

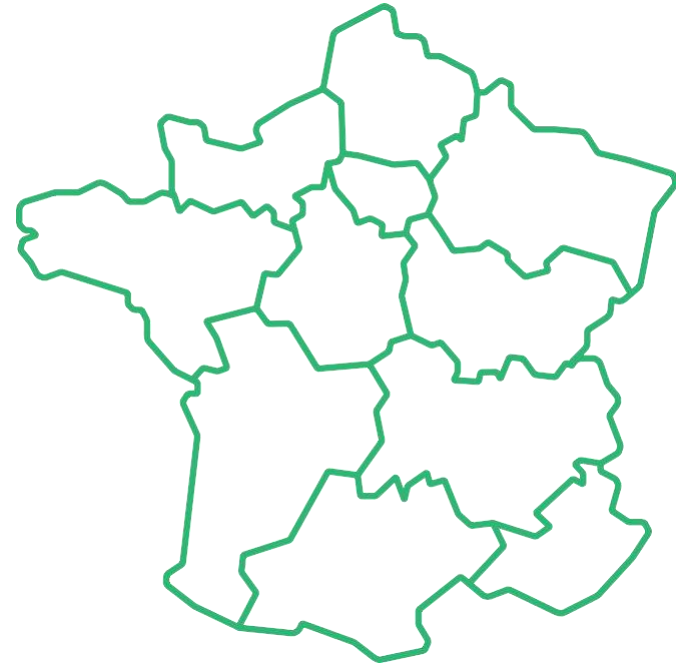
Métaux critiques : Moteurs de la transition énergétique et défis à surmonter

28 novembre 2024

Ahcene Bensedira, Président ATEE Occitanie

Avec le soutien de





- **2 600 adhérents**
- **11 délégations régionales** : un réseau de professionnels de l'énergie mobilisé au service de ses adhérents (*industriels et collectivités*) pour les informer des actualités du secteur et favoriser les échanges entre acteurs locaux (+ de 100 événements par an).
- **7 domaines d'expertise répartis en 2 pôles** :



EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

- Département **Maîtrise de l'Energie** qui anime une **Communauté des Référents Energie**
- Club **C2E** (Certificats d'Economies d'Energie)
- Club **Cogénération**
- 4 programmes CEE nationaux :
OSCAR – FEEBAT (*bâtiment*) –
PACTE INDUSTRIE : PROREFEI – PRO-SMEn



ENERGIES RENOUVELABLES

- Club **Biogaz**
- Club **Stockage d'Energies**
- Club **Power-to-gas**
- Club **Pyrogazéification**



- **Energie Plus** : la revue de la maîtrise de l'énergie

L'ATEE en Occitanie

- Un réseau dynamique en lien étroit avec l'écosystème des acteurs de l'énergie en région Occitanie
- 200 adhérents issus de tous secteurs
- Colloques, journées techniques, webinaires, visites industrielles...
- Un bureau à Toulouse, Déléguée ATEE : **Cindy Sender**, c.sender@atee.fr

Un programme 2024 avec plusieurs thématiques

23 avril : Colloque Décret BACS, des bâtiments plus intelligents et autonomes

25 avril : Webinaire AFNOR Energies, PACTE Industrie et ISO 50001

25 septembre : Visite AEREM, un industriel à la croisée des performances énergétiques et sociales

28 novembre : Webinaire Métaux critiques

04 décembre : Journée Je Décarbhone à Toulouse

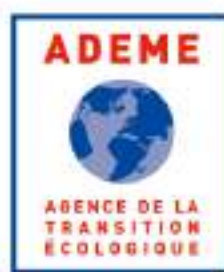


Métaux critiques : Moteurs de la transition énergétique et défis à surmonter

28 novembre 2024

Ahcene Bensedira, Président ATEE Occitanie

Avec le soutien de





Association Technique Energie Environnement

Loi 1901

Agir ensemble pour une énergie durable, maîtrisée et respectueuse de l'environnement

Le programme

10h30 : Accueil et introduction

Ahcene BENSEDIRA, Président ATEE Occitanie

10h40 : Métaux critiques et transition énergétique : quels rôles pour les technologies vertes ?

Marie SAUZE, Ingénieur impacts environnementaux des énergies renouvelables, ADEME

10h55 : Approvisionnement et géopolitique des métaux critiques

Paul NOTOM, Analyste des marchés des ressources minérales, BRGM

11h10 : Enjeux environnementaux et sociaux de l'extraction des métaux critiques

Capucine NOUVEL ZURCHER, Chercheuse en sciences politiques, BRGM

11h25 : Le recyclage des métaux critiques : état des lieux et perspectives

Thibault MICHEL, Chercheur au Centre énergie et climat de l'Institut français des relations internationales

11h40 : Session de questions-réponses

12h00 : Conclusion et clôture

Ahcene BENSEDIRA, Président ATEE Occitanie



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Métaux critiques et énergies renouvelables : Quels rôles pour les technologies vertes ?

Marie Sauze, Ingénieure ADEME impacts environnementaux et
approvisionnement en matières des énergies renouvelables



Sommaire

1. Quels métaux pour quelles EnR ?

2. Métaux critiques ou stratégiques ?

4. Comment diminuer notre dépendance ?

3. Evaluation des besoins en métaux pour la transition énergétique

a) Innovation des EnR

b) Transitions pour les présentations suivantes

Quels métaux pour quelles EnR ?

Le photovoltaïque



Silicium (solar grade)

Aluminium

Argent

Cuivre

Béton

Quels métaux pour quelles EnR ?

L'éolien



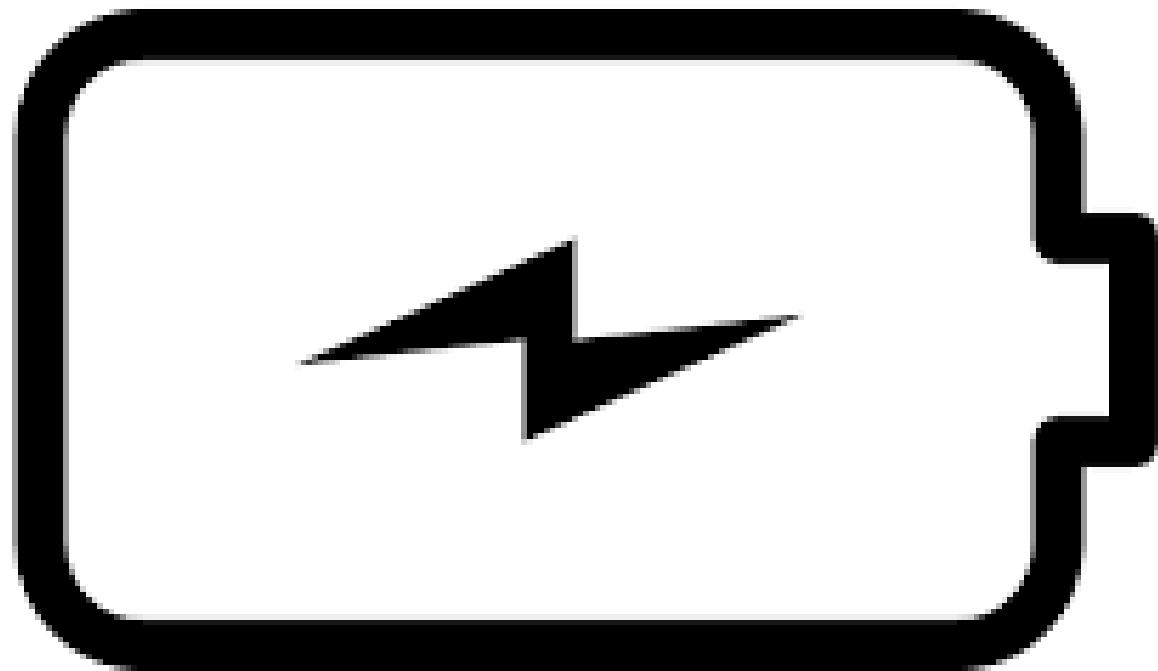
Acier
Dysprosium
Néodyme
Praséodyme
Cuivre

Terres Rares : principalement pour
l'éolien en mer

Béton

Quels métaux pour quelles EnR ?

Le stockage par batteries (idem pour batteries de véhicules électriques)



Nickel
Lithium
Cobalt
Manganèse
Graphite

Cuivre
Aluminium

Quels métaux pour quelles EnR ?

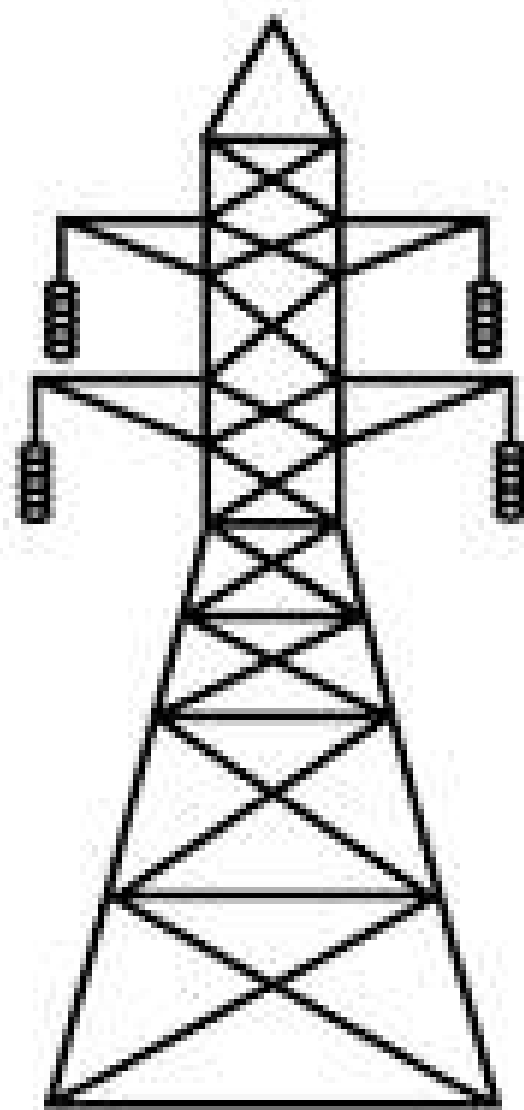
L'hydrogène (stockage d'énergie ou mobilité)



Platine
Vanadium
Cuivre
Acier/aluminium

Quels métaux pour quelles EnR

Le réseau électrique



Aluminium
Cuivre

Béton

Métaux critiques ou stratégiques ?

Rares



Critiques



Stratégiques

Faible disponibilité
dans la croûte
terrestre

Propriété remarquable
Impact industriel et
économique fort si
problème
d'approvisionnement

Indispensable à la
défense, la politique
économique ou
énergétique d'un Etat

Métaux critiques ou stratégiques ?

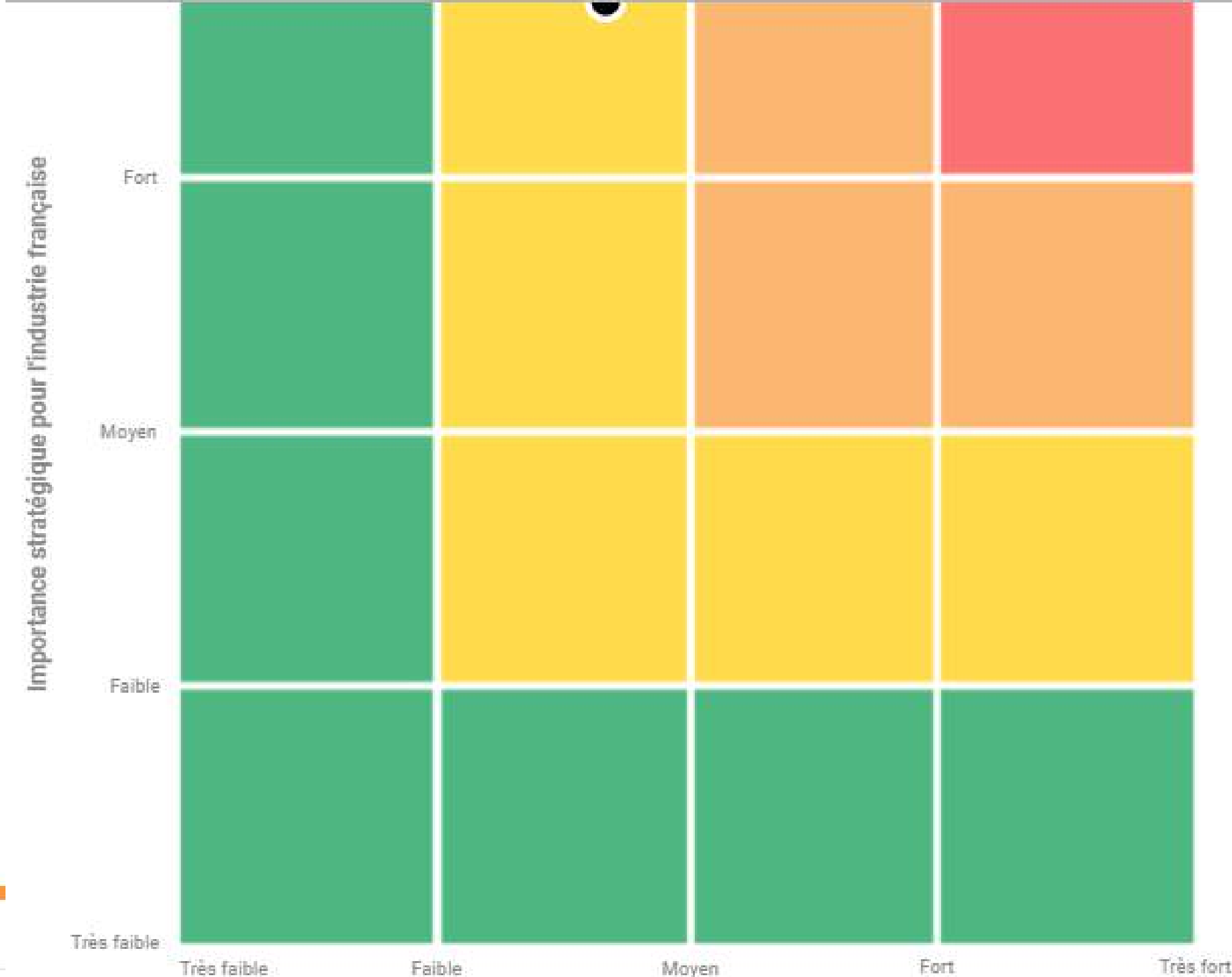
Liste du Critical Raw Material Act

Antimoine	Niobium
Arsenic	Phosphate naturel
Bauxite/alumine/aluminium	Phosphore
Baryte	Platinoïdes
Béryllium	Scandium
Bismuth	Silicium métal
Bore	Strontium
Cobalt	Tantale
Charbon à coke	Titane métal
Cuivre	Tungstène
Feldspath	Vanadium
Fluorine	
Gallium	
Germanium	
Hafnium	
Hélium	
Terres rares lourdes	
Terres rares légères	
Lithium	
Magnésium	
Manganèse	
Graphite	
Nickel de qualité batterie	

EnR et réseaux

Métaux critiques ou stratégiques ?

Fiche de criticité et monographie sur [Minéralinfo](#)



Risques sur les approvisionnements

Cobalt (Co)



Cuivre (Cu)



Dysprosium (Dy)



Evaluation des besoins pour la transition énergétique

Une variété de possibilité...

ADEME

1) Modèle dit Bottom Up

2) Utilisation de modèles macroéconomiques

ADEME

Matrice entrée sortie

CNRS Isterre

Modèle dynamique basé sur le PIB

IFPEN

Modèle dynamique hybride

...

Comment diminuer notre dépendance ?

Innovation des EnR :

- Technologie éolienne sans terres rares
- Diminution de la quantité de silicium pour le PV de 300% en 15 ans + autres technologies
- ...



APPROVISIONNEMENTS ET GÉOPOLITIQUE DES MÉTAUX CRITIQUES



Une demande en métaux en hausse

1

H

2

He

3

Li

4

Be

5

B

6

C

7

N

8

O

9

F

10

Ne

11

Na

12

Mg

13

Al

14

Si

15

P

16

S

17

Cl

18

Ar

19

K

20

Ca

21

Sc

22

Ti

23

V

24

Cr

25

Mn

26

Fe

27

Co

28

Ni

29

Cu

30

Zn

31

Ga

32

Ge

33

As

34

Se

35

Br

36

Kr

37

Rb

38

Sr

39

Y

40

Zr

41

Nb

42

Mo

43

Tc

44

Ru

45

Rh

46

Pd

47

Ag

48

Cd

49

In

50

Sn

51

Sb

52

Te

53

I

54

Xe

55

Cs

56

Ba

57-71

Lanthanides

72

Hf

73

Ta

74

W

75

Re

76

Os

77

Ir

78

Pt

79

Au

80

Hg

81

Tl

82

Pb

83

Bi

84

Po

85

At

86

Rn

87

Fr

88

Ra

89-103

Actinides

57

La

58

Ce

59

Pr

60

Nd

61

Pm

62

Sm

63

Eu

64

Gd

65

Tb

66

Dy

67

Ho

68

Er

69

Tm

70

Yb

71

Lu

89

Ac

90

Th

91

Pa

92

U

93

Np

94

Pu

95

Am

96

Cm

Terres rares légères

57

La

58

Ce

59

Pr

60

Nd

Terres rares lourdes

62

Sm

63

Eu

64

Gd

65

Tb

66

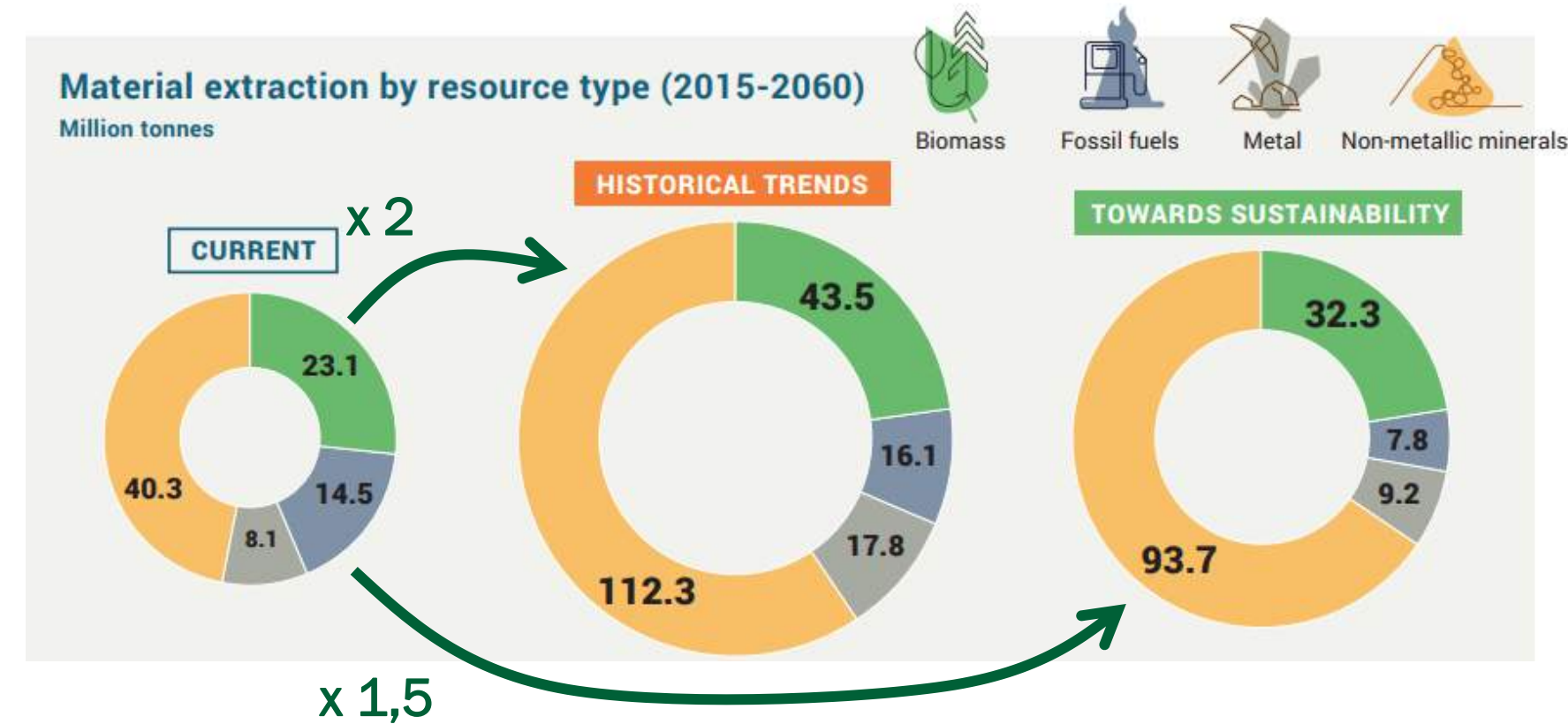
Dy

68

Er

Transition énergétique

Transition numérique

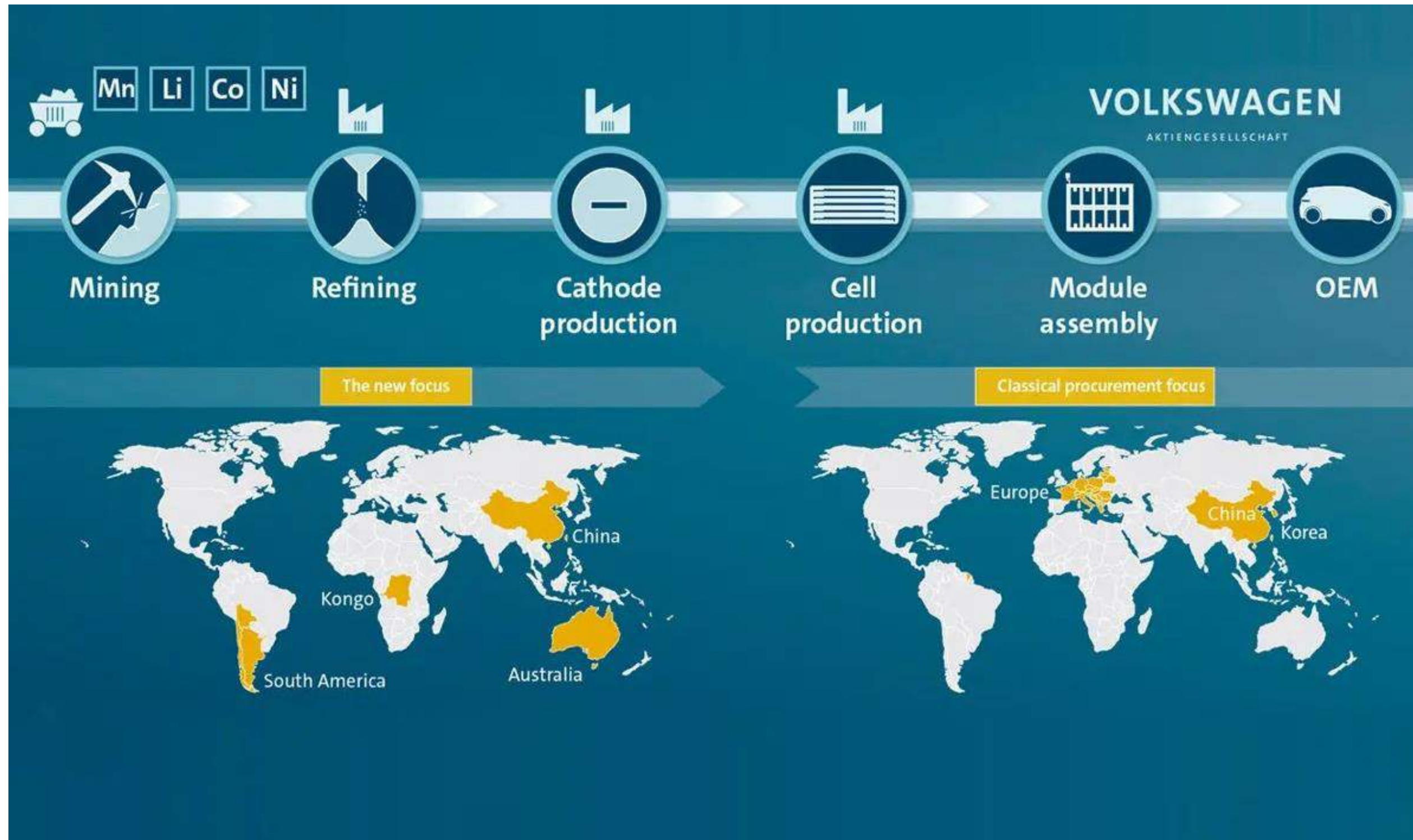


- **Quantité:** augmentation forte de la demande
- **Diversité :** nombreuses substances différentes
- **Complexité:** exigence de pureté et mélanges

