



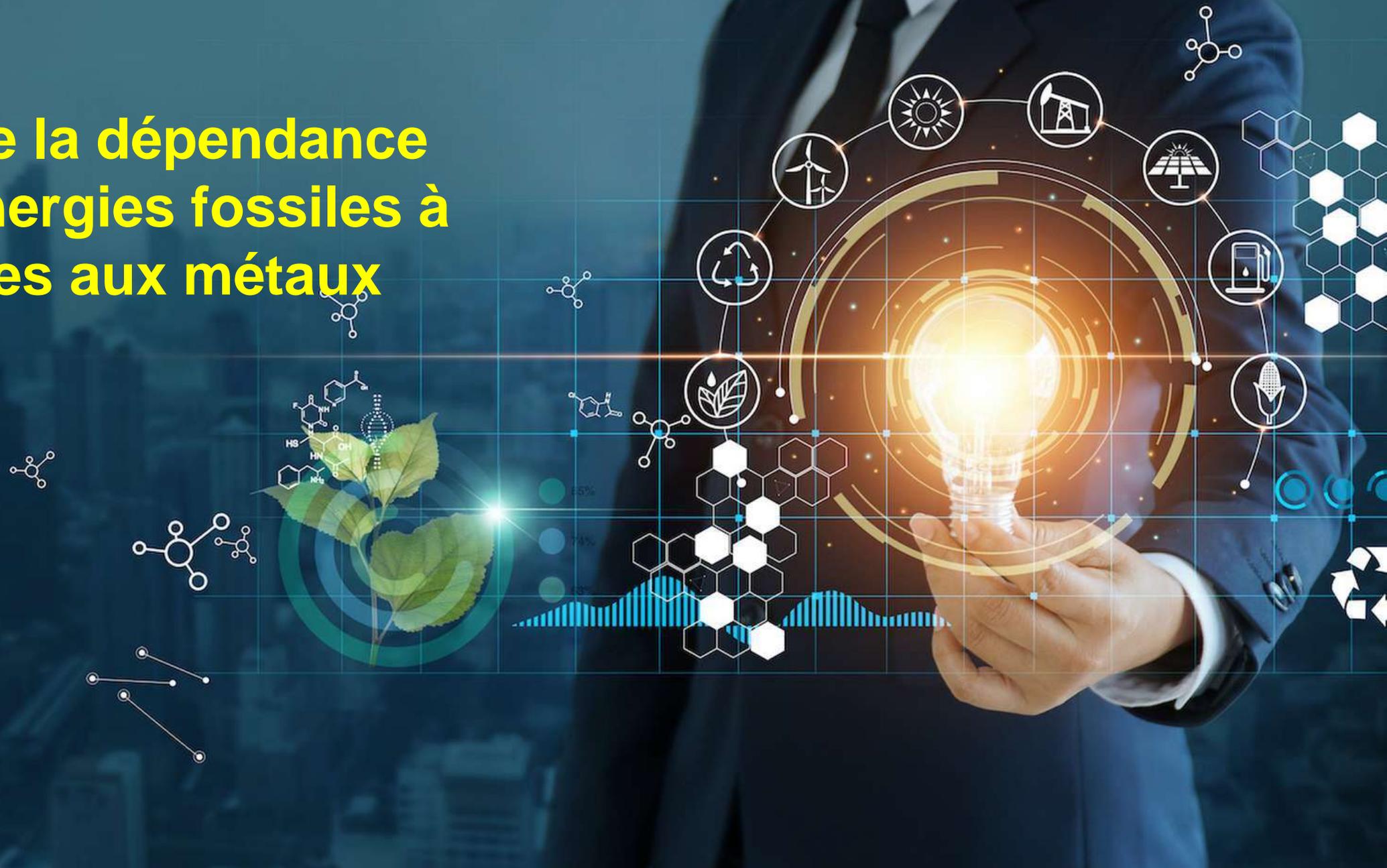
LES MÉTAUX STRATÉGIQUES : LE NOUVEAU DÉFI DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Christophe POINSSOT

Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)

Directeur Général Délégué et Directeur Scientifique

1 – De la dépendance aux énergies fossiles à celles aux métaux



Les besoins en ressources minérales sont et resteront en croissance ...

Net Zero Carbon



Transition énergétique et écologique

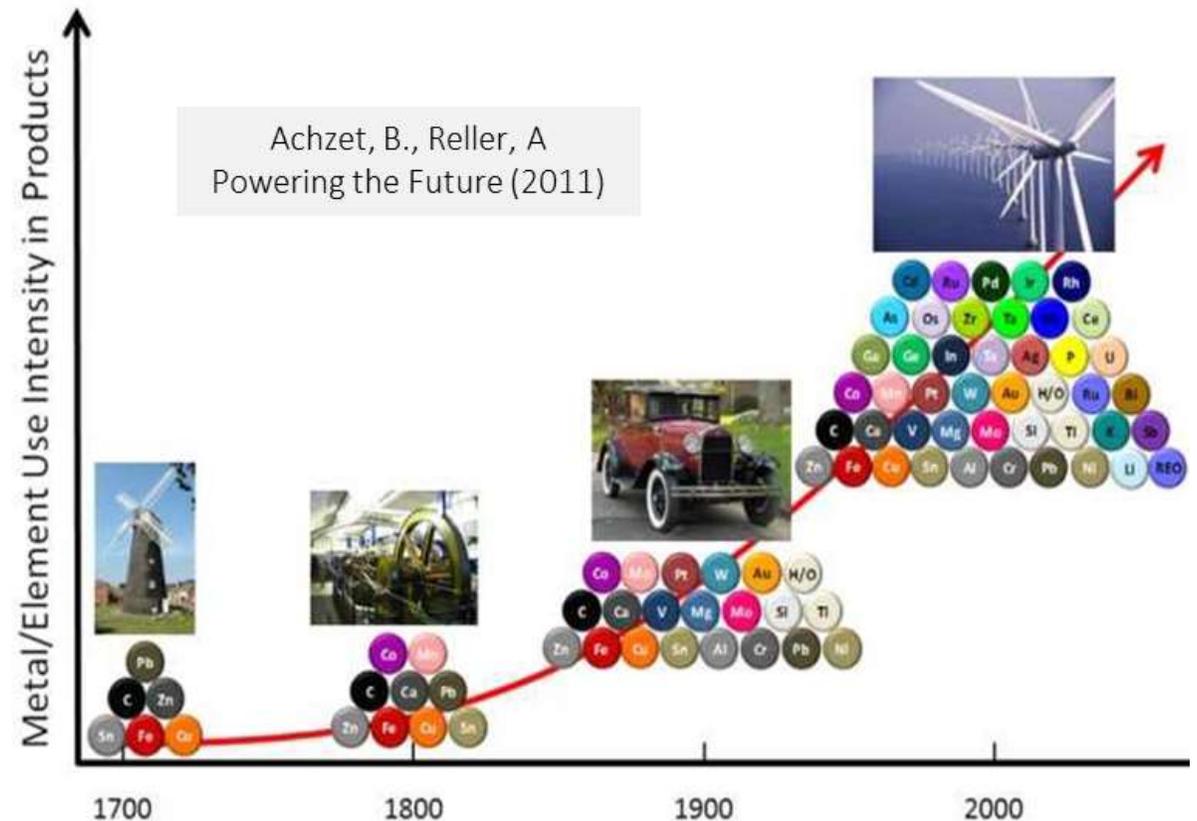


Transition numérique



Croissance économique

- Technologies innovantes reposent sur des matériaux finalisés de plus en plus complexes → **quantité** ↗
métaux mineurs/rares ↗, **exigences de pureté** ↗

