

Reverse Metallurgy

*Allier économie circulaire et relance de la Wallonie ?
Défis de la transition dans le secteur métallurgique*

20 mai 2025
Collège Belgique
Académie Royale de Belgique
Grand Liège

Reverse Metallurgy

Contexte

- **Désindustrialisation**
- **Préservation des ressources et réduction CO2**
- **Matières premières stratégiques**
- **Evolutions technologiques (numérique, énergie,...)**

Opportunités

- **Economie circulaire**
 - Création de valeur et compétitivité
- **Forte base industrielle wallonne**
 - Expertise métallurgique industrielle et scientifique
- **Des acteurs leaders**
- **Réindustrialisation**



The Critical Raw Material Act

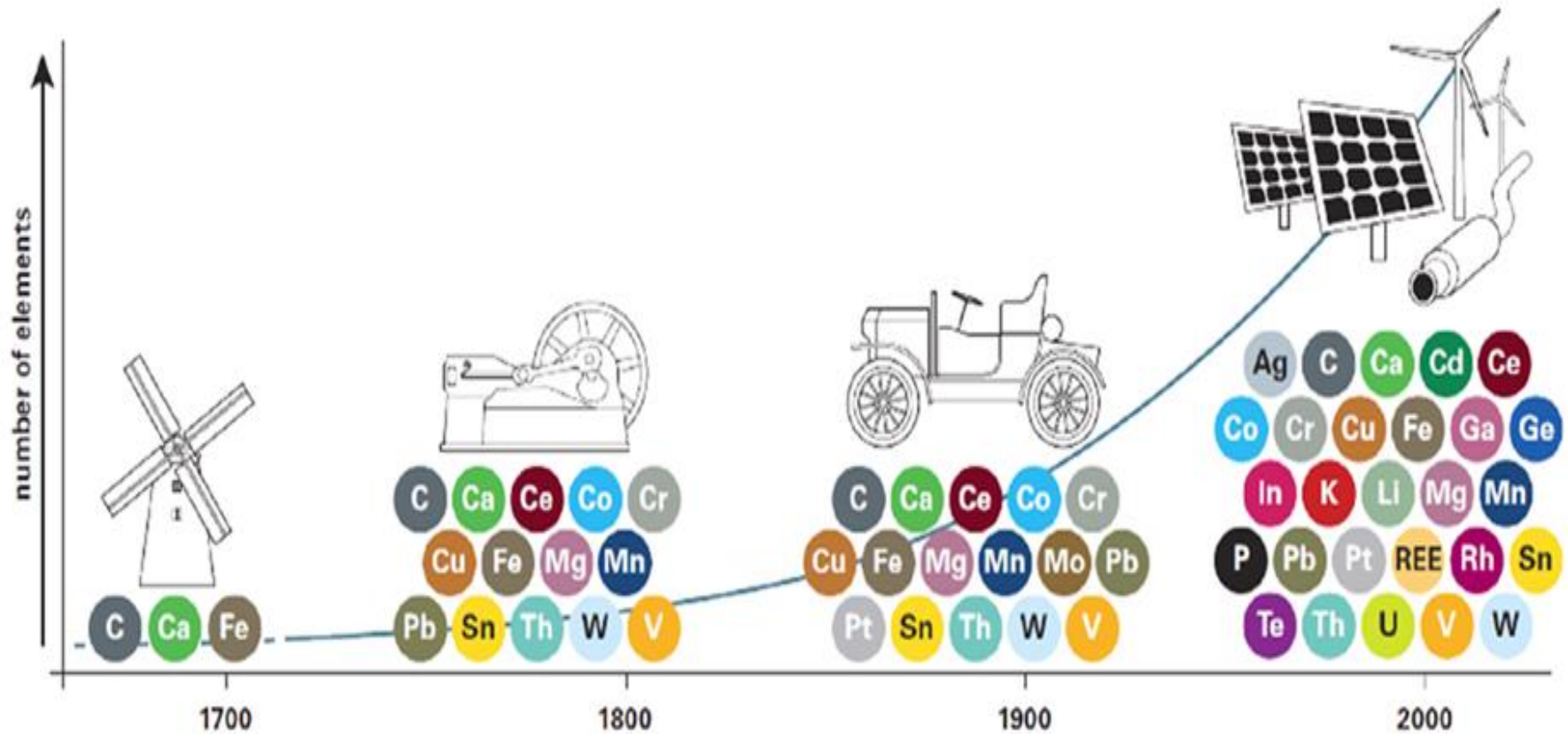
Mars 23

Classe Technologie et Société 9 novembre 2024

Fifth list 2023 of critical raw materials for the EU

Aluminium-bauxite	Charbon à coke	Lithium	Scandium
Antimoine	Feldspath	Magnésium	Silicium métal
Arsenic	Fluorine	Manganèse	Strontium
Barytine	Gallium	Graphite naturel	Tantale
Béryllium	Germanium	Niobium	Titane métal
Bismuth	Hafnium	Eléments du groupe du platine	Tungstène
Bore-borate	Helium	Nickel	Vanadium
Cobalt	Terres rares lourdes	Phosphate	
Cuivre	Terres rares légères	Phosphore	

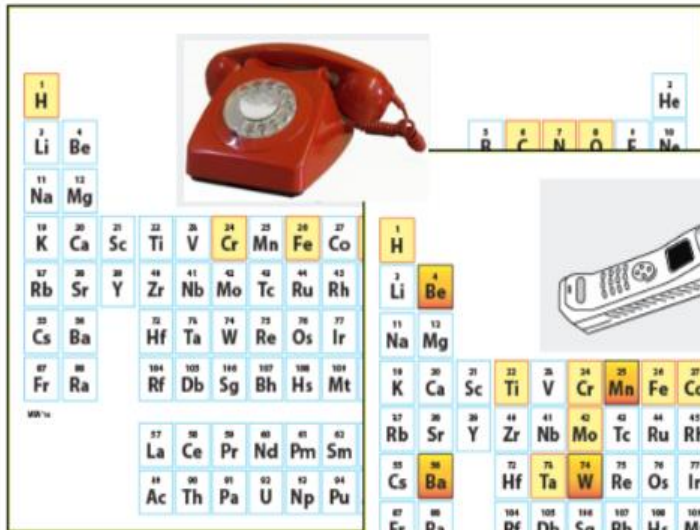
Reverse Metallurgy



Métaux et Evolutions Technologiques

Impact of the technology

1956



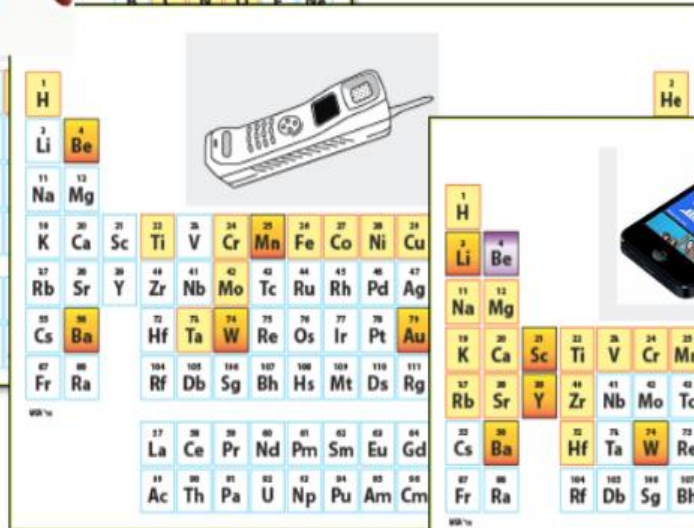
12 elements

0 critical

2×10^7 per year

Life: 15 years

1986



29 elements

5 critical

10^7 per year

Life: 5 years

2016



60 elements

20 critical

$> 10^9$ per year

Life: 18 months

More critical and
toxic materials

2020 and beyond



$> 5 \times 10^{10}$ per year

Life: ? (short)

Les métaux sont partout

 Included in report's base case
  No information on intensities, not quantified in report
  Included in report's sensitivity analysis

		Renewable power						Nuclear	Electricity networks	Battery storage	Electric vehicles	Hydrogen
		Solar	Wind	Bio-energy	CSP	Geo-thermal	Hydro					
Base metals & silicon	Al	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Cu	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Zn	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	●	✓	✓
	Si	✓								●	✓	
Battery raw materials	Li									✓	✓	
	Ni	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
	Co		●	✓	●			●		✓	✓	✓
Rare earth metals	Dy		✓					✓			✓	
	Nd		✓					✓		●	✓	
	Pr		✓							●	✓	

Source : Metal for clean energy : pathways to solving Europe's raw material challenge. L. Gregoir et K. van Acker, KULeuven, 2022

L'Europe : Contexte

Transition énergétique bas carbone (batteries, éoliennes etc.)



Transition digitale (technologies numériques, robots,...)

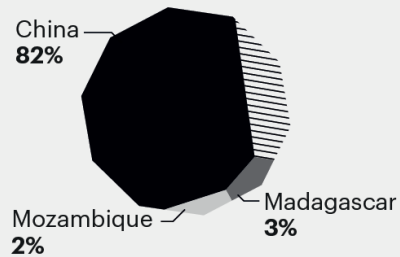


Défense (drones, avions,...)

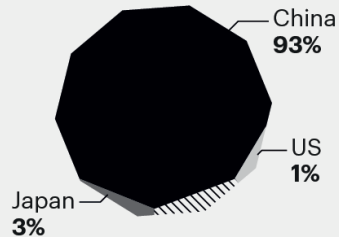
C

Top three producers 2030

Total supply (all grades)

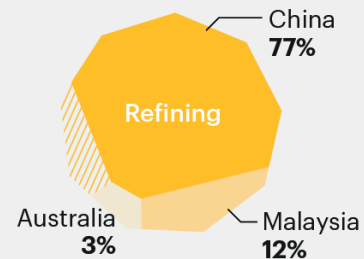
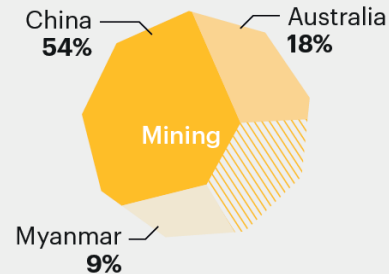


Battery grade supply



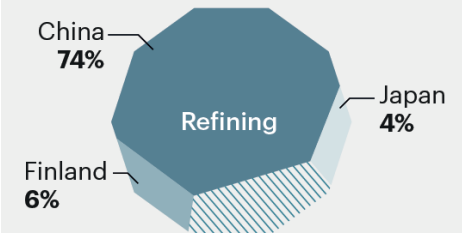
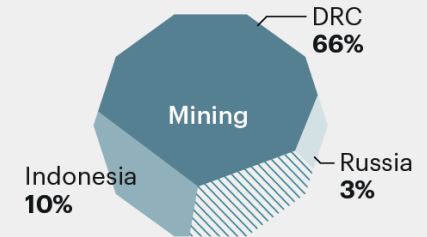
Nd Pr Dy Tb

Top three producers 2030



Co

Top three producers 2030

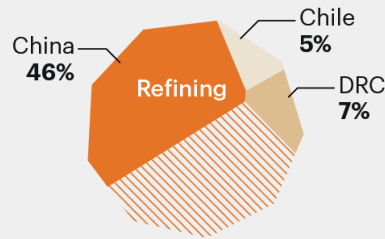
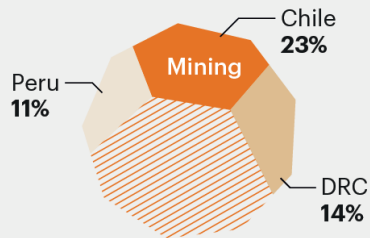


Les métaux sont concentrés géographiquement

Classe Technologie et Société 9 novembre 2024

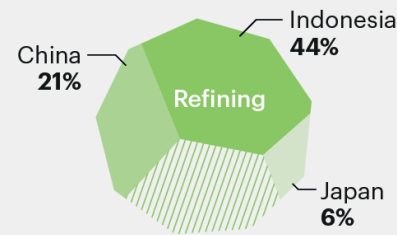
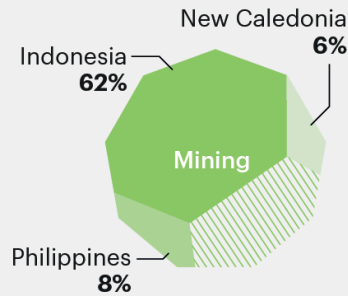
Cu

Top three producers 2030



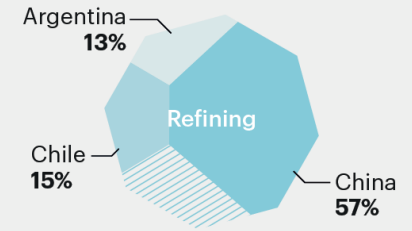
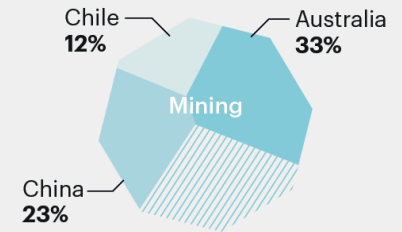
Ni

Top three producers 2030



Li

Top three producers 2030



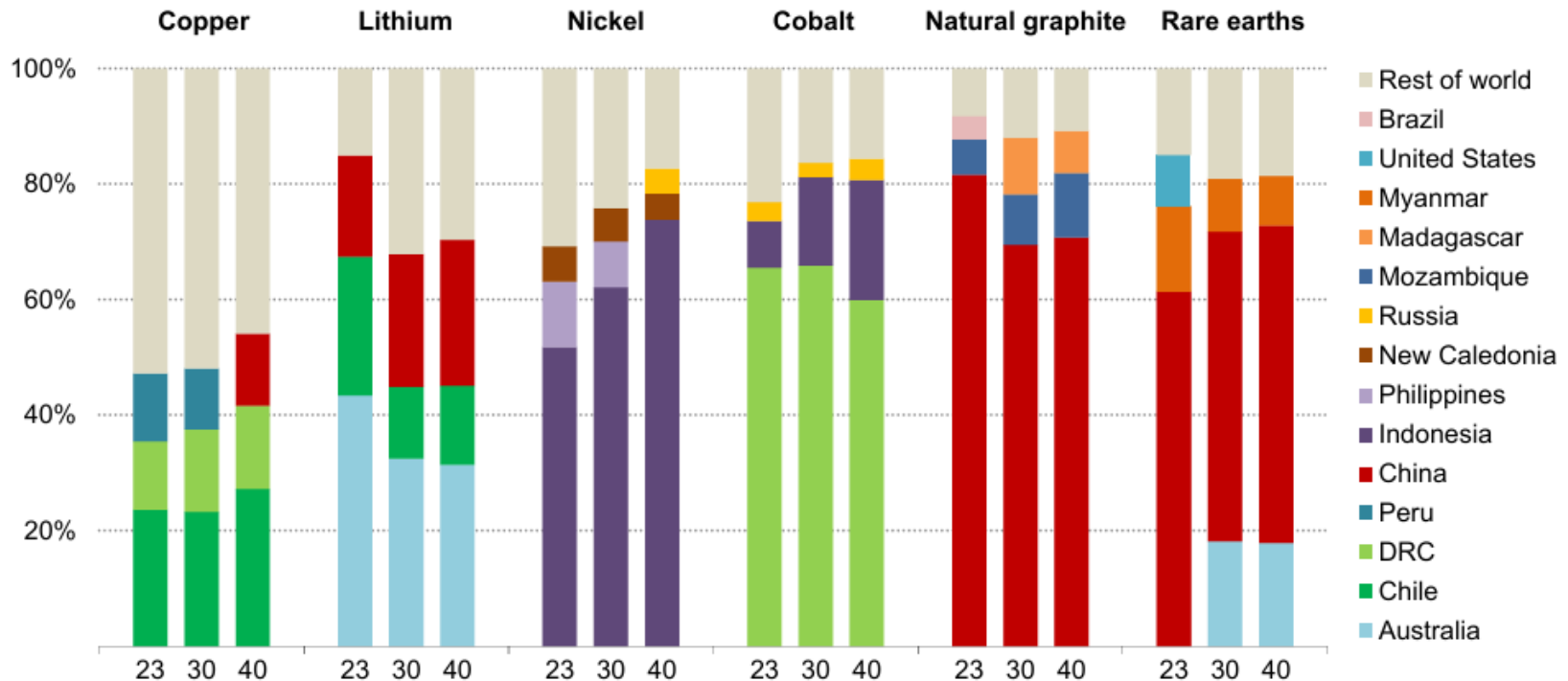
Les métaux sont concentrés géographiquement

Classe Technologie et Société 9 novembre 2024

Chine

Analysis of project pipelines indicates that the geographical concentration of mining operations is set to rise further or remain high over the projection period

Geographical distribution of mined or raw material production for focus minerals in the base case



IEA. CC BY 4.0.

