RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Géosciences pour une Terre durable
brgm

La course aux minerais stratégiques: le nouveau défi de la transition et de la souveraineté énergétique

Christophe POINSSOT
Directeur Général Délégué du **B**ureau de **R**echerches **G**éologiques et **M**inières (BRGM)
Membre de l'Académie des Technologies

Géosciences pour une Terre durable brgm

ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

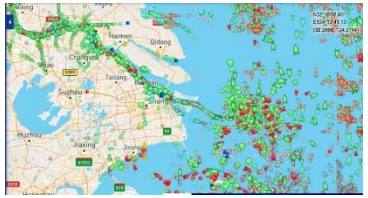
ACADÉMIE DES SCIENCES INSTITUT DE FRANCE

ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES

Les ressources minérales sont redevenues une arme géopolitique

2010 — 2020 — 2022 — 2023 — 2024 — 2025

Crise des terres rares



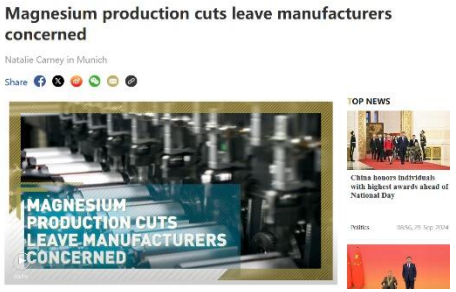
Pandémie du COVID

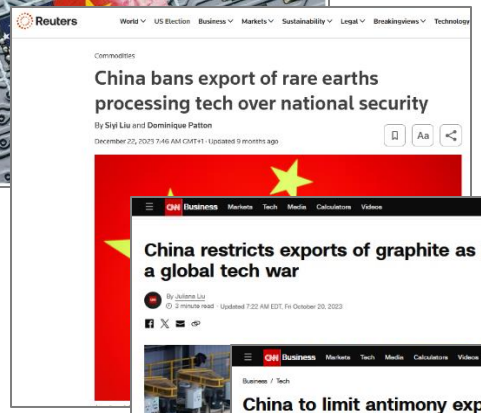
Guerre en Ukraine

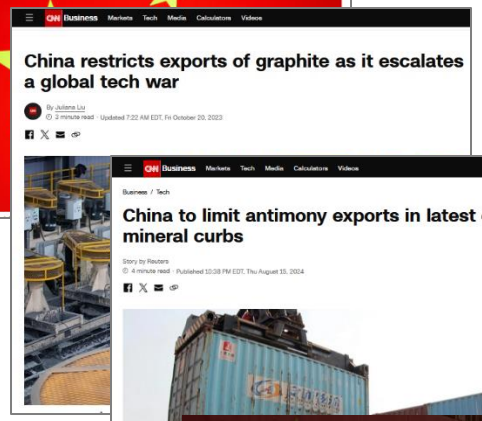
Crise logistique

UKTMP

Crise de l'énergie







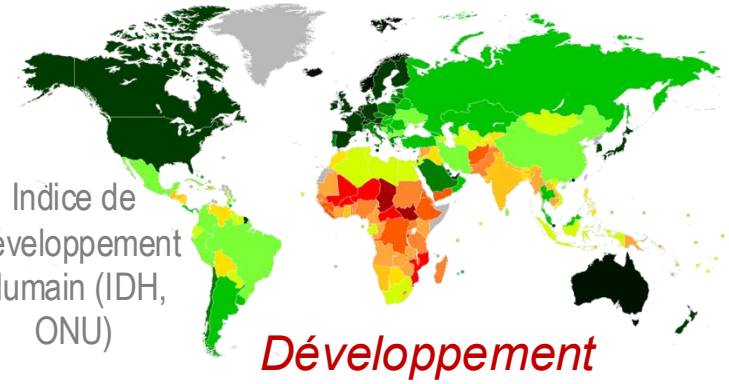
A la recherche décomplexée de métaux critiques …

Guerre au Kivu

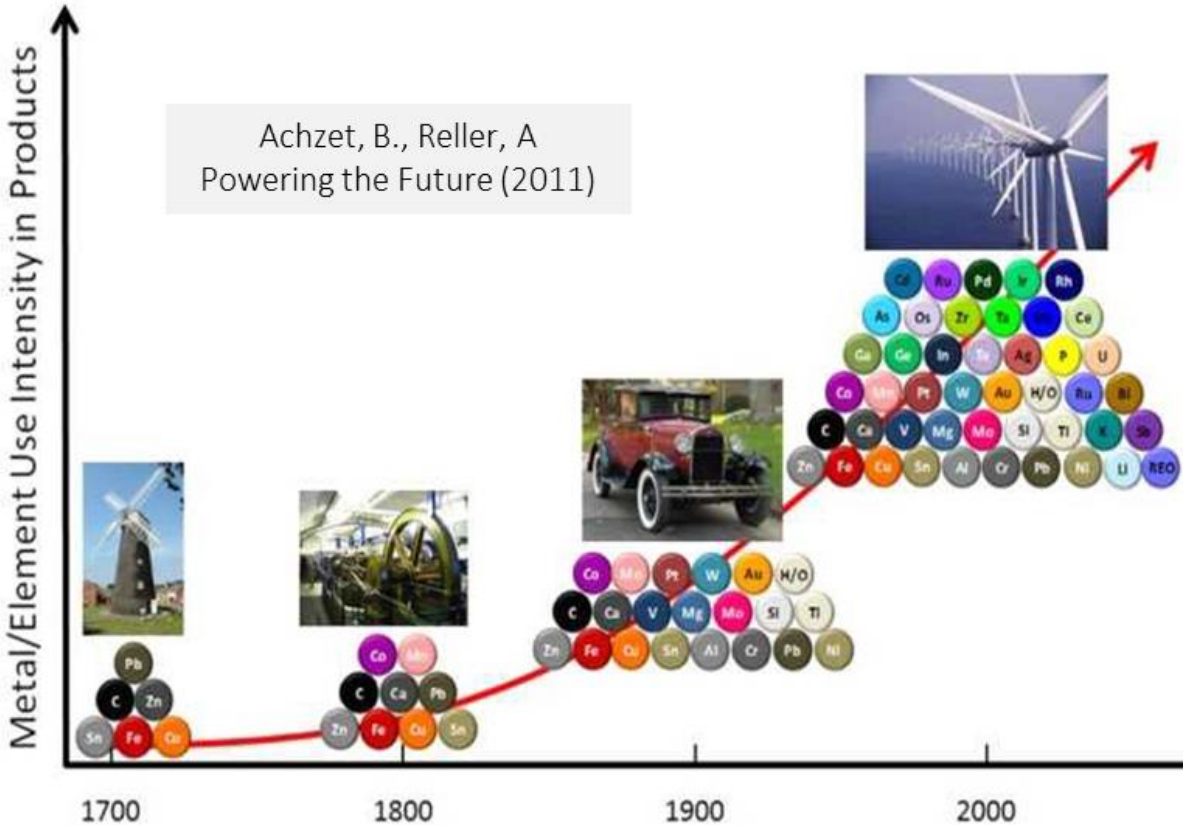
Les besoins en ressources minérales sont et resteront en croissance …

Transition énergétique et écologique

Transition numérique



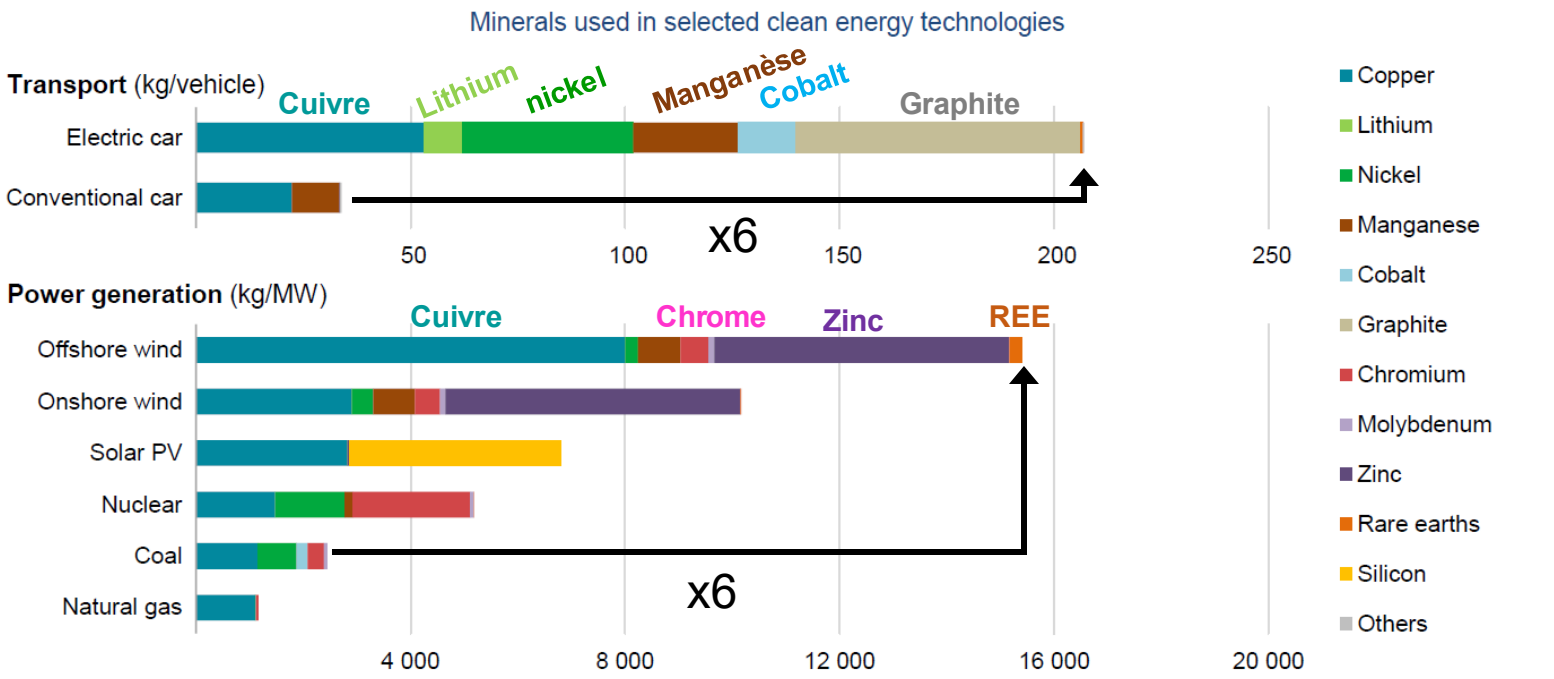
- Technologies innovantes reposent sur des matériaux finalisés de plus en plus complexes ➔ **quantité ↗, métaux mineurs ou rares ↗, exigences de pureté↗**



