



NOTES EXPLICATIVES

Dans le cadre du programme de connaissances intégrées mis de l'avant par la direction générale des Eaux, le bassin de la rivière Yamaska a fait l'objet d'une étude hydrogéologique commencée en 1974 et poursuivie jusqu'à la fin de 1976.

Le schéma de travail qui a été déroulé tant au bureau que sur le terrain a compris trois étapes d'un an chacune.

Étape 1: Cueillette et validation de l'information existante

Étape 2: Forages, puits d'essais, pompages, levés géophysiques et géochimiques

Étape 3: Interprétation des résultats, mise en carte de l'information

L'information mentionnée à l'étape 1 provient tant de firmes privées que d'organismes publics (C. références) ainsi que de notre banque de données hydrogéologiques, elle a servi à préciser et planifier les travaux de terrain énumérés à l'étape 2.

Le document final que nous présentons comporte deux cartes ainsi que des annexes ou sont résumées, localisées et interprétées les données de base. La première carte hydrogéologique 0-44 fait voir la répartition des dépôts meubles selon la perméabilité, les affleurements rocheux, la localisation des sondages et des puits d'essai réalisés au cours de l'étude ainsi que les emplacements et les zones propices au captage d'eau souterraine accompagnées de coupes stratigraphiques montrant la position des aquifères en profondeur. De plus, les municipalités qui utilisent cette ressource pour leur alimentation en eau potable sont identifiées sur la carte.

La deuxième carte hydrogéologique 0-45 montre les formations de la roche en place, les traits structuraux dominants, de même que les puits de particules terminés dans le roc qui ont un débit probable calculé supérieur à 5,4 m³/h (20 galons par minute). En plus d'indiquer la direction d'écoulement de l'eau souterraine dans la roche en place, elle illustre la variation spatiale des ions de sulfate et fait ressortir les zones où les chlorures, le fer et la dureté ont des concentrations élevées.

DÉPÔTS MEUBLES

Pour faciliter la présentation, nous avons jugé à propos de regrouper ces derniers en trois unités distinctes: perméables, peu perméables et imperméables. On verra que ce regroupement tient pour leur alimentation en eau potable sont identifiées sur la carte.

La deuxième carte hydrogéologique 0-45 montre les formations de la roche en place, les traits structuraux dominants, de même que les puits de particules terminés dans le roc qui ont un débit probable calculé supérieur à 5,4 m³/h (20 galons par minute). En plus d'indiquer la direction d'écoulement de l'eau souterraine dans la roche en place, elle illustre la variation spatiale des ions de sulfate et fait ressortir les zones où les chlorures, le fer et la dureté ont des concentrations élevées.

UNITÉ PERMÉABLE

Cette unité n'est pas partout propice au captage de l'eau souterraine. Une description générale de l'unité sera suivie de détails concernant les zones où les potentialités aquifères sont meilleures. Les conditions hydrogéologiques sont différentes suivant que l'on se trouve au-dessus ou sous l'altitude 152 m (500 pieds) par rapport au niveau de la mer.

Au-dessus de 152 m, l'unité perméable est surtout constituée de sable à grains fins à grossiers, mais il y a un peu de gravier; elle repose sur l'argile. Son épaisseur ne dépasse généralement pas 3 m (10 pieds) mais peut atteindre 6 m (20 pieds), par endroits, avec un passage graduel à un matériel plus fin à la base, près du contact argileux.

Les potentialités aquifères sont faibles parce que la zone productive est peu épaisse et contient des éléments fins qui ont le désavantage de réduire la perméabilité. Malheureusement, des essais effectués sur un puits 87 à Mal de l'étoile n'ont pu donner les résultats escomptés quant à la valeur probable de la transmissivité pour cette unité. Une analyse chimique a révélé une teneur en fer de 7,2 mg/l.

Des essais de pompage de courte durée (1 heure) ont indiqué une transmissivité moyenne de $1,7 \times 10^{-4}$ m²/s (10,000 gpm/ft) et des débits disponibles variant entre 2,7 et 13,6 m³/h (10 à 50 gpm) (voir figures 1 et 2). Des tests de pompage de longue durée (72 heures) dans les puits Nos 67 et 69 ont confirmé ces résultats (voir figures 5 et 6).

