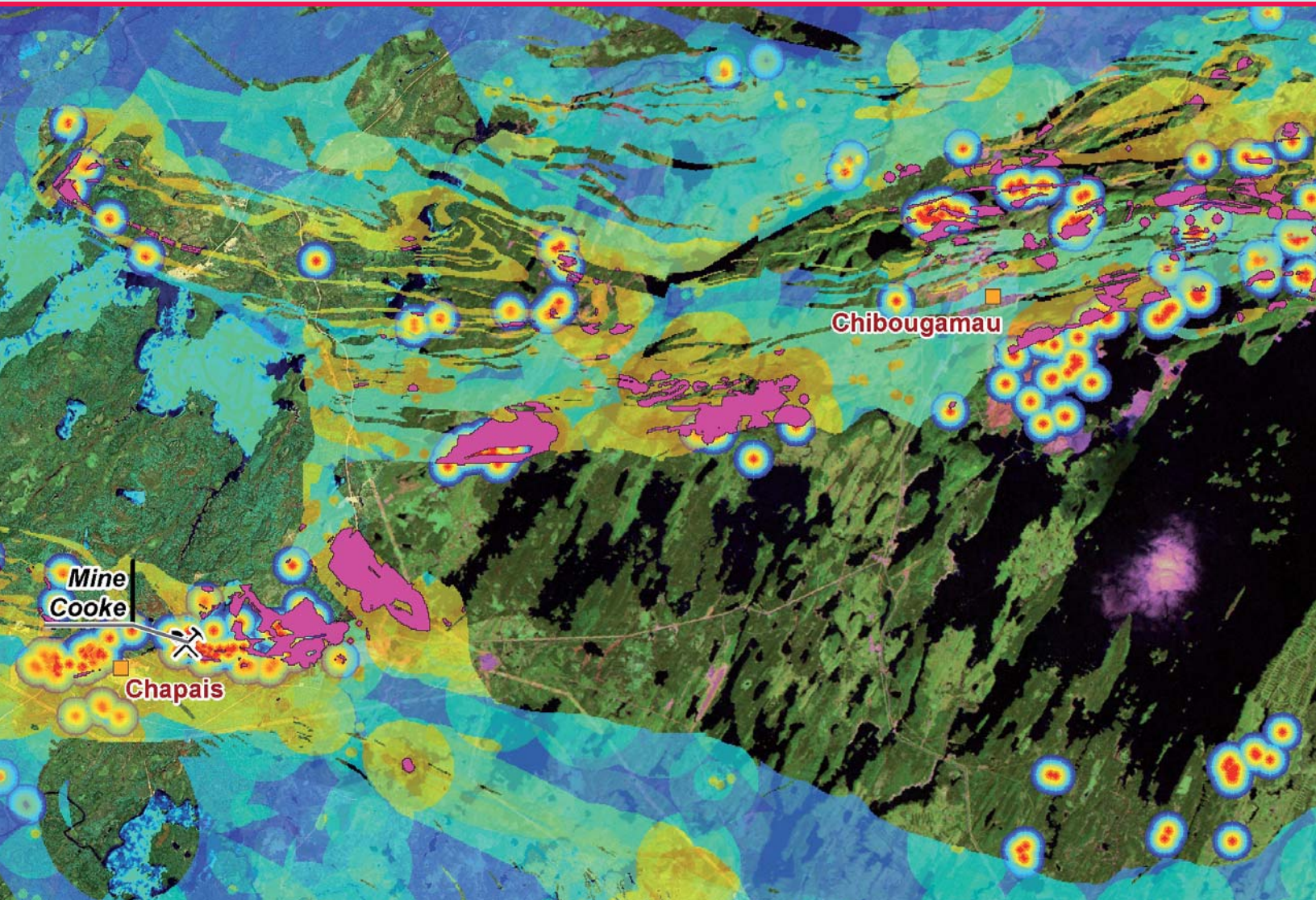


# Potentiel en minéralisations de sulfures massifs volcanogènes de l'Abitibi -version 2011



Daniel Lamothe

2011

DOCUMENT PUBLIÉ PAR GÉOLOGIE QUÉBEC

**Direction générale de Géologie Québec**

Robert Marquis

**Direction de l'information géologique**

Luc Charbonneau

**Bureau de l'exploration géologique**

Sylvain Lacroix

**Édition**

Charles Gosselin

**Graphisme**

André Tremblay

Document accepté pour publication le 2 mai 2011

## Résumé

Une mise à jour de la favorabilité du potentiel en gîtes de sulfures massifs volcanogènes (SMV) de l'Abitibi a été réalisée en 2011. Ce travail a permis de délimiter 3611 zones de haute favorabilité parmi lesquelles plus de 365 cibles non jalonnées en date du 9 avril 2011 ont pu être identifiées. Une carte de la favorabilité à l'échelle 1 : 500 000 a été produite et les zones de favorabilité ont été versées dans GESTIM.

Le traitement du modèle des SMV version 2011 a été entièrement modélisé dans l'extension Model-builder sous ArcGIS 9.3. Le processus de calcul du potentiel SMV de l'Abitibi est donc maintenant entièrement programmé et peut être réalisé automatiquement en quelques heures. La possibilité de tester rapidement de nouveaux paramètres ou des ensembles de calibration différents représente une amélioration significative du processus d'évaluation du potentiel minéral pour tous les modèles métallogéniques que le MRNF réalisera dans les prochaines années.

Le présent traitement comprend 22 paramètres comparativement à 26 paramètres utilisés en 2005. La pondération des paramètres a été calculée en utilisant une technique dite du « poids de la preuve » et d'un ensemble de 51 mines de SMV, elles-mêmes pondérées en fonction de leur productivité. Les paramètres ont été ensuite combinés à l'aide d'une approche de logique floue. Douze mines non utilisées pour la pondération ont servi à valider la prédictivité de la carte.

Le seuil minimal de favorabilité a été établi à l'aide d'un diagramme quantile-quantile utilisant la favorabilité calculée pour les mines de SMV. Ce seuil, qui englobe 94 % des producteurs de SMV, a ensuite servi à la création de zones de haute favorabilité (ZHF). Les portions de ces zones non jalonnées au 9 avril 2011 ont par la suite été définies en tant que cibles.

Les produits en format numérique disponibles avec ce document comprennent : 1) la carte de potentiel en SMV de l'Abitibi en format Géotiff, en format GRD (ESRI) et en format Google Earth; et 2) les ZHF et les cibles non jalonnées en date du 9 avril 2011 en format ArcGIS et en format Google Earth. L'image du potentiel et des zones de haute favorabilité peut aussi être affichée dans GESTIM.



## INTRODUCTION

---

Depuis la publication en 2005 de la première évaluation de potentiel de l'Abitibi, le SIGÉOM<sup>1</sup> a acquis plus de 100 000 nouvelles analyses de roche et intégré les données MEGATEM de haute résolution disponibles. En outre, d'importants secteurs de cette sous-province ont été cartographiés et réinterprétés depuis 2005 (Leclerc et Houle, 2011; Leclerc *et al.*, 2011; Goutier et Mélançon, 2011; Hammouche *et al.*, 2010; Rogers *et al.*, 2010; Legault, 2009; Dion et Rhéaume, 2007; Rhéaume et Bandyayera, 2007; Legault et Rabeau, 2007, 2006; Goutier, 2006; Labbé *et al.*, 2006; Roy et Cadéron, 2006). Pour ces raisons, il a été jugé opportun de mettre à jour les résultats de l'évaluation pour le potentiel en gîtes de type sulfures massifs volcanogènes (SMV) de Lamothe *et al.*, (2005).