Les nouvelles technologies bas carbone sont aussi avides en ressources minérales

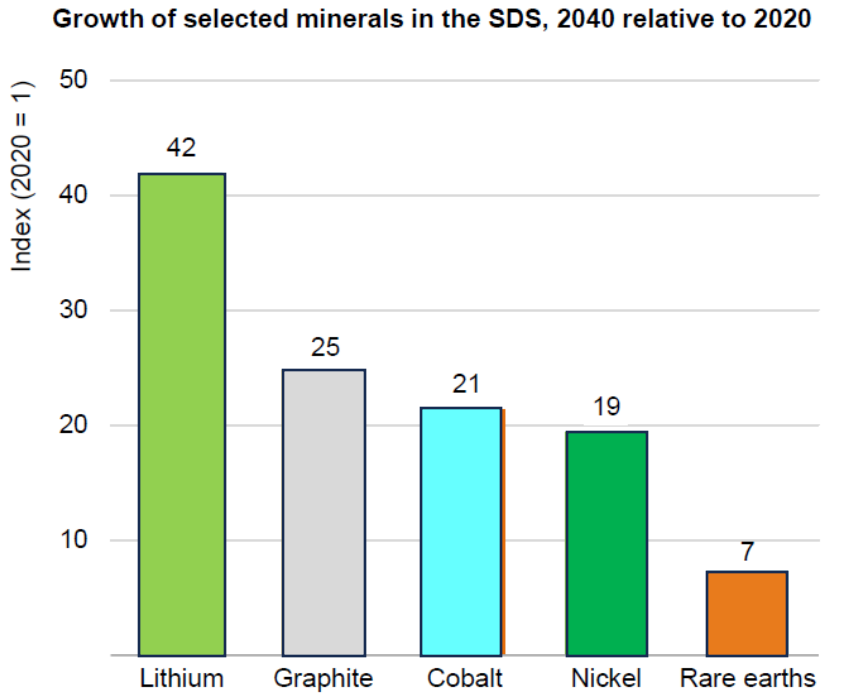
- Les nouvelles technologies bas-carbone sont fortement demandeuses en métaux
- Moyens de production comme d'usages

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



© IEA, 2021

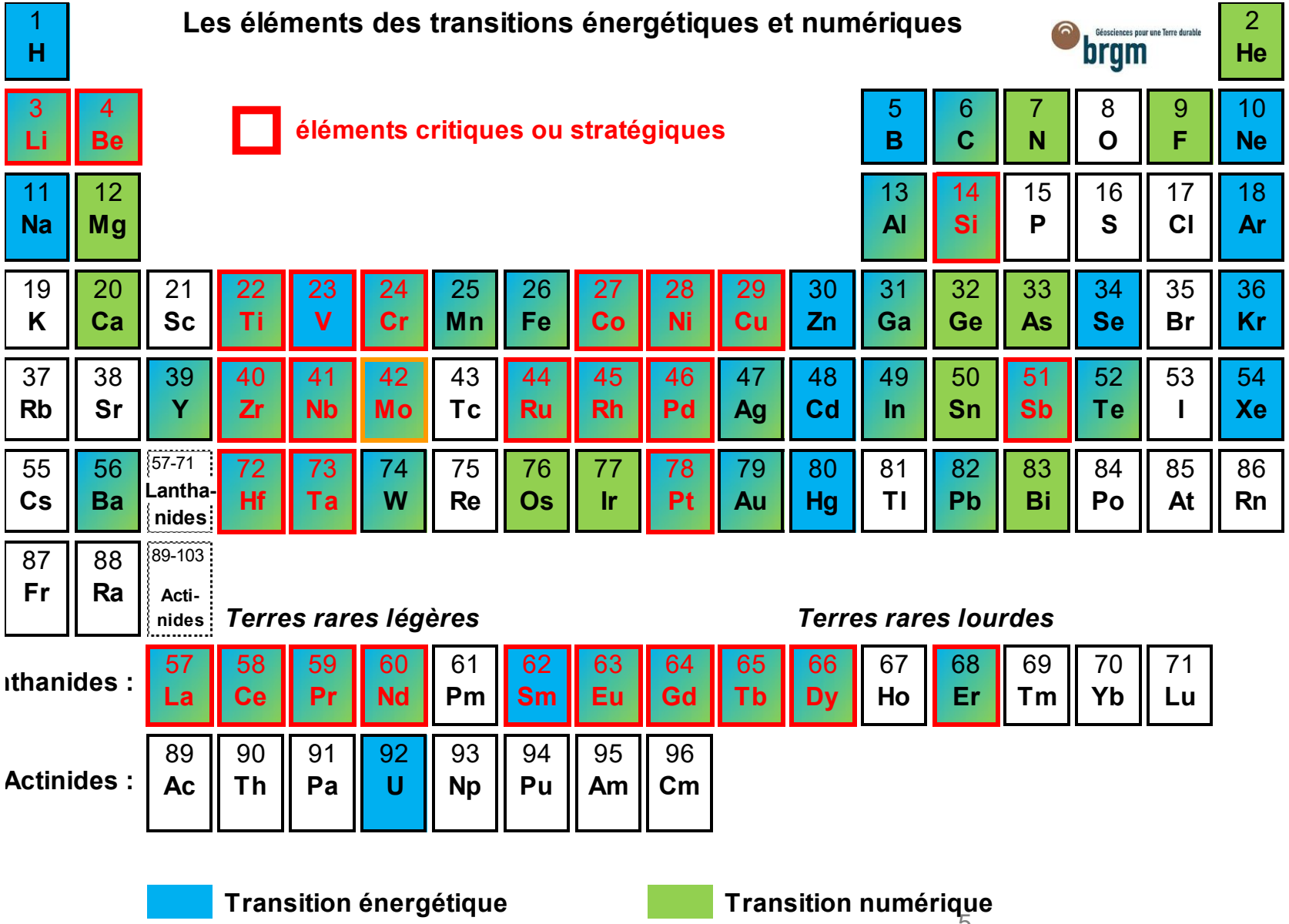
IEA. All rights reserved.



© IEA, 2021

IEA. All rights reserved.

Les transitions énergétiques et numériques mobilisent des ressources similaires

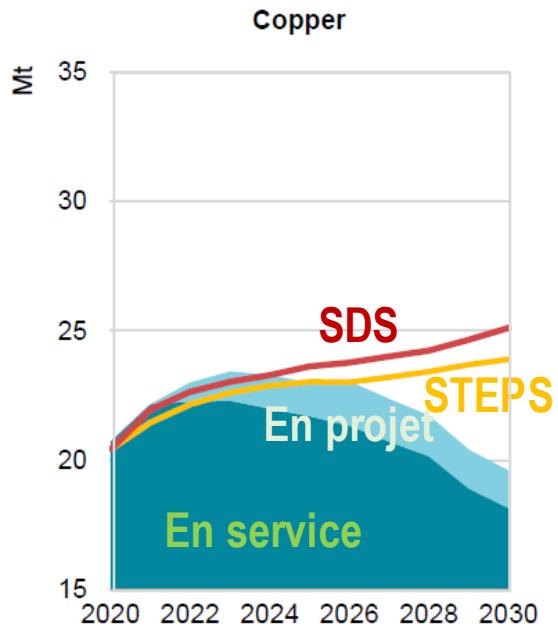


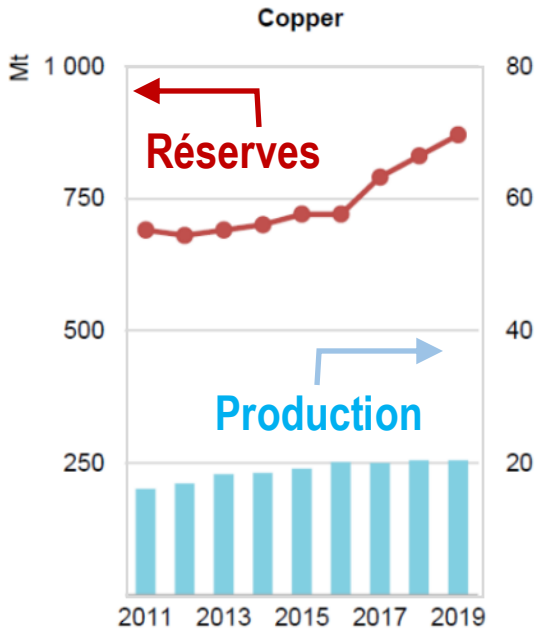
- **Diversité** : Très nombreux métaux nécessaires pour les technologies décarbonées et numériques
- **Quantité**: il faudra produire plus de ressources minérales d'ici 2050 que depuis le début de l'humanité, y compris pour les métaux majeurs
- **Conflit usage**: explosion de la demande va mettre les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

