

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

**Protocole pour la préparation du
Livrables 19 et 20 – Piézométrie dans les
formations superficielles et dans le roc**

Par l'Institut national de la recherche scientifique, Centre - Eau Terre Environnement
(INRS-ETE) et l'Université du Québec à Montréal (UQAM) en collaboration avec la
Commission géologique du Canada (CGC)

31 mars 2012

Auteurs

INRS

René Lefebvre
Marc-André Carrier

UQAM

Lysandre Tremblay
Sylvain Gagné

CGC

Nicolas Benoit
Christine Rivard

TABLE DES MATIÈRES

1	OBJECTIF	4
2	SOURCES DE DONNÉES.....	4
3	SELECTION ET VALIDATION DES DONNEES.....	4
4	TRAITEMENT DES DONNEES.....	5
5	ÉLEMENTS A PRESENTER	6
6	FORMAT ELECTRONIQUE	6
7	ÉLEMENTS A DEFINIR DANS UNE LEGENDE	6
8	BIBLIOGRAPHIE.....	7

1 OBJECTIF

Les livrables 19 et 20 constituent un élément important de la représentation de l'écoulement de l'eau souterraine. En plus d'aider à la compréhension de la dynamique d'écoulement des aquifères d'intérêt, les données piézométriques spatialisées peuvent servir de données d'entrée en modélisation hydrogéologique. Les cartes piézométriques présentent les élévations (par rapport au niveau moyen de la mer) de la nappe phréatique si les aquifères sont à nappe libre ou de la charge hydraulique si les aquifères sont à nappe captive.

L'objectif des livrables 19 et 20 est de représenter spatialement la surface piézométrique (ou potentiométrique) des aquifères d'intérêt (i.e. aquifères granulaires pour les dépôts meubles (livrable 19) et aquifère de roc fracturé (livrable 20). Pour y parvenir, il est nécessaire de spatialiser les données piézométriques disponibles en y intégrant les connaissances existantes sur l'aquifère d'intérêt. La forme des livrables 19 et 20 est une carte représentant les limites des aquifères, les niveaux piézométriques et les directions principales d'écoulement.

2 SOURCES DE DONNÉES

Les données de niveau d'eau souterraine à utiliser proviennent principalement de bases de données hydrogéologiques existantes (ex. : Système d'information hydrogéologique du MDDEFP), de rapports hydrogéologiques antérieurs (ex. : rapports de consultants ou gouvernementaux) et de travaux de terrain réalisés lors de projets régionaux. En complément, des données hydrométriques (ex. : données de niveau d'eau dans les rivières provenant du CEHQ) et des données hydrographiques (ex. : réseau hydrographique structuré provenant du MDDEFP-DPEP) peuvent être utilisées afin d'établir la nature des liens hydrauliques entre les cours et les aquifères au niveau régional.

3 SELECTION ET VALIDATION DES DONNEES

- Distinguer les données associées aux aquifères granulaires et de celles associées aux aquifères de roc fracturé à l'aide des données disponibles (ex. : stratigraphie, construction de puits, ...) de manière à produire une carte piézométrique distincte pour chacun des deux types si possible; s'assurer que chacun des puits sélectionnés soit ouvert ou crépiné sur l'aquifère d'intérêt.
- Valider les données de niveau d'eau par représentation graphique ou par visualisation spatiale (ex. : élimination de valeurs nulles ou d'erreurs de mesure, vérification la cohérence du niveau statique avec niveau dynamique et avec profondeur du puits, ...) afin d'éviter l'utilisation de données aberrantes; dans les régions caractérisées par une faible densité de données les données éliminées ou jugées non valides initialement peuvent être corrigées et utilisées si possible; lors de l'interpolation, l'étude des résidus de la validation croisée peut être un outil objectif efficace pour identifier des données erronées qui doivent être validées manuellement.
- Vérifier la pertinence d'utiliser une zone tampon de 1 km ou plus autour de la zone d'étude en vue de l'interpolation et sélectionner les données en conséquence.
- S'assurer de conserver les informations sur les caractéristiques du puits, de même que sur la cote de fiabilité de ce dernier.

- Établir si possible la nature du lien hydraulique entre les segments de rivières et l'aquifère d'intérêt.
- Ajouter (si pertinent) les données de niveau d'eau de surface pour les cours d'eau en fonction des connaissances des aquifères de la région et de leur liens potentiels avec les cours d'eau.

