



# Finitude et économie circulaire

avec Clément LEVARD (CNRS, CEREGE)

Vendredi 11 octobre 2024 à 12h



Formation des enseignants aux enjeux de la TEDS

## L'anthropocène

≈ 1120 Gt

## L'anthropocène

≈ 1120 Gt

### Biomasse

(plantes, animaux, bactéries  
champignons, virus, etc.)

## L'anthropocène

**Poids des humains**

≈ **XX%** du vivant

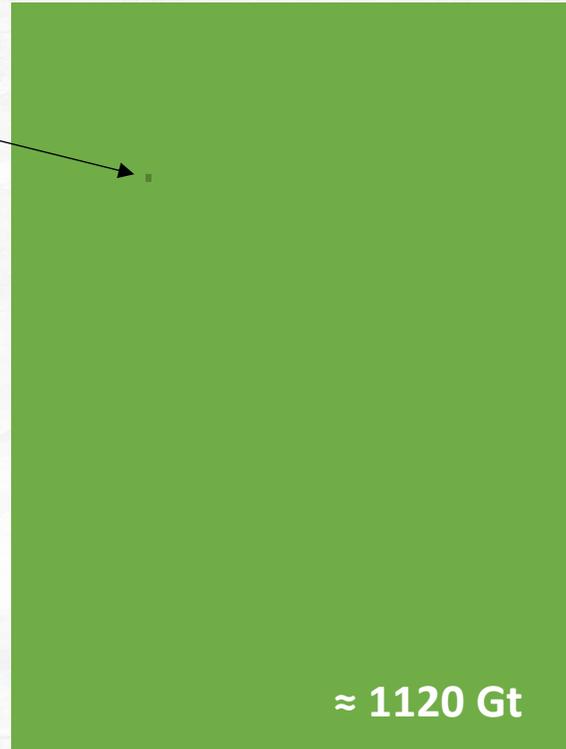


**Biomasse**

(plantes, animaux, bactéries  
champignons, virus, etc.)