Quelques constats structurants sur l’origine des ressources minérales …

Les industriels ne pourront pas répondre dans les temps à la forte croissance de la demande

❶ Difficultés à ajuster l'offre et la demande



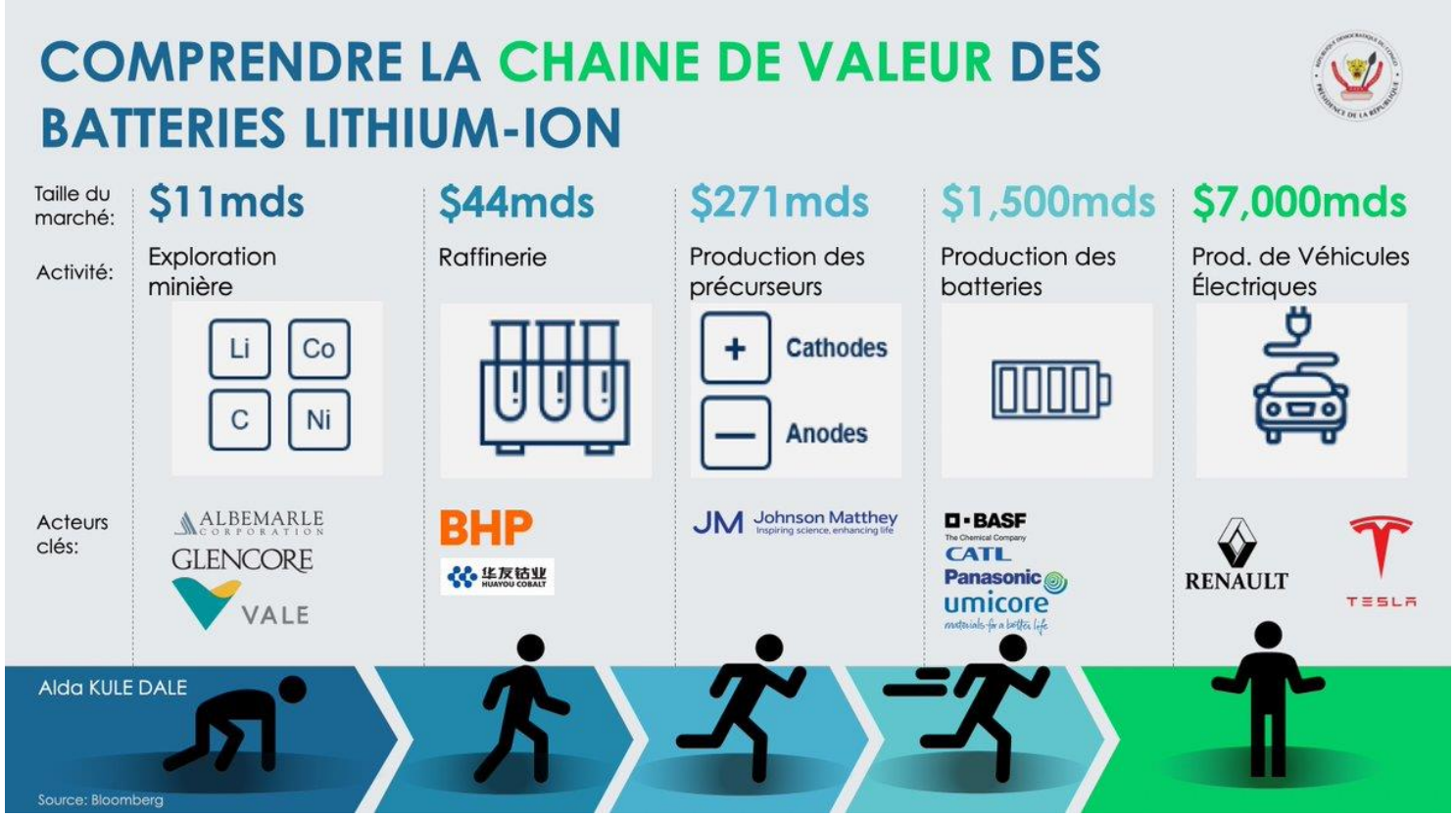


- Tension croissante et difficultés à répondre à la demande
- Réserves restent importantes mais difficiles à mettre sur le marché : gisements moins concentrés, time-to-market important, oppositions sociétales grandissantes …

❷ Forte volatilité des prix

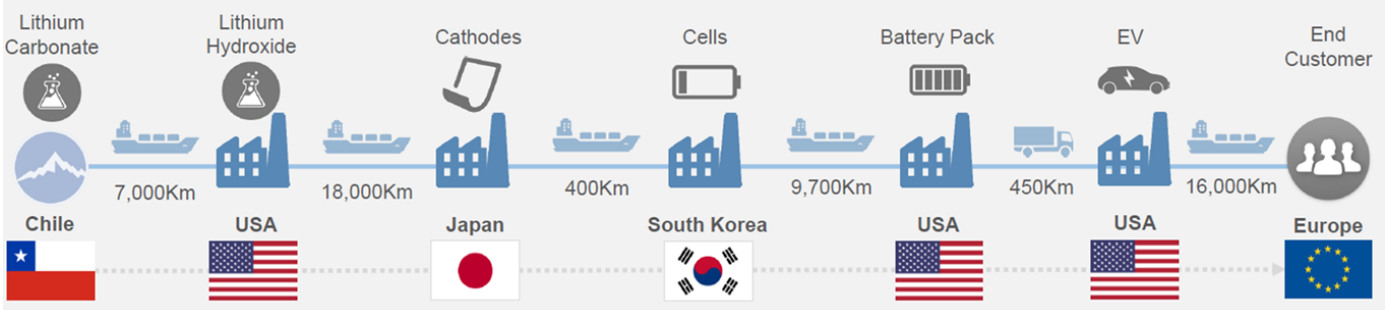
- Volatilité des cours ➔ frein aux investissements et au déploiement de la transition énergétique
- réserves économiquement rentables dépendent mécaniquement des cours

Maîtriser ses approvisionnements nécessite de maîtriser l'ensemble de la chaîne de valeurs



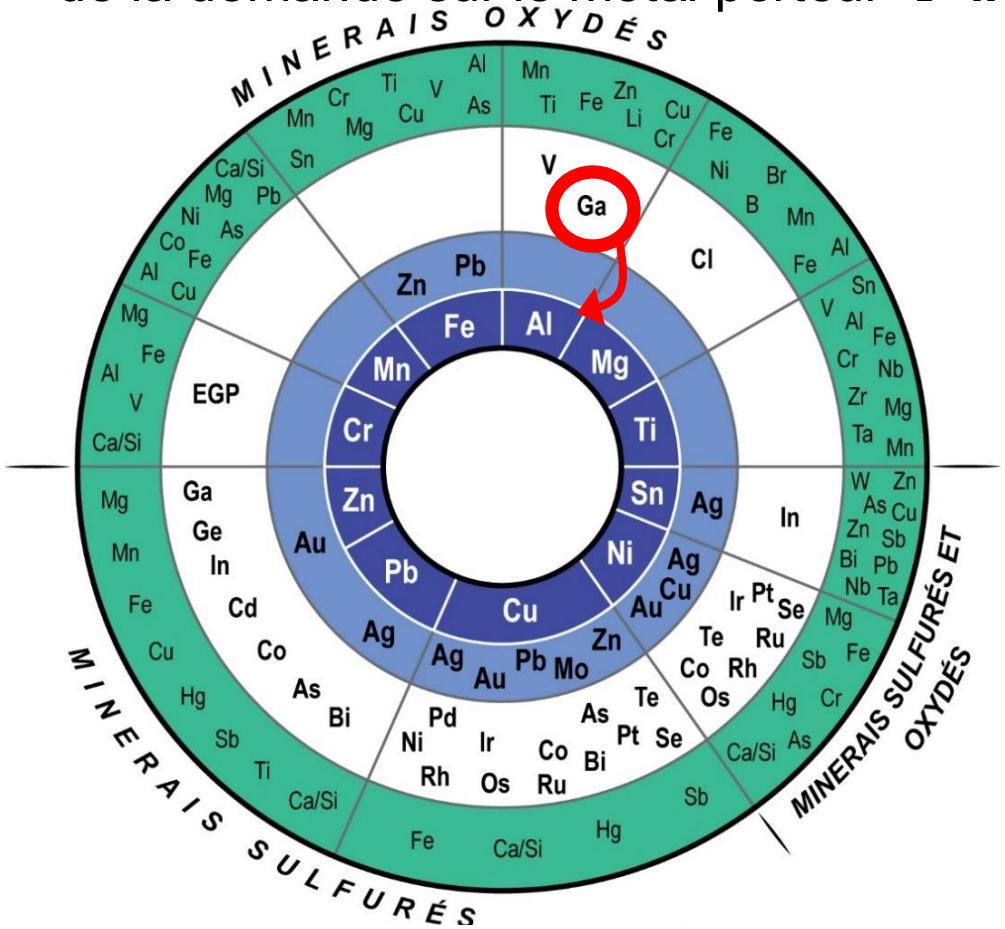
- **Chaîne d'approvisionnement** = succession d'étapes de traitement et transformations
- Opérations souvent réparties dans différents pays ➔ enjeux logistiques et besoin d'une vision globale
- Chine a progressivement élargi sa place et maîtrise aujourd'hui une **grande partie du raffinage et de la transformation**