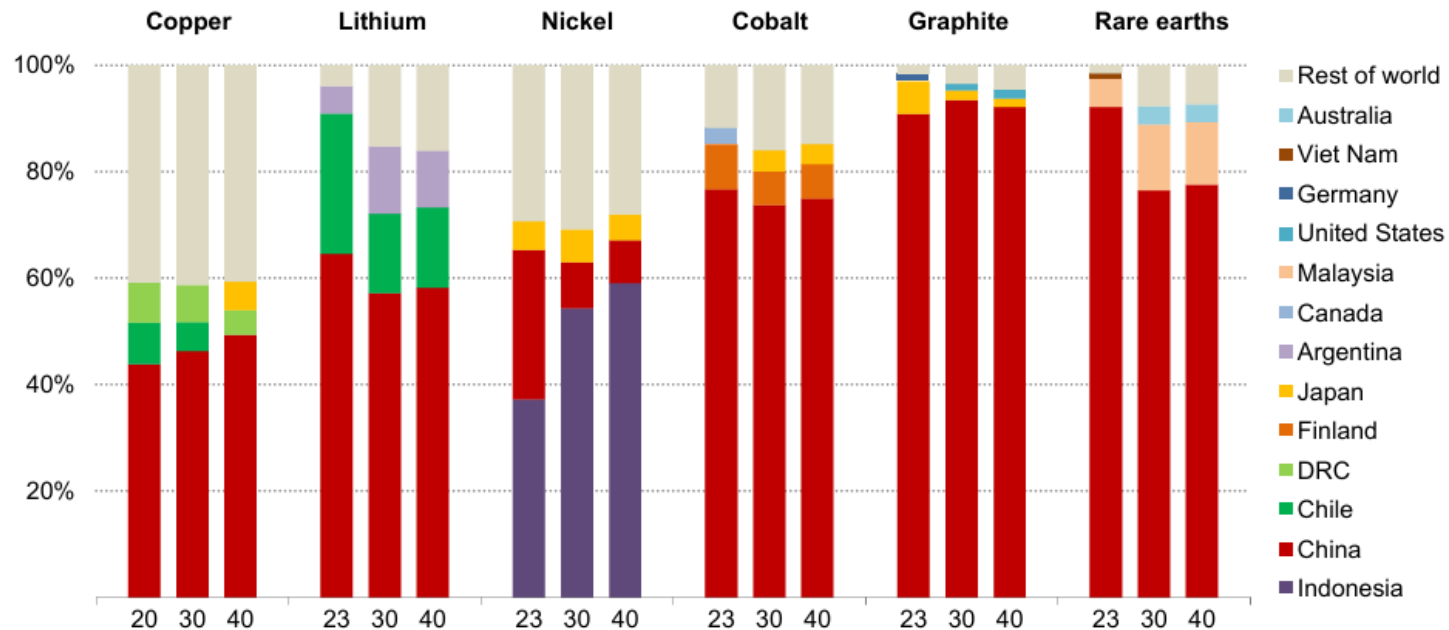
Notes: DRC = Democratic Republic of the Congo. Graphite extraction is for natural flake graphite. The figures for rare earth elements are for magnet rare earth elements only. The figure depicts the value of the top three producing countries in a given year.

Source: International Energy Agency

China

As many refining projects are being developed in today's dominant producers, refined material production is also set to remain highly concentrated in a few countries

Geographical distribution of refined material production for key minerals

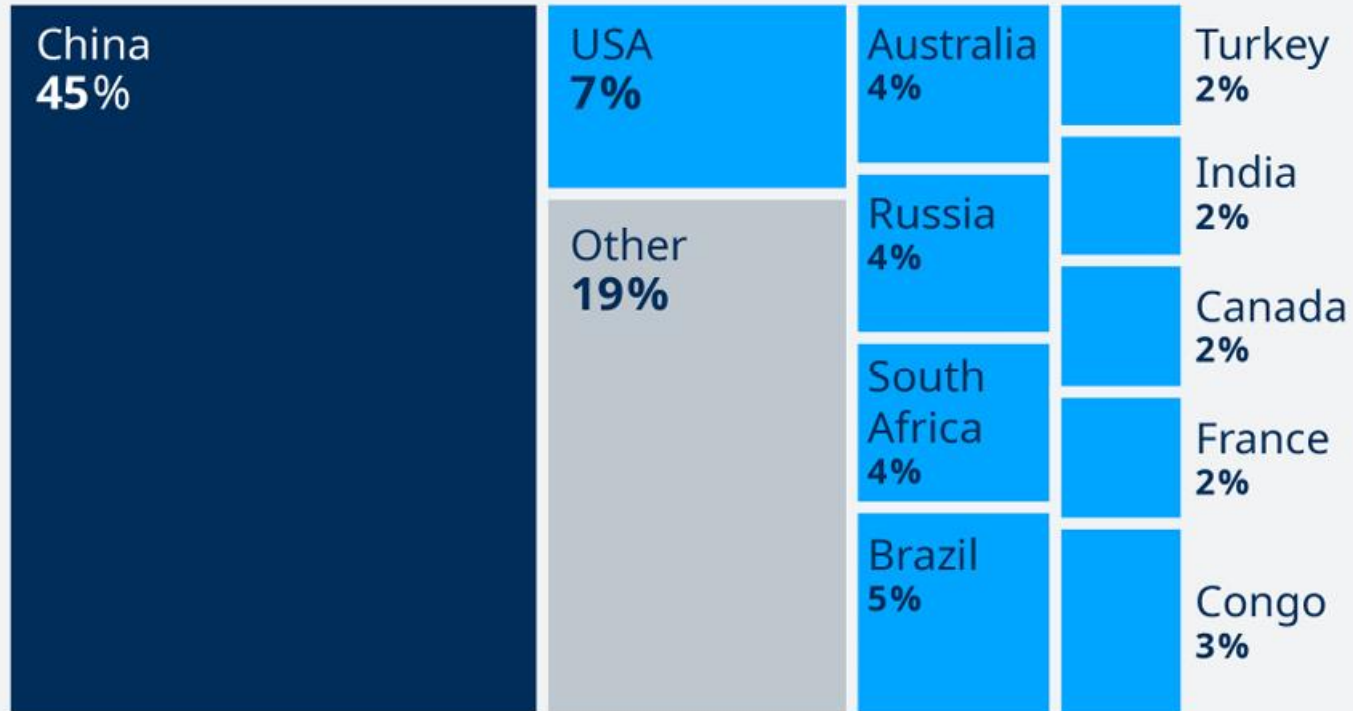


IEA. CC BY 4.0.

Notes: The figures for graphite are based on battery-grade spherical graphite and synthetic graphite supplies. The figures for rare earth elements are for magnet rare earth elements only. The figure depicts the value of the top three producing countries in a given year.

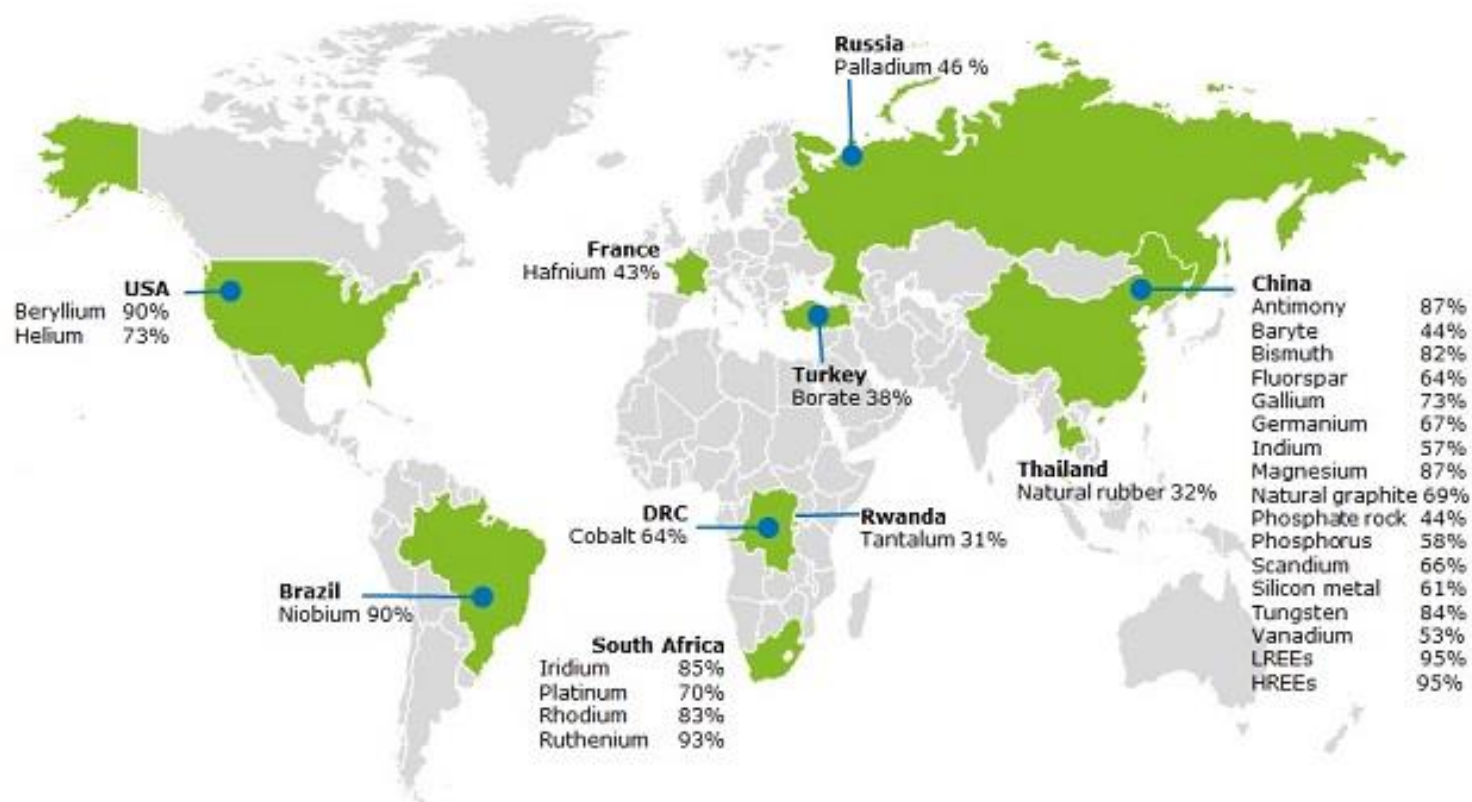
Source: International Energy Agency

China dominates the critical raw materials market



Suppliers' market share of critical raw materials

DISTRIBUTION DES RESSOURCES



Rio Tinto et le Lithium

- 01-2022 : fin des permis d'exploitation
 - Longue histoire d'atteintes environnementales
- 06 – 2024 : relance du projet minier
 - Nouvelles garanties apportées



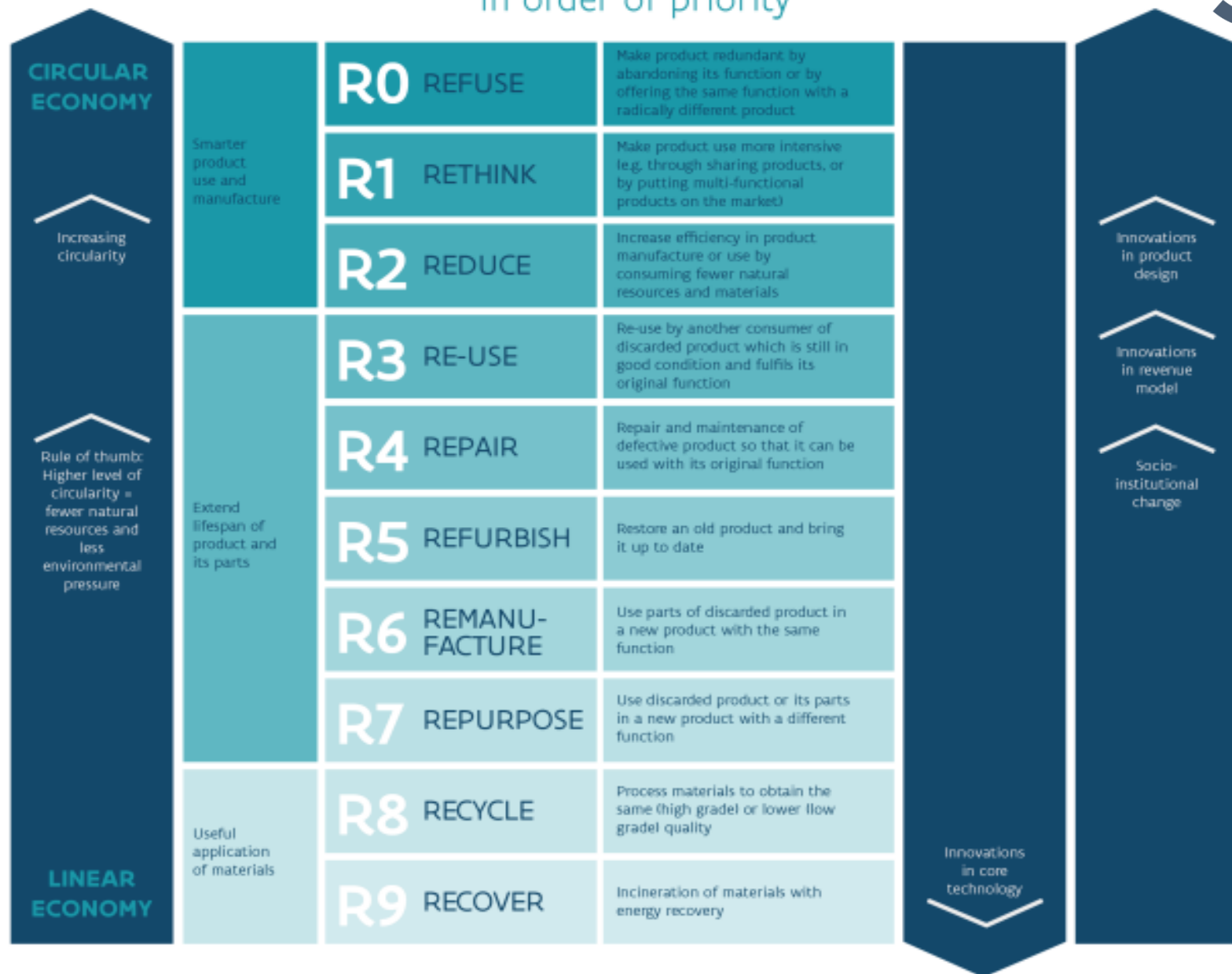
Rio Tinto promet notamment aux populations locales de « *respecter tous les standards européens* » et d'« *empêcher les infiltrations* » d'eaux polluées dans le sol tandis que « *l'eau de pluie qui aura été en contact avec le déchet sera collectée et traitée* » (Le Monde 17-06-2024)

Partenariats stratégiques bilatéraux UE

- Premier partenariat en 2021 dans le cadre de l'accord économique et commercial entre l'UE et la Canada
- 2021 : Ukraine
- Novembre 2022 : Kazakhstan et Namibie
- Juillet 2024 : partenariat stratégique avec la Serbie

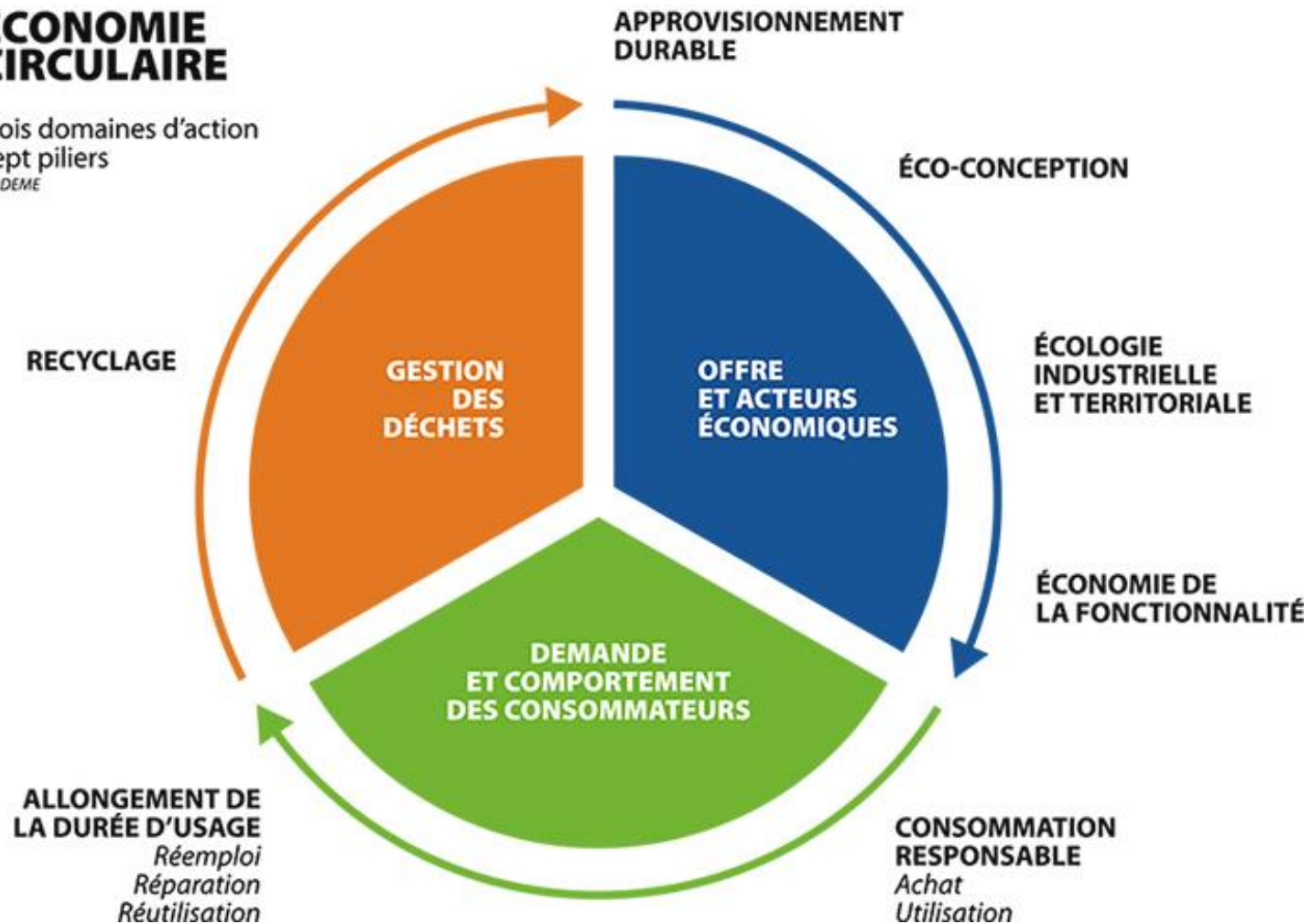


Circularity strategies within the production chain in order of priority



ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Trois domaines d'action
Sept piliers
© ADEME



L'économie circulaire peut se définir comme un système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien être des individus.

Resource Inefficiency & Unsustainability

GEORESOURCES

MINING



... Origin



Life
months

WASTE

LANDFILLING



End of Life ...

