

**Date:** 25 novembre 2014  
CONFIDENTIEL

**N° de référence:** 002-12-1221-0025-2000-MTF-Rev4

**À:** Denis Cimon  
Canadian Malartic GP

**c.c.:** Christine Baribeau et Michel Julien

**De:** Pierre Groleau

**Adresse courriel:** pgroleau@golder.com

**Objet :** MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DE LA MINE CANADIAN MALARTIC, MALARTIC (QUÉBEC)

## 1.0 INTRODUCTION

À titre d'information, il est important de souligner que des changements importants sont survenus en juin 2014 au niveau de la gestion de la mine Canadian Malartic à Malartic, Québec. En effet, le 16 juin 2014, Mines Agnico Eagle Limitée (AEM) et Yamana Gold Inc. (Yamana) annonçaient l'acquisition (50%-50%) de la plupart des actifs de Corporation Minière Osisko (Osisko). Dans le cadre de cette acquisition, un partenariat dénommé Canadian Malartic GP (CMGP) a été créé pour assurer la gestion des actifs de la mine Canadian Malartic (la Mine). Il est donc important pour éviter toute forme de confusion que toutes documentations après le 15 juin 2014 se réfèrent à Canadian Malartic GP, tandis que celles d'avant le 16 juin 2014 doivent se référer à Corporation Minière Osisko.

### 1.1 Mise en contexte

Dans le cadre de l'exploitation de la Mine, Osisko a mandaté Golder Associés Ltée (Golder) afin de mettre à jour l'étude de modélisation hydrogéologique visant à évaluer les débits d'exhaure et les impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines générés par l'exploitation. La présente étude constitue une mise à jour de l'étude hydrogéologique réalisée en 2008 (Golder, 2008).

Cette mise à jour est nécessaire à la suite des changements dans la configuration de la fosse et dans le plan de minage. Le plan de minage modifié par Osisko en 2012 prévoyait l'agrandissement de la fosse Canadian Malartic vers l'est dans le secteur Barnat et aussi au sud-est (la fosse Gouldie). C'est ce plan de minage qui a été utilisé pour la présente évaluation des débits d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines. Les figures jointes à la suite du texte illustrent les empreintes des fosses, telles qu'utilisées pour la mise à jour de l'évaluation.

Il est à noter que le plan de minage a de nouveau été modifié par Osisko en 2013 et par CMGP en 2014. Ces changements incluent une empreinte de la fosse Canadian Malartic légèrement différente; une empreinte de la fosse Gouldie plus petite; et l'exploitation d'une troisième fosse vers l'est, soit la fosse Jeffrey. Toutefois, ces changements sont jugés avoir peu d'impact sur la présente évaluation. Les figures à la suite du texte illustrent également les empreintes des fosses projetées dans le plan de minage de 2014.



## 1.2 Objectifs de l'étude

L'étude comprend les objectifs suivants :

- 1) Mettre à jour le modèle numérique d'écoulement d'eau souterraine en introduisant le plan de minage du 8 juin 2012 (Osisko, 2012) qui inclut l'agrandissement de la fosse Canadian Malartic vers l'est (secteur Barnat) et la fosse Gouldie.
- 2) À l'aide du modèle numérique mis à jour, réaliser des simulations prédictives afin d'évaluer :
  - i) les débits d'exhaure pour le dénoyage de la fosse Canadian Malartic projetée;
  - ii) le rabattement maximal anticipé des niveaux d'eau souterraine généré par le dénoyage de la fosse projetée et, de ce fait, les impacts potentiels sur le niveau d'eau des puits d'alimentation en eau (résidentiels et municipaux) présents autour de la Mine.

Il est à noter que les prédictions du modèle hydrogéologique ont été réalisées en utilisant des hypothèses prudentes pour évaluer les impacts potentiels du projet. Ainsi, les prédictions des débits d'exhaure et du rabattement des niveaux d'eau souterraine présentent une estimation des valeurs maximales anticipées.

Les sections suivantes présentent les ajustements apportés au modèle hydrogéologique, le calage du modèle sur les données réelles, les simulations prédictives et les résultats obtenus, ainsi que les conclusions et les recommandations qui en découlent.

## 2.0 AJUSTEMENTS APPORTÉS AU MODÈLE HYDROGÉOLOGIQUE

Les principaux ajustements apportés au modèle hydrogéologique (par rapport au modèle original basé sur le projet Canadian Malartic en 2008) concernent la mise à jour du plan de minage et donc prennent en compte les nouvelles surfaces et profondeurs des fosses projetées. Ainsi, les limites du modèle numérique et les principales conditions spécifiées aux limites du modèle sont demeurées les mêmes, car l'agrandissement proposé est toujours à l'intérieur de ces limites.

Afin d'intégrer le plan de minage de 2012 au modèle numérique, la densité du maillage a été modifiée pour inclure l'agrandissement de la fosse Canadian Malartic et la fosse Gouldie. Le maillage compte maintenant 194 766 éléments finis pour représenter la stratigraphie de la zone d'étude et l'exploitation de la Mine. Le tableau 1 expose les principaux ajustements au modèle.

La distribution des dépôts meubles a été précisée à partir des nouvelles informations obtenues lors des travaux de caractérisation et selon la carte des dépôts de surface (Veillette, 2003) pour inclure le sable sublittoral et certains eskers de petites dimensions et les zones de marécages. Certains paramètres hydrauliques ont été ajustés en tenant compte des nouvelles informations (voir tableau 1). Les propriétés hydrauliques du roc sont demeurées identiques à celles du modèle initial. Enfin, la distribution des zones de recharge a été précisée et les valeurs ont été assignées selon les différents types de dépôts meubles retrouvés en surface.

Le plan de minage de 2012 de la fosse présente une exploitation sur une durée totale de 16 ans. L'exploitation débute tout d'abord dans le secteur ouest de la fosse Canadian Malartic et s'étend vers l'est dans le secteur Barnat. Quant à la fosse Gouldie, le plan de minage utilisé pour la modélisation prévoyait une exploitation sur une période de 5 ans à partir de la deuxième année. Le plan de minage de 2014 prévoit une période d'exploitation de 2,5 ans. Le plan de minage inclut le remplissage de la fosse Gouldie avec des stériles, ce qui a

également été intégré au modèle numérique à partir de l'année 8, tel que spécifié dans le plan de minage de 2012.

Le plan de minage réel qui sera réalisé dans les prochaines années pourra varier par rapport à celui préparé en 2012 et utilisé dans ce document. Ces modifications sont normales pour des opérations minières et ne devraient pas affecter de façon significative l'essentiel des observations et des commentaires présentés dans ce document.

