

15 Mai 2019

## Matériaux stratégiques et terres rares

Symposium IRCE : Solidarité, Autonomie, interdépendance, sécurisation, segmentation et optimisation énergétique européenne »

## Patrick d'Hugues

Directeur du Programme Scientifique : Ressources Minérales et Economie Circulaire



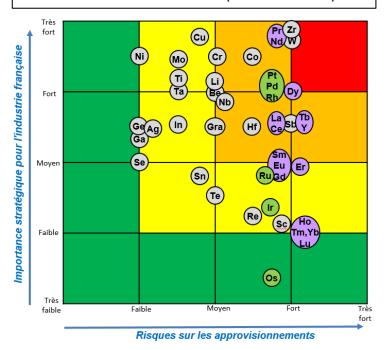


## Approvisionnement en métaux : Métaux critiques ou stratégiques?

Notion variable dans le temps qui s'exprime selon deux axes : la disponibilité de la substance et son importance économique.

- 1) la criticité est avant tout une perception à l'échelle de chaque acteur
- 2) Elle évolue dans le temps en fonction des modifications des marchés, de l'offre et de la demande.

EVALUATION DE LA CRITICITE DES SUBSTANCES OU GROUPES DE SUBSTANCES ETUDIEES PAR LE BRGM DEPUIS 2010 Positionnements révisés en 2018 ("Fiches de criticité")



#### **Quelques définitions:**

#### Métal critique :

pouvant entrainer des impacts industriels ou économiques négatifs importants liés à un approvisionnement difficile, sujet à des aléas.

#### Métal stratégique :

indispensable à la politique économique d'un État, à sa défense, à sa politique énergétique (exemple : métaux pour la transition énergétique).

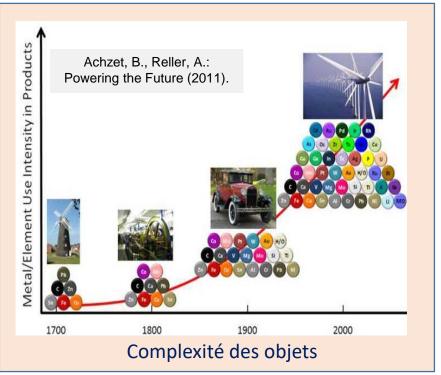
#### Métal rare:

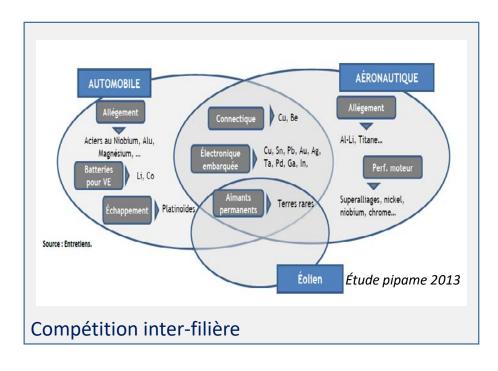
- au sens Géologique / géochimique : dont l'abondance moyenne et/ou la disponibilité (capacité à se concentrer en gisements) est faible dans la croûte terrestre
- au sens industriel : métal peu usité, en particulier dans des applications grand public

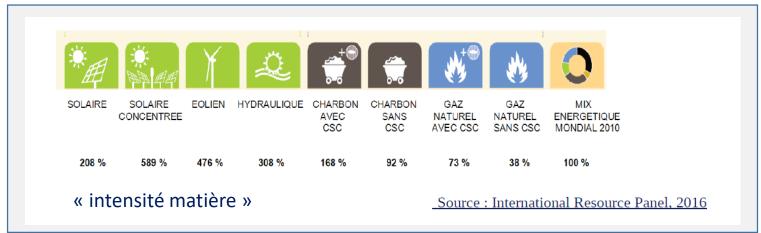
http://www.mineralinfo.fr/page/matieres-premieres-critiques