Il faut noter, c'est dans ces dépôts perméables, sis au-dessus de l'altitude 152 m (500 pieds), que les municipalités de Durham Sud, Knowlton et Waterloo captent leur eau d'alimentation au moyen de puits à grand diamètre ou de collecteurs horizontaux qui peuvent fournir des débits supérieurs à 110 m³/h (400 gpm).

UNITÉ PEU PERMÉABLE

Dans le secteur sud du mont Rougemont, l'unité perméable passe, en profondeur, à des sables et graviers plus grossiers dont la puissance peut atteindre 20 m (65 pieds). Cet aquifère a une transmissivité moyenne de $1,1 \times 10^{-4}$ m²/s (65,000 gpm/ft) et peut fournir des débits de l'ordre de 54,4 m³/h (200 gpm). Aux environs du puits No 25, le réservoir aquifère a été réduit à une épaisseur de 6 m (20 pieds) par une gravillère en exploitation. On a procédé à cet endroit à une épreuve de pompage de 72 heures (figure 4).

Un examen attentif de la coupe A-B, qui traverse cette zone, révèle qu'aux sondages 141, 142 et 137, l'unité perméable est entoumée sous l'argile et son épaisseur varie de 6 à 15 m (20 à 50 pieds). Les puits d'essai terminés dans cet aquifère constituent un mélange de sable, gravier et blocs et ont donné lors d'épreuves de pompage des débits variant entre 17,4 et 44,2 m³/h (64 à 170 gpm); les transmissivités obtenues se situent entre $3,8 \times 10^{-4}$ et $37,9 \times 10^{-4}$ m²/s (22,000 à 220,000 gpm/ft).

Rapportons que les municipalités de Rougemont et Saint-Pierre obtiennent une eau de bonne qualité chimique à partir de puits terminés dans cette unité.

ZONES II et III (coupes C-D et E-F)

Dans le secteur du mont Yamaska, on a décelé deux aquifères, l'un captif, l'autre libre. Le premier, qui apparaît sous l'argile sur la coupe E-F, a une épaisseur de 15 m (50 pieds). La nappe libre, à la partie supérieure de la coupe C-D, est constituée de sables et graviers devenant plus grossiers à la base; elle fait 13,7 m d'épaisseur (45 pieds). Lors d'essais de pompage, nous avons pu mesurer des débits de 10,9 à 32,2 m³/h (40 à 118,5 gpm) et déterminer des transmissivités de $2,1 \times 10^{-4}$ à $3,4 \times 10^{-4}$ m²/s (12,000 à 27,000 gpm/ft).

Sur le versant est du mont Yamaska, on a noté la présence d'une nappe captive, révélée par le sondage No 37, que l'on pourrait rattacher aux zones II et III pour la qualité chimique de son eau, mais qui n'est distinguée nettement par sa transmissivité qui est que de $0,29 \times 10^{-4}$ m²/s (6500 gpm/ft).

Dans ces deux zones, l'eau souterraine est généralement de bonne qualité, mais le fer excède 5 mg/l à quelques endroits, ce qui est nettement aquifère à ce que l'on trouve dans le secteur du mont Rougemont; l'eau de certains puits dégage une légère odeur d'hydrogène sulfuré.

Emplacements propices

En dehors des zones précitées, il existe d'autres aquifères recouverts ici et là par des puits et forages. Ces ouvrages ponctuels, trop peu nombreux, n'ont pas permis la délimitation de zones; ils présentent cependant des matériaux qui appartiennent indiscutablement à l'unité perméable.

Les sondages 90, 155 et 156 ont permis de déceler des nappes intéressantes. Ils furent transformés en puits d'essai où on a pu déterminer par pompage des transmissivités respectives de $6,3 \times 10^{-4}$, $34,5 \times 10^{-4}$ et $7,2 \times 10^{-4}$ m²/s (4,000, 20,000 et 42,500 gpm/ft). Les sources d'approvisionnement des municipalités d'Upton et de Saint-Guilhem appartiennent à ce groupe. L'eau est de bonne qualité, quoique dure à Upton.

À une altitude supérieure à 152 m, l'unité perméable est surtout constituée de sable grossier et, par endroits, de blocs. Son épaisseur varie de 3 à 15 m (10 à 50 pieds), à la base, on retrouve du till, du silt et du roc. Les dépôts, généralement peu étendus, sont irrégulièrement distribués, ils se présentent sous une forme allongée, étroite et sinuée.