4 TRAITEMENT DES DONNEES

- Réaliser une première interpolation en utilisant le krigeage ordinaire comme méthode d'estimation. Dans le cadre des projets PACES, il est suggéré de débiter avec un maillage plus grossier (ex. : 500x500m) et, si pertinent, utiliser un maillage plus fin (ex. : 250x250m ou 100x100m) pour l'interpolation finale. Vérifier le variogramme et le modifier s'il ne respecte pas les données mesurées de façon satisfaisante. S'assurer que suffisamment de données sont disponibles pour chaque intervalle considéré dans le variogramme; ajuster les intervalles au besoin. Vérifier que la variance des données correspond environ à la valeur du plateau du variogramme.
- Faire une inspection visuelle des résultats afin de vérifier la présence d'anomalies. Comme mentionné plus haut, l'analyse des résidus de la validation croisée peut également aider à localiser les écarts importants et à cibler les vérifications de données à faire. Enlever ou corriger les données erronées.
- Utiliser les données validées pour réaliser seconde l'interpolation; plusieurs méthodes d'interpolation peuvent s'appliquer selon le contexte (krigeage ordinaire, cokrigeage ordinaire ou simple, krigeage avec dérive externe, ...). Dans le cadre du projet PACES en Montérégie Est, deux méthodes d'interpolation ont été utilisées, soit le krigeage ordinaire pour la zone nord-ouest (i.e. Basses-terres du Saint-Laurent) et le krigeage avec dérive externe pour la zone sud-est (i.e. Appalaches).
- Séparer, si nécessaire, la zone d'étude en différents secteurs basés sur les connaissances géologiques et hydrogéologiques, ainsi que sur les deux premiers moments statistiques (i.e. moyenne et variance) des données si ceux-ci sont significativement différents afin d'obtenir des variogrammes mieux ajustés pour chaque secteur.
- Vérifier la validité de la carte piézométrique en s'assurant que l'écoulement le long des cours d'eau en lien hydraulique avec l'aquifère étudié se fasse de l'amont vers l'aval et que le niveau piézométrique estimé soit inférieur à la surface du sol (à l'exception des zones caractérisées par des conditions artésiennes). Les valeurs négatives (i.e. niveau d'eau au-dessus du sol) sont toutefois rares et les régions caractérisées par celles-ci devraient être soigneusement vérifiées; si l'erreur est plus faible que la précision du modèle numérique de terrain (MNT), ces valeurs négatives devraient être intégrées à la première classe de valeurs représentée sur la carte (voir section sur la légende ci-dessous).
- Pour obtenir une représentation plus réaliste, des points de contrôle virtuels (ex. : contact topographique avec un cours d'eau ou un milieu humide) peuvent être ajoutés en veillant à conserver une densité d'information similaire à celle déjà présente; c'est-à-dire, en s'assurant qu'il n'y ait pas surreprésentation des données de contrôle comparativement aux données originales.

- Soustraire les valeurs interpolées d'élévation du niveau d'eau souterraine de celles de l'élévation du sol (ex. : élévation du sol extraite d'un MNT) afin d'obtenir la profondeur de la nappe.

5 ÉLEMENTS A PRESENTER

Les livrables 19 et 20 devraient illustrer les isopièzes des aquifères d'intérêt. Le livrable 19 présente la piézométrie pour les aquifères granulaires dans les dépôts meubles et le livrable 20, la piézométrie pour le ou les aquifères dans le socle rocheux. Selon le territoire étudié, il est possible que la carte piézométrique des aquifères granulaires dans les dépôts meubles ne couvre pas la totalité de la zone d'étude. Les éléments à présenter sont les suivants :

- La piézométrie des aquifères des dépôts meubles et du roc.
- Les limites des principaux aquifères et les directions principales d'écoulement (si pertinent).
- Les limites des MRC et/ou des municipalités et toponymie
- Les principaux cours d'eau, si possible illustré de manière à distinguer la nature de leur lien hydraulique avec l'aquifère d'intérêt

6 FORMAT ELECTRONIQUE

Le format des couches représentant ces livrables devrait être de type matriciel avec une résolution d'au moins 250x250 m. Des isocontours en format vectoriel pourraient également être superposés à cette couche matricielle afin de mieux illustrer les isopièzes. Le type de fichier pour ces isocontours devrait être une classe d'objets linéaires (« feature class ») pouvant être incluse dans une geodatabase. Au minimum, cette classe d'objet devrait comprendre un champ "*Isopieze*" qui indiquerait la valeur de chaque isopieze. La carte pourrait également indiquer les directions générales d'écoulement à l'aide de flèches.

7 ÉLEMENTS A DEFINIR DANS UNE LEGENDE

La légende devrait tenir compte des élévations du niveau d'eau souterraine dans la zone d'étude. Dans cette perspective, des intervalles réguliers ne sont pas nécessairement appropriés. Un minimum de 5 à 10 classes devraient être définies selon l'échelle de représentation : intervalles supérieurs à 5 m si l'échelle de la carte est de 1/20 000 ou 1/50 000, ou intervalles supérieurs à 10 m si l'échelle de la carte est de 1/100 000.

Les couleurs de ces différentes classes devraient aller du bleu pâle pour les élévations les plus faibles, au bleu foncé pour les élévations les plus fortes. Le manuel de Struckmeier et Margat (1995) pourrait être utilisé comme guide.

8 BIBLIOGRAPHIE

Struckmeir, W.F. et J. Margarat (1995) Hydrogeological Maps: A Guide and Standard Legend. International Contributions to Hydrogeology 17, International Association of Hydrogeologists. Hanover: Heise.