



# Les Matériaux: un enjeu stratégique

*Lunéville, 10 Mai 2023*

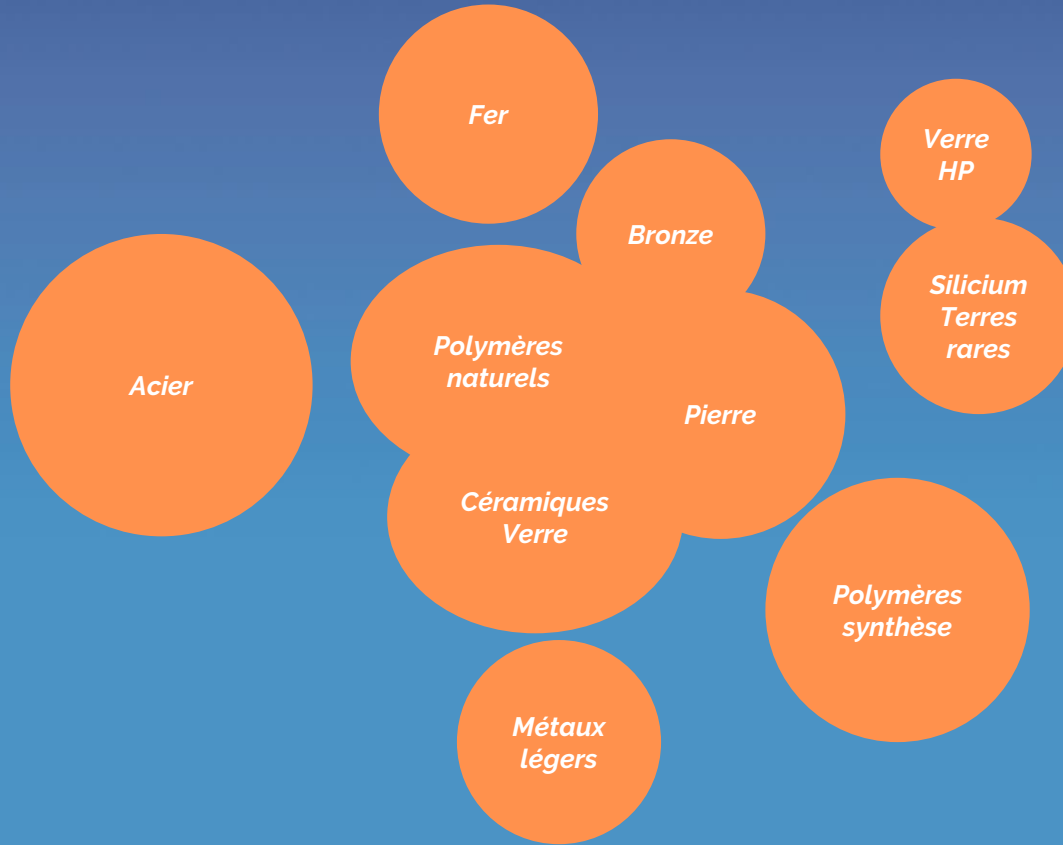


# Livre Blanc en 2021: une réflexion collective de la communauté des matériaux

- Un livre Blanc en téléchargement libre sur le site web SF2M
- Des contributions Académiques + Industriels
- Pas limité à la Métallurgie, pas exhaustif, évolutif
- Des pistes de réflexion et des réalisations crédibles



# Les âges des Matériaux: un rôle sociétal majeur

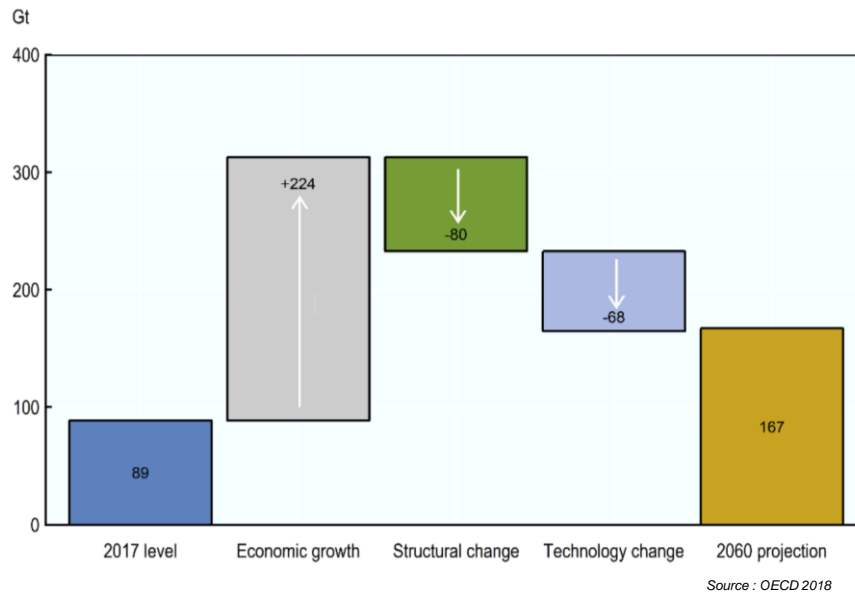


Age de  
raison  
des  
Matériaux

# Tout est Matériaux ...

Les matériaux ont **un rôle sociétal et économique majeur**:

- Matériaux de construction, matériaux de structure, matériaux fonctionnels, matériaux pour l'énergie, pour la santé, biomatériaux... : **signature d'une société**
- Les matériaux sont le **support des innovations** produits / procédés



**La consommation de Matériaux va doubler d'ici à 2060**

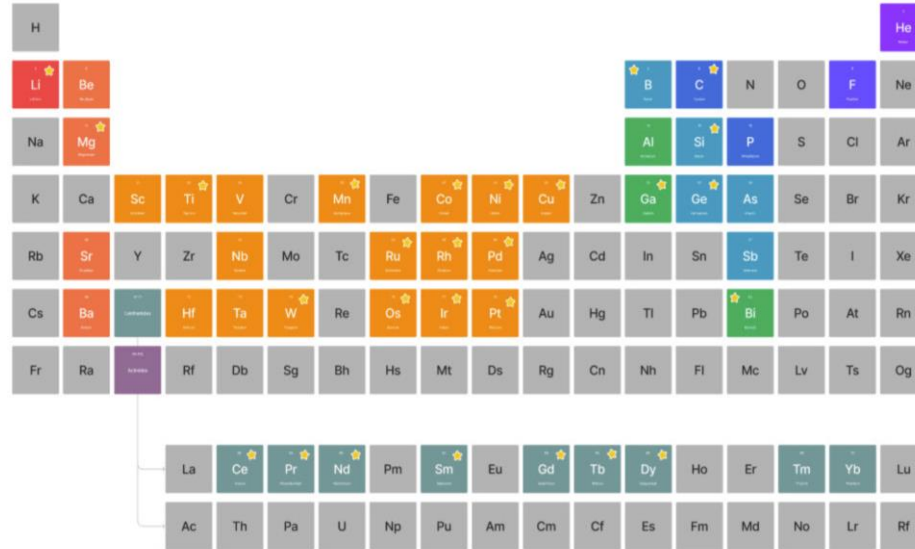
# UE: Matériaux critiques et Stratégiques

## EU Critical Raw Materials Act

Critical Raw Materials Marked with Color

★ Strategic Raw Material

- Transition metals
- Alkali metals
- Nonmetal
- Metals
- Metalloid
- Actinide
- Lanthanide
- Alkaline earth metals
- Halogens
- Noble gas



Source : European Commission 2023

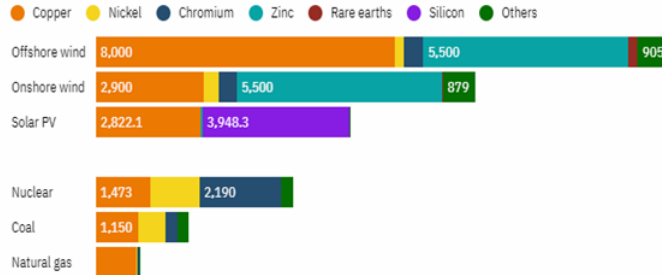
Les matériaux stratégiques pour l'UE : Green Deal, Digital, Défense, Aéronautique

# Les énergies renouvelables consomment plus de matériaux complexes



## Clean technologies have more complicated mineral requirements than fossil fuels

Minerals used in the construction of clean energy technologies compared with other power generation sources (kg/MW)

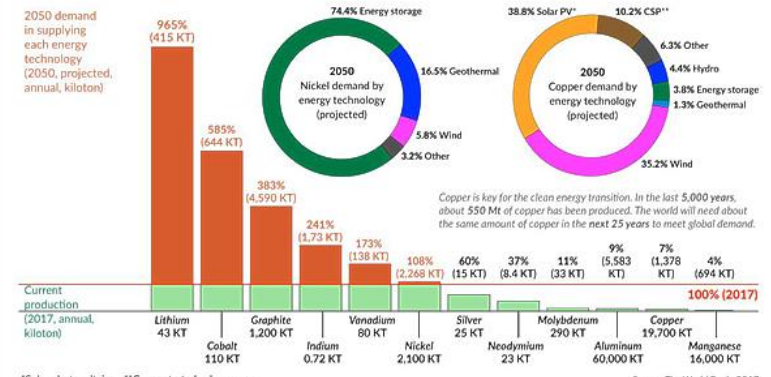


Excludes operational mineral requirements for nuclear, coal and natural gas.