**Tableau 1: Ajustements apportés au modèle hydrogéologique initial**

Paramétrisation du modèle et conditions limites		
	Modèle initial (2008)	Modèle mis à jour
Domaine de modélisation	225 km <sup>2</sup>	225 km <sup>2</sup>
Hydrographie	Ruisseaux principaux	Tout le réseau de drainage incluant les fossés autour du parc à résidus
Maillage	480 129 éléments avec discrétisation plus dense autour de la géométrie des anciennes mines souterraines	171 535 éléments avec discrétisation plus dense autour de la géométrie des fosses projetées
Stratigraphie	Argile, esker principal, till et roc	Ajout des zones de sable sublittoral, petits eskers et marécages selon carte des dépôts meubles
Conductivité hydraulique du till	1,0x10 <sup>-7</sup> m/s	4,8x10 <sup>-7</sup> m/s
Porosité de drainage	Esker : 0,3 Argile : 0,1	Esker : 0,15 Argile : 0,01
Emmagasinement spécifique (1/m)	argile à 1x10 <sup>-5</sup> till à 1x10 <sup>-5</sup>	argile à 1x10 <sup>-3</sup> till à 1x10 <sup>-4</sup>
Assignation de la recharge	Zones à 25 mm/an, 50 à 75 mm/an, définies selon le type de matériau, la méthode du bilan hydrique et l'évaluation des coefficients de ruissellement par la méthode SCS modifiée (SCS, 1975)	Des valeurs de 5 mm/an, 75 mm/an, 75 mm/an, 200 mm/an et 300 mm/an ont respectivement été attribuées à l'argile, le till, le roc affleurant, le sable sublittoral et l'esker.

### 3.0 CALAGE DU MODÈLE NUMÉRIQUE

Le calage d'un modèle numérique constitue une démarche visant à démontrer la capacité du modèle à reproduire des données réelles acquises sur le terrain, notamment des charges hydrauliques et des flux volumétriques tels que des débits d'exhaure. Le modèle a été calé en régime permanent en utilisant comme valeurs cibles les niveaux d'eau souterraine mesurés en mars 2008.

Plusieurs simulations ayant chacune un ensemble de paramètres différents ont été faites jusqu'à ce que la différence entre les charges hydrauliques simulées et observées soit minimisée. La conductivité hydraulique de chacune des unités hydrostratigraphiques et les taux de recharge sont les paramètres qui ont été ajustés lors du

processus de calibration. Ces paramètres ont été sélectionnés soit en raison de leur variabilité spatiale intrinsèque ou de l'incertitude sur la valeur de ces paramètres.

Le modèle a été considéré calibré lorsque l'erreur absolue devenait inférieure à 10 % de la variation totale des niveaux d'eau observés à l'intérieur du domaine modélisé. La différence entre la charge hydraulique minimale et celle maximale observée, à l'intérieur du domaine modélisé, étant de 60 m, l'erreur absolue ciblée est donc de 6 m. L'erreur absolue du modèle calibré est de 3,59 m, soit moins de 6 % par rapport à la différence entre les charges hydrauliques minimales et maximales observées à l'intérieur du domaine modélisé.

La figure A illustre l'ajustement entre les charges hydrauliques mesurées et simulées pour le modèle d'écoulement calé.

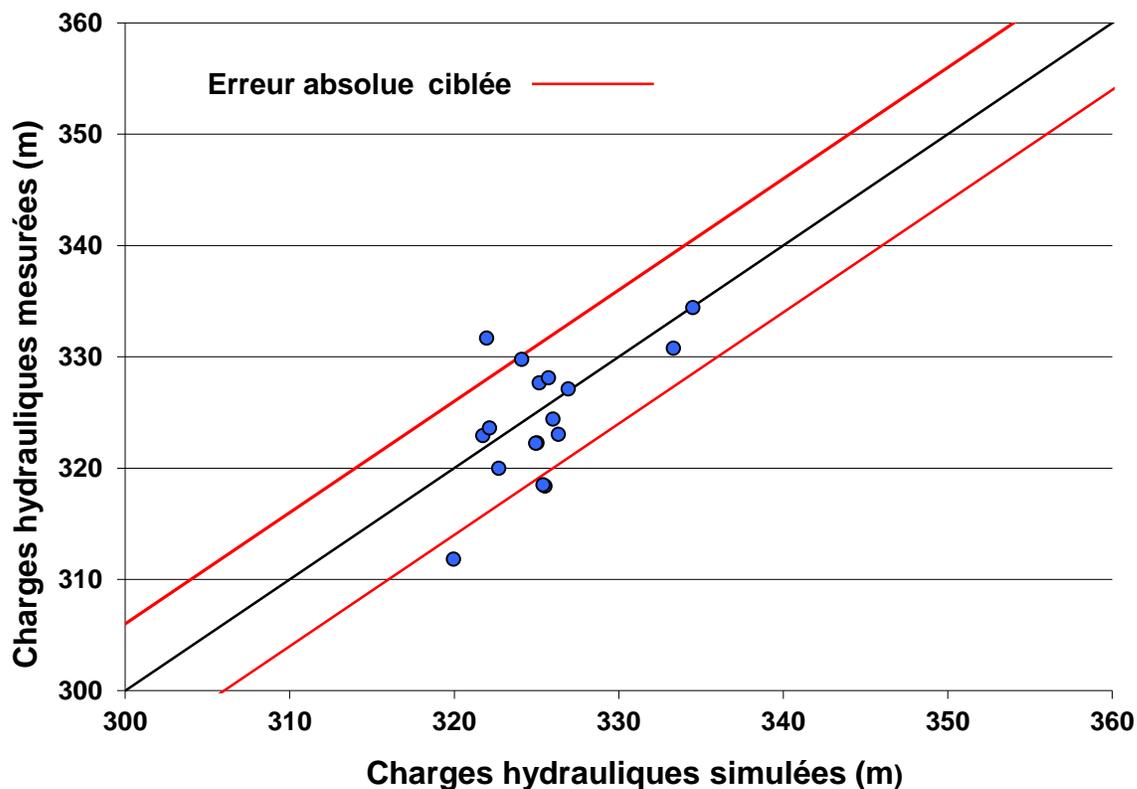


Figure A : Comparaison entre les charges hydrauliques simulées et mesurées – modèle d'écoulement calibré

## 4.0 SIMULATIONS PRÉDICTIVES

### 4.1 Scénarios modélisés

À la suite du calage du modèle, des simulations prédictives ont été réalisées pour deux scénarios déjà établis (Golder, 2008) : un premier scénario pessimiste où le roc supérieur (0-50 m) a une conductivité hydraulique plus

élevée ( $K_{xy} = 9 \times 10^{-6}$  m/s); et un second scénario réaliste où le roc supérieur (0-50 m) a une conductivité hydraulique plus faible ( $K_{xy} = 3 \times 10^{-6}$  m/s). Ces deux scénarios ont été sélectionnés dans le but d'obtenir un intervalle de résultats (un scénario réaliste simulant l'impact probable et un pessimiste simulant l'impact moins probable, mais possible), afin que l'approche de modélisation soit prudente pour l'atteinte des objectifs.

Les paramètres hydrauliques du modèle ont été ajustés afin de représenter les deux scénarios et de simuler deux conditions transitoires connues, soit le pompage dans le puits de la mine Est Malartic en 2006 et 2007, ainsi que le dénoyage des ouvrages souterrains, tel que décrit par Osisko, par le pompage dans le puits de la mine East Malartic en 1979, alors que les mines souterraines étaient complètement développées. Le scénario de conductivité hydraulique plus élevé pour le roc supérieur est cependant jugé pessimiste puisque la valeur de conductivité hydraulique du roc ( $K_{xy} = 9 \times 10^{-6}$  m/s) qui a été utilisée est élevée par rapport aux valeurs de conductivités hydrauliques mesurées en moyenne dans le roc peu profond.