Ce bref document présente une synthèse des différences entre la version 2005 du potentiel en minéralisations SMV de l'Abitibi et la version mise à jour en 2011 (présent rapport). En ce qui concerne la méthodologie utilisée et les concepts théoriques touchant à l'évaluation empirique du potentiel minéral pour le modèle métallogénique associé aux dépôts de SMV, le lecteur est référé au EP 2005-01 de Lamothe *et al.*, (2005).

## NOUVEAUTÉS 2011

---

La version 2011 du modèle SMV de l'Abitibi présente plusieurs innovations qui constituent une amélioration significative du produit 2005. Ces innovations concernent autant la façon dont le traitement a été réalisé que la nature des paramètres utilisés.

### Améliorations techniques

Le traitement du modèle des SMV version 2011 a été entièrement modélisé dans l'extension Modelbuilder sous ArcGIS 9.3 (annexe 1). Le calcul du potentiel SMV de l'Abitibi est donc maintenant partiellement automatisé, ce qui permet de tester plusieurs hypothèses de traitement et de comparer les résultats. La possibilité de tester rapidement de nouveaux paramètres ou des ensembles de calibration différents représente une amélioration significative du processus d'évaluation du potentiel minéral pour tous les modèles métallogéniques que le MRNF réalisera dans les prochaines années.

La réalisation du programme Modelbuilder a été rendue possible par la livraison dans ArcGIS 9.3 d'une boîte à outils dédiée à l'évaluation de potentiel appelée *Spatial Data Modeller* (ArcSDM) dont sont tirés les principaux outils de calibration (*Weight of Evidence*) et de combinaison (*Fuzzy operators*)<sup>2</sup>. ArcSDM comprend aussi plusieurs outils d'analyse spatiale indispensables pour certains traitements du modèle SMV.

### Paramètres version 2011

Chacun des paramètres utilisés a été choisi en fonction : 1) de sa pertinence par rapport à l'ensemble des facteurs reconnus du modèle métallogénique des SMV; et 2) de sa capacité à prédire effectivement la présence de mines tel que mesuré à partir de la méthode du « poids de la preuve » (Lamothe *et al.*, 2005). L'annexe 2 présente le modèle d'inférence décrivant la liste des paramètres conservés et le processus d'intégration de ceux-ci dans la modélisation. Les paramètres ont été regroupés en blocs formant six sous-modèles : 1) le sous-modèle des **Indicateurs de pause du volcanisme**; 2) le sous-modèle des **Lithologies favorables**; 3) le sous-modèle des **Sources de chaleur**; 4) le sous-modèle de l'**Activité hydrothermale**; 5) le sous-modèle des **Anomalies EM**; et 6) le sous-modèle de l'**Environnement secondaire**<sup>3</sup>. Le regroupement par sous-modèle facilite la compréhension du processus et permet de calibrer plus aisément la contribution relative des familles de paramètres lors de l'intégration finale. Ce regroupement en six familles diffère de la version 2005, qui n'en comptait que trois. Au total, 22 paramètres ont été utilisés dans le présent traitement comparativement à 26 paramètres en 2005. L'annexe 3 présente les 22 paramètres utilisés, leur classes de distance

---

<sup>1</sup> Système d'Information Géominière du Québec.

<sup>2</sup> <http://resources.arcgis.com/fr/gallery/file/Geoprocessing-Model-and-Script-Tool-Gallery/details?entryID=B43F13B5-1422-2418-8867-84E8E8667754>

<sup>3</sup> Un septième sous-modèle potentiel, celui des **failles synvolcaniques**, a été omis du traitement, à cause de la grande incertitude concernant l'âge des failles de l'Abitibi.

pondérées, les valeurs de contraste<sup>4</sup> mesurées et les valeurs floues calculées<sup>5</sup> une fois toutes les valeurs de contraste obtenues. La colonne « Rang » présente l'ordre d'importance (de 1 à 22) de chaque paramètre en fonction de la valeur maximale de contraste mesurée pour chacun.

Les paramètres de la version 2011 qui diffèrent substantiellement de la version 2005 sont :

- la présence d'unités d'andésite ou de basalte avec un indice de fertilité mafique favorable « IFM » (Pearson, 2006), unités qui ont remplacé les paramètres des volcanites des groupes I, II et III de Barrie *et al.* (1993);
- la proximité d'une rhyolite fertile (Leshner *et al.*, 1986), qui a remplacé le paramètre des rhyolites de haute température (Barrie, 1995);
- les cibles d'anomalies de cuivre, de plomb ou de zinc dans les sédiments de lac, de ruisseau et de till, définies en 2005 sur la base des bassins de drainage de l'Abitibi, ont été remplacées par les cibles de l'environnement secondaire pour le cuivre, le zinc et l'argent définies par la méthode des seuils naturels (Lamothe, 2010);
- Les anomalies électromagnétiques de type MEGATEM (CGC *et al.*, 2009) ont été reclassées en 6 canaux et ajoutées aux anomalies INPUT. Les anomalies de source culturelle (anthropique) ont été éliminées manuellement. Pour éviter les conducteurs formationnels, seules les anomalies présentant un certain degré d'isolement (<2 anomalies/km<sup>2</sup>) et localisées dans un contexte volcanosédimentaire ont été utilisées.

Le contenu de la base de données SIGÉOM utilisé pour la version 2011 comprend :

- environ 176 422 analyses de roche pour l'Abitibi, soit approximativement 93 000 analyses de plus qu'en 2005;
- 95 094 forages, soit 2 795 forages supplémentaires;
- 53 449 géofiches comparativement à 42 673 en 2005;
- 232 595 affleurements de compilation comparativement à 174 617 en 2005;
- une importante mise à jour des cartes géologiques (interprétation, cartographie) dans les feuillets 32D, 32E, 32F et 32G.

### **Calibration de la prédictivité**

L'Abitibi compte 63 producteurs historiques et actuels de métaux de base appartenant au type SMV. De ce nombre, 12 mines (19 %) sélectionnées aléatoirement ont été exclues de l'ensemble de pondération utilisé pour mesurer la prédictivité des paramètres (voir plus bas, section « Validation des résultats »). Ces 12 mines ont servi à valider le traitement en vérifiant si leur emplacement était prédit par les zones de haute favorabilité (ZHF) définies dans la phase finale.

La présente évaluation diffère significativement de celle de 2005. En effet, le modèle 2011 calcule la prédictivité des paramètres en fonction de l'importance de la productivité des mines (tableau 1). Le tonnage réel produit par chacune des mines a été subdivisé en 5 classes de pondération à l'aide d'une méthode des seuils naturels. Ces classes agiront comme multiplicateurs appliqués à chacune des mines. Par exemple, la mine Waite, appartenant à la classe 3, est représentée par trois points superposés dans l'ensemble de calibration. Comme la pondération des paramètres est réalisée par la méthode du « poids de la preuve », l'ajout de points en superposition augmente proportionnellement la prédictivité des paramètres qui sont spatialement associés aux mines les plus importantes.