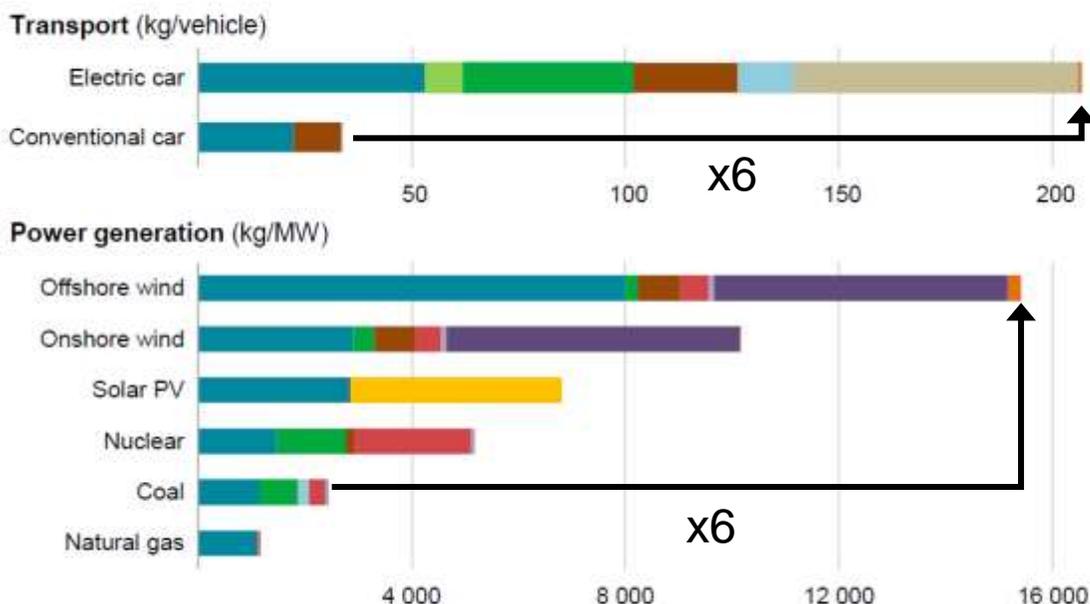


Les nouvelles technologies bas carbone sont avides en ressources minérales

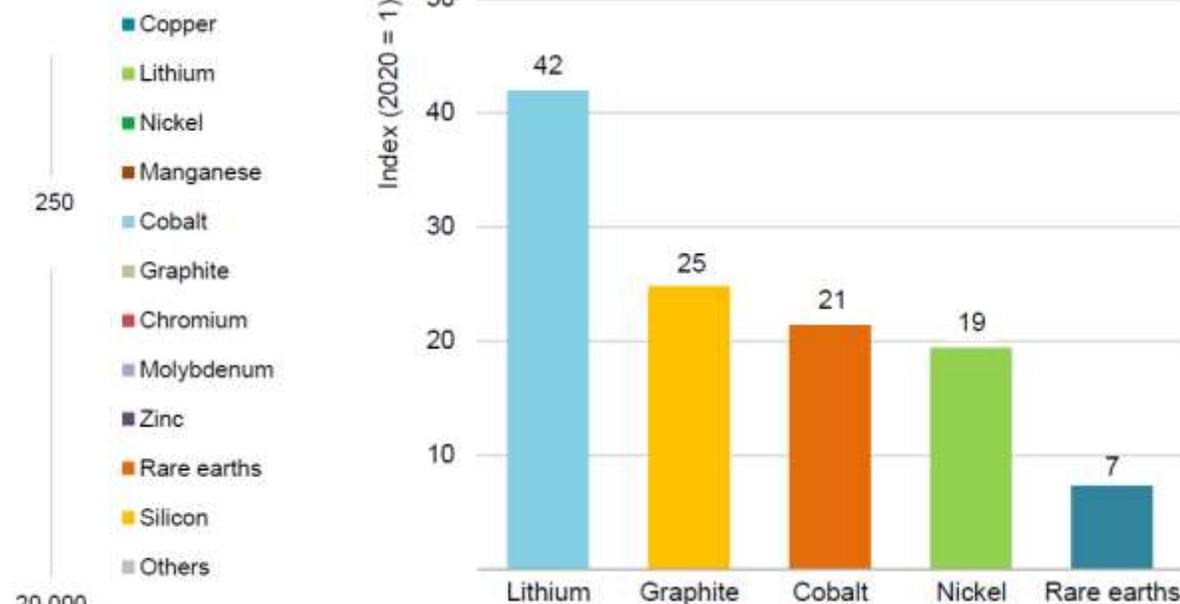
- Les nouvelles technos bas-carbone fortement demandeuses en métaux
- Moyens de production comme d'usages

- Forte augmentation des besoins en métaux
- Métaux "historiques" (Cu...) comme "nouveaux" (Li, Mn, Co...)

Minerals used in selected clean energy technologies



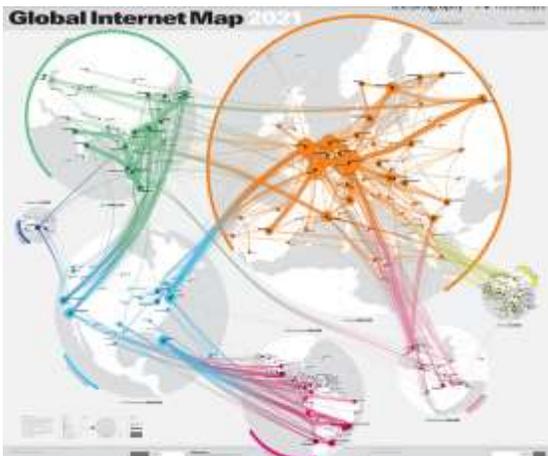
Growth of selected minerals in the SDS, 2040 relative to 2020



IEA. All rights reserved.

IEA. All rights reserved.

Le monde numérique est un monde très riche en métaux

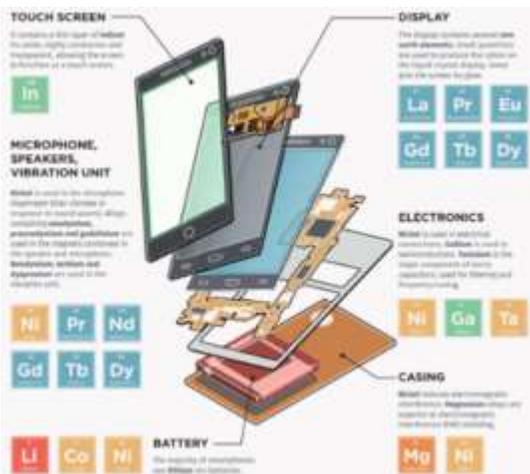


❶ Internet est avant tout un réseau physique

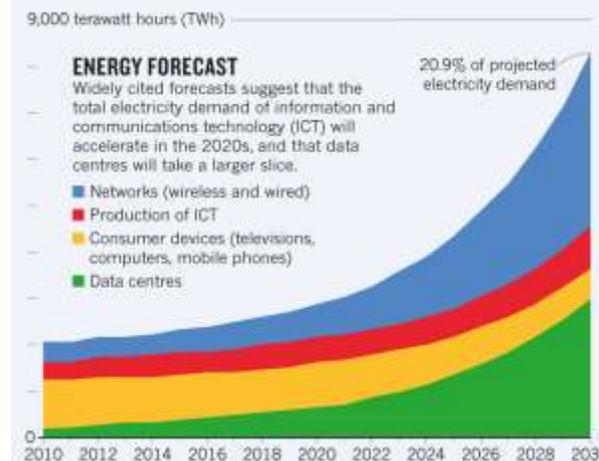
❷ Quantité de données stockées explosent