La méthodologie générale pour la réalisation des simulations prédictives est similaire à celle de l'étude précédente (Golder, 2008). Le plan de minage de juin 2012 a été utilisé afin de simuler la fosse Canadian Malartic incluant la fosse Gouldie, et ce, à quatre périodes correspondant aux étapes du minage, soit de 0 à 4 ans, de 4 à 8 ans, de 8 à 12 ans et de 12 à 16 ans.

Lors des simulations prédictives, un niveau d'eau à au moins 50 mètres sous la base de la fosse a été imposé pour chacune des périodes simulées. Cette hypothèse est prudente, car elle surestime le rabattement des niveaux des eaux souterraines. Les fosses projetées ont été simulées à l'aide de conditions limites de premier type (charges imposées) et contraintes à un flux sortant du modèle. Ces conditions ont été assignées au pourtour des fosses projetées pour quatre périodes de développement distinctes, soit aux années 3, 7, 11 et 15 de développement. Enfin, l'état piézométrique initial correspond aux conditions de régime permanent, avant l'inclusion de la fosse, obtenues pour les deux scénarios.

Le tableau 2 présente les différentes périodes simulées alors que le tableau 3 présente un sommaire des propriétés hydrauliques assignées à chaque unité hydrostratigraphique pour les deux scénarios simulés.

**Tableau 2 : Description des périodes de simulation**

Propriétés du modèle	Périodes de simulation			
	0-4 ans	4-8 ans	8-12 ans	12-16 ans
Stade de développement de la fosse Canadian Malartic	Année 3	Année 7	Année 11	Année 15
Stade de développement de la fosse Gouldie	Année 3	Année 4 *	Fosse remplie de stériles	Fosse remplie de stériles
Charges initiales	Simulation initiale avant l'inclusion des fosses, régime permanent	Simulation à 4 ans, régime transitoire	Simulation à 8 ans, régime transitoire	Simulation à 12 ans, régime transitoire

Note : \* Le plan de minage utilisé pour la modélisation prévoyait une exploitation de la fosse Gouldie sur 5 ans à partir de la deuxième année sans approfondissement et à partir de la quatrième année d'exploitation selon les informations obtenues auprès d'Osisko. Le plan de minage de 2014 prévoit une exploitation sur 2,5 ans.

**Tableau 3 : Propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques**

Unité	Conductivité hydraulique (m/s)	Anisotropie verticale	Emmagasinement spécifique (1/m)	Porosité de drainage
Roc (0-50 m)	3x10 <sup>-6</sup> (Scénario K <sub>xy</sub> faible) 9x10 <sup>-6</sup> (Scénario K <sub>xy</sub> élevée)	10	1x10 <sup>-5</sup>	0,01
Roc (50-100 m)	1x10 <sup>-7</sup>	10	1x10 <sup>-5</sup>	0,01
Roc (100-300 m)	1x10 <sup>-8</sup>	10	1x10 <sup>-5</sup>	0,01
Roc (300 m et +)	1x10 <sup>-9</sup>	10	1x10 <sup>-5</sup>	0,01
Till	4,8x10 <sup>-7</sup>	10	1x10 <sup>-4</sup>	0,10
Résidus miniers	3x10 <sup>-6</sup>	1	1x10 <sup>-4</sup>	0,10
Sable	1x10 <sup>-5</sup>	10	1x10 <sup>-4</sup>	0,10
Esker	1x10 <sup>-3</sup>	10	1x10 <sup>-4</sup>	0,15
Marécage	1x10 <sup>-6</sup>	1	1x10 <sup>-3</sup>	0,01
Argile	1x10 <sup>-8</sup>	10	1x10 <sup>-3</sup>	0,01
Stériles remplissant la fosse Gouldie	1x10 <sup>-3</sup>	1	1x10 <sup>-4</sup>	0,3

## 4.2 Résultats

### 4.2.1 Débit d'exhaure

Le débit d'exhaure estimé par le modèle numérique correspond à l'eau souterraine faisant résurgence dans les parois des fosses projetées et dans les ouvertures souterraines dénoyées. Cette valeur de débit n'inclut donc pas l'eau devant être initialement pompée pour dénoyer les ouvertures souterraines, les précipitations directes et le ruissellement des eaux de précipitation dans la fosse, ainsi que les pertes par évaporation.

Pour le scénario où le roc supérieur est de faible perméabilité, les débits d'exhaure prédits pour la fosse Canadian Malartic projetée sont compris entre 7 000 m<sup>3</sup>/j et 9 000 m<sup>3</sup>/j, ce qui est similaire aux précédentes prédictions (Golder, 2008). Pour le scénario où le roc supérieur est de forte perméabilité, les débits d'exhaure prédits sont compris entre 13 000 m<sup>3</sup>/j et 18 000 m<sup>3</sup>/j, ce qui est également similaire aux prédictions obtenues en 2008.

Concernant la fosse Gouldie, le scénario où le roc supérieur est de faible perméabilité prédit des débits d'exhaure compris entre 1 400 m<sup>3</sup>/j et 1 500 m<sup>3</sup>/j, alors que pour le scénario où le roc supérieur est de forte perméabilité, les débits d'exhaure simulés sont compris entre 4 100 m<sup>3</sup>/j et 4 700 m<sup>3</sup>/j.

En considérant l'approche prudente de modélisation et les nombreuses hypothèses, ces prédictions des débits d'exhaure doivent être considérées en termes d'ordre de grandeur. Toutefois, l'estimation basée sur le scénario de faible perméabilité du roc supérieur, où les débits d'exhaure varient de 7 000 m<sup>3</sup>/j à 9 000 m<sup>3</sup>/j pour la fosse Canadian Malartic projetée et de 1 400 m<sup>3</sup>/j à 1 500 m<sup>3</sup>/j pour la fosse Gouldie, est jugée plus réaliste.

### 4.2.2 Rabattements des niveaux des eaux souterraines

Les figures 1 à 4 illustrent les rabattements des niveaux des eaux souterraines simulés dans le roc et dans les dépôts meubles à l'année 16, qui correspond à la durée d'exploitation de la fosse Canadian Malartic projetée. Les rabattements à l'année 16 sont illustrés pour les deux scénarios modélisés, soit pour le scénario de faible perméabilité du roc supérieur (figures 1 et 2) et pour le scénario de forte perméabilité du roc supérieur (figures 3 et 4). L'évolution temporelle du rabattement est présentée pour le scénario de faible perméabilité relativement à

un point d'observation localisé au nord de la fosse en direction de Rivière-Héva sur la Route 117, et pour un second point d'observation localisé sur le chemin des Merles (anciennement connu sous le nom de 7<sup>e</sup> Rang) tel qu'illustré aux figures 1 et 2). En considérant les hypothèses utilisées et la précision du modèle, un rabattement est jugé significatif lorsqu'il excède un mètre dans les dépôts meubles et trois mètres dans le roc. Ainsi, les figures 1 et 3 illustrent les rabattements d'un et de trois mètres simulés dans les dépôts meubles; et les figures 2 et 4, les rabattements de trois et de dix mètres dans le roc.