Conflits d'usage + luttes pour les approvisionnements + enjeux économiques

→ **Des besoins en métaux, qui vont concerner tous les pays.**

Définition d'une chaîne de valeur / approvisionnement



Chaîne d'approvisionnement en batterie (source : Huntkey)

Le lithium dans une voiture parcourt plus de 50 000 km avant même de commencer à la conduire

Approvisionnement
primaire

1) Extraction minière
→ minerais

2) Traitement minier
→ concentré

3) Transformation métallurgique et
chimique
→ Produits semi-finis

4) Fabrication industrielle
→ Produit de consommation

5) Recyclage
→ Produits semi-finis
réutilisables

Approvisionnement
secondaire

Constat: une inégale répartition des ressources

Exploitation de la croûte terrestre:

→ **Clarke** : teneur moyenne des éléments chimiques dans la croûte

Géodynamique

→ **Gîte minéral**: concentration « anormale »

Evaluation technico-économique

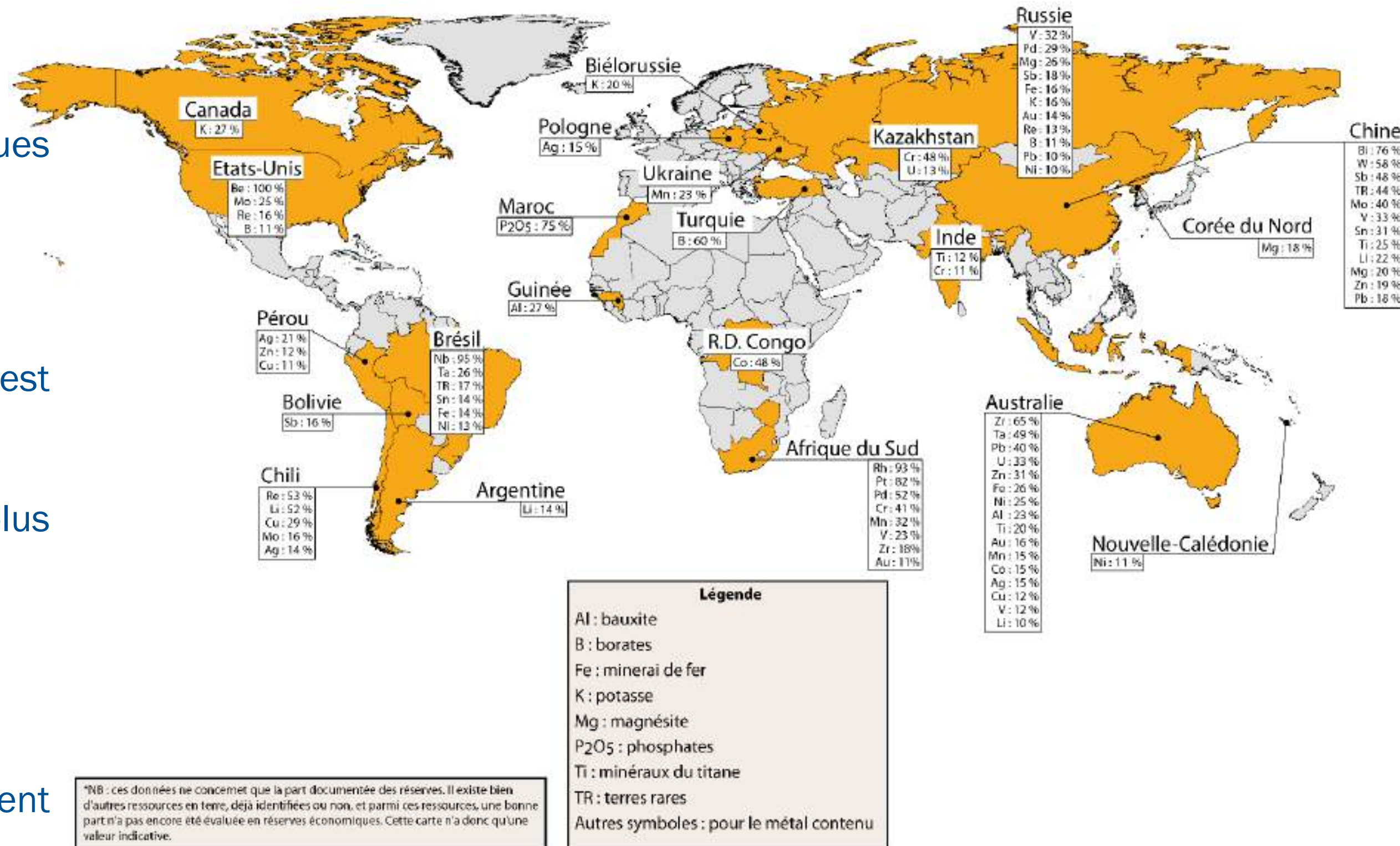
→ **Gisement**: un gîte devient un gisement s'il est économiquement exploitable à un temps t

Exploitation en premier des gisements avec les plus grosses teneurs et accessibles

Ressources ≠ Réserves

Concentration des réserves dans quelques pays

Europe, Afrique (hors Af. Sud) et Moyen-Orient quasiment absents → Provinces sous-explorées ?

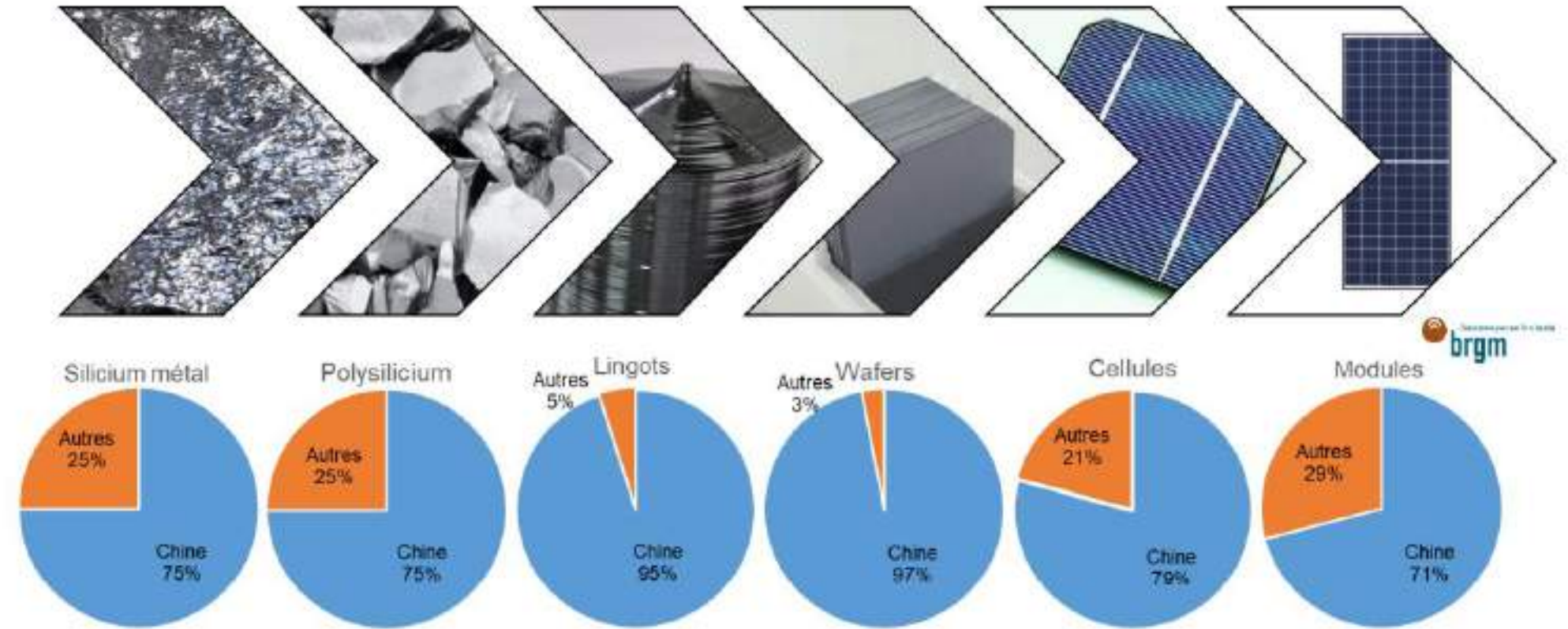
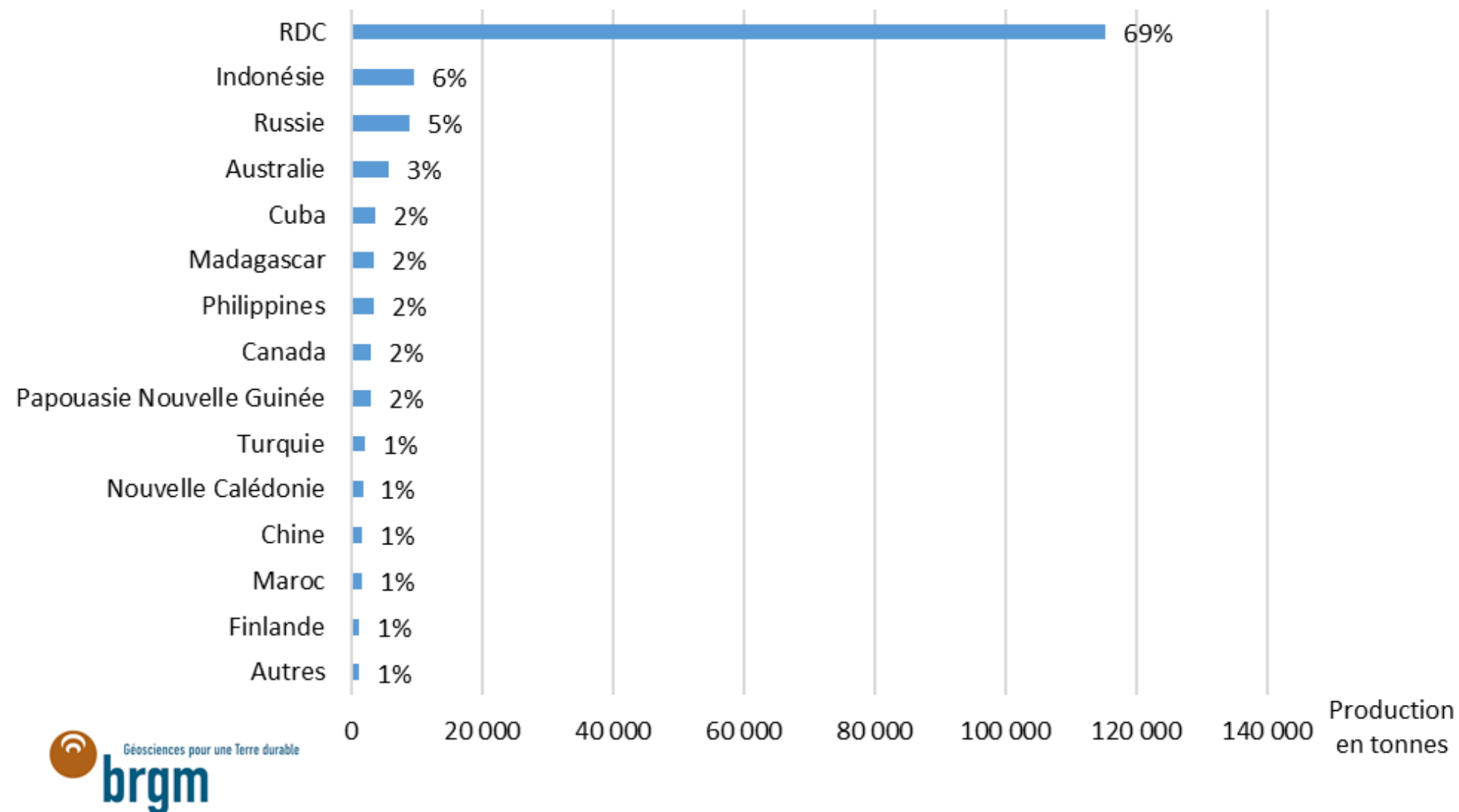


Part des principaux pays détenteurs de réserves de certaines matières premières minérales en 2015 (source USGS, BRGM)

Constat: une inégale répartition de la production

La production mondiale de cobalt est concentrée en RDC pour des raisons géologiques et économiques: 2/3 des ressources connues sont associées aux gisements de cuivre intra-sédimentaires de la Copperbelt en RDC et Zambia avec des teneurs 10 fois supérieures aux autres gisements mondiaux.

Répartition de la production minière de cobalt dans le monde
en 2022 (source données WMD 2024)



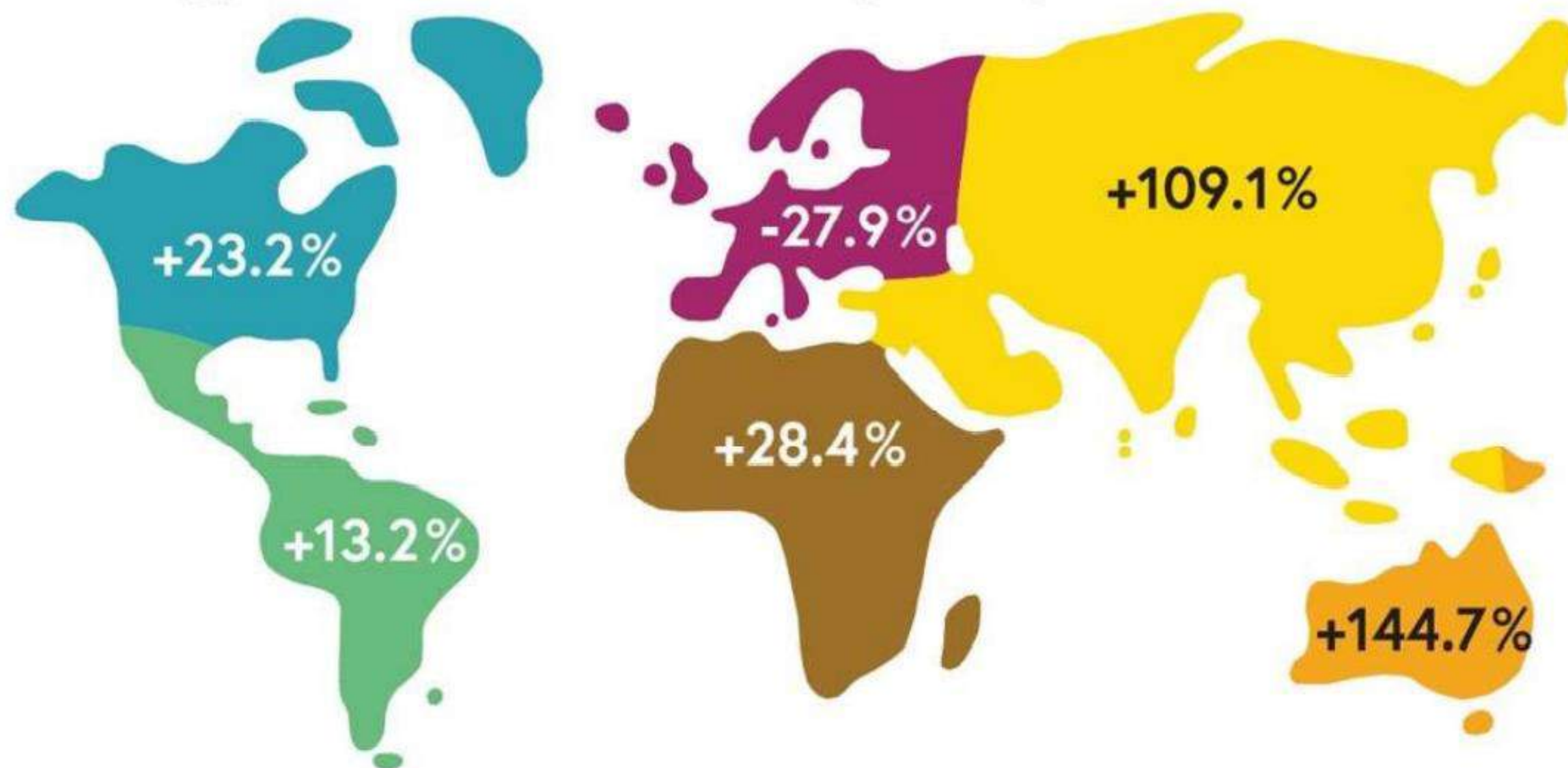
Chaine de valeur du silicium pour la fabrication de panneaux solaires
(source BRGM, inspiré de Bernreuter)

- Chaines d'approvisionnement = succession d'étapes de transformation → contrôle possible à tous les niveaux
- La Chine est le 1er producteur minier et/ou métallurgique mondial de plus d'une trentaine de matières premières minérales
- Fortes variations des cours + faible coût de production dans certains pays → frein au développement industriel.

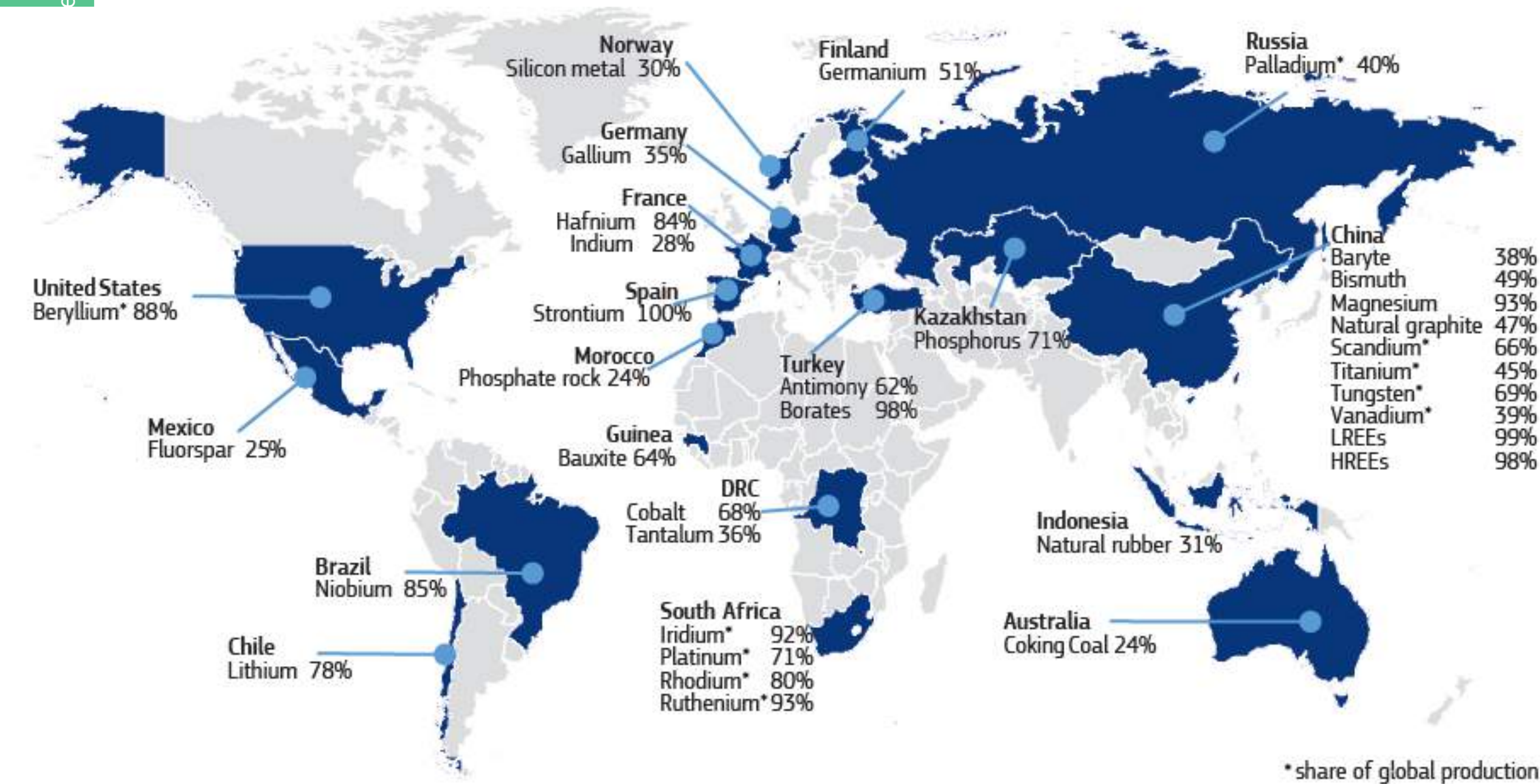
Constat: une production qui baisse en Europe

