

LIBS-SCReeN

Screening Critical Raw materials from exploration to (post)beneficiation using New LIBS techniques

DURÉE
 15/12/2020 - 15/03/2024

BUDGET
 1 024 594 €

DESCRIPTION DU PROJET

Les matières premières critiques - Un défi sociétal

Un des plus grands défis des prochaines décennies au sein de l'UE et dans le monde sera de répondre aux besoins croissants en matières premières critiques (CRM). Dans ce contexte, il est nécessaire d'assurer non seulement la disponibilité des ressources minérales mais aussi de tenir compte de l'impact environnemental de leur exploitation et de leur traitement, y compris lors du recyclage. Des techniques de mesure hautement flexibles, rapides et fiables sont nécessaires pour améliorer notre capacité d'exploration et d'exploitation de CRM sans polluants dans divers environnements.

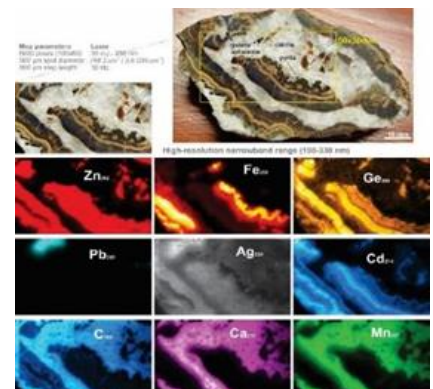
Le projet LIBS-SCReeN se consacre à l'application et à l'optimisation de la « spectrométrie d'émission atomique de plasma induit par laser » (LIBS) pour la détection et la caractérisation multi-échelles des matières premières critiques (CRM), avec une démonstration pilote sur les gisements belges de plomb-zinc. Ce type de minéralisation est reconnu à l'échelle internationale comme source potentielle de germanium, de gallium, de l'indium, de cadmium. En Belgique, son potentiel pour le germanium est déjà reconnu. D'autre part, les activités d'extraction et de traitement des minerais de plomb-zinc sont associées à de nombreuses contaminations de l'environnement, le cadmium étant un contaminant important en Belgique. Enfin, le projet renforcera l'expertise de la Belgique en matière de LIBS, qui est actuellement dispersée parmi les institutions fédérales et les universités. La création d'un pôle de recherche belge LIBS sera une valeur ajoutée.

La LIBS comme technique polyvalente à haut potentiel.

La LIBS est une technologie de choix pour l'exploration et le recyclage des CRM, ainsi que le suivi environnemental des sites associés à l'économie des matières premières. Cette technique de spectroscopie d'émission utilise des impulsions laser à haute énergie pour induire un plasma sur des échantillons solides, liquides ou même gazeux. Ce plasma émet une lumière spécifique liée à la composition chimique du matériau ciblé, avec des raies spectrales correspondant aux éléments chimiques. La technique présente d'énormes avantages : elle est rapide, flexible et nécessite une préparation d'échantillons minimale ; les analyses peuvent aussi être effectuées dans l'air sous pression normale, et au moyen d'appareils portables. De plus, la LIBS peut être déclinée dans de nombreuses configurations, en « point and shoot », en cartographie (profil ou surface) à l'échelle microscopique ou à l'échelle d'un terrain, et même à distance dans des configurations analysant à des dizaines voire à des centaines de mètres.

Ces instruments permettent généralement une analyse rapide et sensible, en un temps relativement court (de quelques microsecondes à quelques millisecondes par tir de laser, avec des limites de détection allant du ppm au ppb). Cependant, cette technique reste relativement récente et a encore besoin de bases scientifiques solides pour un traitement et une interprétation fiable des données, ainsi que pour l'optimisation de la conception et des paramètres instrumentaux.

Exemple de cartographie géochimique utilisant la LIBS sur un échantillon de minerai de Pb-Zn provenant de la région d'Andenne, Belgique. (Collection UMONS).