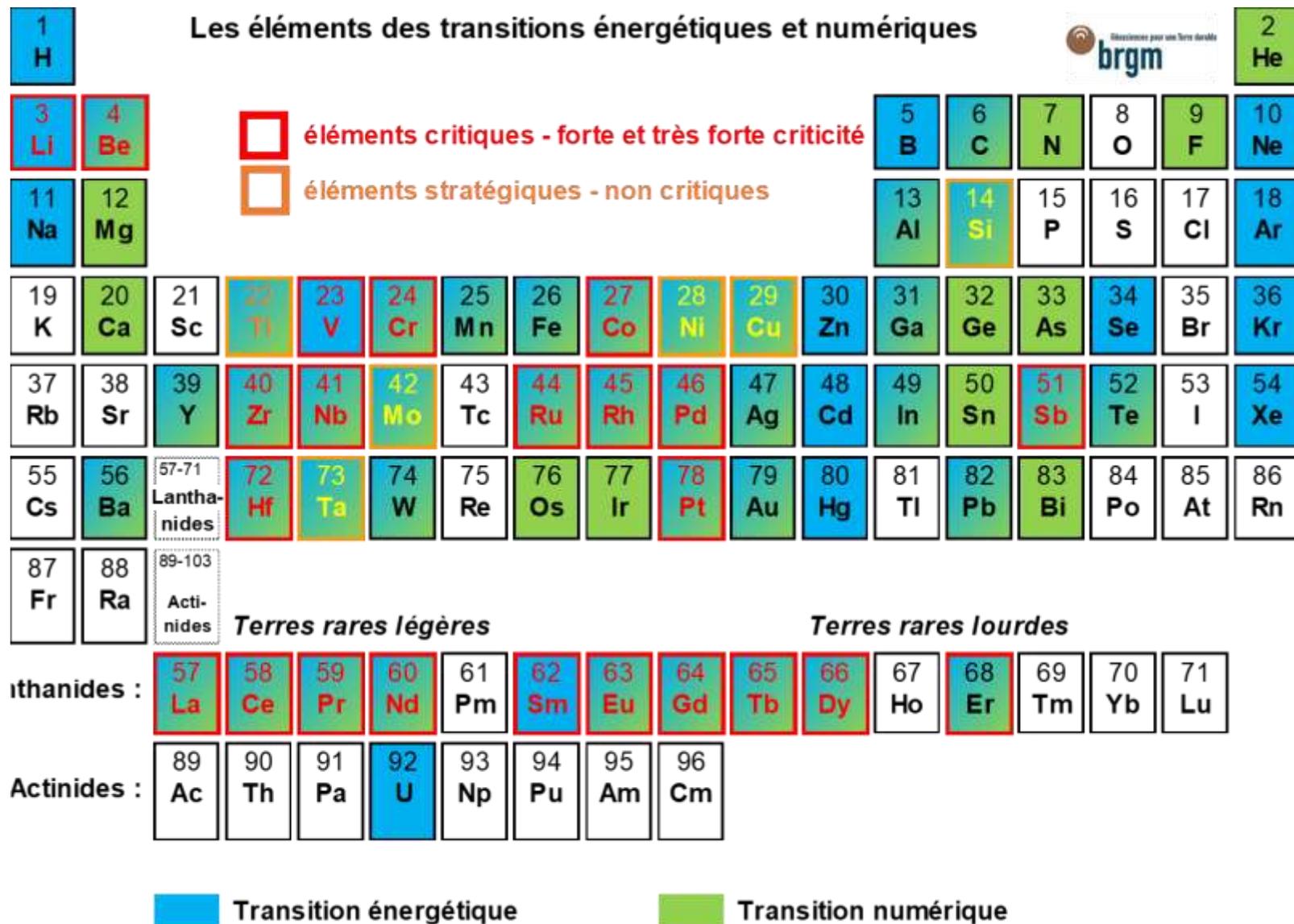
❸ Objets connectés sont riches en métaux



❹ Monde numérique consomme une part croissante d'énergie

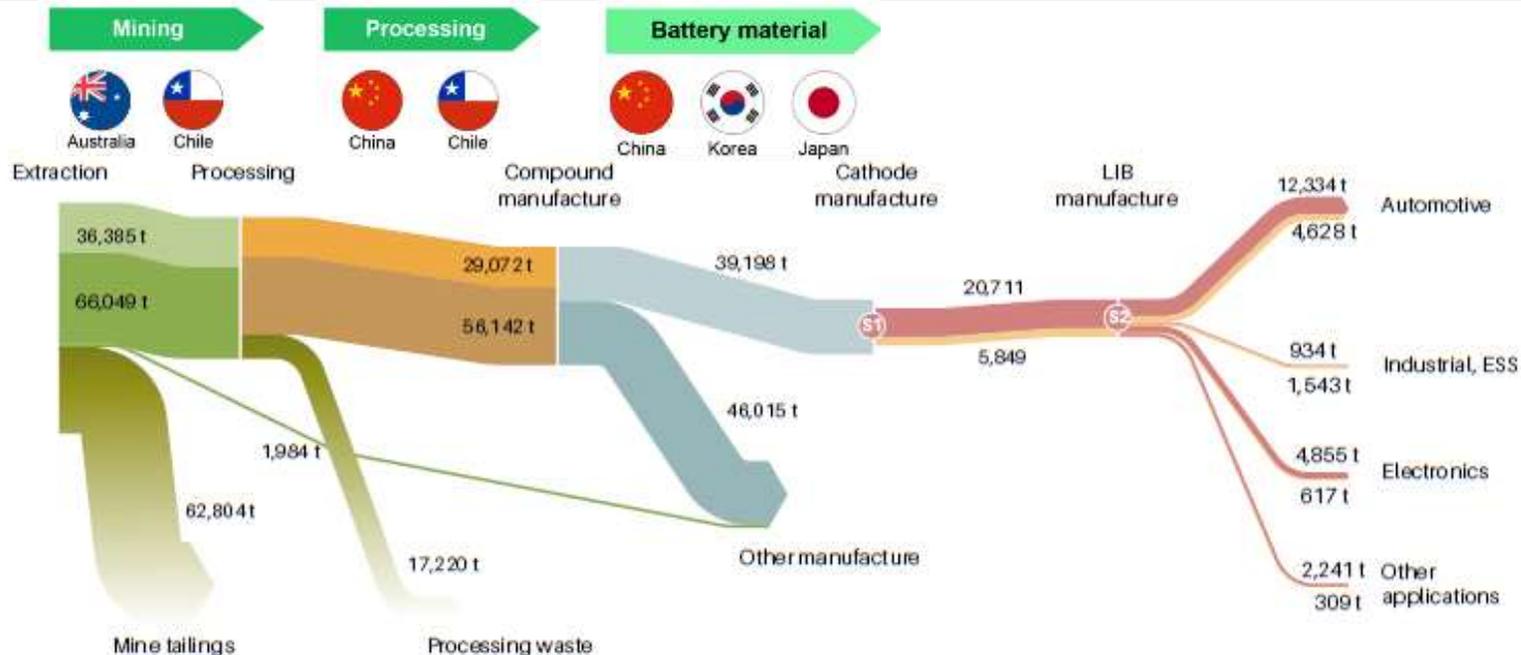


Les transitions énergétiques et numériques mobilisent des ressources similaires



- **Diversité** : Très nombreux métaux nécessaires pour les technologies décarbonées et numériques
- **Quantité**: il faudra produire plus de ressources minérales d'ici 2050 que depuis le début de l'humanité, y compris pour les métaux majeurs
- **Conflit usage**: explosion de la demande va mettre les différents usages en concurrence