CONSTAT

taux de production minière depuis 2000, en baisse uniquement en Europe



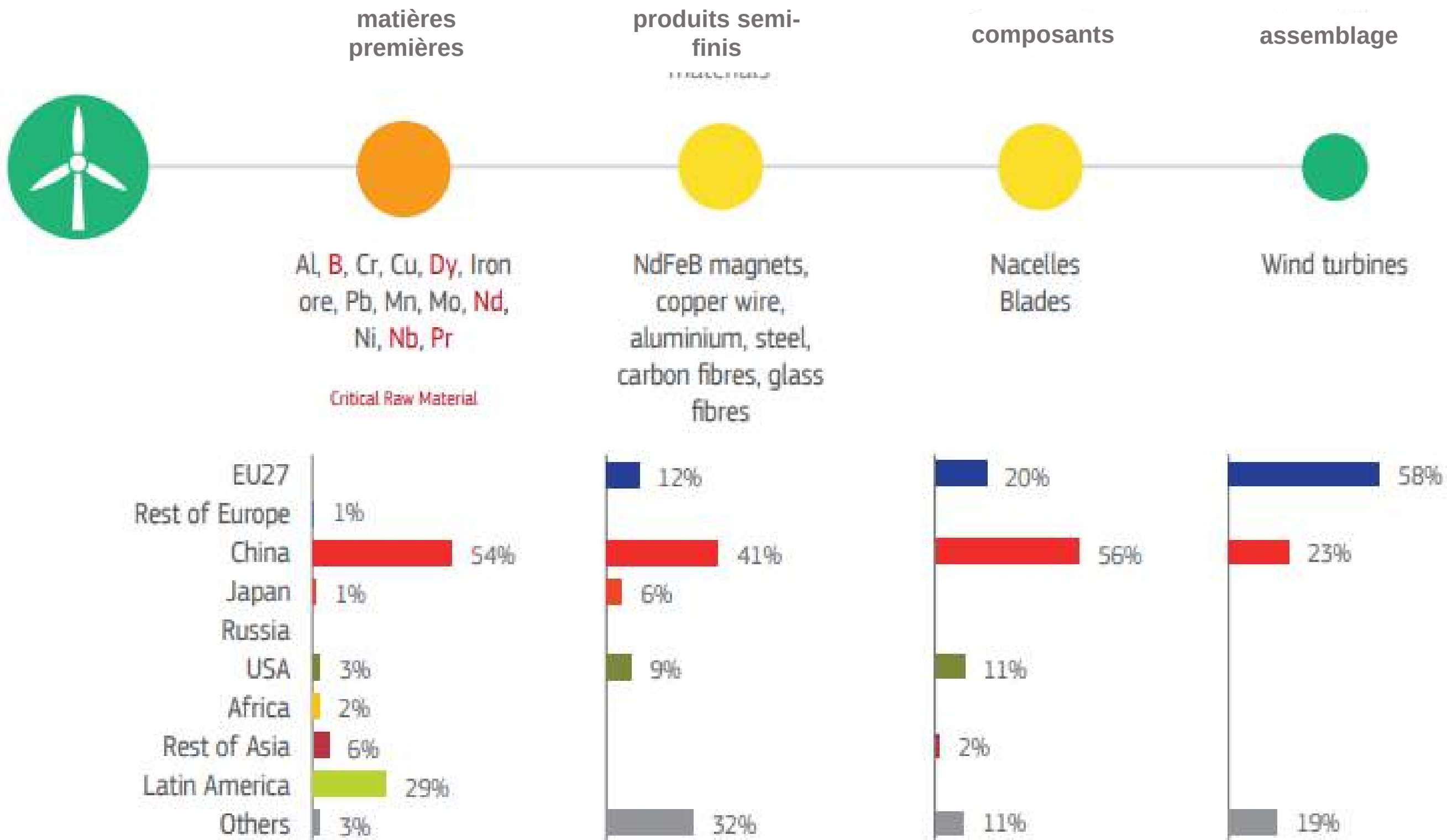
Conséquence: une Europe dépendante aux importations



- Les activités extractives et de premières transformations ont été progressivement transférées vers des pays à bas coût de main d'œuvre et moins regardants sur l'impact environnemental.
- L'UE est dépendante aux importations à plus de 50% pour une vingtaine de substances.
- 78% du lithium européen provient du Chili
- Plus de 70% des platinoïdes d'Afrique du Sud,
- Plus de 70% du cobalt de RDC,
- 99% des terres rares de Chine.

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

Conséquence: une Europe dépendante aux importations



Chaine de fabrication des turbines d'éoliennes (source Commission Européenne)

Les actualités récentes ont montré l'importance de sécuriser nos approvisionnements

Exemple de l'invasion de l'Ukraine par la Russie

- De nombreux industriels européens dépendent de la Russie pour leurs approvisionnements en métaux: éponges de titane pour l'aéronautique, crise du nickel sur le LME en mars 2022...

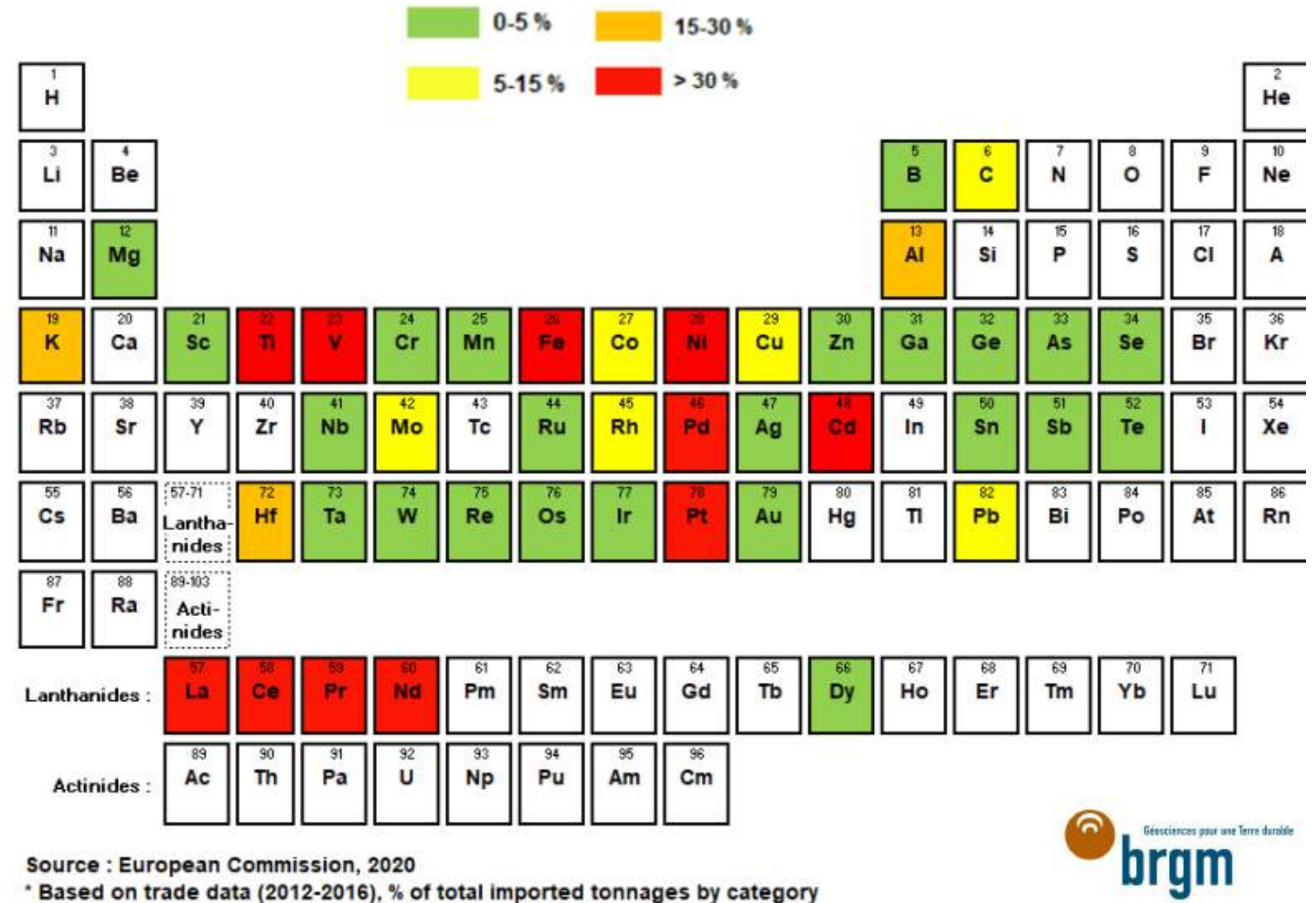
Mais avant ça:

- Crise covid19 (2019 - 2021), blocage du canal de Suez (2021), crise des terres rares (2010 - 2011)...

Et demain...

- Que pourrait donner une crise entre les Etats-Unis et la Chine autour de Taiwan ?

→ Quelles solutions avons-nous ?

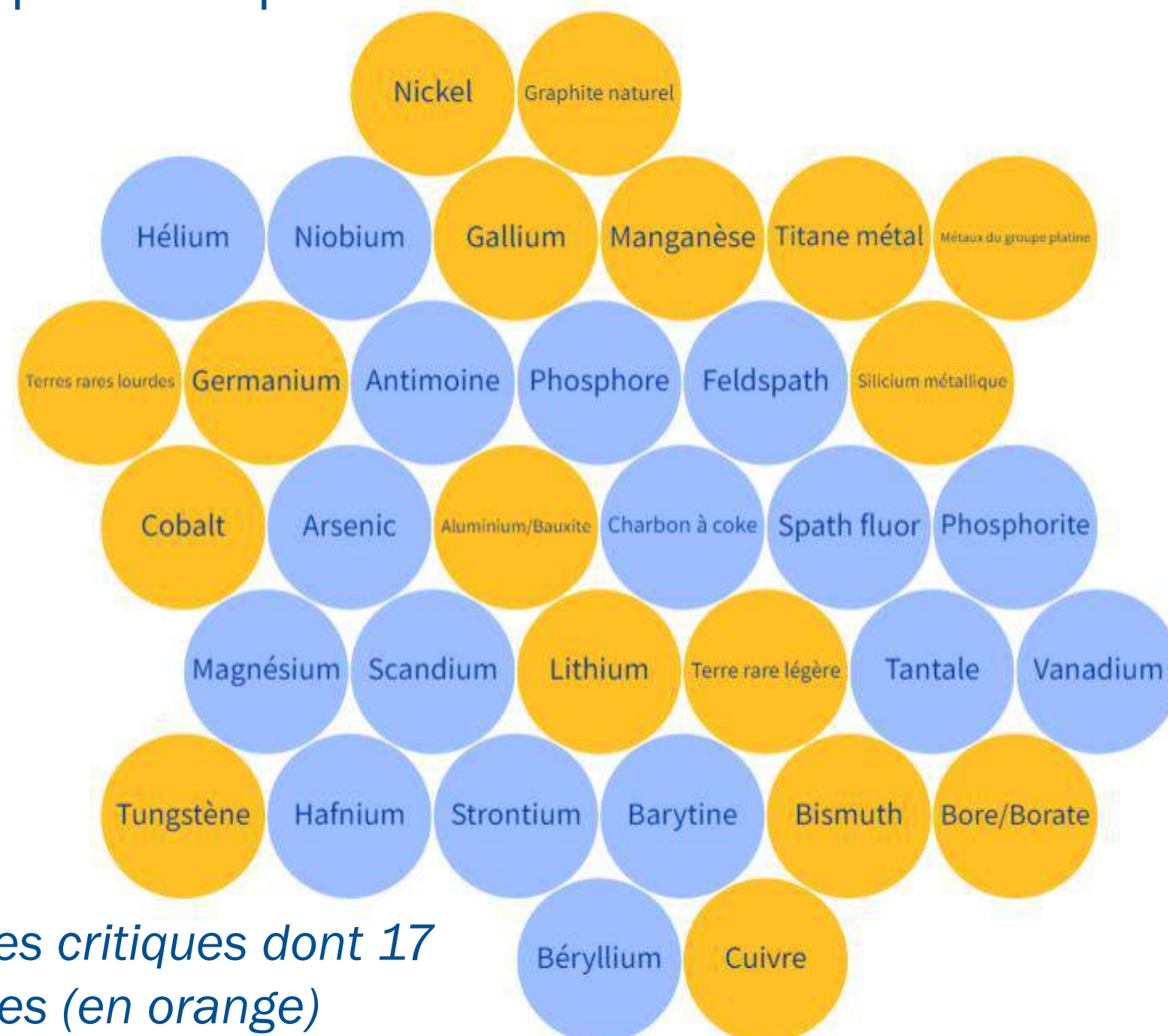


Des substances critiques pour tout le monde

Connaitre nos criticités: ex CRM Act

La méthodologie du BRGM repose sur multiples critères:

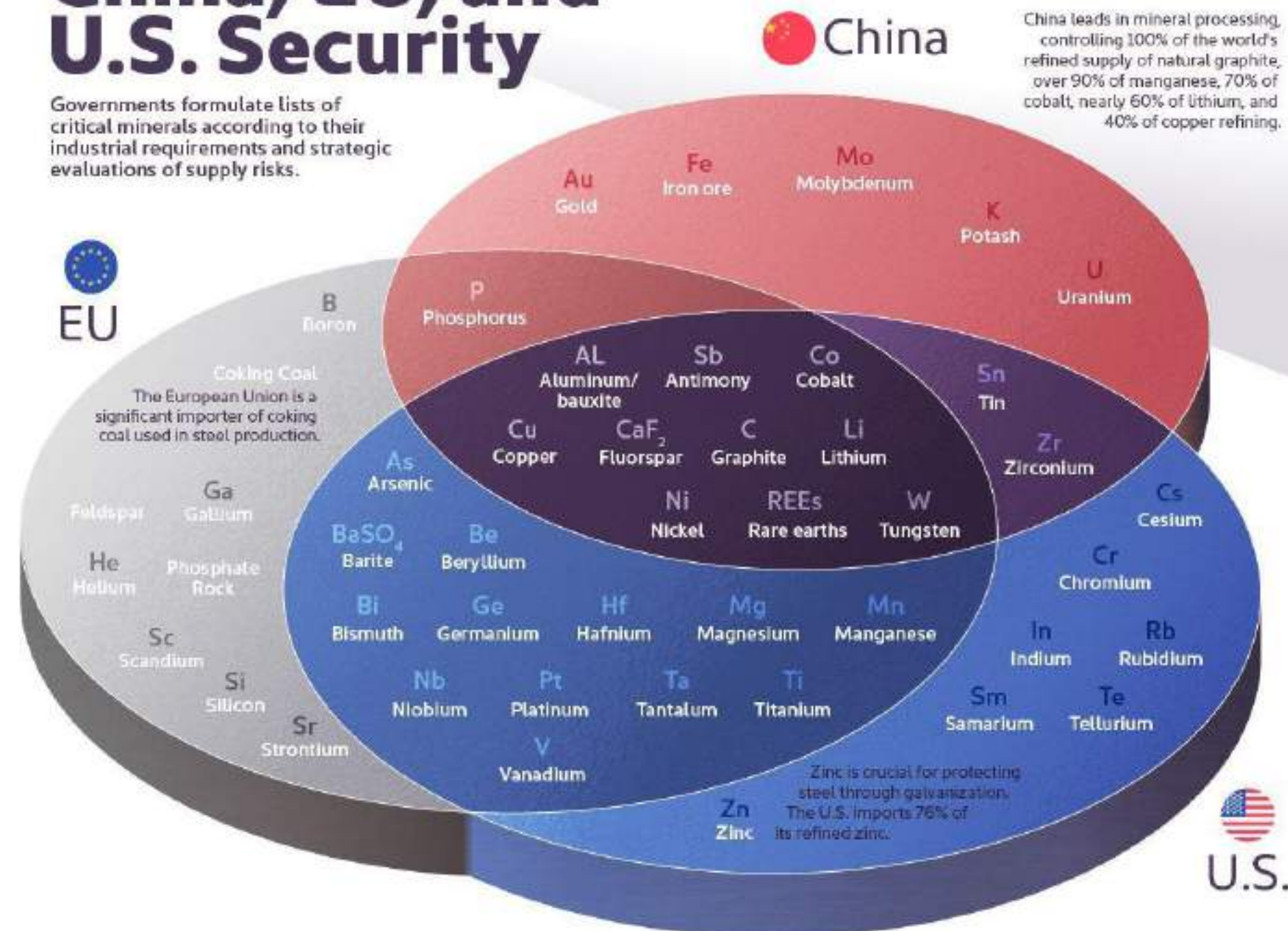
- Aléas principaux (écart entre l'offre et la demande)
- Principales vulnérabilités
- Capacité à répondre à un aléa



34 matières critiques dont 17 stratégiques (en orange)

The Critical Minerals to China, EU, and U.S. Security

Governments formulate lists of critical minerals according to their industrial requirements and strategic evaluations of supply risks.



Source: IRENA, The U.S. Department of Energy

Note: Data as of September 2023

Stratégie des pays producteurs: exemples en Asie

- Exemple Terres Rares en Chine: décembre 2023, la Chine restreint les exportations de technologie permettant de fabriquer des aimants à base de terres rares

Utilisation des terres rares dans les moteurs des véhicules électriques, les produits électroniques, les équipements militaires et les turbines des éoliennes → secteurs stratégiques

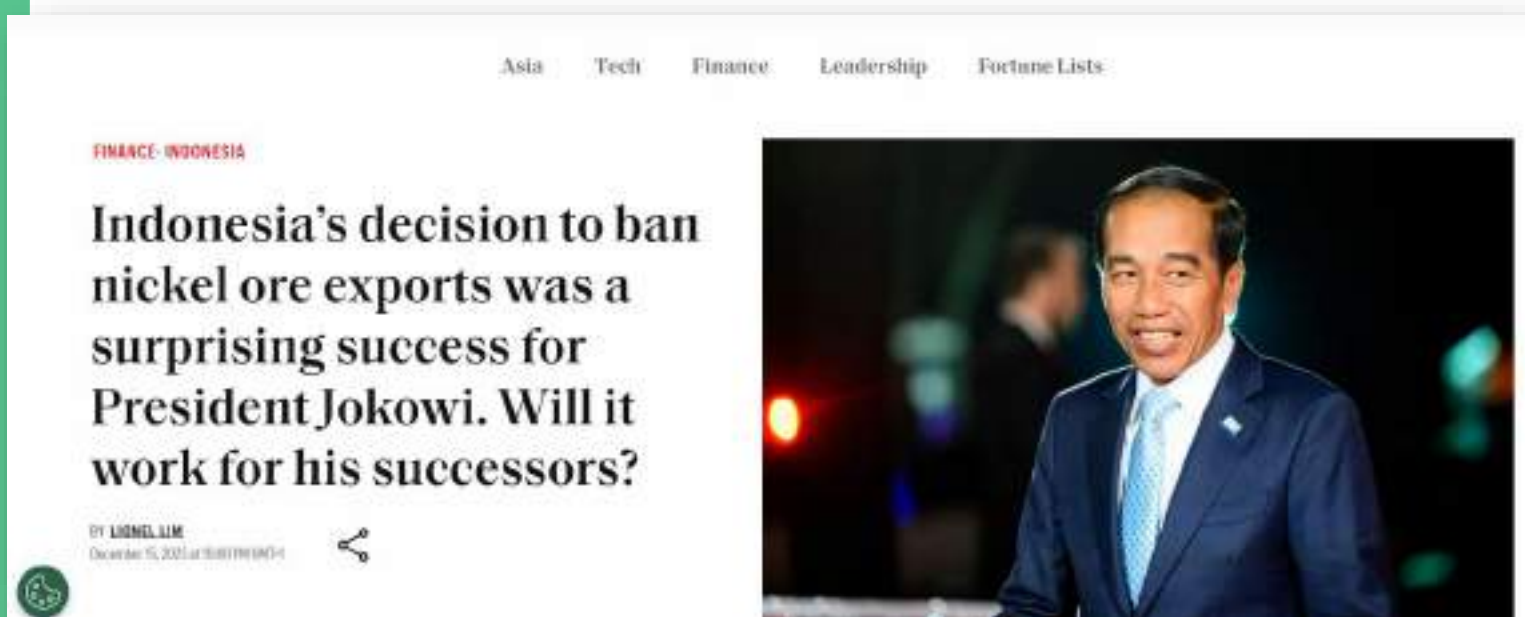
Dépendance mondiale à la Chine

- Chine: 70% de la production minière, 90% du raffinage
- Stratégies nationales claires sur le contrôle des terres rares : 14e plan quinquennal et Made In China 2025

La Chine cherche à maintenir sa position dominante en bloquant l'émancipation d'autres exploitants de matériaux stratégiques.

- Exemple nickel en Indonésie: interdiction des exportations de minerai de nickel en Indonésie pour promouvoir le développement de la filière des aciers inoxydables.

Les pays producteurs de minerai veulent structurer leur chaîne de valeur en transformant le minerai sur place pour exporter des produits à plus haute valeur ajoutée.

