

**Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux
souterraines du Québec**

**Protocole pour la préparation du
Livrable 21 – Propriétés hydrogéologiques**

Par l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR)

31 mars 2012

Méthodologie de calcul et de représentation des propriétés hydrogéologiques

La détermination des propriétés hydrogéologiques et leur représentation cartographique sont des produits livrables dans le cadre des projets du Programme d'Acquisition des Connaissances sur les Eaux Souterraines (PACES). Il convient donc d'utiliser un système d'unité et une représentation graphique uniforme pour l'ensemble des projets afin d'assurer une certaine homogénéité dans les rapports. Les paragraphes qui suivent présentent quelques grandes lignes qu'il est recommandé d'appliquer, en complément aux Guides méthodologiques pour la caractérisation régionale des aquifères granulaires et du socle rocheux (CGC et INRS-ETE, 2008).

Propriétés hydrogéologiques

Les propriétés hydrogéologiques les plus fréquemment retrouvées dans le cadre d'études hydrogéologiques à l'échelle régionale sont, la transmissivité, la conductivité hydraulique et le coefficient d'emmagasinement. Ces propriétés se définissent comme suit (grand dictionnaire terminologique):

Transmissivité : Paramètre régissant le débit d'eau qui s'écoule par unité de largeur de la zone saturée d'un aquifère continu (mesurée selon une direction orthogonale à celle de l'écoulement), et par unité de gradient hydraulique. Produit de la conductivité hydraulique K par la puissance aquifère b , en milieu isotrope, ou produit de la composante du tenseur de perméabilité parallèle à la direction d'écoulement par la puissance aquifère (orthogonale à cette direction), en milieu anisotrope.

Conductivité hydraulique : Aptitude d'un milieu à se laisser traverser par un fluide sous l'effet d'un gradient hydraulique de 1.

Coefficient d'emmagasinement : Pourcentage en volume, de l'eau susceptible d'être effectivement libérée par un prisme vertical de sol de section unitaire et de hauteur égale à celle de la nappe, pour une perte de charge unitaire.

D'autres propriétés sont aussi parfois discutées dans le cadre de telles études. Ainsi, il est possible de retrouver les propriétés hydrogéologiques suivantes dans certaines études: capacité spécifique, perméabilité intrinsèque, porosité totale, porosité de drainage, porosité effective et épaisseur saturée.

Unités

Il convient d'utiliser le Système International (SI) comme façon de représenter les propriétés hydrogéologiques. Celles-ci seront représentées comme suit :

| Propriété | Symbole | Dimension | Unité recommandée |
|------------------------------|----------|-----------|-------------------|
| Transmissivité | T | L^2/T | $m^2/jour$ |
| Conductivité hydraulique | K | L/T | $m/jour$ |
| Coefficient d'emmagasinement | S, S_y | L/L | (sans unité) |
| Capacité spécifique | Q/s | L^2/T | $m^3/jour/m$ |
| Perméabilité intrinsèque | k | L^2 | m^2 |
| Porosité totale | n_t | L/L | (sans unité) |
| Porosité de drainage | n_d | L/L | (sans unité) |
| Porosité effective | n_e | L/L | (sans unité) |
| Épaisseur saturée | b | L | m |

Méthode de détermination

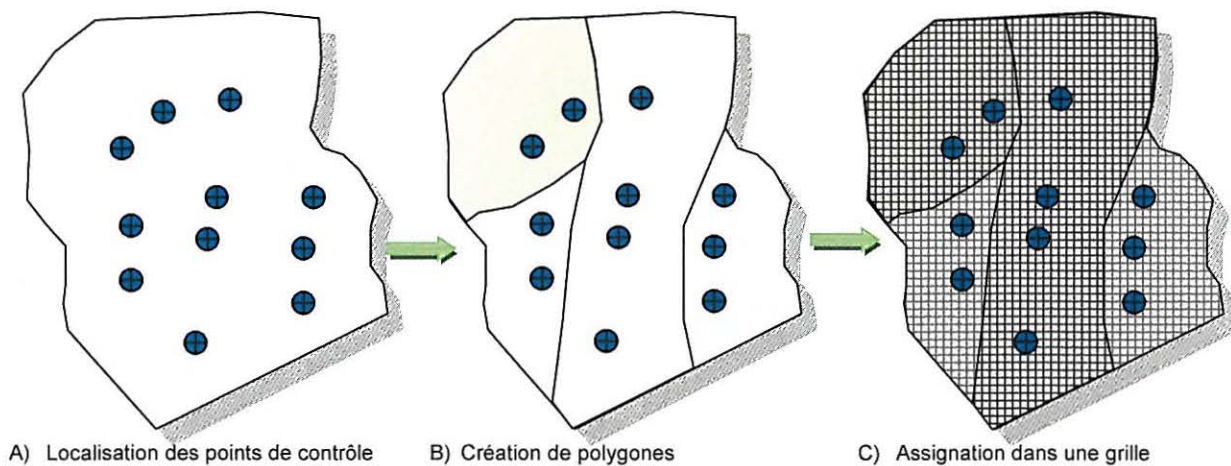
Il n'appartient pas à ce genre de guide méthodologique de décrire ou d'imposer des méthodes de détermination des propriétés hydrogéologiques. À cet effet, le lecteur est référé au « Guide sur les essais de pompage et leurs interprétations » (Chapuis, 1999).

Par ailleurs, il est important dans le texte de mentionner la méthode d'interprétation utilisée pour obtenir les résultats qui sont présentés, ainsi que les données utilisées.