Ces résultats indiquent que les rabattements significatifs pourraient s'étendre sur d'importantes distances pour chacun des scénarios simulés. En ce qui a trait au scénario le plus prudent de forte perméabilité du roc supérieur, le rabattement dans le roc pourrait atteindre les puits domestiques le long de la Route 117 et du chemin des Merles, tel qu'illustré à la figure 4. Ce scénario plus prudent indique également que certains puits d'approvisionnement de la ville de Malartic pourraient être affectés par le rabattement des eaux souterraines dans les dépôts meubles et dans le roc, tel qu'illustré aux figures 3 et 4. Toutefois, l'impact au puits d'approvisionnement de la ville le plus éloigné (PP-7) est modéré. De plus, le scénario de faible perméabilité du roc supérieur, jugé plus réaliste, indique des impacts faibles aux puits domestiques et aux puits d'approvisionnement de la ville de Malartic (figures 1 et 2).

Les graphiques de l'évolution temporelle du rabattement simulé pour le point d'observation localisé sur la Route 117 au nord de la fosse Canadian Malartic projetée (figures 1 et 2) indiquent qu'une période d'environ un an, suivant le début de l'exploitation, serait nécessaire avant d'atteindre 1 m de rabattement dans les dépôts meubles, et 4 ans avant d'atteindre 3 m de rabattement au roc. De même, pour le point d'observation localisé sur le chemin des Merles, une période de 10 ans serait nécessaire avant d'atteindre 1 m de rabattement dans les dépôts meubles tandis que le seuil de 3 m de rabattement au roc ne serait jamais atteint dans la période simulée.

La comparaison des cônes de rabattement obtenus pour chacun des scénarios avec les résultats du modèle précédent (Golder, 2008) indique que les rabattements obtenus dans le cadre de cette étude sont légèrement plus étendus. Cette différence est principalement attribuable à l'agrandissement de la fosse vers le secteur Barnat et, dans une moindre mesure, au développement de la fosse Gouldie.

## 5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les travaux de modélisation numérique réalisés visaient notamment à évaluer les débits d'exhaure ainsi que les impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines de la Mine. Une mise à jour du modèle hydrogéologique a été réalisée pour inclure l'agrandissement de la fosse Canadian Malartic ainsi que le développement de la fosse Gouldie, selon le plan de minage de juin 2012.

À la suite de la mise à jour du modèle hydrogéologique, les conclusions et les recommandations présentées dans l'étude précédente (Golder, 2008) sont toujours valides. Les conclusions portant spécifiquement sur les résultats des simulations numériques prédictives à la suite de la mise à jour du modèle numérique sont les suivantes :

- Selon l'estimation, les débits d'exhaure pour le scénario réaliste varient de 7 000 m<sup>3</sup>/j à 9 000 m<sup>3</sup>/j pour la fosse Canadian Malartic projetée et de 1 400 m<sup>3</sup>/j à 1 500 m<sup>3</sup>/j pour la fosse Gouldie. Pour le scénario pessimiste, ces débits pourraient atteindre 18 000 m<sup>3</sup>/j pour la Mine et 4 700 m<sup>3</sup>/j pour la fosse Gouldie;

- La zone de rabattement significatif potentiel des niveaux des eaux souterraines pourrait s'étendre sur d'importantes distances selon les scénarios simulés. Le scénario réaliste indique des impacts faibles aux puits d'alimentation, alors que le scénario pessimiste indique des impacts potentiels à certains puits domestiques et à certains puits de la ville de Malartic. Toutefois, l'impact au puits de la ville le plus éloigné (PP-7) demeure modéré pour le scénario pessimiste.

En considérant les changements proposés au plan de minage en 2013 et en 2014, les conclusions de cette évaluation sont toujours valides. Les débits d'exhaure de la fosse Canadian Malartic projetée et de la fosse Gouldie seront similaires à ceux du plan de minage de 2012. L'évaluation des impacts liés au rabattement significatif potentiel des niveaux d'eau souterraine sera également similaire à celle du plan de minage de 2012 et peu influencée par la nouvelle fosse Jeffrey.

Les recommandations à la suite de la mise à jour du modèle numérique et de la réalisation des simulations prédictives sont les suivantes :

- Le plan de contingence relatif à l'approvisionnement en eau de la ville de Malartic devrait être maintenu. À ce titre, l'implantation d'un nouveau puits d'approvisionnement en eau pour la ville de Malartic a été complétée en 2010. Ce nouveau puits a été aménagé dans le même esker que les puits d'approvisionnement existants, mais à une plus grande distance du projet;
- Certains puits domestiques (le long du chemin des Merles et le long de la Route 117 au nord de la ville de Malartic) pourraient voir leur débit de production affecté à la baisse par le dénoyage de la Mine. Une contingence devra être prévue à cet effet, notamment pour l'implantation de puits domestiques plus profonds. Un inventaire des puits domestiques dans le secteur du chemin des Merles et le long de la Route 117 est en cours de réalisation afin de documenter les caractéristiques des puits (profondeur, diamètre, type d'aquifère, etc);
- En considérant que les prédictions du modèle présentent une estimation prudente du rabattement des eaux souterraines, il est recommandé de poursuivre le suivi en continu des niveaux d'eau souterraine, tel que réalisé par la Mine depuis 2008, afin de valider ces prédictions et de prévenir une perte d'usage de la ressource en eau, le cas échéant.

## 6.0 LIMITATIONS

Les conditions générales ainsi que les limitations de la présente étude sont jointes à la fin de ce mémo.

Veuillez agréer, Monsieur Cimon, l'expression de nos sentiments distingués.

### GOLDER ASSOCIÉS LTÉE



Alexandre Boutin, ing., M.Sc.  
Hydrogéologue

PG/AB/ch/tca



Pierre Groleau, ing., M.Sc.  
Hydrogéologue, associé principal

- p.j. Figure 1 Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans les dépôts meubles à l'année 16 – Scénario faible perméabilité du roc supérieur
- Figure 2 Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans le roc supérieur à l'année 16 – Scénario faible perméabilité du roc supérieur
- Figure 3 Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans les dépôts meubles à l'année 16 – Scénario forte perméabilité du roc supérieur
- Figure 4 Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans le roc à l'année 16 – Scénario forte perméabilité du roc supérieur

