

R*



ENJEUX DE RECHERCHE

Vers une société plus économe en déchets et en émissions

PARTENARIAT

BRGM - Terra Nova : élaborer des technologies de rupture

INSTITUT CARNOT BRGM

Extra&Co, nouvelle action « Carnot filière »

* LA LETTRE DE LA RECHERCHE DU BRGM

N°5 FÉVRIER 2017



GRAND ANGLE

► PAR FRANÇOIS-MICHEL LAMBERT

Député des Bouches-du-Rhône, président-fondateur de l'Institut de l'économie circulaire, instance nationale de rencontre, de réflexion, d'influence et de formation.

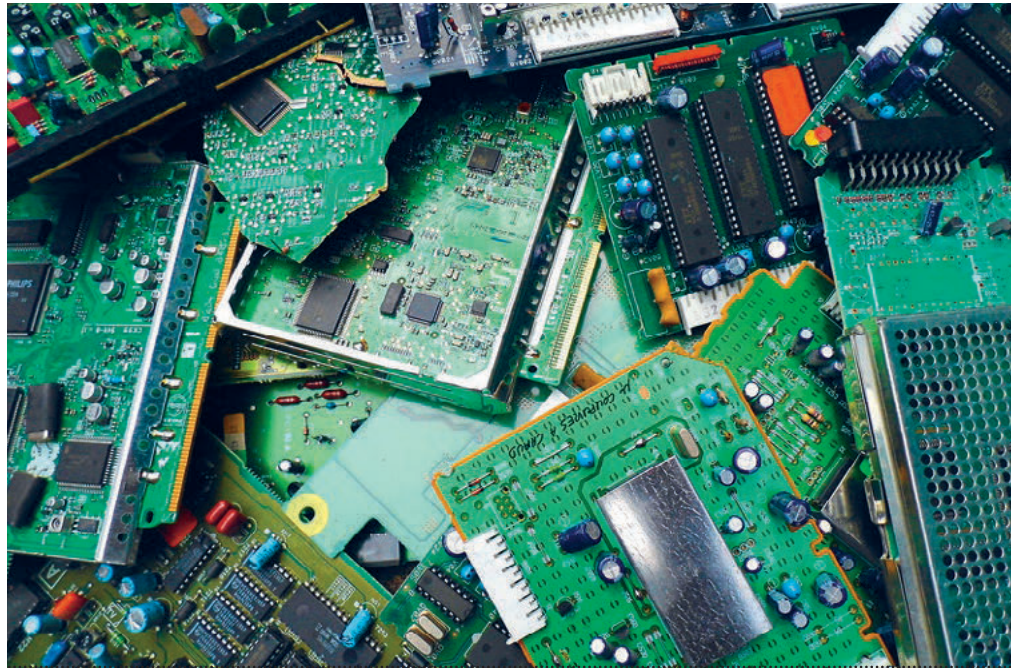
La prise en compte croissante de l'économie circulaire à l'échelle planétaire résulte d'une prise de conscience : celle des enjeux colossaux liés à la croissance démographique et économique et à la pression considérable qu'elles engendrent sur les ressources. Les classes moyennes (1 milliard d'habitants), par exemple, devraient atteindre 3 milliards d'individus dans les trente ans, aspirant à des standards de vie que les limites de notre planète ne permettront pas de satisfaire.

La question n'est plus de corriger le modèle économique en place, mais d'en changer ; de

« Nous devons passer d'une société de consommation à une société de meilleure utilisation des ressources. »

substituer au modèle linéaire (« extraire, fabriquer, consommer, jeter »), un modèle circulaire, où les produits appréhendés en tant que flux de matières et d'énergies sont réinjectés dans des boucles vertueuses successives, selon un fonctionnement proche de celui des écosystèmes.

Fondée sur des approches et technologies innovatrices en matière de ressources, d'éco-conception, de recyclage et d'optimisation énergétique, cette démarche a également une dimension éthique. La place de l'humain y est primordiale, et impose que les modalités de mise en œuvre de l'économie circulaire s'ins-



Les déchets électroniques et électriques sont l'un des gisements de ce que l'on appelle la mine urbaine. © Leyvos, Fotolia

LES GÉOSCIENCES, AU CŒUR DES PROCESSUS DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Généralisation et optimisation du recyclage, gestion durable des ressources naturelles, maîtrise énergétique... L'entrée de nos sociétés dans l'économie circulaire s'accompagne de nouveaux défis scientifiques, techniques et méthodologiques qui croisent l'ensemble des compétences des géosciences et ouvrent de nouvelles voies de recherche.

crivent dans le contexte géographique, social, sociétal et culturel de chaque territoire.

Une fiscalité incitative, des réglementations spécifiques, le soutien à l'expérimentation, une politique d'aide et d'incitation sont autant de leviers qui peuvent être déployés aux différentes échelles territoriales : continentale, nationale, régionale, urbaine... pour accompagner cette mutation.