Les puits d'essai ou v. aménagés, les Nos 3, 15, 16, 53, 59, 65, 67, 69, 150 A, 150 B et 150 C, ont indiqué qu'il s'agit d'un bon aquifère à l'est libre. L'exploitation de sable et de gravier qui s'y trouve est limitée par les dépôts qui également un autre intérêt économique, qui est souvent en concurrence directe avec l'extraction de l'eau souterraine.

Des essais de pompage de courte durée (1 heure) ont indiqué une transmissivité moyenne de $1,7 \times 10^{-4}$ m²/s (10,000 gpm/ft) et des débits disponibles variant entre 2,7 et 13,6 m³/h (10 à 50 gpm) (voir figures 1 et 2). Des tests de pompage de longue durée (72 heures) dans les puits Nos 67 et 69 ont confirmé ces résultats (voir figures 5 et 6).

L'eau est en général d'excellente qualité, sauf à l'emplacement du puits No 53 où elle est dure (229 mg/l) et du puits No 150 où elle est chlorurée (200 mg/l).

ROCHE EN PLACE

La faille Champlain, de direction nord-sud, sépare les Basses-Terres du Saint-Laurent, identifiée à la zone plane, de la région des Appalaches, qui appartient à la zone montagneuse. Les roches qui forment le sous-sol des Basses-Terres du Saint-Laurent comprennent surtout des schistes argileux, des calcaires et des grès d'âge cambrien. Par contre, la région des Appalaches renferme des roches fortement plissées, en grande partie d'origine sédimentaire (grès, schistes argileux, calcaire) et métamorphique (phyllites, schistes ardoises, quartzites d'âge Cambrien et Ordovicien). Des massifs de roches ignées d'âge Crétacé forment les collines montagnardes identifiées par les Monts Shefford, Bromé, Yamaska et Rougemont.

Pour déterminer les potentialités aquifères du roc, nous avons utilisé l'information contenue dans notre banque de données hydrogéologiques et pointé sur la carte (non identifiée) tous les puits de particules terminés dans le roc, dont le débit probable calculé est supérieur à 5,4 m³/h (20 gpm). Ce calcul du débit probable est obtenu en multipliant la capacité spécifique du puits par le tiers du rabattement perméable du niveau de l'eau. Cette formule permet ainsi de comparer les puits entre eux et de faire ressortir ceux qui offrent probablement les meilleures chances de succès pour obtenir un débit égal ou supérieur à 5,4 m³/h. Le tiers du rabattement perméable utilisé dans le calcul, est un facteur de sécurité, qui tient compte, en première approximation, de la capacité spécifique, dont l'ordre de grandeur peut varier considérablement, étant fonction du nombre de la distribution et de la productivité des zones de fractures traversées par le puits.

Au total, les 240 puits à débit calculé supérieur à 5,4 m³/h (20 gpm) et les 2160 puits à débit moyen de 1,9 m³/h (7 gpm), qui s'appartiennent pas sur la carte, ont une capacité totale de production de 5400 m³/h (50 p/acc). Dans 70 pour cent des puits, le niveau piézométrique se situe à environ 3 m (10 pieds) sous la surface du sol; très peu sont jaillissants.

Il ne semble pas exister de relation directe entre la composition minéralogique de la roche en place et le débit des puits. Un examen de la carte permet de constater que les puits les plus productifs sont groupés aux environs de la faille Champlain, à la limite des Basses-Terres et des Appalaches.

HYDROCHIMIE

Au total, 188 échantillons d'eau ont été prélevés dans des puits de particules terminés dans le roc et soumis au laboratoire du MRM pour déterminer les principaux constituants chimiques. Le choix des sites de prélèvement s'est effectué en vue d'obtenir une bonne répartition géographique. Les résultats d'analyses chimiques (161-348) sont représentés sur la carte au moyen de diagrammes circulaires. Ce mode de représentation graphique, décrit sur la carte, a été utilisé pour permettre de distinguer le cheminement probable de l'eau souterraine dans le roc pour l'ensemble du bassin.

La variation de la composition chimique de l'eau de même que sa concentration en sels dissous constituent des indices pour suivre le cheminement de l'eau souterraine dans le roc. Dans la région des Appalaches, l'eau est de type bicarbonaté calcique et faiblement minéralisée, alors qu'au cours de son trajet souterrain vers les Basses-Terres en direction nord-ouest, elle acquiert une forte minéralisation et devient chlorurée sodique.