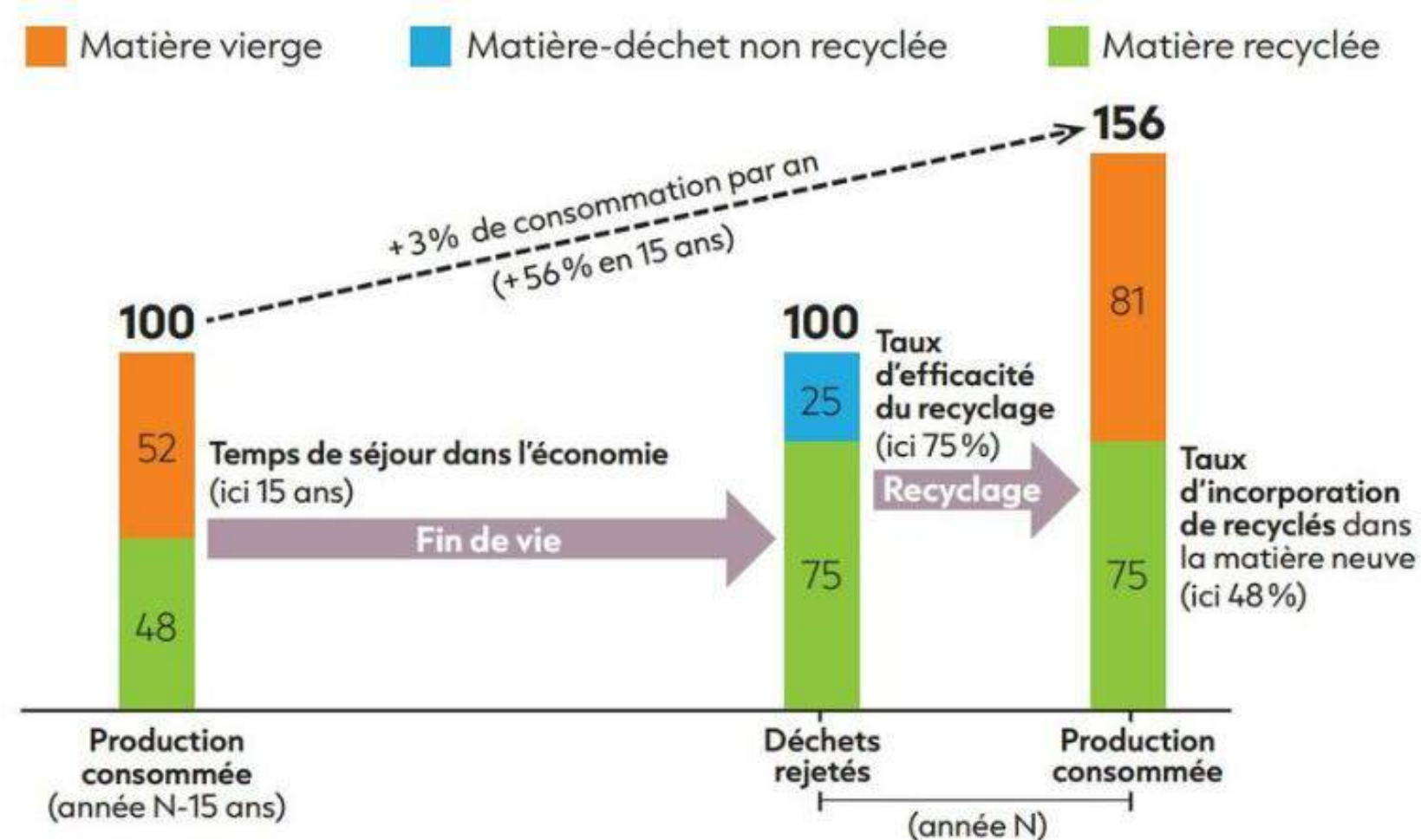


Quelles solutions avons-nous ?

Sécurisation de nos approvisionnements:

- réindustrialisation
- partenariats stratégiques
- stocks stratégiques

Recyclage: une opportunité pour l'Europe



Source: croissance soutenable ? La société au défi de l'économie circulaire, François Grosse, PUG, 2023

Consommation responsable

réutilisation

Sobriété

Efficacité

Écoconception

Changements structurels

Substitution : Exemple des terres rares

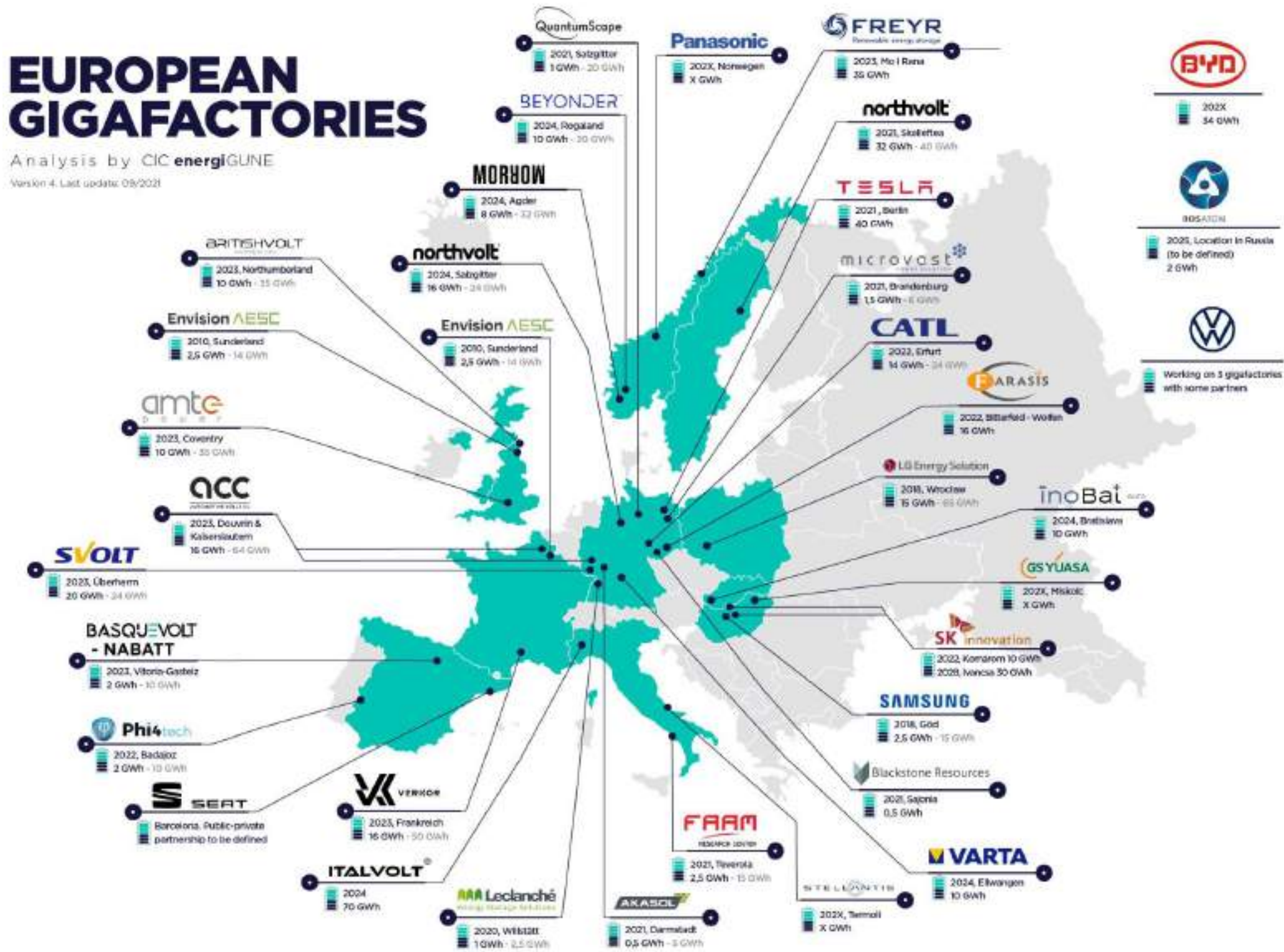
- Forte pression chinoise en 2010-2011
- Augmentation forte des prix
- Vulnérabilité des acteurs occidentaux en particulier pour les aimants permanents
- Réponse de plusieurs constructeurs européens:
 - Moteurs automobiles (Renault, BMW) : moteurs à bobines de cuivre ou à induction
 - Rotors d'éoliennes (Enercon) : aimants à induction

Mise en place d'une stratégie européenne: le CRM Act

Ensemble d'actions visant à garantir à l'UE un approvisionnement sûr, diversifié, abordable et durable en matières premières essentielles



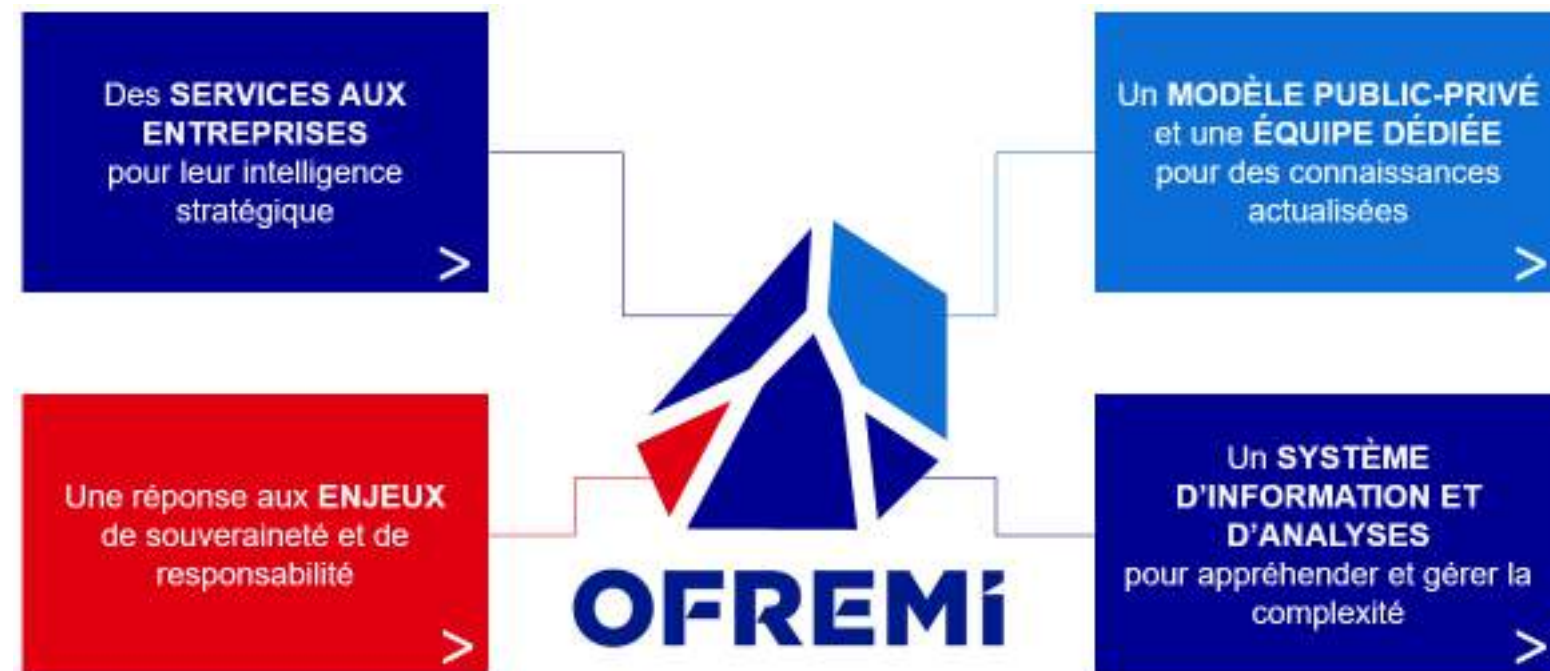
- Simplifier les procédures administratives
- Soutenir financièrement les nouveaux projets
- Soutenir l'élaboration de programmes d'exploration
- Coordonner des stocks stratégiques de l'UE



Mise en place d'une stratégie nationale en France

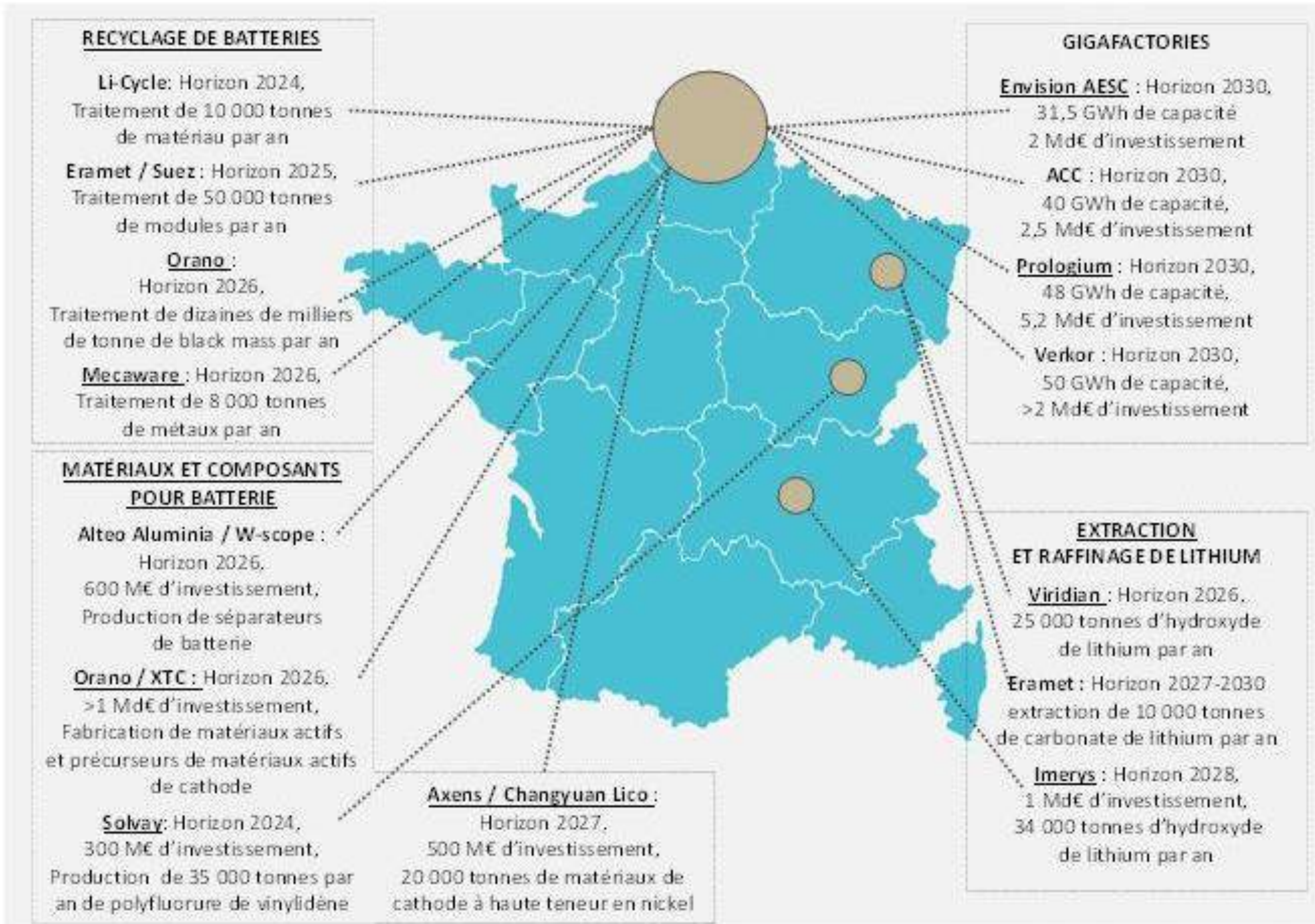


*Remise du rapport de Ph. Varin aux Ministres
B. Pompili et A. Panier-Runacher le 10 janvier 2022*



- Constitution d'une **délégation interministérielle (DIAMMS)** et d'un **observatoire des métaux critiques (OFREMI)**
- Connaissance du sous-sol: relance d'un inventaire minier
- Création d'un **fonds «métaux stratégiques pour la transition énergétique»**
- **Relocalisation d'activités** industrielles en France
- Diplomatie à l'internationale et mise en place de partenariats
- Elaboration de **feuilles de route technologiques** entre les industriels et la recherche publique
- Traduction dans une norme ou un label, certifiable, du **concept de « mine responsable »**

Réindustrialisation des chaines de valeur en France



Liste non exhaustive / Traitement Xerfi / Sources : entreprises et presse

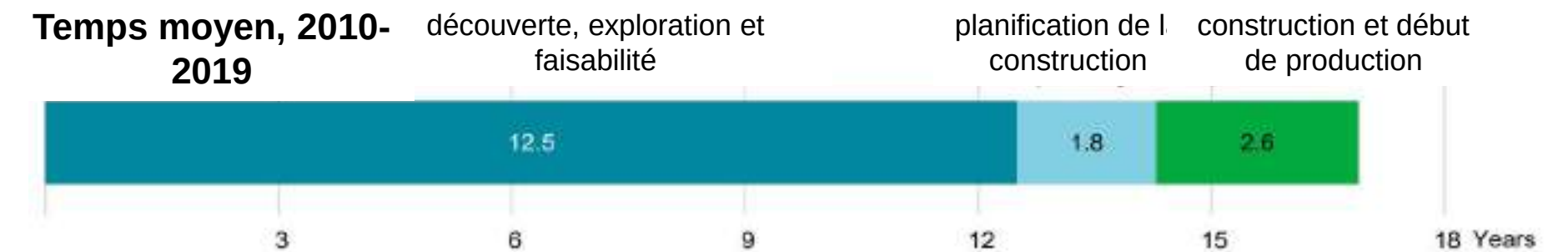
Les principaux projets de la filière des batteries pour l'automobile en France

Développement d'une filière en France:

- Extraction
- Transformation
- Produits finis
- Recyclage

Constat: le difficile développement de la production

- Freins nombreux: phases d'exploration longues et coûteuses, CAPEX élevés, difficultés administratives, opposition fréquente des populations locales...
 - Nécessité d'intégrer les impacts environnementaux: émissions de CO₂, consommation d'eau, pollutions et déchets, utilisation des sols...
 - Nécessité de prendre en compte l'intérêt des populations locales ⇔ Objectif développement durable
 - C'est vrai à l'étape de la mine, mais c'est vrai aussi à toutes les étapes de transformation de la chaîne de valeur.
- Des besoins en métaux, oui. Mais pas à n'importe quel prix environnemental et social.



Temps nécessaire entre la découverte d'un gisement et sa mise en production (source IEA)



‘MINE RESPONSABLE’

Dimension sociale

Capucine Nouvel



Impacts sociaux

Approche Géopolitique :

Mobilisation

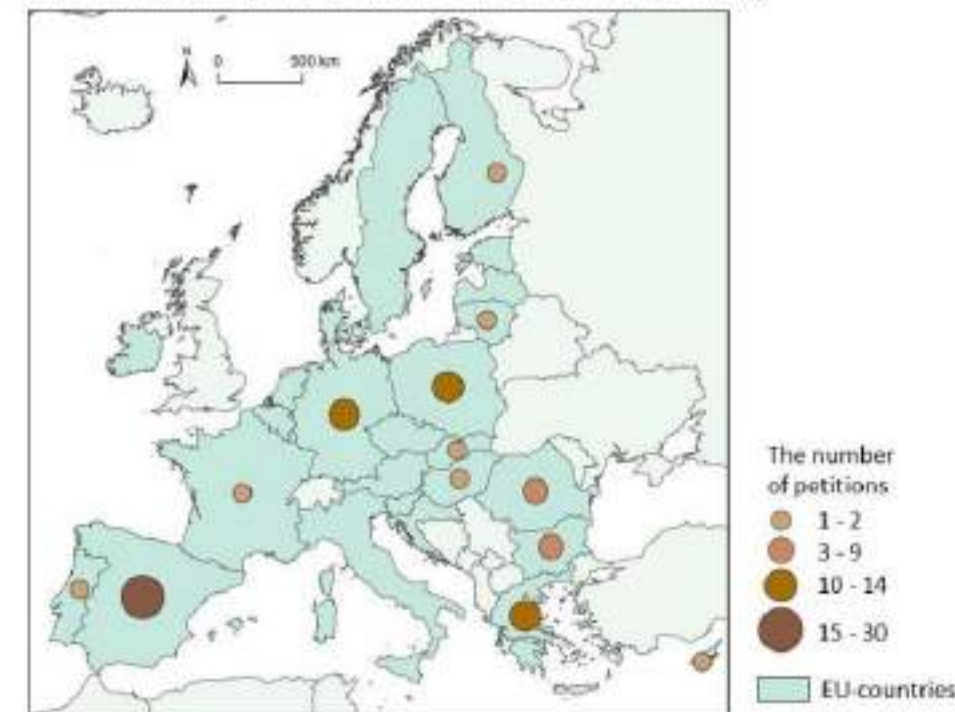
- Pétitions (EU)
- Choix électoral (Philippines/Bolivies)
- Manifestation (passive/violente) (Inde/ Panama)
- Création de syndicats/ ONG/ association

Mobilisation

Violation des droits de l'homme

- Pollution
- Délocalisation/expropriation
- Non-respect du droit du travail
- Impacts sur la santé
- Conflit d'usage (agricole/ mode de vie traditionnel)

Map 2: Number of petitions in the EU in 2010-2021 by country



Source: PETI Committee.

EU parlement, 2021



Panama – Protestation contre une mine de cuivre Canadienne , 2023. .



Global Environnemental Atlas, 2024.