### **Combinaison des paramètres avec des opérateurs de logique floue**

Tout comme la version 2005 de l'évaluation de potentiel SMV, les images pondérées des divers paramètres ont été combinées par un processus de logique floue. C'est à cette étape que la modélisation cesse d'être entièrement empirique et que l'expertise géologique intervient pour influencer l'évolution du modèle.

<sup>4</sup> Le contraste est une mesure de la prédictivité d'un paramètre et des différentes classes qui le composent; voir Lamothe (2005) pour une explication détaillée.

<sup>5</sup> Le calcul des valeurs floues est basé sur une équation qui répartit les valeurs floues entre 0 et 1 en fonction des valeurs de contraste minimale et maximale obtenues lors du calcul des pondérations par le « poids de la preuve »; voir Lamothe (2005) pour plus d'explications.

**TABLEAU 1** – Liste des producteurs de sulfures massifs volcanogènes utilisés pour la pondération des paramètres. La colonne de droite indique le multiplicateur appliqué au point localisant la mine. Ainsi, la mine Astoria ne sera représentée que par un seul point, alors que la mine Selbaie sera représentée par 5 points superposés.

<b>Nom du gisement</b>	<b>Production (millions de tonnes)</b>	<b>Classe (multiplicateur)</b>
Mine Wright (Villa, Decouverte Coignac)	<b>&lt; 2,72</b>	<b>1</b>
Mine Dunraine (Mine Rainville)		
Mine Louvem		
Mine Mid-Canada (Zone Sud)		
Mine Aldermac, Lentille no 4 (exploitée)		
Mine Astoria		
Mine Aldermac, Lentille no 3 (exploitée)		
New Insko (Fabie Bay)		
Ansil (Lentille Principale)		
Mine Waite-Amulet-F		
Mine East Waite		
Newbec		
Mine Halliwell		
Corbet		
Mine Joliet Québec		
Mine Delbridge No 2		
Mine Eldona No 1		
Mine Lyndhurst		
Mine Estrades (Golden Hope)		
Phelps-Dodge		
Mine Bell-Allard Sud		
Mine Bell Allard		
Mine New Hosco		
Mine Garon Lake		
Mine Radiore 2 (Ou B)		
Mine Cooke		
Mine Barvue (Abcourt)	<b>2,72 - 7,08</b>	<b>2</b>
Norbec		
Waite-Amulet (C, A et Bluff)		
Millenbach (Lentille Principale)		
Millenbach (Zone no. 14)		
Mine Gallen (West McDonald)		
Mine Orchan		
Mine Isle-Dieu Mattagami		
Mine Norita		
Mine Norita-Est		
Mine Manitou-Barvue	<b>7,08 -12,25</b>	<b>3</b>
Mine Waite		
Mine Bouchard-Hébert (Mobrun), Lentille Principale		
Mine Bouchard-Hébert (Mobrun), Lentille 1100		
Mine Bousquet No 2		
Mine Normétal (Normetmar)		
Mine Poirier		
Mine Gonzague Langlois		
Louvicourt	<b>12,25 - 25,65</b>	<b>4</b>
Quémont		
Mine Bousquet No 1	<b>&gt; 25,65</b>	<b>5</b>
Horne Upper H		
Horne Zone #5		
Mine Donald J. Laronde (Dumagami)		
Mine Selbaie (Zone A1)		

Les opérateurs utilisés dans le présent travail sont l'opérateur « GAMMA flou » (*FUZZYGAMMA*) et « OU » (annexe 2). L'emploi de l'opérateur « OU » génère en sortie la valeur de favorabilité maximale des cellules juxtaposées présentes sur les cartes combinées. Toutefois, si **dans l'opinion du modélisateur** la proximité répétée de plusieurs paramètres est un indicateur fort de la présence d'une minéralisation de SMV, il est alors possible de rehausser la prédictivité résultante de la combinaison en utilisant un opérateur « GAMMA flou ». Ce dernier permet de moduler en fonction d'un facteur « F » les résultats des combinaisons normalement obtenues par les opérateurs « ET » ou « OU », et d'engendrer des valeurs qui augmentent proportionnellement à la valeur du facteur « F ». L'utilisation de l'opérateur « GAMMA flou » conjointement avec un facteur « F » élevé ( $F \geq 0,9$ ) lors de la combinaison de deux ou plusieurs cartes génère un **résultat supérieur à la valeur maximale des cellules superposées des cartes combinées**.

Le facteur utilisé est indiqué entre parenthèses à côté de chaque opérateur « GAMMA flou » dans l'annexe 2. L'intensité du rehaussement est proportionnelle à la prédictivité des paramètres combinés, varie de 0,8 (modeste) pour les paramètres dont la prédictivité est moyenne à 0,98 (importante) pour les paramètres fortement prédictifs. Le produit ultime résultant des diverses combinaisons illustrées à l'annexe 2 constitue la carte finale de favorabilité pour le potentiel SMV de l'Abitibi (annexe 4 ou carte hors-texte).

## **DÉTERMINATION DES ZONES DE HAUTE FAVORABILITÉ ET DES CIBLES**

---

Une fois la carte de la favorabilité finale complétée, il est maintenant possible : 1) de définir pour l'Abitibi des zones de haute favorabilité (ZHF) associées aux minéralisations de type SMV qui permettront de focaliser l'exploration minière; et 2) de déterminer un certain nombre de cibles formées des portions de ZHF non jalonnées au moment de la réalisation de l'étude.

La définition d'une zone de haute favorabilité implique la détermination d'un seuil de valeur de favorabilité minimale au-delà duquel la favorabilité d'une zone acquiert une prédictivité significative de la présence de minéralisations de type SMV. Pour définir ce seuil, les valeurs de favorabilité associées aux 63 mines de SMV de l'Abitibi ont été reportées sur un diagramme quantile-quantile (figure 1).

La pente de distribution des mines présentées sur le diagramme de la figure 1 présente des bris qu'une analyse des valeurs de pondération permet d'attribuer à certains sous-modèles du traitement. En effet, trois plateaux sont identifiés par des champs associés aux sous-modèles « source de chaleur », « altération hydrothermale » et « anomalie EM ». Bien que ces trois sous-modèles de paramètres contribuent dans la plupart des cas à rehausser la favorabilité des cellules, l'apparition d'un bris correspond à l'intervention des valeurs maximales dans chaque sous-modèle. Ces variations brusques de la favorabilité pourraient théoriquement être éliminées par un ajustement des facteurs de l'opérateur « GAMMA flou » utilisé dans ces sous-modèles.

On distingue dans la distribution des points une population principale qui comprend 59 (94 %) des 63 mines productrices de SMV documentées dans la région et qui se situe au-dessus du seuil de valeur minimale de 0,759 (figure 1). La seconde population comprend 4 mines situées sous le seuil minimal (la mine Wright se situe en dehors du diagramme) qui sont sous-évaluées par le traitement. Utilisant le seuil de valeur minimale ainsi défini, il est possible de délimiter un ensemble de cellules dont les valeurs sont égales ou supérieures à 0,759 et de convertir ces groupes de cellules en polygones sur la carte finale de favorabilité. Ces derniers constituent des zones de haute favorabilité (ZHF) dont le contexte géologique présente un potentiel métallogénique identique statistiquement à celui de l'environnement géologique avoisinant le groupe de 59 mines ciblées par l'étude sont disponibles avec les autres produits numériques de ce document.