*Products and materials are just functionally optimized
for the duration of their (extremely short) lifetime*

Economie Circulaire



➤ **Au niveau européen:**

- Green Deal
- CRMA
 - + EIT RawMaterials, ERMA, EBA, Horizon Europe,...

European Critical Raw Materials Act

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 **15%** 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

Economie Circulaire



➤ **Au niveau wallon :**

- Stratégie Régionale de Spécialisation Intelligente
- DPR
- Circular Wallonia

Economie Circulaire

Stratégie de Spécialisation Intelligente

Domaines d'Innovation Stratégique



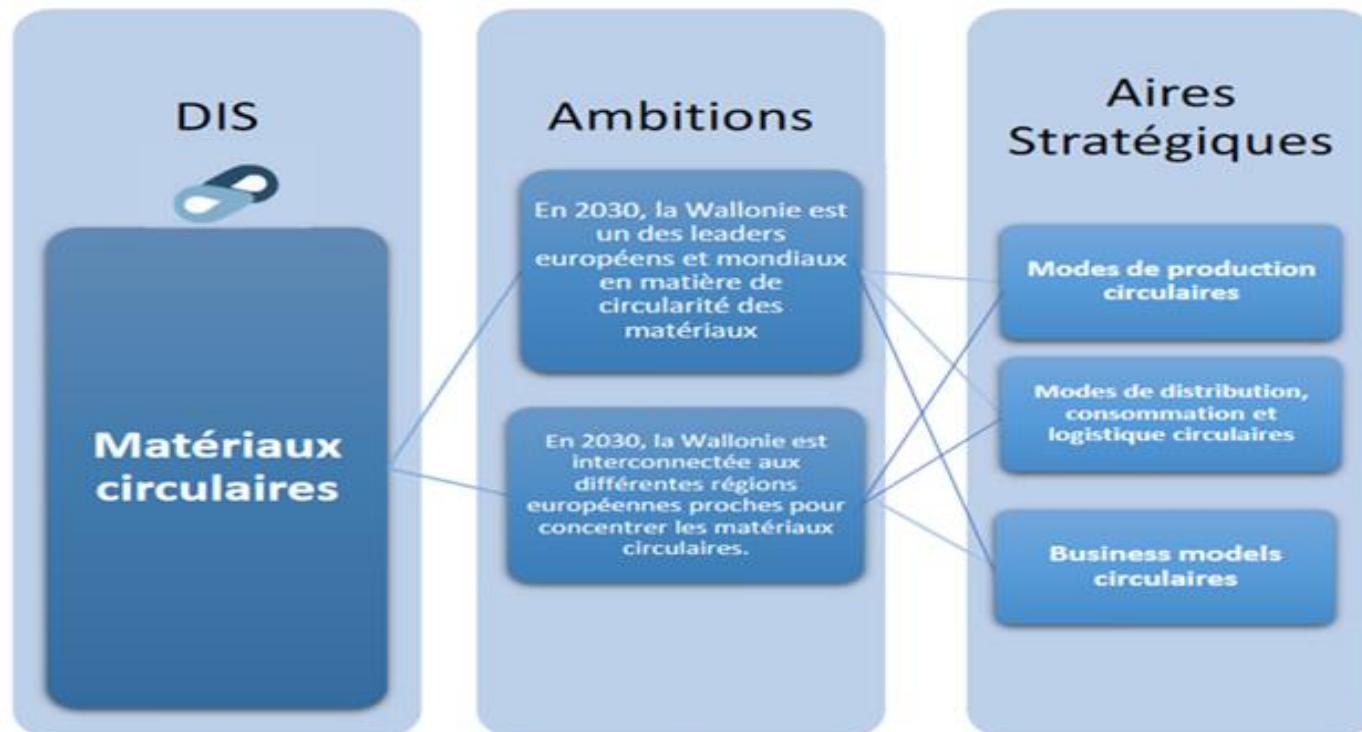
Stratégie de spécialisation intelligente de la Wallonie

Matériaux circulaires



FEUILLE DE ROUTE DU DIS « MATERIAUX CIRCULAIRES »

1. Schéma récapitulatif





REVERSE METALLURGY

Objectifs

Le projet « Reverse Metallurgy » a pour objectif de créer, en Wallonie, une **plateforme d'excellence** industrielle, technologique et scientifique dans le domaine du **recyclage des métaux, créatrice de valeur ajoutée et d'emplois et reconnue au niveau international**.

Potentiel

La création et le développement de **nouvelles activités économiques** dans le domaine du **traitement et de la valorisation des métaux** issus de l'économie circulaire, le développement de **technologies** associées et la **consolidation de la compétitivité des entreprises utilisatrices de métaux**.

Valorisations

- **Identification et développement de filières complètes de revalorisation des métaux** en Région Wallonne par la maîtrise de l'ensemble du cycle production (tri – transformation – débouchés finaux).
- Développement de nos avantages compétitifs par la **maîtrise des technologies** et processus clés du recyclage des métaux en vue de permettre également le **développement économique des activités associées** (engineering, fabrication d'équipements, maintenance)
- Développement **d'approches nouvelles d'amélioration de la compétitivité** des sociétés utilisant des métaux.
- Création et développement de **spin-offs et start-ups**

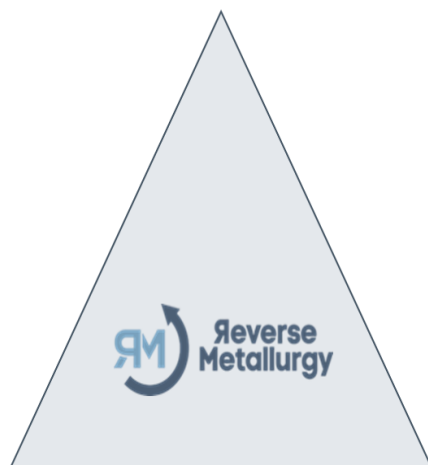
Partenaires

- Comet Traitements, Hydrométal, Revatech
(*recyclage et valorisation déchets*)
- Silox, Marichal Ketin, Magotteaux, Aperam, Diarotech,...
(*utilisateurs de métaux*)
- Cylix, Peps Engineering
(*Engineering*)
- Carmeuse (*co-produits*), Equans (*Energie*)
- ULiège, CRM, CTP, Sirris, Materia Nova
(*acteurs scientifiques*)
- Wallonie Entreprendre, Mécatech, GRE, DGO6
(*acteurs publics*)

Un partenariat en expansion couvrant l'ensemble de la chaîne des valeurs de l'économie circulaire des métaux et l'ensemble des niveaux de TRL

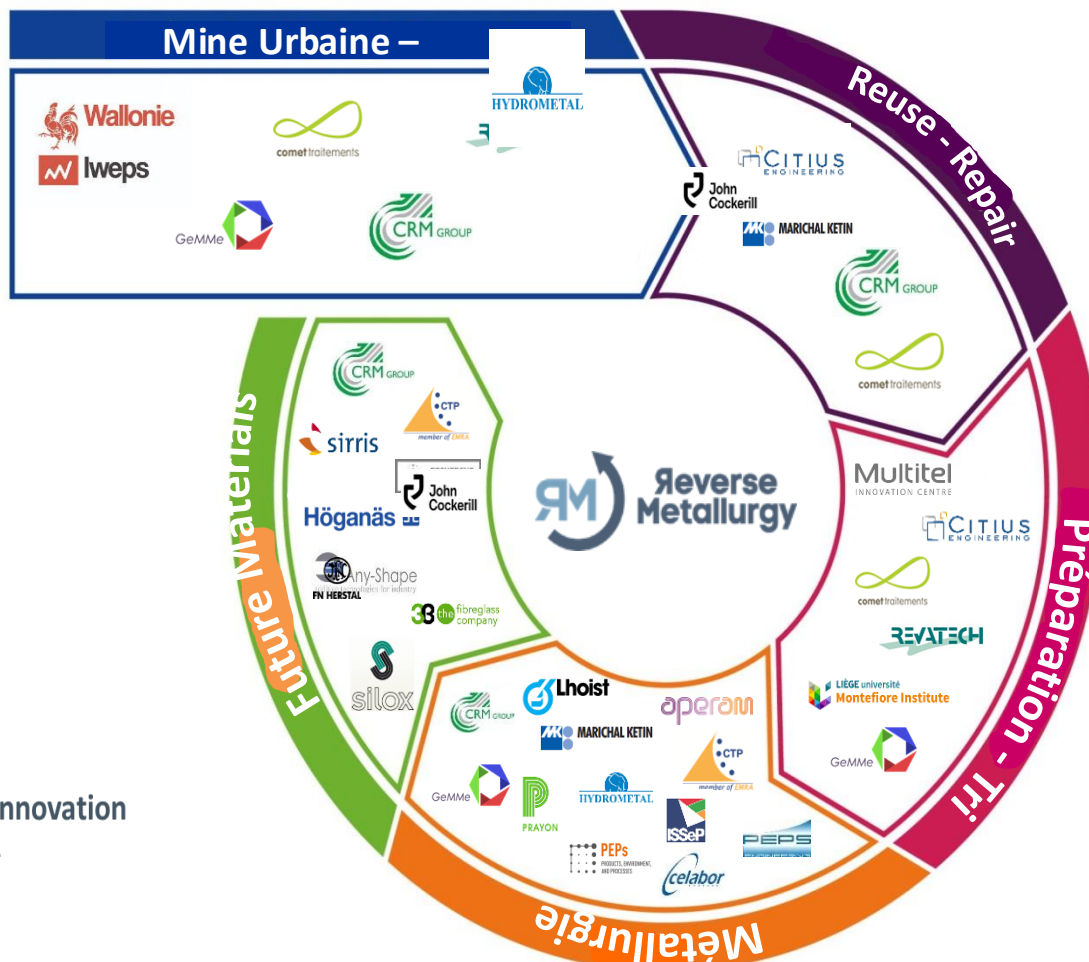


Industrie et Business
14 Privés - Industriels



Education et Recherche
4 groupes de recherche universitaires

Recherche et Innovation
5 CRA



Comment?

- L'accent est mis sur le développement et l'**up-scaling** de **projets industriels concrets** (innovation et breakthrough) sur base des **stratégies spécifiques des industriels** en **fédérant les acteurs partenaires** (entreprises et acteurs scientifiques).

Résultats concrets Implantations industrielles

Développement et Consolidation de la **Base
Technologique**

PROGRAMMATION REVERSE METALLURGY 2015 –
2022 : BILAN

Reverse Metallurgy



Reverse Metallurgy srl



Gouvernance, reporting, études de marché, veille stratégique et technologique, propriété intellectuelle

Plateforme d'innovation technologique

(Centre for Resource Efficiency and Sustainability)

- Portefeuille R&D et équipements de laboratoire/pilote
- Support technique et conseils
- Éducation
- Développement international (KIC, Vanguard,)

Axes de développement



Axe 1

Smart Sorting



Axe 2

Hydrometallurgy



Axe 3

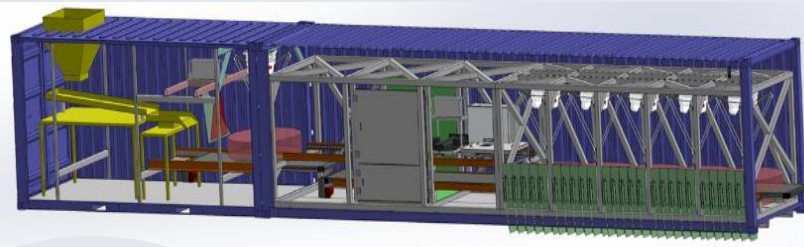
Plasma



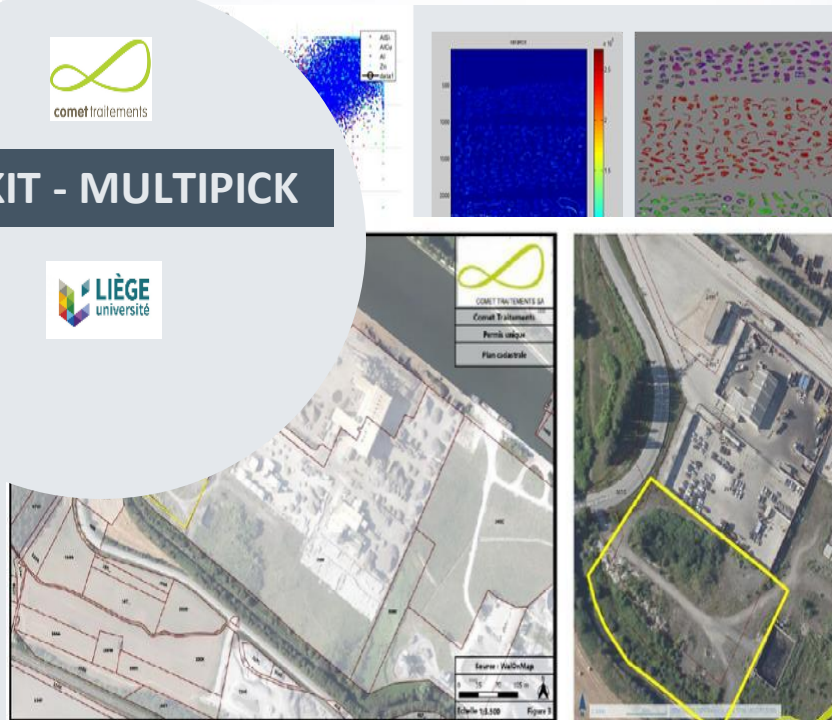
Axe 4

Pyrometallurgy

Reverse Metallurgy

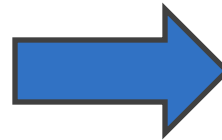


PICKIT - MULTIPICK



Smart Sorting of Metals / Alloys

- Comet Traitements, Cylix, Uliège
- Identification of the elemental composition of up to **20 pieces/s (spectral, 3D, Libs,...)**
- 1 m wide belt moving at **1m/s**,
- Pick and place of **2 pieces/s per robot in up to 14 class, 5 to 6 t/h on 20 to 100 mm Zorba scraps** for the prototype including **5 delta robots**.



PICKIT Lab and Pilot Scale : Mobile prototype for single pass-multiclass robotic sorting of scraps

**PICKIT Industrial scale :
Processing capacity of 20,000
t/year of Zorba, operational
2024**



PickIt-Multipick

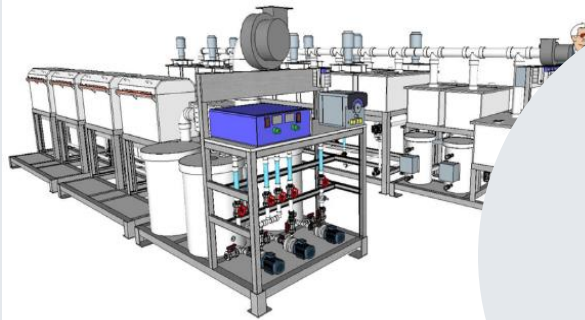
PickIt-Multipick Matvision



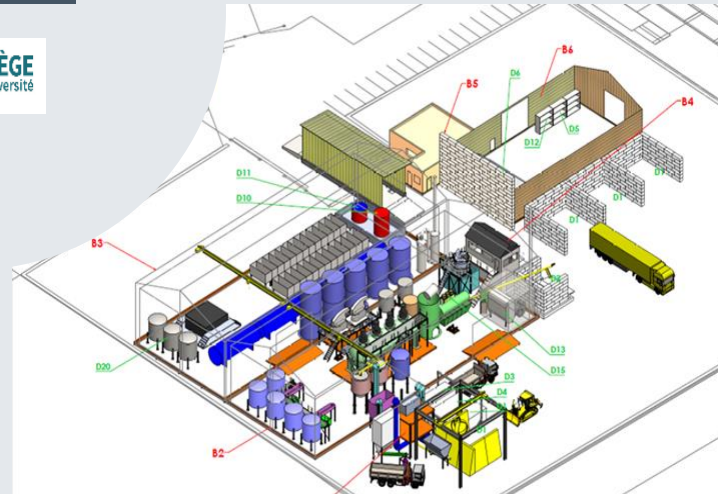
© @ULiège

L'Université de Liège (ULiège) annonce la création de la société spin-off MATVISION, issue de plus de dix ans de R&D et d'innovations au sein du laboratoire GeMMe de l'ULiège, développement mené en collaboration avec les partenaires industriels Groupe COMET (Mons) et Cylix (Liège)

Reverse Metallurgy

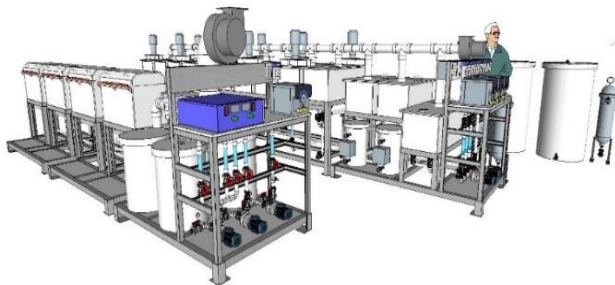
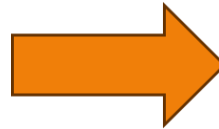


BIOLIX



Extractive Metallurgy of Copper (2014 - 2024)

- Comet Traitements, Cylix, Uliège
- Recovering copper by dissolution of complex copper-bearing phases
- Cu cathodes production from ELV and WEEE shredder dusts



BIOLIX Lab and Pilot Scale : Leaching, solid/liquid separation solvent extraction and electrolysis to obtain a 99,98% Cu cathode

BIOLIX Industrial scale : Target production of 1500 t/year of copper cathodes, operational 2024

Biolix



Premières cathodes de Cuivre (février 2024)

Extractive Metallurgy of REE (2014 - 2019)



Pilot scale unit for the production of Rare Earth Oxides from EoL Permanent Magnets

ADVANTAGES OF THE THERMO-MECHANICAL PROCESS

- High **recoveries**
- **Low** operating time (2 hours)
- Fine grinding avoided
- Independent of rotor design
- Independent of the magnet composition