La révolution numérique, qui met à notre disposition une quantité exponentielle de données et des outils de traitement de plus en plus puissants est un formidable vecteur de cette ambition, nous offrant des moyens essentiels pour mieux comprendre les logiques systémiques complexes de l'économie circulaire et mieux en piloter la mise en œuvre.

La mutation des esprits et des comportements est un autre vecteur. Les citoyens aspirent à retrouver du sens et de l'éthique dans leur vie, réaffirmant des valeurs de partage, de solidarité, de respect de l'environnement, qui se traduisent par de multiples initiatives et constituent un contexte très favorable.

Ce nouveau modèle est également une chance, porteur d'une nouvelle forme de croissance. En Europe, ce sont ainsi 2 millions d'emplois qui pourraient être générés.

La France, qui a exprimé la volonté de se doter d'une stratégie nationale de transition vers l'économie circulaire et en propose une approche intégratrice et citoyenne, pourrait être un territoire privilégié de démonstration. ■

ENJEUX DE RECHERCHE | VERS UNE SOCIÉTÉ PLUS ÉCONOME EN DÉCHETS ET EN ÉMISSIONS

Les géosciences sont au cœur de la transition énergétique, de la croissance verte et de l'économie circulaire, dont la loi du 17 août 2015* a rappelé le caractère indissociable. Depuis plusieurs années, le BRGM mobilise sa recherche et ses capacités d'innovation pour répondre aux défis scientifiques, techniques et méthodologiques liés à ces nouveaux enjeux.

► **PAR DOMINIQUE GUYONNET**, responsable de BRGM Campus à la Direction de la Stratégie, de la Recherche et de l'Évaluation et **JACQUES VILLENEUVE**, ingénieur procédés, chef de projets « Économie circulaire » au BRGM.

Les premières réflexions autour de l'économie circulaire ont été engagées dans les années 70, dans un contexte de croissance exponentielle de la consommation. La crainte d'un épuisement des ressources – exprimé dans le rapport de Rome en 1972 –, sur fond de problématiques environnementales, sanitaires et sociales liées aux modes de production, a conduit à une prise de conscience collective, notamment en Europe, du caractère limité des ressources naturelles et de la nécessité d'infléchir le modèle.

Fort de son expertise « historique » dans la gestion des flux de matière, depuis la ressource primaire minérale jusqu'aux déchets miniers, le BRGM s'est, dès cette époque, engagé dans la voie d'une gestion plus efficace des ressources,

qui constitue l'un des piliers de l'économie circulaire, en y transposant ses savoir-faire. Au début des années 80, il faisait breveter une première méthodologie de prétraitement des ordures ménagères.

En appui de l'« Initiative matières premières »

La recherche BRGM est aujourd'hui clairement positionnée pour accompagner les attentes sociétales vis-à-vis de l'économie circulaire, exprimées tant par l'Union européenne et la France qu'à l'échelle des collectivités (Régions EPCI...) auxquelles la loi NOTRe a transféré des compétences économiques et d'aménagement du territoire élargies. Sur son cœur de métier, la géologie, son expertise vise une efficacité accrue

de l'exploitation des ressources naturelles, à toutes les étapes de la chaîne de valeur.

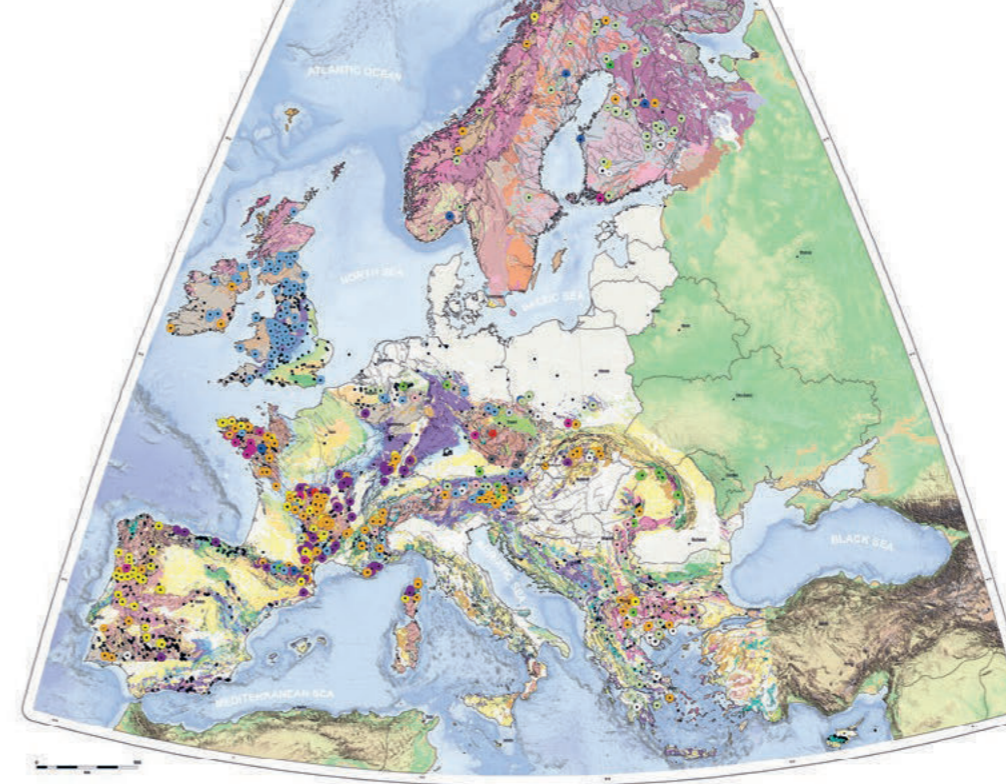
En cohérence avec les priorités de l'Initiative matières premières de l'Europe, le BRGM est impliqué dans l'évaluation des potentiels français et européens en ressources minérales primaires et secondaires (projet PROMINES, notamment), et régulièrement partie prenante (projets ANR, programme européen Horizon 2020) dans la mise au point de procédés de valorisation des ressources, depuis le traitement des minerais jusqu'au recyclage des déchets.