The lithium inside you car travels more than **50,000km** before you even start driving*



Beaucoup de métaux sont dépendants de la production de leur métal porteur

- Petits métaux dépendent de la production d'un « métal hôte » ⇔ production des petits métaux dépend de la demande sur le métal porteur ➔ **inélasticité de l'offre**

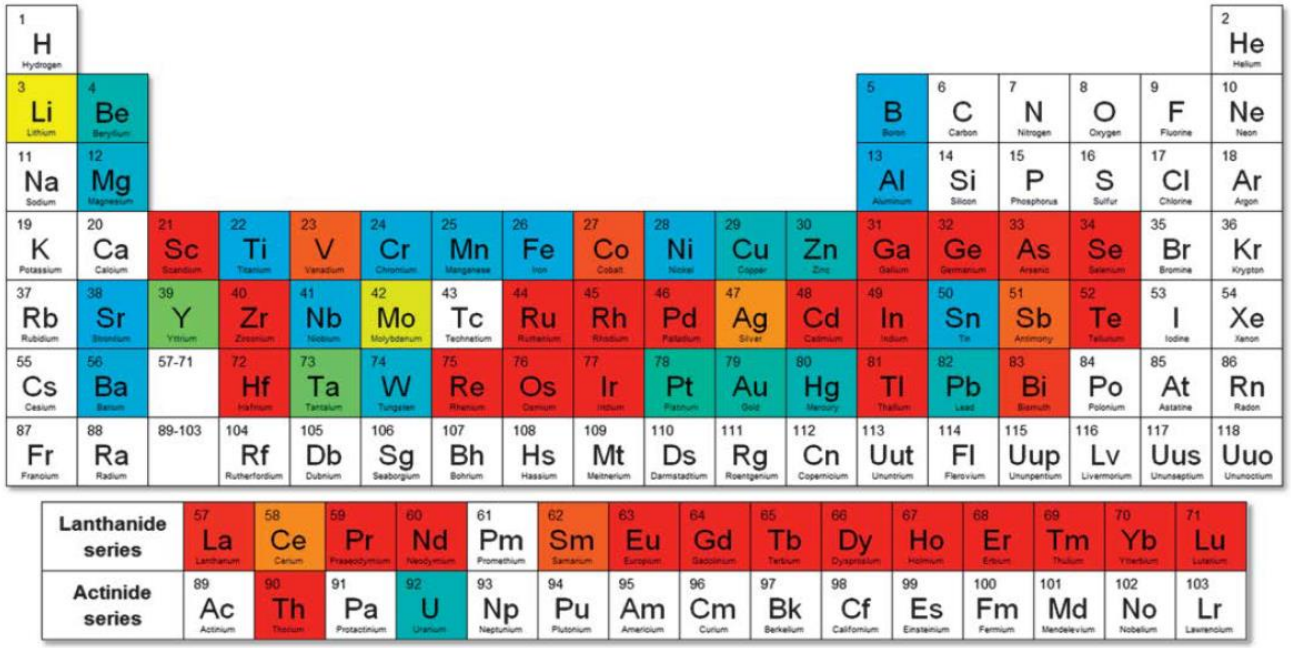


Métaux porteurs. *Métaux principaux, généralement de moindre valeur.*

Co-éléments qui ont une infrastructure propre conséquente. *Valorisables 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 finissant en déchets ou en émissions. *Coûteux du fait de la gestion des déchets ou des procédés en fin du cycle de vie.*



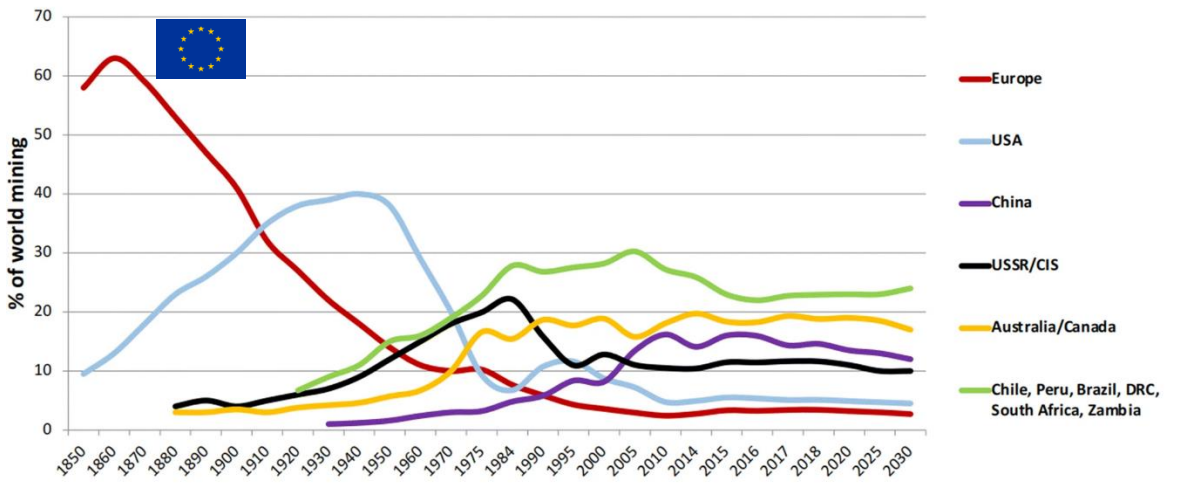
Part du métal (%) primaire produit en tant que co-métal

D'après Nassar et al., 2015

➔ Grande complexité et opacité des chaînes de valeurs minérales

La France et l'Europe ont perdu leur souveraineté minérale

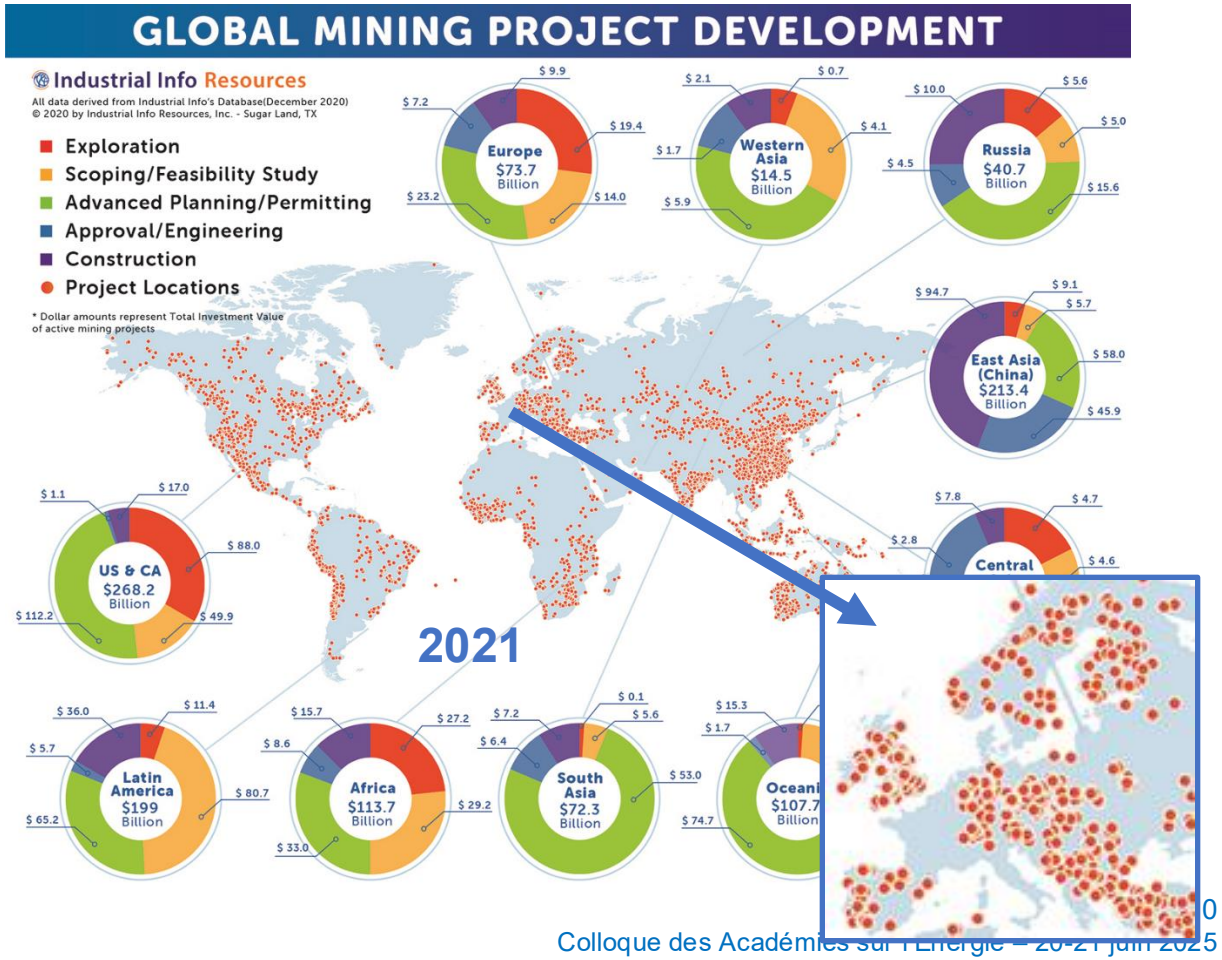
- Activités extractives et de premières transformations **progressivement transférées** vers pays à bas coût de main d'œuvre et moins regardants sur l'impact environnemental et social
  - ➔ enjeux géopolitiques : **dépendances**
  - ➔ enjeux éthiques : exportation des **impacts ESG**
  - ➔ enjeux culturels : **invisibilité sociétale**
  - ➔ enjeux scientifiques : maintien des **compétences**



