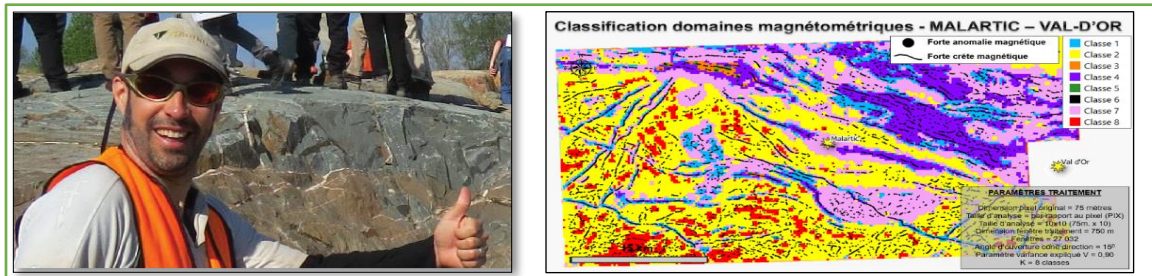


## Projet 2020-07 : Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel de prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – (Projet MISA – phase IV)



Par : Jérôme Lavoie, ing., M.Sc.A., CONSOREM

Collaborateurs : Michel Allard, ing., M.Sc., chercheur associé CONSOREM, Mikaël Simard, ing., Ph.D. Sc., collaborateur externe et Jean-Luc Cyr, ing., M.Sc.A., collaborateur UQAC

Le projet 2020-07 (Phase IV), en collaboration avec le réseau d'expertise en innovation minière MISA, a permis la poursuite du développement du logiciel prototypage « MagnetoModeleur » (projets 2017-01, 2018-01 et 2019-07). Le logiciel a été conçu spécifiquement pour l'aide à l'interprétation automatique et interactive des levés magnétométriques, autant à l'échelle régionale que locale. Le logiciel permet, par des techniques de segmentation d'images et de classification de 102 paramètres calculés sur des fenêtres de dimension déterminées par l'utilisateur, la délimitation de domaines magnétométriques. Les techniques de segmentation d'images implémentées combinent des processus existants (Pyradiomics: van Griethuysen et al., 2017; Zwanenburg et al., 2016) ou développés par CONSOREM (Lavoie et Allard, 2017). Le traitement classe alors les fenêtres statistiquement semblables en domaines magnétométriques. Pour cette phase, en plus des 3 collaborateurs initiaux, la compagnie Goldspot Discoveries Corp. a participé de manière ponctuelle au projet.

Lors de l'interprétation de levés magnétométriques, une partie du travail du géologue consiste à digitaliser le rubanement magnétique et la trajectoire des fortes anomalies. Ce rubanement a une incidence directe sur l'interprétation magnétométrique, structurale et géologique d'un territoire. Durant cette phase, l'objectif principal consistait à implémenter une méthodologie permettant la détection automatique, l'extraction, la vectorisation et l'exportation en format vectoriel des fortes anomalies magnétométriques « linéaires ». En plus de ce volet, d'autres nouveautés ont été implémentées. Voici la liste des objectifs réalisés dans le cadre de la phase IV du projet et des nouveautés implémentées dans la version 3.0. du logiciel prototypage :

1. Une méthodologie de détection, d'extraction, de vectorisation et d'exportation des fortes anomalies « linéaires » de type crête et de type bordure en format vectoriel (points et lignes) selon les algorithmes de Blakely (Blakely et Simpson, 1986) et la *Progressive Probabilistic Hough Transform (PPHT)* de Galambos et al. (1999);
2. Une méthodologie de traitement de filtrage de l'image sur les résultats de classification des domaines magnétométriques par une analyse des voisins (ou pixels) les plus proches;
3. L'implémentation d'un nouvel algorithme de classification, le modèle de mélange gaussien (<https://scikit-learn.org/>), avec la collaboration de Goldspot Discoveries Corp. et;
4. Une fonction d'exportation des résultats du traitement des 102 paramètres calculés par le logiciel prototypage, en une matrice en format. npz (Python).

Depuis 2010, environ 1 220 levés magnétométriques ont été effectués au Québec (Source: SIGEOM, 2021). Le logiciel prototypage CONSOREM MagnetoModeleur (VERSION 3.0.) sera un outil de plus en plus utilisé par les compagnies membres CONSOREM dans un futur rapproché. Avec cette phase, une étape importante de consolidation vient d'être franchie. Le logiciel prototypage permet maintenant :

- ♦ la délimitation et l'exportation de domaines magnétométriques, de manière automatique et interactive, en combinant des techniques existantes ou développées par CONSOREM;
- ♦ la reconnaissance des fortes anomalies magnétométriques (détection, extraction, vectorisation et exportation);
- ♦ l'utilisation des résultats des analyses dans tous les systèmes d'information géographique (SIG ou GIS);
- ♦ une rapidité de traitement avec une analyse de levés couvrant de grandes surfaces en peu de temps.