Le BRGM est également le relais de l'initiative « Mine responsable », intégrée à la stratégie nationale pour la transition écologique. Il a préparé l'ensemble des éléments définissant ce nouveau concept qui, au-delà des règles du code minier, intègre des engagements portant sur l'environnement, les relations avec les territoires et les populations, ainsi que la maîtrise des impacts environnementaux et économiques.

Technologies de rupture et procédés innovants

En matière minière, deux récents projets vont respectivement permettre l'élaboration d'une technologie d'extraction de minerai minorant fortement les nuisances et impacts environnementaux ainsi que la quantité de déchets miniers (SLIM) et de concevoir des installations minières flexibles, adaptables à l'évolution du gisement (IMP@CT).

Du côté des procédés, le BRGM a été précurseur dans l'exploitation des potentialités de la biolixiviation pour libérer les métaux encore résidents dans des déchets miniers, une voie de recherche dont les résultats sont probants, y compris en matière de dépollution. Plusieurs autres projets, fondés sur des technologies de rupture, portent sur l'exploitation de la « mine urbaine » : récupération de métaux dans les DEEE en utilisant les propriétés de l'eau à l'état supercritique (REMETOX, voir page suivante), de bétons et ciments dans les déchets du BTP (voir COFRAGE, page suivante), de vanadium dans les laitiers de fonderie (EXTRAVAN), de métaux, plastiques et cartons, associés à la méthanisa-



Version simplifiée de la carte réalisée dans le cadre du projet ProMine-WP1 représentant occurrences et gisements européens pour les 14 substances « critiques » identifiées par l'initiative « matières premières » de la Commission européenne.
© <http://promine.gtk.fi>

- Antimoine
- Béryllium
- Cobalt
- Fluorine
- Gallium
- Germanium
- Graphite
- Indium
- Magnésium
- Niobium
- Éléments du groupe du platine (PGe)
- Terres rares
- Tantale
- Tungstène

tion et au compostage après prétraitement des ordures ménagères (CLEANWAST), ou encore réutilisation des eaux usées (REUSE). Autant de procédés dont la mise au point s'accompagne d'une analyse environnementale et socio-économique complète en amont de l'étape industrielle.

L'intelligence minérale

L'intelligence minérale est une autre composante de la politique européenne sur les matières premières. Pour mesurer la criticité des matières premières minérales, afin de mettre à jour régulièrement la liste des métaux stratégiques pour l'Europe, le BRGM a participé à la mise au point d'une méthodologie d'évaluation spécifique.

Pour le compte de l'État, grâce à son expérience dans le suivi des marchés miniers, il conduit un travail d'observation des flux et stocks tout au long de la chaîne de valeur, et a développé une méthodologie novatrice permettant de réaliser une cartographie des flux de matières sur l'ensemble de l'économie d'un produit, afin de représenter les échanges de matières entre différents secteurs de l'économie. Ce travail comporte une dimension environnementale d'analyse des émissions par secteur, de la production de déchets et des consommations de ressources naturelles. Cette démarche permet d'établir des bilans matière très complets en intégrant la consommation totale de ressources naturelles pour tel ou tel produit manufacturé (voir ASTER, page suivante).