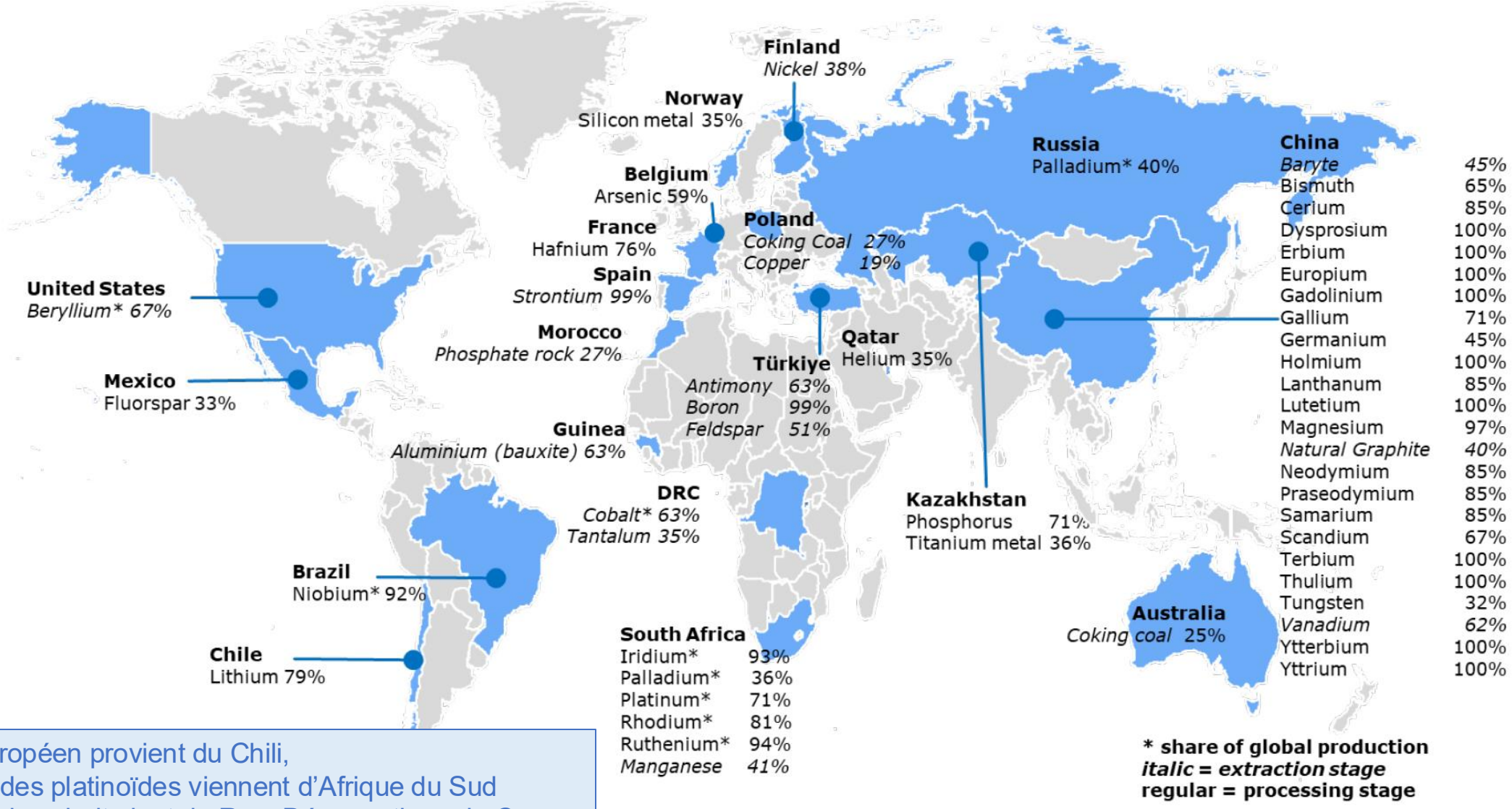
Source: RMG Consulting 2021

Localisation de la production minière 1850-2030 (métaux et minéraux industriels, hors charbon)

- L'activité minière continue à représenter un secteur clé de l'économie à l'échelle mondiale
  ➔ investissements financiers et géopolitiques importants … presque partout



L'Europe reste fortement dépendante des importations en ressources minérales



- 78% du Li européen provient du Chili,
- Plus de 70% des platinoïdes viennent d'Afrique du Sud
- Plus de 70% du cobalt vient de Rep. Démocratique du Congo
- 99% des terres rares viennent de Chine

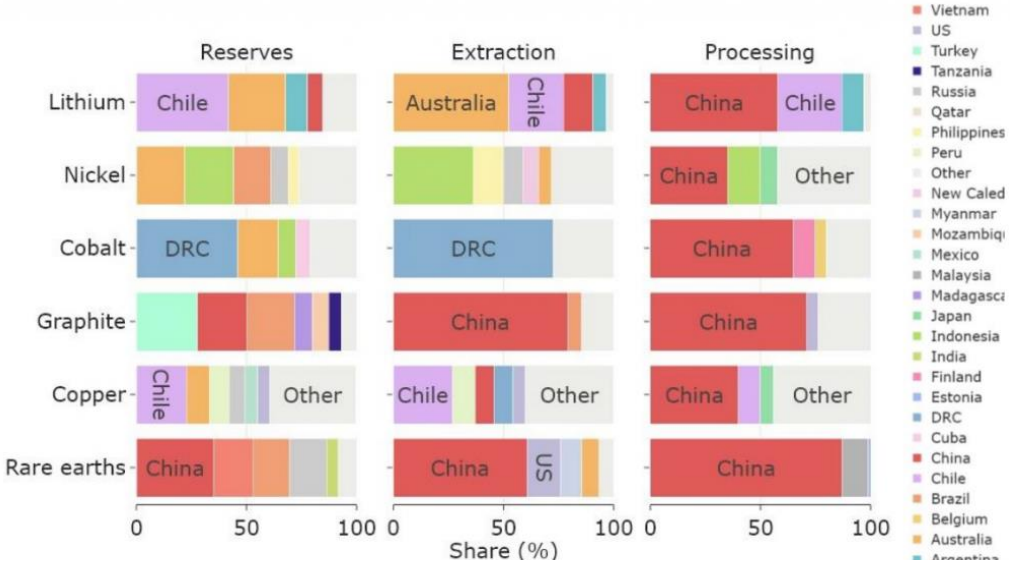
La Chine a investi de longue date pour maîtriser les ressources minérales, clés des économies décarbonées

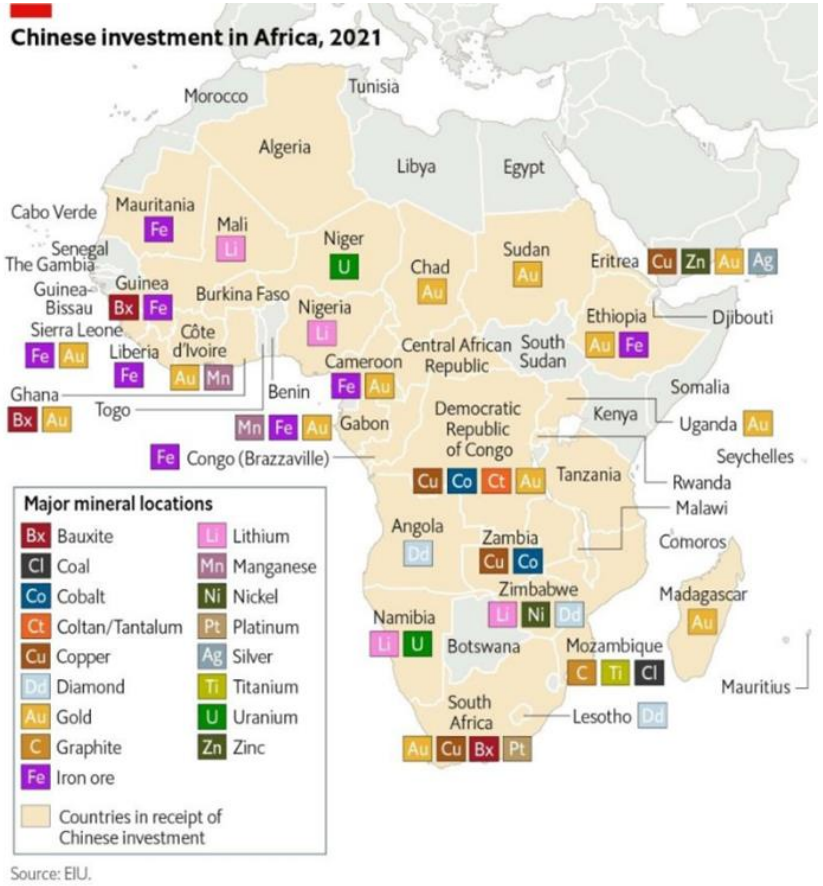
- Chine ⇔ **monopole** basé sur la maîtrise des étapes de transformation plus que sur la localisation des mines en Chine ➔ Chine a besoin de sécuriser ses approvisionnements