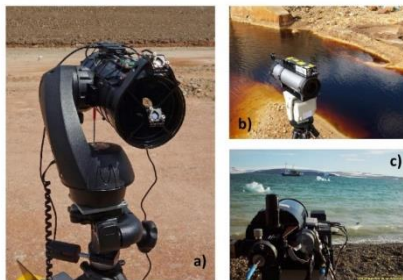
LIBS-SCReeN

Échantillons et méthodologie

Notre étude pilote se concentrera sur les gisements de plomb-zinc de la Belgique et les sites industriels associés: anciens sites miniers, friches de traitement du minerai et matières premières et secondaires (scories-déchets). Les échantillons seront collectés sur le terrain ainsi que dans les collections disponibles à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, à l'ULg et à l'UMONS. LIBS-SCReeN testera le potentiel en CRM associé aux gisements qui étaient auparavant estimés économiquement intéressants pour le germanium (et le cadmium). Outre la caractérisation des gisements de minerai, les sols contaminés de sites du patrimoine post-industriel tels que Prayon et Sclaigneaux (liés à l'extraction des gisements de Pb-Zn) seront également étudiés. Grâce à la complémentarité de l'expertise et de l'instrumentation des trois laboratoires, plusieurs matériaux de référence seront testés dans différents milieux et à différentes échelles (mesures ponctuelles et linéaires, cartographies 2D et mesures à distance sur le terrain), ceci pour optimiser les procédures et les paramètres de mesure.

La combinaison de la LIBS avec de l'imagerie hyperspectrale (imagerie visible et proche-infrarouge) fournira des informations complémentaires sur la structure cristalline et le contenu élémentaire des échantillons. Des mesures de référence (effectuées avec SEM ou XRD, ou micro-XRF) fourniront des informations minéralogiques, qui seront utilisées pour l'entraînement de modèles statistiques (apprentissage machine), qui tenteront de convertir les données spectrales en une estimation du contenu minéralogique.

Le grand nombre de données spectrales générées au cours de cette étude alimentera donc l'une des pierres angulaires de recherche de LIBS-SCReeN: l'application de l'intelligence artificielle à la chimométrie pour automatiser le traitement des flux de données LIBS. Les performances des techniques de base en apprentissage machine et en reconnaissance de formes (analyse discriminante linéaire, réseaux de neurones artificiels, machines à vecteurs de support, etc.) et l'apprentissage machine avancé, y compris les méthodologies d'analyse multivariées spécifiques et d'apprentissage profond (deep-learning), seront évaluées. Grâce à l'expertise du KULeuven Institute for Artificial Intelligence, LIBS-SCReeN sera ainsi le pionnier d'une application du deep-learning en géosciences, ici pour le dépistage de matières premières critiques à l'échelle d'un pays.



Instrumentation de LIBS à distance, à déployer sur le terrain (a) RBINS-GSB, (b) and (c) SETI-CSC

Les résultats attendus du projet sont les suivants:

- La démonstration de la capacité de la LIBS à effectuer un criblage rapide et précis des dépôts de Pb-Zn et des sites de traitement associés, y compris les sols en Belgique, ceci pour les métaux lourds (Zn, Pb, Co, Cd, Ag, Ge) et les métalloïdes (As) et avec des limites de détection de l'ordre du ppm.
- Des stratégies basées sur la science pour l'exploitation de la LIBS en criblage des CRM à plusieurs échelles: échantillons de minerai (p.ex., cartographie minéralogique et géochimique), carottes (criblage de minerai rapide multi-capteurs) et sur le terrain (p.ex., analyse de sol avec cartographie géoréférencée).
- Un cluster LIBS belge, connecté à la communauté scientifique 'LIBS' internationale et aux projets européens en cours, et qui promeut l'expertise LIBS belge au niveau international.

COORDONNEES

Coordinateur

Christian Burlet

Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRSNB)
Direction Opérationnelle Terre et Histoire de la Vie
cburlet@naturalsciences.be

Partenaires

Jean-Marc Baele

Université de Mons (UMONS)
Géologie fondamentale et appliquée
Jean-Marc.BAELE@umonts.ac.be

Anca Croitor Sava

Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven)
Biomedical RMI Unit, Institute for Artificial Intelligence
anca.croitor@kuleuven.be

Eric Pirard

Université de Liège (ULiège)
Département ArGEnCo
GeMMe - Georesources & Geo-Imaging
gemme@uliege.be

LIENS

<https://sites.google.com/view/libs-screen/>