



Précision sur les modélisations hydrogéologiques du projet Matawinie

Objet : Précisions et informations supplémentaires de Nouveau Monde Graphite sur la réponse 3 du document DQ5 concernant une réponse du MELCC sur les modélisations hydrogéologiques du projet Matawinie

Date : 24 février 2020

NMG désire apporter quelques précisions et de l'information supplémentaire concernant le document DQ5 question-3 transmise par la commission du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (SAPE) pour le projet minier Matawinie au MELCC. La question suivante demandée par le SAPE est la suivante:

Q-3 Comment se compare le modèle de SNC-Lavalin (3D, 3 couches, PR3.6, annexe 7-4) et celui de Lamont et MDAG (2D, une couche, DA22) concernant la qualité et le niveau d'incertitude liés à la reproduction du milieu géologique, la modélisation de l'écoulement des eaux au pourtour du secteur minier, incluant le domaine Lagrange et la rivière Matawin, ainsi que la migration des contaminants ?

Nouveau-Monde Graphite désire apporter des précisions à la réponse du MELCC¹ sur la comparaison des modèles de SNC-Lavalin (annexe 7-4, EIES) et Lamont et MDAG (Janvier 2020).

Dans un premier temps, il est bon de préciser qu'une mise-à-jour de la modélisation hydrogéologique de SNC-Lavalin pour l'EIES a été réalisée (SNC, 2020) avec les données additionnelles collectées à l'automne 2019. Cette modélisation (SNC, 2020), ainsi que le rapport de Lamont et MDAG (2020), sont les deux modèles hydrogéologiques intégrant les données les plus à jour du projet Matawinie. À cela on peut ajouter les modélisations additionnelles de transport de soluté pour des scénarios avec et sans géomembrane sous la halde² réalisée par Lamont, et où une seconde couche additionnelle a été ajoutée à son modèle initial. Ces rapports viennent compléter les conclusions et recommandations de l'EIES ou répondre aux demandes du BAPE.

¹ <http://voute.bape.gouv.qc.ca/dl/?id=00000129191>

² Réponses de NMG au BAPE : Memorandum modélisation du transport de l'eau souterraine au futur site du projet Matawinie (Lamont, Février 2020)

Pour la suite des précisions apportées par NMG, les réponses produites par le MELCC sont *en grisâtre et italique* dans les sections qui suivent, alors que les précisions de NMG sont en noir.

MELCC : La recharge est uniformément distribuée dans le modèle de Lamont (197 mm/an) alors qu'elle est subdivisée en trois zones délimitées par l'élévation et les dépôts superficiels dans le modèle de SNC-Lavalin, à raison de 10, 180 et 200 mm/an. Encore ici, le modèle de SNC-Lavalin est plus représentatif des conditions géologiques réelles.

Ainsi, le modèle conceptuel de SNC-Lavalin semble plus fidèle aux conditions géologiques réelles mais le modèle de Lamont et MDAG indique une plus grande précision des niveaux piézométriques modélisés.

Il est utile de mentionner que les deux modèles sont difficilement comparables, puisque, bien qu'ils utilisent les mêmes propriétés hydrogéologiques de base, ils sont basés sur des hypothèses différentes. L'hypothèse de travail qui crée la plus grande source de divergences entre les résultats des deux modèles vient de l'estimation de la recharge. Ce paramètre est très difficilement mesurable sur le terrain et doit donc, la plupart du temps, être estimé par calcul. Dans le modèle de SNC-Lavalin, la recharge est imposée sur des zones précises du territoire, selon des critères hydrogéologiques reliés aux choix conceptuels de l'hydrogéologue. Dans le cas du modèle de Lamont, une valeur de départ de recharge réaliste est donnée uniformément sur le territoire, puis, par un processus itératif, le logiciel utilisé crée une répartition de la recharge basée sur les conditions d'écoulement et la topographie du terrain. La recharge nette ainsi obtenue varie de nulle à 197 mm/an, tandis que des zones de résurgence correspondant à des suintements en talus et pied de pente peuvent évacuer jusqu'à 150 mm/an.

On peut lire dans le rapport de la modélisation de SNC-Lavalin 2020 :

« Les zones où les élévations de la nappe dans le roc sont les plus élevées constitueraient des zones de recharge privilégiées de l'aquifère de roc. Des conditions artésiennes de la nappe au roc sont également observées au nord-est et sud-ouest du gisement, en bas de pente ou près des cours d'eau ou étendues d'eau ».