Conditions générales et limitations

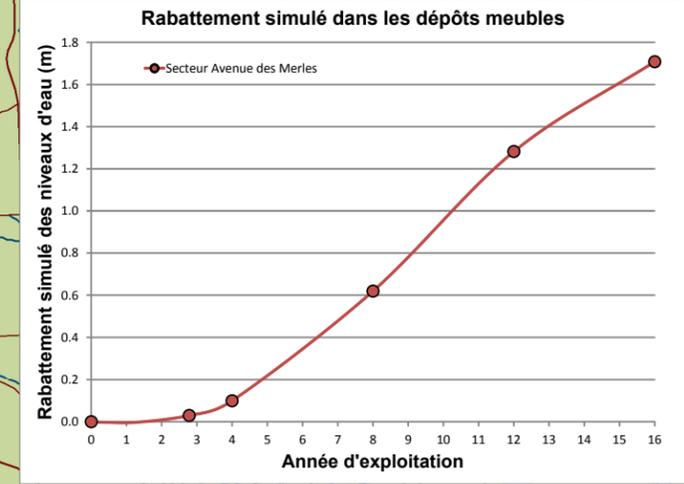
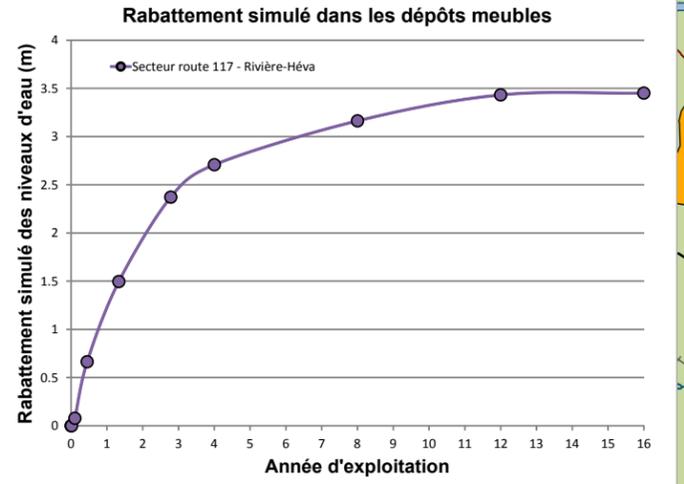
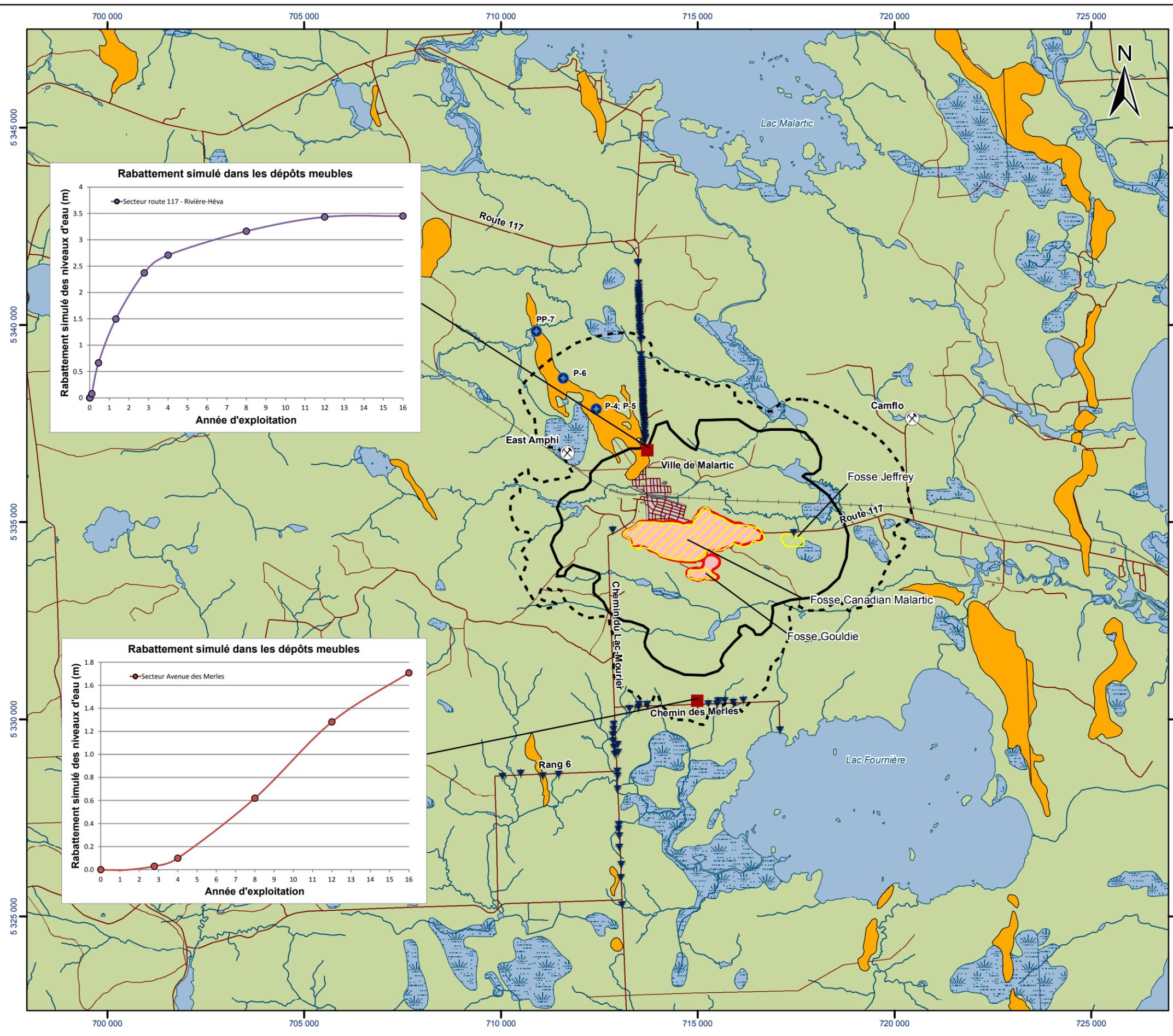
## RÉFÉRENCES

Golder Associés Ltée, 2008. *Évaluation du débit d'exhaure et des impacts potentiels sur les niveaux des eaux souterraines, Osisko Exploration Malartic, Québec, Canada.* No réf. : 07-1221-0028-2400.

Golder Associés Ltée, 2012. *Suivi des eaux souterraines 2011 - Mine Canadian Malartic.* No. réf. :003-10-1221-0107-4001.

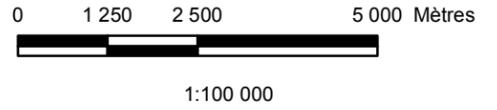
Osisko, 2012. Transmission du plan de minage par courriel le 8 juin 2012.

N:\Activ\2012\12-1221-0025 Osisko-Modélisation-Malartic4 CAD-GIS\SIG\2000 Modèle Rabattement\Figure 1\_DM\_Scenario\_LK\_16ans\_2012\_20140214.mxd



**LÉGENDE**

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- + Voie ferrée
- ▨ Milieu humide
- ▨ Hydrographie
- Eskers
- ▨ Fosses modélisées
- ▨ Fosses projetées
- ⊖ Rabattement (1 m) simulé à l'année 16
- Rabattement (3 m) simulé à l'année 16
- Points d'observation de l'évolution temporelle des rabattements simulés



CONFIDENTIEL

**RÉFÉRENCE**

Projection: Transverse universelle de Mercator  
NAD 83 UTM Zone 17

Sources: Données vectorielles de la BNDT à l'échelle 1 : 50 000

Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec.  
Commission géologique du Canada, Dossier public 1523

PROJET MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DE LA MINE CANADIAN MALARTIC, MALARTIC (QUÉBEC)

