### 23/05/18 - Journée de restitution des projets ECCOREV

# Eléments stratégiques : Etat de l'art et dosage dans une sélection de déchets ultimes

C. Levard, J. Marchal, J. Rose, J.P. Ambrosi, D. Borschneck, B. Angeletti, V.Vidal, J.Y. Bottero, M. Auffan, P. Hennebert, N. Roche

















## Contexte: Economie circulaire

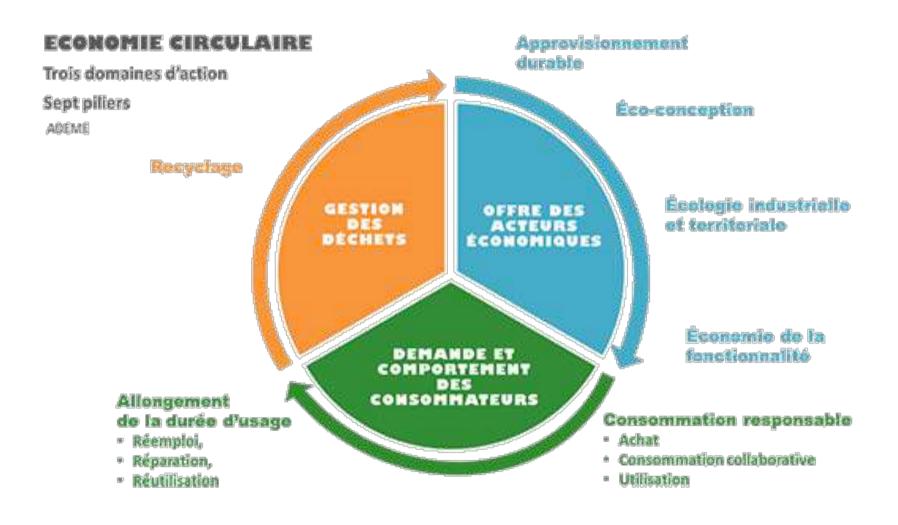




## Sujet d'actualité:

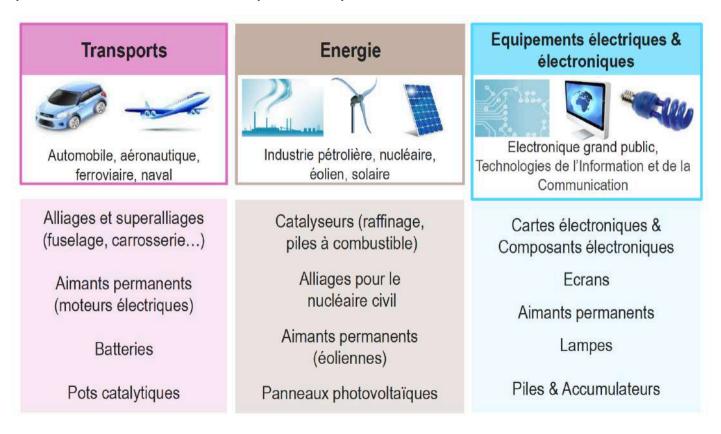
Feuille de route de l'économie circulaire: Entrons dans la boucle, changeons de modèle 04/2018

## Contexte: Economie circulaire



Les métaux dits critiques sont des métaux qui sont à la fois:

- Jugés comme stratégiques pour l'économie d'un pays, car susceptibles d'altérer la compétitivité des industries qui en dépendent



Les métaux dits critiques sont des métaux qui sont à la fois:

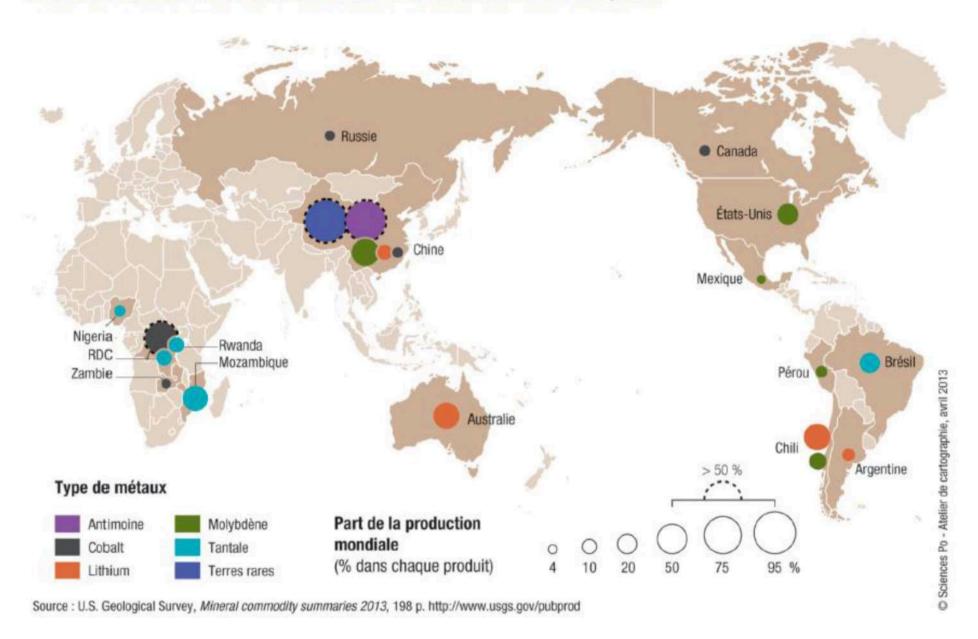
- Jugés comme stratégiques pour l'économie d'un pays, car susceptibles d'altérer la compétitivité des industries qui en dépendent
- Sujets à des risques d'approvisionnement ou à une grande volatilité des prix

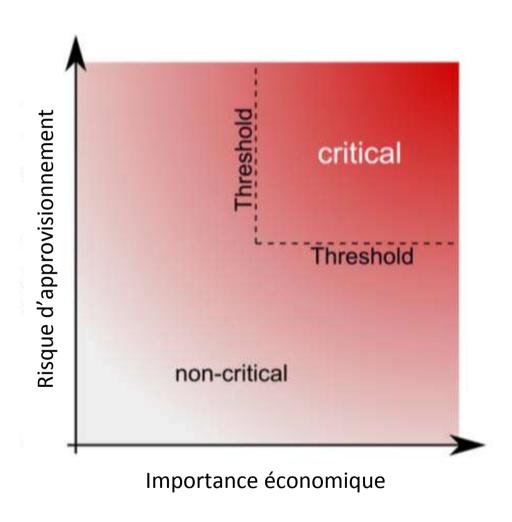
D'après la note d'Analyse « Approvisionnements en métaux critiques » Du comissariat général à la stratégie et à la prospective 2013.

Pourquoi certains métaux sont-ils soumis à des risques d'approvisionnement?

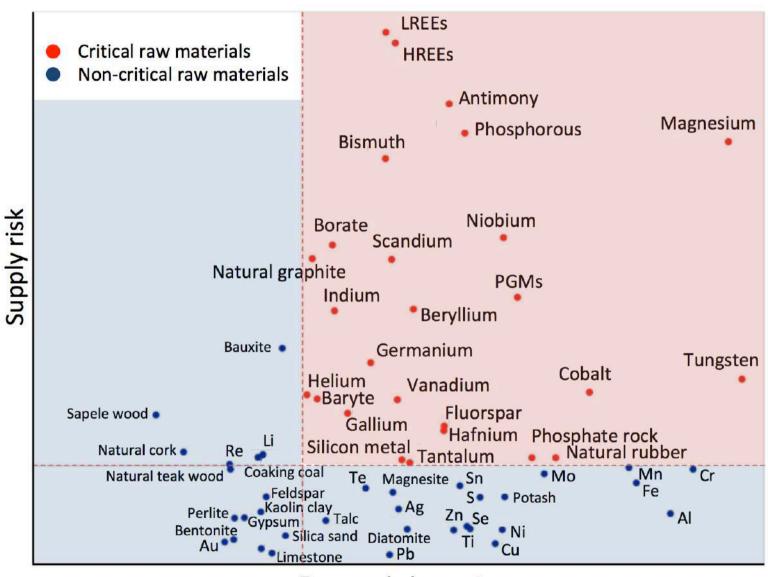
→ Monopole ou quasi-monopole de production détenu par certains pays.