Et dans la section piézométrie simulée et calibration :

« Il est à remarquer qu'à plus grande distance du secteur central du modèle qui comprend le gisement, donc à l'extérieur de la zone où une carte piézométrique a été réalisée à partir des niveaux d'eau mesurés en 2019, le choix d'une valeur unique de recharge (de 10 mm) résulte en un patron d'écoulement simulé relativement simplifié et lissé. Ce patron est surtout influencé par les conditions de type drain et charges fixes imposées au droit des plans et cours d'eau. »

« Toutefois, le modèle développé représente une version conservatrice du système hydrogéologique naturel et de la future fosse qui comporte certaines limitations :

- Le modèle numérique est une simplification d'un milieu réel plus complexe et ne peut être employé seul dans le cadre d'un processus décisionnel.*
- L'approche de modélisation utilisée pour cette étude repose sur l'hypothèse d'une équivalence entre le milieu rocheux fracturé et un milieu poreux. Cette approche est validée lorsque le milieu rocheux comprend un réseau de fractures suffisamment dense qui réagit comme un milieu poreux*

équivalent à l'échelle du domaine modélisé. Il est à noter qu'à l'échelle plus locale, les écoulements préférentiels au niveau des fractures sont difficiles à représenter, étant donné l'imprévisibilité inhérente des fractures à cette échelle.

- *Une représentation simplifiée de la recharge a été utilisée.*
- *Pour les simulations de dénoyage, la profondeur maximale de chaque phase a été considérée dès le début de l'exploitation de la phase : dénoyage non progressif. »*

On peut lire dans le rapport de la modélisation de Lamont et MDAG (Janvier 2020) :

« La surface du modèle est limitée par la surface topographique tirée du relevé LiDAR du MERN. »

« Le calibrage réalisé sur les conditions d'écoulement actuelles a été réalisé en ajustant la conductivité hydraulique et la recharge jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'améliorer la représentativité du modèle sans l'ajout de conditions limites ou structures non observées. »

Ainsi la recharge maximale utilisée à l'échelle du gisement est comparable pour les deux modèles (180 et 200 mm/an pour SNC et 197 mm/an pour Lamont et MDAG). Les principales différences observées, permettant pour chacune de répondre aux objectifs visés de la modélisation sont :

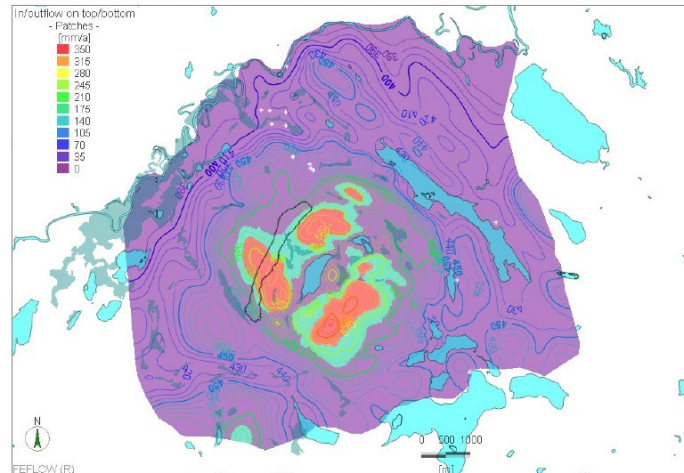
- Utilisation d'une recharge de 10 mm/an à l'extérieur de la zone du gisement, et de 180 mm/an et 200 mm/an autour du gisement dans le modèle de SNC-Lavalin (voir les figures ci-dessous);
- La carte piézométrique (figure 4.2, SNC-Lavalin 2020) dans le modèle de SNC-Lavalin a été réalisée à partir du niveau de l'eau dans les puits et la piézométrie a été faite par interpolation ou krigeage. Par la suite, SNC-Lavalin a calibré le modèle développé à partir du logiciel Feflow de façon à reproduire la carte piézométrique obtenue par krigeage. Le krigeage ne prend pas en considération tous les paramètres dont notamment la topographie;
- Le modèle de Lamont et MDAG utilise une recharge variable (de 0 à 197 mm/an) calculée par un processus itératif à partir d'une valeur de départ unique sur l'ensemble du territoire, selon les données topographiques du LIDAR dans l'empreinte totale du domaine modélisé sur la base que l'écoulement des eaux se fait principalement dans l'horizon supérieur du sous-sol étant donné que la perméabilité du roc dans cet horizon est généralement d'un ordre de grandeur plus grande que dans le reste du massif rocheux.