Autant de recherches et d'innovations qui s'inscrivent dans les ambitions visées, à terme, par la transition énergétique, la croissance verte et l'économie circulaire : une société plus économe en termes de déchets et d'émissions. ■

* Loi n°2015-992 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

Suivi expérimental sur un pilote de biolixiviation. Le BRGM a été précurseur dans l'exploitation des potentialités de la biolixiviation pour libérer les métaux encore présents dans les déchets miniers. © BRGM - Pauline d'Armancourt



« Fort de son expertise « historique » dans la gestion des flux de matière, le BRGM s'est engagé très tôt dans la voie d'une utilisation plus efficace des ressources, et sa recherche est aujourd'hui clairement positionnée pour accompagner les attentes sociétales. »

DOMINIQUE GUYONNET, JACQUES VILLENEUVE

Réacteur de suivi du pouvoir d'épuration des sols sur un pilote expérimental REUSE - Recyclage des eaux. Ici, une colonne de sol constituée avec infiltration d'eau usée traitée et monitoring par bougies poreuses. © BRGM



DE L'ANALYSE DES FLUX DE MATIÈRE AU DÉVELOPPEMENT DE PROCÉDÉS DE RECYCLAGE

De très nombreux projets de recherche du BRGM sont aujourd'hui dédiés à la « mine urbaine » avec l'élaboration de méthodologies et procédés de valorisation des déchets de bétons, des DEEE, des ordures ménagères... Riche de son expertise dans la gestion des flux de matière, le BRGM pilote également des recherches dédiées à l'économie des matières premières, en particulier les métaux « stratégiques » pour la France et l'Europe.

AVANCÉES DU BRGM | DÉCHETS DE BÉTON, TERRES RARES ET RÉSIDUS MINIER

PROJET COFRAGE : UN PROCÉDÉ DE RECYCLAGE DES DÉCHETS DE BÉTON

Pour faire face à ses besoins, chaque année la France extrait du milieu naturel 5,5 tonnes de granulats par habitant, alors qu'elle produit 48 millions de tonnes de déchets de déconstruction.

Le recyclage de ces déchets, facteur d'économies en ressources naturelles et en énergie, se heurte toutefois à un verrou : la libération sélective des constituants du béton (pâte de ciment hydratée, sables, granulats), afin de permettre leur réutilisation.

C'était l'objectif du projet Ecotech COFRAGE (2010-2013), piloté par le BRGM. Deux techniques séparatives ont été optimisées. La première est fondée sur le chauffage par micro-ondes, qui fragilise les bétons du fait de la présence d'eau (qui génère des contraintes en se vaporisant) et de l'expansion thermique différentielle existant entre les granulats et la pâte de ciment. La seconde repose sur l'utilisation en milieu aqueux de puissances électriques pulsées, avec pour conséquence de fragiliser et de fragmenter le matériau aux interfaces entre ses différents constituants.

Ces deux techniques ont montré leur efficacité pour la récupération de granulats réutilisables dans la formulation de nouveaux bétons, et de la pâte de ciment pour la production de clinker.

Deux prolongements avec HISER et CYBER
Le BRGM est aujourd'hui partenaire, aux côtés de l'équipementier suisse Selfrac AG, du projet européen HISER, qui vise le développement et la démonstration de solutions innovantes destinées à valoriser les déchets du bâtiment. Il travaille notamment sur l'adaptation de la technique de l'électro-fragmentation pour la libération des matériaux imbriqués (béton, brique, plâtre, béton fibré, etc.).

Enfin, dans le cadre du démantèlement de centrales nucléaires, le BRGM a été retenu par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), dont les sites de stockage de déchets de Très faible activité (TFA) sont proches de la saturation.

La radioactivité étant concentrée dans la pâte de ciment, un procédé de traitement séparant de manière sélective les différents constituants d'un béton permettrait d'optimiser l'utilisation des matériaux en stockage de surface dans le contexte français, et de décontaminer les granulats et le sable. Cette séparation permettrait



Cellules de flottation. Halle d'essais minéralurgiques du BRGM (projet ENVIREE). © BRGM

FOCUS | PLAT'INN, UNE NOUVELLE PLATEFORME EXPÉRIMENTALE

Le BRGM a engagé la réalisation de trois nouvelles plateformes expérimentales. L'une d'entre elles, PLAT'INN, est dédiée aux éco-technologies, dans une perspective d'économie circulaire. Ciblant le traitement des ressources minérales et le recyclage des déchets, nouvelles ressources de matières premières, PLAT'INN, chaînon intermédiaire entre le laboratoire et l'échelle industrielle, propose des capacités de traitement de quelques dizaines de kilos à près de 5 tonnes. La plateforme intégrera différents outils et expertises organisés en ateliers : concassage/déchetage, broyage/échantillonnage, minéralurgie, traitement thermique, hydrométallurgie (dont biolixiviation), pilotes de traitement en voie humide et en voie sèche. 2 M€ vont être consacrés à ce projet qui bénéficie du soutien de la région Centre-Val de Loire et de la communauté d'agglomération Orléans-Val de Loire. Il prévoit d'ici 2018 la reconfiguration sur 1 000 m² de la Halle pilote du BRGM et l'acquisition d'équipements de traitement/valorisation de la matière de dernière génération, ouvrant la voie à des schémas de traitement innovants, optimisés et plus respectueux de l'environnement.