% de la Chine dans le marché mondial des CRM

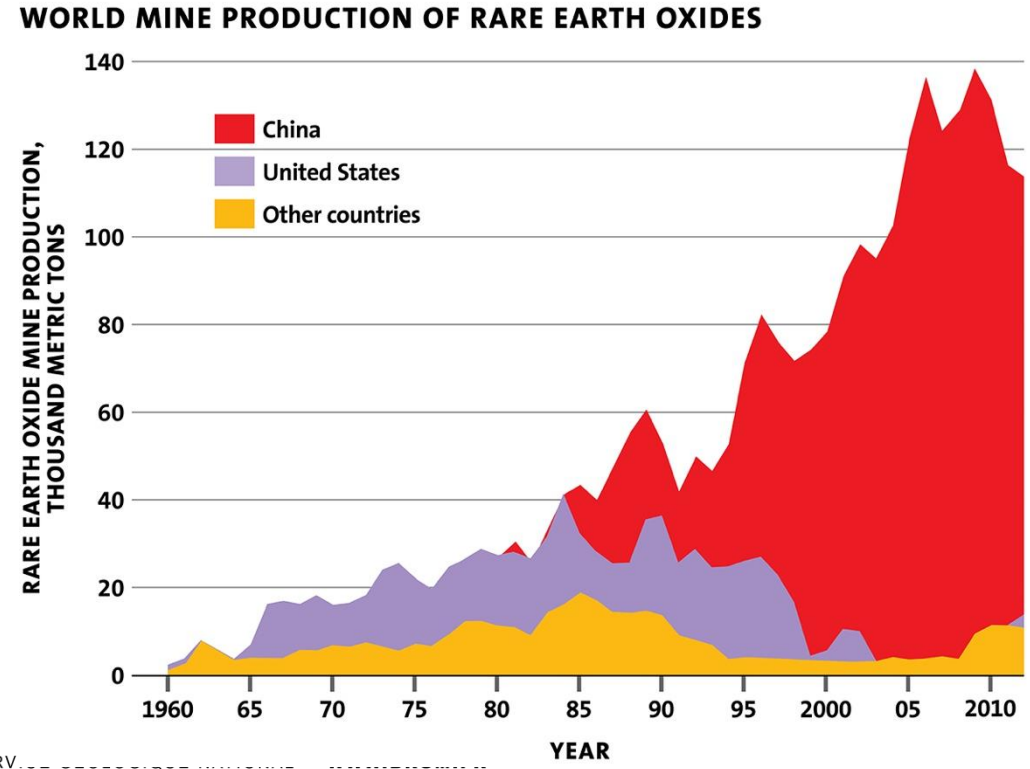
China			
Aluminium	56%	LREEs	
Antimony	56%	Cerium	85%
Arsenic	44%	Lanthanum	85%
Baryte	44%	Neodymium	85%
Bismuth	70%	Praseodymium	85%
Cobalt	60%	Samarium	85%
Coking Coal	53%		
Copper	38%	HREEs	
Fluorspar	56%	Dysprosium	100%
Gallium	94%	Erbium	100%
Germanium	83%	Europium	100%
Lithium	56%	Gadolinium	100%
Magnesium	91%	Holmium	100%
Manganese	58%	Lutetium	100%
Natural graphite	67%	Terbium	100%
Nickel	33%	Thulium	100%
Phosphate rock	44%	Ytterbium	100%
Phosphorus	79%	Yttrium	100%
Scandium	67%		
Silicon metal	76%		
Titanium metal	43%		
Tungsten	86%		
Vanadium	62%		

Italique = extraction / normal = raffinage

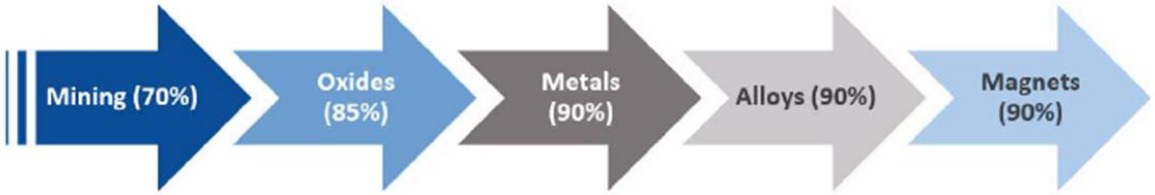




Exemple de la mainmise progressive de la Chine sur le marché mondial des terres rares et des aimants



- Les **gisements** de terres rares sont fréquents mais souvent difficiles à exploiter *(très faible concentration, minéralogie complexe, procédés complexes et polluants…)*
- Depuis le retrait EU des années 80**, la Chine** n'a pas le monopole des ressources mais reste le seul pays à purifier les terres rares lourdes ➔ aimants permanents
  - Importations croissantes de minerais
  - Investissement dans l'ensemble de la chaîne de valeur ➔ monopole



Source: Adamas Intelligence

d'abord miniers (ex.: Mountain Path US) puis d'usines de raffinage (US, France…)

Quelles solutions pour retrouver une nécessaire souveraineté minérale ?

Une nouvelle legislation européenne volontariste : EU Critical Raw Materials Act

- **Critical Raw Materials Act** : voté décembre 2023, applicable depuis mai 2024
  - Définit des cibles ambitieuses pour réduire les dépendances et augmenter la souveraineté
  - Inventaires nationaux des métaux stratégiques, soutien aux projets industriels, reduction temps d'instructions…

SETTING 2030 BENCHMARKS FOR STRATEGIC RAW MATERIALS

EU EXTRACTION

At least **10%** of the EU's annual consumption for extraction

EU PROCESSING

At least **40%** of the EU's annual consumption for processing

EU RECYCLING

At least **25% of** the EU's annual consumption for recycling

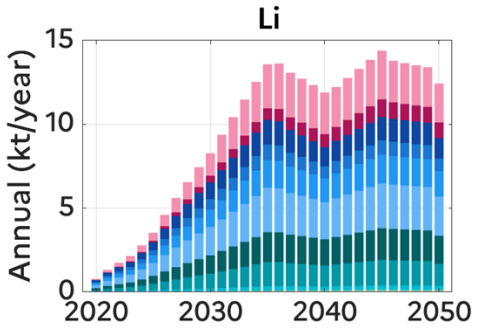
EXTERNAL SOURCES

Not more than **65%** of the EU's annual consumption of **each strategic raw material at any relevant stage of processing** from a single third country

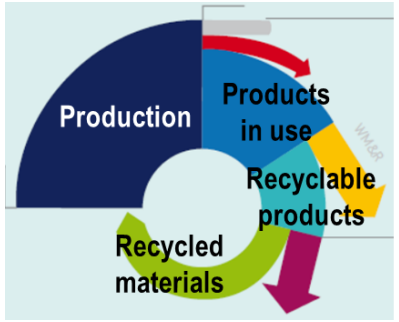
Une politique française ambitieuse de sécurisation des approvisionnements en ressources stratégiques

❶ Développer l'intelligence des chaînes de valeurs minérales et scénarios

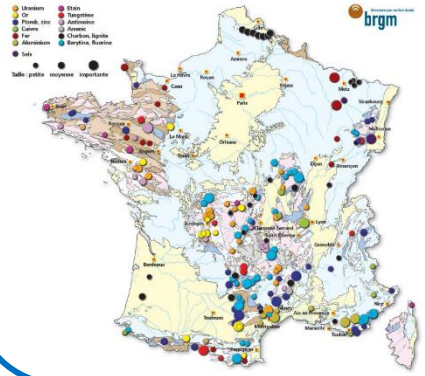
OFREMI
OBSERVATOIRE FRANÇAIS DES RESSOURCES MINÉRALES POUR LES FILIÈRES INDUSTRIELLES

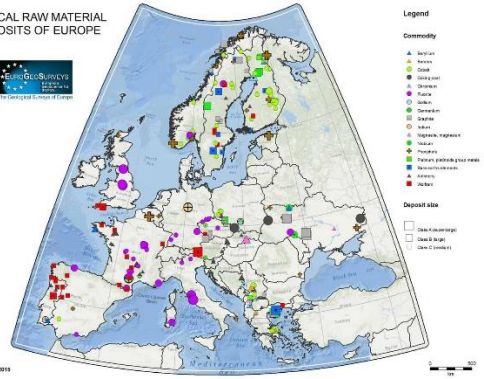


❷ Développer l'économie circulaire (recyclage, anciens sites miniers)