## L'anthropocène

**Poids des humains**  
≈ 0.01% du vivant

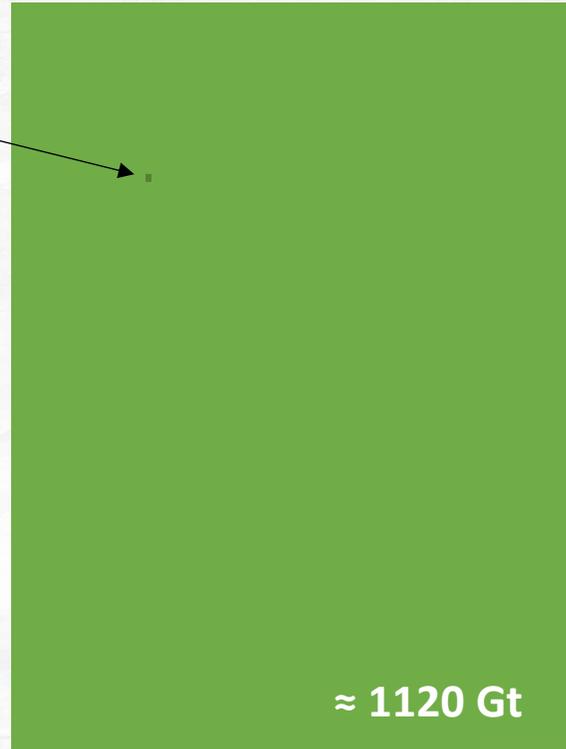


**Biomasse**  
(plantes, animaux, bactéries  
champignons, virus, etc.)

## L'anthropocène

### Poids des humains

≈ 0.01% du vivant



**Biomasse**  
(plantes, animaux, bactéries  
champignons, virus, etc.)

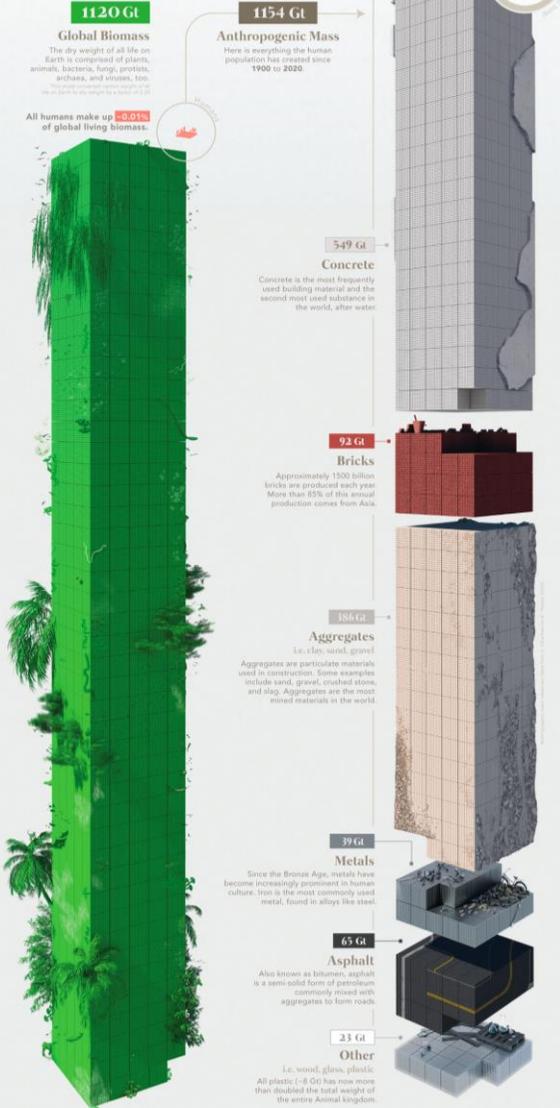


**Objets**  
(béton, briques, métaux,  
plastiques, etc.)



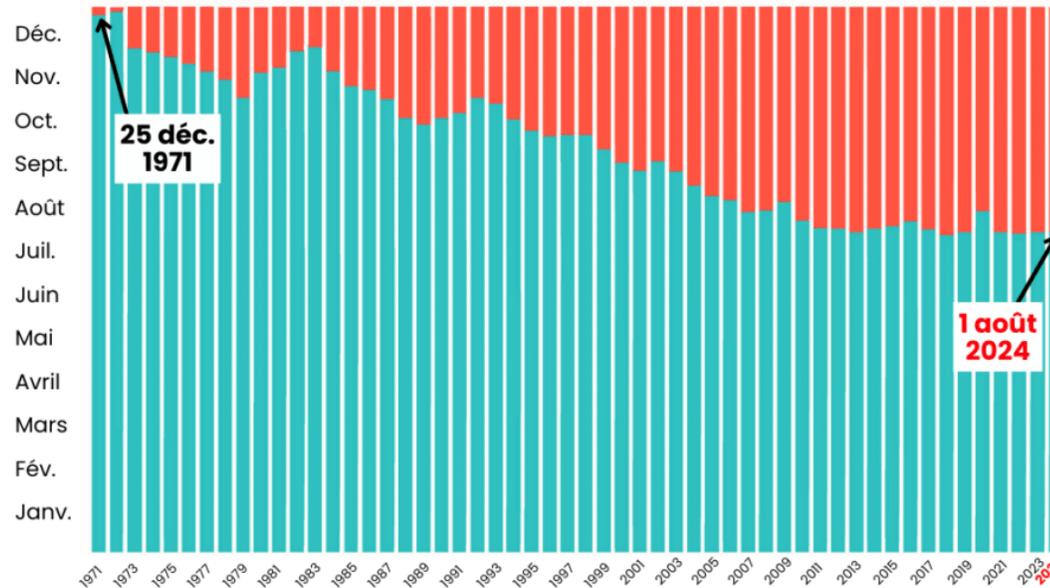
## L'anthropocène

In 2020, the amount of anthropogenic mass exceeded the weight of all global living biomass. As humans continue to dominate Earth, questions surrounding our material output are increasing. We break down the composition of all human-made materials and the rate of their production.