ADVANTAGES OF THE HYDROMETALLURGICAL PROCESS

- High **recoveries** : 95.5% Nd and 94.4% Dy
- Good **selectivity** - **Low** OPEX
- No liquid effluent in normal operations
- **Valorisation** of a Fe-Co by-product (no solid residue)
- **Simple** and **flexible** technology

Reverse Metallurgy



Unité prototype de CONCENTRATION GERMANIUM
construit en 2019 sur le site d'Hydrométal

Reverse Metallurgy



Prototype permettant à Hydrométal de valider la faisabilité du fuming de métaux à hautes valeurs ajoutées, outil unique pour le développement de nouvelles filières « Zero Waste »



Reverse Metallurgy Plasma

- <https://we.tl/t-7YIGXgWa51>

Reverse Metallurgy Plasma



Reverse Metallurgy Plasma



Compétitivité entreprises utilisatrices de métaux



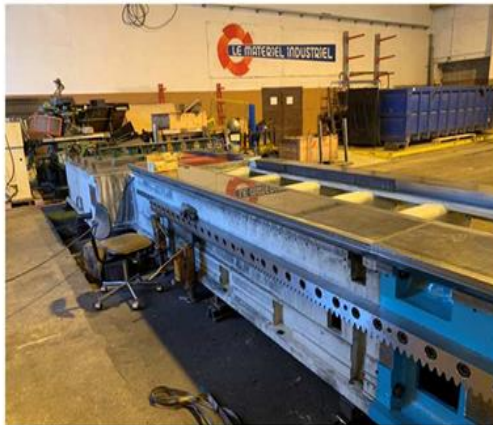
Investissement de 600 k€, Réduction de la dépendance en éléments critiques (Nb, W...), démonstration de la viabilité de circuits courts et situation win-win (ateliers/fonderies) en Wallonie

Compétitivité entreprises utilisatrices de métaux

RMV

Evolution des Flux dans le cadre de la Reverse

Revamping/modernisation d'un tour de dégrossissage existant (Herkules 750) pour augmenter la part de tournures valorisables dans le cadre du projet REVERSE METALLURGY - AXE 4



Réutilisation/Rachat de cylindres usagés pour recyclage :

Difficultés : Accès aux flux - contrôlés par grands groupes / lots complets
 Barrières administratives pour transport intra-EU
 Coûts de transport et de processing interne

Compétitivité entreprises utilisatrices de métaux MK

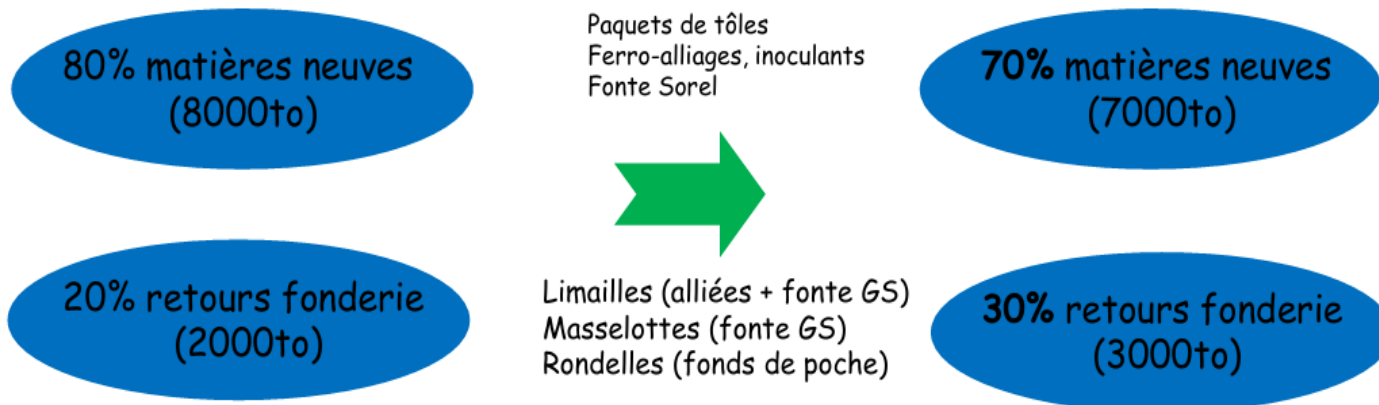


Evolution des Flux dans le cadre de la Reverse

2014

Input pour 7500 to de cylindres finis

2024



7500 to de cylindres
900 to de boues de rectification (Non Valorisés)
700 to de tournures alliées ou fonte GS (NV)
500 to de scories (NV)

Output



7500 to de cylindres
400 to de boues de rectification
1200 to de tournures valorisées
500 to de scories

Reverse Metallurgy

**Socle
technologique
transversal**

- Création d'une Coupole Scientifique et Technologique «Reverse Metallurgy» regroupant les compétences, expertises et équipements de laboratoire, pilotes et d'analyses des partenaires (université, centres de recherche avec implication forte des industriels).
 - Large couverture des procédés métallurgiques
 - Forte base historique renforcée par des investissements
 - Niveau international
 - Uliège, CRM, CTP, Sirris, Materia Nova
 - Pilotes Upscaling et Industrialisation.

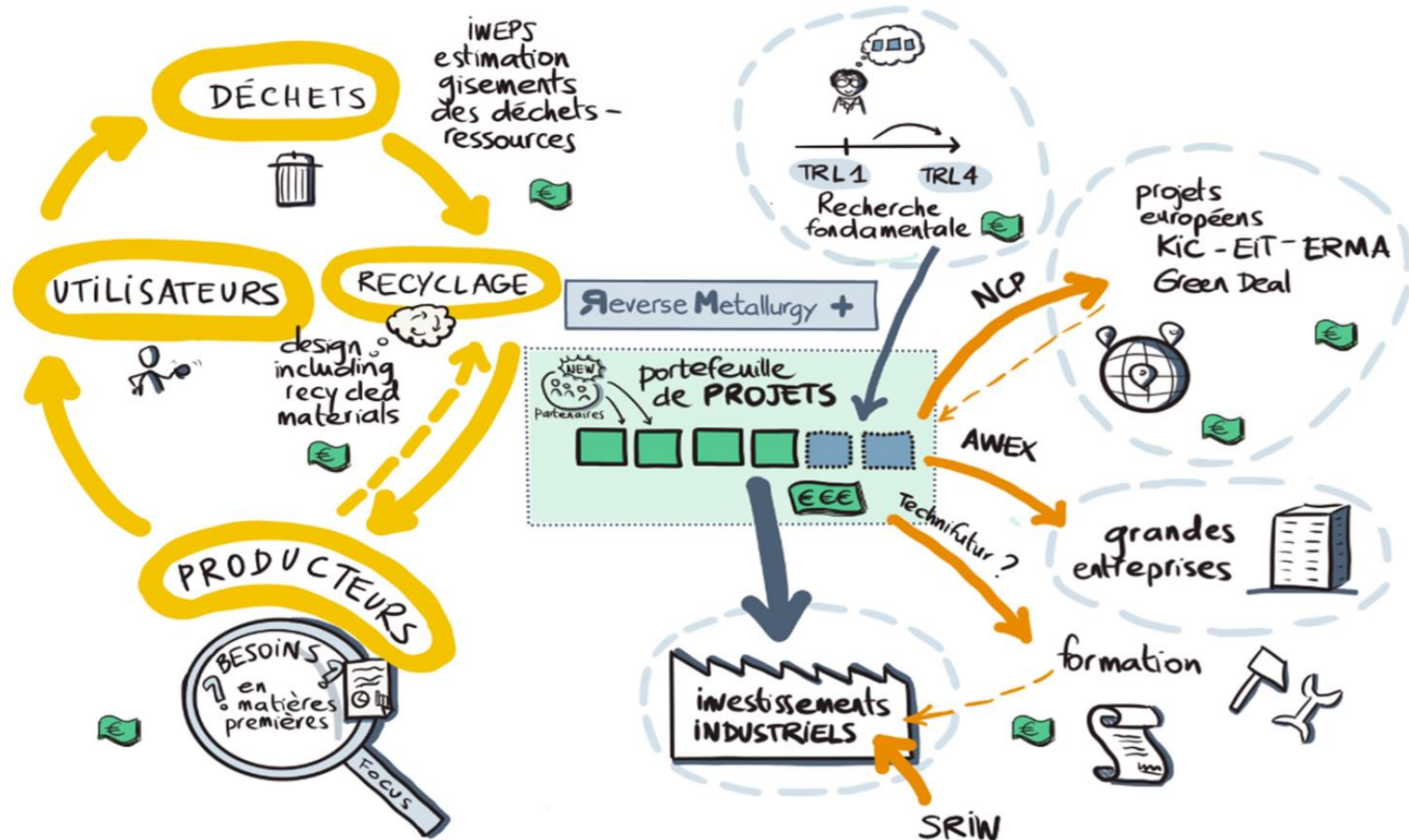
Reverse Metallurgy

Mise en œuvre et implémentation

- Structure de gouvernance du projet
Société REVERSE METALLURGY SC
CA et Comités de Pilotage
Partenaire = Projet
Flexibilité et souplesse
- Budget Total Phase 1 de l'ordre de 90 Mio € (PIT)

Reverse Metallurgy

Reverse Metallurgy dans l'écosystème socio-industriel et socio-économique wallon et européen

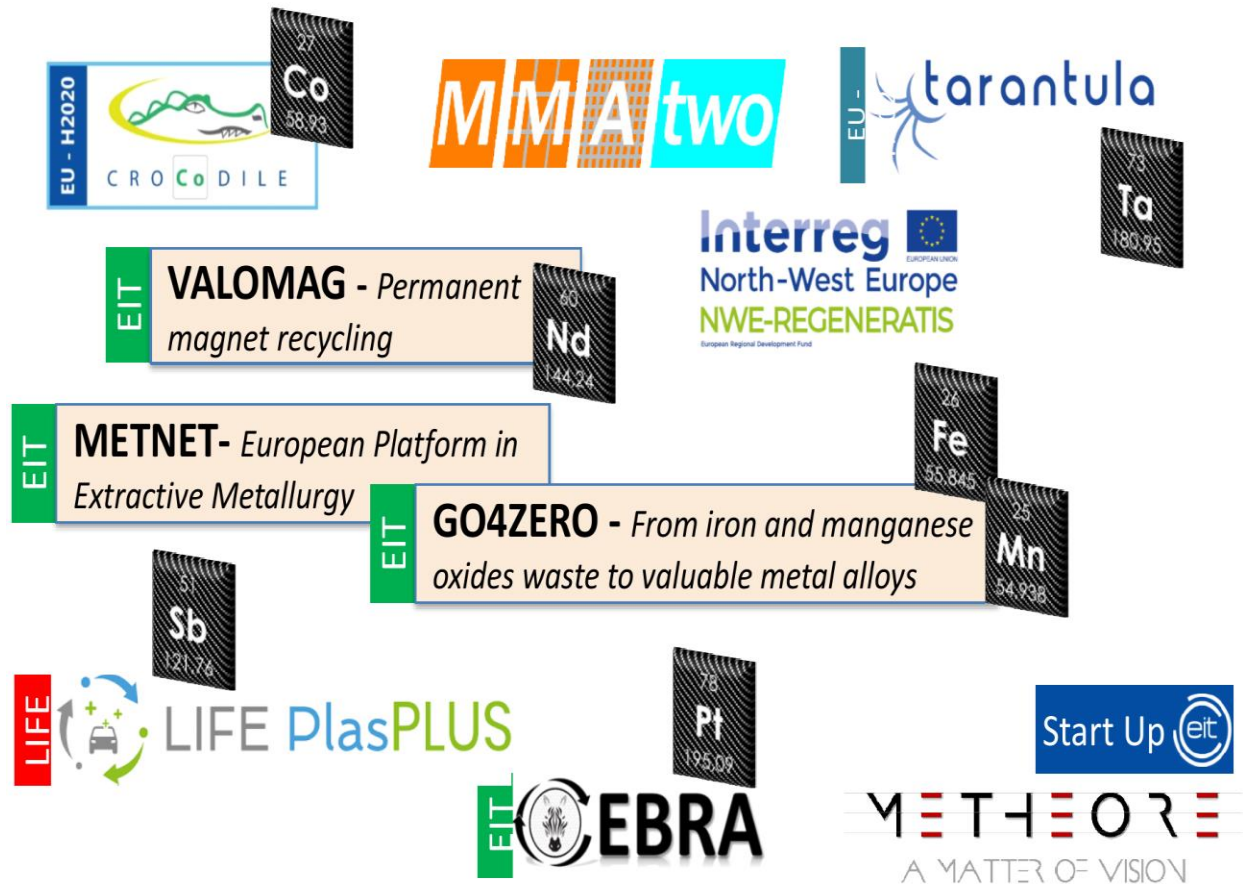


Reverse Metallurgy



Grâce à une **visibilité** accrue et une **approche professionnelle** du montage de projets, la plupart des partenaires de la Reverse Metallurgy sont impliqués dans un large **portefeuille de projets (> 15 M€)** de l'Europe de la Recherche (H2020, Green Deal) et de l'Innovation (ERA-MIN, EIT, Interreg, LIFE):

Au cœur de
l'Europe de
la RECHERCHE
et de
l'INNOVATION



EU financing : 2018 - 2028



TARANTULA : Raw Materials consortium for the recovery of Tungsten, Niobium and Tantalum as by-products in mining and processing waste streams (2019 - 2022)

Web site : <https://h2020-tarantula.eu/>

SALEMA : Substitution of critical raw materials on Aluminium alloys for electric vehicles (2021 - 2023)

Web site : <https://salemaproject.eu/>

PEACOC : Pre-commercial pilot for the efficient recovery of Precious Metals from European end-of-life resources with novel low-cost technologies (2021 - 2024)

Web site : <https://www.peacoc-h2020.eu/>

RESILEX : Resilient Enhancement for the Silicon Industry Leveraging the EU matrix (2022 – 2026)

Web site : <https://www.resilex-project.eu/>

SALEMA (2021 - 2023)



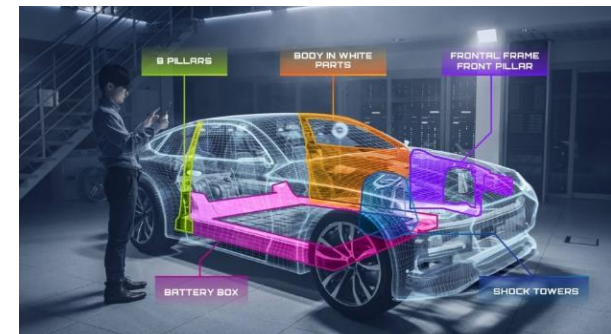
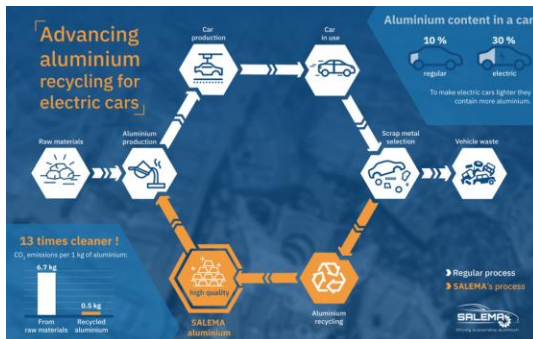
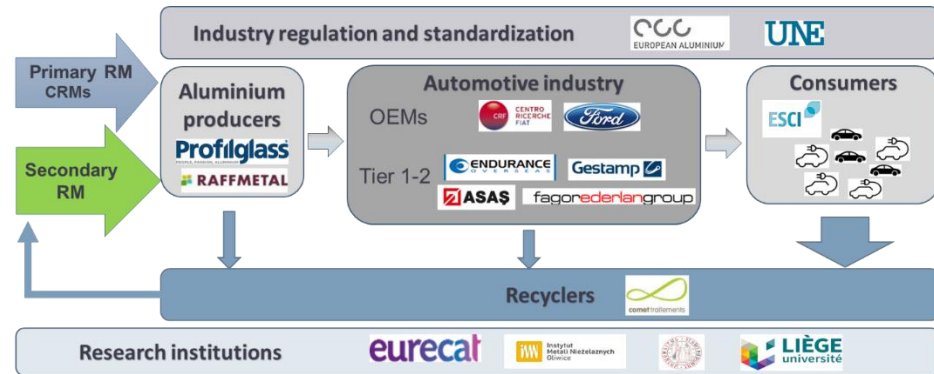
European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

Substitution of critical raw materials on aluminium alloys for electric vehicles

ULiège leads WP7 on scrap sorting system optimization :

- Develop to TRL 7 a multi-sensor online sorting system of Al alloys
- Operate a large-scale pilot campaign
- Assess the ability of the new alloys to be sorted from scraps streams



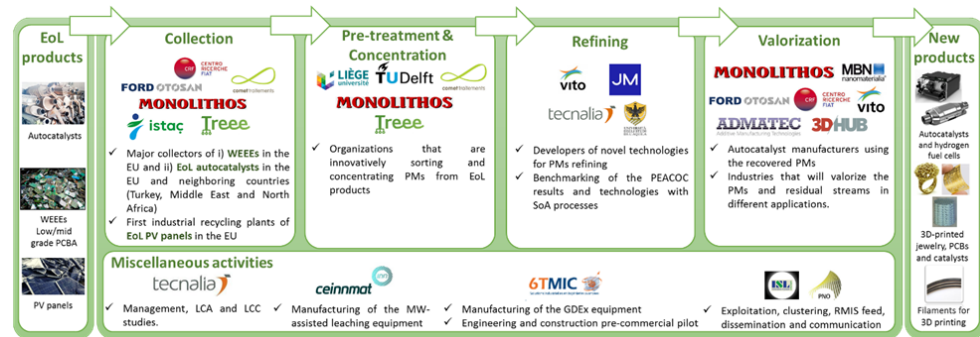
PEACOC (2021 - 2024)

European Commission | Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

Pre-commercial pilot for the efficient recovery of Precious Metals from European end-of-life resources with novel low-cost technologies

ULiège leads WP3 on upscaling of the concentration stage :

- Concentrate PM and PGM from PCBAs coming WEEEs
- Extract tin (Sn) and copper (Cu)
- Produce PGM from of EoL ACC
- Selectively separate PGMs-concentrates from EoL ACC



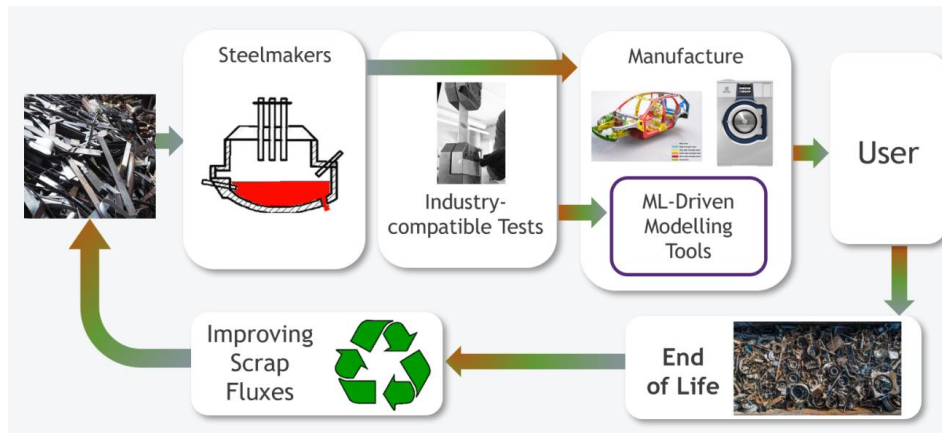
Pilot scale hydrometallurgical units for the treatment of low grade post shredder PCB

CiSMA (2024 - 2028)

Circular Steel targeting Mass Market Applications

ULiège leads WP2 on the use of Scrap as a Sustainable Raw Material :

- Characterization of existing flows
- Adapting the PICKIT prototype
- Iterative sorting campaigns
- Validation of results



European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

aerobase

Aerobase Innovations



ALBA-CELLS



Blekinge Institute of
Technology



CENIM - CSIC



Electrolux Professional



ESTEP - European
Steel Technology
Platform

eurecat!