## MÉTAUX CRITIQUES : PRINCIPAUX PRODUCTEURS MONDIAUX ET MONOPOLES, 2011

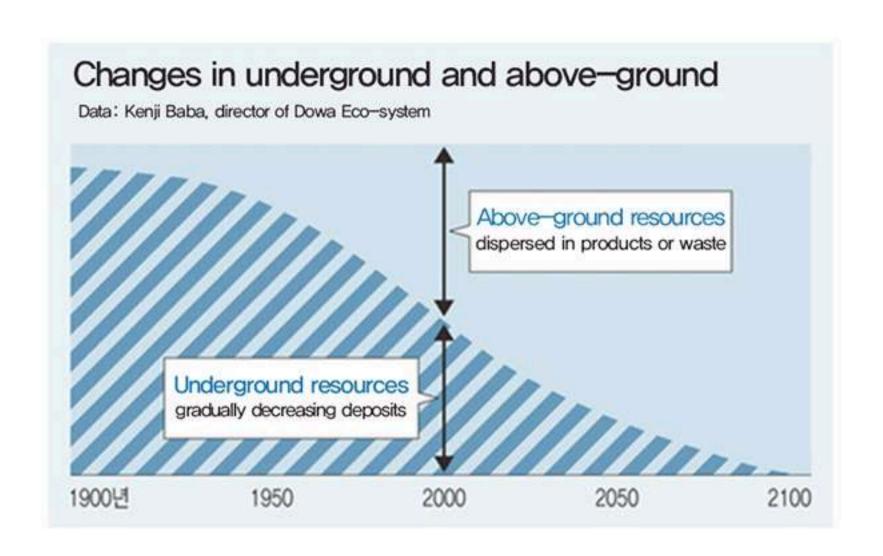


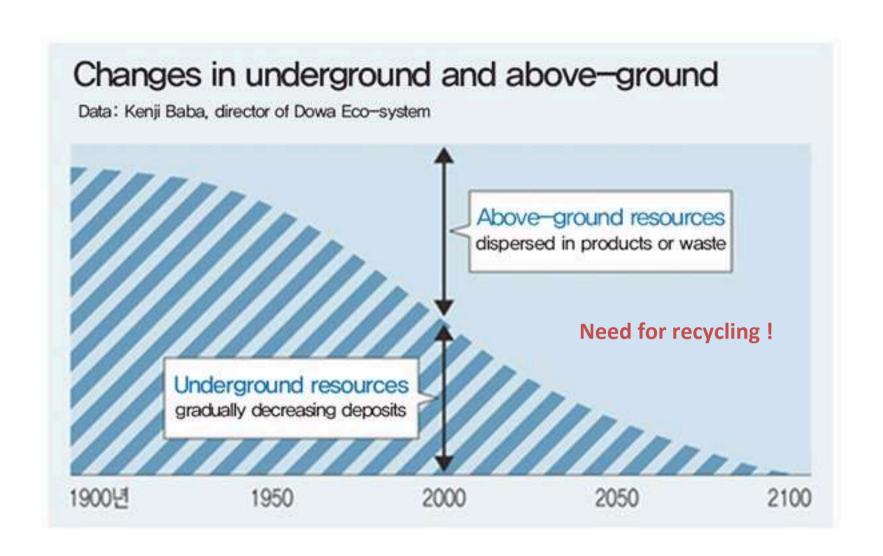


# Métaux critiques: Définition (UE) - 2017



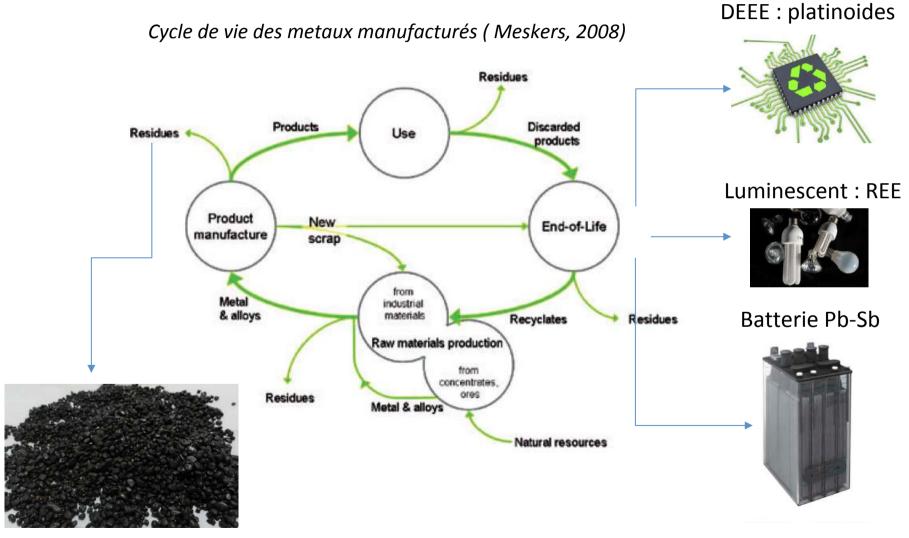
**Economic importance** 





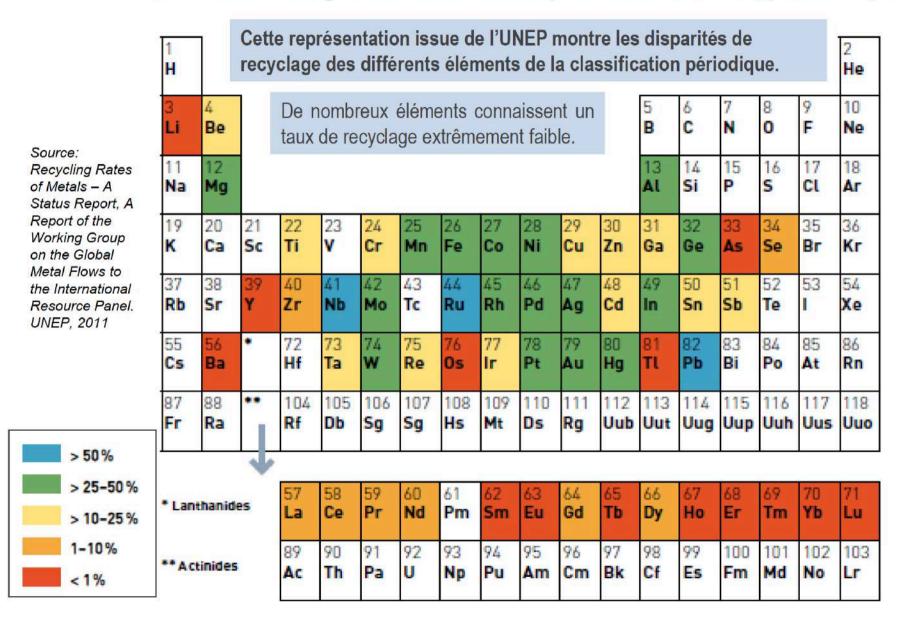
# Recyclages des métaux critiques

Des métaux très peu recyclés...



Dechet d'étain: Niobium

## Part des métaux recyclés sur le total de la production mondiale, par métal (2011)



# Objectif du stage de J. Marchal: Evaluer le potentiel de certains déchets ultimes pour la récupération de métaux critiques

- Réduire l'activité minière (Impact environnemental limité)