Impacts sociaux

Facteurs d'impacts sociaux élevés et de mobilisation:

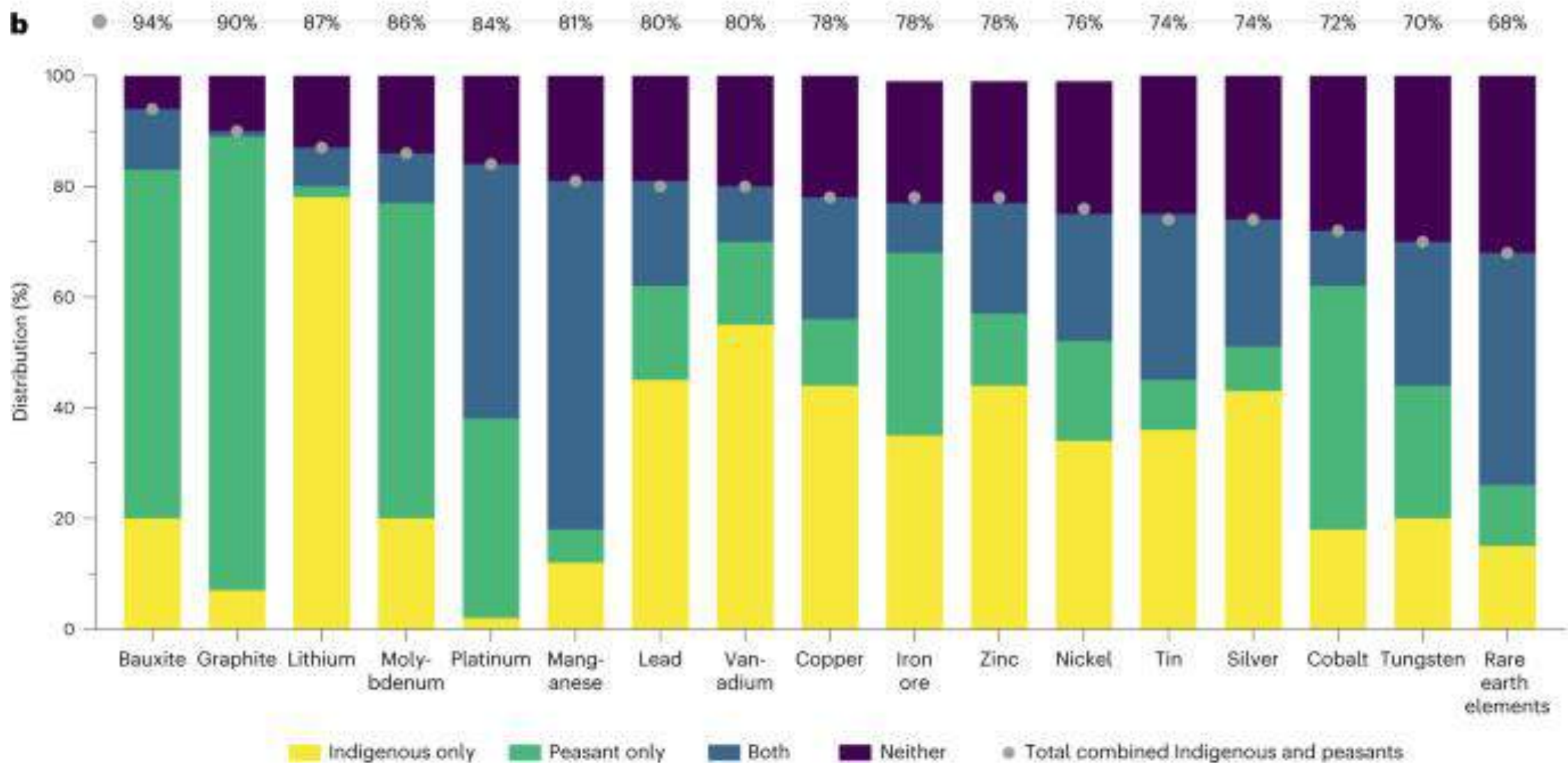
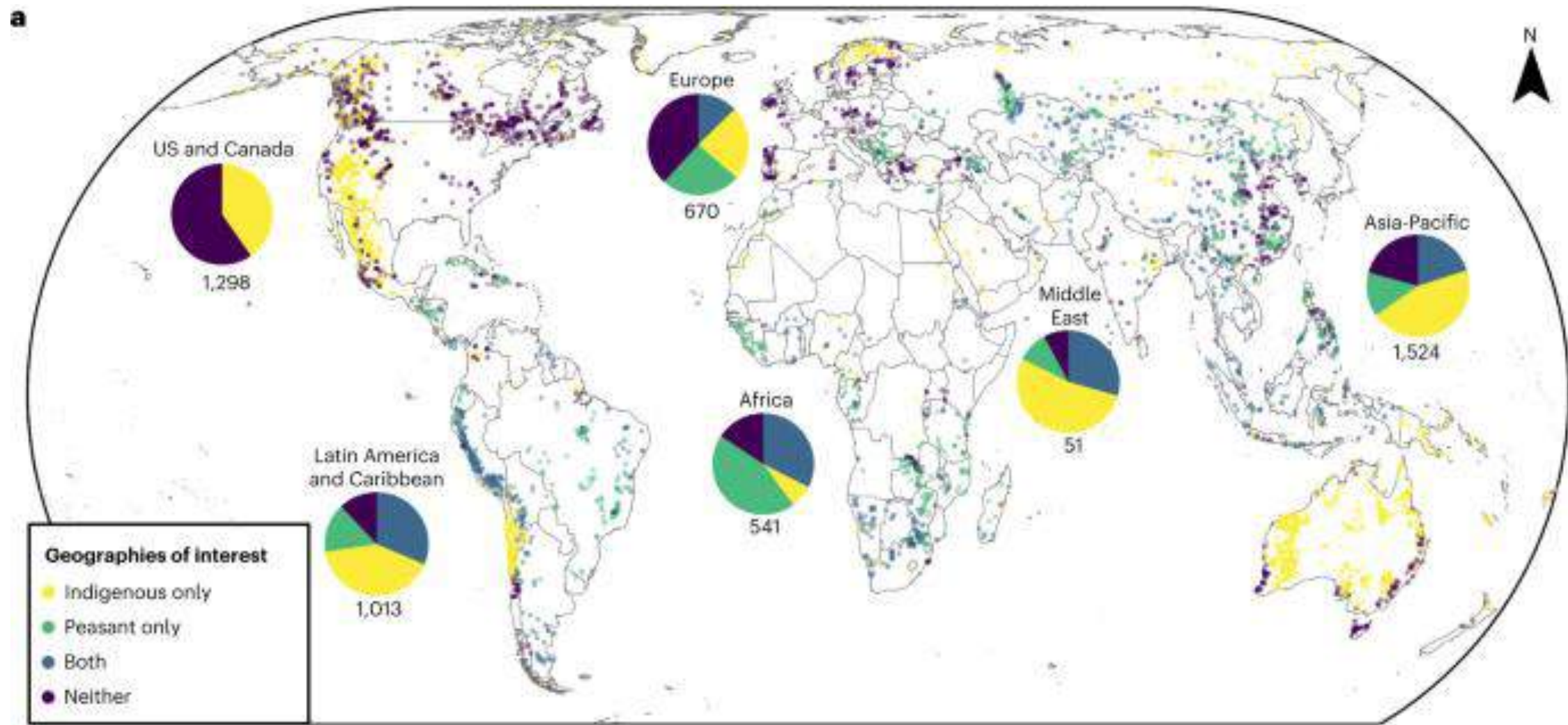
Géographie

- La localisation des gisements est en majeure partie exploitée sur des territoires autochtones/premières nations
- Zones à haut stress hydrique

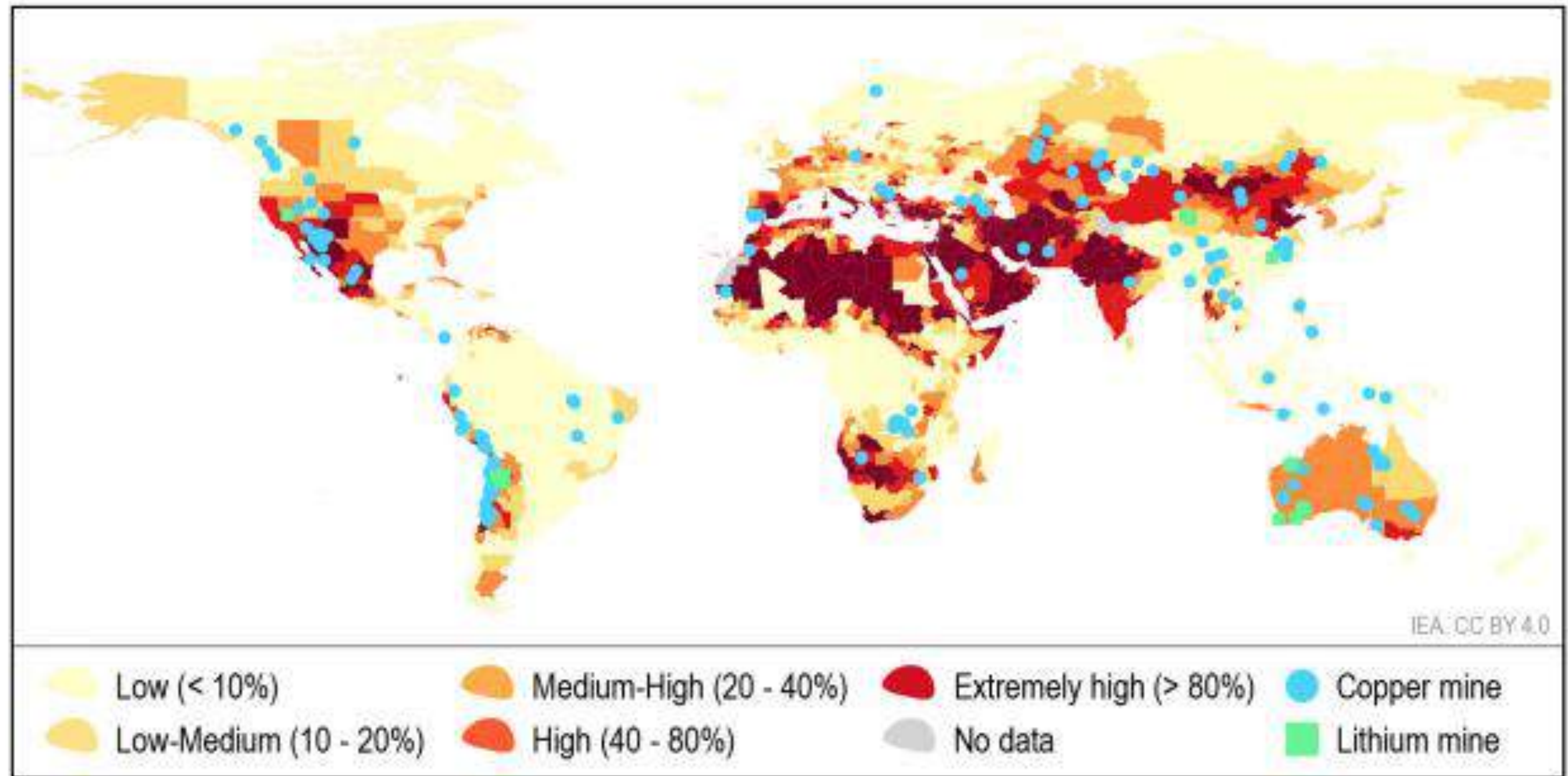
Politique

- Passif extractiviste violent – héritage historique
- Gouvernance des pays divergent

Mancini, L., & Sala, S. (2018). Social impact assessment in the mining sector: Review and comparison of indicators frameworks. Resource Policy



Location of copper and lithium mines and water stress levels, 2020



Notes: The exact water stress levels vary by location. The assessment of the share of mines located in water-stressed areas was made based on granular regional representations; these are aggregated at the subnational level on the map for the sake of simplification. Water stress levels are as defined in the Aqueduct 3.0 dataset according to the ratio of total water withdrawals over the total available surface and groundwater supplies.

Source: IEA (2022), [Reducing the impact of extractive industries on groundwater resources](#).

Impacts Sociaux

Enjeux majeurs

Impacts sur les droits de l'homme – cause de conflits:

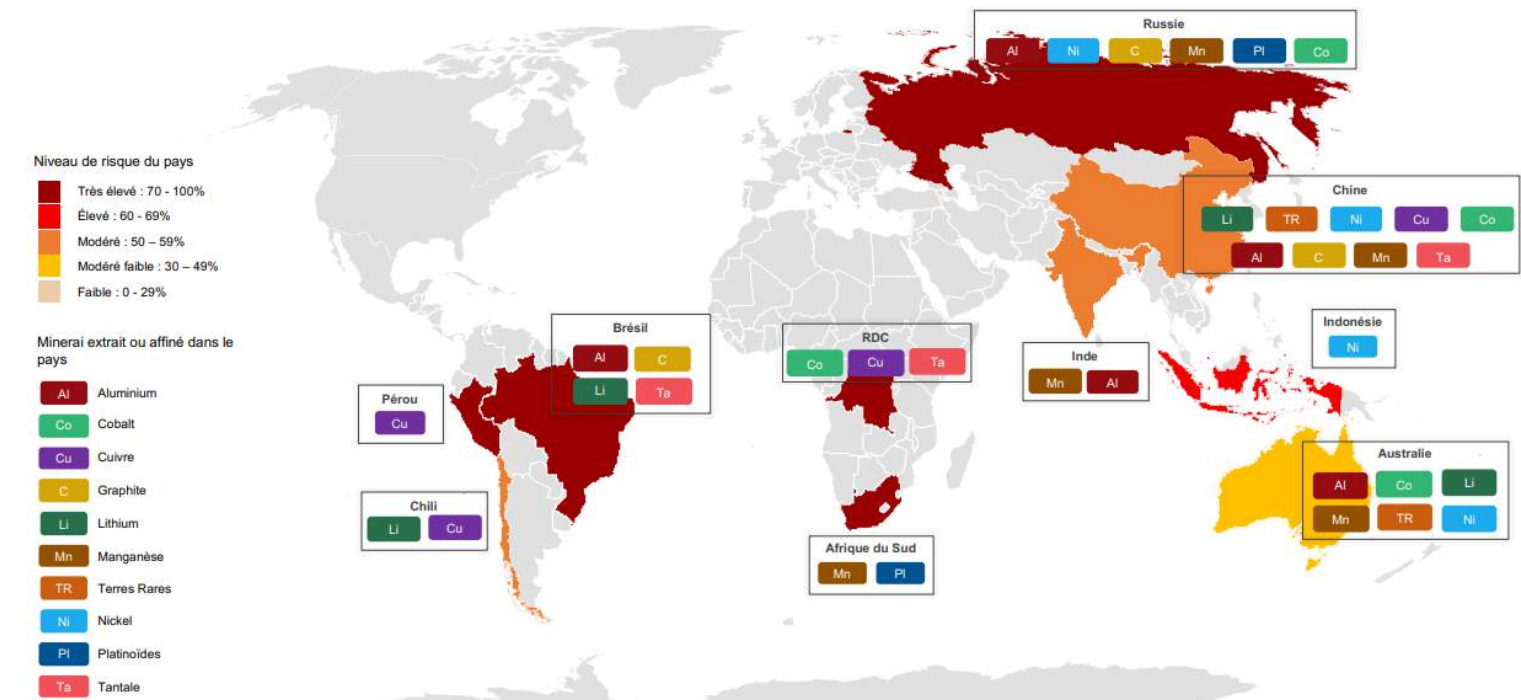
- Entre les populations locales et les compagnies minières / gouvernements
- Le financement de groupes armés/ activités illicites

Facteurs Socio-Economiques:

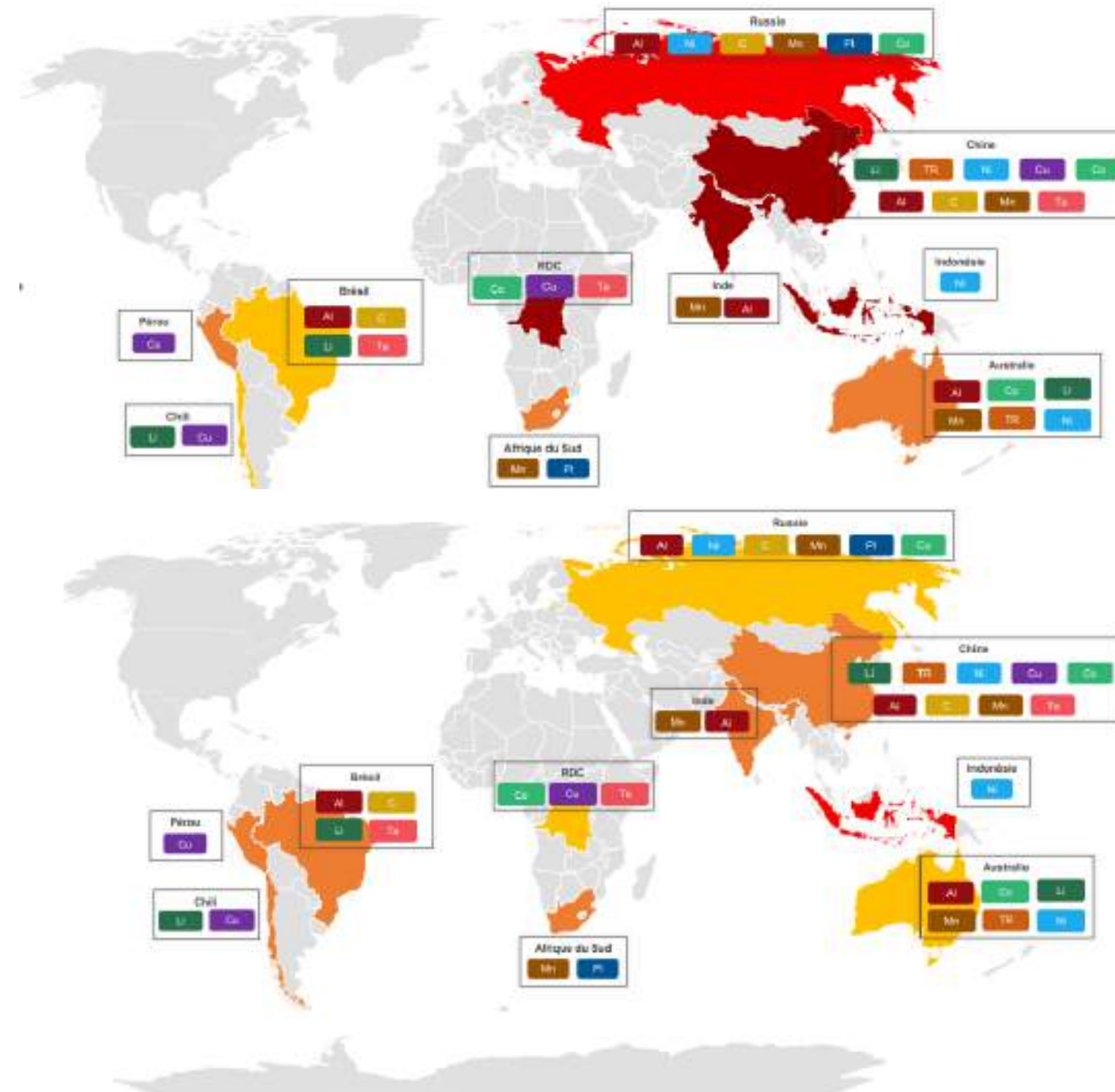
- Corruption/ Evasion fiscale
- Non-respect du droit des travailleurs
- Conflit d'usage du territoire

Impacts environnementaux :

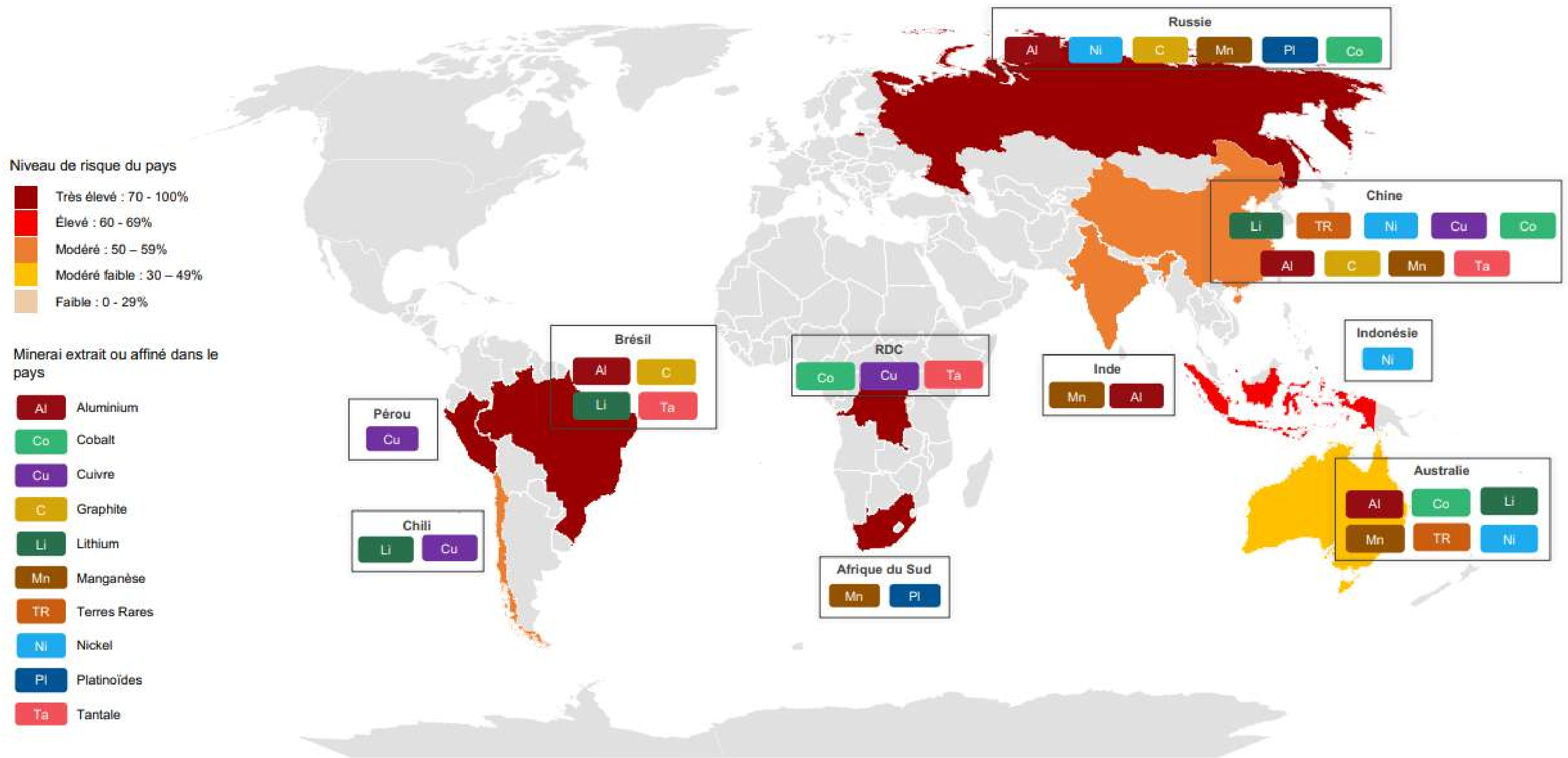
- Destruction de la biodiversité et stress hydriques
- Enjeux de santé liés aux pollutions



Cartographie des résultats de l'analyse de risque pays au regard des indicateurs d'impact socio-économique et politique



Cartographie des résultats de l'analyse de risque pays au regard des indicateurs d'impact environnemental
(RECORD n°22-0721/1A, 2022-2023)



Cartographie des résultats de l'analyse de risque pays au regard des indicateurs d'impact socio-économique et politique
(RECORD n°22-0721/1A, 2022-2023)

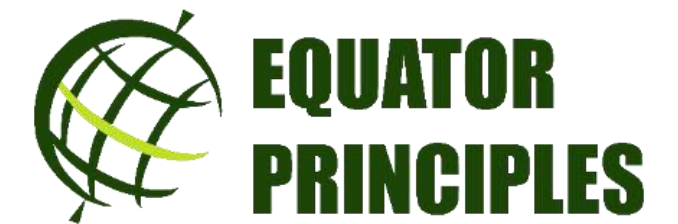
Approvisionnement Responsable

Tous les acteurs de la chaîne d'approvisionnement, quelle que soit leur position, peuvent potentiellement contribuer aux effets négatifs du commerce des minerais.

Le devoir de diligence doit permettre aux entreprises d'identifier les risques présents dans leurs chaînes d'approvisionnement et de mettre en évidence les risques les plus graves associés à l'approvisionnement en minerais dans des zones à haut risque.