Eurecat -
COORDINATOR

RISE

RISE Research
Institutes of Sweden

TATA STEEL

Tata Steel Nederland



ULiège - GeMMe
Group

voestalpine
ONE STEP AHEAD.

voestalpine Stahl
GmbH

VOLVO

Volvo Cars

Formation



ULiège – GeMMe / Education



EMERALD (ULiège is coordinator)
MASTER IN GEORESOURCES ENGINEERING
Innovative Education in Geometallurgy



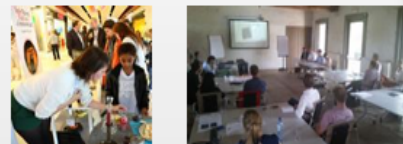
AMIR (ULiège is a Partner)
MASTER IN ADVANCED MATERIALS
Innovative Recycling



AMIS (ULiège is a Partner)
MASTER IN ADVANCED MATERIALS
Innovation and Sustainability



R2RGEOMET, ATHY, RAWMATCOP
LIFELONG LEARNING EDUCATION
Geometallurgy, Hydrometallurgy, Earth Observation RM



RM@SCHOOLS
WIDER SOCIETY LEARNING
Raw materials in my cellphone

DOCSUMSQUARE
PhD SUMMER SCHOOL
Entrepreneurship and Circular Economy

CIRKLA (2024 - 2028)

Creation of a Center of Expertise in the Circular Economy of Materials and Metals

Interreg



Cofinancé par
l'Union Européenne
Kofinanziert von
der Europäischen Union

Grande Région | Großregion

ULiège coordinates the project :

Towards a more CIRCULAR SOCIETY

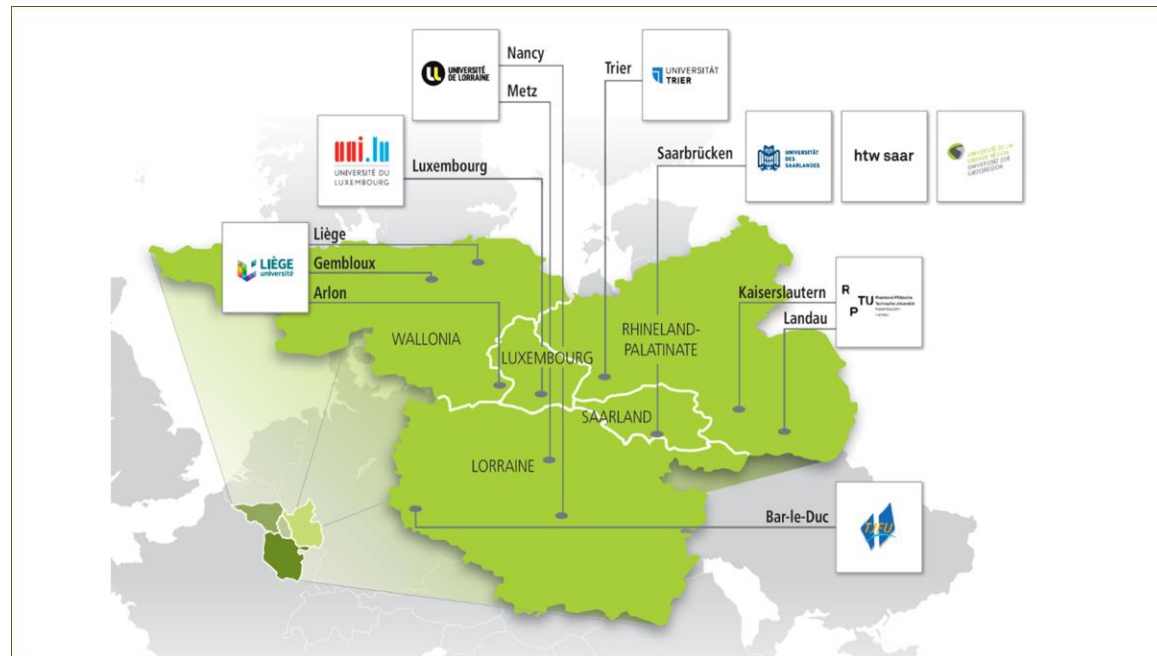
- Action I.1: Circular Road Show
- Action I.2: Teaching and Dissemination of the Circular Economy (CE)

Towards a more CIRCULAR TERRITORY

- Action II.1: Buildings as Material Banks
- Action II.2: Optimise the collection and sorting of end-of-life steel
- Action II.3: Repair, Reuse, Recycle Hubs

Towards a more CIRCULAR INTELLIGENCE

- Action III.1: Knowledge Centre
- Action III.2: Cross-border Incubation
- Action III.3: Conference and Technology Fair



Reverse Metallurgy+



Valorisation des Transitions Energétique et Digitale

Le Futur en capitalisant sur les acquis de la plateforme



**Plan stratégique structurant et nouveau portefeuille projets
(2022- 2026)**

Ouverture à d'autres partenaires consolidant la base d'expertises

**Plan de Relance et Résilience (DPR)
(Budget 100 Mio€)**

Reverse Metallurgy+

Axes stratégiques



**Digital
Numérique**

Energie

**Matériaux du
Futur**

Technologies et Procédés

Reverse Metallurgy+

Axes et projets de développement

Axes thématiques	Filières structurantes	Nom de Projet	Acronyme	Entreprise Coordinatrice
Digital et Numérique	Métaux d'alliage de l'acier et de l'aluminium	Economie Circulaire en Wallonie des alliages d'Aluminium et d'aciers Inoxydables	ECWALI	Comet Traitements - Pierre-François Bareel
Energie	Batteries et Produits "énergétiques"	Chaînes de valeurs Industrielles, Transition Energétique, Mobilité Electrique et Economie Circulaire	CISTEMEEC	Comet Traitements - Pierre-François Bareel
	Métaux Critiques	Filière industrielle de pyrométallurgie et techniques de conditionnement intelligent pour l'économie circulaire	PYROTECNIC	Hydrométal - Jean-Baptiste Wauters
Matériaux du Futur	Additive manufacturing technologies	Matériaux recyclés pour technologies de fabrication avancées	REMADE	Westinghouse - Xavier Pitoiset
	Matériaux de haute pureté	Production de dérivés de zinc pour la vulcanisation d'élastomères	ATHENA	Silox Belgium - Mathurin Grogna

CISTEMEEC (2022 – 2026)

Industrial Value Chains, Energy Transition, Electric Mobility and Circular Economy

- Electric mobility combined with the energy transition = increasing use of renewable energies
- Metals are new energy carriers = Cu, Co, Ni, Li, REE, PGM and Ag
- CISTEMEEC focus on 3 metal value chains :
 - Li-ion battery and associated metals (Li, Ni, Co, Cu and Al)
 - Cu generated by the recovery of polymetallic pre-concentrates and other electronic circuits
 - REE generated through the processing of permanent magnets from electric motors
- **Total project budget of 28.5 M€ - ULiège budget 5.8 M€**

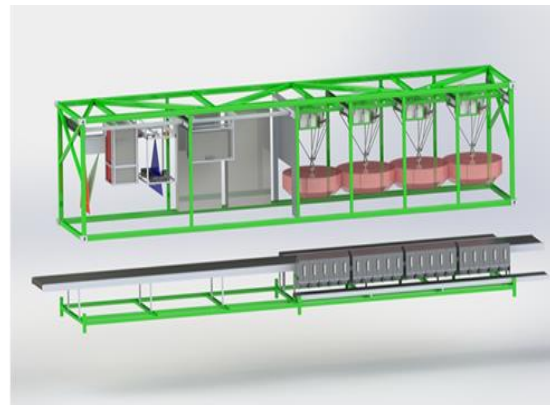
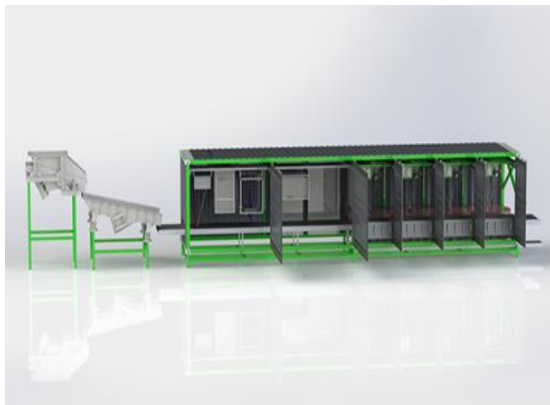


Industrial trials for Lime and Toyota

ECWALI (2022 – 2026)

Circular Economy of Aluminium alloys and Stainless Steel in Wallonia

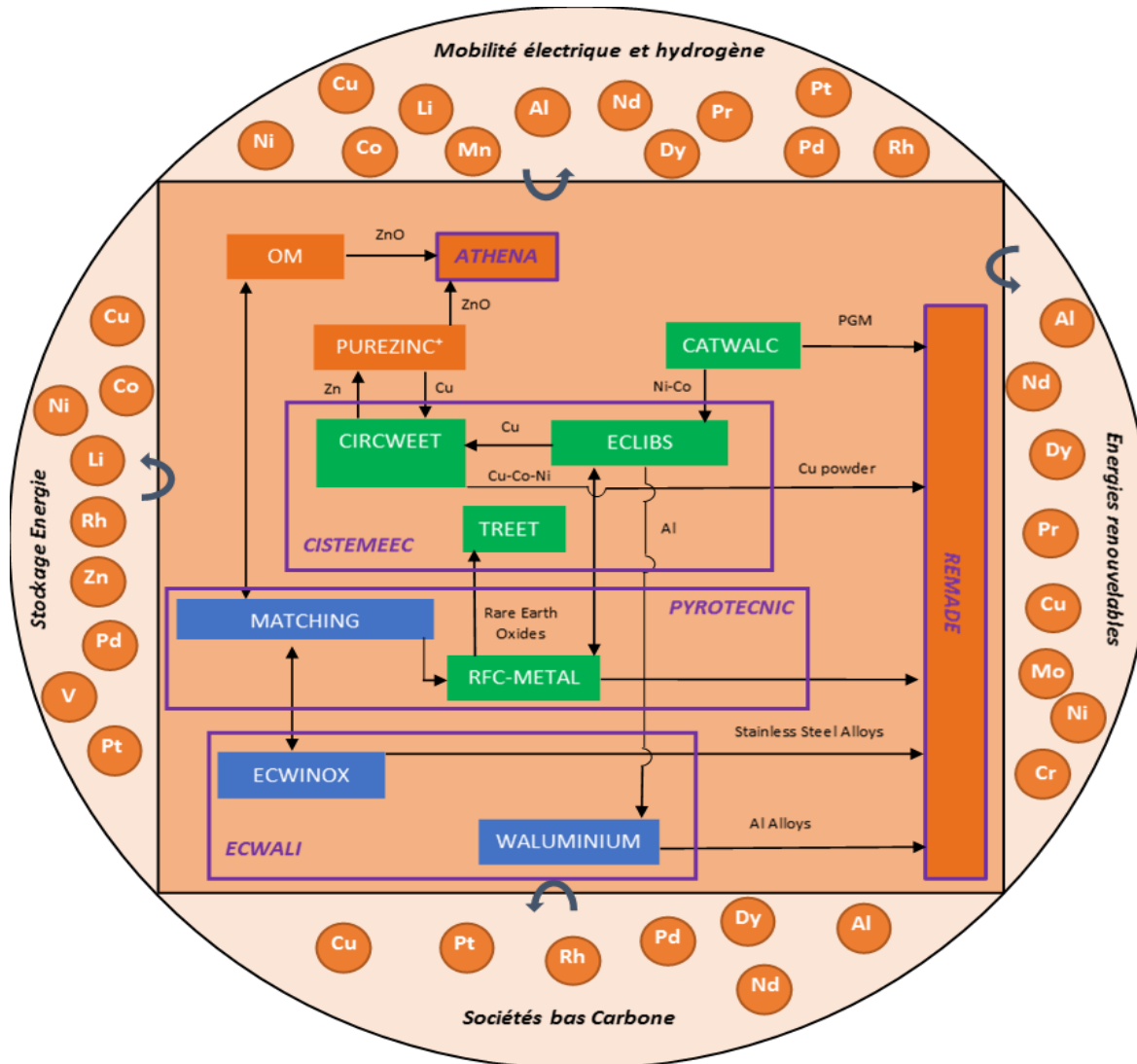
- Improved energy impact and supply autonomy for alloying elements (Cu, Si, Mg, Mo, Cr, Ni)
- Specific sorting of Al and stainless-steel alloys for increased added value to the final products
- ECWALI objectives :
 - Integration and industrialization of new technology in the MULTIPICK line on the Comet site in Belgium
 - Implementation of LIBS and XRF analytical sensors and data processing algorithms
 - Provide cost-effective and durable steel and alloy solutions for Belgian stainless steel manufacturer
- **Total project budget of 15.8 M€ - ULiège budget of 4.9 M€**



PICKIT mobile prototype for single pass-multiclass robotic sorting of scraps

Reverse Metallurgy+

Synergies et transversalité entre axes et projets



Reverse Metallurgy+

Extension des chaînes de valeur en Wallonie

ECONOMIE CIRCULAIRE DES METAUX – EXTENSION DES CHAINES DE VALEURS EN WALLONIE

Actions locales à impact sociétal global



Scraps - Equipements en fin de vie – Résidus
métallurgiques et industriels

Filières Aciers Inox et Aciers Spéciaux

Filière recyclage des Platinoïdes

Filière recyclage des Terres Rares

Filière Aluminium

Filière Zinc

Filière Cuivre

Filière Magnésium

Filière recyclage des Batteries Li-Ion

Filière Métaux Technologiques Spéciaux

Technologies
Procédés
Plateformes pilotes
Plateformes industrielles



Mo Cr Ni Nb

Pt Pd Rh

Nd Dy Pr

Al Si Cu Sc

Zn

Cu Sn Zn Au Ag

Mg

Li Ni Mn Co

Ge V Re Cs Mo Ni Co

Matériaux du futur pour une transition
énergétique et une société bas carbone

PORTEFEUILLE DE PROJETS REVERSE METALLURGY +

Reverse Metallurgy+

Partenaires



Organisation - nom	Organisation - site web	Status
AGC Plasma	www.agc-glass.eu	Entreprise
Anyshape	www.any-shape.com	Entreprise
Aperam	www.aperam.com	Entreprise
Citius Engineering	www.citius-engineering.com	Entreprise
Comet Traitements	www.cometgroup.be/societes/comet-traitements	Entreprise
Diarotech	www.diarotech.com	Entreprise
Equans	www.equans.be/fr/	Entreprise
Fiven	www.fiven.com/company-information/contact	Entreprise
Höganäs Belgium S.A.	www.hoganas.com	Entreprise
Husqvarna	www.husqvarna.com	Entreprise
Hydrométal	www.jgi-hydrometal.be	Entreprise
Ionics	www.ionics-group.com	Entreprise
ITOptics	www.it-optics.com	Entreprise
John Cockerill	www.johncockerill.com	Entreprise
Marichal Ketin	www.mkb.be	Entreprise
PEPS Engineering	www.peps-engineering.be	Entreprise
Revatech	www.revatech.be	Entreprise
Reverse Metallurgy scrI	www.reversemetallurgy.be/fr/presentation.html	Entreprise
Sagacify	www.sagacify.com	Entreprise
Silox	www.silox.com	Entreprise
Westinghouse	www.westinghousenuclear.com	Entreprise
Wilmet	www.wilmet.sohow.be	Entreprise

Entreprises

Organisation - nom	Organisation - site web	Status
UCLouvain, Earth and Life Institute	www.uclouvain.be/en/research-institutes/eli	Université - HE
Université de Liège, GeMMe	www.gemme.ulg.ac.be	Université - HE
Université de Liège, GREENMAT	www.greenmat.uliege.be	Université - HE
Université de Liège, PEPS	www.chemeng.uliege.be	Université - HE

Universités

Organisation - nom	Organisation - site web	Status
Centre Spatial de Liège	www.csl.uliege.be	Centre de recherche
Centre Terre et Pierre	www.ctp.be	Centre de recherche
CRM Group	www.crmgroup.be	Centre de recherche
Materia Nova	www.materianova.be	Centre de recherche
Meurice R&D	www.meurice.org	Centre de recherche
Sirris	www.sirris.be	Centre de recherche

Centres de recherche agréés

Reverse Metallurgy+

Potentiel de valorisation et impacts socio-économiques

ECONOMIE CIRCULAIRE DES METAUX EN WALLONIE

PORTEFEUILLE DE PROJETS INDUSTRIELS POTENTIELS AU TERME DES 5 ANS REVERSE METALLURGY+
(Projets BIOLIX, DEEE, MULTIPICK et GRAAL inclus)



AXE DIGITAL ET NUMERIQUE

AXE ENERGIE

AXE MATERIAUX DU FUTUR



Potentiel Valorisation à court terme.