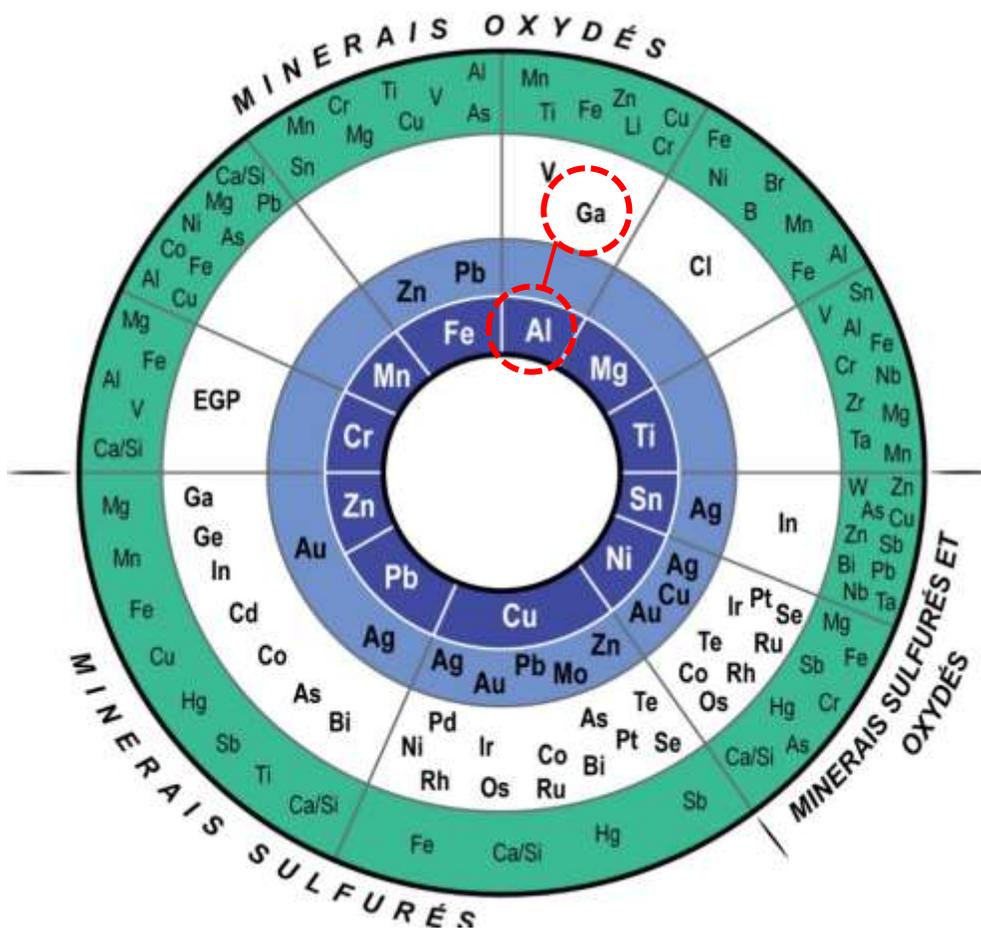
Maîtriser une chaîne d'approvisionnement requiert de maîtriser l'ensemble des étapes



- **Chaîne d'approvisionnement** = succession d'étapes de traitement dépendantes de la nature du minéral
- Opérations supplémentaires souvent réparties dans différents pays → contrôle chaîne de valeurs peut se faire à tous les niveaux
- Chine a progressivement investi sur l'ensemble des chaînes de valeurs

Pour une grande part, les métaux stratégiques ne sont pas « extraits pour eux-mêmes »

- Petits métaux dépendent de la production d'un « métal hôte » → **inélasticité de l'offre**



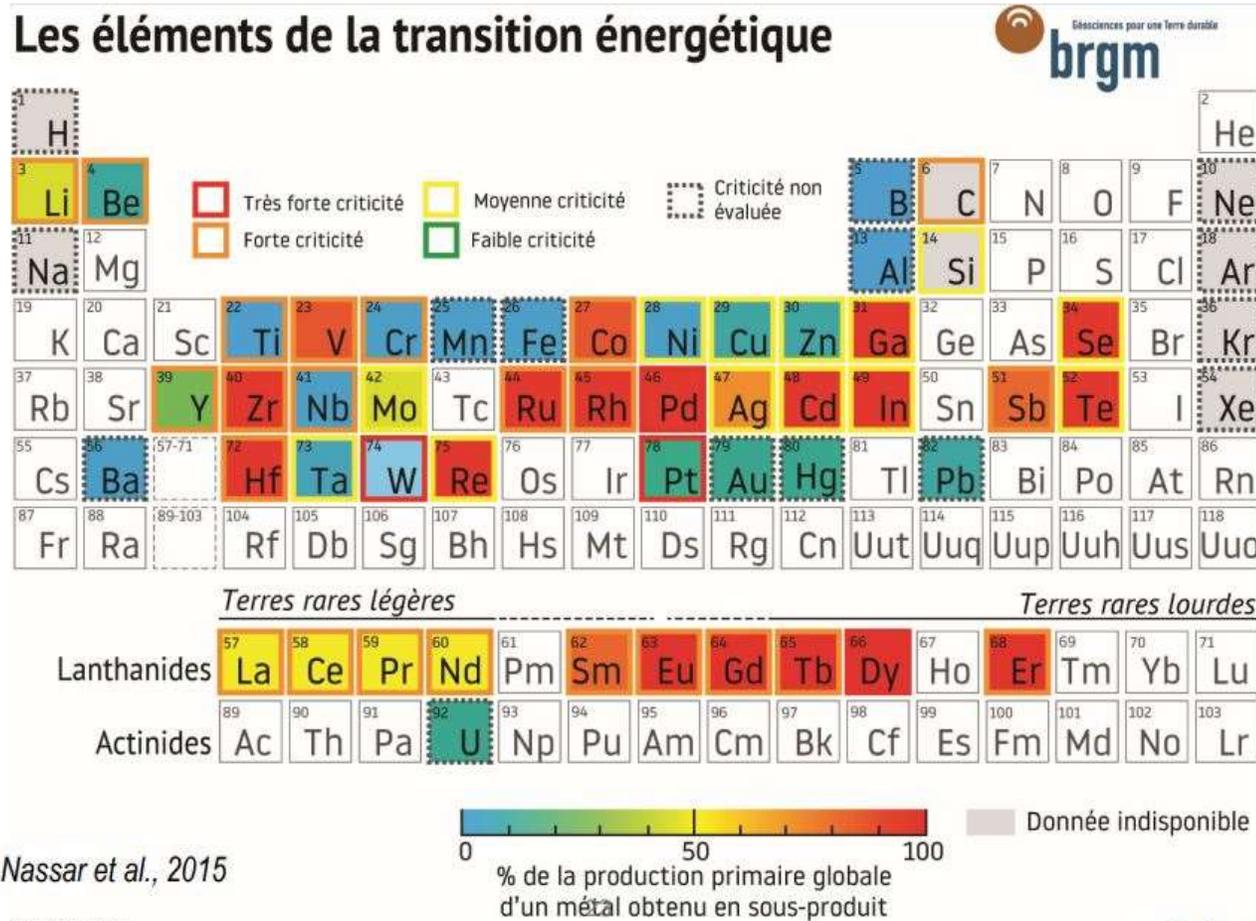
Métaux porteurs. Métaux principaux, généralement de moindre valeur.

Métaux à haute valeur économique: certains utilisés dans les hautes technologies

Co-éléments qui ont une infrastructure propre absente ou limitée. La plupart fortement valorisable, métaux de haute-technologie (ex. électronique)

Co-éléments qui ont une infrastructure propre conséquente. Valorisables à haute valeur économique: certains utilisés dans les hautes technologies

Co-éléments finissant en déchets ou en émissions. Coûteux du fait de la gestion des déchets ou des procédés en fin du cycle de vie.