Tel que répondu en date du 14 février au BAPE par NMG, selon les rapports géotechniques obtenus et au Québec de façon générale, la roche en surface est affectée par des systèmes de fracturation sub-horizontaux qui sont le résultat de la décompression post-glaciaire. Il s'agit donc d'une voie préférentielle d'écoulement souterrain. Le patron d'écoulement y est alors très semblable à la topographie du terrain. Plus en profondeur, on retrouve des plans de fracture inclinés selon des familles de direction et de pendage distincts. L'écoulement souterrain s'y effectue localement dans le sens des plans de fracture et, régionalement, des zones de recharge (crêtes) vers les zones de résurgence (vallées).

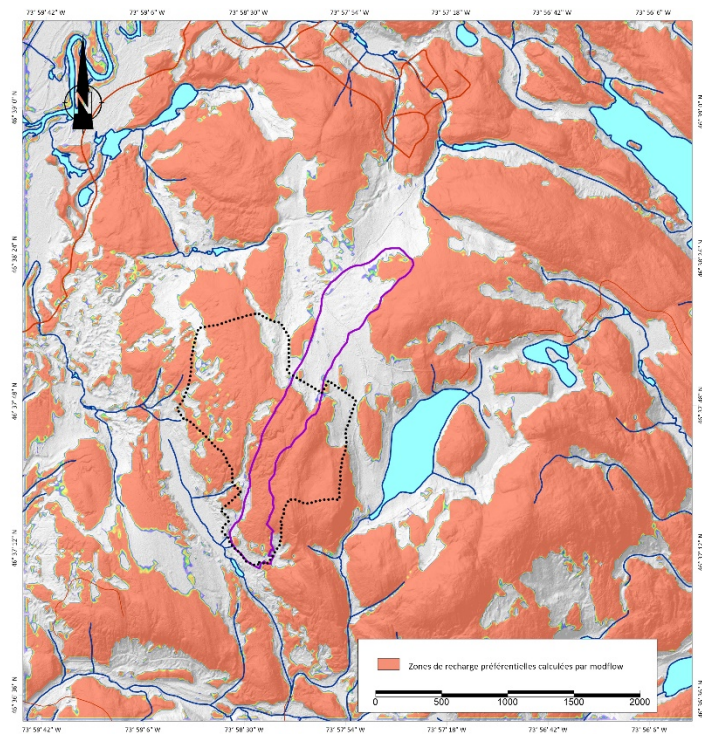
En guise de complément et pour illustrer les approches différentes utilisées, la figure avec les 3 zones de recharge a été extraite du rapport de SNC-Lavalin 2020 est montrée ci-dessous, et les zones de recharge préférentielles obtenues avec le modèle de Lamont sont aussi montrées.

Sur la figure de SNC-Lavalin on y montre les différentes zones de recharge qui ont été imposées, et le secteur où cela s'applique. Elles sont montrées en mauve (10mm/an), en turquoise (180 mm/an) et orangé (200 mm/an) :

Figure 3-3 Zones de recharge calibrées (mm/an) et élévation (isolignes en mètre)



La figures ci-dessous a été produite à la demande de NMG par Lamont. Elle représente les zones de recharge calculées par le modèle le logiciel qui crée une répartition de la recharge basée sur les conditions d'écoulement et la topographie du terrain. On y voit en orange les zones de recharge préférentielle et elles ont été calculées par Modflow.



Les deux figures montrent les différences entre les deux modèles en ce qui concerne la distribution de la recharge sur l'ensemble de la zone modélisée.

MELCC : Les simulations de transport des contaminants diffèrent considérablement entre les deux modèles, alors qu'une composante nord-ouest est évidente dans le modèle de SNC-Lavalin (figures 4-3 à 4-5) comparativement à une composante plutôt nord-est/sud-est dans le modèle de Lamont et MDAG (figure 3). Cette différence semble attribuable à la présence d'un haut piézométrique à l'ouest de la fosse dans la figure 3 (Lamont et MDAG) qui pourrait découler de la répartition uniforme de la recharge dans le modèle. En effet, contrairement à une recharge de 197 mm/an du modèle de Lamont et MDAG, le modèle de SNC-Lavalin impose une recharge de 10 mm/an sur une partie de cette région et de 180 mm/an sur la partie résiduelle (figure 3-5).

Voir la réponse précédente pour le choix de la recharge selon le modèle. Nous insistons à nouveau sur le fait que la recharge du modèle de Lamont-MDAG n'est pas uniforme, mais elle est le résultat d'un processus itératif qui prend en compte la topographie et les conditions d'écoulement.