- ✓ Investissements potentiels cumulés de 320 M€.
- ✓ Chiffres d'Affaires annuels cumulés de 270 M€/a *.
- ✓ Potentiel de création de 490 emplois directs.
- ✓ Filières structurantes à fort effet multiplicateur d'emplois indirects.
- ✓ Total emplois directs et indirects > 1200.

*Chiffres d'affaires et emplois estimés sur base des matières premières produites, n'incluant pas la valeur des activités d'engineering, fabrication et maintenance d'équipements, les impacts amélioration de la compétitivité des industries consommatrices de métaux,...

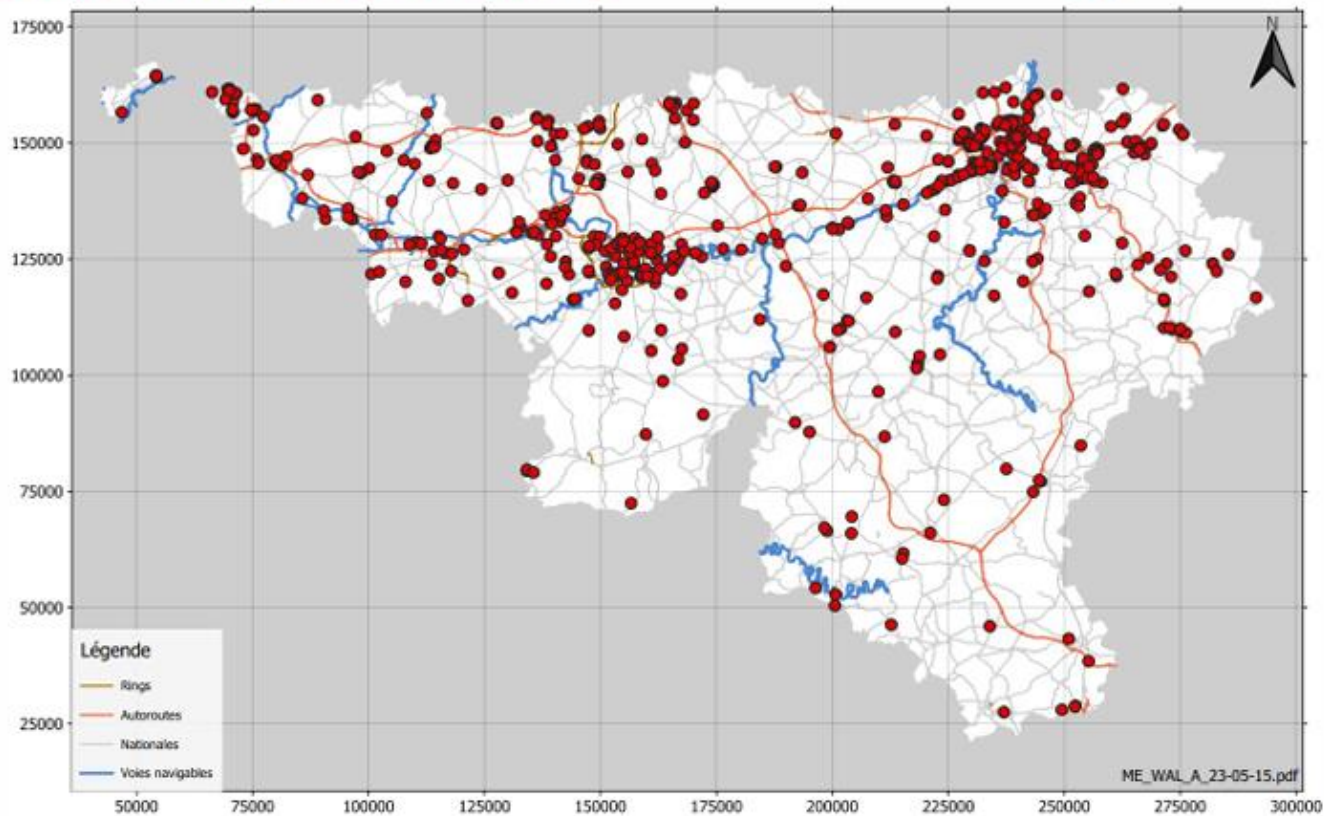
Reverse Metallurgy New Stratégie future

Axes de réflexion et structuration (post 2026)

- Massification des flux (Compétitivité des entreprises utilisatrices de métaux)
- Neutralité C (Electrification, ferrailles,...)
- Miniaturisation (Composants électroniques)
- Défense et Economie Circulaire
- Approche holistique Economie Circulaire-Energie

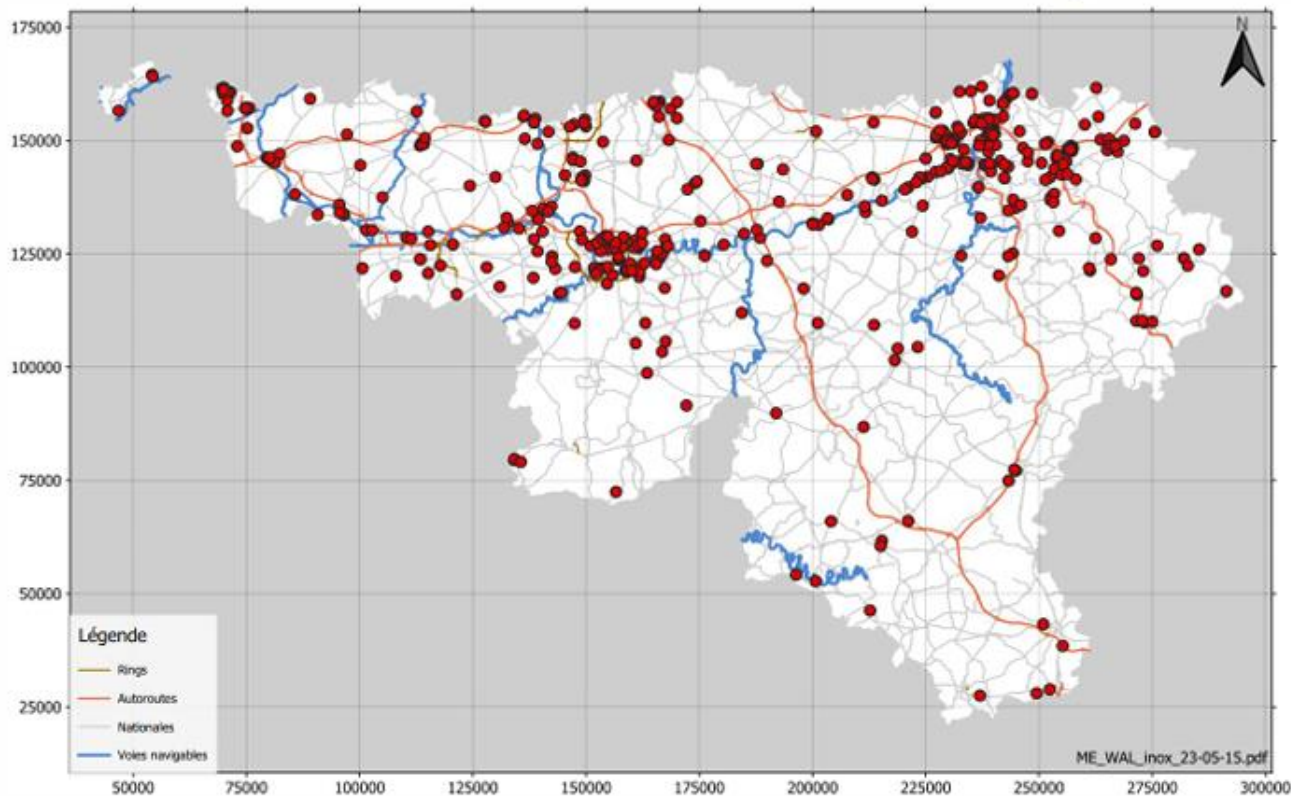
Cartographie métaux Wallonie

Carte des entreprises dans lesquelles l'**acier** est référencé comme étant travaillé



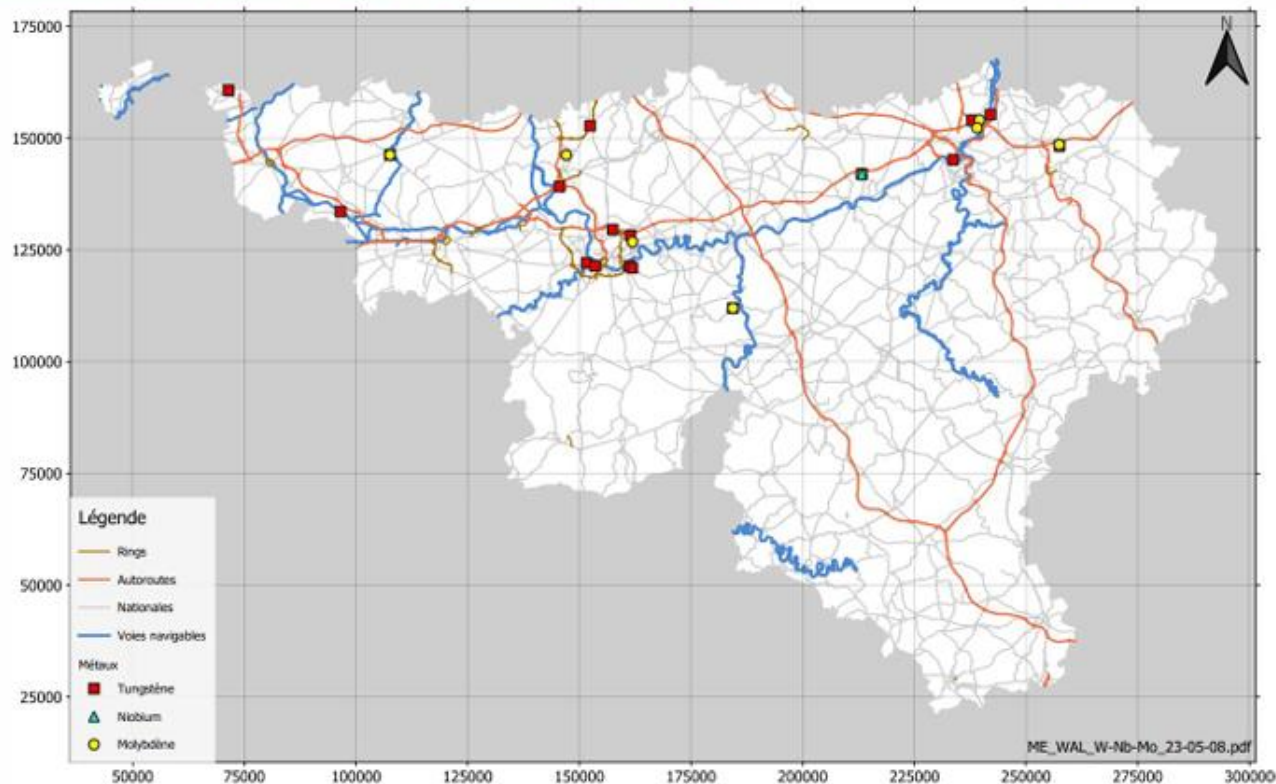
Cartographie métaux Wallonie

Carte des entreprises dans lesquelles l'**alliage Inox** est référencé comme étant travaillé



Cartographie métaux Wallonie

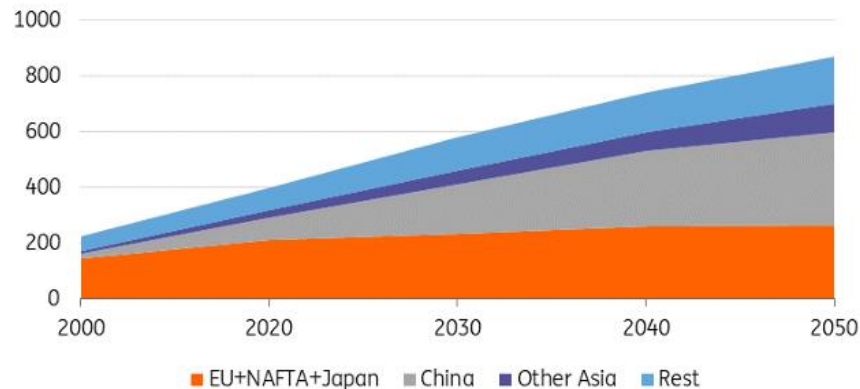
Carte des entreprises dans lesquelles
les **métaux W, Nb et Mo** sont référencés



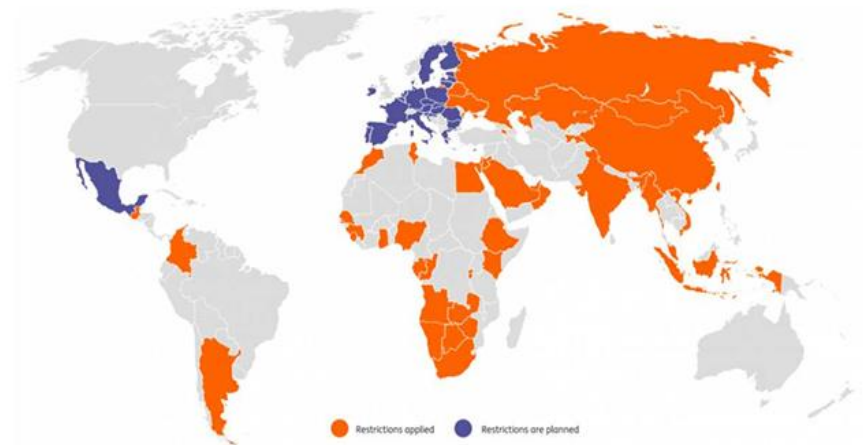
Scrap

Impact décarbonisation

End-of-life scrap availability (million tonnes)



Restrictions on ferrous scrap exports



Le scrap (de qualité) risque donc de devenir une denrée en pénurie pour l'Europe dans les prochaines décennies car les sidérurgistes ont besoin de scrap sans contaminants (Cu, etc) surtout dans le domaine du hot rolling flat. Importance d'un meilleur tri ! (exemple de la Chine)

Approche holistique Economie Circulaire-Energie



Grid holistique

- Optimisation synergies entre industries situées sur un même site
- Mutualisation des flux (énergies électrique et thermique, matières,... et critères durabilité)
- Approche systémique (technico-économique, CO2, financement, gouvernance, aspects légaux,...)
- Transposable à d'autres sites
- 99% PME

Approche holistique Economie Circulaire-Energie

Développement territorial dans l'objectif de neutralité carbone par développement et multiplication de grids holistiques locaux



Création de valeur: « Faire d'une pierre-deux coups »

- **Combattre la désindustrialisation en Wallonie** *en appuyant nos entreprises à améliorer leur compétitivité*
- **Promouvoir la réindustrialisation** *en développant de nouvelles activités porteuses en matière de solutions énergétiques et durables*

Reverse Metallurgy



EU Taxonomy and DNSH



EU TECHNICAL EXPERT GROUP ON
SUSTAINABLE FINANCE

FINANCING A SUSTAINABLE
EUROPEAN ECONOMY

TECHNICAL REPORT

Taxonomy: Final report of the Technical Expert
Group on Sustainable Finance

March 2020

What is the EU Taxonomy?

AT A GLANCE

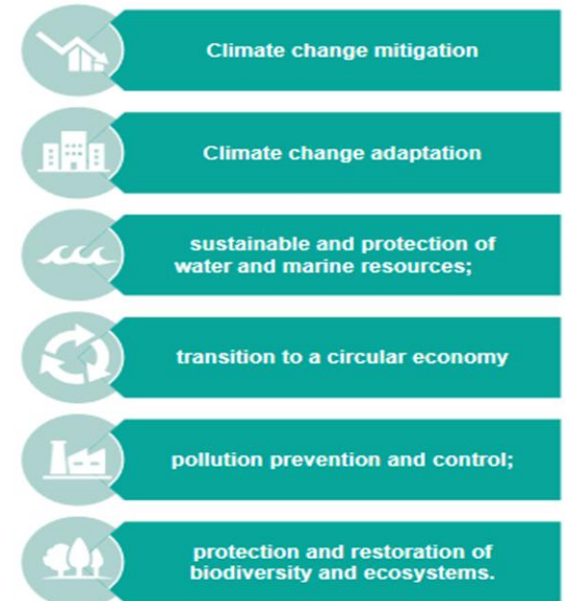
The EU Taxonomy is a tool to help investors, companies, issuers and project promoters navigate the transition to a low-carbon, resilient and resource-efficient economy.

The Taxonomy sets performance thresholds (referred to as 'technical screening criteria') for economic activities which:

- make a substantive contribution to one of six environmental objectives (Figure 1);
- do no significant harm (DNSH) to the other five, where relevant;
- meet minimum safeguards (e.g., OECD Guidelines on Multinational Enterprises and the UN Guiding Principles on Business and Human Rights).

The performance thresholds will help companies, project promoters and issuers access green financing to improve their environmental performance, as well as helping to identify which activities are already environmentally friendly. In doing so, it will help to grow low-carbon sectors and decarbonise high-carbon ones.

The EU Taxonomy is one of the most significant developments in sustainable finance and will have wide ranging implications for investors and issuers working in the EU, and beyond.



EU Taxonomy and DNSH

What is the EU Taxonomy?