Représentation cartographique

La cartographie de la conductivité hydraulique peut s'avérer utile, notamment dans la réalisation d'une carte de vulnérabilité à l'aide la méthode DRASTIC, où chacun des paramètres de cet indice serait spatialisé sur le territoire à l'étude. Toutefois, la représentation spatiale de la conductivité hydraulique est difficile étant donné que celle-ci est fortement variable latéralement et verticalement (Murat et al. 2003) et que les données issues d'essai ne sont que ponctuelles. À moins d'avoir une très grande quantité de données, il est suggéré d'utiliser des plages de conductivités hydrauliques, plutôt que la réalisation d'interpolations à partir de données ponctuelles afin d'en faire la représentation cartographique. À cet effet, la création de polygones de plages de conductivités hydrauliques est recommandée. Ces polygones de données peuvent, par la suite, être répartis en mailles à l'intérieur d'une grille, puis convertis en cote d'indice DRASTIC. La figure 1 illustre le processus de maillage des conductivités hydrauliques:

Figure 1: Processus de spatialisation des propriétés hydrogéologiques



Trois types de polygones de conductivité hydraulique peuvent être construits, selon le contexte hydrogéologique considérée : 1) un couplage peut être effectué avec la carte des dépôts de surface, lorsqu'il s'agit d'un aquifère à nappe libre ou 2) avec la carte géologique, lorsqu'il s'agit d'un aquifère dans le socle rocheux. Dans le cas 3) des nappes captives dans les dépôts meubles la création des polygones est beaucoup plus complexe, puisque les limites des aquifères ne sont pas observées en surface. Dans ce cas précis, il faut se référer au modèle hydrostratigraphique tridimensionnel élaboré dans le cadre du projet, afin de tracer la projection des limites approximative de ces aquifères.

Dans le cas de certains projets, il sera requis de construire jusqu'à trois cartes de répartition des propriétés hydrogéologiques afin de pouvoir représenter adéquatement les propriétés à l'intérieur des trois unités hydrostratigraphiques énumérées au paragraphe qui précède.

Dans le cas de la conductivité hydraulique, un choix de quatre classes est recommandé. Le tableau 1 présente ces classes avec la couleur de représentation proposées.

Tableau 1: Catégories de conductivité hydraulique avec couleur proposée

| Classe de conductivité hydraulique (m/jour) | Description | Couleur recommandée (RGB) |
|---|---------------------------------|---------------------------|
| < 0,5 | Peu perméable (aquitard) | 255-0-0 |
| 0,5 à 5 | Modérément perméable (aquitard) | 255-255-0 |
| 5 à 50 | Très perméable (aquifère) | 76-230-0 |
| > 50 | Fortement perméable (aquifère) | 0-77-168 |

Exemple de la Mauricie

Le tableau 2 présente un exemple non exhaustif des plages de conductivités hydrauliques observées en Mauricie dans les dépôts cartographiés sur les cartes de la CGC, selon la légende générale des formations superficielles par Parent et al. (2009).

Tableau 2: Corrélation des codes de lithofaciès avec la conductivité hydraulique

| Code de lithofaciès | Type de sédiment | Plage de conductivité hydraulique (m/jour) | | |
|---------------------|---|--|---|-------|
| O | Sédiments organiques | 0.001 | - | 0.1 |
| E | Sédiments éoliens: sable fin stratifié | 0.1 | - | 4 |
| Ap | Alluvions actuelles: sable, silt sableux, sable graveleux et gravier | 0.01 | - | 4 |
| At | Alluvions de terrasses fluviales sable, silt sableux, sable graveleux et gravier | 0.01 | - | 9 |
| Ld | Sédiments lacustres deltaïques et prodeltaïques: sable, sable graveleux et gravier | 1 | - | 43 |
| Lb | Sédiments lacustres littoraux et pré littoraux: sable, silt sableux, sable graveleux et gravier | 0.1 | - | 9 |
| La | Sédiments lacustres d'eau profonde: silt et argile, généralement laminés | 0.00001 | - | 0.001 |
| Md | Sédiments marins deltaïques et prodeltaïques: sable, sable graveleux et gravier | 1 | - | 43 |
| Mb | Sédiments marins littoraux et pré littoraux: sable, silt sableux, sable graveleux et gravier | 0.1 | - | 9 |
| Ma | Sédiments marins d'eau profonde: silt argileux et argile silteuse, massifs ou laminés | 0.00001 | - | 0.001 |
| Go | Sédiments d'épandage proglaciaire subaérien: sable, gravier et blocs | 9 | - | 432 |
| Gs | Sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique: sable et sable silteux, un peu de gravier | 1 | - | 43 |
| Gx | Sédiments juxtaglaciaires: sable et gravier, blocs un peu de diamicton | 9 | - | 432 |
| Tr | Till remanié: diamicton dont la partie supérieure a été remaniée par les vagues et courants | 0.1 | - | 4 |
| Tm | Till en couverture mince et discontinue: diamicton de moins d'un mètre d'épaisseur et parsemé d'affleurements rocheux | 0.01 | - | 0.4 |

La figure 2 illustre les classes obtenues pour la nappe libre sur le territoire du sud-est de la Mauricie. Cette carte a été découpée en polygones correspondant aux lithofaciès de la carte des formations superficielles et ensuite celles-ci ont été classées selon les quatre classes décrites au tableau 1, en fonction des interprétations effectuées dans le cadre du projet et en fonction des données existantes.

Figure 2: Exemple de distribution de la conductivité hydraulique dans le sud-ouest de la Mauricie

