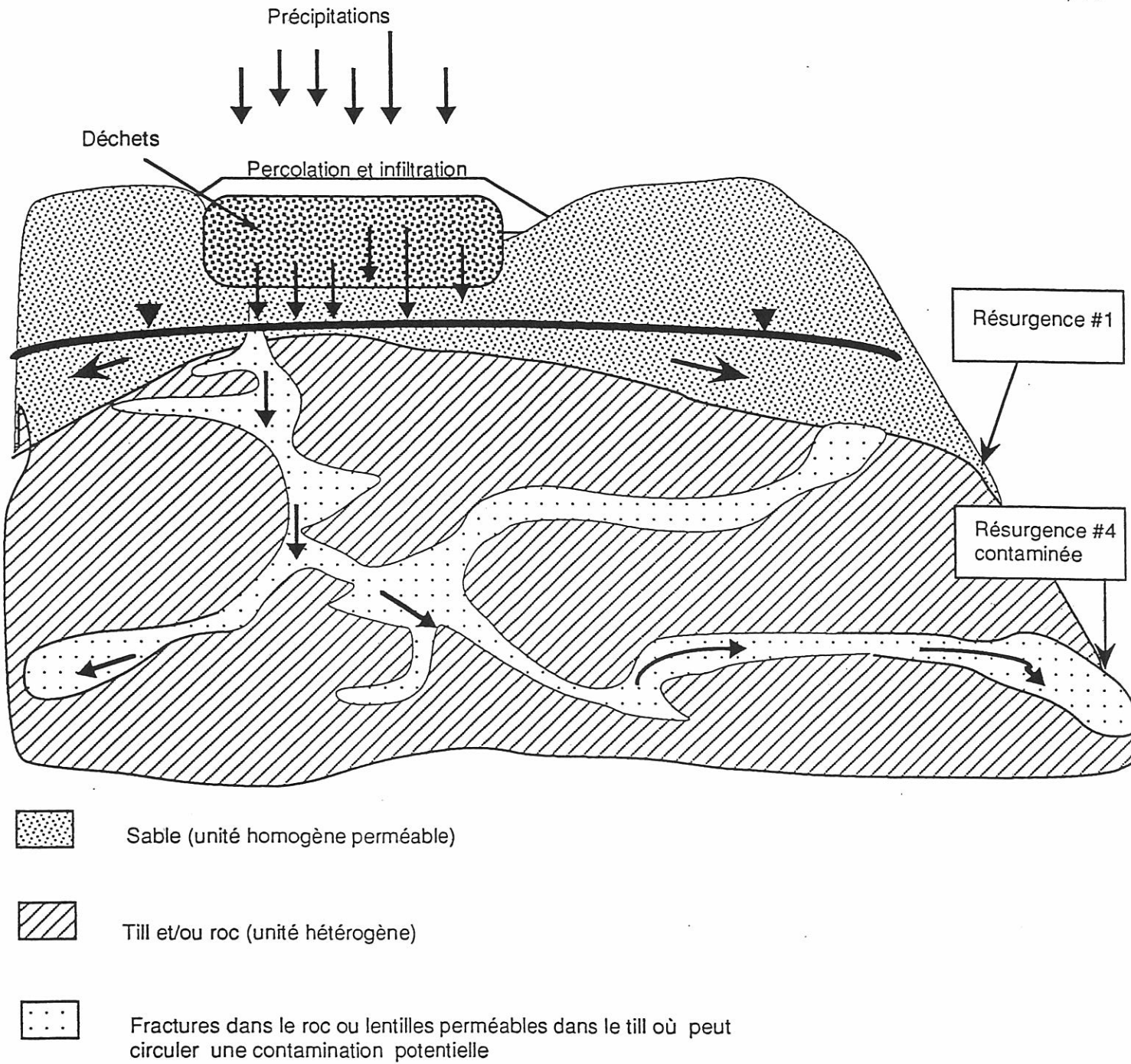


FIGURE 10

Considérant que l'eau contaminée circule dans un "milieu fracturé", il peut s'avérer très difficile de la capter avant qu'elle fasse résurgence. De plus, il ne serait pas économiquement réalisable de localiser et contrôler la zone de recharge dans le secteur des déchets. Il serait néanmoins possible de diminuer la production de lixiviat par les déchets.



5. CONCLUSION

Les travaux réalisés ont permis de préciser le contexte stratigraphique dans lequel s'inscrit le L.E.S. de la Régie Inter-municipale de l'Est de Portneuf (RIEP). Deux unités lithologiques superposées sont présentes dans le secteur de la résurgence no 4 qui est en partie contaminée. L'unité sommitale est composée de sable moyen, relativement homogène, dans lequel circule l'eau souterraine. Cette unité repose sur une unité lithologique hétérogène majoritairement silto-argileuse, contenant de minces horizons de sable et gravier disposés tels des fractures dans le socle rocheux. Cette dernière unité repose sur le socle rocheux dont la surface est fracturée.

L'eau souterraine circule dans les deux unités lithologiques, mais avec un régime complètement différent; en effet, l'eau circulant dans l'unité sommitale est sujette aux principes régissant l'écoulement en milieu poreux, alors que le mouvement de l'eau circulant dans l'unité hétérogène peut être associé à celui d'un milieu fracturé (et/ou interdigité).

La source de contamination des eaux souterraines semble uniquement le L.E.S. Cependant, les phénomènes d'atténuation étant moins efficaces au sein de l'unité hétérogène sous-jacente, les résurgences qui en émergent sont plus contaminées que celles émergeant de l'unité sommitale dont une partie de l'apport en eau provient du Nord sans circuler à travers les déchets. La complexité structurale de l'unité hétérogène permet tout de même aux eaux souterraines circulant indépendamment dans les deux unités lithologiques de faire résurgence au même endroit mais à des élévations différentes.

L'arrangement non-structuré des horizons perméables de l'unité hétérogène ne permet pas l'installation de captage efficace en amont de la résurgence contaminée no 4. Des mesures de mitigation au site même des déchets pourront possiblement diminuer le taux de production de lixiviat se dirigeant vers cette résurgence. Afin que des mesures correctrices apportent les modifications souhaitées au contexte actuel, il nous paraît préférable et plus rapide de gérer le problème de contamination directement au site de la résurgence contaminée. Le débit de cette dernière, au mois d'avril 1996, était de 150 l/min (40 GUSPM).

Les Consultants H.G.E. Inc.

Mai 1996