Magnetomodeleur, version 3.0., représente bien l'avenir de l'exploration minérale : un outil innovant d'aide à l'interprétation, qui comble un besoin en exploration minérale par la compréhension de nouveaux territoires et l'aide à la recherche de nouveaux gisements.

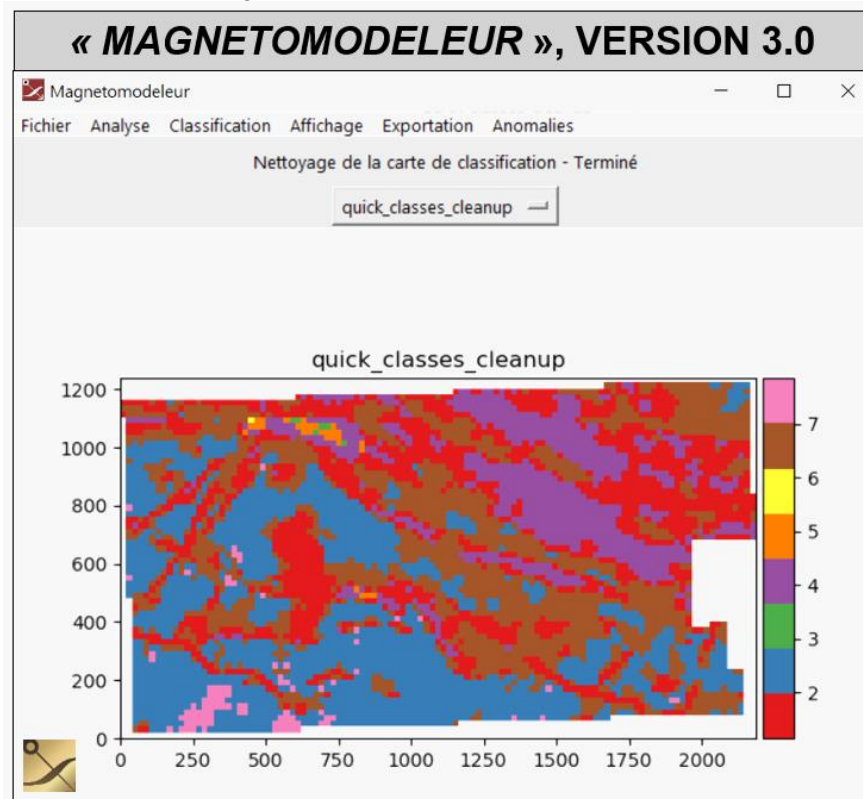


Figure 1 : Interface du logiciel prototypage « *MagnetoModeleur* », version 3.0.

## FICHE SOMMAIRE PROJET 2020-07

<b>Objectifs</b>	Implémentation d'une méthodologie de détection automatique, d'extraction, de vectorisation et d'exportation en format vectoriel des fortes anomalies magnétométriques « <i>linéaires</i> » et consolidation du traitement existant.
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Méthodologie de détection, d'extraction, de vectorisation et d'exportation des fortes anomalies « linéaires » (crête et bordure) en format vectoriel (points et lignes) ;</li><li>♦ Méthodologie traitement de filtrage de l'image sur les résultats de classification par une analyse des voisins les plus proches ;</li><li>♦ Implémentation d'un nouvel algorithme de classification : Modèle de mélange gaussien (collaboration Goldspot) ;</li><li>♦ Une fonction d'exportation des résultats du traitement des 102 paramètres calculés en une matrice en format. npz (Python).</li></ul>
<b>Innovations</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Reconnaissance des fortes anomalies magnétométriques (détection, extraction, vectorisation et exportation) ;</li><li>♦ Développement d'un outil novateur, interactif, performant, compatible et unique pour l'aide à l'interprétation automatique des levés magnétométriques.</li></ul>
<b>Produits livrés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Exécutable logiciel prototypage « MAGNETOMODELEUR » VERSION 3.0. ;</li><li>♦ Présentations Microsoft® PowerPoint ;</li><li>♦ Rapport technique ;</li><li>♦ Atelier d'accompagnement pour l'utilisation du logiciel prototypage.</li></ul>

## RÉFÉRENCES :

D'Amours, I., Intissar, R., 2012. Levé magnétique hélicoptère dans le secteur de Malartic, Abitibi. MRNF. DP 2012-04, 6 pages et 2 plans.

Lavoie, J. et Allard, M., 2018. Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution. Rapport, Projet CONSOREM 2017-01, 63 pages.

Van Griethuysen, J. J. M., Fedorov, A., Parmar, C., Hosny, A., Aucoin, N., Narayan, V., Beets-Tan, R. G. H., Fillon-Robin, J. C., Pieper, S., Aerts, H. J. W. L., 2017. Computational Radiomics System to Decode the Radiographic Phenotype. *Cancer Research*, 77(21), e104–e107. <https://cancerres.aacrjournals.org/content/77/21/e104>

Zwanenburg, A., Leger, S., Vallières, M., & Löck, S., 2016. Image biomarker standardization initiative. arXiv preprint arXiv:1612.07003.

<https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.mixture.GaussianMixture.html>

<https://sigeom.mines.gouv.qc.ca/>