AT A GLANCE

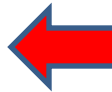
The EU Taxonomy is a tool to help investors, companies, issuers and project promoters navigate the transition to a low-carbon, resilient and resource-efficient economy.

The Taxonomy sets performance thresholds (referred to as 'technical screening criteria') for economic activities which:

- make a substantive contribution to one of six environmental objectives (Figure 1);
- do no significant harm (DNSH) to the other five, where relevant;
- meet minimum safeguards (e.g. UN Guideline on Multinational Enterprises and the Guiding Principles on Business and Human Rights).

The performance thresholds will help companies, project promoters and issuers access green financing to improve their environmental performance, as well as helping to identify which activities are already environmentally friendly. In doing so, it will help to grow low-carbon sectors and decarbonise high-carbon ones.

The EU Taxonomy is one of the most significant developments in sustainable finance and will have wide ranging implications for investors and issuers working in the EU, and beyond.



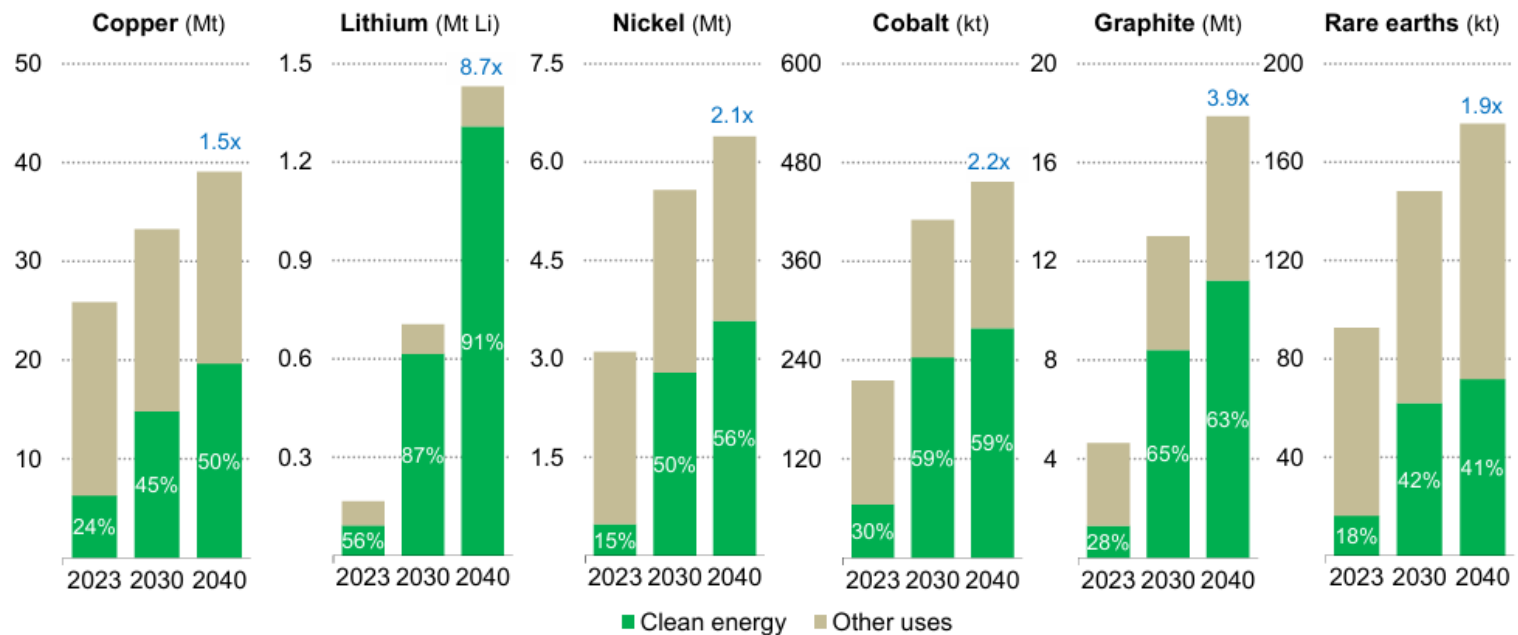
SDG (ONU)



Besoins en CRM en forte augmentation

Limiting global warming to 1.5 °C, as in the NZE Scenario, means very rapid growth in demand for key minerals

Global critical minerals demand in the NZE Scenario

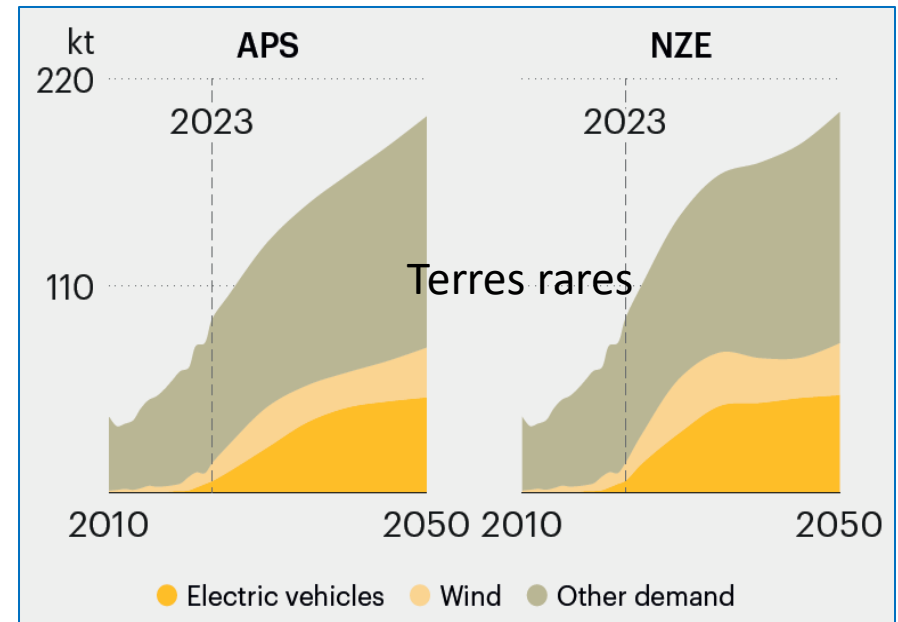
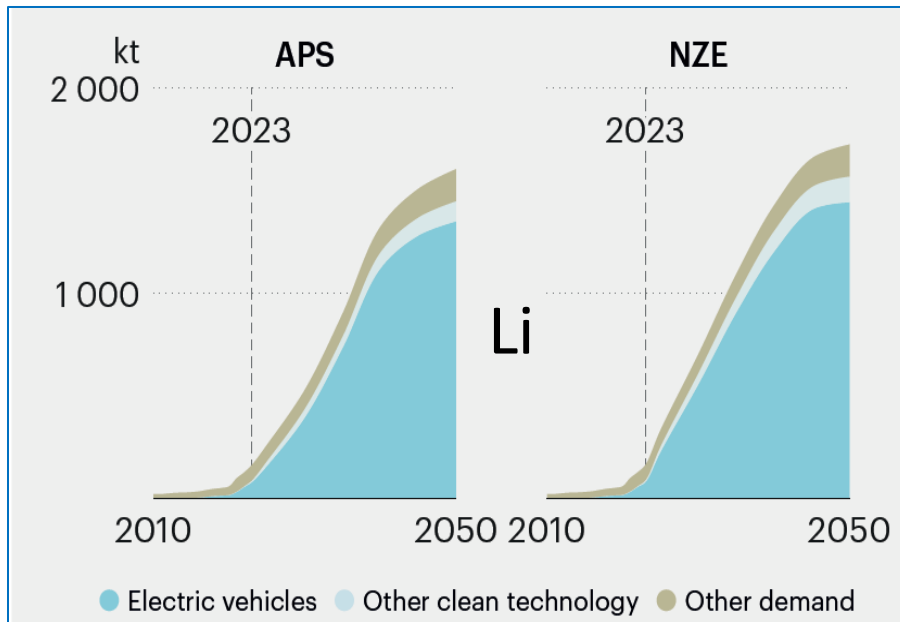


IEA. CC BY 4.0.

Notes: The figures for copper are based on refined copper. Those for rare earth elements are for magnet rare earth elements only. Growth rates (in blue) are between 2023 and 2040.

Source: International Energy Agency

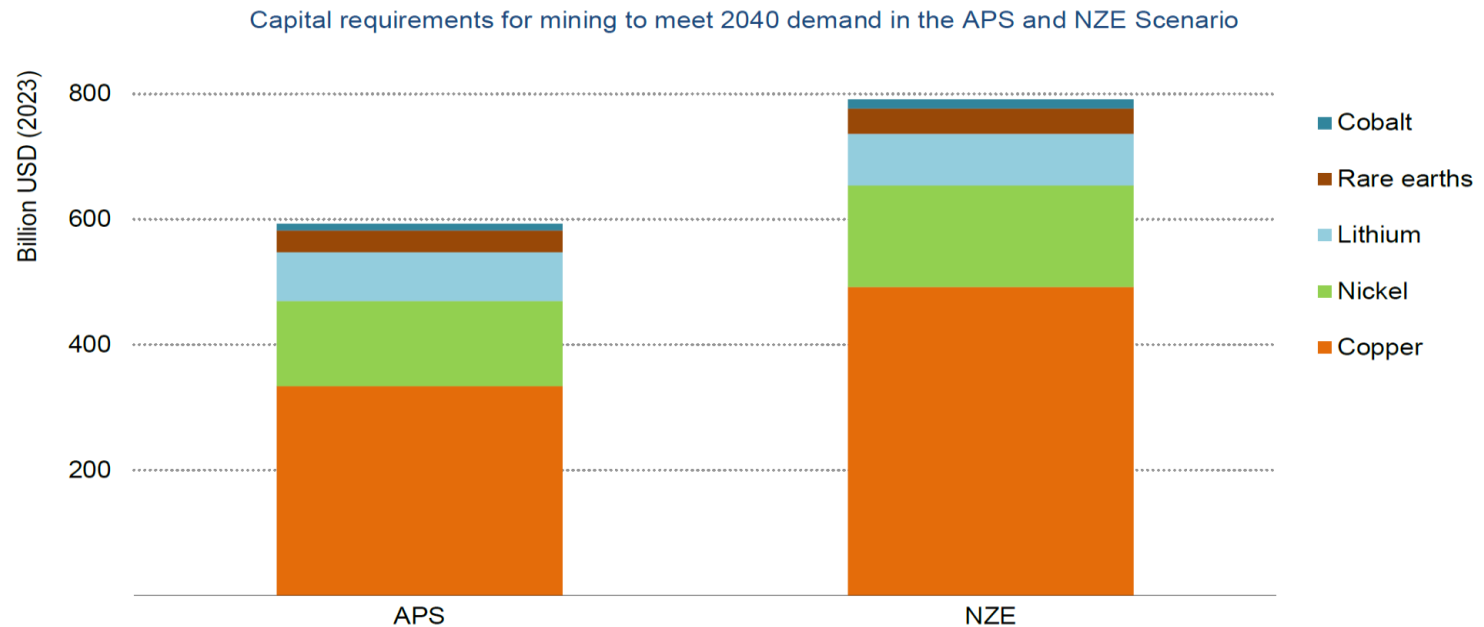
Besoins en CRM en forte augmentation



Source: International Energy Agency

Investissements nécessaires gigantesques (chiffres mondiaux)

Major capital investment is required across all minerals to meet demand in climate-driven scenarios



IEA. CC BY

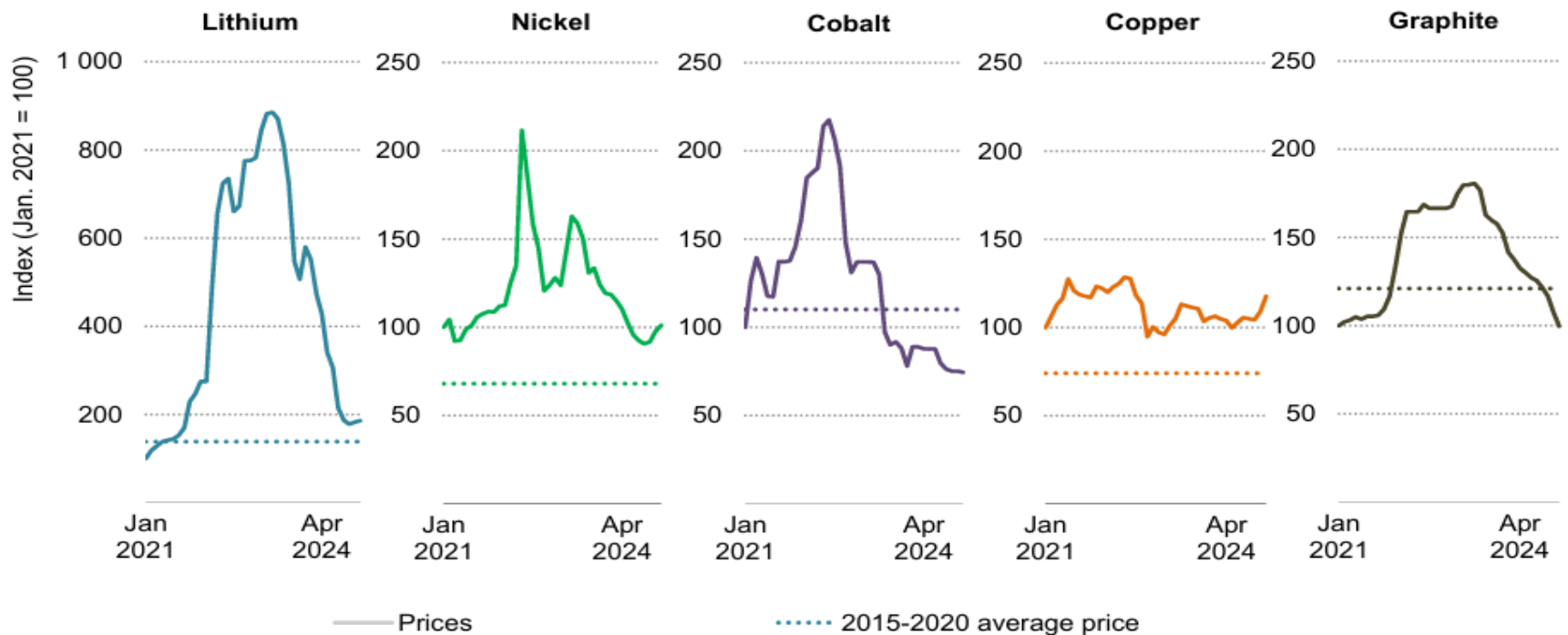
Notes: Capital requirements for the APS and NZE Scenario are calculated based on compiled capital intensity by region and production route. The values also assume an increased average capital intensity over today due to declining ore grades.

Source: IEA analysis based on data from S&P Global and company reports.

Evolution des prix

Battery critical minerals have seen the greatest volatility

Critical minerals prices, 2021-2024



IEA. CC BY 4.0.

Notes: Graphite historical average from 2016-2020. Assessment based on the London Metal Exchange (LME) Lithium Carbonate Global Average, LME Nickel Cash, LME Cobalt Cash and LME Copper Grade A Cash prices and China flake graphite – 194 free on board. Nominal prices.

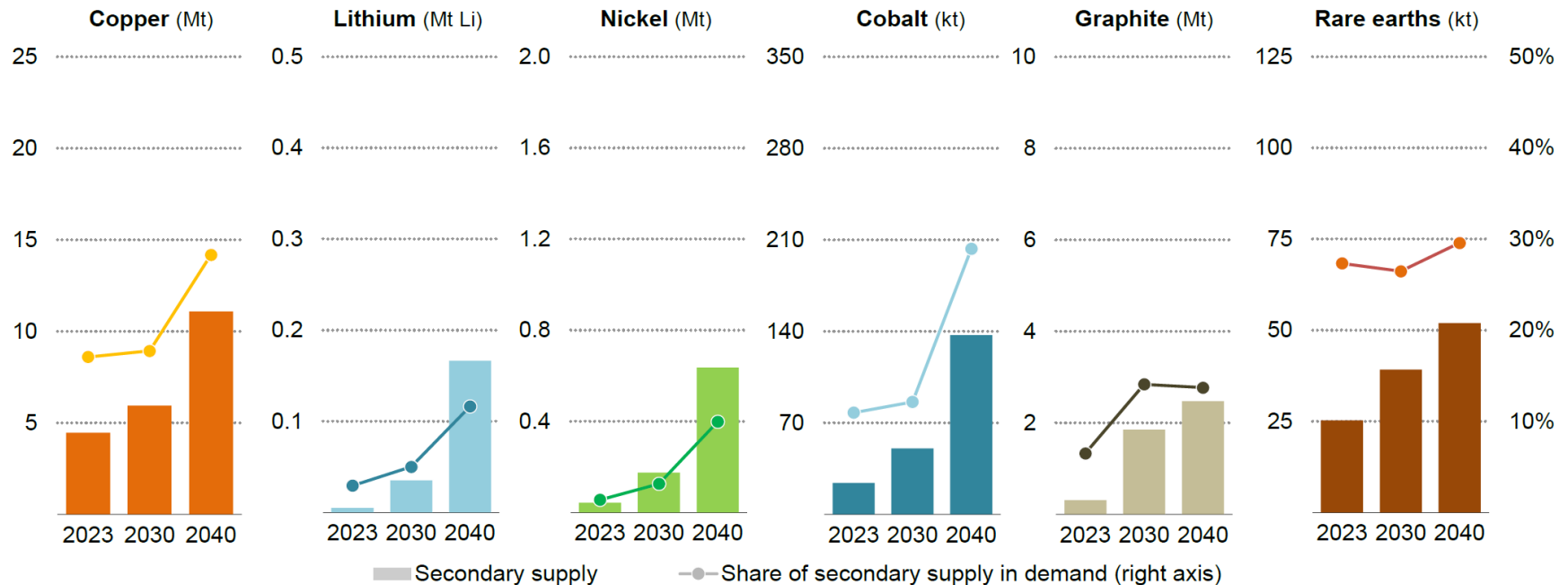
Source: IEA analysis based on S&P Global and Bloomberg.