La version finale des cibles a été établie en utilisant la répartition des titres actifs et en demande en date du 9 avril 2011. Les portions de ZHF non jalonnées à cette date constituent 365 cibles à fort potentiel en minéralisations de type SMV. La localisation de ces cibles, l'image de la favorabilité ainsi que la répartition des ZHF peuvent être consultées en format Google Earth, à la rubrique « Potentiel minéral » à l'adresse suivante : <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/mines/publications/publications-cartes.jsp> ou encore à partir des autres produits numériques associés à ce document.

## VALIDATION DES RÉSULTATS

---

Les points bleus de la figure 1 correspondent aux 12 mines (tableau 2) de SMV non utilisées pour la pondération des paramètres. Toutes ces mines se situent au-dessus du seuil minimal utilisé pour la création des ZHF et sont donc correctement prédites par le traitement.

**TABLEAU 2** – Liste des producteurs de SMV exclus de l'ensemble de pondération et utilisés pour la validation de l'image finale du potentiel en SMV de l'Abitibi. La colonne de droite correspond à la valeur de favorabilité déterminée par l'image finale du potentiel évalué. Toutes les valeurs se situent au-dessus du seuil minimal (0,759) ayant servi à définir les zones de haute favorabilité (ZHF).

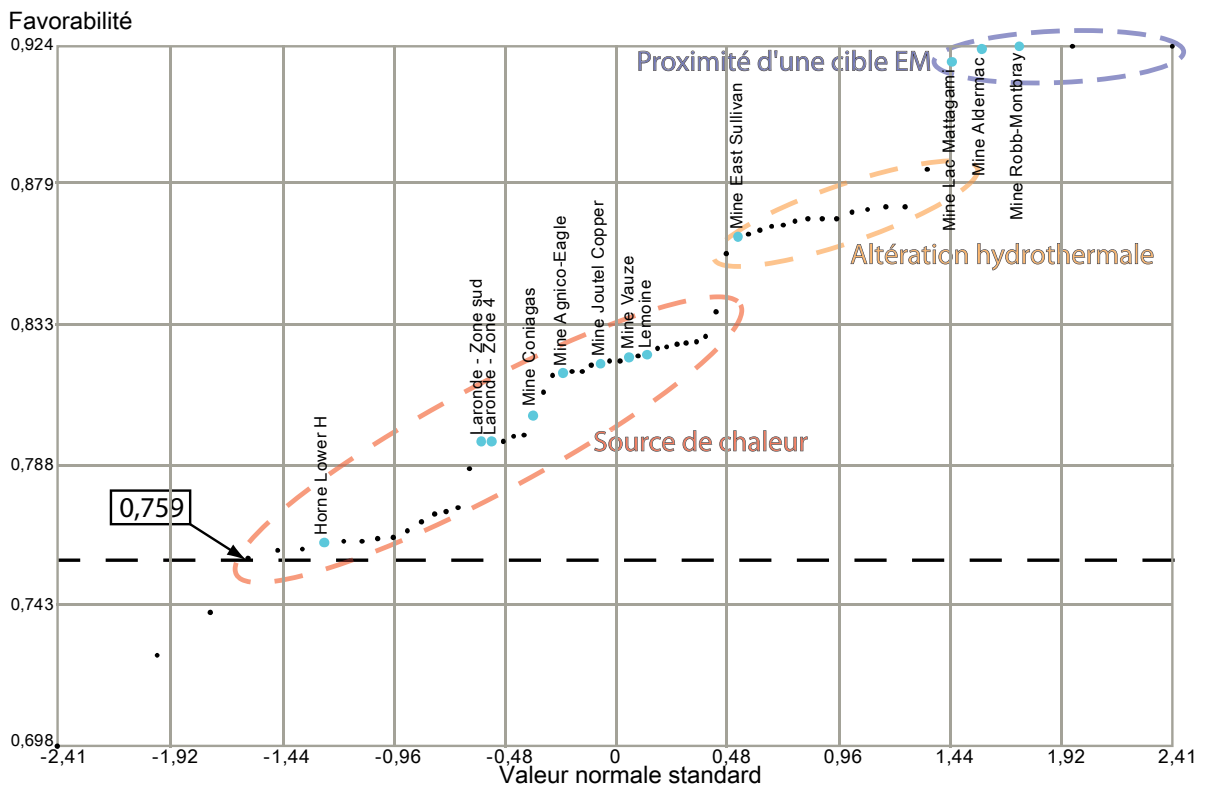
Nom du gisement	Favorabilité
Mine Robb-Montbray (Inmont)	0,923
Mine Aldermac, Lentille no 5 (exploitée)	0,923
Mine Lac Mattagami	0,919
Mine East Sullivan (Sullico)	0,862
Lemoine	0,824
Mine Vauze	0,823
Mine Joutel Copper	0,821
Mine Agnico-Eagle (Ouest et Telbel)	0,819
Mine Coniagas	0,805
Mine Donald J. Laronde (Dumagami), Zone 4	0,796
Mine Donald J. Laronde (Dumagami), Zone Sud	0,796
Horne Lower H	0,764

La figure 2 présente deux diagrammes illustrant l'efficacité de la carte de favorabilité finale en fonction des 63 mines de SMV de l'Abitibi. Les diagrammes montrent en ordonnée le pourcentage cumulatif des mines en fonction de leur favorabilité et en abscisse le pourcentage cumulatif de la surface occupée par les cellules de la carte de potentiel classées par ordre décroissant de valeur de favorabilité. La figure 2b représente la portion gauche agrandie du diagramme de la figure 2a. On y constate que 97 % des mines sont prédites avec 5 % de la surface de favorabilité supérieure.