## Approvisionnement en métaux : une demande croissante et diversifiée



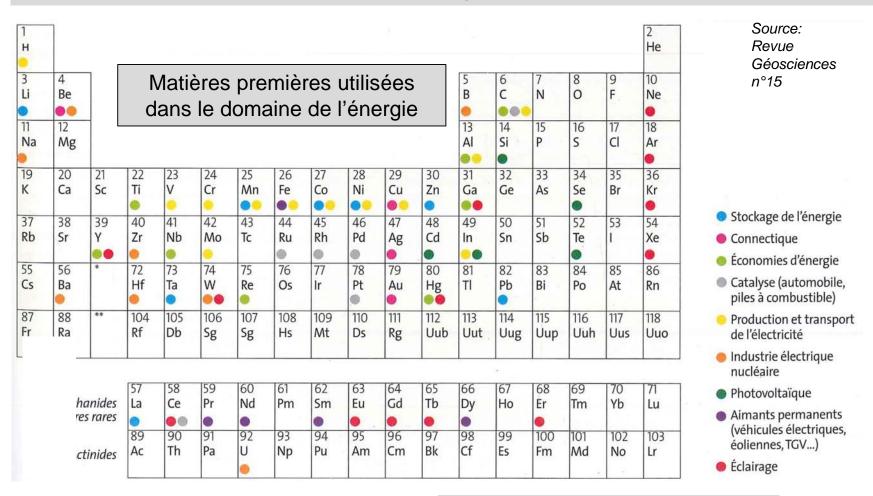






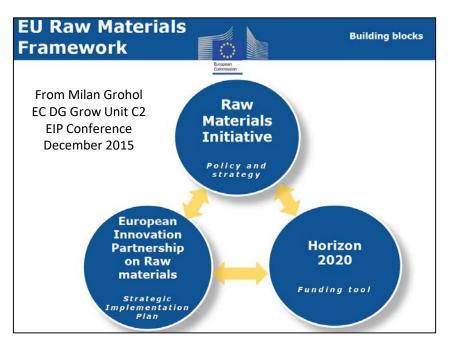
## Approvisionnement en métaux : une demande croissante et diversifiée

# Dépendance et compétition croissantes des usages d'un même metal pour la production d'énergie



Géosciences pour une Terre durable

## Approvisionnement en métaux : un enjeu Européen



## Raw Materials Initiative (2008)

a strategy for tackling the issue of access to raw materials in the EU / Europe 2020 Strategy 3 pillars

- Fair and sustainable supply of raw materials from global markets
- Sustainable supply of raw materials within the EU
- Resource efficiency and supply of "secondary raw materials" through recycling (circular economy action plan)

600-800 Millions d'Euro de financement communautaire 2014 - 2020

## Some Actions from RMI

- The European Innovation Partnership (EIP) on Ra Materials
  - List of critical raw materials in the EU
- Horizon 2020 SC5 : Climate action, environment, resource efficiency and raw materials
- EIT Raw Material: World's largest innovation community in the raw materials sector



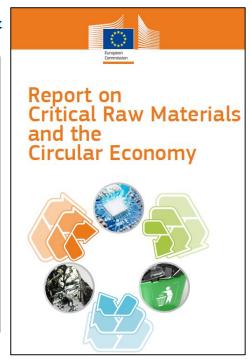




## Approvisionnement en métaux : Liste (s) européenne des métaux critiques

Table 1: The 2017 List of Critical Raw Materials to the EU (HREEs = Heavy Rare Earth Elements<sup>12</sup>, LREEs = Light Rare Earth Elements<sup>12</sup>, PGMs = Platinum Group Metals<sup>13</sup>)

| Critical Raw Materials |           |                  |               |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------|-----------|------------------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Antimony               | Fluorspar | LREEs            | Phosphorus    |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Baryte                 | Gallium   | Magnesium        | Scandium      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Beryllium              | Germanium | Natural graphite | Silicon metal |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Bismuth                | Hafnium   | Natural rubber   | Tantalum      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Borate                 | Helium    | Niobium          | Tungsten      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cobalt                 | HREEs     | PGMs             | Vanadium      |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Coking coal            | Indium    | Phosphate rock   |               |  |  |  |  |  |  |  |  |



| 2017 CRMs vs. 2011 CRMs      |                  |          |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------|------------------|----------|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Antimony                     | LREEs            | Baryte   | Bismuth        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Beryllium                    | Magnesium        | Borate   | Hafnium        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cobalt                       | Natural graphite | Vanadium | Helium         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Fluorspar                    | Niobium          |          | Natural Rubber |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Gallium                      | PGMs             |          | Phosphate rock |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Germanium                    | Tungsten         |          | Phosphorus     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| HREEs                        | Scandium         |          | Silicon metal  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Indium                       | Tantalum         |          |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <u>Legend</u>                |                  |          |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Black: CRMs in 2017 and 2011 |                  |          |                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