Source: International Energy Agency

Economie Circulaire

Secondary supply from recycling plays an increasingly crucial role in meeting demand growth in climate-driven scenarios, particularly after 2030

Secondary supply volumes and share of total demand for focus minerals in the NZE Scenario



IEA. CC BY 4.0.

Note: Includes recycled volumes from end-of-life equipment and manufacturing scrap. For copper, direct use of scrap is excluded.

Economie Circulaire

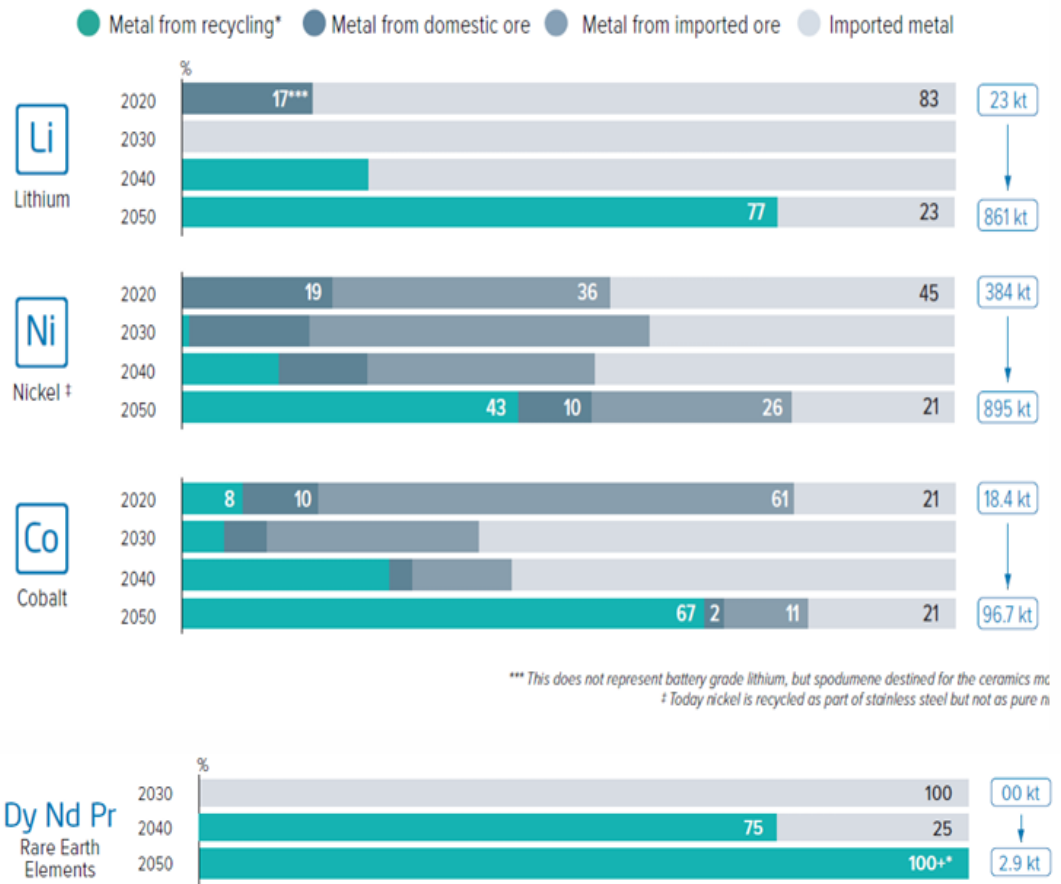
Les objectifs



EU RECYCLING

At least **15%** of the EU's annual consumption for recycling

Source : Metal for clean energy : pathways to solving Europe's raw material challenge. . L. Gregoir et K. van Acker, KULeuven, 2022



ÉCONOMIE CIRCULAIRE

3 piliers, 7 principes





Conclusions

L'ANARCHIE CRÉATRICE

L'ANARCHIE CRÉATRICE

- Société Liquide - Société Solide
- La Destruction Créatrice
(*Schumpeter*)
- Immobilisme?
- Action
- Balisage éthique

Balisage éthique

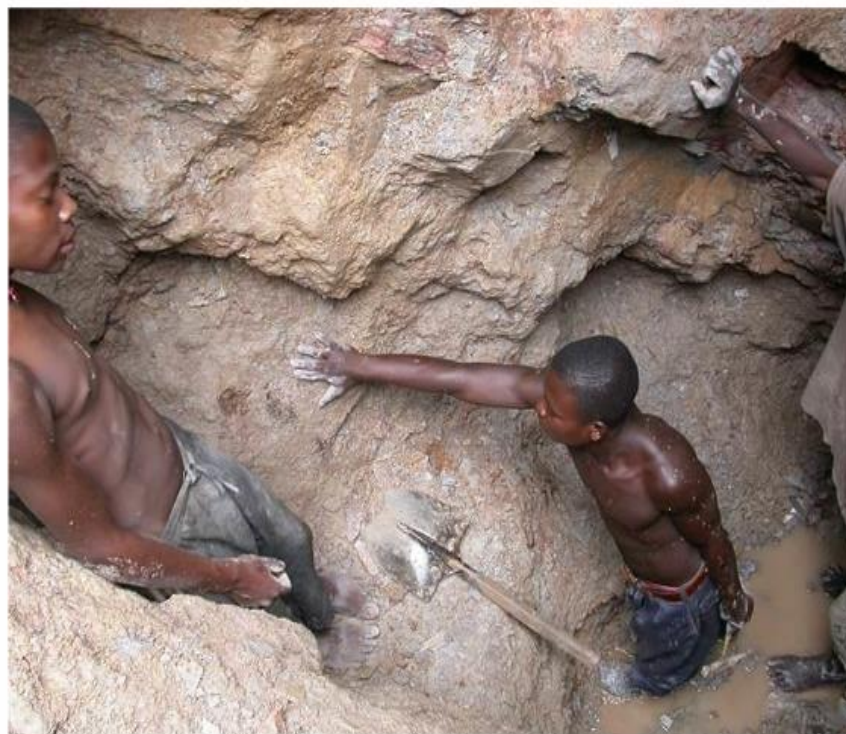


- *Le Concept de Développement Durable*
« Développement répondant aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs » soit une autre vision de la croissance et de la prospérité mais aussi respect des jeunes et de nous-mêmes.
- *L'incapacité de l'économie de marché et de sa « main invisible », tout en multipliant les richesses, d'en assurer une redistribution équitable (Philippe de Woot)*
- *« Reconnaître que l'entreprise n'est pas sa propre fin et qu'elle est au service d'un intérêt général qui la dépasse » soit Repenser l'Entreprise (Philippe de Woot)*
- *« L'économie de marché ne sera pérenne que si elle est sociale et redistributrice » (Bruno Colmant)*
- *Clivage NORD- SUD (Mines)*

Le « paradoxe éthique »: technologie propre à l'Ouest vs. artisanat minier dans le Sud global



Publicité commerciale



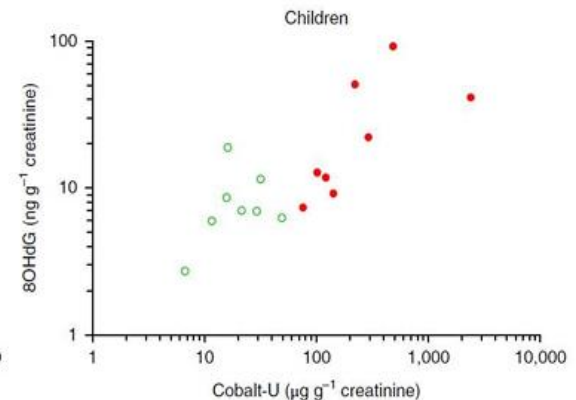
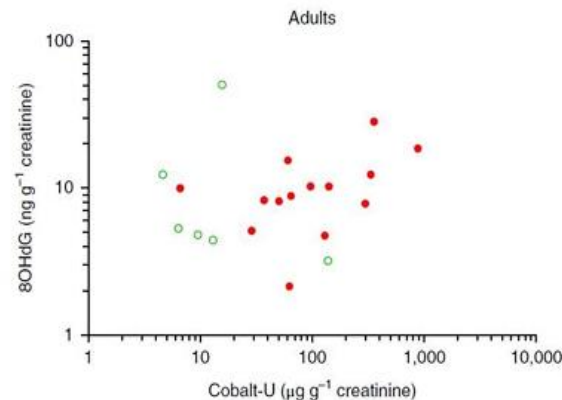
Kolwezi, creuseurs au travail, 2006 © Thierry De Putter

Artisanat Minier et Impacts Santé



Concentrations en cobalt et 8-hydroxydeoxyguanosine (8OHdG) dans les urines des adultes et des enfants

- Les concentrations de 8OHdG dans l'urine constituent un index du stress oxydatif et des dommages à l'ADN
- Le biomarqueur 8OHdG est plus élevé parmi les enfants qui vivent et/ou travaillent au voisinage des sites miniers
- Ces enfants subissent donc davantage de stress oxydatif et sont exposés à un risque accru de mutations génétiques et épigénétiques – et donc de maladies chroniques, comme le cancer
- En tant que cause de potentiels problèmes de santé pour les générations *futures*, l'artisanat minier ne peut être considéré comme une activité soutenable (Banza *et al.*, 2018)



L'ANARCHIE CRÉATRICE

- « Sortir par le Haut »
- « Où? » et « Comment? »
- « Passer à travers ! »

L'ANARCHIE CRÉATRICE

- Humain
- Partenaires et Équipes
- Énergie Humaine
- « Intelligence collective, collaborative et connective » (Jöel de Rosnay)

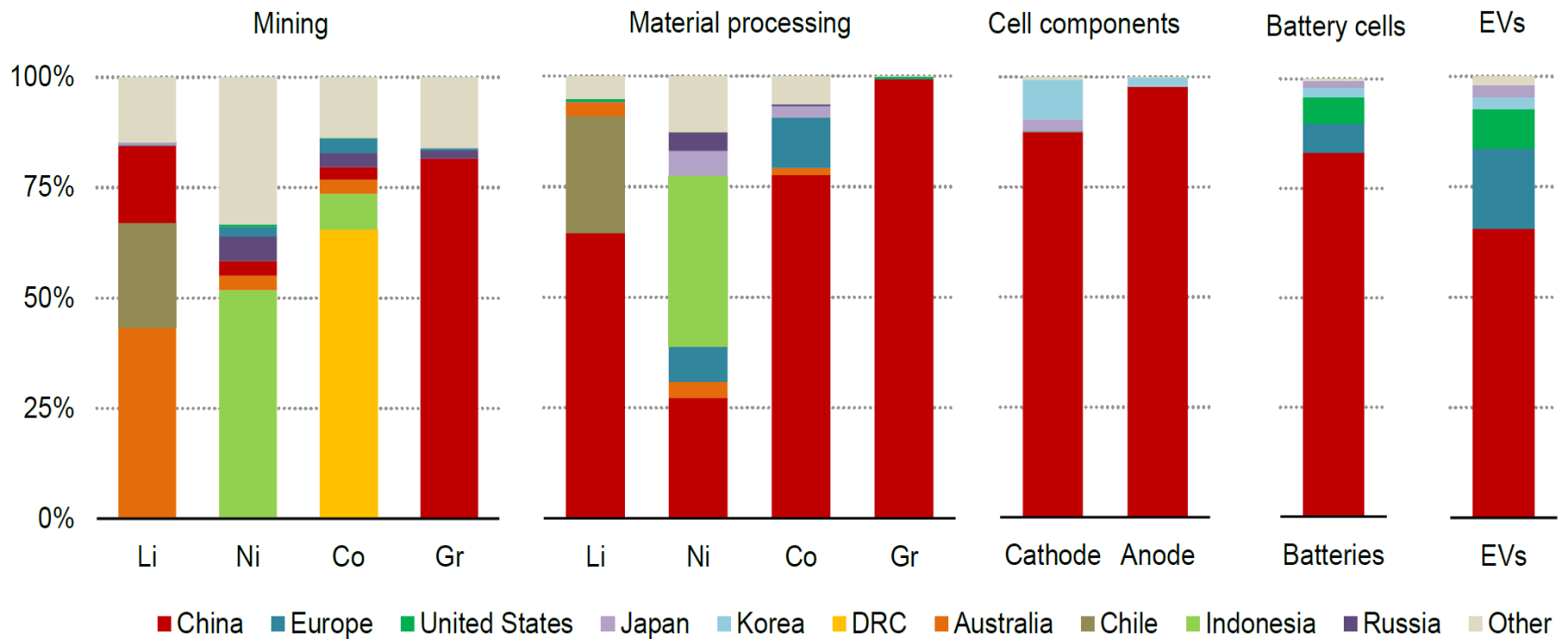


Reverse Metallurgy

Merci de votre attention !

China

Geographical distribution of the global EV battery supply chain, 2023



Source: International Energy Agency

Compétitivité entreprises utilisatrices de métaux MK



(Ré)activité MK dans le cadre de l'économie circulaire

A. Reverse Metallurgy

- Axe IV fonderie : revamping d'un tour pour recyclage interne / essais flux alternatifs avec CRM

B. Reverse Metallurgy +

- Projet REMADE : additive manufacturing
- Projet ECWALI : utilisation de flux inox (essais déjà en cours)
- Projet Pyrotecnic : valorisation des scories de fonderie

C. Projets de développement de nouvelles technologies de coulée

- Axe additive manufacturing : lasercladding avec CRM Group
- Nouveau procédé de coulée : sans pollution du cœur du cylindre (ecodesign) - cylindre 100% recyclable

EU financing : 2016 - 2022



AMCO : Automated Microscopic Characterization of Ores
(2016 - 2018)

Web site : <https://eitrawmaterials.eu/project/amco/>

ANCORELOG : Analytical Core Logging System
(2018 - 2021)

Web site : <https://eitrawmaterials.eu/project/ancorelog/>

CEBRA : Integrated Circular Economy Business model for decoupling Europe from PGM supply (2019 - 2022)

Web site : <https://www.cebra-eitproject.eu/>

EU financing : 2018 - 2028



VALHALLA : Perovskite solar cells with enhanced stability and applicability (2023 - 2025)

Web site : <https://valhalla-solar.eu/>

MAGELLAN : MAGnets in rEsiLient supPLy chAiNs (2024 - 2026)

Web site : <https://magellan-horizon.eu/>

CiSMA : Circular Steel targeting Mass Market Applications (2024 - 2028)

Web site : <https://cisma-project.eu/>

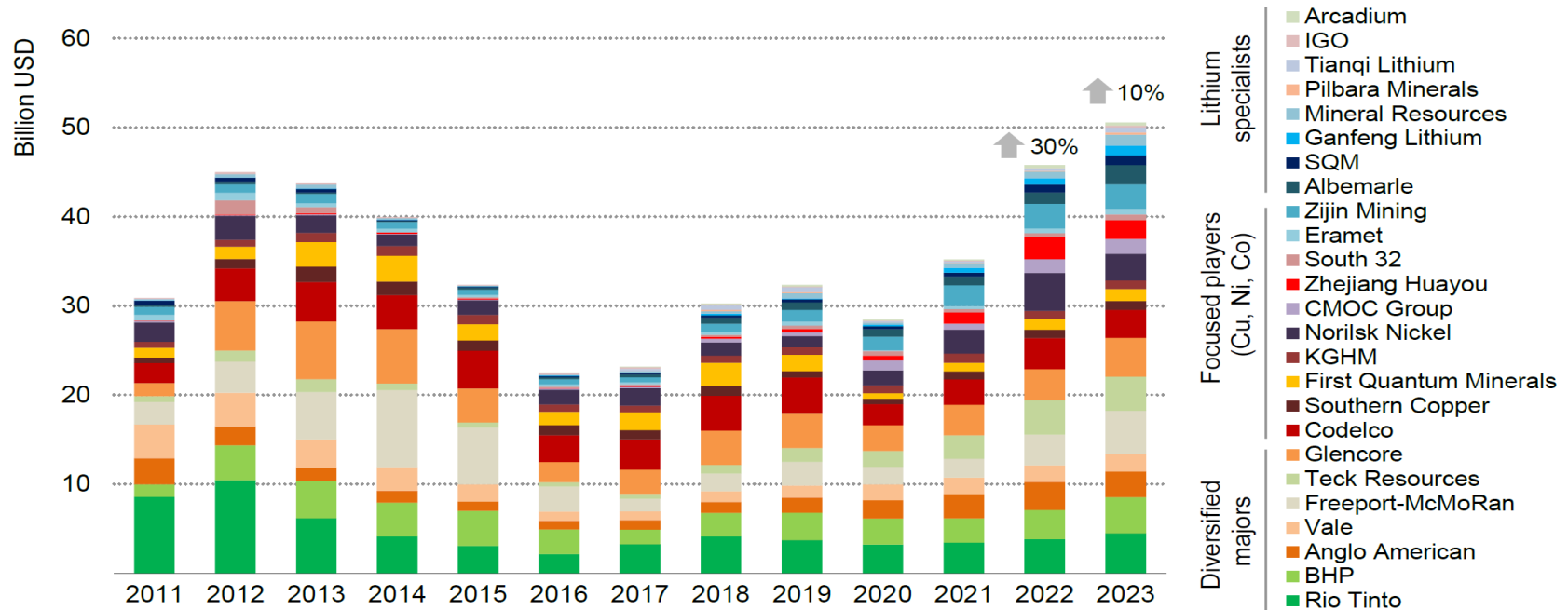
PERMANET : Permanent Magnet Network for the European Transition (2024 - 2028)

Web site : <https://www.permanetproject.eu/>

Investissements sensibles aux prix

Investment in critical mineral mining grew by 10% in 2023, a smaller increase than seen in 2022, as price declines placed pressure on producers' financial capacity

Capital expenditure on nonferrous metal production by major mining companies, 2011-2023



IEA. CC BY 4.0.

Notes: Co = cobalt; Cu = copper; Ni = nickel. For diversified majors, capex on the production of iron ore, gold, coal and other energy products was excluded. Nominal values. The results for Arcadium start from 2016.

Source: IEA analysis based on company annual reports and S&P Global.