L'appui aux filières et aux entreprises

En renforçant ses moyens expérimentaux, en particulier dans le domaine du recyclage, qui constitue l'un des piliers de l'économie circulaire, l'Institut Carnot BRGM renforce sa capacité à venir en appui à l'ensemble des acteurs économiques de la filière, PME, ETI ou grands donneurs d'ordre. La plateforme PLAT'INN, environnement flexible et dédié à la démonstration de solutions intégrées, sera mobilisée dans le cadre de prestations ou de projets favorisant des coopérations entre les acteurs académiques et économiques au service de l'innovation.

d'augmenter significativement les quantités de déchets de bétons pouvant être recyclés dans les pays où existent des seuils de libération (niveaux de contamination en débris des matériaux peuvent être utilisés sans restriction). C'est l'objectif du projet CYBER, en cours.

PROJET ASTER : FLUX ET STOCKS DE TERRES RARES EN EUROPE

Quantifier les flux et stocks de terres rares en Europe tout au long de leur chaîne de valeur, tel était l'objectif du projet ASTER financé par l'ANR et qui a réuni, sous coordination du BRGM, le cabinet BIO by Deloitte, le groupe Solvay, l'Institut Polytechnique LaSalle Beauvais et l'Université de Toulouse.

Certaines terres rares constituent en effet un enjeu majeur pour des secteurs industriels de premier plan, dont celui des énergies renouvelables. Et si, en dépit de leur nom, elles ne sont pas si rares en comparaison d'autres métaux, les récentes tensions qu'a connu le marché international – dominé par la Chine – imposent une appréhension globale fiable de leurs flux et stocks, depuis l'extraction jusqu'à leur utilisation.

Analyse des flux de matière (MFA : Material Flow Analysis)

L'une des principales innovations du projet ASTER est la réalisation de diagrammes de Sankey à l'échelle de l'Europe pour plusieurs terres rares, à partir de la méthode MFA. Ceux-ci permettent de visualiser les stocks et flux de substances tout au long de la chaîne de valeur. Le stock global de terres rares (intégrant les ressources européennes, estimées sur la base des projets miniers en cours) a été pris en compte, montrant que les potentialités géologiques sont considérables par rapport aux flux, et que les déchets de la « mine urbaine » représentent d'importants stocks.

La visualisation des flux (à partir de données douanières, des filières, d'avis d'experts...) a aussi permis de pointer un fort déséquilibre entre l'amont et l'aval de la chaîne de valeur, l'Europe important massivement des aimants permanents, par exemple, alors qu'elle en fabrique peu.

ASTER a toutefois montré que seul un nombre limité de terres rares présente des risques d'approvisionnement à moyen terme. Il s'agit principalement du praséodyme, du néodyme et du dysprosium, utilisés dans la fabrication des aimants permanents NdFeB (génératrices d'éoliennes, moteurs électriques...) ou de certaines batteries. Le développement de projets miniers et la contribution du recyclage, couplés à l'émergence de technologies plus économes en terres rares, devraient cependant réduire les risques de pénurie.

INDICATEURS

1% Taux de recyclage des terres rares

52% des métaux de base purs et des alliages proviennent du recyclage (Eurométaux, mars 2015)

13% de la croûte terrestre est composée de métaux non ferreux (Eurométaux, mars 2015)

publiques et accompagner les industriels dans la gestion de leurs approvisionnements.

PROJET ENVIREE : RÉCUPÉRATION DES TERRES RARES DANS LES RÉSIDUS MINIER

Coordonné par la Chalmers University of technology (Suède) et réunissant 11 partenaires dont le BRGM, le projet européen ENVIREE (2015-2017) est focalisé sur le développement de techniques minéralurgiques et métallurgiques de récupération des terres rares dans les résidus miniers.

En Europe, les résidus issus de l'activité « historique » d'exploitation des métaux de base, mais également de la minéralurgie actuelle, représentent des volumes conséquents, permettant d'envisager la valorisation des métaux, notamment « critiques », qu'ils contiennent. L'exploitation de ces ressources secondaires requiert toutefois l'élaboration de procédés d'extraction efficaces, économiquement viable et respectueux de l'environnement.

Un schéma de traitement combinant plusieurs techniques

Les recherches du BRGM visent en particulier les résidus miniers, riches en phosphates, issus d'un gisement d'arsénopyrite suédois exploité pour la

production d'or. Après caractérisation, plusieurs techniques (gravimétrie, magnétique, flottation) ont été testées et optimisées au laboratoire puis à l'échelle d'un pilote opérée à la halle minéralurgique sur une tonne de matériau brut, afin de séparer puis de concentrer ces phosphates. À l'issue de l'étape de flottation, un traitement magnétique du concentré obtenu a permis d'isoler la monazite, porteuse de terres rares.

