

NEXT fait progresser la cartographie prédictive des minéraux grâce aux cartes auto-organisatrices

Grâce à sa participation au projet Horizon 2020 New Exploration Technologies (NEXT) financé par l'UE, la société Beak Consultants GmbH, basée à Freiberg, en Allemagne, a pu étendre sa suite logicielle « advangeo® 2D Prediction » en y intégrant des cartes auto-organisatrices. Nous avons invité Andreas Brosig, géologue chez Beak Consultants, pour nous expliquer plus en détail la portée de la cartographie prévisionnelle des minéraux ainsi que leur fonctionnalité.

Sur la photo de couverture de cet article, Andreas Brosig examine un échantillon de roche minéralisée prélevé dans l'une des zones d'exploration cartographiées (Crédit photo : Gerald Volkmer). Récemment, Andreas a fait une présentation de trois minutes sur la nouvelle méthode de cartographie prédictive des minéraux de BEAK lors de l'assemblée générale de l'Union européenne des géosciences de l'année 2021, qui peut être consultée via ce [lien](#).

Pouvez-vous nous dire ce qui a motivé votre intérêt pour la géologie ?

Déjà depuis mon enfance, j'avais une réelle passion pour la collection de minéraux et de fossiles. Pendant les vacances scolaires, je harcelais mes parents pour qu'ils fassent de petits voyages dans les Alpes ou le Jura franconien à la recherche de fossiles. Avec le temps, j'ai commencé à me demander à quel point il devait être plus difficile de découvrir des minéraux dans les profondeurs du sous-sol que de collecter des échantillons à la surface. Plus tard, j'ai appris qu'il s'agissait en effet d'un sujet difficile, mais aussi très captivant, car il implique de

nombreux processus naturels qui interagissent sur des échelles de temps incroyablement longues. L'examen des traces restantes de ces processus nous permet d'améliorer notre compréhension de ce qui s'est passé dans le passé. Grâce à cette nouvelle approche de la cartographie prédictive des minéraux, il est possible de trouver de nouveaux dépôts minéraux même dans des régions où l'on pense que les activités minières des siècles passés ont épuisé les gisements connus jusqu'alors.

En quoi consiste la cartographie minérale prévisionnelle ?

La cartographie minérale prévisionnelle permet de cibler rapidement les zones susceptibles de contenir des gisements et offre donc un moyen de réduire considérablement les coûts d'exploration ainsi que les délais d'ouverture d'une nouvelle mine ou d'extension d'une mine existante. Chez BEAK, nous travaillons avec cette approche depuis dix ans maintenant. Notre application, avec un large éventail de domaines cibles et, par conséquent, avec différents ensembles de données, nous permet de développer en permanence notre logiciel interne « advangeo® 2D Prediction ». Essentiellement, notre suite logicielle est construite sur la base de concepts de science des données tels que l'intelligence artificielle, qui combine de nouvelles approches d'exploration des données avec l'apprentissage automatique.

Nous comprenons que NEXT a donné l'opportunité à BEAK d'ajouter un nouvel algorithme à son logiciel de prédiction. Pouvez-vous nous donner plus de détails sur ce nouvel algorithme ?

Comme l'a expliqué notre collègue chercheur à NEXT, Tobias Bauer, dans une interview précédente ([voir ici](#)), le défi de prévoir l'emplacement des gisements de minerai est grand et complexe. Les ingrédients nécessaires à leur formation sont d'une spécificité unique, car ils sont influencés par des processus qui se produisent non seulement à l'échelle régionale mais aussi à l'échelle locale. Le nouvel algorithme que nous avons ajouté à notre logiciel interne « advangeo® 2D Prediction » est basé sur le concept des cartes auto-organisatrices. Les cartes auto-organisatrices (SOM) sont un outil utile pour analyser et interpréter les ensembles de données disponibles qui ont été collectés, tels que les données géophysiques obtenues par des enquêtes sur le terrain et les données géochimiques des sédiments des cours d'eau produites dans un environnement de laboratoire.

Pour commencer, tous ces ensembles de données sont transformés de l'espace géographique géocodé « habituel » en espace SOM, comme le montre l'illustration schématique du flux de travail ci-dessous. Dans cet espace SOM, les données sont ensuite regroupées en fonction de

leur similarité globale. En ramenant les clusters à l'espace géographique, une nouvelle méthode d'interprétation géologique de ces clusters est facilitée. Comme le montre l'illustration schématique du flux de travail, le résultat final généré par notre nouvel algorithme prend la forme d'une carte prédictive des minéraux.