❸ Valoriser de manière responsable les ressources minérales du sous-sol



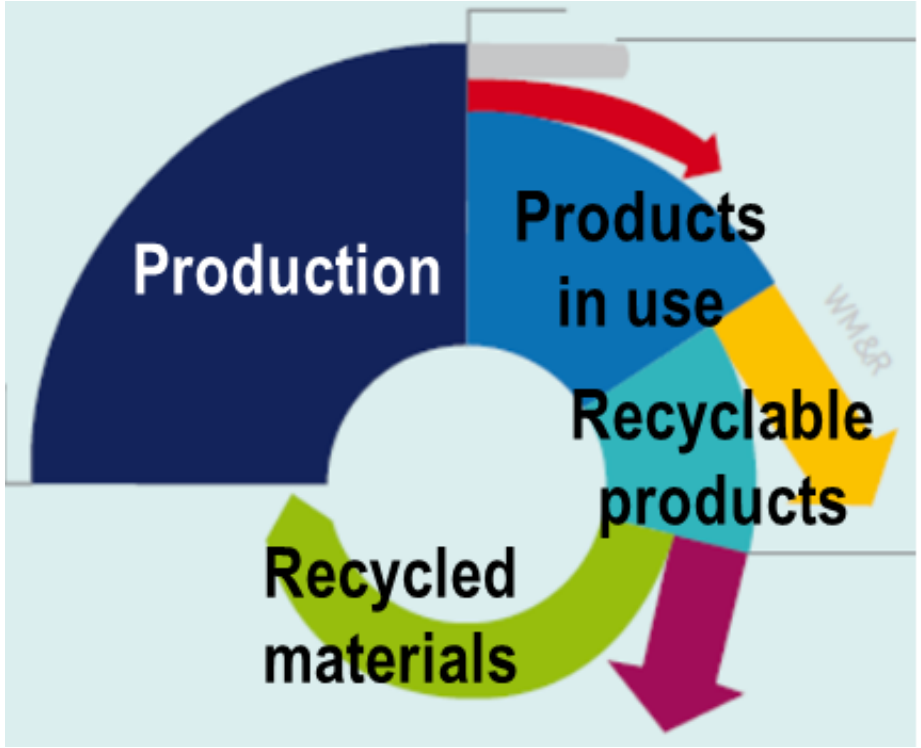


+ création fond d'investissement dédié
+ création délégation interministérielle

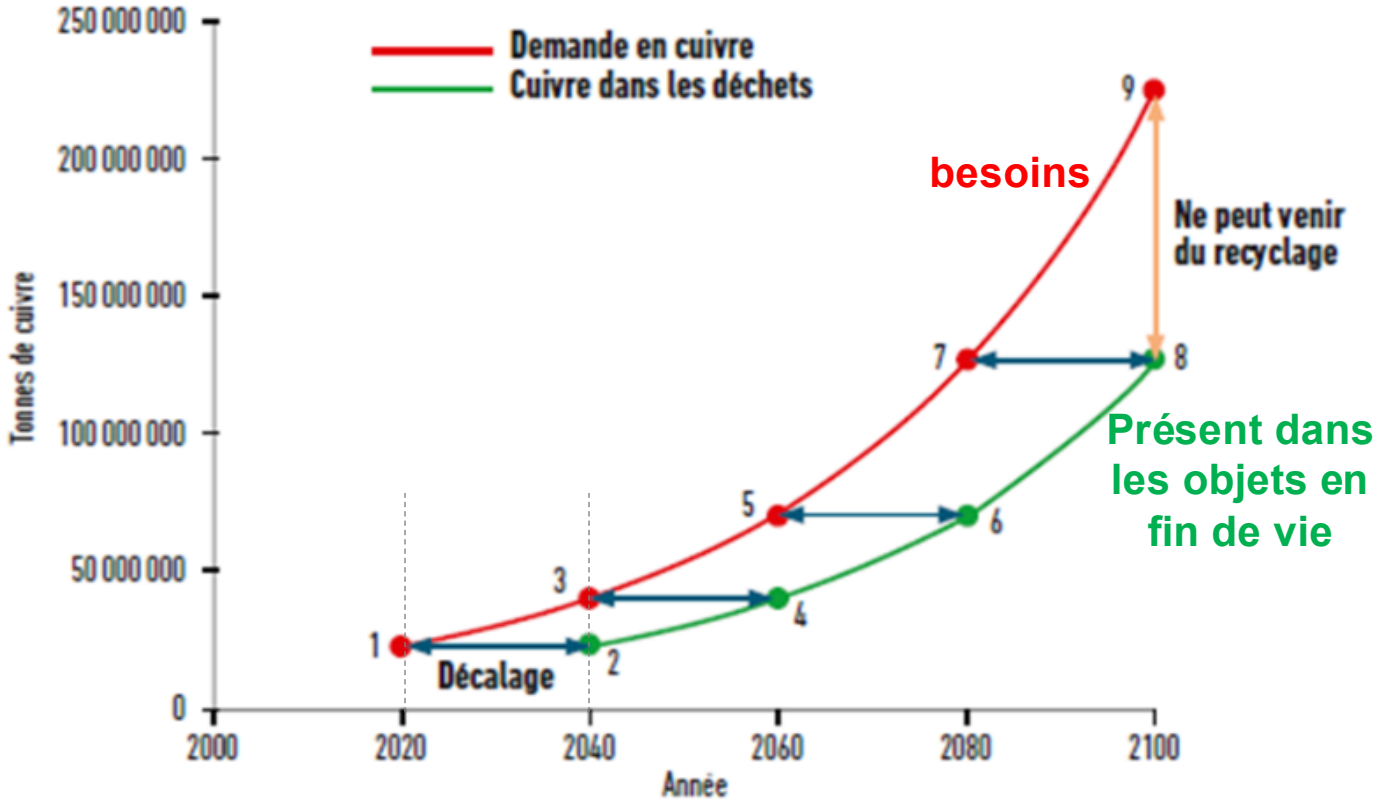
❹ Diplomatie des ressources minérales

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

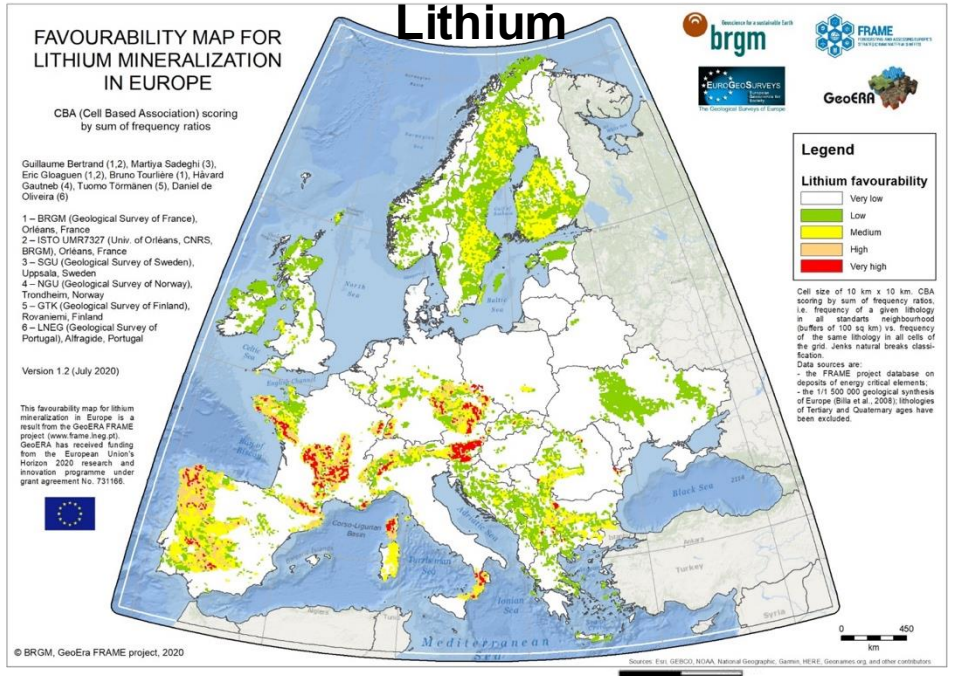
- Le recyclage est une **opportunité** à saisir en termes de relocalisation, de maîtrise industrielle, d'économie de la ressource et de souveraineté … mais n'a de sens qu'avec une **industrie de transformation locale !**



- **Impossibilité de couvrir 100% des besoins** (*croissance de la demande, difficultés de la collecte, limitation physique et énergétique, nouveaux besoins …*) ➔ **ne permettra jamais de répondre à l'intégralité des besoins**



