



CARTOGRAPHIE PRÉVISIONNELLE PAR RÉSEAUX NEURONAUX À LA BAIE JAMES

Stéphane Faure^{1,2} et Sylvain Trépanier²

Il reste de vastes territoires sans cartographie récente au Québec (aux échelles du 1: 250 000 et 1: 50 000), en particulier dans le Grenville et dans la région de la Baie James. Dans cette dernière région, la récente découverte du gisement Éléonore (2,7 Moz Au) montre à quel point le manque d'information géologique de base ne facilite pas l'exploration pour les compagnies actives autour de cette future mine.

Est-il possible d'établir dans une telle région une carte géologique prédictive afin de guider les priorités de cartographie pour les ministères et les compagnies ? L'objectif du projet est de développer une méthode permettant d'établir une carte géologique prévisionnelle afin de permettre une meilleure planification des campagnes de terrain et d'exploration dans des régions moins bien cartographiées. Un autre objectif poursuivi est de développer un outil de planification des campagnes de cartographie et de contre validation des modèles cartographiques. La principale difficulté est d'établir une recette optimale, rapide, et peu coûteuse en utilisant des données publiques.

Le principe est de partir d'une carte géologique récente connue pour construire des cartes adjacentes sur la base de données multicouches et en utilisant la méthode des réseaux neuronaux. Un réseau de neurones est un modèle mathématique dont la structure est partiellement calquée sur les réseaux de connectivité des neurones biologiques. Le modèle mathématique adapte sa structure interne à des informations externes qui lui sont fournies (couches de données) dans le but de réaliser un apprentissage sur la nature de ces informations. Dans le cas présent, l'apprentissage consiste à reconnaître la signature de différentes lithologies. Il s'agit dans un premier temps d'entraîner le réseau sur une carte connue (carte d'entraînement). Une partie de la population de données de cette carte sert à établir un réseau d'entraînement pour une lithologie particulière en interrogeant les différentes couches d'information géologique. Une autre partie des données de cette carte connue sert à valider les « paramètres » reconnus par le réseau, et finalement une troisième population de données (données cachées dont on connaît la réponse) sert à tester la prédiction du modèle pour cette même carte. Dans le second temps, on applique la « recette » de la carte d'entraînement et établie par le réseau sur la carte adjacente afin de rechercher les mêmes caractéristiques pour une lithologie particulière. Nous avons choisi deux cartes 1 : 50 000 (33B-03 et 33B-04) à l'intérieur du feuillet 33B (1 : 250 000). La carte 33B-04 a servi de carte d'entraînement et de validation pour le réseau neuronal et la carte 33B-03 constituait la carte à prédire par le modèle, mais dont on connaît en fait la géologie.

Les données de contrôles sont constituées de la carte géologique interprétée par le cartographe et les données ponctuelles correspondant aux affleurements. La carte géologique a été simplifiée, passant de 23 à 10 lithologies, et les petites surfaces et/ou unités marginales ont été supprimées principalement à cause des différentes résolutions des données utilisées pour le traitement. Les données pour le traitement sont : 1) un modèle d'élévation de terrain de la NASA (1997, résolution 90m) sur lequel la pente et la direction de la pente ont été calculées, 2) le champ magnétique total (données aéromagnétiques du fédéral à une résolution de 800m) sur lequel des filtres géophysiques ont été

¹ faure.stephane@uqam.ca ; ² CONSOREM



5^e Forum technologique du CONSOREM

Exploration et Géosciences Abitibi 2007

calculés, et finalement 3) les composantes principales d'anomalies géochimiques de fonds de lac nivelées et extrapolées. N'ont peu être utilisées les données Landsat, car il y avait d'abondants signes de feux de forêt ; la gravité, à cause de la trop faible résolution du levé fédéral et la radiométrie puisqu'il n'y a aucune couverture dans le secteur étudié.

Nous avons utilisé deux approches avec les réseaux neuronaux. La première approche consiste à entraîner le réseau avec des données provenant des polygones de la carte géologique, indépendamment des affleurements. Cette approche a l'avantage de fournir une grande quantité de données, mais son désavantage est d'avoir moins de contrôle sur la qualité des données. Elle est donc plus interprétative. La deuxième approche a été d'utiliser uniquement les données ponctuelles provenant des affleurements. Cette approche est plus réaliste puisqu'elle n'est pas influencée par l'interprétation du géologue et le modèle cartographique ; le contrôle sur la qualité des cellules est bon. Par contre, il y a moins de cellules de contrôle disponibles.

Dans notre approche, le traitement de données par les réseaux neuronaux ne permet pas de prédire toutes les lithologies, mais plutôt une lithologie à la fois. Les résultats sur la carte connue (33B-04) sont étonnants. On reproduit assez fidèlement la carte, en particulier lorsqu'on traite l'information lithologique en terme de composition relative (felsique, intermédiaire, mafique) ou de critères antagonistes, tels « intrusions versus volcanites » ou « roches mafiques versus felsiques ». Certaines zones de la carte ont montré des différences entre le modèle cartographique et la prédiction du réseau neuronal. Ces différences mènent à une réflexion sur l'exactitude de l'interprétation géologique et éventuellement à modifier la carte. De moins bons résultats sont obtenus lorsqu'on utilise les lithologies individuellement. Cependant, les basaltes de la carte connue coïncident bien avec l'ensemble du modèle cartographique. Concernant la prédiction de la carte adjacente (33B-03), on réussit à prédire assez fidèlement certaines lithologies comme les basaltes et le critère « intrusion versus volcano-sédimentaire ». Par contre dans cette carte prévisionnelle, plusieurs formations de fer très magnétiques viennent brouiller la reconnaissance des unités, car le champ magnétique total est très différent de la carte d'entraînement (33B-04). Étant donné que ces unités fortement magnétiques ne faisaient pas partie des unités de la carte d'entraînement, elles n'ont pu être reconnues. En plus, elles interfèrent la réponse à leur pourtour.

En conclusion, une approche innovatrice et un nouvel outil ont été développés par le Consorem afin de produire des cartes prévisionnelles adjacentes à des cartes récemment cartographiées. La résolution des unités lithologiques est dépendante de la résolution des données utilisées. Un levé magnétique aéroporté régional permet d'identifier de grandes unités avec suffisamment de résolution pour produire des cartes au 1 : 50 000. Certaines conditions s'appliquent à l'application de la méthode, notamment il faut que la géologie soit similaire d'une carte à l'autre et que les contrastes géophysiques soient dans le même ordre de grandeur. Une autre conclusion importante de ce projet est qu'il est possible de mieux cibler certaines problématiques et hypothèses géologiques dès le départ à partir de la carte prévisionnelle, avant la cartographie. L'outil permet également de contre valider le modèle cartographique après la campagne de terrain.