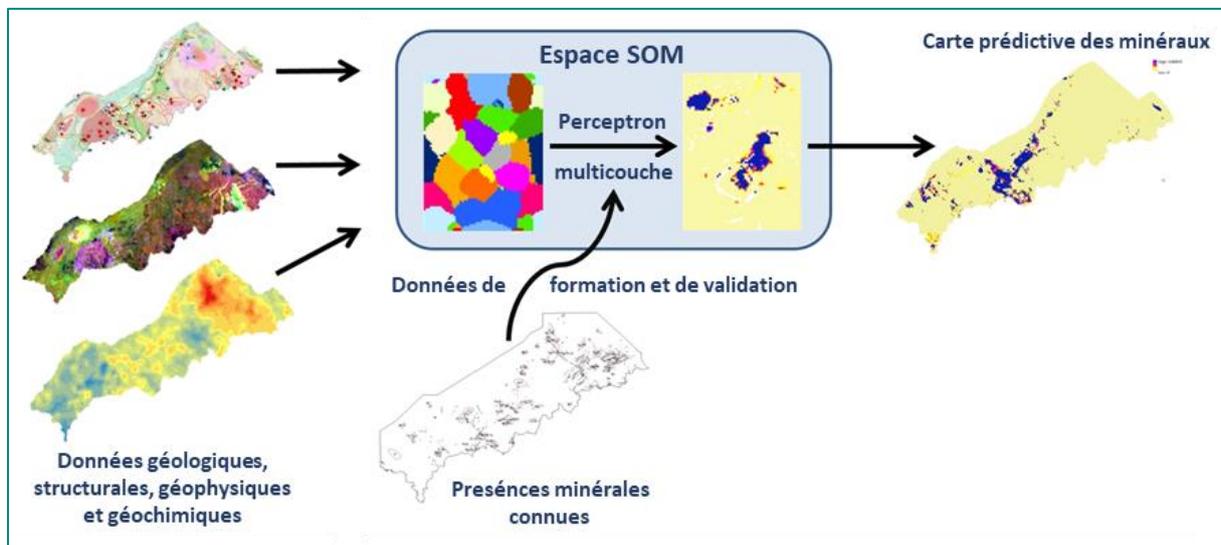


Figure 1. Illustration schématique du flux de travail pour obtenir une carte prédictive des minéraux

En apprentissage automatique, notre algorithme est connu sous le nom de « perceptron ». Un perceptron est un algorithme d'apprentissage supervisé de classificateurs binaires. Il existe deux types de perceptrons : monocouche et multicouche. Les perceptrons monocouches ne peuvent apprendre que des modèles linéairement séparables. Comme nous avons affaire à des entrées multicouches, nous tirons parti des anomalies connues de minéraux comme données de formation dans l'espace SOM. C'est précisément l'application d'un perceptron multicouche dans l'espace SOM qui nous permet de produire des cartes prévisionnelles minérales.

Pouvez-vous nous en dire plus sur les applications qui confirment la validité de votre nouvel algorithme ?

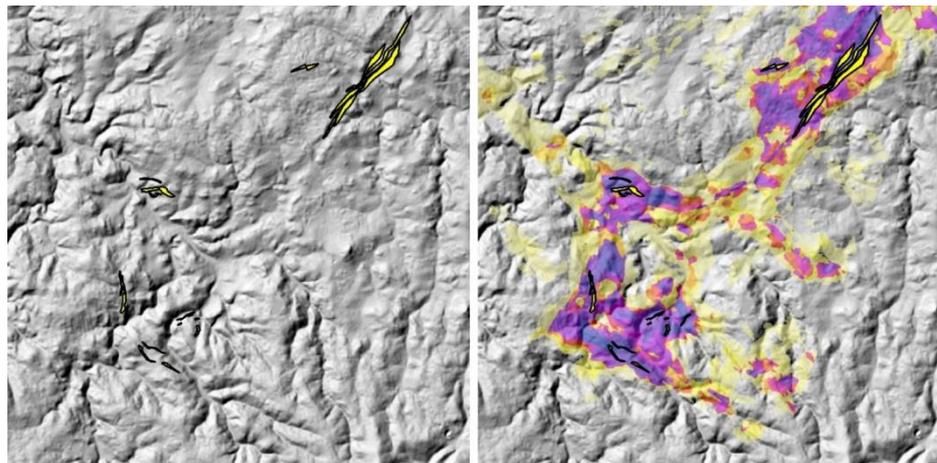
Jusqu'à présent, nous avons appliqué la méthode aux gisements d'étain de la partie allemande de l'Erzgebirge. Les données de formation et de validation ont été compilées à partir des dossiers d'exploitation et d'exploration disponibles. Comme données d'entrée pour l'espace SOM, nous avons utilisé des ensembles de données gravimétriques, magnétiques,

géochimiques des sédiments fluviaux, géologiques et tectoniques retraitées. Les relations spatiales susceptibles de contrôler le minerai, telles que la distance aux différents types d'intrusions granitiques partiellement couvertes, ont été dérivées d'un modèle géologique 3D à l'échelle régionale.

La carte de prédiction minérale qui en résulte permet de définir des zones encore non documentées qui révèlent un fort potentiel minéral et qui se présentent donc comme des emplacements de choix pour des activités d'exploration détaillées.

Figure 2. À gauche : Une carte d'une partie de l'Erzgebirge occidentale avec des gisements d'étain connus.

À droite : Notre carte de prédiction minérale montre les endroits où des gisements supplémentaires pourraient exister



Comme vous pouvez le voir, les résultats sont très prometteurs et nous sommes impatients de valider notre nouvel algorithme dans d'autres endroits, comme le gisement d'or de Rajapalot en Finlande qui est l'un des sites du projet NEXT pour le test ainsi que la validation de nouvelles technologies d'exploration minière.

Comment décririez-vous les principaux avantages apportés par votre application de la cartographie prévisionnelle ?

Pour commencer, je dirais que par rapport à d'autres approches de modélisation, notre application optimise l'ensemble de données disponibles. L'espace SOM, en particulier, nous permet d'accélérer les calculs de façon spectaculaire. Dans l'exemple de l'Erzgebirge, nous avons pu produire la carte prévisionnelle en quelques jours seulement, y compris le temps d'organiser toutes les données d'entrée dans l'espace géographique. Cependant, la capacité de repérage des zones à fort potentiel d'exploration minière sur la base d'une recherche documentaire est un avantage très prometteur.



Figure 3. Un échantillon de roche enrichie en étain trouvé dans l'une des zones d'exploration prédites.

(Crédit photo: Peter Bock)

En savoir plus sur NEXT:

www.new-exploration.tech