Ces résultats d'analyses ont permis également d'établir des cartes de «constituants» chimiques pour les paramètres suivants: le fer, les chlorures ainsi que la dureté totale. Ces cartes indiquent les zones où la teneur chimique est élevée ou une concentration plus élevée que la norme établie au Canada pour une eau potable. Pour des teneurs supérieures à 0,3 mg/l pour le fer, à 250 mg/l pour les chlorures et à 180 mg/l pour la dureté totale, ces eaux ont des effets sur les usages domestiques. Entre autres: le fer tache les vêtements lessivés et les récipients de plomberie; les chlorures ont une saveur désagréable à l'eau; la dureté de l'eau neutralise le savon et de plus, forme des dépôts de tartre sur les ustensiles de cuisine, ainsi que dans les tuyaux. Ces effets sont surtout d'ordre économique et ne semblent pas provoquer des problèmes de santé pour l'utilisateur, car les puits qui fournissent une eau de qualité chimique vraiment médiocre sont immédiatement abandonnés.

Le lecteur notera que le roc qui forme le sous-sol de la partie nord-ouest du bassin, renferme des eaux où l'on note la présence des trois substances chimiques en quantité supérieure aux normes appliquées pour une eau potable.

UNITÉ PEU PERMÉABLE

Cette unité comprend essentiellement tous les sédiments constitués en proportion variable d'un mélange d'argile, de silt, de sable, de gravier et de blocs. Elle abonde dans la région des Appalaches et repose sur le roc. Dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, on la retrouve sous les argiles ou les sables et, également, elle repose sur le roc. Tel que relevé par les sondages, son épaisseur varie généralement entre 3 et 26 m (10 à 85 pieds).

Cette unité est considérée comme peu perméable en raison de l'intercalation de ses matériaux. Cependant, là où la fraction argileuse est absente, elle peut se prêter au développement de puits capables de satisfaire les besoins domestiques. Ainsi qu'en témoignent les puits Nos 21 A, 83 et 84 qui lors d'essais de pompage ont fourni des débits de l'ordre de 1,4 m³/h (5 gpm); les transmissivités obtenues sont plutôt faibles, soit entre 4×10^{-4} et 11×10^{-4} m²/s (200 à 650 gpm/ft) (voir figures 1, 2, 3).

Enfin, même si la teneur en fer est élevée (2 à 6 mg/l) l'eau souterraine offre toutes les autres caractéristiques d'une eau d'emplacement bonne.

UNITÉ IMPERMÉABLE

Cette unité est constituée d'argile marine, siltueuse par endroits, laissée en place par l'ancêtre du fleuve Saint-Laurent dans les Basses-Terres où elle peut atteindre une épaisseur de 50 m (150 pieds). Elle repose généralement sur le till, mais peut être en contact direct avec la roche en place.

En raison de la finesse de ses pores, l'argile est, à toutes fins pratiques, considérée comme un matériau imperméable; elle emmagasine l'eau en grande quantité, mais ne peut la céder rapidement. Nous n'avons évidemment pas d'exemple à fournir, de puits terminés dans cette unité; les recherches académiques ont relevé une perméabilité aussi faible que 10^{-6} m/s.

ROCHE EN PLACE

La faille Champlain, de direction nord-sud, sépare les Basses-Terres du Saint-Laurent, identifiée à la zone plane, de la région des Appalaches, qui appartient à la zone montagneuse. Les roches qui forment le sous-sol des Basses-Terres du Saint-Laurent comprennent surtout des schistes argileux, des calcaires et des grès d'âge cambrien. Par contre, la région des Appalaches renferme des roches fortement plissées, en grande partie d'origine sédimentaire (grès, schistes argileux, calcaire) et métamorphique (phyllites, schistes ardoises, quartzites d'âge Cambrien et Ordovicien). Des massifs de roches ignées d'âge Crétacé forment les collines montagnardes identifiées par les Monts Shefford, Bromé, Yamaska et Rougemont.

Pour déterminer les potentialités aquifères du roc, nous avons utilisé l'information contenue dans notre banque de données hydrogéologiques et pointé sur la carte (non identifiée) tous les puits de particules terminés dans le roc, dont le débit probable calculé est supérieur à 5,4 m³/h (20 gpm). Ce calcul du débit probable est obtenu en multipliant la capacité spécifique du puits par le tiers du rabattement perméable du niveau de l'eau. Cette formule permet ainsi de comparer les puits entre eux et de faire ressortir ceux qui offrent probablement les meilleures chances de succès pour obtenir un débit égal ou supérieur à 5,4 m³/h. Le tiers du rabattement perméable utilisé dans le calcul, est un facteur de sécurité, qui tient compte, en première approximation, de la capacité spécifique, dont l'ordre de grandeur peut varier considérablement, étant fonction du nombre de la distribution et de la productivité des zones de fractures traversées par le puits.