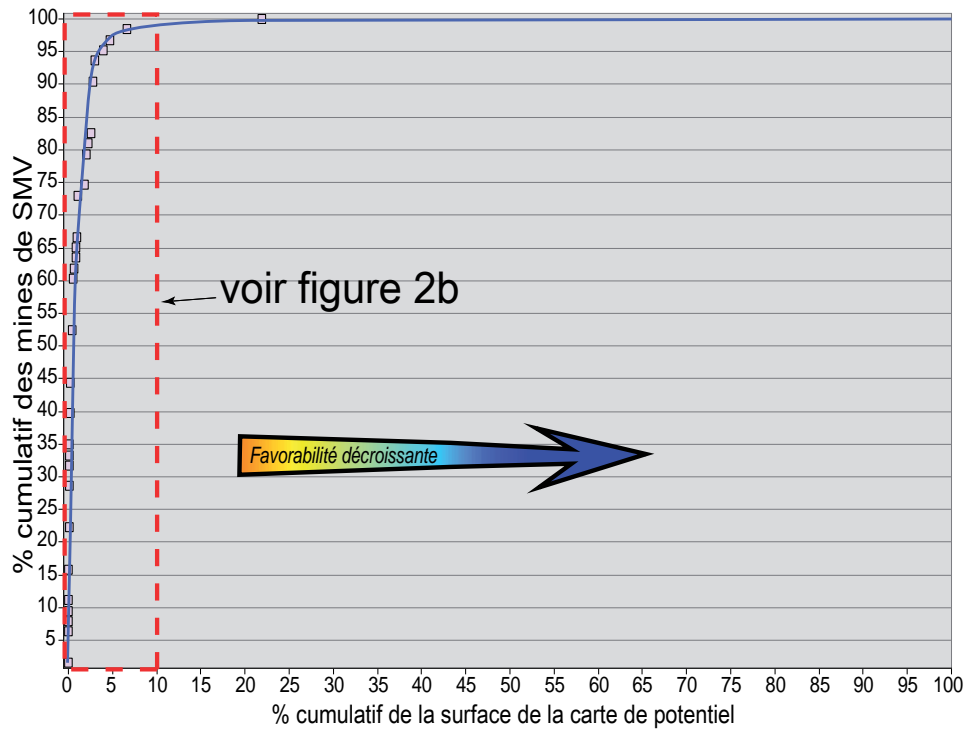
## REMERCIEMENTS

---

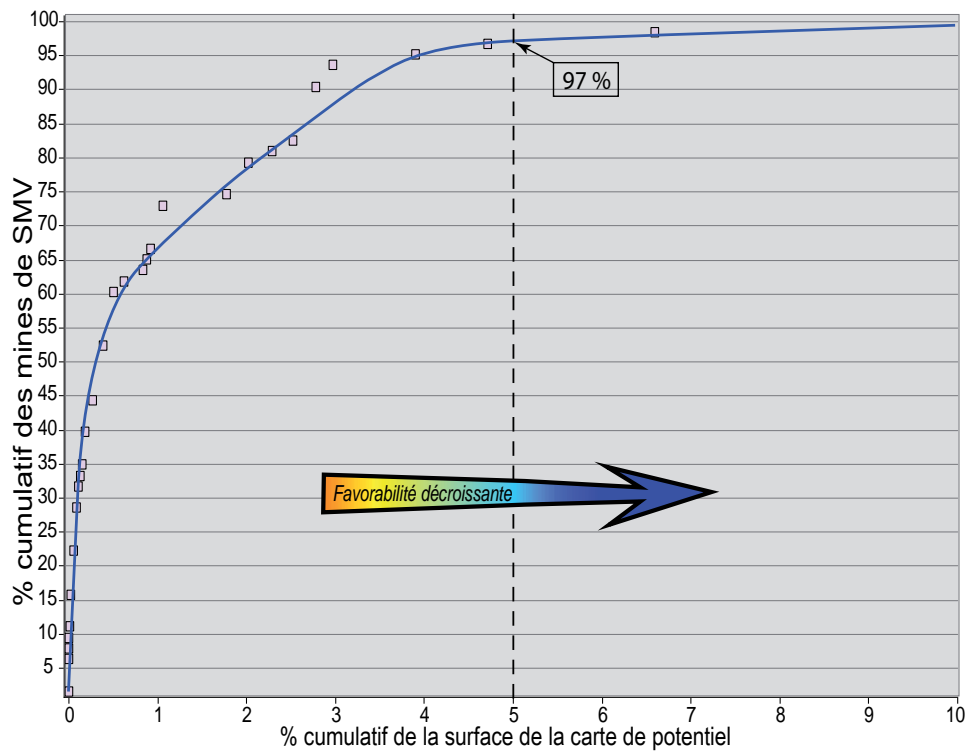
La contribution de Jean Goutier a été extrêmement appréciée, en particulier pour la définition des intrusions plutoniques synvolcaniques. Je tiens à remercier particulièrement Charles Maurice pour ses suggestions pertinentes à certaines étapes du traitement.



**FIGURE 1** – Détermination du seuil minimal de haute favorabilité à l’aide d’un diagramme quantile-quantile. Les valeurs présentées en ordonnée correspondent à la valeur de favorabilité mesurée sur la carte de favorabilité finale pour chacune des 63 mines de SMV de l’Abitibi. Les cellules de la carte finale dont la valeur dépasse 0,759 regroupent 94 % des mines. Les points en bleus correspondent aux 12 mines de SMV utilisées pour valider le traitement et qui n’ont pas été considérées lors de la pondération des paramètres. Les différents bris visibles dans la distribution sont dus à la contribution particulièrement importante des paramètres associés aux sous-modèles identifiés.



**FIGURE 2A** – Prédicativité de la carte de favorabilité obtenue par « logique floue hybride ». Le diagramme présente : 1) en abscisse, la surface cumulative (en pourcentage) des cellules de la carte de potentiel classées par ordre de favorabilité décroissante; et 2) en ordonnée, le pourcentage cumulatif des mines ciblées par ces cellules.



**FIGURE 2B** – Portion agrandie de la figure 2a. Environ 97 % des 63 mines de type SMV se situent dans le groupe des cellules les plus favorables équivalant à 5 % de la surface de la carte