D'après Nassar et al., 2015

→ Grande complexité et opacité des chaînes de valeurs minérales

2 – Quelles solutions pour retrouver une nécessaire souveraineté minérale en France et en Europe ?

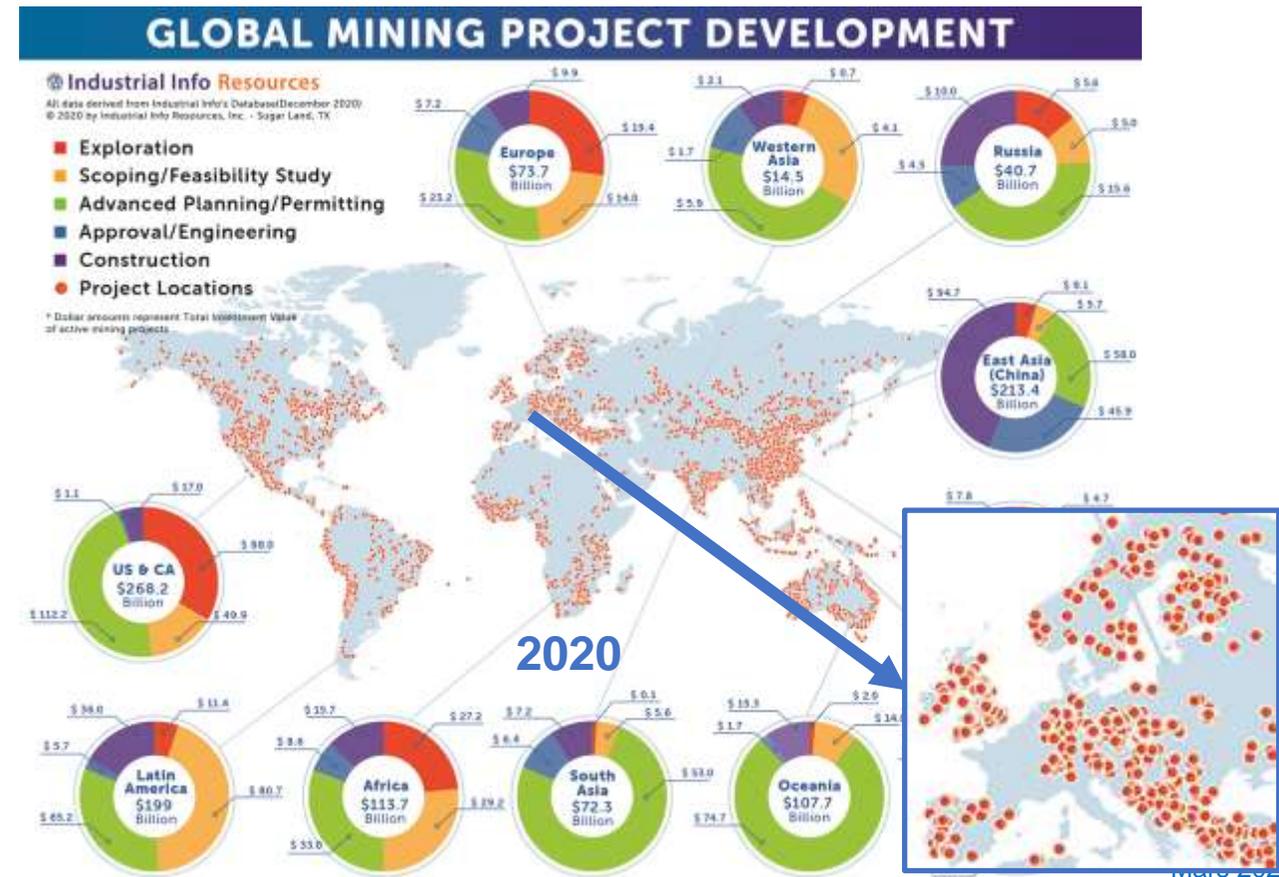
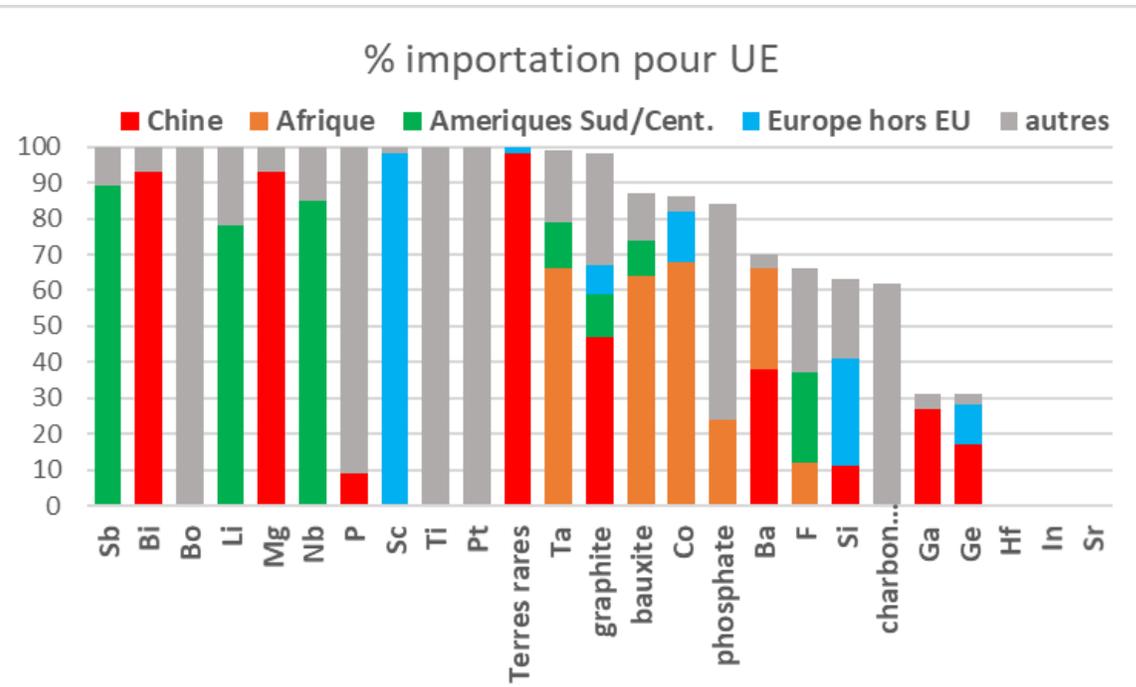


Carrière Echassières (Allier)

La France et l'Europe ont perdu leur souveraineté minérale

- Activités extractives et de premières transformations ont été **progressivement transférées** vers pays à bas coût de main d'œuvre et moins regardants sur l'impact environnemental → forte dépendance
- L'absence visible d'industrie extractive en métropole a modifié le **regard de la société française** sur cette industrie "*dénigrée*"

- Sous-sol reste **riche en ressource minérales** mais leur exploitation représente un défi énergétique, environnemental, politique et sociétal
- Cours des matières → réserves exploitables = f(temps) et ampleur des investissements