OCDE, 2023





- United Nations : SDG UNEP : Cyanide Code, GRI (reporting) UN Global Compact (10 Principles for Business)
- EU:
- Normalisation : ISO (ISO 14000, ISO 26000, ...) IGF (Intergovernmental Forum - Mining, Minerals, Metals & SD), OCDE
- Banque Mondiale/IFC : Standard de Performance environnementaux et sociaux
- Les entités mixtes Pays/Banques: Principes de l'Equateur
- Les entités mixtes Pays/mines : EITI (rapportage)
- Les Mines : ICMM : ICMM 10 Principles, Guides Cyanide Code Global Tailing Review

Comparaison / évaluation

De nombreuses études comparent ces standards et leur efficacité avec différents systèmes de notations:

Focus sur les principes de l'UE:

Comparaison des enjeux de durabilité abordés par les systèmes de normes avec les principes de l'UE pour les matières premières durables (Commission européenne, 2021).

Les principes de l'UE sur l'emploi, la santé et la sécurité ne sont couverts par aucun standard évalué.

Table 12: Comparison of relevant requirements of the standard systems to the EU social principles. Dark blue boxes indicate that the corresponding EU principle is covered by the systems requirements, a medium blue box indicate "partially covered". For the classification of comparison, see Table 9. Comments on the comparison of single requirements of the standard systems are provided in an Excel file TSM comparison relates to level A requirements of the standard.

No.	EU Principle	ICMM	IRMA	TSM	CERA 4in1	IFC	RMAP	RGMPs	RJC	The Copper Mark	ASI	Responsible Steel
1	Human rights, Engagement with communities of interest											
1a	Human rights and communities											
1b	Community (and worker) dialogue											
1c	Safe living conditions in communities											
2	Employment, Health and safety											
2a	Worker's health and safety, accident targets											
2b	Improving skills of workers											
2c	Worker rights (ILO)											
	Freedom of association & collective bargaining (ILO No. 87, 98)											
	Forced labour (ILO No. 29, 105)											
	Child labour (ILO No. 138, 182)											
	Equal remuneration & discrimination (ILO No. 100, 111)											

covered partially covered



Comparaison / évaluation



De nombreuses études comparent ces standards et leur efficacité avec un système de notations:

Focus sur des critères de gouvernance:

- Gouvernance intégrant les multiples parties prenantes
- Importance de l'inclusion des détenteurs de droits dans les audits
- Efficacité et contrôle de qualité
- Actions correctives
- Mécanisme de plaintes robuste (whistle blower)



ASSESSMENT

Robust scheme overall that still has some shortcomings but meets nearly all of the minimum criteria for governance, auditing and / or accreditation against its standard

OVERALL SCORE

7



ASSESSMENT

Scheme has made notable progress in meeting most of the minimum criteria but has some significant shortcomings

OVERALL SCORE

5



ASSESSMENT

Scheme has made progress in some areas but fails to meet multiple criteria for effective governance, auditing and / or accreditation against its standard

OVERALL SCORE

4



ASSESSMENT

Scheme has made progress in some areas but fails to meet multiple criteria for effective governance, auditing and / or accreditation against its standard

OVERALL SCORE

3.75



ASSESSMENT

Flawed scheme that fails to meet most of the minimum criteria for governance, auditing and / or accreditation

OVERALL SCORE

1.25

Le recyclage des métaux critiques : état des lieux et perspectives

28 novembre 2024

Thibault MICHEL

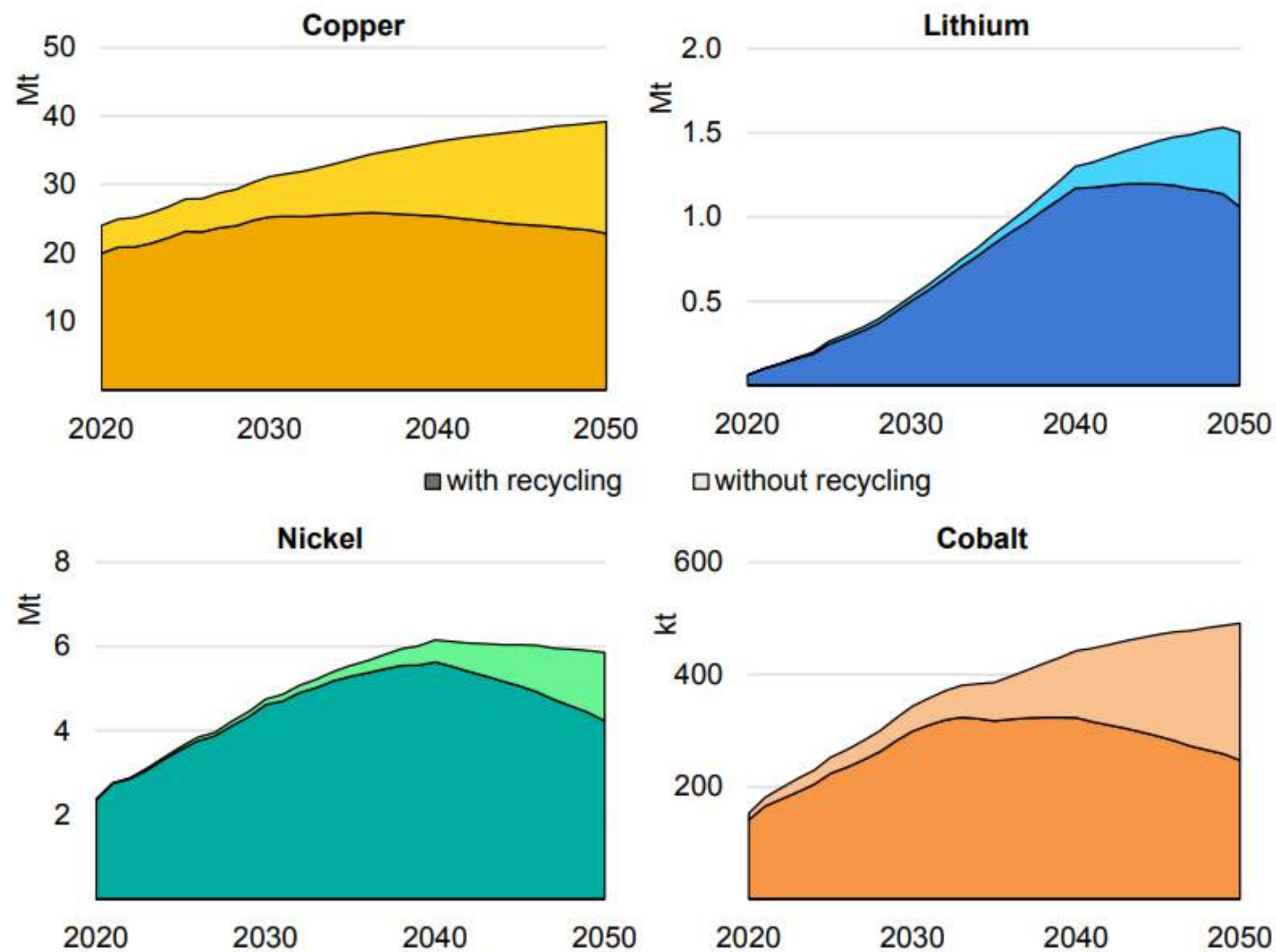
Chercheur, Centre Energie et Climat

Institut français des relations
internationales (Ifri)



Un rôle à jouer pour le recyclage vis-à-vis de la production minière, mais un rôle complémentaire, pas de substitution + inadéquation partielle entre métaux critiques et métaux à recycler

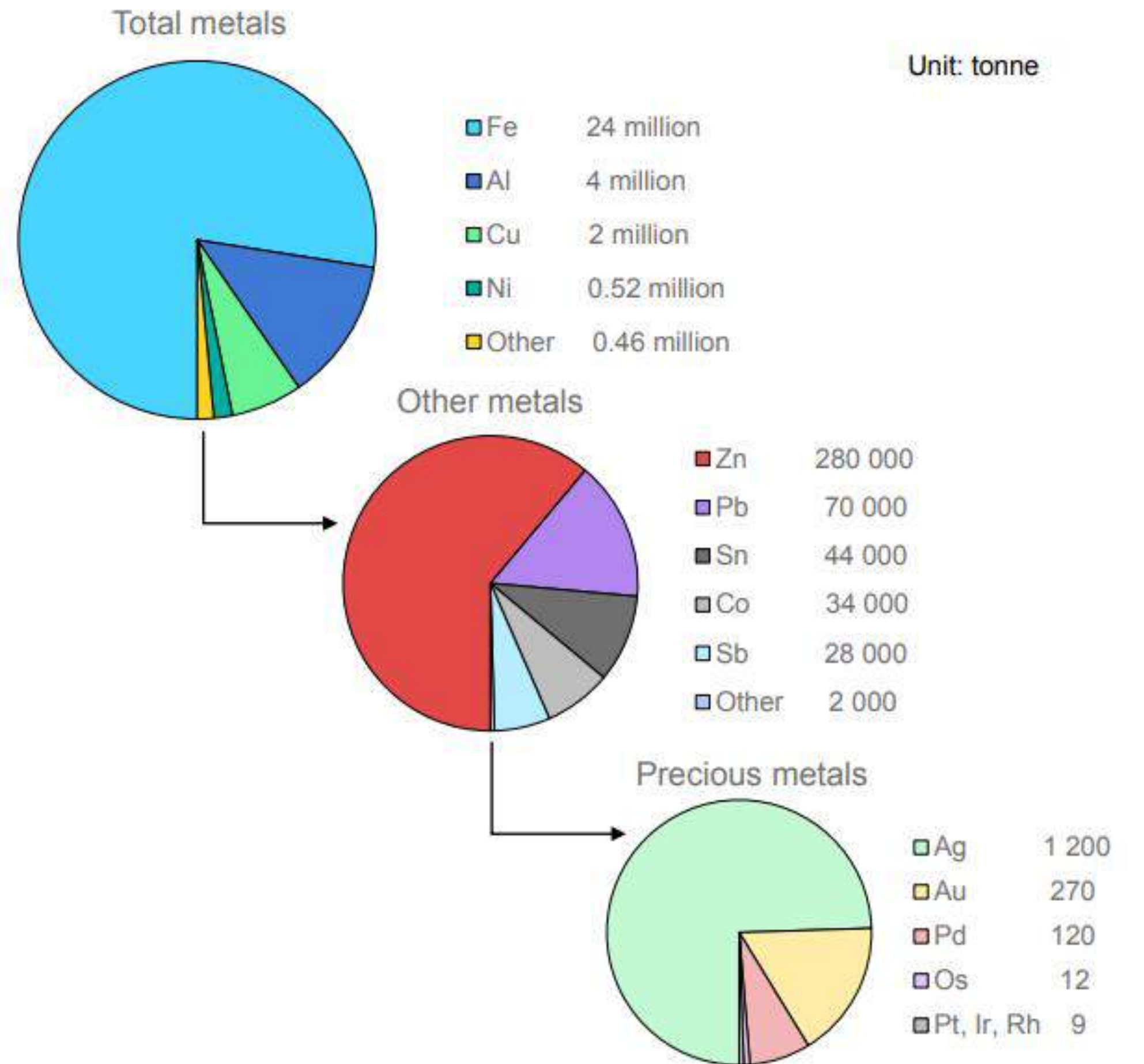
Figure 2.2 Reductions in primary supply requirements from recycling in the APS



Notes: The figures for lithium are on a lithium content basis. Includes total demand and secondary production from all sectors except for nickel, where secondary production from steel is excluded. Direct use scrap is excluded for copper.

IEA. CC BY 4.0.

Figure 2.36 Estimated volume of metals contained in e-waste, 2022



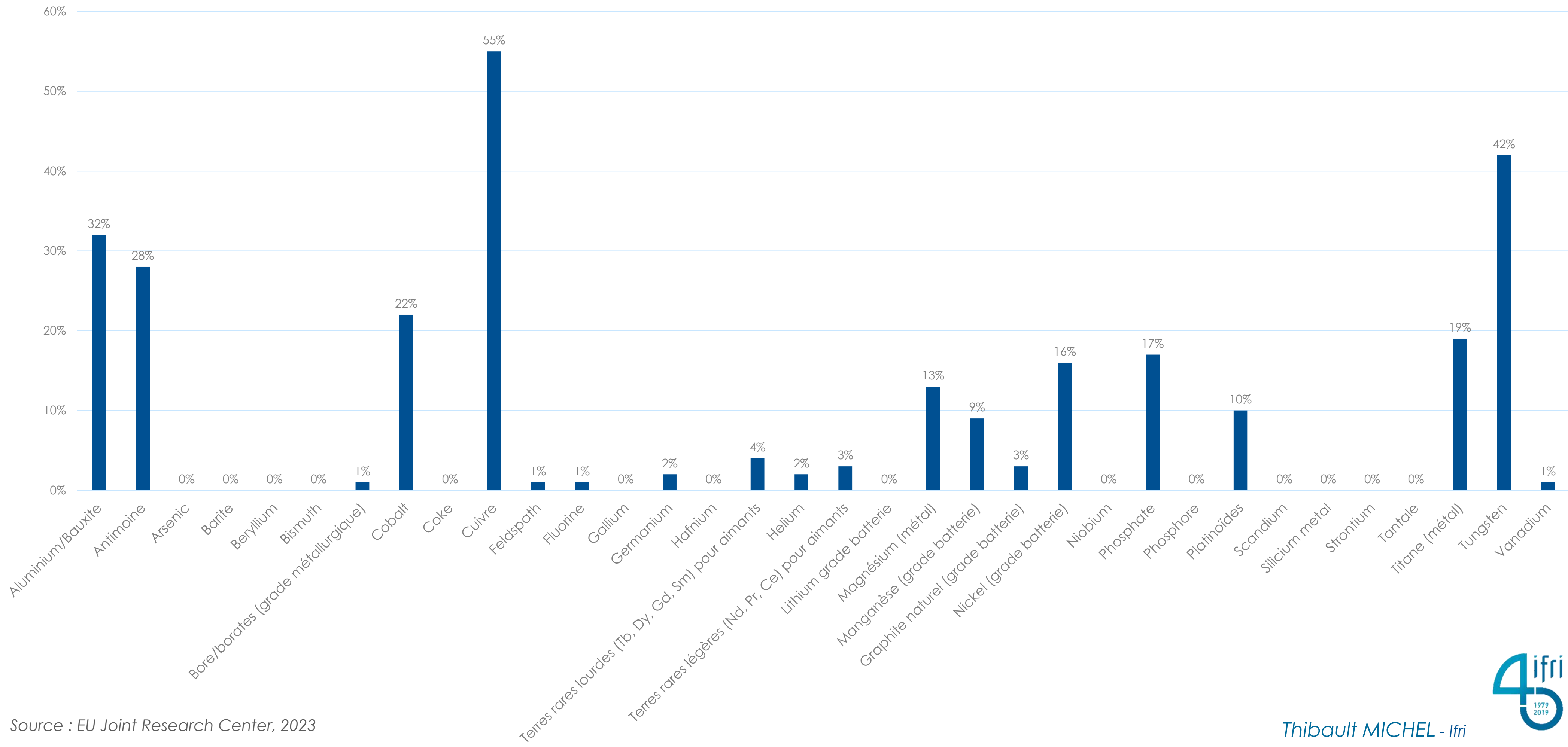
IEA. CC BY 4.0.

Notes: Fe = iron; Zn = zinc; Pb = lead; Sn = tin; Sb = antimony; Ag = silver; Au = gold; Pd = palladium; Os = osmium; Pt = platinum; Ir = iridium; Rh = rhodium; Ru = ruthenium.

Source: IEA analysis based on Baldé, Kuehr, Yamamoto et al., International Telecommunication Union and United Nations Institute for Training and Research (2024). [Global E-waste Monitor 2024](#).

Les taux de recyclage pour les 17 métaux critiques identifiés par la Commission européenne demeurent relativement bas pour la plupart des métaux au sein de l'UE

Taux de recyclage des métaux critiques dans l'UE, 2023

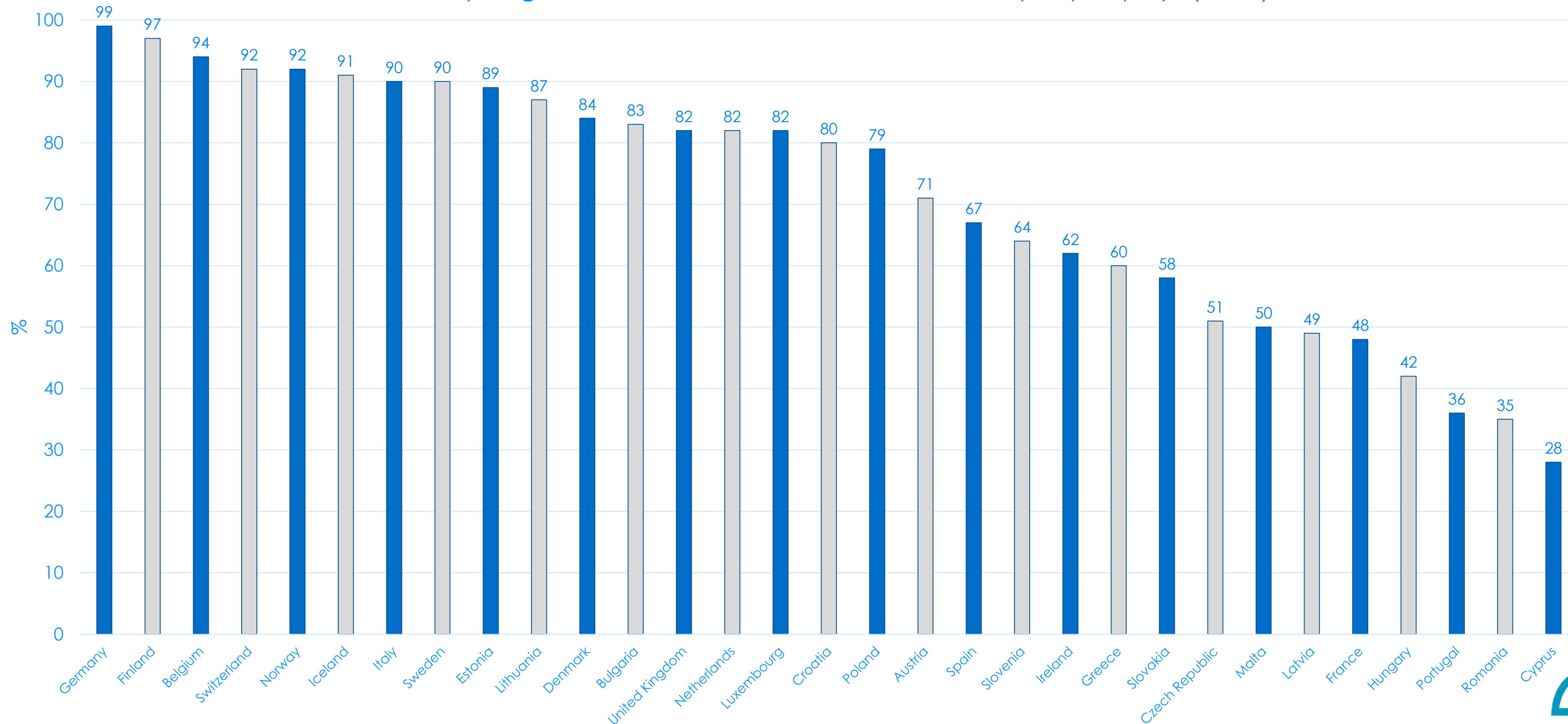


Source : EU Joint Research Center, 2023



En son sein, l'Europe présente aussi une hétérogénéité entre les différents pays qui la composent