Source: IEA

ENERGYMONITOR

## Demand for metals and minerals in a 2-degree Celsius rise scenario



GIS

Il en est de même pour le digital et les TIC.



# Des cibles ambitieuses pour l'UE

## 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 **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

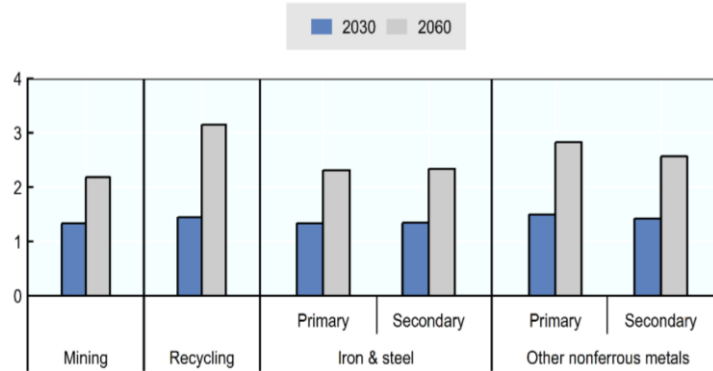
**Critical Raw Materials Act, 16 Mars 2023**

**... pour tenter de regagner la souveraineté**

# Le recyclage va croître plus rapidement que les mines...

**Figure 6.1. The recycling sector is projected to outpace the mining sector**

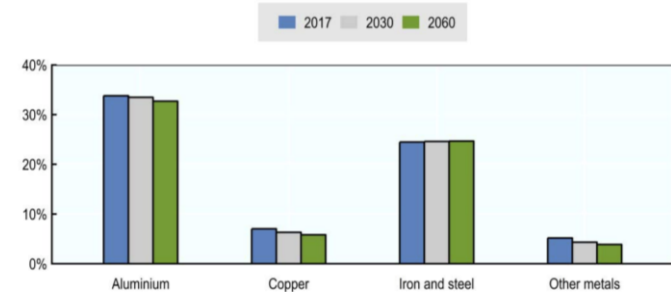
Growth of output between 2017 and 2060, index 1 in 2017



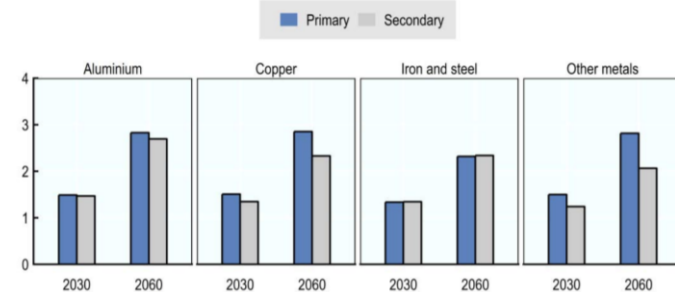
Source: OECD ENV-Linkages model.

**Figure 6.8. The share of secondary metal production is projected to remain roughly unchanged until 2060**

Panel A. Share of the secondary production in total metal production, measured as the relative sizes of secondary to total in USD



Panel B. Size of the metal sectors, index 1 in 2017

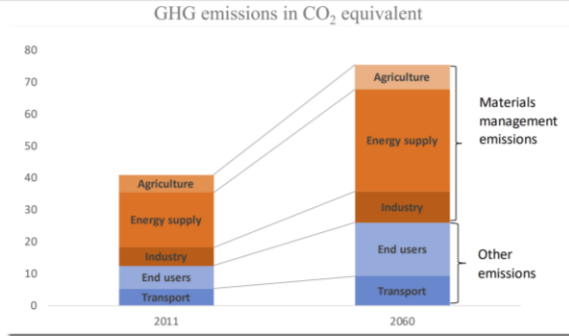


...mais sa contribution va rester faible.