Au Portugal, le BRGM s'intéresse également aux terrils d'une ancienne mine de tungstène. Une caractérisation préalable des déchets miniers a montré une forte présence résiduelle de tungstène, mais peu de terres rares. L'extraction du tungstène présentant un intérêt économique, une démarche similaire a été conduite sur une tonne de résidus, aboutissant à la mise au point d'un schéma de traitement efficace couplant séparation gravimétrique (MGS : Multi Gravity Separator) et séparation magnétique en voie humide, afin de produire un concentré des minéraux les plus lourds, riches en fer et en tungstène.

Dans les deux cas, le volet extraction (des terres rares, du tungstène) est traité par le CEA, chargé de cette étape des recherches. Le devenir des résidus des opérations de concentration est, lui, étudié par le partenaire polonais du projet (Akademia Gorniczo-Hutnicza – AGH).

La mise au point de ces schémas de traitement, sur la base de techniques robustes et peu consommatrices en énergie et en réactifs chimiques, est un succès. Ces travaux contribuent à démontrer la viabilité technique, économique et environnementale du retraitement des déchets miniers et de la récupération d'éléments métalliques de fort intérêt économique pour l'Europe. ■



Le projet COFRAGE a permis d'optimiser deux techniques séparatives des constituants du béton. Elles sont efficaces pour la récupération de granulats réutilisables. © BRGM

PARTENARIAT BRGM-TERRA NOVA | ÉLABORER DES TECHNOLOGIES DE RUPTURE

Terra Nova et le BRGM ont développé un procédé de récupération des métaux précieux et stratégiques dans les cartes électroniques des DEEE. Aujourd'hui breveté, « Remetox » est en phase pilote, avant une industrialisation en 2018.

► **PAR CHRISTIAN THOMAS** Directeur de « Terra Nova Développement », société de R&D spécialisée dans la valorisation des métaux stratégiques.



Pour la mise au point de procédés innovateurs, nous sommes en permanence à la recherche de technologies de rupture, ce qui nous amène à solliciter les intervenants académiques et scientifiques les plus performants dans leurs domaines.

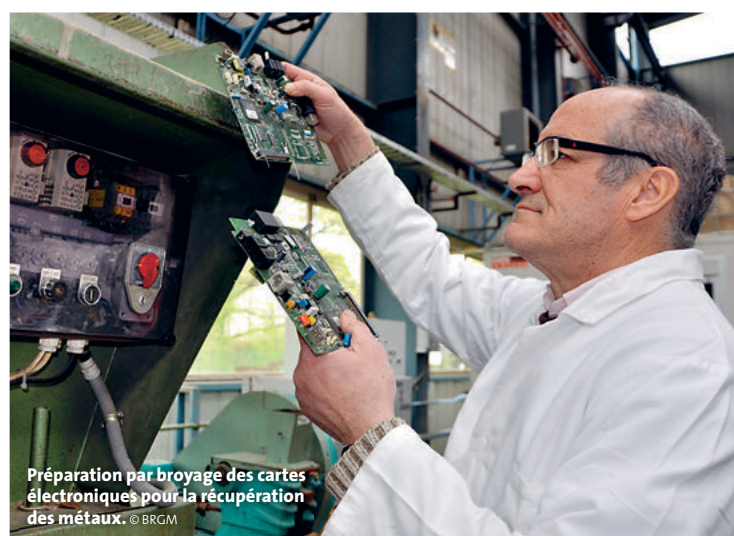
Le BRGM s'est rapproché de Terra Nova, du CNRS d'Orléans et de Separex pour monter le projet Remetox visant la récupération optimale (jusqu'à 95%) des métaux – précieux et/ou stratégiques – utilisés dans les cartes électroniques des ordinateurs, smartphones et autres matériels de ce type. L'hétérogénéité des matériaux contenus dans ces composants constituait en effet un verrou technique et scientifique à lever.

Le procédé mis au point, aujourd'hui breveté, est fondé sur l'oxydation hydrothermale des cartes électroniques. Il utilise les propriétés de l'eau à l'état supercritique pour dissoudre les résines organiques sans altérer les métaux d'intérêt, tout en fragilisant l'armature des cartes pour en permettre l'élimination.

D'abord lauréat de la première phase du concours mondial « Innovation 2030 », dont le financement a permis la mise au point du procédé complet, Remetox est aujourd'hui entré en phase pilote, après avoir remporté la deuxième phase de ce concours. L'industrialisation du procédé est prévue pour 2018.

Le BRGM est pour nous un partenaire privilégié, dont la réactivité et le dynamisme, adossés à une culture scientifique unique, sont déterminants pour nos recherches. Il possède les compétences scientifiques, les équipements de laboratoire et un savoir-faire sans cesse enrichi en matière de développement de procédés, notamment métallurgiques et minéralurgiques. Avec Remetox, nous avons en particulier mis à profit son expertise en matière de traitements séparatifs, sur la phase de récupération proprement dite des métaux.