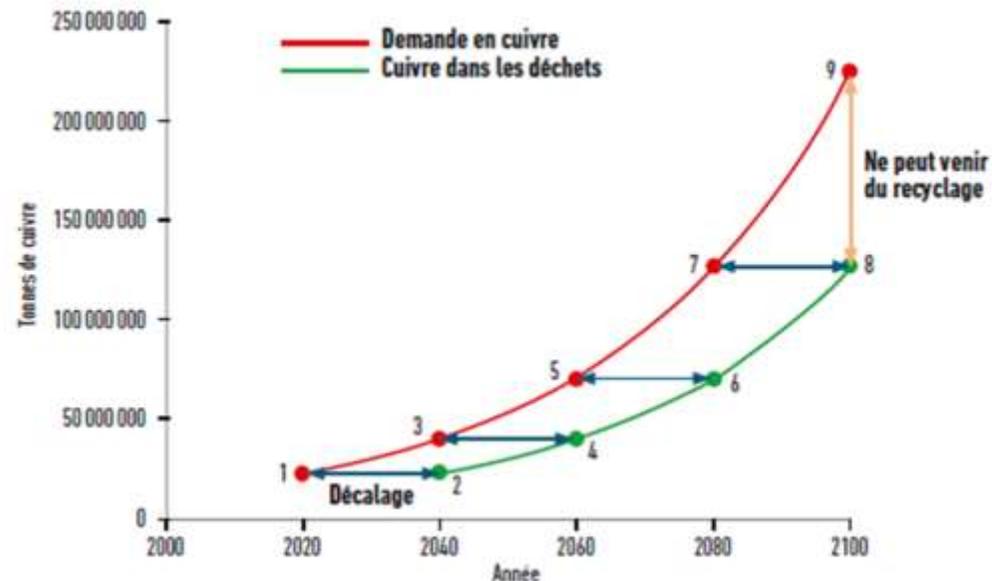
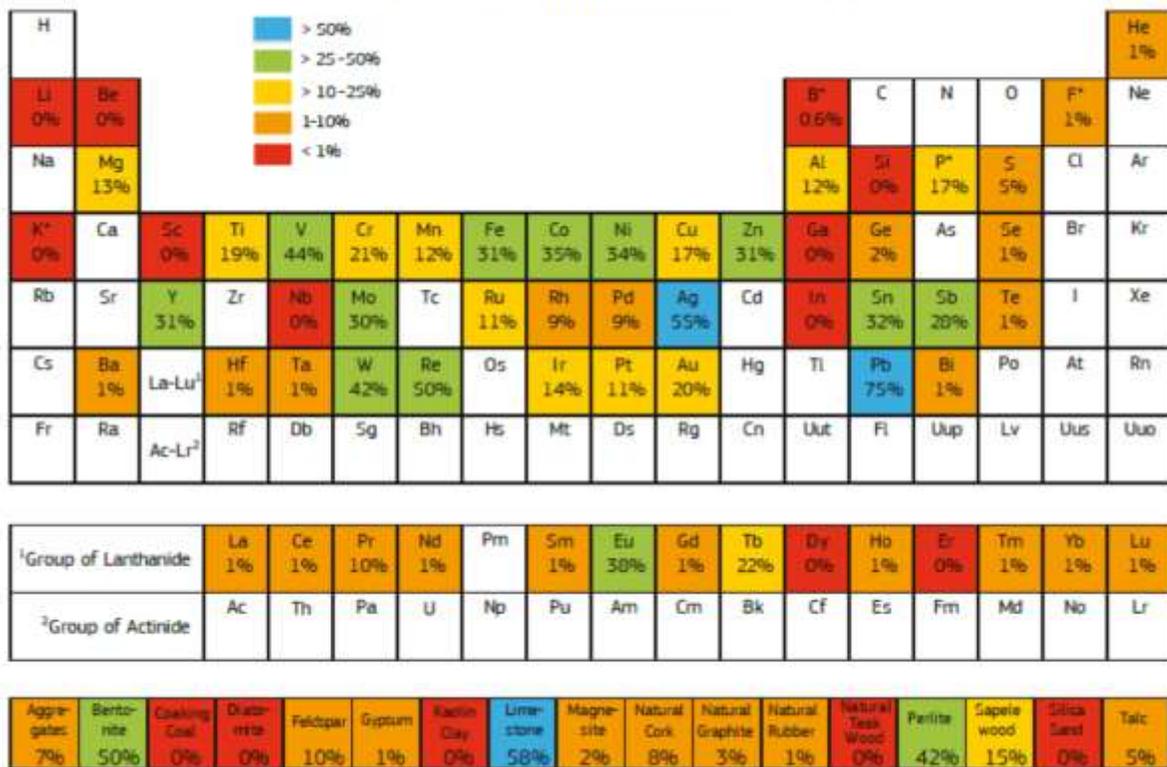


Le recyclage, une nécessité et une opportunité qui ne répondra pas à la totalité de nos besoins

- Le recyclage est une **opportunité** à saisir en termes de relocalisation, de maîtrise industrielle, d'économie de la ressource et de souveraineté
- Nécessite une **industrie de transformation** nationale pour purifier et transformer les matières recyclées

- Impossibilité de couvrir 100% des besoins** (*croissance de la demande, difficultés de la collecte, limitation physique et énergétique, nouveaux besoins ...*) → **ne résoudra pas la question des approvisionnements**

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

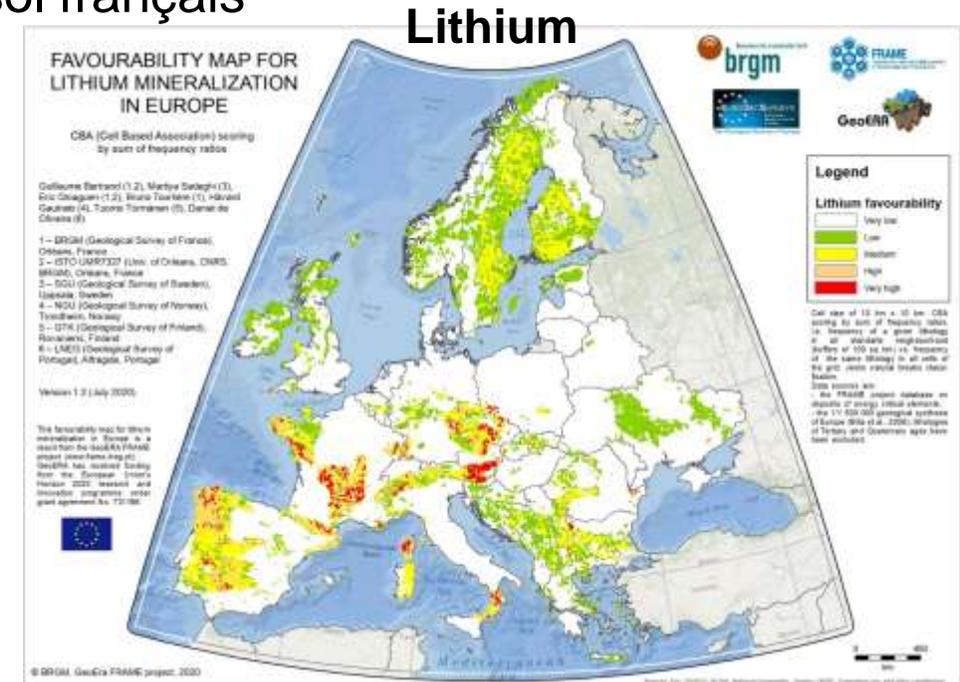
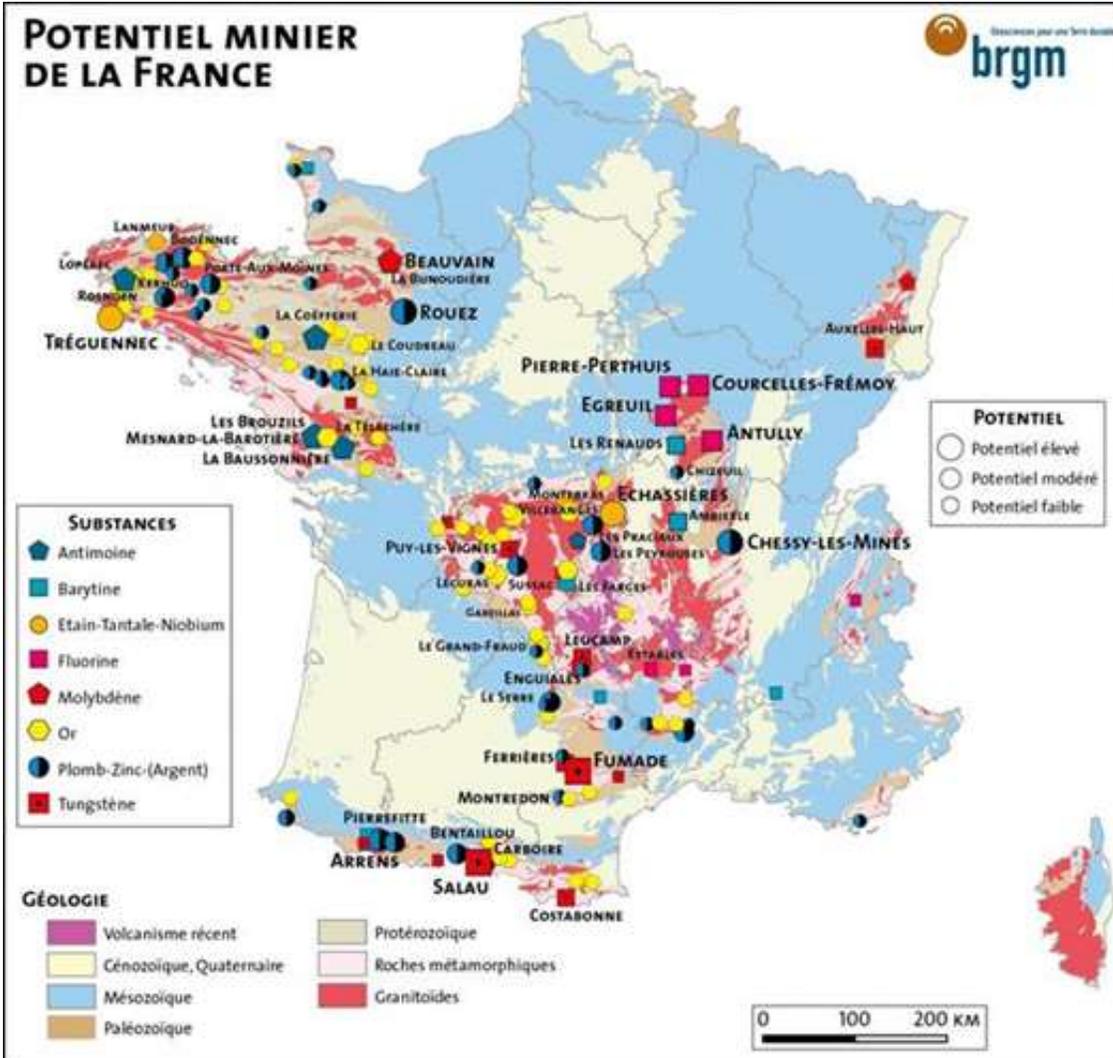