## RÉFÉRENCES

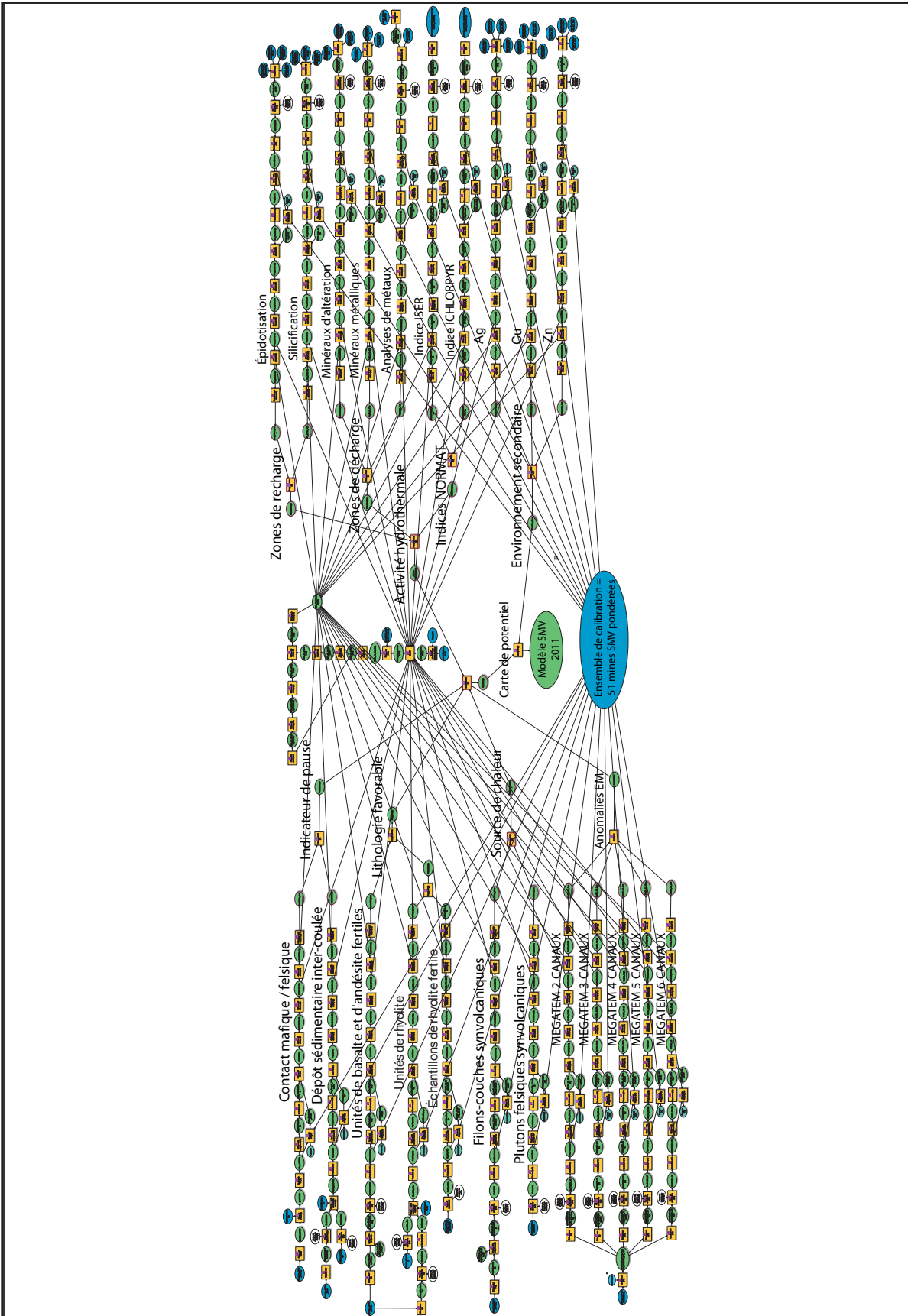
---

- BARRIE, C.T., 1995 – Zircon thermometry of high-temperature rhyolites near volcanic-associated massive sulfide deposits, Abitibi subprovince, Canada. *Geology*; volume 23, pages 169-172.
- BARRIE, C.T. – LUDDEN, J.N. – GREEN, T.H., 1993 – Geochemistry of Volcanic Rocks Associated with Cu-Zn and Ni-Cu Deposits in the Abitibi Subprovince. *Economic Geology*; volume 88, pages 1341-1358.
- COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA – MINES D'OR VIRGINIA – NORANDA EXPLORATION, 2009 – Levé électromagnétiques aérien MÉGATEM II en Abitibi. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune; DP 2008-41, 6 pages, 112 plans et données numériques.
- DION, C. – RHÉAUME, P., 2007 – Stratigraphie de la partie occidentale du Groupe de Blake River. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; ET 2007-03, 29 pages.
- HAMMOUCHE, H. – BOSZCZUK, P. – ROY, P., 2010 – Géologie des feuilletts Ile Bancroft (32F12-200-0202) et Lac MacIvor (32F13-200-0101), région de Matagami. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2010-01, 12 pages, 2 plans.
- GOUTIER, J., 2006 – Géologie de la région du lac au Goéland (32F/15). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RG 2005-05, 39 pages, 4 plans.
- GOUTIER, J. – MÉLANÇON, M., 2010 – Compilation géologique de la Sous-province de l'Abitibi (version préliminaire). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2010-04, 1 page, 2 plans.
- LABBÉ, J.-Y. – PILOTE, P. – LAMOTHE, D., 2006 – Évaluation du potentiel minéral pour les gîtes porphyriques de Cu-Au-Mo de l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; EP 2006-03, 47 pages, 1 plans, données numériques.
- LAMOTHE, D. – HARRIS, J.R., 2006 – Évaluation du potentiel en minéralisations de type or orogénique des roches archéennes de l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; EP 2006-01, 64 pages, 1 plans, données numériques.
- LAMOTHE, D. – HARRIS, J.R. – LABBÉ, J.-Y. – DOUCET, P. – HOULE, P. – MOORHEAD, J., 2005 – Évaluation du potentiel en minéralisations de type sulfures massifs volcanogènes (SMV) pour l'Abitibi. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Québec; EP 2005-01, 99 pages, 1 plans, données numériques.
- LAMOTHE, D., 2010 – Modélisation de cibles de l'environnement secondaire par des techniques de seuils naturels et de régression spatiale multiple. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; EP 2010-01, 28 pages, données numériques.
- LECLERC, F. – HOULE, P., 2011 – Géologie de la région du lac Barlow (32G15-200-0202). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2010-07, 17 pages, 1 plans.
- LECLERC, F. – HOULE, P. – ROGERS, R., 2011 – Géologie de la région de Chapais (32G15-200-0101). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2010-09, 19 pages, 1 plans.
- LEGAULT, M., 2009 – Étude métallogénique de la région de la faille de Cadillac dans le secteur de Rouyn-Noranda (phase 3). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2009-05, 7 pages.
- LEGAULT, M. – RABEAU, O., 2007 – Étude métallogénique et modélisation 3D de la faille de Cadillac dans le secteur de Rouyn-Noranda (phase 2). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2007-03, 11 pages.
- LEGAULT, M. – RABEAU, O., 2006 – Étude métallogénique et modélisation 3D de la faille de Cadillac dans le secteur de Rouyn-Noranda. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2006-03, 8 pages.

- LESHER, C.M. – GOODWIN, A.M. – CAMPBELL, I.H. – GORTON, M.P., 1986 – Trace element geochemistry of ore-associated and barren felsic metavolcanic rocks in Superior Province, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, volume 23, pages 222-237.
- PEARSON, V., 2006 – Critères de reconnaissance pour la fertilité des environnements mafiques. Consortium de recherche en exploration minérale (CONSOREM); projet 2006-09, rapport non publié.
- RHÉAUME, P. – BANDYAYERA, D., 2007 – Révision stratigraphique de la ceinture d'Urban-Barry. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2006-08, 11 pages.
- ROGERS, R. – ROSS, P.S. – GOUTIER, J. – LAFRANCE, B. – MERCIER-LANGEVIN P., 2010 – Étude volcanologique et métallogénique d'un segment de la formation d'Hébécourt, Sous-province de l'Abitibi: résultats préliminaires. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2010-06, 11 pages.
- ROY, P. – CADÉRON, S., 2006 – Géologie de la région des lacs Rohault et Bouteroue (32G08-200-0101 et 32G08-200-0102). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2006-02, 14 pages, 2 plans.