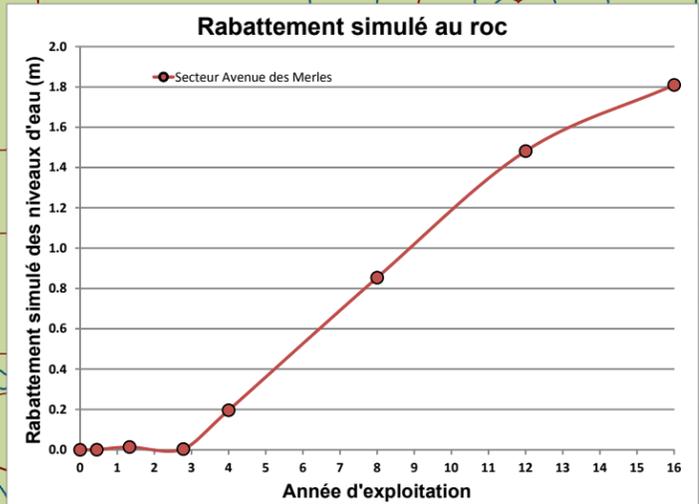
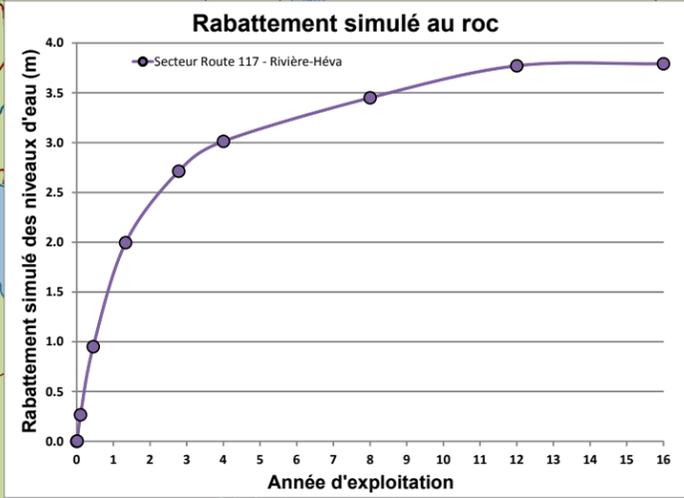
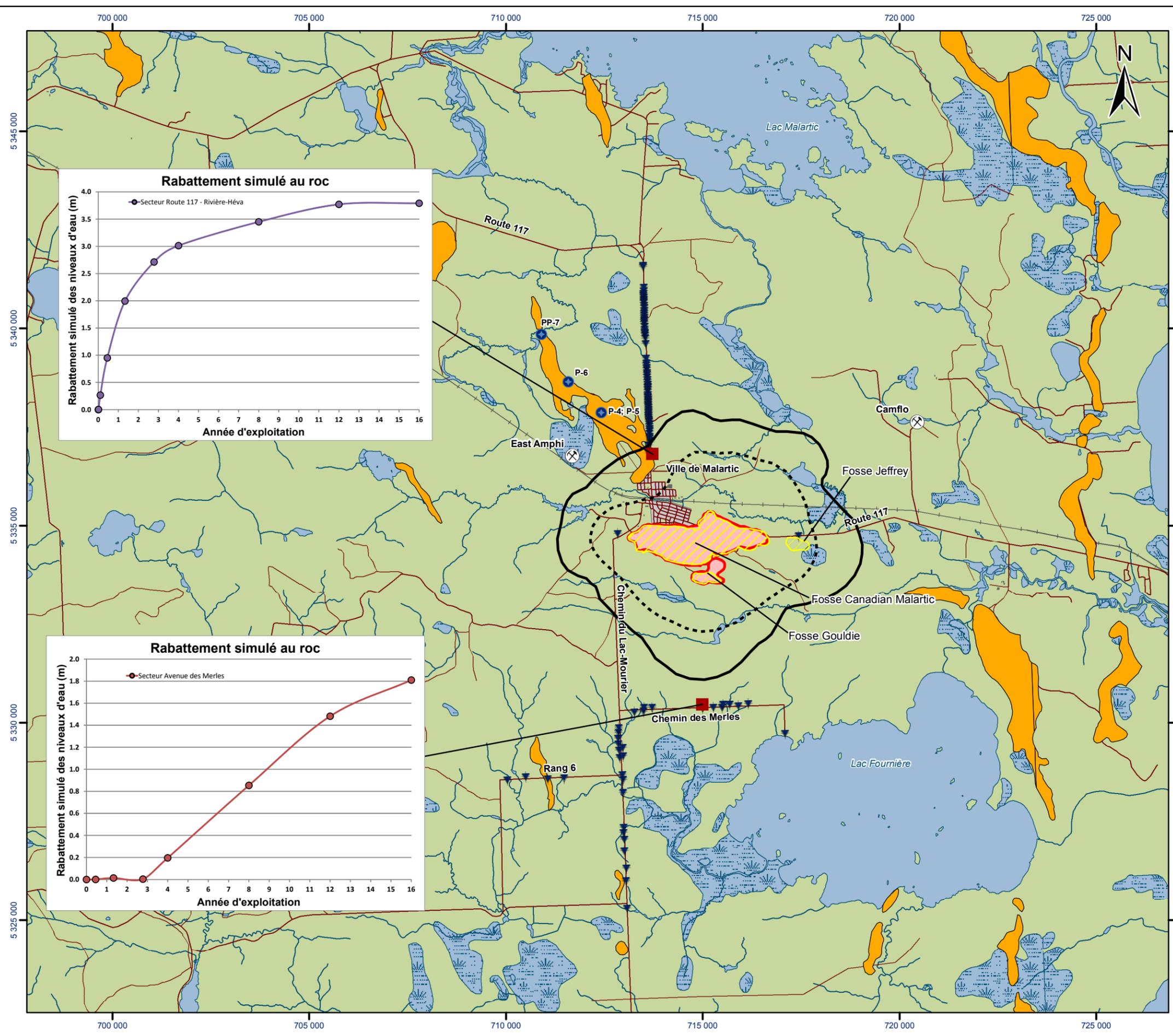
TITRE Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans les dépôts meubles à l'année 16 - Scénario faible perméabilité du roc supérieur



PROJET No.12-1221-0025-2000		Échelle respective	REV. 4
GIS	RG	12 Août 2013	
Conception	MNR	12 Août 2013	
Vérification	AB	12 Août 2013	
Révision	PG	12 Août 2013	

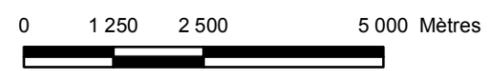
**FIGURE 1**

N:\Actif\2012\1221-0025-Osisko-Modélisation-Malartic\4 CAD-GIS\SIG\2000 Modèle Rabattement\Figure 2 -Roc\_Scenario\_LK\_16ans\_2012\_20140214.mxd



## LÉGENDE

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- Fosses projetées
- Rabattement (3 m) simulé à l'année 16
- Rabattement (10 m) simulé à l'année 16
- Points d'observation de l'évolution temporelle des rabattements simulés



1:100 000

CONFIDENTIEL

## RÉFÉRENCE

Projection: Transverse universelle de Mercator  
NAD 83 UTM Zone 17

Source: Données vectorielles de la BNDT à l'échelle 1 : 50 000  
Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec.  
Commission géologique du Canada, Dossier public 1523

PROJET MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DES DÉBITS D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DE LA MINE CANADIAN MALARTIC, MALARTIC (QUÉBEC)