- Complexité des usages fera émerger une **rationalisation des usages** (spécifications décroissantes le long des chaînes de valeur)

* F = Fluorspar; P = Phosphate rock; K = Potash; Si = Silicon metal; B = Borates.

La France reste un pays avec un potentiel minier important

- Inventaire minier français **obsolète** et restreint à la proche surface (<300m) et pourtant on connaît déjà des gisements, certains de rang mondial (*W, Sb, Au, Mo, F, Pb-Zn, Ge, Sn-Ta-Nb, Li ...*)
- Métallogénie prédictive confirme la **richesse** potentielle du sous-sol français



➔ Reprise de la prospection et réouverture de mines en France est indispensable

L'Europe dispose également de ressources importantes

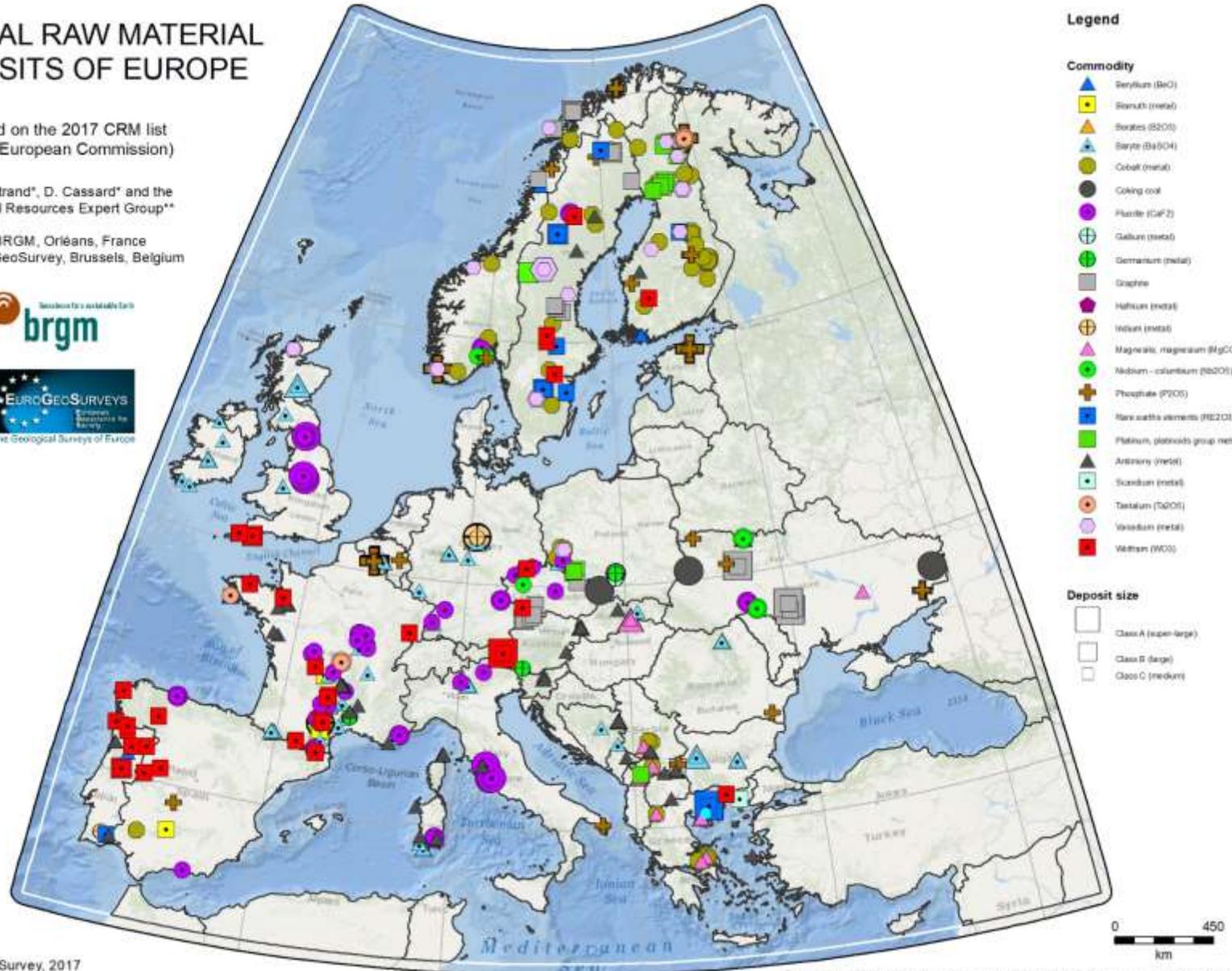
CRITICAL RAW MATERIAL DEPOSITS OF EUROPE

(based on the 2017 CRM list of the European Commission)