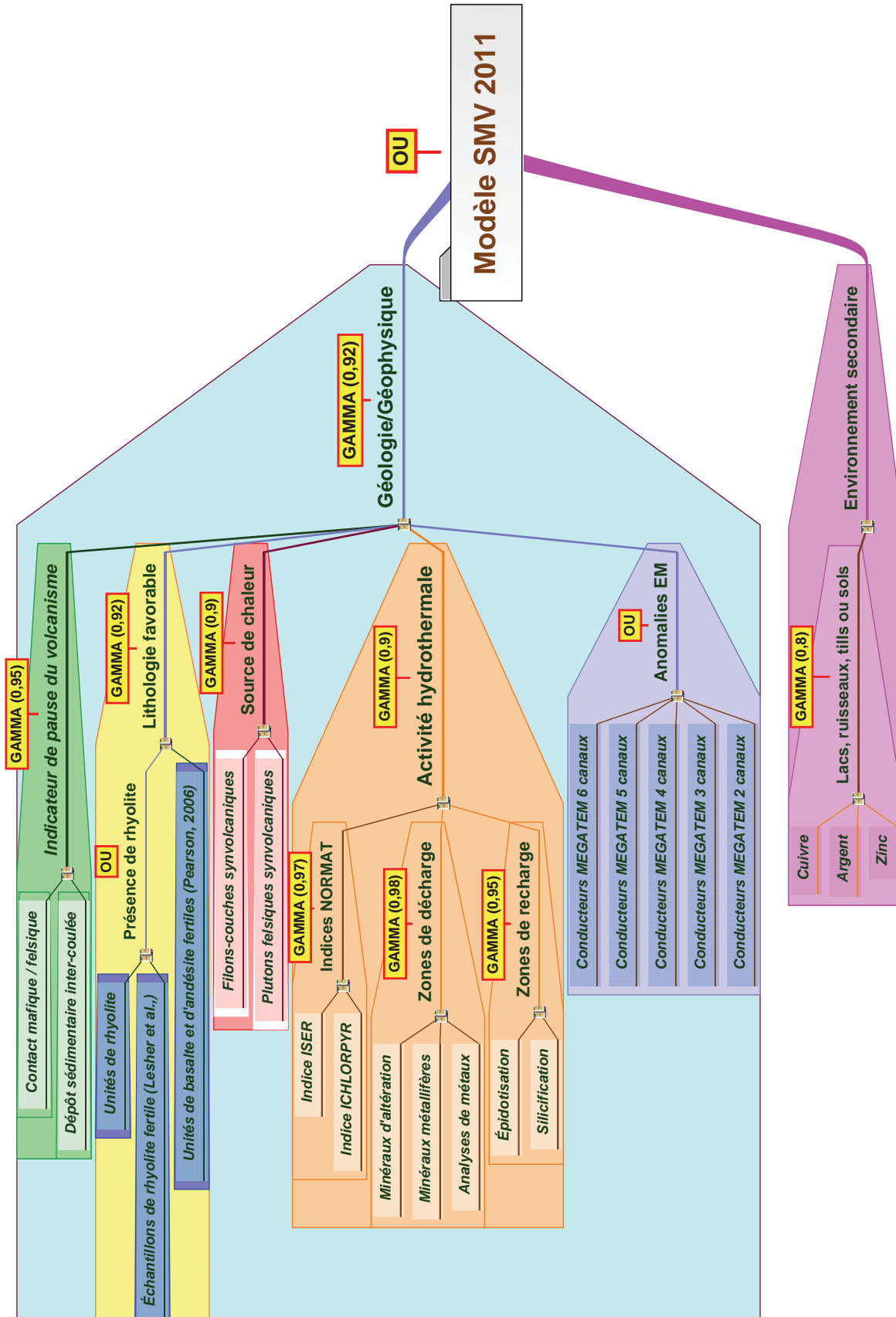
# ANNEXE 1

Aperçu schématique du traitement de modélisation du potentiel SMV de l'Abitibi dans Modelbuilder.



## ANNEXE 2

Modèle d'inférence du potentiel des SMV de l'Abitibi illustrant les paramètres pondérés utilisés. L'intégration des paramètres pour produire la carte finale est réalisée par logique floue à l'aide des opérateurs « GAMMA flu » et « OU » (cases en jaune).



## ANNEXE 3

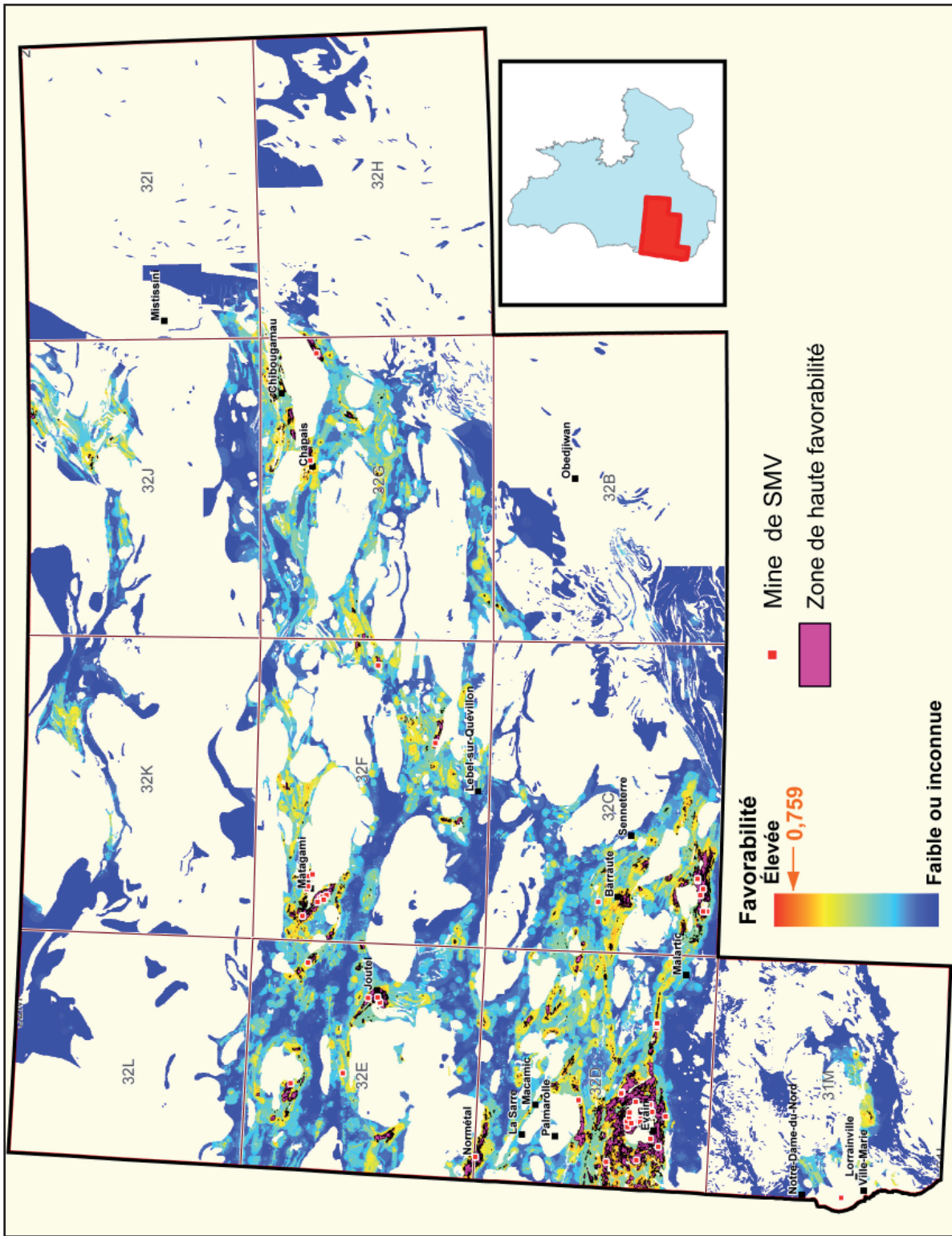
Valeurs de contraste des 23 paramètres du modèle SMV converties en valeurs floues. Le rang indique la prédictivité du paramètre en ordre décroissant.