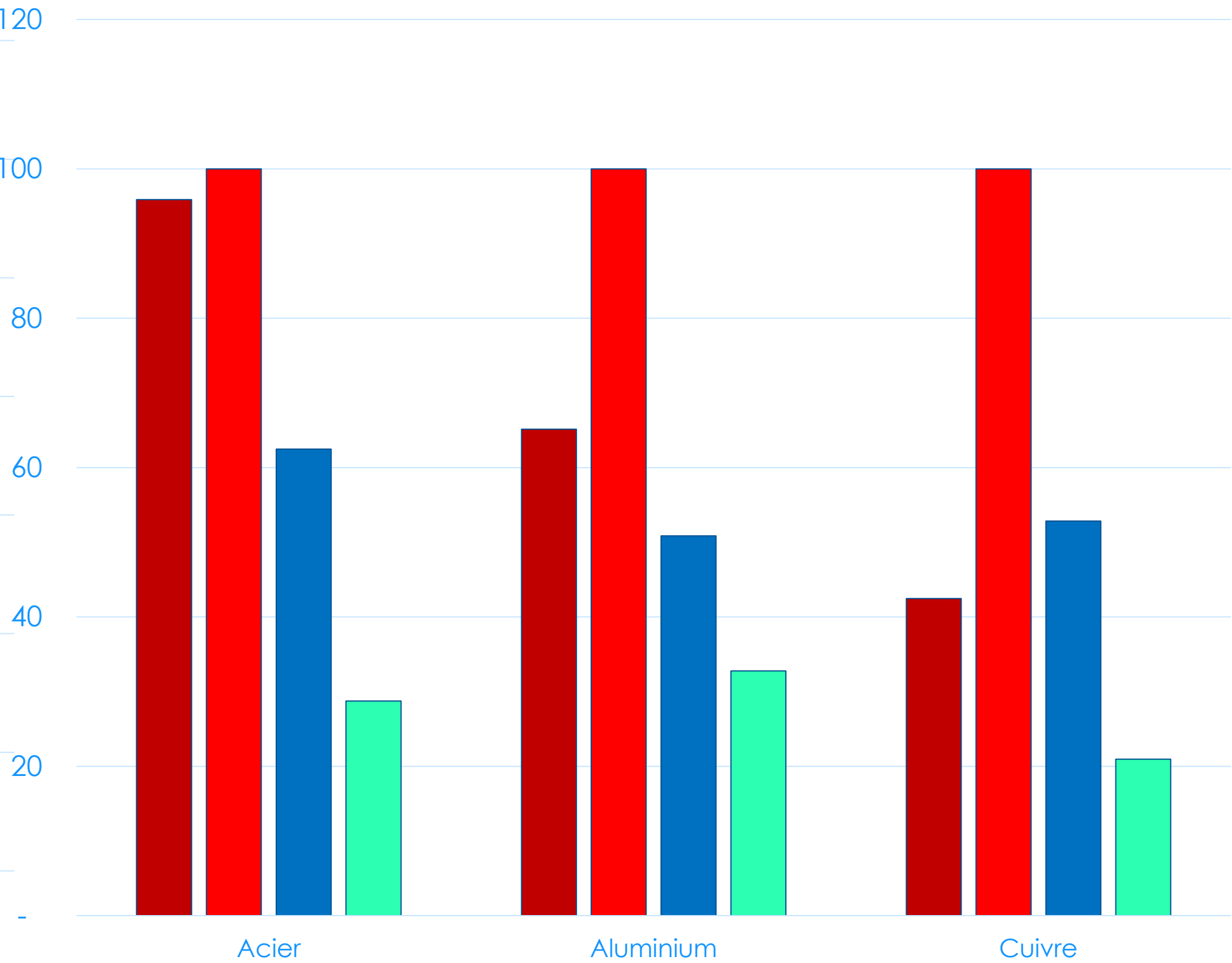
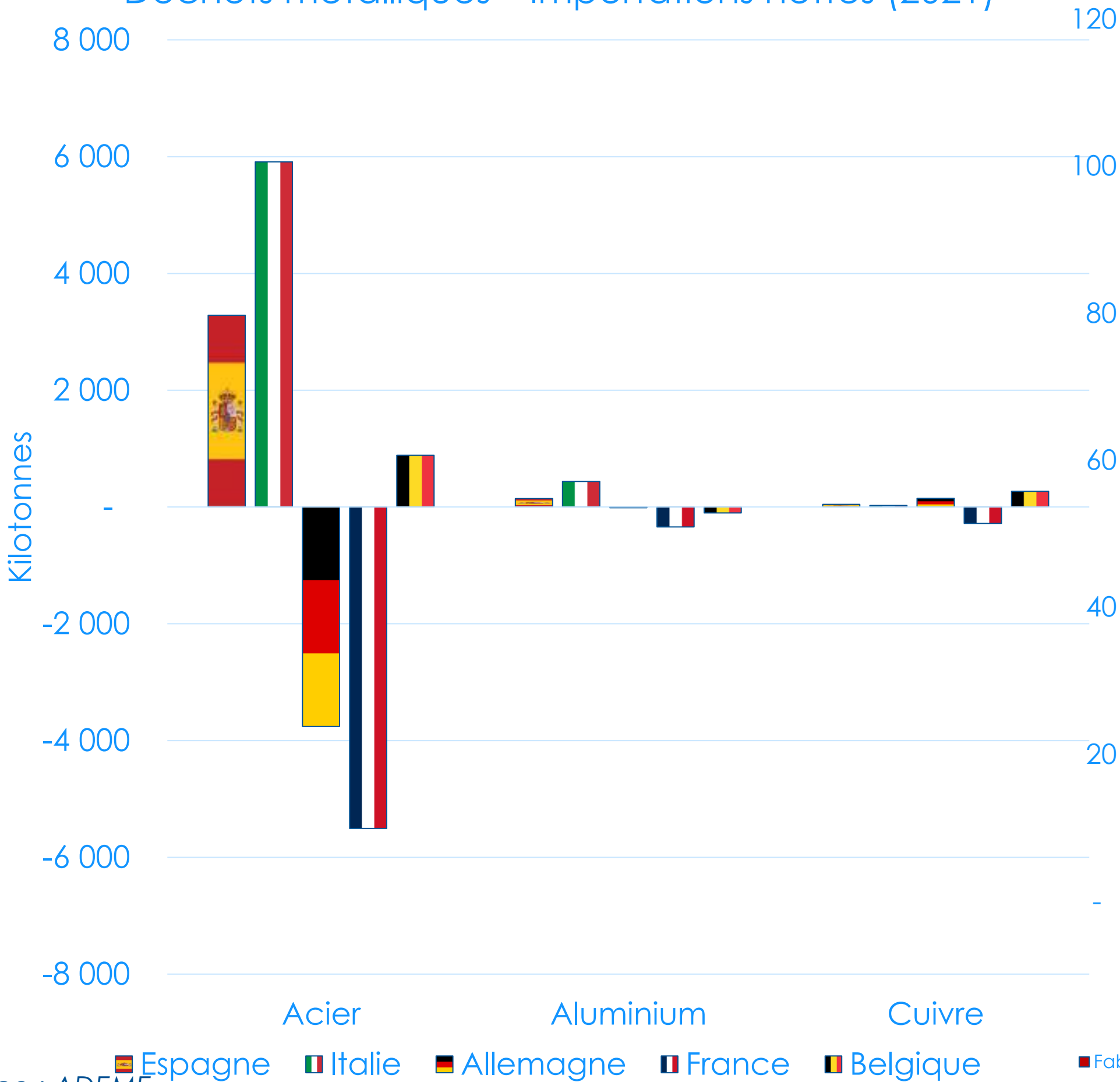
Taux de recyclage des canettes en aluminium en Europe, par pays (2021)



En comparaison de ces voisins, la France exporte aujourd’hui d’importantes quantités de matières premières de recyclage (MPR)

Volumes de métaux collectés en France et incorporés,
2019

Déchets métalliques – Importations nettes (2021)



Quels enjeux pour un recyclage des métaux plus performant en Europe et en France ?

Aspects réglementaires

EU – CRM Act : capacité de recyclage intra-européenne de 25% en 2030

Traduire le CRM Act en actions concrètes, notamment ses articles 11 (réduction des délais de permis pour les projets stratégiques) et 26 (plans nationaux de circularité)

Problématiques actuelles

Exigences techniques et réglementaires des filières aval, qui rendent difficile l'incorporation des MPR : certaines applications requièrent des matériaux de haute-pureté, difficiles ou non-rentables à fournir avec les technologies de tri actuelles

Fonctionnement majoritairement en boucles ouvertes à l'heure actuelle

Technologies de tri plus efficaces ne suscitent pas suffisamment d'investissements (productivité trop faible, besoin en investissements trop élevés pour permettre une rentabilité)

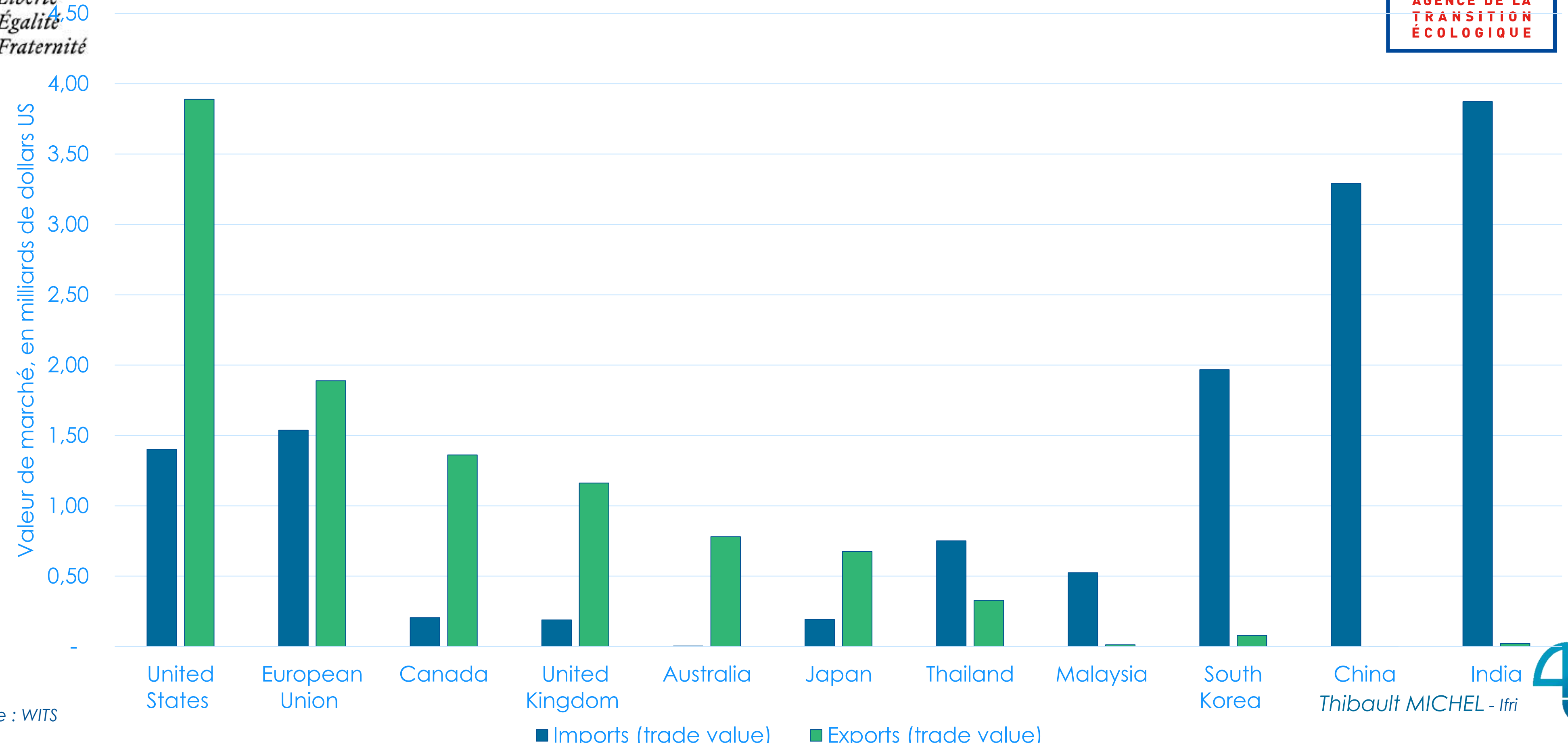
Exportations légales et illégales de déchets métalliques vers d'autres pays européens et surtout hors d'Europe



L'UE est exportatrice nette de déchets métalliques et une grande partie de ces déchets est aujourd'hui exportée vers les pays d'Asie

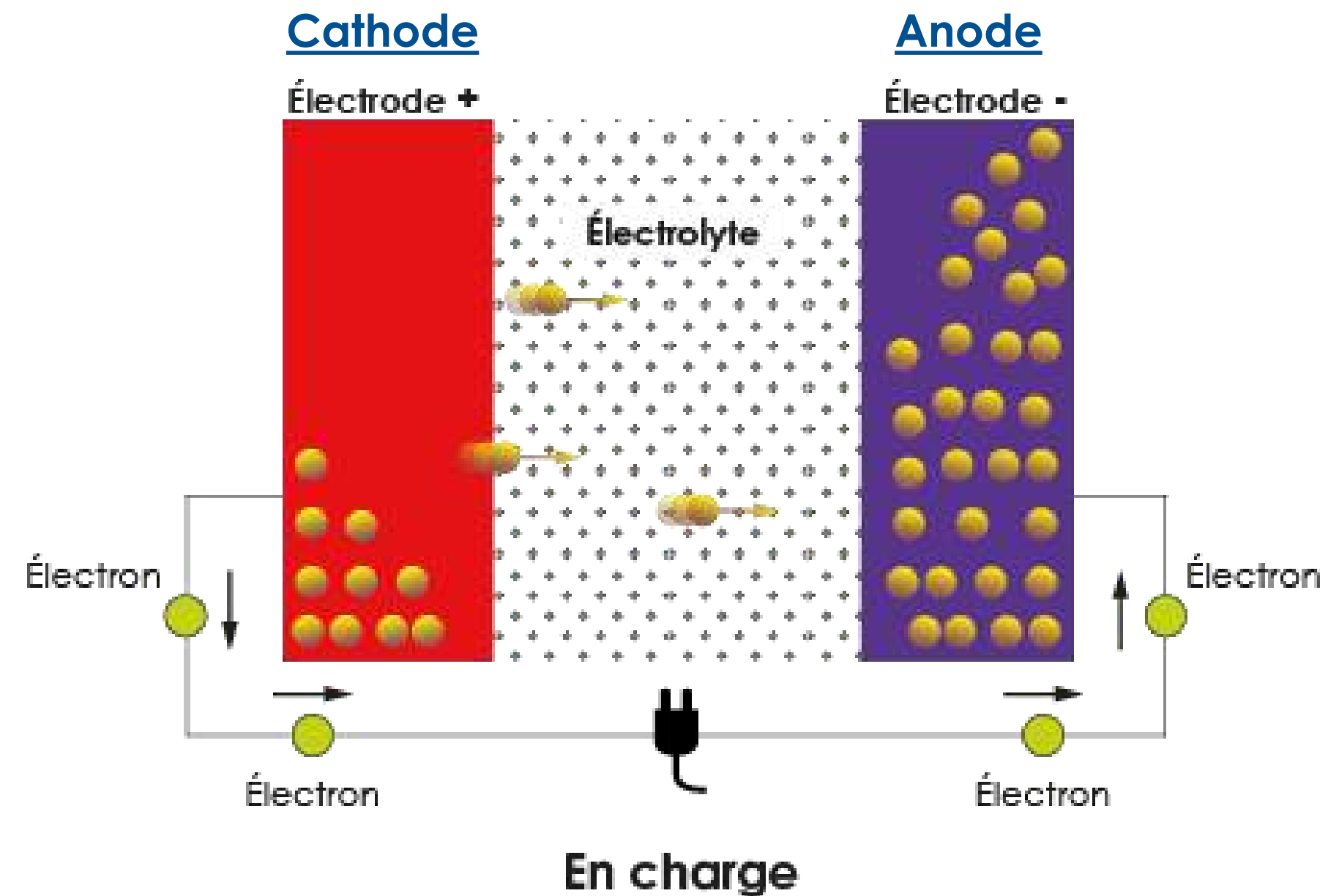
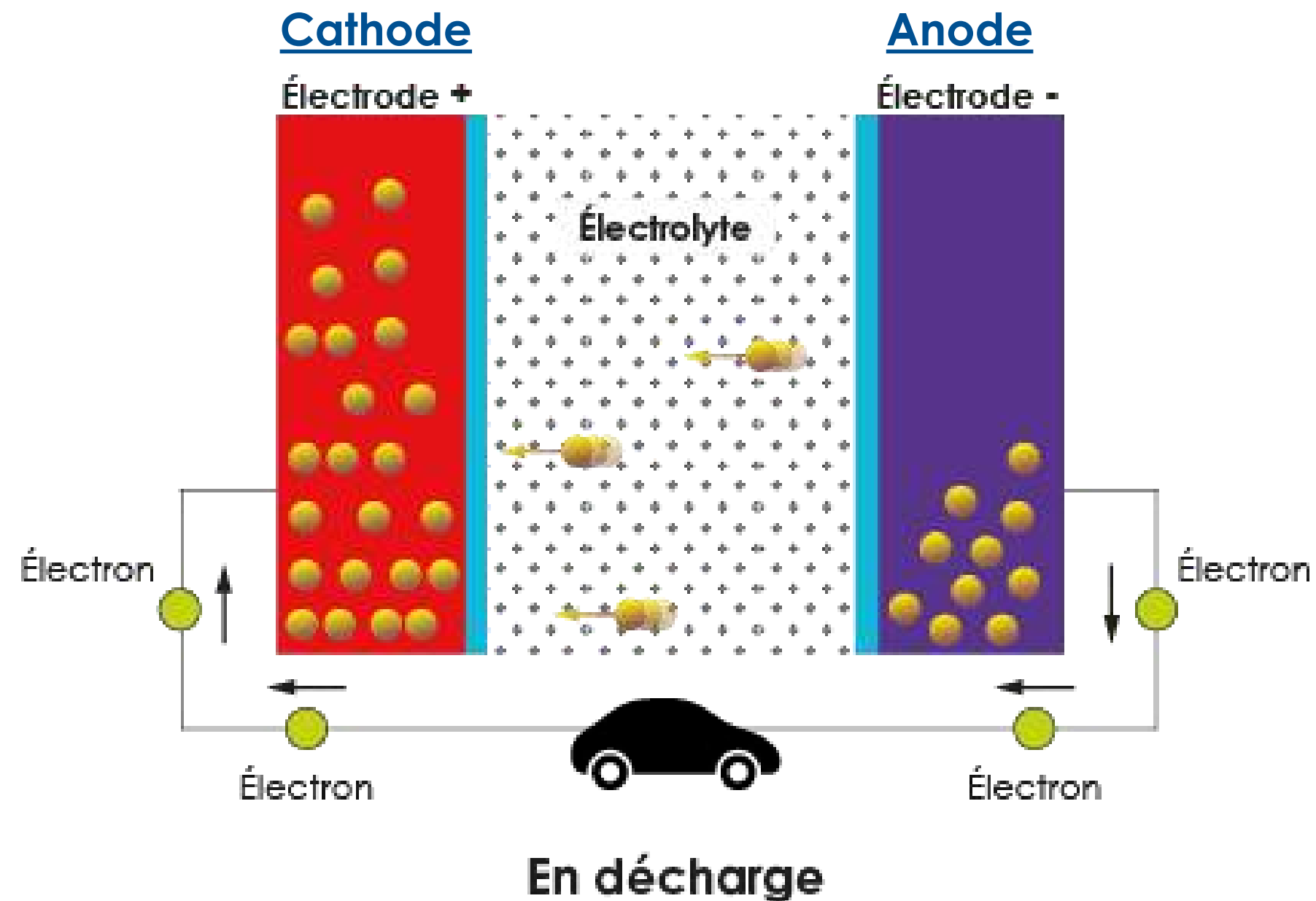


Importations et exportations de déchets d'aluminium par pays en 2022



Une batterie permet de délivrer de l'énergie électrique via le déplacement d'ions lithium entre son électrode négative (l'anode) et son électrode positive (la cathode)

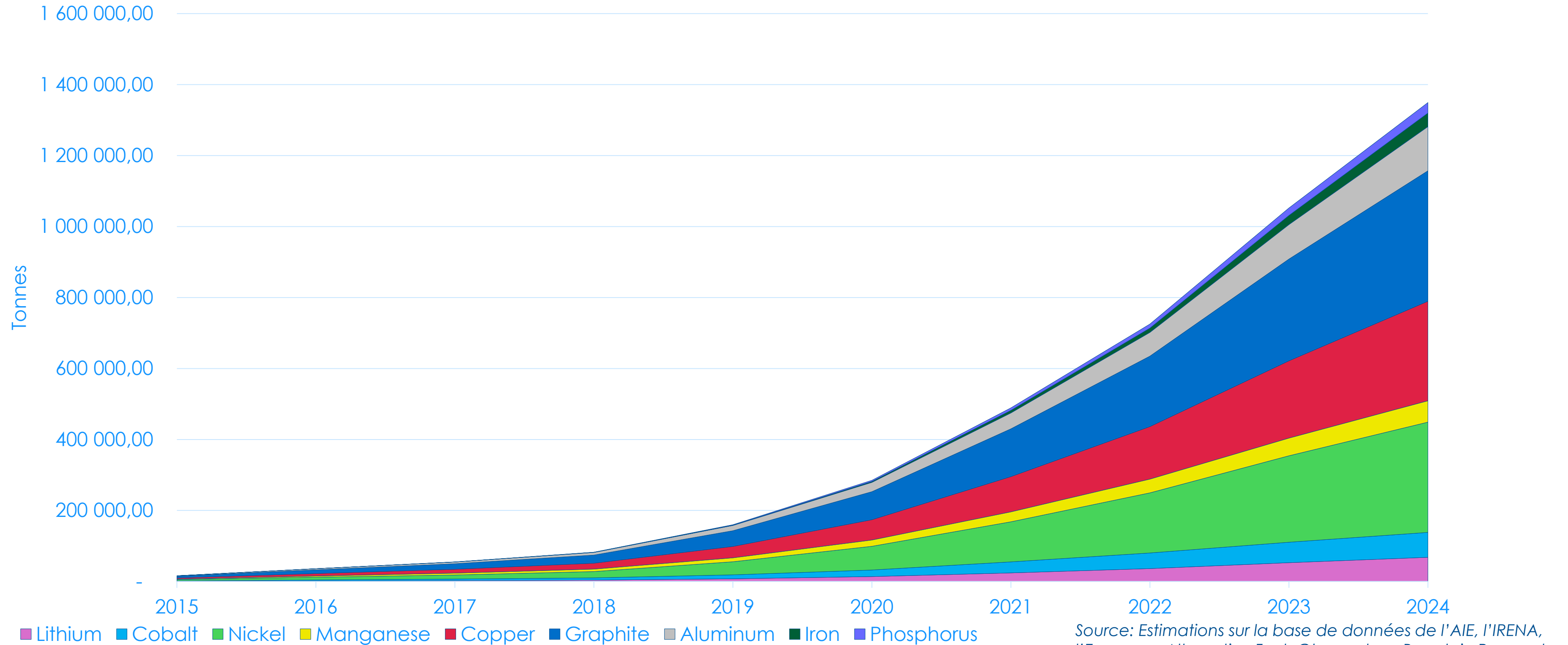
Schéma de fonctionnement d'une batterie lithium-ion