## Ce jeudi 1<sup>er</sup> août 2024, c'est le jour du dépassement de la Terre

Evolution du jour du dépassement de la Terre : 1971-2024



**Nombre de planètes Terre «consommées»**



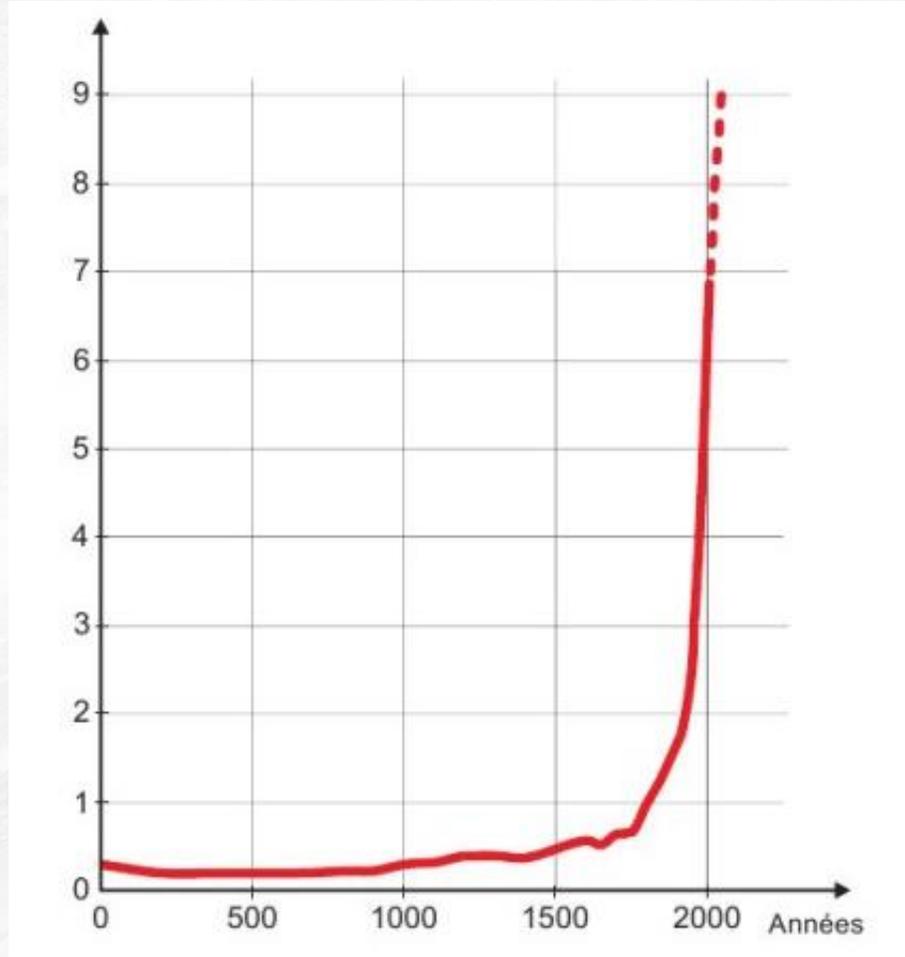
1 planète Terre en 1971



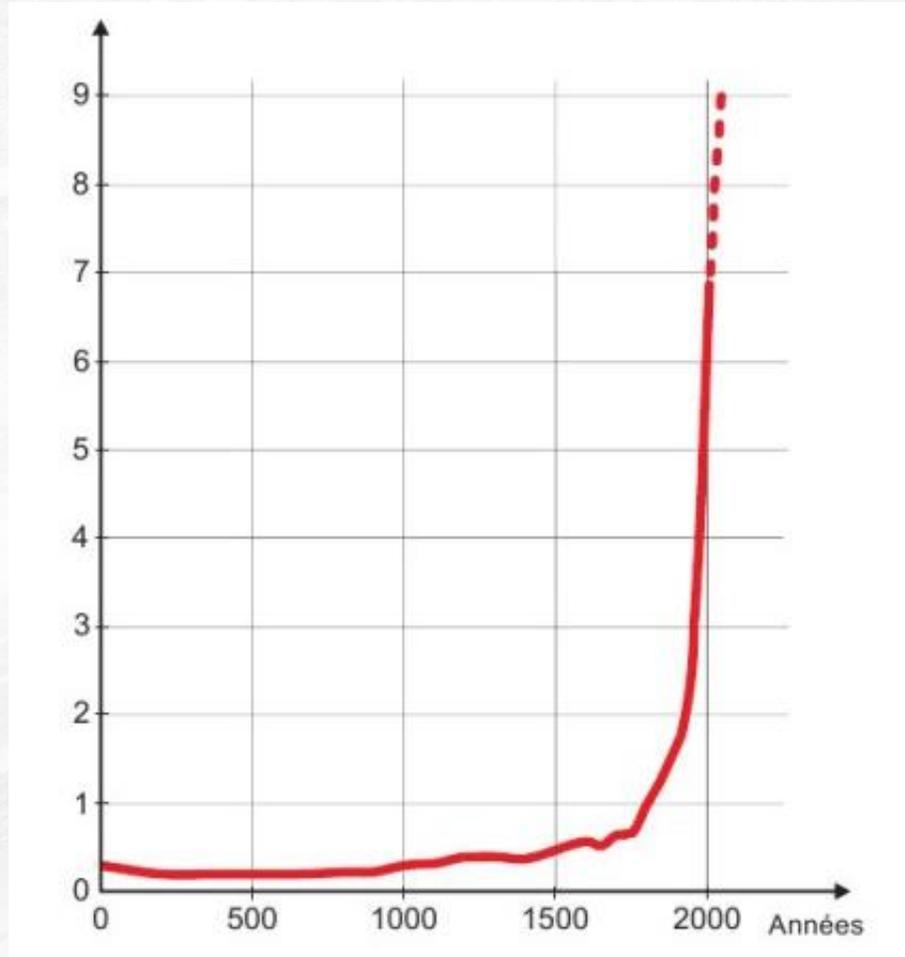
1,75 planète Terre en 2024

Source: National Footprint and Biocapacity Accounts, édition 2024  
data.footprintnetwork.org

## Tout s'accélère...



## Tout s'accélère...



Courbe de croissance de  
la population mondiale  
Depuis l'an 0

## Tout s'accélère...

**L** Les prix du bois ont bondi de 200 à 300 % :  
quelles conséquences pour le secteur de la  
construction ?  
03/03/22 **Libre ECO**

Plus précieux que l'or? L'énergie et les métaux industriels  
atteignent des records

09/02/22

**allnews**

Hausse des prix de l'énergie : une crise «comparable» au  
choc pétrolier de 1973, selon Le Maire

09/03/22

**Le Parisien**

Sécheresse : une situation déjà préoccupante dans certaines  
régions !

11/02/22

**tameteo.com**  
METEORED

La flambée des prix des matières premières  
affecte l'industrie textile

21/02/22

**FASHION**  
NETWORK

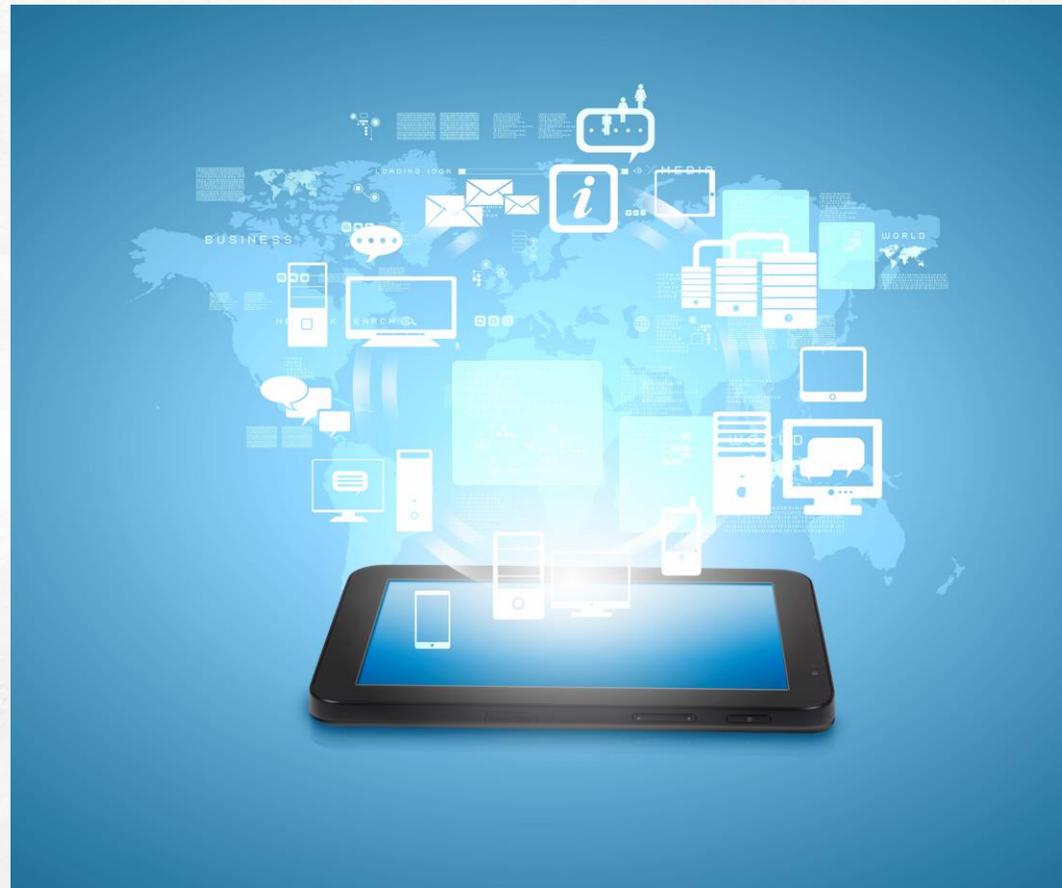
Le marché du nickel au  
bord de la rupture

09/03/22

**L'Echo**

ÉCONOMIE - GUERRE EN UKRAINE  
Depuis le début de la guerre en Ukraine, les  
prix du blé ont dépassé des sommets  
L'inquiétude grandit avec l'envolée des cours de cette matière première essentielle, qui a  
augmenté de 70 % depuis le début de l'année.  
09/09/22 **Le Monde**

## Et le numérique dans tout ça?



## L'empreinte matière cachée du numérique



XX de matières premières?

## L'empreinte matière cachée du numérique



100-200 kg de matières premières!

ADEME-2018

## L'empreinte matière cachée du numérique



100-200 kg de matières premières!