#### Study on the review of the list of Critical Raw Materials

Final Report

Written by Deloitte Sustainability British Geological Survey Bureau de Recherches Géologiques et Minières Netherlands Organisation for Applied Scientific Research

June 2017









Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs Raw Materials



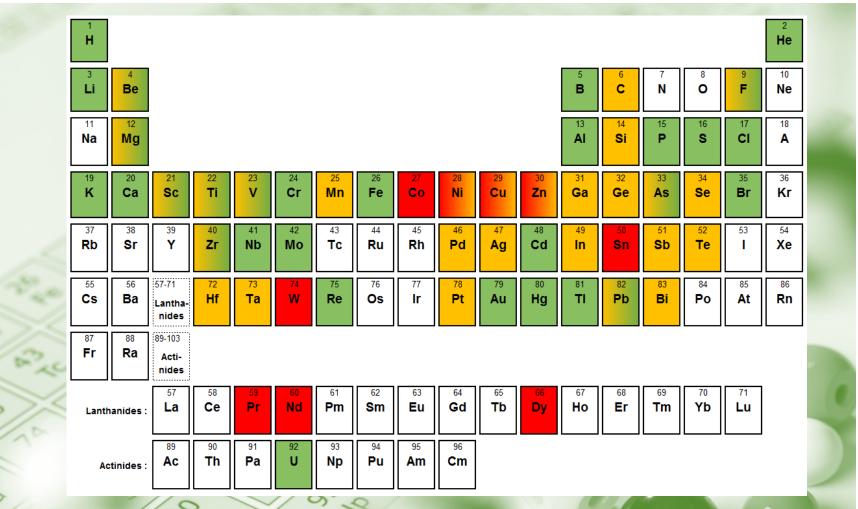
Italics: Materials grouped under the REEs group in 2011

Green: CRMs assessed in 2017, not assessed in 2011

Red: CRMs in 2017, non-CRMs in 2011

## WMF Criticality assessment by BRGM, CRU & McKinsey





From Pierre Toulhoat (COO BRGM ) et al., World material Forum 201 Very high degree of risks

High probability of risk occurrence

Risk occurrence to be closely followed

Low probability of risk occurrence

Low degree of risks



## Recyclage des métaux : un potentiel de développement sur certains métaux

#### End-of-life recycling input rate (EOL-RIR) [%]

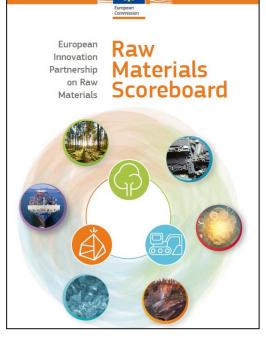
| Н        |           | > 50%<br>> 25-50%  |                                  |          |           |           |           |           |           |           |           |          |           |           |          |     | He<br>1% |
|----------|-----------|--------------------|----------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----|----------|
| Li<br>0% | Be<br>0%  |                    | > 10-25% B* C N O F* 1.0%        |          |           |           |           |           |           |           |           |          |           |           |          |     |          |
| Na       | Mg<br>13% |                    | 4 1% Al Si P* S Cl 12% 0% 17% 5% |          |           |           |           |           |           |           |           |          |           |           |          |     | Ar       |
| K*<br>0% | Ca        | 5c<br>0%           | Ti<br>19%                        | V<br>44% | Cr<br>21% | Mn<br>12% | Fe<br>31% | Co<br>35% | Ni<br>34% | Cu<br>17% | Zn<br>31% | Ga<br>0% | Ge<br>2%  | As        | Se<br>1% | Br  | Kr       |
| Rb       | Sr        | Y<br>31%           | Zr                               | Nb<br>0% | Mo<br>30% | Tc        | Ru<br>11% | Rh<br>9%  | Pd<br>9%  | Ag<br>55% | Cd        | In<br>0% | Sn<br>32% | Sb<br>28% | Te<br>1% | _   | Xe       |
| Cs       | Ba<br>1%  | La-Lu <sup>1</sup> | Hf<br>1%                         | Ta<br>1% | W<br>42%  | Re<br>50% | 05        | lr<br>14% | Pt<br>11% | Au<br>20% | Hg        | Τl       | Pb<br>75% | Bi<br>1%  | Ро       | At  | Rn       |
| Fr       | Ra        | Ac-Lr <sup>2</sup> | Rf                               | Db       | Sg        | Bh        | Hs        | Mt        | Ds        | Rg        | Cn        | Uut      | Fl        | Uup       | Lv       | Uus | Uuo      |