Source : RS Components

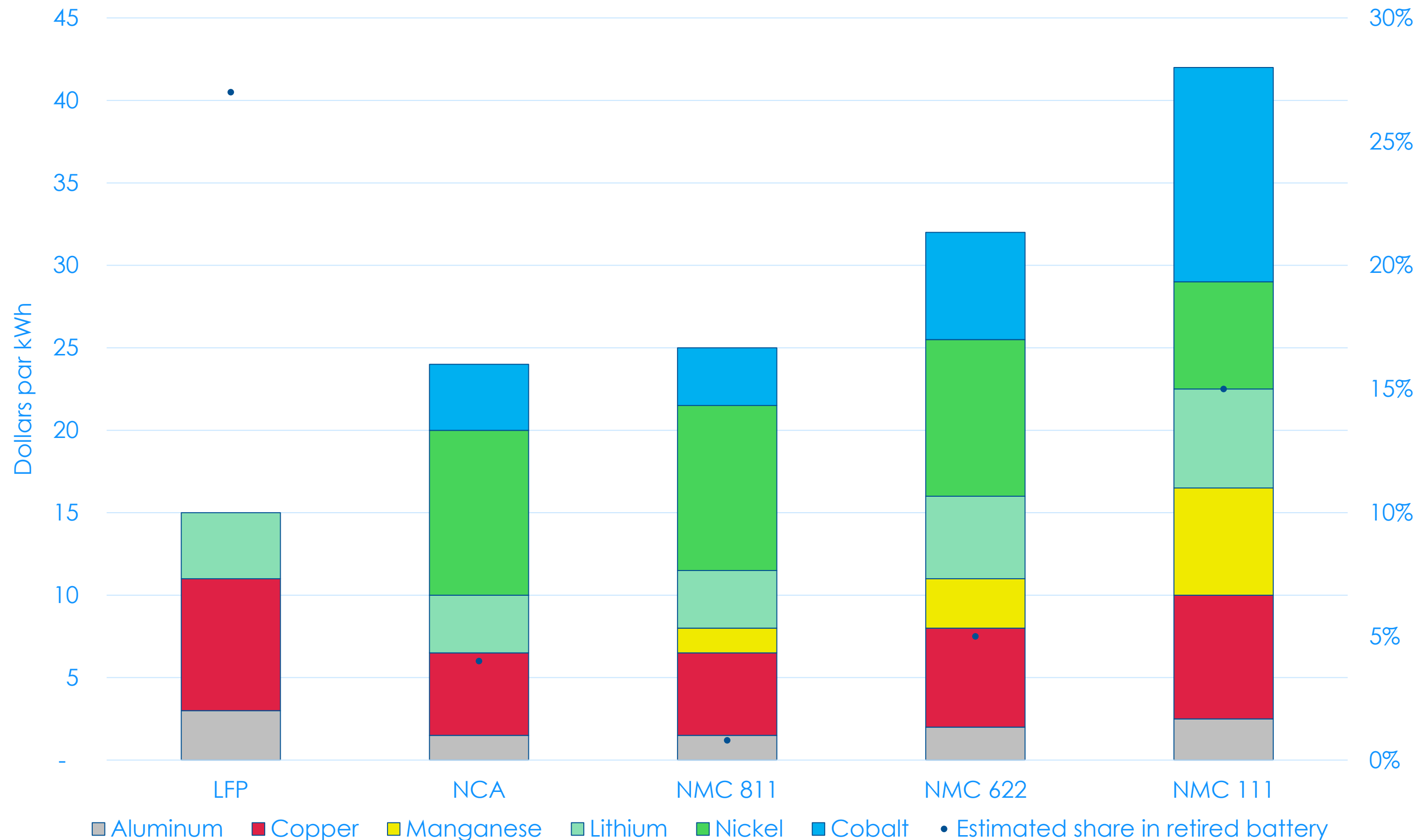
Les batteries contiennent des quantités et un spectre de métaux très variés, pouvant être réutilisés au sein de nouvelles batteries ou dans d'autres applications de la transition énergétique

Stock de métaux issus des batteries de véhicules électriques en Europe (BEV&PHEV), sur la base des ventes de véhicules (2015 – 2024e)



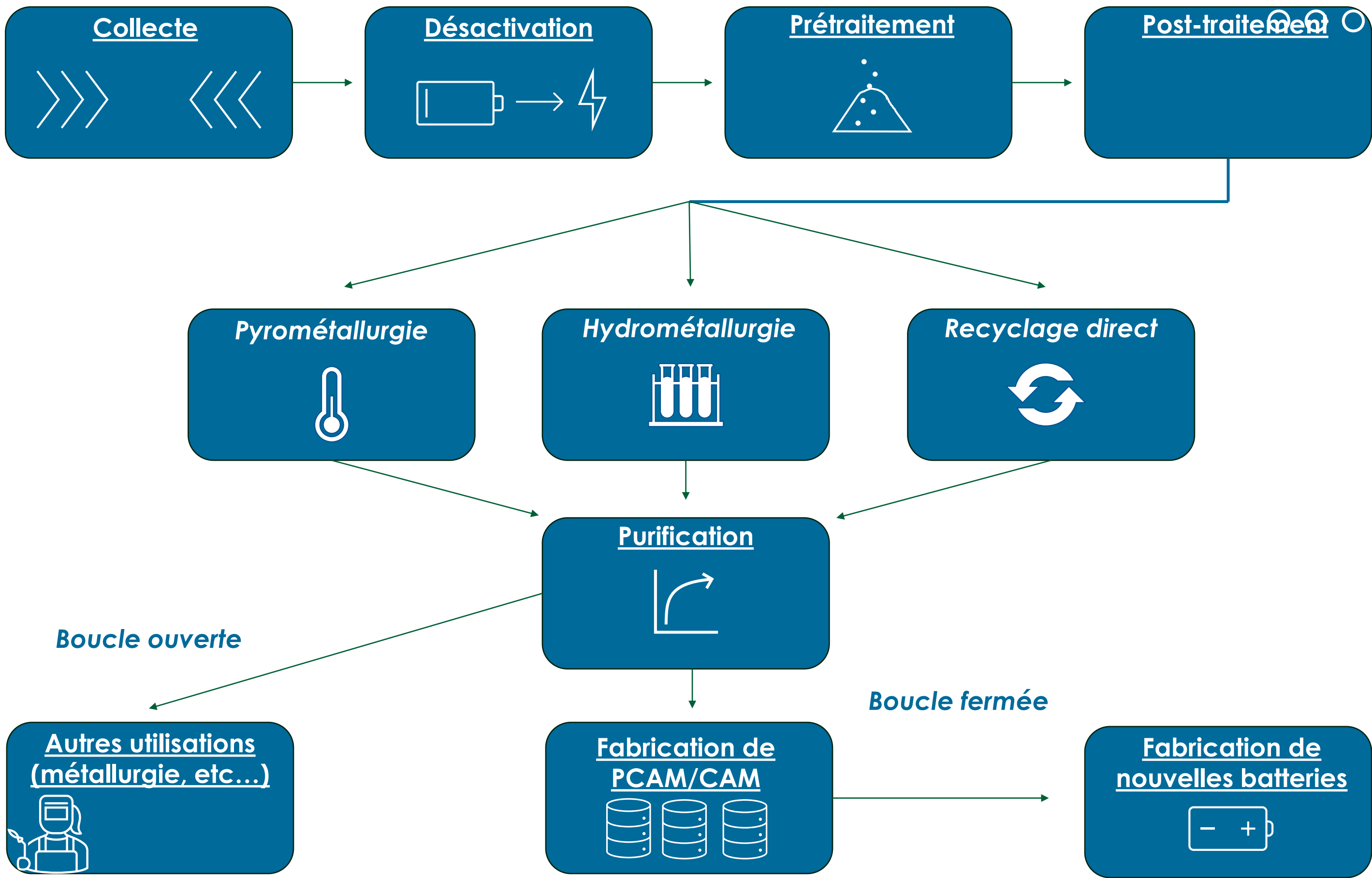
Les éléments de valeur des batteries se situent dans la cathode, dont la composition peut différer. Les métaux à forte valeur ajoutée sont le nickel, le cobalt et le lithium.

Valeur moyenne des métaux des batteries de véhicules électriques en 2020, par chimie



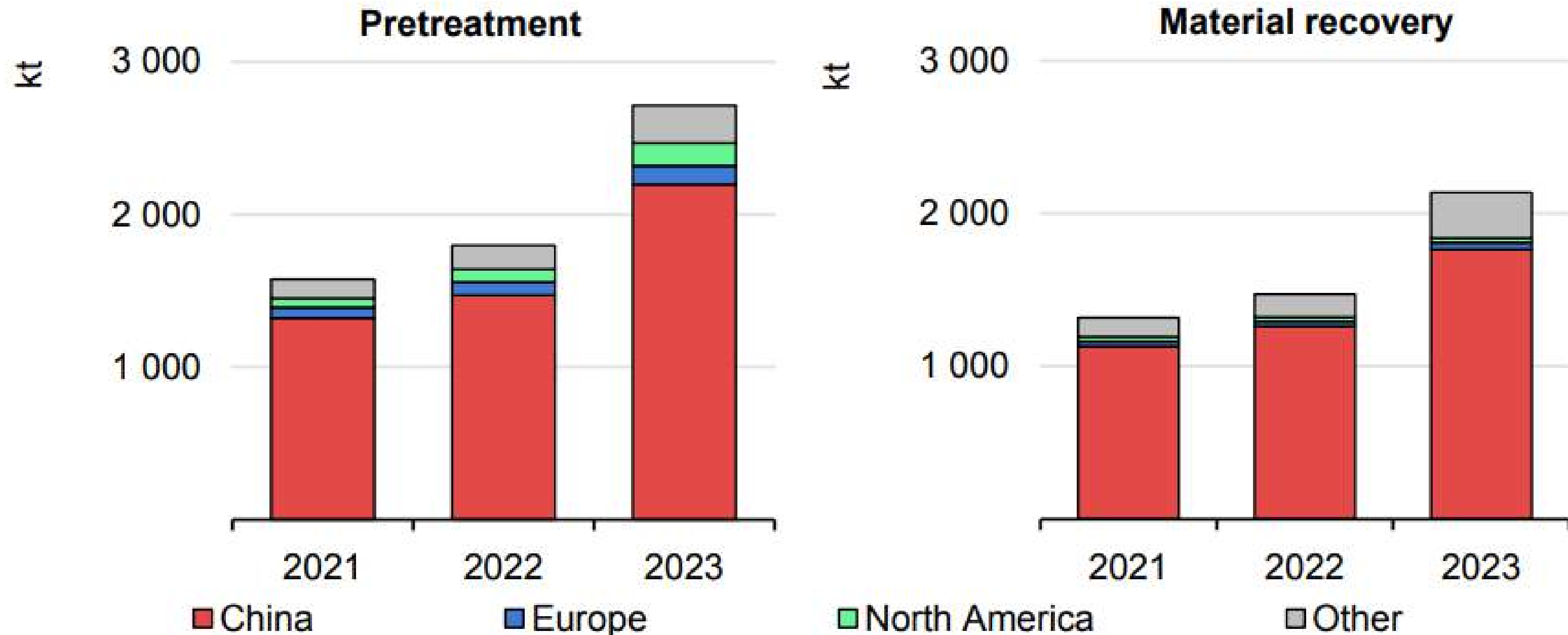
• Estimated share in retired battery market in 2025 (right axis)

Le recyclage des batteries lithium-ion est un processus comprenant de nombreuses étapes



Les sites de recyclage se développent en Europe et en Amérique du Nord, mais les capacités restent très inférieures à celles de l'Asie

Figure 2.5 Historical battery recycling capacity for pretreatment and material recovery



IEA. CC BY 4.0.

Note: Capacity in kilotonnes of cell-equivalent mass of total recyclable material.
Source: IEA analysis based on Circular Energy Storage.

Quels enjeux pour un recyclage des batteries plus performant en Europe ?

Aspects réglementaires

CRM Act : traduction en actes

Règlement Batterie : absence d'obligation de matériaux recyclés en Europe

Flou juridique autour du commerce transfrontalier de black mass -> protéger la production européenne contre la concurrence et la mainmise des recycleurs asiatiques

Mieux encadrer le stockage et l'utilisation des déchets de batteries

Business model du recyclage

Création d'une chaîne de valeur complète pour assurer des intrants et des débouchés

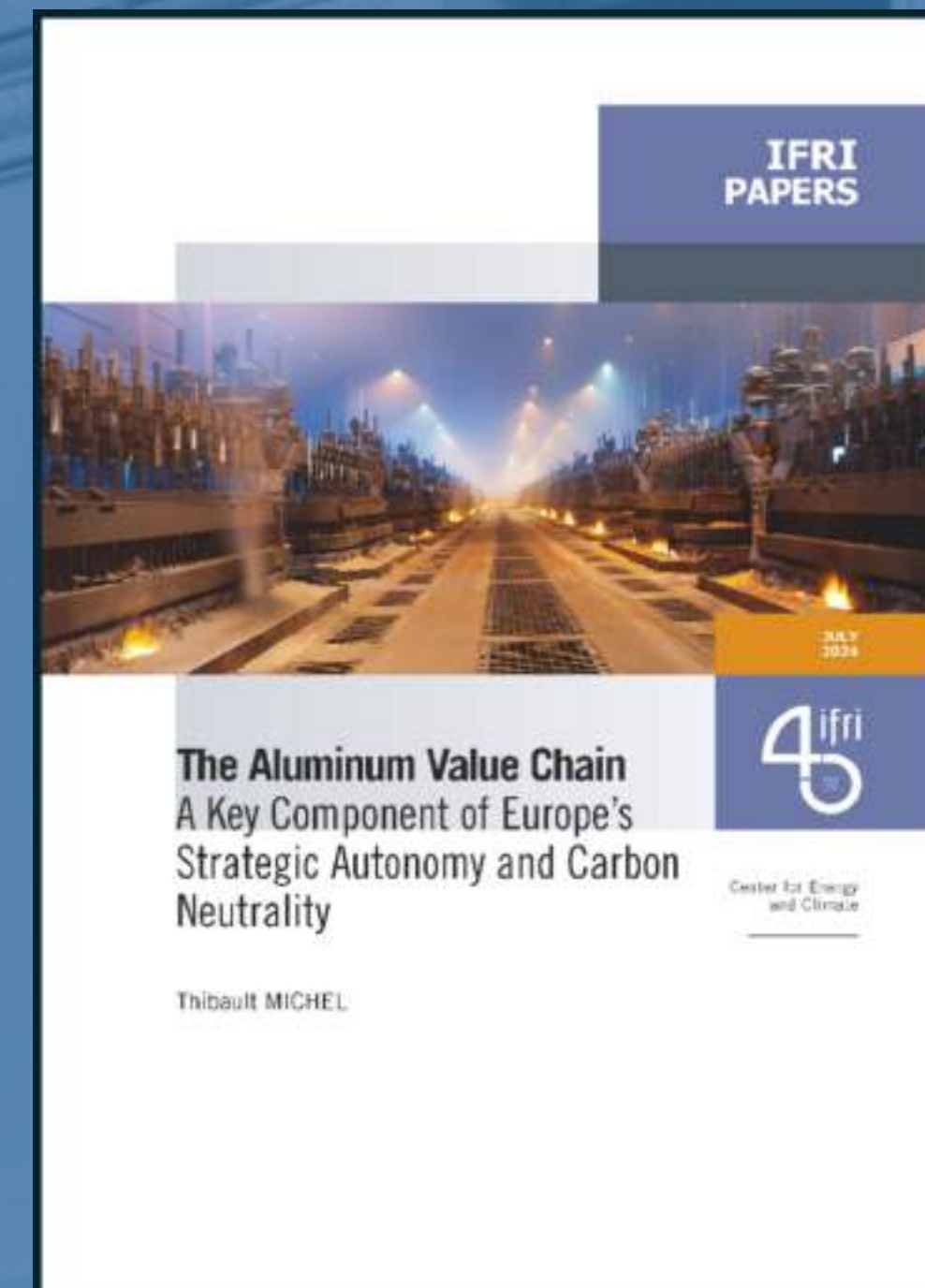
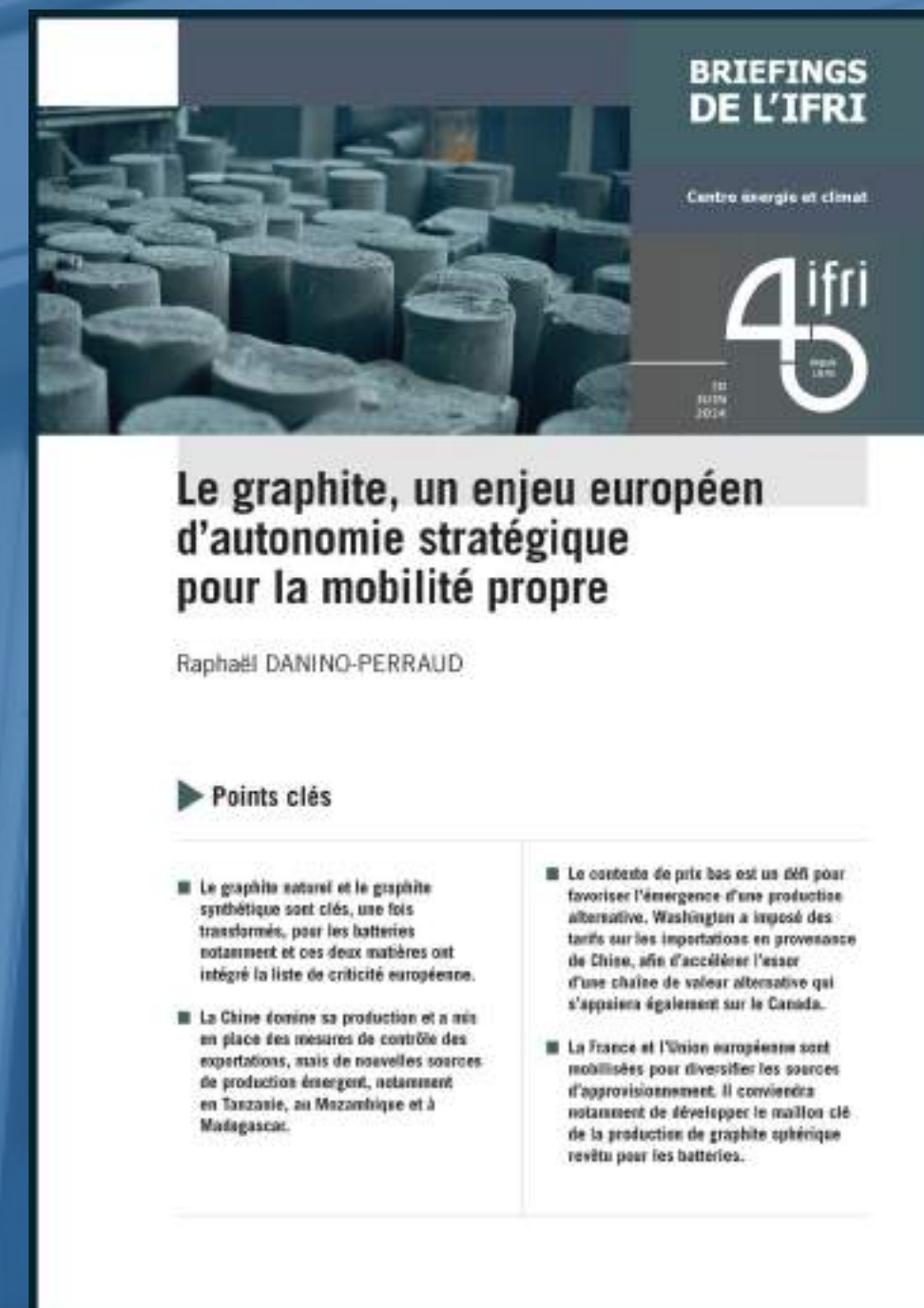
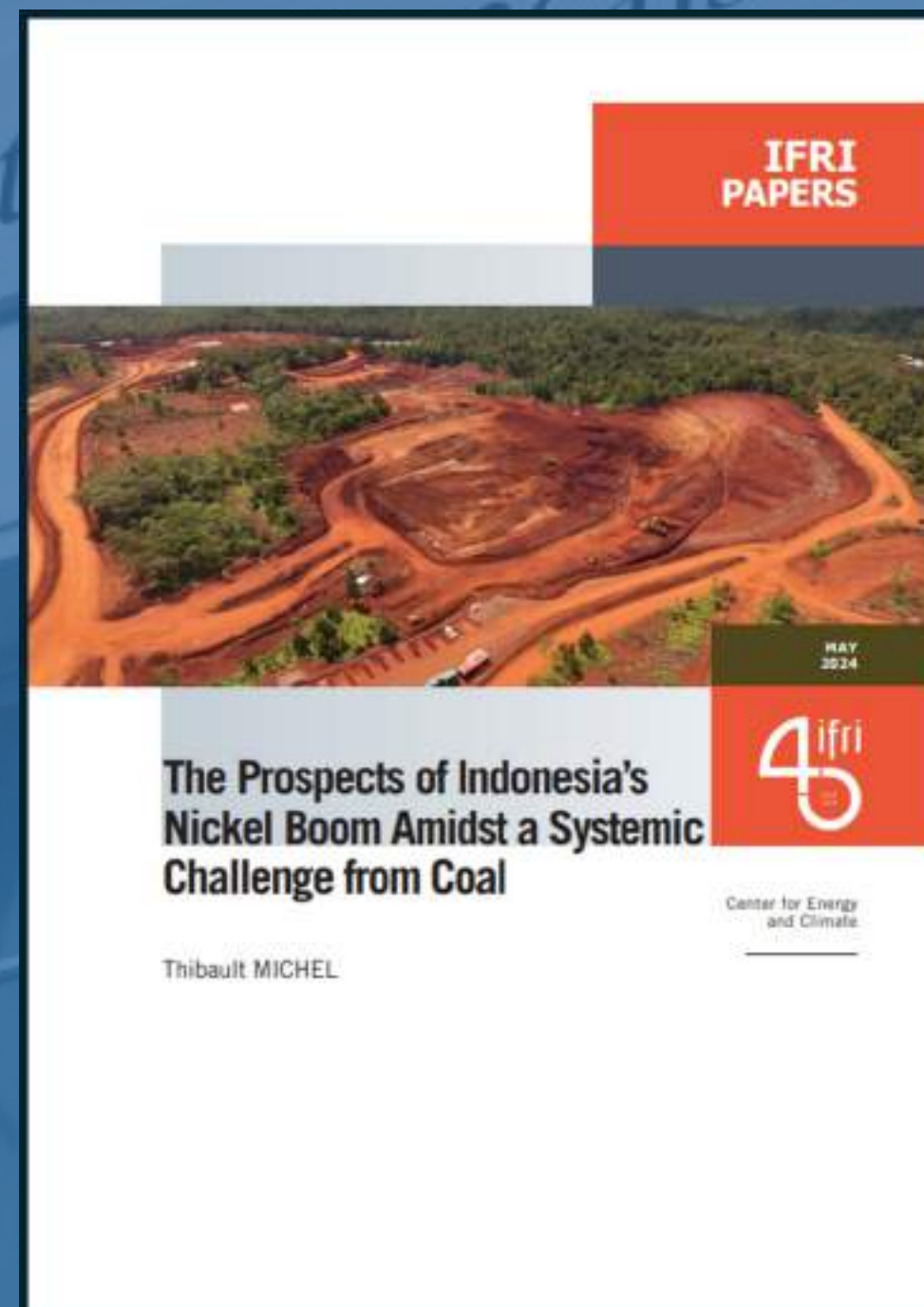
Quel modèle de recyclage pour les cathodes de batteries LFP et les autres matériaux (anode, électrolyte, etc...) ?

Assurer un équilibre entre prétraitement et post-traitement

Merci pour votre attention ! Les travaux du Centre Energie et Climat de l'Ifri sont disponibles en intégralité 
<https://www.ifri.org/fr/publications>

Nous organisons un webinaire autour de l'économie circulaire des métaux critiques et des questions de compétitivité UE/US/Chine le 3 décembre (inscription : envoyer votre demande par mail à bor@ifri.org)

Notre dernière publication, autour du recyclage des batteries, est publiée aujourd'hui (28 novembre) et disponible en intégralité sur notre site.



Merci pour votre attention !

Métaux critiques : Moteurs de la transition énergétique et défis à surmonter

28 novembre 2024

Ahcene Bensedira, a.bensedira@atee.fr

Avec le soutien de