**1,3-1,6 milliards** smartphones vendus par an  
dans le monde ces dernières années!

ADEME-2018

## L'empreinte matière cachée du numérique

**Aujourd'hui**



**XX** éléments

## L'empreinte matière cachée du numérique

Aujourd'hui



**XX** éléments

## L'empreinte matière cachée du numérique

Aujourd'hui



55 éléments

## L'empreinte matière cachée du numérique

**1990**



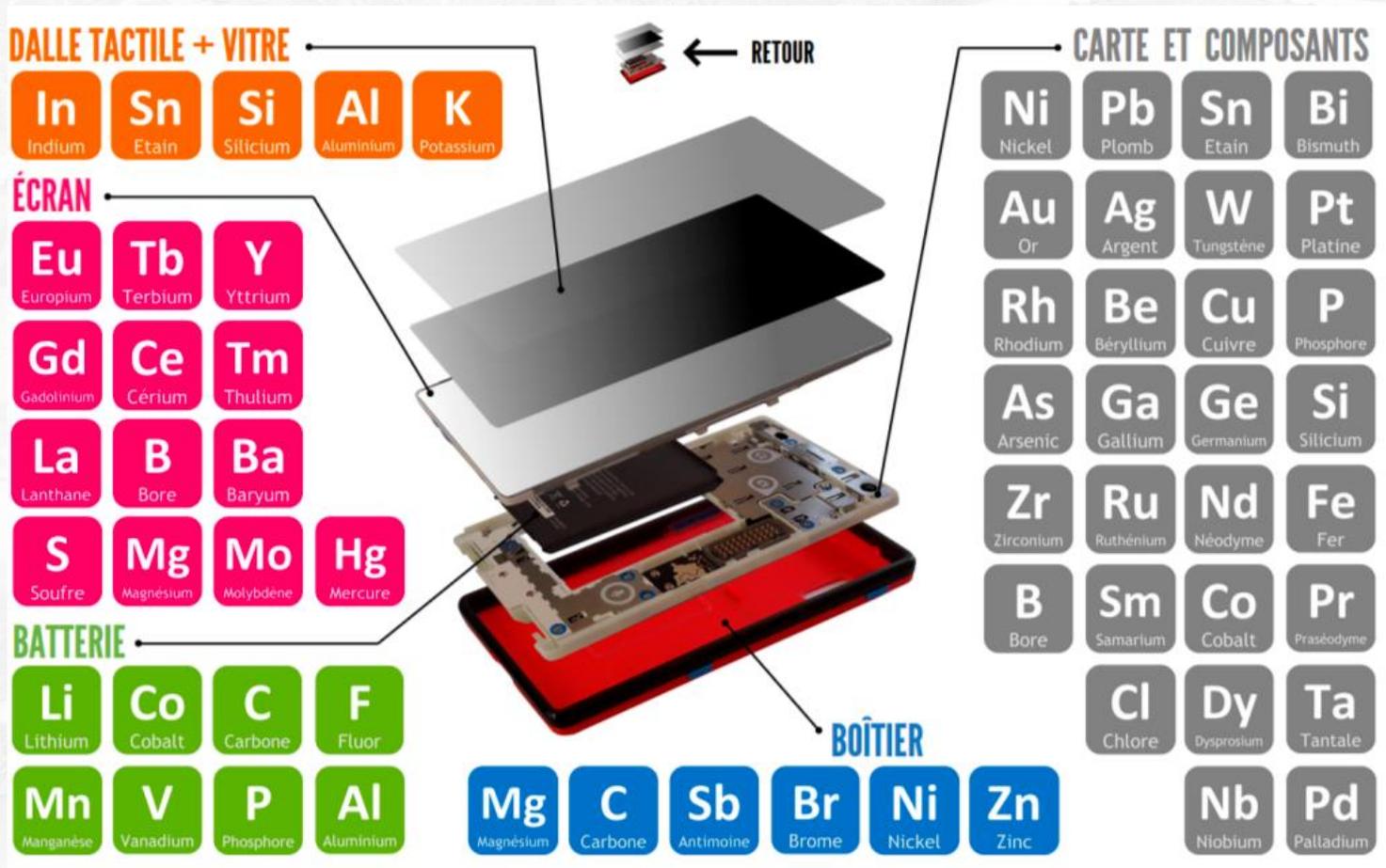
29 éléments