| <sup>1</sup> Group of Lanthanide | La<br>1% | Ce<br>1% | Pr<br>10% | Nd<br>1% | Pm | Sm<br>1% | Eu<br>38% | Gd<br>1% | Tb<br>22% | Dy<br>0% | Ho<br>1% | Er<br>0% | Tm<br>1% | Yb<br>1% | Lu<br>1% |
|----------------------------------|----------|----------|-----------|----------|----|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <sup>2</sup> Group of Actinide   | Ac       | Th       | Pa        | U        | Np | Pu       | Am        | Cm       | Bk        | Cf       | Es       | Fm       | Md       | No       | Lr       |

| Aggre-<br>gates |     | Coaking<br>Coal |    | Feldspar | Gypsum | Kaolin<br>Clay | Lime-<br>stone | Magne-<br>site | Natural<br>Cork | Natural<br>Graphite | Natural<br>Rubber | Natural<br>Teak<br>Wood | Perlite | Sapele<br>wood | Silica<br>Sand | Talc |
|-----------------|-----|-----------------|----|----------|--------|----------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------------|---------|----------------|----------------|------|
| 7%              | 50% | 0%              | 0% | 10%      | 1%     |                |                |                |                 |                     |                   |                         |         | 15%            | 0%             | 5%   |

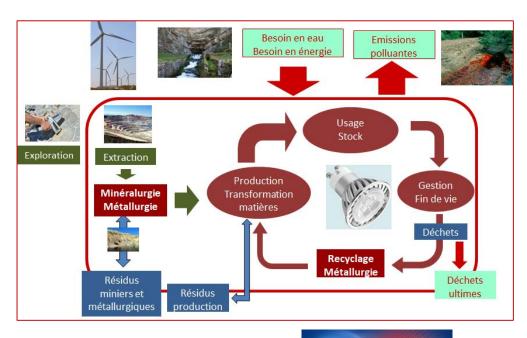
<sup>\*</sup> F = Fluorspar; P = Phosphate rock; K = Potash, Si = Silicon metal, B = Borates.

Limites du recyclage : dispersion et « entropie »





## Vers une économie « plus » circulaire qui optimise « flux » MP primaires et secondaires





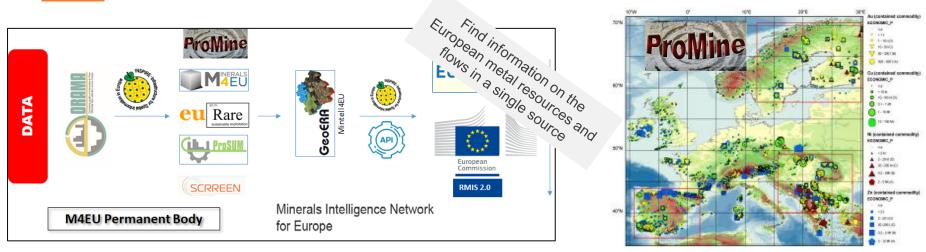


Establish an EU Expert Network that  $\mathbf{REEN}$  covers the whole value chain for present and future critical raw materials.

- Vers une approche systémique du cycle des métaux et matériaux sur l'ensemble du cycle de vie (de l'exploration à la fin de vie)
- Vers l'optimisation de la valorisation des métaux et matériaux extraits (valorisation des déchets, notion de sous produits, optimisation du recyclage à toutes les étapes)
- Vers la prise en compte des externalités environnementales du cycle (et sa monétarisation)
- Vers la prise en compte des transferts d'impact associés à la chaine de valeur de production des objets (approvisionnement responsable)



## Evaluation du potentiel Européen Primaire et Secondaire ; Approche flux et stock



Contact: D. Cassard, BRGM



Prospecting
Secondary raw
materials in the
Urban mine and
Mining wastes

- Bases de données Gisement + MP secondaires et déchets
- Amélioration des modèles de données / Homogénéisation
- Interopérabilité sur les données I et II
- Analyse des flux et stock (MFA) + Prédictivité