Au total, les 240 puits à débit calculé supérieur à 5,4 m³/h (20 gpm) et les 2160 puits à débit moyen de 1,9 m³/h (7 gpm), qui s'appartiennent pas sur la carte, ont une capacité totale de production de 5400 m³/h (50 p/acc). Dans 70 pour cent des puits, le niveau piézométrique se situe à environ 3 m (10 pieds) sous la surface du sol; très peu sont jaillissants.

Il ne semble pas exister de relation directe entre la composition minéralogique de la roche en place et le débit des puits. Un examen de la carte permet de constater que les puits les plus productifs sont groupés aux environs de la faille Champlain, à la limite des Basses-Terres et des Appalaches.

HYDROCHIMIE

Au total, 188 échantillons d'eau ont été prélevés dans des puits de particules terminés dans le roc et soumis au laboratoire du MRM pour déterminer les principaux constituants chimiques. Le choix des sites de prélèvement s'est effectué en vue d'obtenir une bonne répartition géographique. Les résultats d'analyses chimiques (161-348) sont représentés sur la carte au moyen de diagrammes circulaires. Ce mode de représentation graphique, décrit sur la carte, a été utilisé pour permettre de distinguer le cheminement probable de l'eau souterraine dans le roc pour l'ensemble du bassin.

La variation de la composition chimique de l'eau de même que sa concentration en sels dissous constituent des indices pour suivre le cheminement de l'eau souterraine dans le roc. Dans la région des Appalaches, l'eau est de type bicarbonaté calcique et faiblement minéralisée, alors qu'au cours de son trajet souterrain vers les Basses-Terres en direction nord-ouest, elle acquiert une forte minéralisation et devient chlorurée sodique.

Ces résultats d'analyses ont permis également d'établir des cartes de «constituants» chimiques pour les paramètres suivants: le fer, les chlorures ainsi que la dureté totale. Ces cartes indiquent les zones où la teneur chimique est élevée ou une concentration plus élevée que la norme établie au Canada pour une eau potable. Pour des teneurs supérieures à 0,3 mg/l pour le fer, à 250 mg/l pour les chlorures et à 180 mg/l pour la dureté totale, ces eaux ont des effets sur les usages domestiques. Entre autres: le fer tache les vêtements lessivés et les récipients de plomberie; les chlorures ont une saveur désagréable à l'eau; la dureté de l'eau neutralise le savon et de plus, forme des dépôts de tartre sur les ustensiles de cuisine, ainsi que dans les tuyaux. Ces effets sont surtout d'ordre économique et ne semblent pas provoquer des problèmes de santé pour l'utilisateur, car les puits qui fournissent une eau de qualité chimique vraiment médiocre sont immédiatement abandonnés.

Le lecteur notera que le roc qui forme le sous-sol de la partie nord-ouest du bassin, renferme des eaux où l'on note la présence des trois substances chimiques en quantité supérieure aux normes appliquées pour une eau potable.

LÉGENDE

- DÉPÔTS MEUBLES**
- UNITÉ PERMÉABLE
 - Au-dessus de 152 m (500')
 - Sable fin à grossier, silt, gravier
 - Au-dessous de 152 m (500')
 - Gravier, sable grossier, blocs par endroits
 - UNITÉ PEU PERMÉABLE
 - Mélange d'argile, silt et blocs
 - UNITÉ IMPERMÉABLE
 - Argile
- ROCHE EN PLACE**
- (a) Affleurement, (b) aire d'affleurements
- SIGNES CONVENTIONNELS**
- Sondage
 - Puits d'essai
 - Emplacement propice
 - Zone propice
 - Courbe de niveau au 152 m (500')
 - Municipalité alimentée par eau souterraine
 - Touche ou marécage
 - Limite du bassin

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DU BASSIN DE LA RIVIÈRE YAMASKA

Préparée par DENIS PARÉ, 1976
SERVICE DES EAUX SOUTERRAINES

NOTE: Carte hydrogéologique basée sur la compilation des dépôts meubles établie par Gilles Lucas