- Tonnage important, Nécessite peu ou pas de prétraitement, avantageux pour la mise en place d'un protocole d'extraction
- Reconcentration d'éléments stratégiques lié aux procédés utilisés

## Quels déchets ultimes?

#### Déchets issus de l'incinération:

- Machefer d'incinération d'ordures ménagères (MIOM)
- Résidus d'épurations d'ordures ménagères (REFIOM)
- Résidu d'épuration de fumé de déchets industriels (REFIDI)

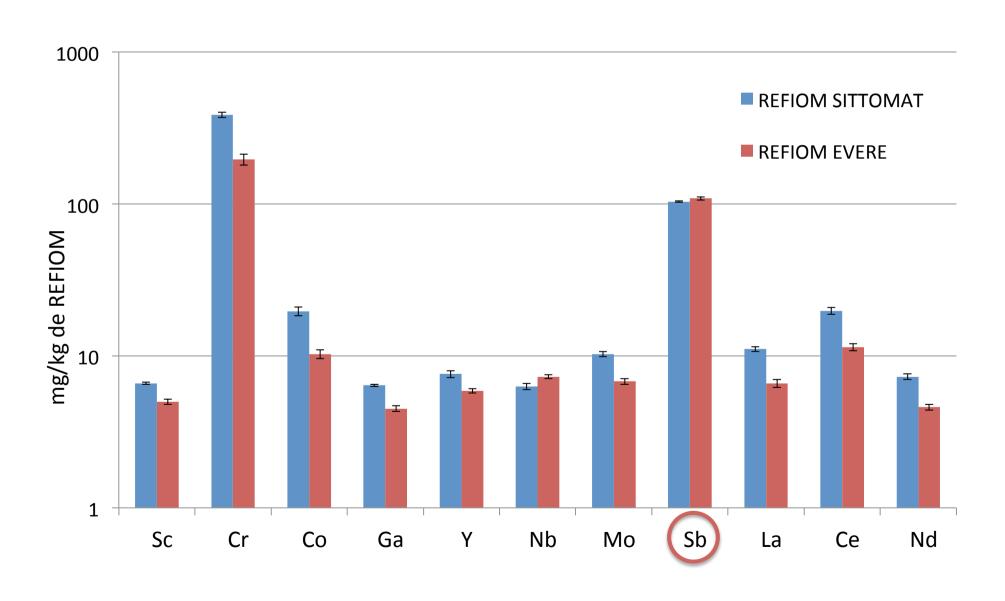
#### Déchet minier:

Résidus de boues rouges : Résidus solides de production d'alumine après passage en filtre presse.