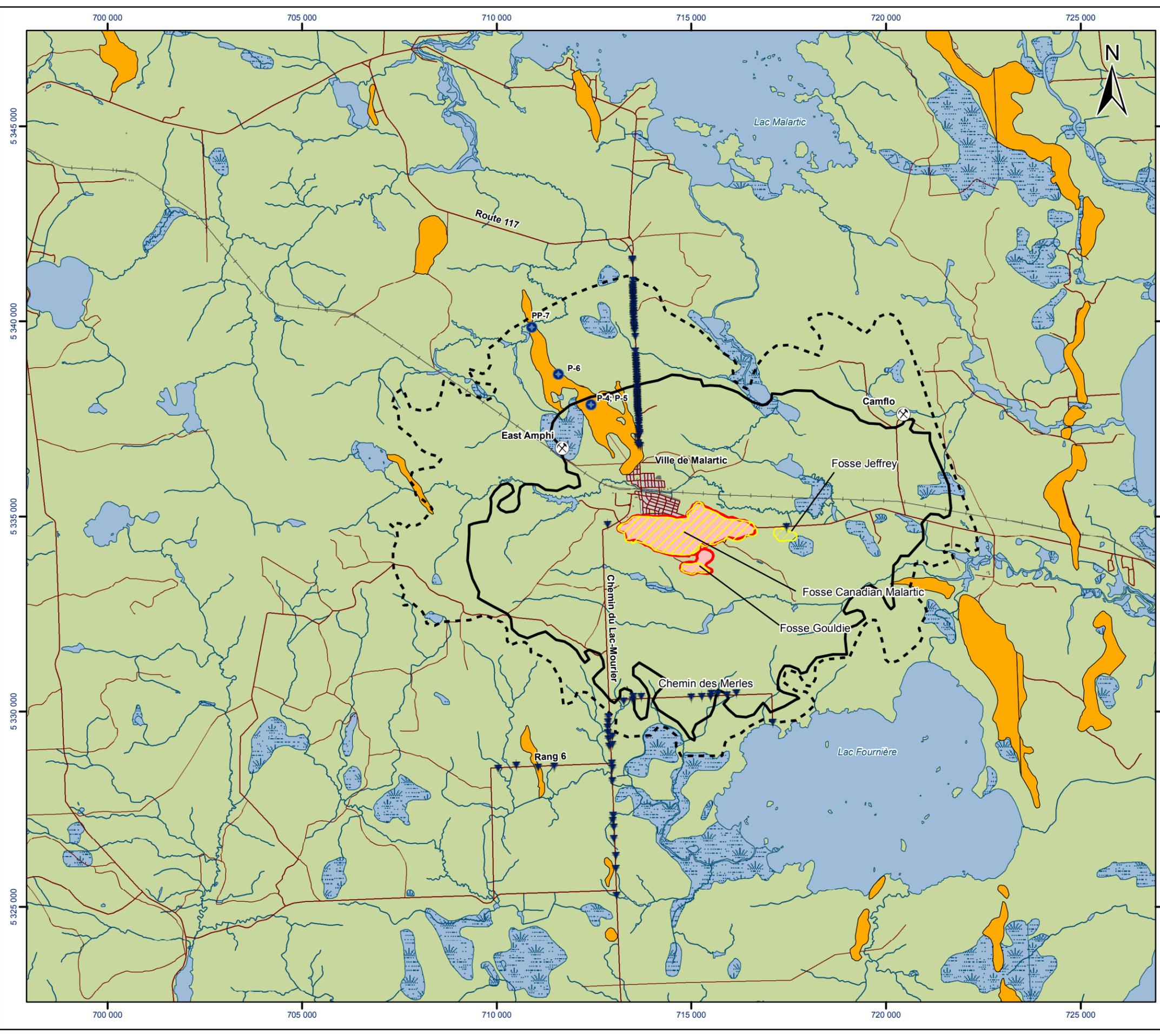
TITRE Étendue du rabattement potentiel du niveau des eaux souterraines simulé dans le roc à l'année 16 Scénario faible perméabilité du roc supérieur



PROJET No.	12-1221-0025-2000	Échelle respective	REV. 4
GIS	RG 12 Août 2013		
Conception	MNR 12 Août 2013		
Vérification	AB 12 Août 2013		
Révision	PG 12 Août 2013		

**FIGURE 2**

N:\Actif\2012\12-1221-0025 Osisko-Modélisation-Malartic\4 CAD-GIS\GIS\2000 Modèle Rabattement\Figure 3 -DM\_Scenario\_HK\_16ans\_2012\_20140214.mxd



**LÉGENDE**

- Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- Fosses projetées
- Rabattement (1 m) simulé à l'année 16
- Rabattement (3 m) simulé à l'année 16

0 1 250 2 500 5 000 Mètres

1:100 000

CONFIDENTIEL

**RÉFÉRENCE**

Projection: Transverse universelle de Mercator  
NAD 83 UTM Zone 17

Sources: Données vectorielles de la BNDT à l'échelle 1 : 50 000  
Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec.  
Commission géologique du Canada, Dossier public 1523

**PROJET**

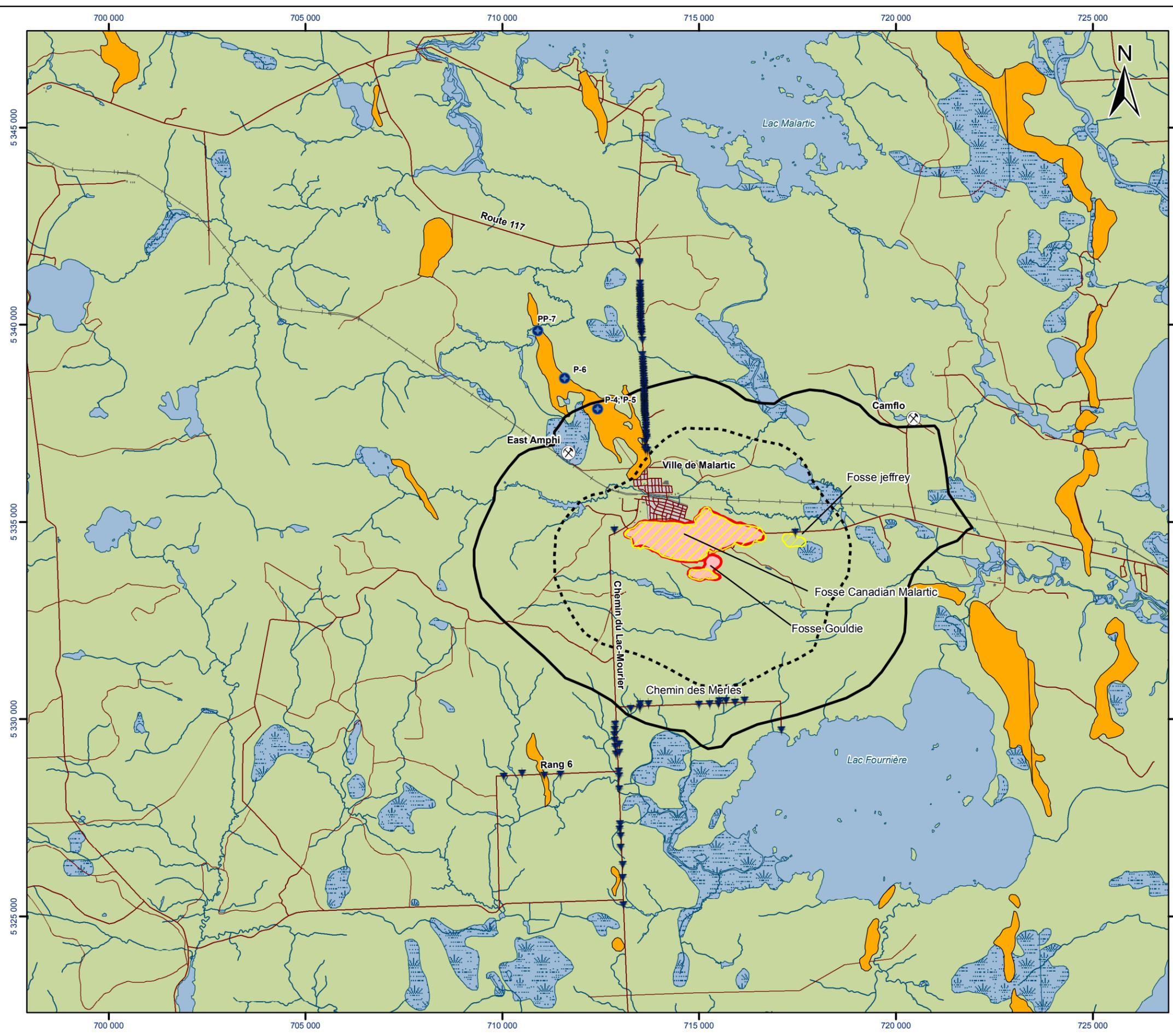
MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DES DÉBITS  
D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES  
NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DE LA MINE CANADIAN  
MALARTIC, MALARTIC (QUÉBEC)