## Valorisation de ressources complexes : nouvelles solutions intégrées







**CEReS** 





Developing innovative technologies for unlocking the use of potential domestic raw materials complex ores and mining, mineral processing and metallurgical waste









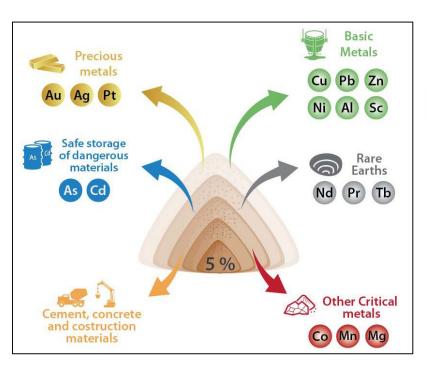
## **Proposals for New technical solutions**

 Better mineral liberation, treatment of fine particles, reuse of all remaining materials, biotechnological solutions, optimised downstream options, lower energy and water requirements, smaller footprint, mobility of equipment ...

with integration of LCA approach and cost/benefits of externalities



## Nemo Project: Process development; ressource effciency & Eu collaborative approach











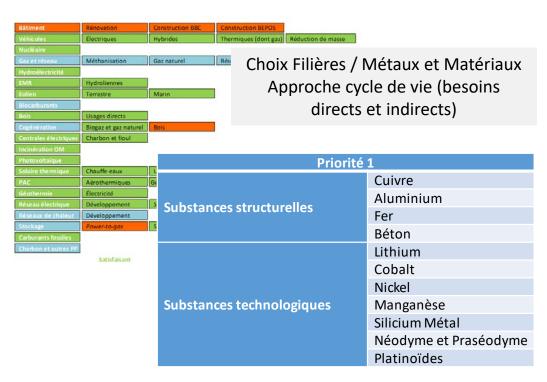


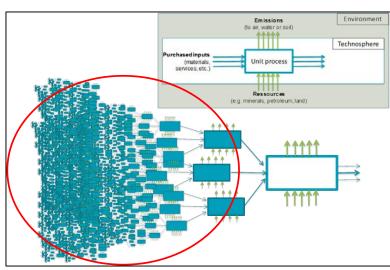
## Transition énergétique et impacts associés

Quel « besoin matière » pour la transition énergétique en France ? (Projet SURFER) : Analyse de l'impact matières premières, énergies et eau du déploiement des énergies renouvelables sur la période 2015-2050 en France

## Principaux objectifs:

- Evaluer les besoins directs et indirects de matières premières, d'énergie, d'eau et de sols pour la mise en place de la transition énergétique en France
- o Etudier la faisabilité de cette transition en comparant ces besoins à la consommation française
- o Etudier les impacts environnementaux et les risques d'approvisionnement reliés à ces besoins





Villeneuve, La Sim Avril 2019 Contact : j.villeneuve@brgm.fr







## **Conclusion**

- La dépendance aux métaux = une dépendance aux objets qui en contiennent (notamment ceux de la transition écologique)
- La question des métaux stratégiques/critiques : sujet qui doit s'appréhender sur l'ensemble du cycle de vie (en intégrant ressources primaires et secondaires)
- Plusieurs sources d'approvisionnement (complémentaires) et des contraintes associées
  - Activité minière et métallurgique « hors territoire » = transfert d'impact à gérer ; assurer la traçabilité des approvisionnements
  - « Valorisation » déchets miniers, métallurgiques et industriels : un potentiel à « caractériser » et éventuellement à exploiter = besoin d'innovation, de réglementation adaptée et d'acceptabilité sociétale.
  - Recyclage (notamment DEEE) : un besoin de caractérisation, de « massification » des sources et de pérennité des filières
- Des besoins de soutien à la R&D et à l'innovation (académique, appliquée et préindustrielle) ... dans les mêmes projets
  - Soutien travaux « d'intelligence minérale » et de « mine responsable » (importance du primaire!)
  - Soutien R&D pour la Mine ou la Mine Urbaine : gestion des « objets » dans leur globalité audelà des métaux « critiques et stratégiques »
  - Soutien aux développement de méthodologie ACV pour les matières premières ; prise en compte des externalités environnementales dans les modèles économiques





Pour en savoir plus :

email: <a href="mailto:p.dhugues@brgm.fr">p.dhugues@brgm.fr</a>

site: www.brgm.fr