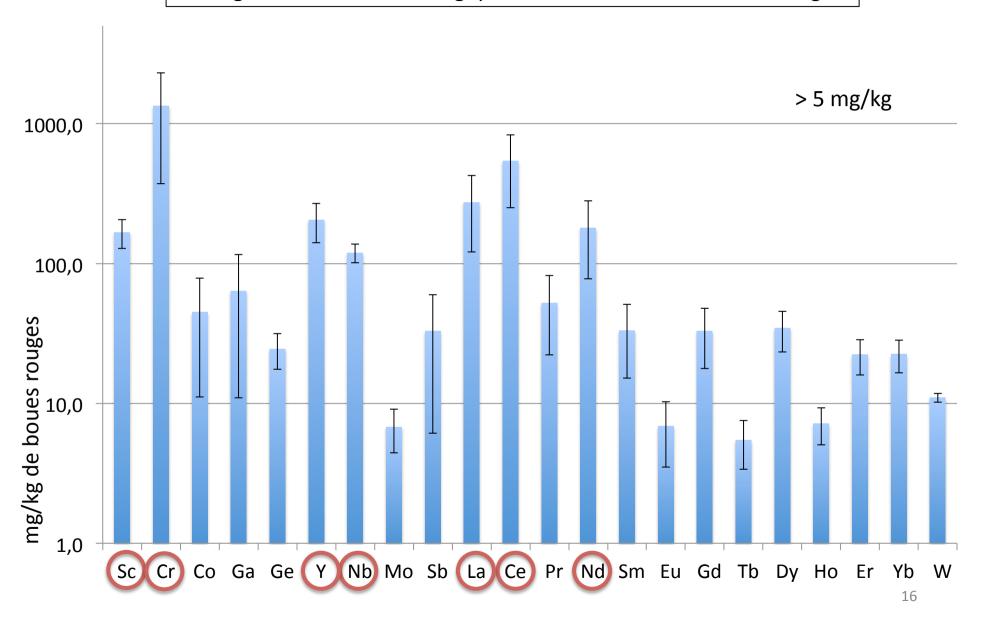
#### **Autres déchets industriels:**

- Boue de déchromatation : résidus de bain de chromatation (réduction du Cr VI en Cr III par ajour de bisulfite de sodium)
- > Poussières métalliques : provenance inconnue

## dosage des éléments stratégiques dans les REFIOM



dosage des éléments stratégiques dans les résidus de boues rouges



## Auto-évaluation du projet

Points torts	Points faibles
- Identification des déchets d'intérêts	- Pas de connaissances de la spéciation des métaux
- Prise de contact avec des industriels	- Viabilité économique de la récupération des

Métaux à de telles concentrations?

## Valorisation

- Rapport de stage de M2
- Présentation orale
  Clément LEVARD, La mine urbaine : Recyclage des métaux stratégiques,
  5ème Forum Comité Stratégique, ARCSIS, 22 Juin 2017
- Une publication suite à un stage de M2 complémentaire

## Effet levier du financement ECCOREV

- ➤ Proposer des protocoles d'extraction « doux » (physicochimique et biologique) en s'inspirant de milieux naturels
  - Projet OHM financé en 2017 → stage de M2 recherche 2018
  - Demande de financement de thèse DOC2AMU avec le LEMIRE en cours
  - Postdoc SERENADE 2018-2020 (W. Achouak)(Piles microbiennes)
  - Projet EC2CO financé en 2017 (B. Collin)
  - Projet Amidex non financé
  - Projet ANR non financé
- Développement analytique pour la détection/quantification des métaux critiques → en cours de dépôt de brevet