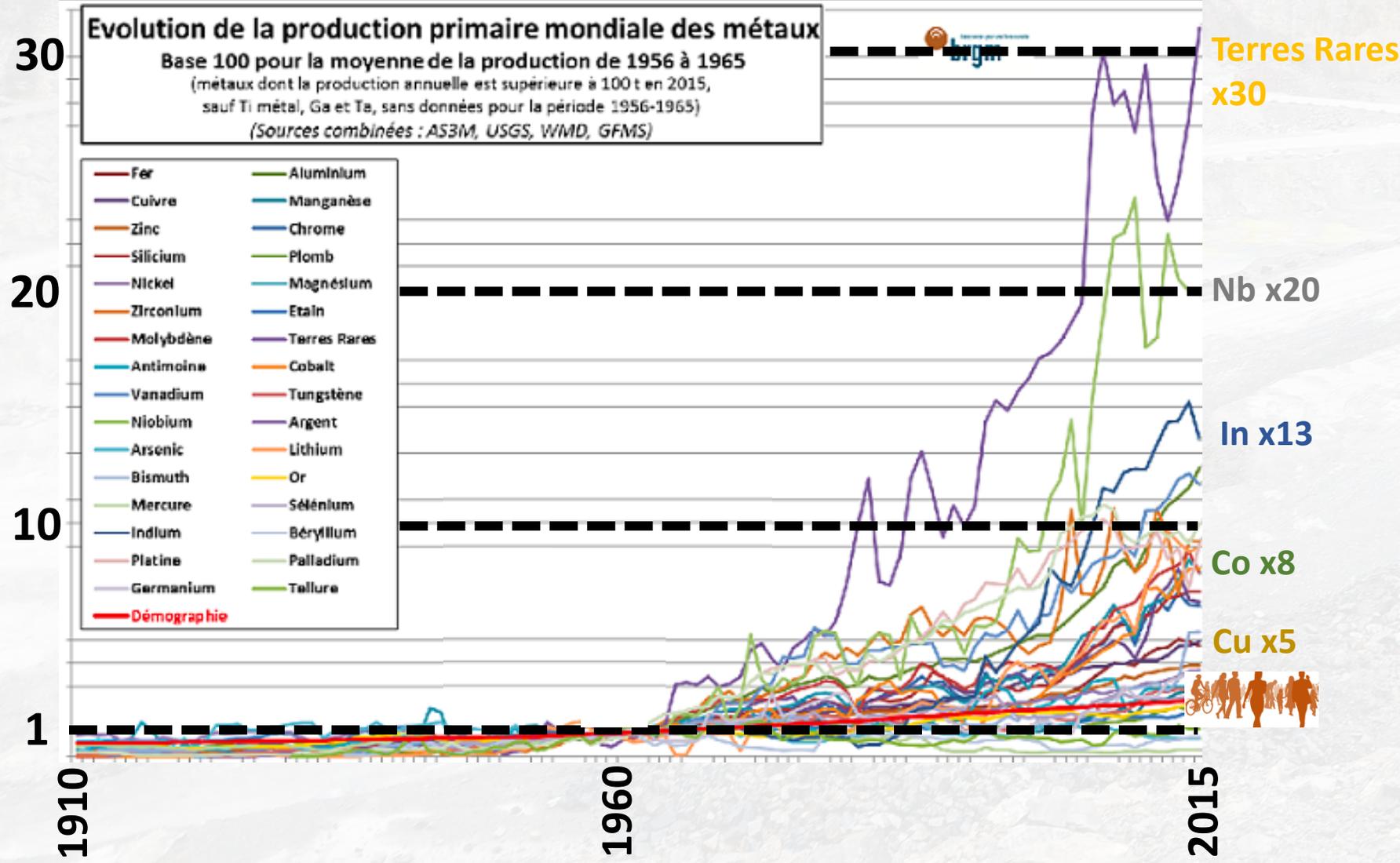
**Aujourd'hui**



55 éléments

## L'empreinte matière cachée du numérique

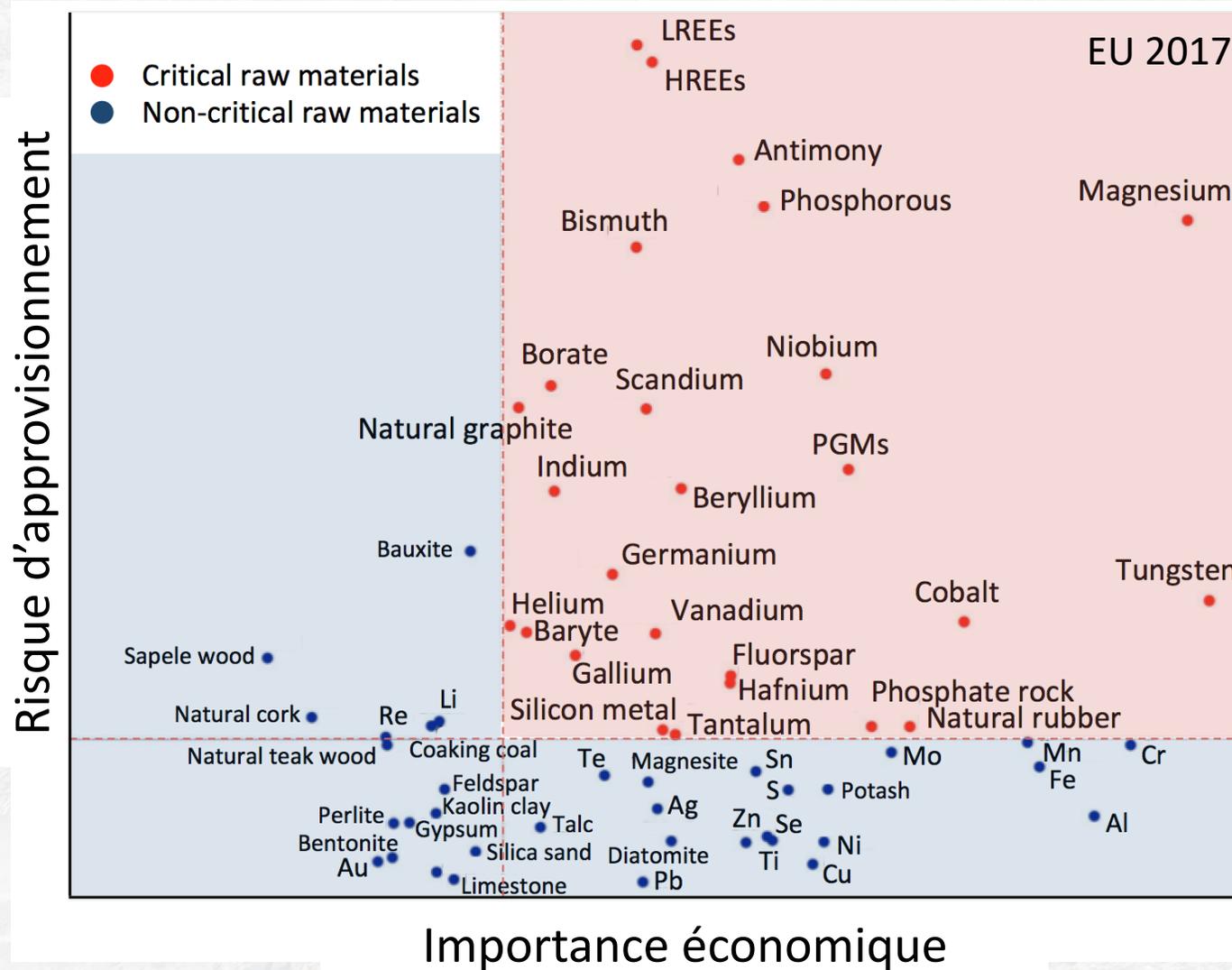




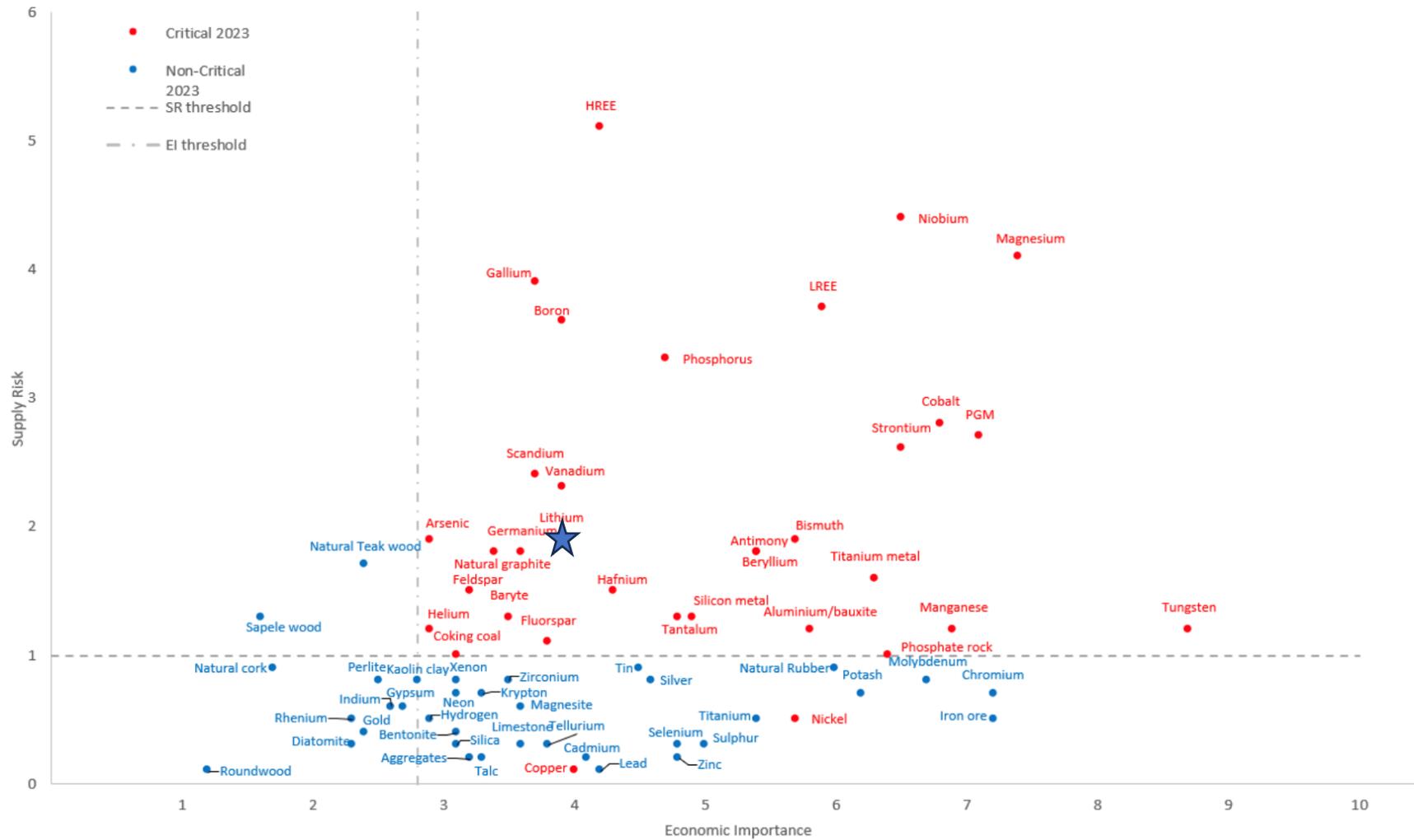
## Les métaux critiques: définition

Les éléments dits **critiques** sont des éléments qui sont à la fois:

- Jugés comme stratégiques pour l'économie d'un pays, car susceptibles d'altérer la compétitivité des industries qui en dépendent