Cette interdisciplinarité pourra se décliner encore plus fortement avec nos partenaires historiques. Les chantiers géographiques et/ou thématiques sont ainsi une occasion de fédérer les forces Terre Solide mais surtout de relancer une recherche collective autour de questions scientifiques majeures. ■



Préparation par broyage des cartes électroniques pour la récupération des métaux. © BRGM

TÉMOIGNAGE | « Un enjeu économique et environnemental »

Gwenole Cozigou, directeur « Industries chimiques, métalliques, électriques et de la construction ; matières premières », à la Direction générale Entreprises et Industrie de la Commission européenne.



En quoi certains métaux constituent-ils un fort enjeu européen ?

Gwenole Cozigou : En Europe, 30 millions d'emplois sont liés aux matières premières

minérales, qui sont à la base d'un grand nombre d'activités manufacturières. Notre dépendance vis-à-vis de pays tels la Chine, l'Afrique du Sud, le Brésil... pour les métaux classiques, mais également les matières premières critiques, telles les terres rares, indispensables au développement des nouvelles technologies, a amené l'UE à se doter en 2008 du dispositif « Initiative matières premières ».

Quels en sont les axes prioritaires ?

G.C. : La stratégie européenne en compte trois : l'accès équitable aux matières premières à l'extérieur de l'Union ; l'accès durable à celles situées dans l'UE ; l'utilisation efficace et le recyclage. Une liste des matières critiques pour l'économie européenne a aussi été établie, qui vise à prioriser ces ressources dans les négociations commerciales et les programmes de recherche. Enfin, des activités de R&D sont conduites à hauteur de 600 M€ sur la période 2014-2020.

Quelle est la part de l'économie circulaire dans cette stratégie ?

G.C. : Un paquet « Économie circulaire » a été adopté par la Commission en décembre 2015,

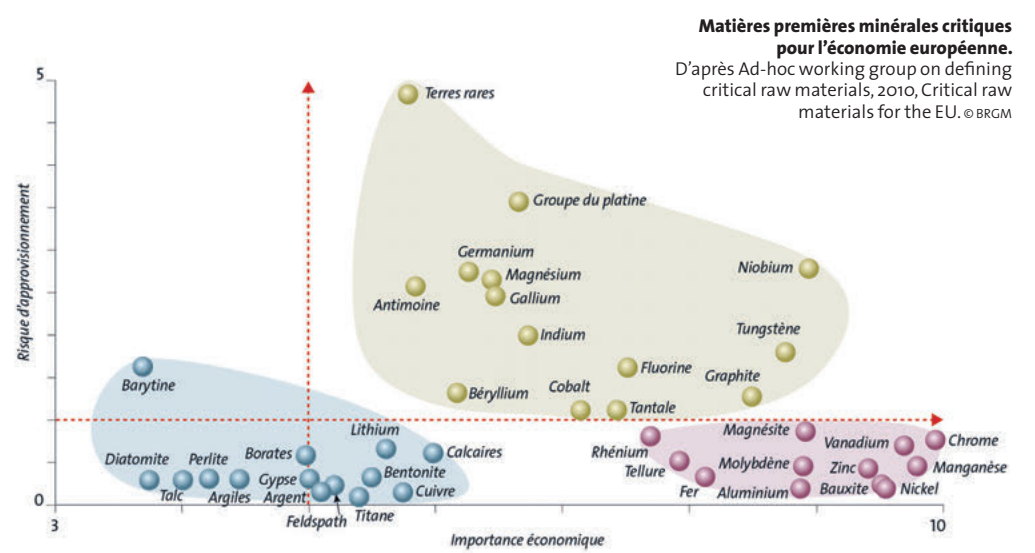


Diagramme de Sankey représentant les flux et stocks de néodyme associés aux aimants permanents en Europe. Année 2010, valeurs en tonnes de néodyme métal (projet Aster). © BRGM

avec plus de cinquante mesures, dont certaines directement orientées vers six secteurs prioritaires. Dans le programme-cadre de recherche et développement « Horizon 2020 – 2014-2020 », un programme appelé « Industrie 2020 et Économie circulaire », comprenant 44 appels à projets pour 650 M€, a également été lancé sur 2016-2017.

Quelles sont les actions privilégiées ?

G.C. : L'action de l'Europe, sur les plans réglementaire, technologique et économique, porte sur toute la chaîne de valeur des matières

premières, depuis l'identification de nouvelles ressources, notamment secondaires issues de la mine urbaine ou de résidus miniers, jusqu'à l'optimisation des conditions de leur exploitation, en passant par la définition de standards de qualité sur les unités de recyclage et les matériaux recyclés, ou le soutien à l'innovation en matière de procédés. Bien sûr, nous aurons toujours besoin de matières premières primaires, mais la part de secondaire doit fortement augmenter afin de réduire notre dépendance et de limiter l'impact environnemental de nos activités. ■



Extra&Co est une filière Carnot qui vise à mieux valoriser les géosciences auprès des industries extractives et de 1^{re} transformation. © BRGM

INSTITUT CARNOT BRGM | EXTRA&CO, NOUVELLE ACTION « CARNOT FILIÈRE »

Le BRGM est partenaire d'Extra&Co, une action dirigée vers la filière des industries extractives et de première transformation, sur fond de relance de l'activité minière en France.