Distance (m)	Contraste	Valeur floue	Rang
<b>Indicateurs de pause du volcanisme</b>			
<b>Proximité d'un contact entre une unité de lave felsique et une unité de lave intermédiaire à ultramafique</b>			
< 100	5.334	0.740	9
100-200	4.042	0.682	
200-300	3.734	0.668	
300-400	3.277	0.647	
400-500	2.635	0.618	
500-600	2.126	0.596	
600-700	1.813	0.581	
700-800	1.784	0.580	
800-900	1.941	0.587	
900-1400	1.808	0.581	
> 1400	-7.463	0.001	
<b>Proximité d'un horizon sédimentaire intercoolée</b>			
0	4.035	0.681	14
0-100	3.498	0.657	
100-200	2.199	0.599	
> 200	-7.463	0.001	
<b>Proximité d'une lithologie favorable</b>			
<b>Présence de rhyolite</b>			
0	4.248	0.691	12
1-400	4.239	0.690	
400-800	1.321	0.559	
> 800	-6.259	0.219	
<b>Proximité d'une rhyolite fertile</b>			
> 600	-7.463	0.165	8
< 200	5.410	0.743	
200-400	4.920	0.721	
400-600	3.666	0.665	
<b>Présence d'unités d'andésite ou basalte avec IFM favorable</b>			
Favorabilité Dans BasAndesIFM	2.809	0.626	21
Favorabilité Hors BasAndesIFM	-2.809	0.374	
<b>Proximité d'une source de chaleur</b>			
<b>Proximité de filons-couches interm. ou maf. synvolcaniques</b>			
< 100	4.002	0.680	15
100-200	2.423	0.609	
200-300	1.988	0.589	
300-400	1.803	0.581	
400-500	1.738	0.578	
500-600	1.757	0.579	
600-700	1.807	0.581	
700-800	1.709	0.577	
800-900	1.446	0.565	
900-1000	1.026	0.546	
1000-3100	1.040	0.547	
> 3100	-7.438	0.002	
<b>Proximité de plutons felsiques synvolcaniques</b>			
< 1 000	3.797	0.671	17
1 000-2 000	2.263	0.602	
2 000-3 000	1.922	0.586	
3 000-4 000	2.027	0.591	
4 000-5 000	0.805	0.536	
> 5 000	-7.433	0.002	
<b>Évidences d'activité hydrothermale</b>			
<b>Proximité d'un indice d'altération NORMAT anormalique</b>			
<b>Proximité d'un indice ISER anormalique</b>			
< 100	7.155	0.822	4
100-200	6.812	0.806	
200-300	5.390	0.742	
> 300	-7.452	0.001	
<b>Proximité d'un indice ICHLOPYR anormalique</b>			
< 100	6.356	0.786	6
100-200	6.454	0.790	
200-300	4.895	0.720	
300-400	4.528	0.703	
> 400	-7.452	0.001	
<b>Zone de décharge</b>			
<b>Proximité de minéraux d'altération</b>			
< 100	6.659	0.799	5
100-200	2.663	0.620	
200-300	1.303	0.559	
300-400	1.108	0.550	
400-500	0.829	0.537	
500-600	0.403	0.518	
600-700	0.286	0.513	
700-800	-0.230	0.490	
800-900	-0.152	0.493	
900-2 100	-0.955	0.457	
> 2 100	-7.463	0.001	
<b>Proximité de minéralisations</b>			
< 100	11.127	0.999	1
100-200	1.913	0.586	
200-300	0.824	0.537	
300-400	0.464	0.521	
400-500	0.053	0.502	
500-1 800	-0.314	0.486	
> 1 800	-7.463	0.001	
<b>Proximité d'un contenu métallique anormal</b>			
< 100	8.173	0.867	2
100-200	4.242	0.691	
200-300	3.707	0.667	
300-400	3.459	0.655	
400-500	3.033	0.636	
500-600	3.297	0.648	
600-700	2.458	0.610	
700-800	2.730	0.623	
> 800	-7.463	0.165	

Distance (m)	Contraste	Valeur floue	Rang
<b>Évidences d'activité hydrothermale (suite)</b>			
<b>Zone de recharge</b>			
<b>Proximité d'une épidoctisation</b>			
< 100	4.561	0.705	11
100-200	3.271	0.647	
200-300	3.193	0.643	
300-400	3.172	0.643	
400-500	3.068	0.638	
500-600	2.855	0.628	
600-700	2.417	0.609	
700-800	2.388	0.607	
800-900	2.280	0.602	
900-1 000	1.870	0.584	
1 000-1 100	1.794	0.581	
1 100-1 200	1.861	0.584	
1 200-1 300	1.931	0.587	
1 300-1 400	1.865	0.584	
1 400-1 500	1.732	0.578	
1 500-2 500	1.509	0.568	
> 2 500	-7.463	0.001	
<b>Proximité d'une silicification</b>			
< 100	7.215	0.824	3
100-200	3.845	0.673	
200-300	3.376	0.652	
300-400	3.159	0.642	
400-500	3.165	0.642	
500-600	2.749	0.624	
600-700	2.770	0.624	
700-800	2.652	0.619	
800-900	2.490	0.612	
900-1 000	2.585	0.616	
1 000-1 100	2.611	0.617	
1 100-1 200	2.363	0.606	
1 200-1 300	1.625	0.573	
1 300-1 400	1.514	0.568	
1 400-1 500	1.201	0.554	
1 500-1 900	1.267	0.557	
> 1 900	-7.463	0.001	
<b>Présence d'anomalie EM</b>			
<b>Proximité d'une anomalie MEGATEM</b>			
<b>Proximité d'une anomalie MEGATEM 6 canaux</b>			
< 200	4.859	0.718	10
200-400	3.326	0.649	
> 400	-3.989	0.233	
<b>Proximité d'une anomalie MEGATEM 5 canaux</b>			
< 400	3.186	0.643	20
> 400	-3.186	0.287	
<b>Proximité d'une anomalie MEGATEM 4 canaux</b>			
< 100	6.061	0.772	7
100-300	3.854	0.673	
> 300	-4.463	0.201	
<b>Proximité d'une anomalie MEGATEM 3 canaux</b>			
< 200	3.929	0.677	16
200-300	3.678	0.665	
> 300	-3.815	0.201	
<b>Proximité d'une anomalie MEGATEM 2 canaux</b>			
< 200	2.711	0.622	22
> 200	-2.711	0.318	
<b>Environnement secondaire</b>			
<b>Proximité d'une cible de lac, ruisseau, till ou sol (EP 2010-01)</b>			
<b>Proximité d'une cible de cuivre</b>			
0	4.230	0.690	13
1-200	3.878	0.674	
200-400	3.876	0.674	
400-600	3.943	0.677	
600-800	4.025	0.681	
800-1 000	4.129	0.686	
1000-1 200	4.144	0.686	
1 200-1 400	3.105	0.640	
1 400-2 200	1.848	0.583	
> 2 200	-7.452	0.001	
<b>Proximité d'une cible d'argent</b>			
0	3.532	0.659	19
1-1 000	3.344	0.650	
1 000-2 000	3.404	0.653	
2 000-3 000	3.345	0.650	
3 000-4 000	2.053	0.592	
4 000-5 000	2.109	0.595	
5 000-6 000	2.151	0.597	
6 000-7 000	2.182	0.598	
> 7 000	-7.452	0.001	
<b>Proximité d'une cible de zinc</b>			
0	3.796	0.671	18
< 500	3.389	0.652	
500-1 000	3.214	0.644	
1 000-1 500	2.662	0.620	
1 500-2 000	2.637	0.619	
2 000-2 500	2.102	0.594	
2 500-4 000	0.892	0.540	
> 4 000	-7.452	0.001	

# ANNEXE 4

Carte finale de la favorabilité pour le potentiel en SMV de l'Abitibi.



*Ressources naturelles*

*et Faune*

Québec