- Sujets à des risques d'approvisionnement ou à une grande volatilité des prix



**Figure A: Results of the 2023 EU criticality assessment<sup>5</sup>**



## Importance économique



éléments critiques, des éléments stratégiques!

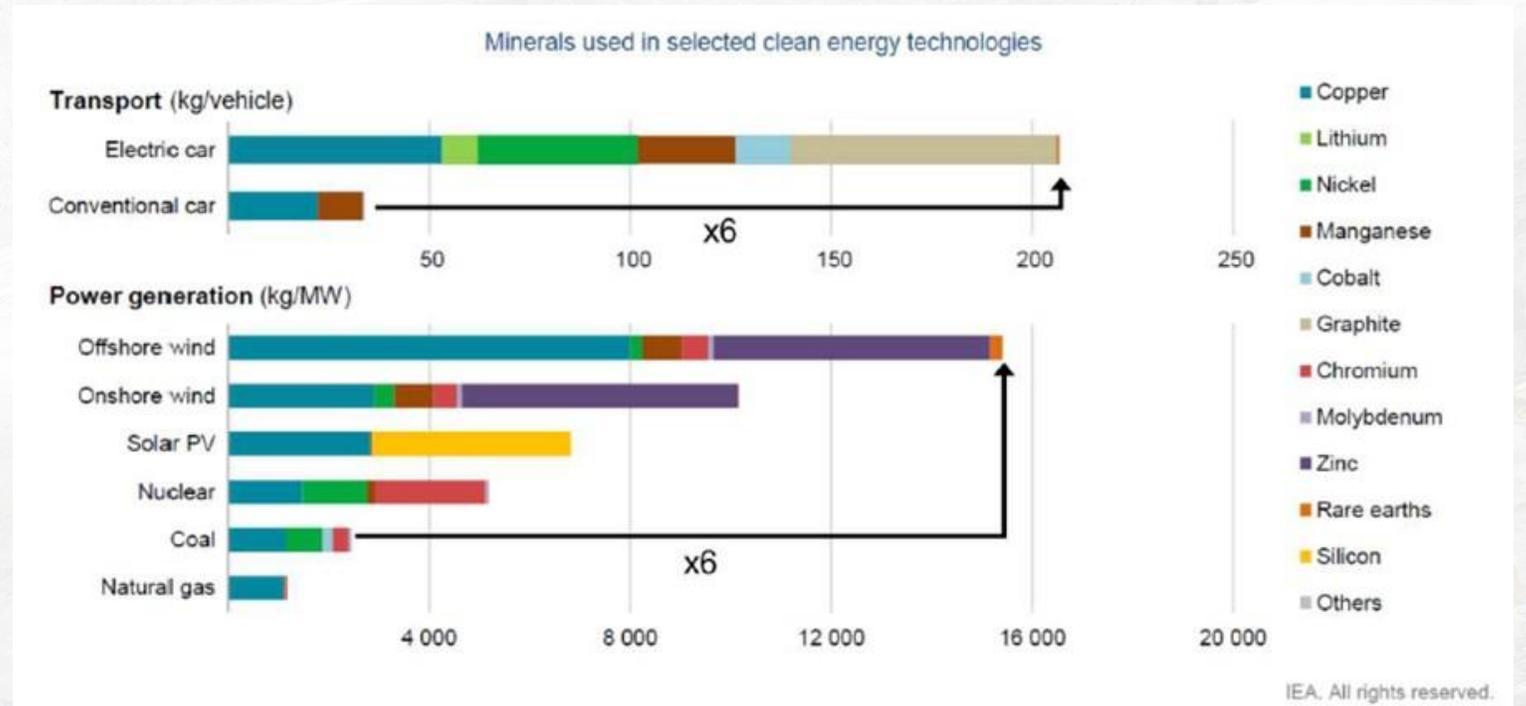
## Importance économique

Energies de flux dilués  
→ grosses infrastructures



Pour une capacité de  
2-3MW:

100-150 mètres de haut  
200-400 t d'acier  
500-1000 t de béton  
Centaines de kg de terres rares