**TITRE**

Étendue du rabattement potentiel du niveau  
des eaux souterraines simulé dans les dépôts meubles  
à l'année 16 - Scénario forte perméabilité du roc supérieur

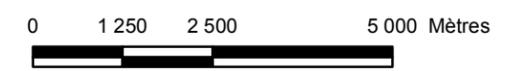
<p>Golder Associés Montréal, Québec</p>	PROJET No. 12-1221-0025-2000		Échelle respective	REV. 4
	GIS	RG	10 sept 2012	<b>FIGURE 3</b>
	Conception	MNR	10 sept 2012	
	Vérification	AB	10 sept 2012	
Révision	PG	10 sept 2012		

N:\Activ\2012\1221-1221-0025-Osisko-Modélisation-Malartic\4 CAD-GIS\GIS\2000 Modèle Rabattement\Figure 4 -Roc\_Scenario\_HK\_16ans\_2012\_20140214.mxd



**LÉGENDE**

- ⊗ Anciennes mines dans le secteur à l'étude
- Puits de pompage de la ville de Malartic
- ▼ Puits domestique (Genivar, 2008)
- Routes
- Voie ferrée
- ▨ Milieu humide
- Hydrographie
- Eskers
- Fosses modélisées
- ▨ Fosses projetées
- ▭ Rabattement (3 m) simulé à l'année 16
- ▭ Rabattement (10 m) simulé à l'année 16



1:100 000

**CONFIDENTIEL**

**RÉFÉRENCE**

Projection: Transverse universelle de Mercator  
NAD 83 UTM Zone 17

Sources: Données vectorielles de la BNDT à l'échelle 1 : 50 000  
Veillette, 2003. Les cartes de formations en surface de l'Abitibi, Québec.  
Commission géologique du Canada, Dossier public 1523

PROJET  
MISE À JOUR DE L'ÉVALUATION DES DÉBITS  
D'EXHAURE ET DES IMPACTS POTENTIELS SUR LES  
NIVEAUX DES EAUX SOUTERRAINES DE LA MINE CANADIAN  
MALARTIC, MALARTIC (QUÉBEC)

TITRE  
Étendue du rabattement potentiel du niveau  
des eaux souterraines simulé dans le roc à l'année 16  
Scénario forte perméabilité du roc supérieur



PROJET No.	12-1221-0025-2000	Échelle respective	REV. 4
GIS	RG	10 sept 2012	
Conception	MNR	10 sept 2012	
Vérification	AB	10 sept 2012	
Révision	PG	10 sept 2012	

**FIGURE 4**

### UTILISATION DU RAPPORT ET DE SON CONTENU

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du Client ou de ses agents. Les données factuelles, les interprétations, les commentaires, les recommandations et les fichiers électroniques qu'il contient sont spécifiques à l'étude qu'il couvre et ne s'appliquent à aucun autre projet ou autre site. Ces informations ne doivent en aucun cas être utilisées à d'autres fins que celles spécifiées aux objectifs du mandat à moins que cela ne soit clairement indiqué dans le texte de ce rapport ou formellement autorisé par Golder. Ce rapport doit être lu dans son ensemble, puisque des sections pourraient être faussement interprétées lorsque prises individuellement ou hors contexte. Par ailleurs, le texte de la version finale de ce rapport prévaut sur tout autre texte, opinion ou version préliminaire émis par Golder.

Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conditions souterraines imprévisibles, de conditions qui lui seraient inconnues, de l'inexactitude de données provenant d'autres sources que Golder et de changements ultérieurs aux conditions du site à moins d'avoir été prévenue par le Client de tout événement, activité, information, découverte passée ou future susceptible de modifier les conditions souterraines décrites dans ce rapport et d'avoir eu la possibilité de réviser les interprétations, commentaires et recommandations formulés dans ce rapport. De plus, Golder ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de toutes modifications futures aux règlements, normes ou critères applicables, de toute utilisation faite du présent rapport par un tiers et/ou à des fins autres que celles pour lesquelles il a été rédigé, de perte de valeur réelle ou perçue du site ou de la propriété, ni de l'échec d'une quelconque transaction en raison des informations factuelles contenues dans ce rapport.

Les références aux lois et règlements contenues dans ce rapport sont fournies à titre indicatif, sur une base technique. Comme les lois et règlements sont sujets à interprétation, Golder recommande au Client de consulter ses conseillers juridiques afin d'obtenir les avis appropriés.

### MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE

Un modèle numérique utilise des lois scientifiques et des hypothèses dictées par le jugement professionnel pour intégrer les données disponibles à l'intérieur d'une représentation mathématique conceptualisant les caractéristiques essentielles d'un système hydrogéologique existant. Bien qu'un modèle numérique ne puisse représenter toute la réalité détaillée d'un système hydrogéologique existant, un modèle numérique valide est un outil capable d'en simuler de façon raisonnable le comportement sous diverses contraintes et conditions. La validité du modèle ainsi que sa précision dépendent de la quantité, de la qualité et de la distribution des données disponibles de même que de la complexité du contexte géologique, la géochimie du milieu et la nature des composés dissous. Ainsi, chaque modélisation hydrogéologique est une simplification d'un système réel et les résultats obtenus doivent donc être interprétés et utilisés avec précaution et discernement. Le modèle décrit dans ce rapport ne fait pas exception.

Les travaux de modélisation hydrogéologique effectués par Golder et décrits dans ce rapport furent réalisés conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de leur réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que Golder, cités et/ou utilisés dans ce rapport furent considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, conséquemment, comme étant valides. Ce modèle constitue un outil scientifique de prédiction permettant d'évaluer les impacts de modifications imposées à un système hydrogéologique existant et/ou permettant de comparer divers scénarios dans le cadre d'un processus décisionnel. Cependant, la précision du modèle demeure liée à l'incertitude normale inhérente aux travaux de modélisation hydrogéologique et, même si une attention professionnelle a été apportée lors de sa construction et des simulations, aucune garantie directe ou indirecte n'est donnée.