## Développement de procédés de bio-extraction

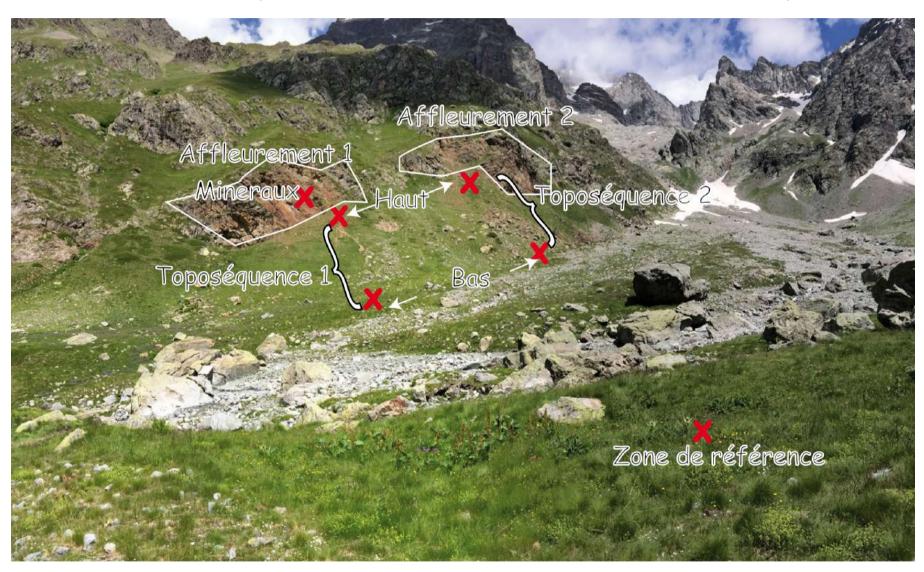
Jas Roux un hotspot naturellement riche en certains métaux critiques

Jas Roux: site hydrothermal dans le territoire du Parc National de Ecrins (protégé des activités humaines), situé entre 2130 et 2250 m d'altitude, caractérisé par un assemblage minéralogique complexe de sulfosels de Pb, Ag, Tl contenant aussi de Sb, Ba, W des terres rares.



# Développement de procédés de bio-extraction

Jas Roux un hotspot naturellement riche en certains métaux critiques



# Développement de procédés de bio-extraction

Jas Roux un hotspot naturellement riche en certains métaux critiques

Nom scientifique	Nom français
Veronica fruticans	Véronique buissonnante
Festuca laevigata	Fétuque lisse
Festuca violacea	Fétuque violette
Galium mollugo subsp. erectum	Gaillet dressé
Hieracium peleterianum	Piloselle de Lepèletier
Juniperus communis subsp. nana	Genévrier nain
Saxifraga paniculata	Saxifrage paniculé
Sempervivum arachnoideum	Joubarbe araignée
Sempervivum tectorum	Joubarbe des toits
Solidago vigaurea subsp. minuta	Petite verge d'or
Senecio doronicum	Séneçon doronique

# Une approche pluridisciplinaire

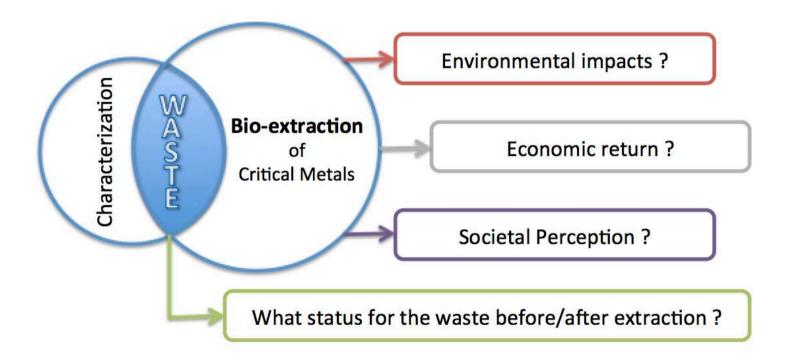
**Projet Amidex**: Circular Economy of Critical Raw Elements

Partenaires: CEREGE, INERIS, LCE, LEMIRE, CERIC, IRSIC, GREQAM, Éa éco-entreprises

## Une approche pluridisciplinaire

**Projet Amidex**: Circular Economy of Critical Raw Elements

Partenaires: CEREGE, INERIS, LCE, LEMIRE, CERIC, IRSIC, GREQAM, Éa éco-entreprises



# Sensibilisation du grand public à l'économie circulaire



https://cite-environnement.com

## Méthodes de recyclage utilisées à l'échelle industrielle

## Pyrométallurgie

- Traitement haute température
- Dissociation élément/matrice par réaction d'oxydation
- Retrait des impuretés par affinage

## Hydrométallurgie

- Solubilisation des métaux par lixiviation à l'aide d'acides ou de bases
- Collecte individuelle des éléments : précipitation, extraction par solvant, méthode d'échange ionique, cémentation.