## Risque d'approvisionnement

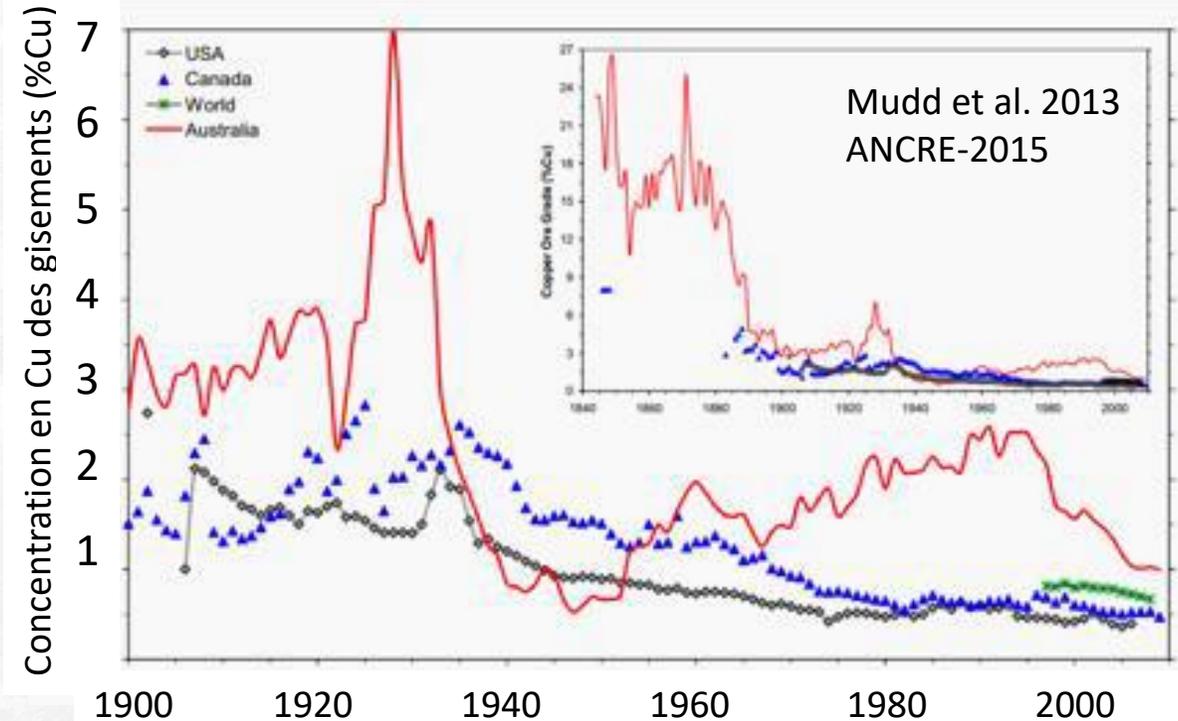
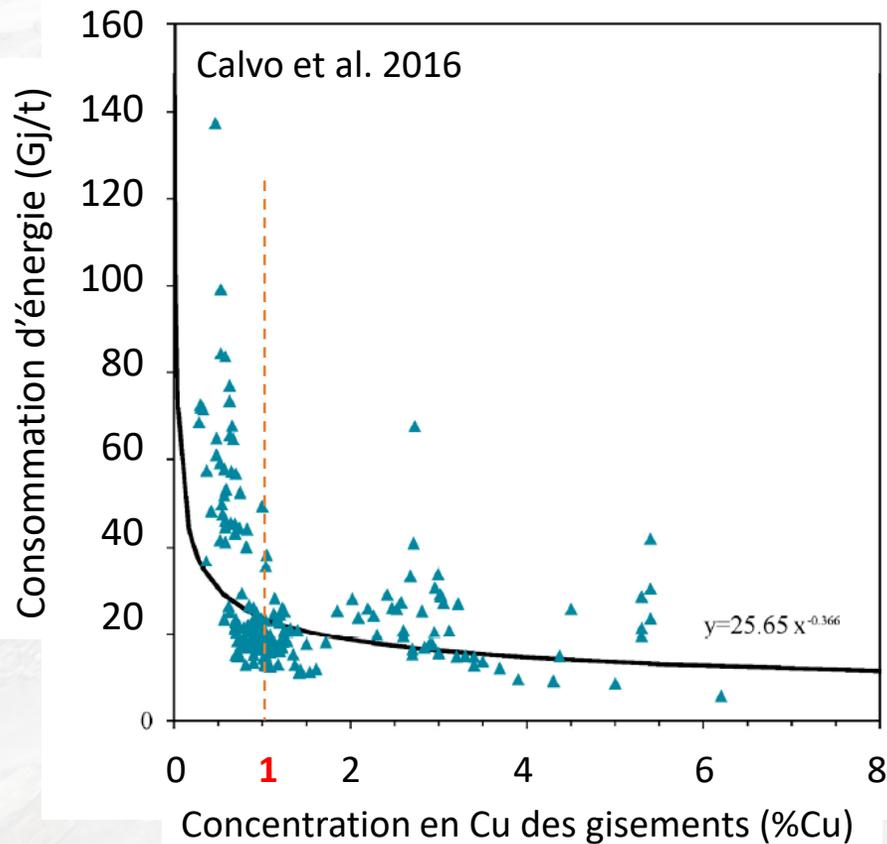