Après Captiven, dédié à la « Métrologie environnementale » et qui a suscité cinquante projets en cinq ans (dont une vingtaine pour le BRGM), l'Institut Carnot BRGM est aujourd'hui impliqué dans deux nouvelles actions « Carnot filière » lancées par l'ANR*.

« Extra&Co, explique David Dessandier, géologue et chef de projet adjoint au sein du consortium, regroupe quatre instituts Carnot (ISIFoR, BRGM, ICÉEL et MINES) et couvre le secteur des ressources minérales et énergétiques primaires (métaux, minéraux industriels, matériaux minéraux du BTP, pétrole, charbon, gaz...) et secondaires (résidus miniers et de carrières, déchets minéraux des activités économiques...). Sa finalité est d'accompagner les entreprises de tailles les plus modestes (TPE, PME et ETI) de la filière, en leur facilitant l'accès aux compétences scientifiques et moyens technologiques des organismes publics de recherche du groupement. »

Promouvoir les partenariats de R&D public-privé

Extra&Co vise trois segments d'activités : l'exploration (connaissance, compréhension, identification et exploration de gisements...), l'extraction-exploitation (optimisation des

opérations d'extraction et d'exploitation...) et la maîtrise des impacts associés (traitement des effluents, efficacité énergétique...).

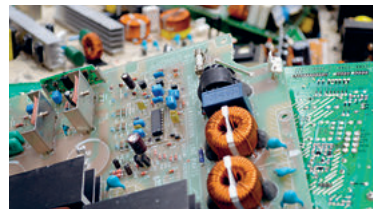
« Une équipe opérationnelle d'une dizaine de personnes, poursuit D. Dessandier, a été constituée en 2016 pour déployer le dispositif sur le territoire national durant les six prochaines années. Elle va affiner son ciblage d'entreprises et enrichir progressivement sa connaissance de leurs besoins. La finalité d'Extra&Co est clairement d'accompagner les entreprises de la filière dans le montage d'actions de R&D visant à développer des solutions innovantes dans chacun des trois segments d'activités définis. »

Les entreprises pourront bénéficier des infrastructures technologiques des partenaires du projet, notamment quarante plateformes d'expérimentation – du laboratoire à l'échelle pré-industrielle – dont PLAT'INN, plateforme BRGM dédiée au traitement des ressources minérales et au recyclage des déchets (voir Focus, en pages intérieures).

« L'implication du BRGM dans Extra&Co, répond à une stratégie aujourd'hui orientée vers les filières économiques, avec la volonté de mieux valoriser les géosciences auprès des entreprises. » ■

THÈSE | RECYCLAGE PAR BIOLIXIVIATION DE DÉCHETS DE CIRCUITS IMPRIMÉS

L'Europe produit chaque année 10 millions de tonnes de déchets électroniques, riches en métaux « stratégiques ». Pour les récupérer, la biohydrométallurgie (utilisation de microorganismes afin de solubiliser les métaux présents) s'avère très prometteuse. Une thèse a été lancée en 2016 en partenariat avec Chimie Paris et EcoSystèmes, focalisée sur la biolixiviation des métaux de base et métaux dits « high-tech » présents dans les cartes électroniques à l'aide de bactéries acidophiles. L'objectif est d'identifier et d'étudier les mécanismes de mise en solution des métaux, de déterminer les conditions physico-chimiques et biologiques optimales et d'étudier la capacité d'adaptation des bactéries aux métaux présents dans les solutions de lixiviation pour améliorer l'efficacité du traitement.



Déchets électroniques. © BRGM

DEEE | UN PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION DES TERRES RARES

Du fait de leurs propriétés électromécaniques, les terres rares sont de plus en plus présentes dans les composants électriques et électroniques. Difficilement substituables, ces métaux représentent un fort enjeu stratégique et économique qui justifie le développement de procédés de récupération dans les équipements en fin de vie (DEEE).

Un projet ANR (EXTRADE), piloté par le BRGM, s'est intéressé aux terres rares contenues dans les disques durs d'ordinateurs, les haut-parleurs des matériels audio et vidéo et les moteurs électriques des TIC (Technologies de l'information et de la communication) et PAM (Petits appareils en mélange). Le procédé s'appuie sur la mise en œuvre de techniques séparatives physiques et chimiques innovantes. Ses résultats seront présentés lors d'un workshop au BRGM, les 28 et 29 juin 2017.

PUBLICATIONS | LES PROCESSUS DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE



En flashant ce QR code, retrouvez quelques-unes des publications récentes du BRGM.