Par ailleurs, les simulations ne sont pas les mêmes : il n'est pas possible de les comparer directement. En effet, la simulation de transport de SNC-Lavalin dans l'EIES est un modèle pour le transport de solutés à partir de la halde et de la fosse, tandis que la simulation de transport de Lamont et MDAG est un modèle pour le transport de soluté provenant de la fosse seulement, et illustrant la direction d'écoulement de l'eau souterraine au terme de la remontée du plan d'eau (figure 2, Lamont 2020) et la dilution (figure 3, Lamont 2020). Pour le modèle de Lamont et MDAG montrant le transport de soluté de la fosse et de la halde après que le régime permanent soit installé, on peut se référer aux cartes dans la réponse du 14 février de NMG déposée au BAPE et qui montre aussi une composante d'écoulement et de transport de soluté vers l'ouest (vers la rivière Matawin).

Le haut piézométrique à l'ouest de la fosse dans la figure 3 du rapport Lamont et MDAG est effectivement attribuable à la présence d'un haut topographique (élévation 510m), et donc, d'une zone de recharge préférentielle, dans ce secteur.

Dans le rapport de Lamont et MDAG, pour le transport de soluté de la fosse seulement, deux autres simulations réalisées en coupe montrent que :

« 1) que si une zone de recharge est présente entre la fosse et l'exutoire, alors il n'y a pas d'écoulement en profondeur qui permettrait à un soluté de circuler sous cette zone et,

2) que le panache de soluté se fait intercepter à 98% par le premier cours d'eau rencontré sur son parcours. »

Cette zone s'est vu attribuer une recharge nette de 10 mm/an dans le modèle de SNC étant donné qu'il se retrouve dans la couronne externe de leur modèle. Selon le relevé LIDAR, l'élévation dans ce secteur est de 510 et constitue aussi une zone de recharge.

Conclusion sur les précisions apportée par NMG :

Basé sur ces précisions, NMG est en accord avec le MELCC qu'un modèle numérique se veut une simplification de la réalité. *La simplification a pour objectif de cerner les composantes hydrogéologiques qui joueront un rôle de premier plan dans la compréhension des processus hydrogéologiques régissant le domaine à l'étude. Ainsi, cette simplification peut être de plusieurs niveaux (peu complexe à très complexe) et permettre tout de même d'obtenir des résultats acceptables. Tout est fonction des objectifs recherchés.*

C'est exactement pour cette raison que NMG a décidé de donner deux mandats distincts selon les avantages et inconvénients propre à chaque modèle. Deux objectifs distincts étaient visés par NMG, soit la mise à jour des rabattements avec le modèle Feflow de l'EIES mis à jour avec les données collectées à l'automne 2019, et la mise à jour du transport de soluté avec à partir de la fosse dans un modèle (Lamont et MDAG) qui allait être plus flexible pour y intégrer tous les phénomènes qui dictent le transport de soluté (résurgence, recharge représentative, écoulement des eaux selon la topographie pour l'horizon en surface). Ces deux modélisations ont permis d'apporter une approche très conservatrice, et cela pour chacune selon leur objectif visé.

Ainsi, basé sur les informations fournies dans cette note technique, NMG croit que des précisions doivent être apportées aux deux éléments suivants de la réponse du MELCC :

- Le modèle conceptuel de SNC-Lavalin est plus représentatif des conditions réelles;
- La recharge attribuée aux modèles numériques est davantage adaptée aux conditions réelles pour le modèle de SNC-Lavalin³.

NMG croit plutôt que les principales conclusions quant aux deux modèles devraient plutôt être :

- Le modèle de SNC a permis de simuler un cas conservateur du dénoyage et des rabattements qui seront observés pendant le maintien à sec de la fosse;
- Les modélisations réalisées par Lamont et MDAG permettent de simuler une approche conservatrice et plus réaliste sur le transport de soluté dans le milieu récepteur (Lamont et MDAG, 2020).

³ De plus, une recharge nette de 10 mm/an nous apparaît peu probable compte tenu du climat où sera réalisé le projet Matawinie.

Références

LAMONT et MDAG 2020. Prédiction de la qualité des eaux dans la fosse et effets sur le milieu récepteur sous différentes conditions – Projet Matawinie, daté de Janvier 2020, 221 pages.

SNC Lavalin. 2019c. Projet Matawinie – Étude d'impact environnemental et social Réf. 653897 daté d'avril 2019, 905 pages et annexes.

SNC Lavalin. 2020. Projet Matawinie – Mise à jour du modèle hydrogéologique FEFLOW – 669870-EG-L01-00, daté de février 2020, 64 pages.

Réponses aux questions

LAMONT 2020. Modélisation du transport de l'eau souterraine au futur site du projet Matawinie – Réponses au BAPE – 20 février 2020, 13 pages.