G. Bertrand*, D. Cassard* and the Mineral Resources Expert Group**

* BRGM, Orléans, France

** EuroGeoSurvey, Brussels, Belgium



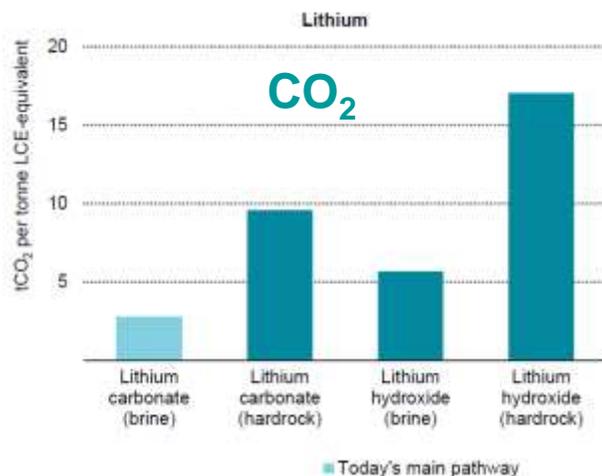
- Europe dispose de ressources qui permettraient de réduire la dépendance aux importations et regagner en souveraineté
- Complémentarité des ressources disponibles dans différents pays.
- Intérêt à se rapprocher des pays scandinaves qui ont su maintenir une activité extractive en intégrant les enjeux socio-environnementaux
- Mobilisation EU: publication du Critical Raw Materials Act (16/03/23)

③ Ouvrir de nouvelles mines, un défi de plus en plus complexe

① Phase d'exploration longue et coûteuse, 17ans en moyenne (exception = salars)



② Nécessité d'évaluer et réduire l'impact environnemental qui est spécifique à chaque minerais/site : CO₂, eau, pollution, landuse ...



③ Nécessité d'associer les populations locales aux prises de décision pour éviter les blocages, mais complexité à trouver compromis intérêt collectif vs intérêts locaux



④ Nécessité de développer des normes pertinentes et fiables sur la mine responsable → confiance des parties prenantes. Soutien important pour taxonomie verte et "due diligence"

Mittersill, Autriche

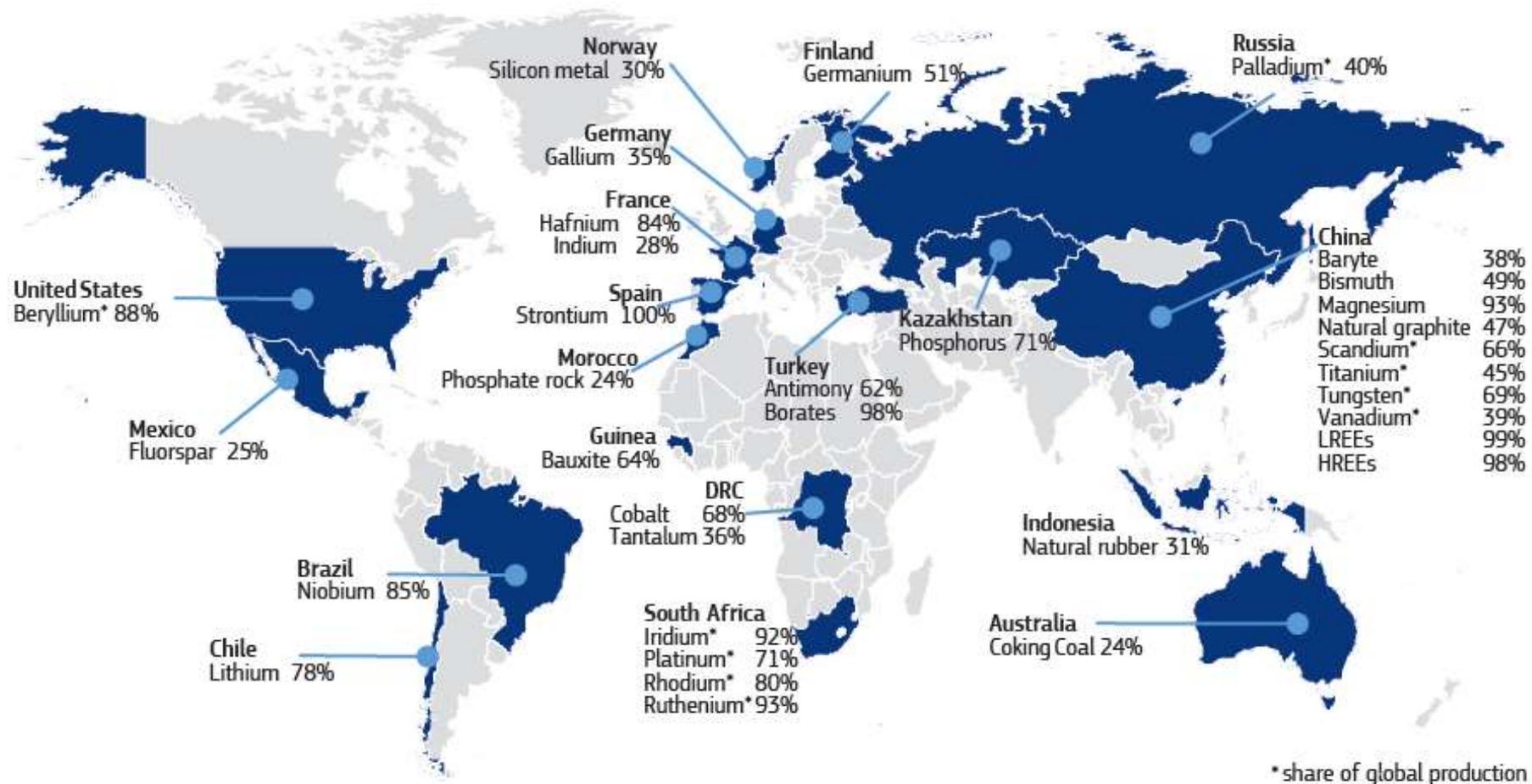


Conclusion

- ❑ Transition énergétique → besoin en ressources minérales ↗ ↗
 - Passage d'une dépendance aux énergies fossiles à une dépendance aux ressources minérales → nouvelles dépendances géopolitiques
- ❑ Malgré des réserves abondantes, industrie aura du mal à répondre à la demande
 - Rythme ou modalités des transitions nécessiteront d'être adaptées
- ❑ Europe et la France sont fortement dépendantes des importations → reconquérir une souveraineté industrielle via sécurisation des approvisionnements
 - Besoin de disposer d'une véritable vision à 360° : OFREMI
 - Besoin de réinvestir les ressources présentes en EU (mines & recyclage)
 - Sécuriser des contrats long-terme : diplomatie des ressources minérales
- ❑ Nouvelles activités minières ↔ durables, responsables et respectueuses de l'environnement et des populations locales
 - Développer procédés performants, compétitifs et écoresponsables
 - Développer norme, traçabilité des approvisionnements & contrôles importations

L'Europe reste fortement dépendante des importations en ressources minérales

Figure 5: Global suppliers of EU critical raw materials⁴⁶



Origine des *matières premières critiques* utilisées en Europe (RM scoreboard 2021)

- **Russie:**
 - % production mondiale
 - Pd: 42%
 - Diamants: 33%
 - Ti (éponge): 20%
 - V : 20%
 - Sb: 17%
 - % importations EU
 - Ni: 30% brut
 - Al: 30% brut
 - Cu: 27% brut
 - FeTi: 40%
- **Ukraine** possède aussi de nombreuses ressources minérales
- Risque de déstabilisation des satellites Russes (Kazakhstan...)



SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL



Géosciences pour une Terre durable

brgm

SIÈGE - CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009

45060 Orléans Cedex 2 - France

Tél. : (33) 2 38 64 34 34

Fax : (33) 2 38 64 35 18

www.brgm.fr



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

MINISTÈRE DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
ET DES FINANCES

Merci !