# Les matériaux et la transition environnementale

Greenhouse gas emissions related to materials management will more than double

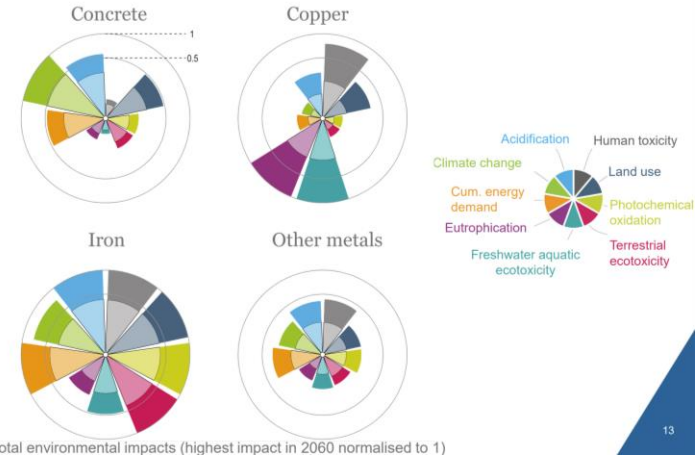


12% of total GHG emissions associated with 7 key metals

12% of total GHG emissions associated with concrete

50Gt CO<sub>2</sub> eq emissions associated with materials cycle

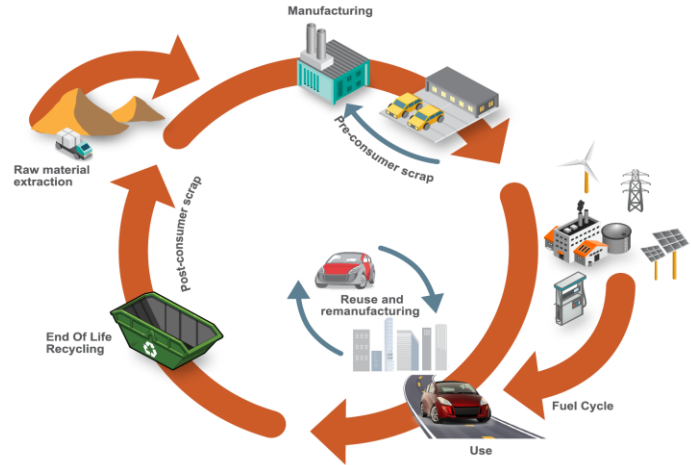
Environmental impacts from extraction and processing will more than double, but vary widely by material



Source : OECD 2022

# 1: Matériaux et Economie circulaire

- Moins de matériaux = Solutions optimisées et choix raisonné, **écodesign**
- Moins de **déchets**: réutilisation, recyclage, écobilan, augmentation des durées de vie
- **Décarbonation**: moins d'énergies fossiles + énergies alternatives



Normes réglementaires  
Accroître la R&D recyclage / modélisation des cycle de vie

## 2: Matériaux et Digital

### Digital = Concevoir, simuler, tester

- Modèles numérique / calcul ab-initio
- **IA**: Bases de données : Concevoir plus vite (ordinateur quantique)/ optimisation de choix complexes multi-paramétrés (cahier des charges fonctionnels /contraintes écodesign) / Maitrise et optimisation des procédés / Optimisation du couplage matériau-procédé.
- Besoin **d'ingénieurs matériaux qui maîtrisent les outils numériques** ( sans oublier la formation continue pour l'adaptation des personnels en poste)
- Attention : il faut **croiser les cultures** car la qualité des bases de données et la validation expérimentale sont essentielles !
- **Fabrication additive** un bon exemple de couplage Matière + Numérique source de nouvelles optimisations

La France et la Science des matériaux a une **longue tradition des outils numériques**. Des programmes ambitieux comme le PEPR Diadem

*Matériaux en conditions extrêmes – Lunéville – 10 Mai 2023*



## 3: Lien Recherche et Industrie

- **Des atouts Français industriels, scientifiques, éducationnels**
- Image et **Attractivité de l'industrie des matériaux**
- Mise en valeur des **compétences des laboratoires**
- **Financement de la recherche: apprendre des échecs**
- **Une approche pluridisciplinaire:**  
Matériau, Chimie, Physique, Mécanique, Numérique, Eco...  
Produit/Procédé
- Soutien des **start-ups** : développement matériaux capitalistique pour aller au prototypage

## 4: Compétences et formation

- **Formation en matériaux** = **un fondamental** pour les ingénieurs (et techniciens)
- **Formation interactive avec l'industrie**, confrontations à des problématiques réelles
- **Attractivité des jeunes** indispensable pour le futur de nos industries et laboratoires
- **Evolution des compétences** doit accompagner celles des technologies voire les anticiper



# Conclusion

**Nous ne reviendrons pas au monde d'avant!** Les attentes sociétales ont changé:

- Les rapports au temps, aux lieux, à la consommation, aux autres. Ce sont **de nouvelles sources d'opportunité**
- **Efficience** = concept clef en utilisation du temps, de l'énergie, des matières, ...

**Les matériaux vont jouer un rôle clé pour notre futur.**







# PAS D'INQUIÉTUDE, LA HIGH-TECH NOUS SAUVERA !