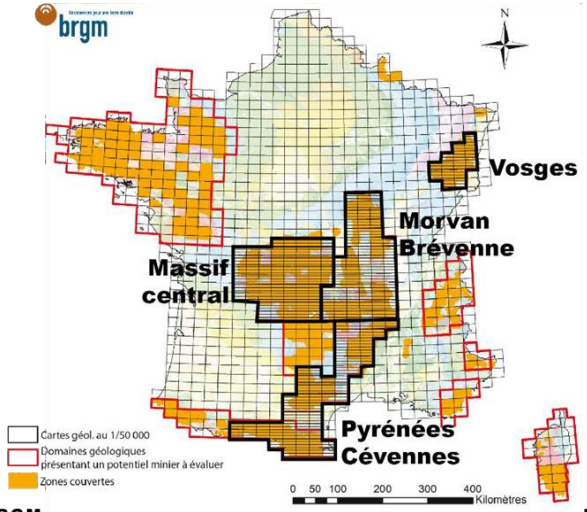
La France et l'Europe conservent un potentiel minier important

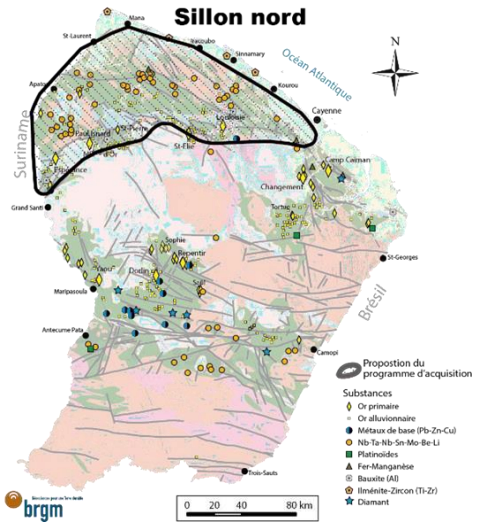


- Inventaire des ressource minérales français **obsolète, parcellaire** (20% du territoire), limité à 22 éléments (55 d'intérêt), restreint à la proche surface (<300m) … et pourtant gisements existent déjà, certains de rang mondial *(W, Sb, Au, Mo, F, Pb-Zn, Ge, Sn-Ta-Nb, Li …)*
- Métallogénie prédictive confirme la **richesse** potentielle du sous-sol
- Décision du Président de la République en Sept.23 de lancer un nouvel **inventaire des ressources minérales** dans le cadre de la planification écologique (63M€, 5ans)

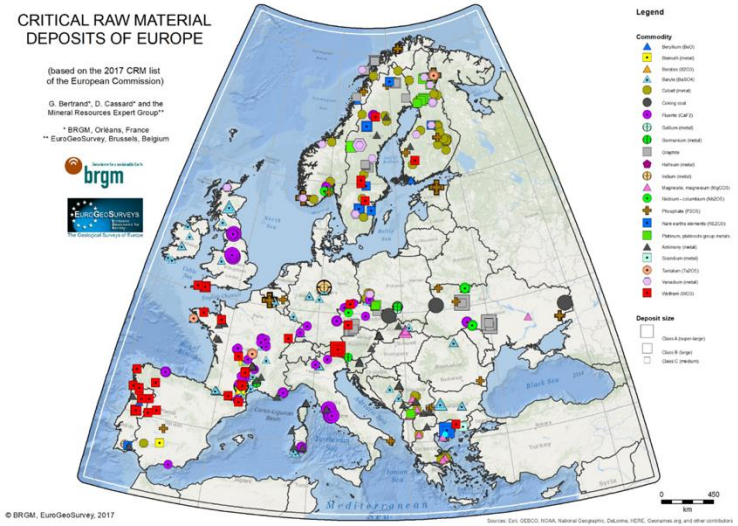
➔ **Reprise de la prospection et réouverture de mines en France semble incontournable si on veut préserver notre souveraineté**

- Europe possède des ressources d'intérêt complémentaires



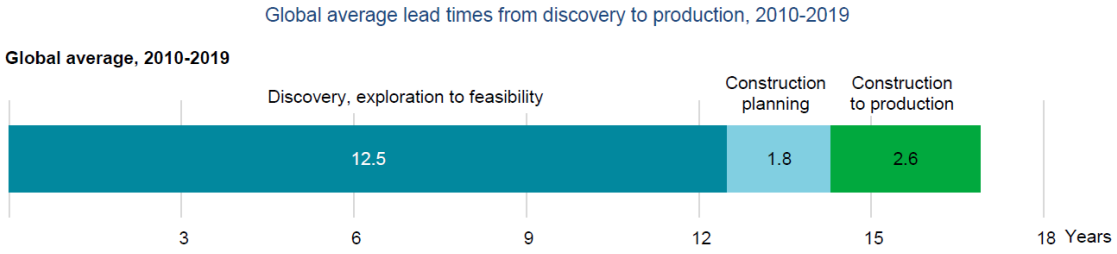


"Un grand inventaire des ressources minières qui sont nécessaires à la transition écologique". E.MACRON



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

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



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

❷ Nécessité de réduire **l'impact environnemental** qui est spécifique à chaque minerais/site :
↳ *décarbonation, recyclage de l'eau, réduction des intrants, réduction des déchets, mine souterraine …*

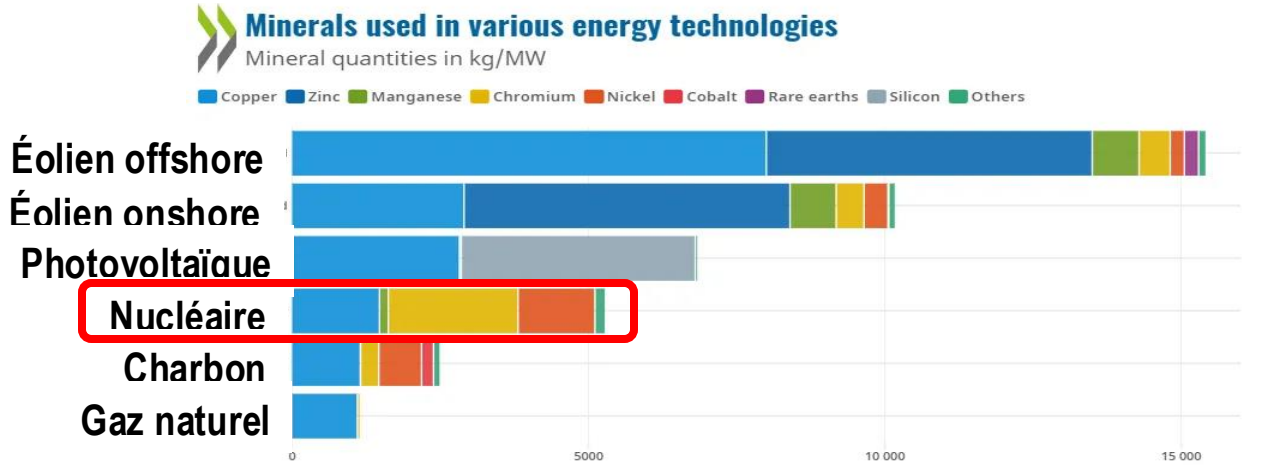
❹ Nécessité de développer des normes pertinentes et fiables sur la **mine responsable** ➔ confiance des parties prenantes.
Soutien important pour taxonomie verte et "due diligence"

Mine de Mittershill (Autriche)

Conclusion (1/2)

- Economies décarbonées ➔ besoin en ressources minérales ↗ ↗
  - Sobriété et écoconception pour réduire la demande
  - Passage d'une dépendance aux énergies fossiles à une dépendance aux ressources minérales ➔ nouvelles dépendances géopolitiques
- Malgré des ressources abondantes, industrie aura du mal à répondre à la croissance très rapide de la demande
  - Tensions durables sur les approvisionnements et sources potentielles de conflits
  - Besoin d'adapter et diversifier les trajectoires de décarbonation pour réduire les besoins en ressources minérales,

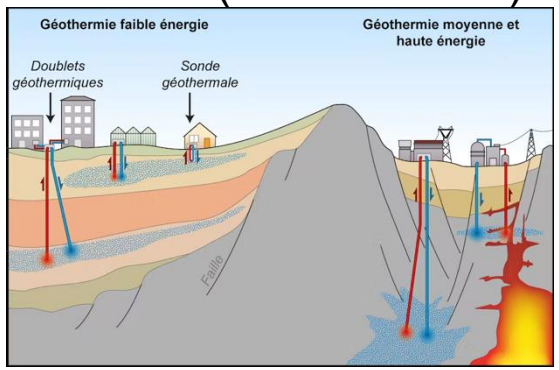
❶ Besoin de combiner EnR et nucléaire



Source: IEA (2022), Minerals used in clean energy technologies compared to other power generation sources.

❷ Réintégrer la chaleur comme vecteur

Géothermies ont fort potentiel de déploiement et de décarbonation (>100TWh/an)



Conclusion (2/2)

- Europe et la France sont fortement dépendantes des importations ➔ reconquérir une souveraineté industrielle nécessitera de sécuriser des approvisionnements
  - disposer d'une vision à 360° des chaînes de valeur: pérennisation de l'OFREMI
  - réinvestir les ressources présentes en EU (mines & recyclage): renouveau minier
  - sécuriser des partenariats long-terme : diplomatie des ressources minérales
  - acceptabilité sociétale est un enjeu majeur notamment en France
    - ➔ besoin de pédagogie et de réintroduire le sous-sol dans le débat politique
    - ➔ Besoin de construire des standards internationaux sur la mine responsable
- Chine a pris une place centrale sur la question des ressources minérales ➔ forte dépendance et impact industriel, économique, géopolitique …

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

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Merci !

Pour tout complément, c.poinssot@brgm.fr