Mine de Palabora

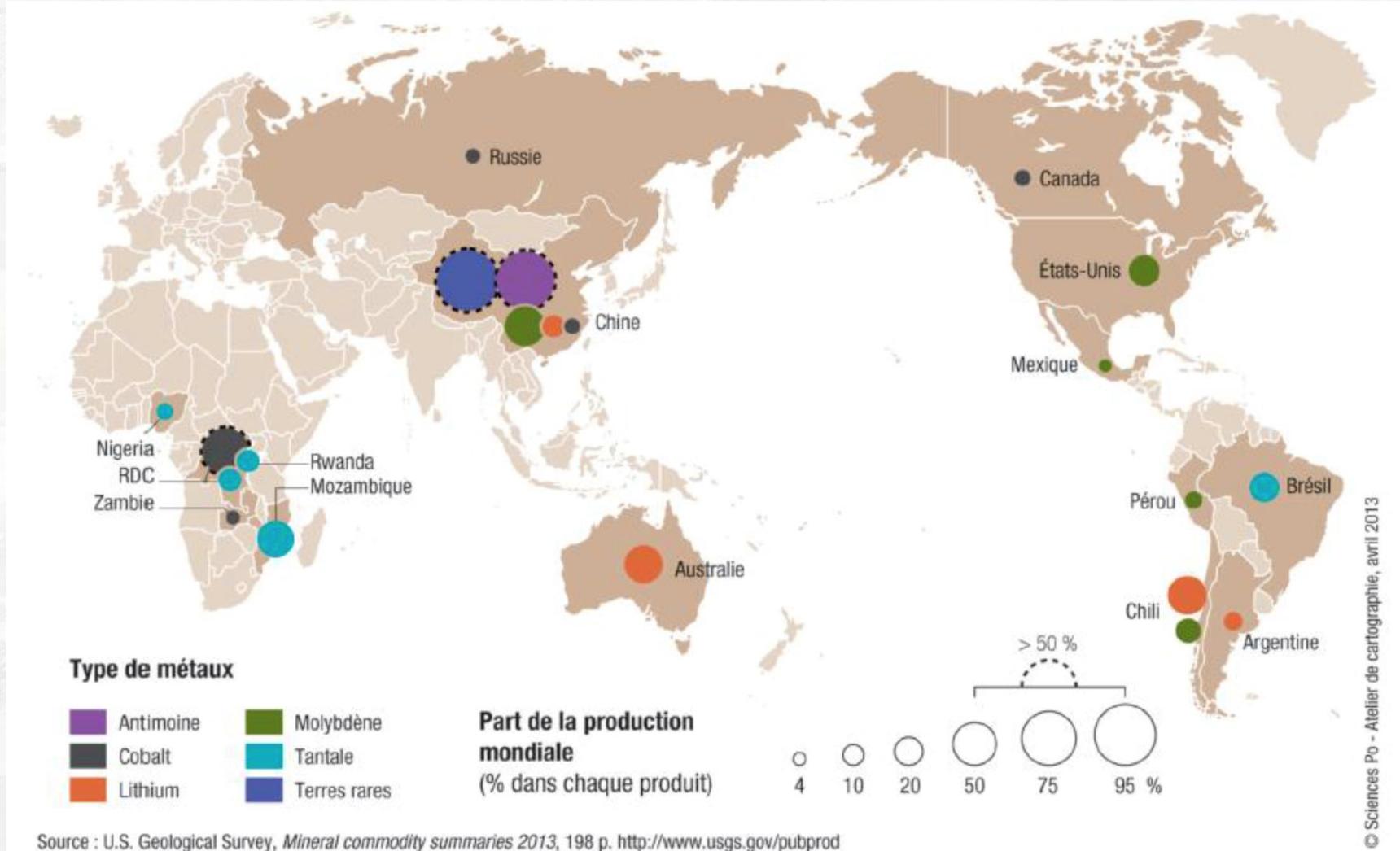


## Risque d'approvisionnement

Quelques éléments  
de réflexion...



## Risque d'approvisionnement



## Quels leviers?

Comment diminuer la pression sur cette ressource stratégique tout en réduisant les impacts environnementaux?

## Quels leviers?

Comment diminuer la pression sur cette ressource stratégique tout en réduisant les impacts environnementaux?

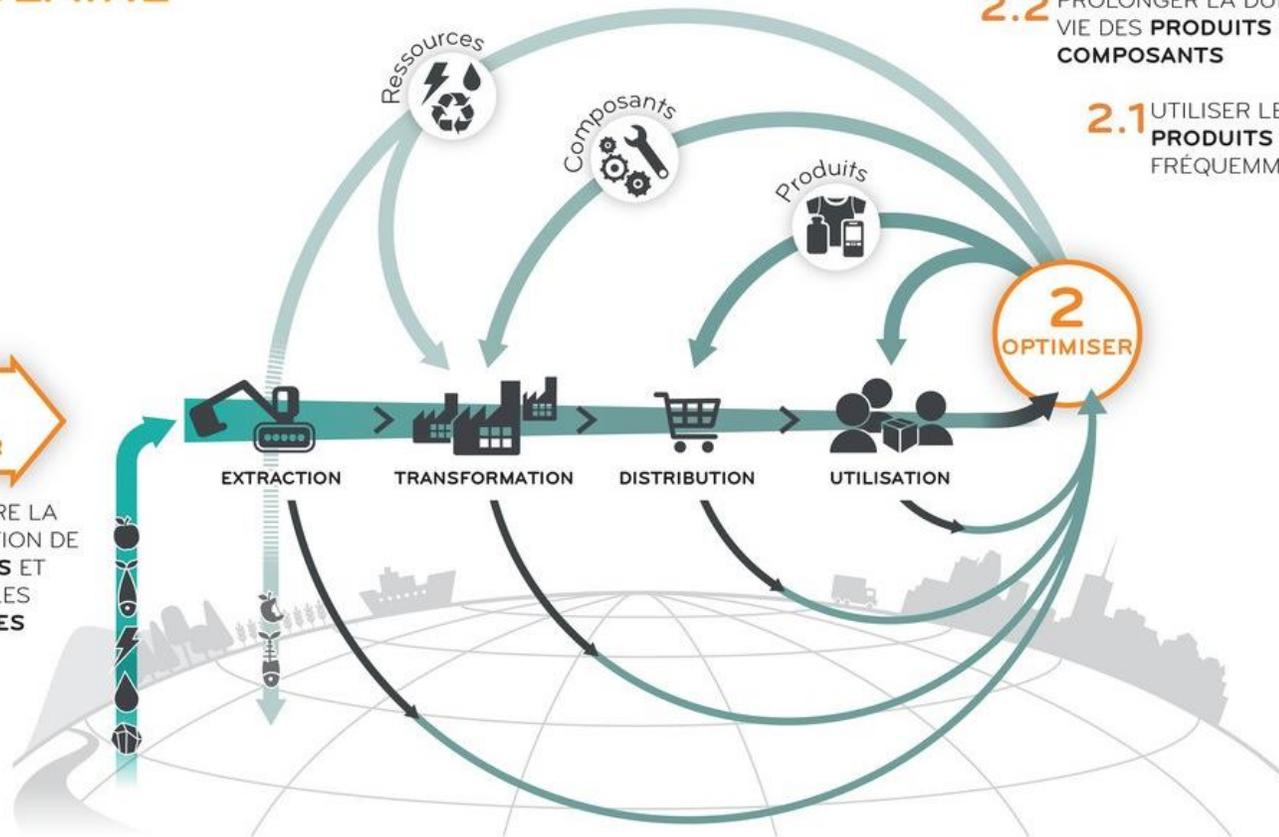
**Economie Circulaire, Sobriété, Produire autrement !**

## Economie Circulaire

### L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

**1**  
REPENSER

POUR RÉDUIRE LA  
CONSUMMATION DE  
**RESSOURCES** ET  
PRÉSERVER LES  
**ÉCOSYSTÈMES**



**2.3** DONNER UNE NOUVELLE VIE  
AUX **RESSOURCES**

**2.2** PROLONGER LA DURÉE DE  
VIE DES **PRODUITS** ET DES  
**COMPOSANTS**

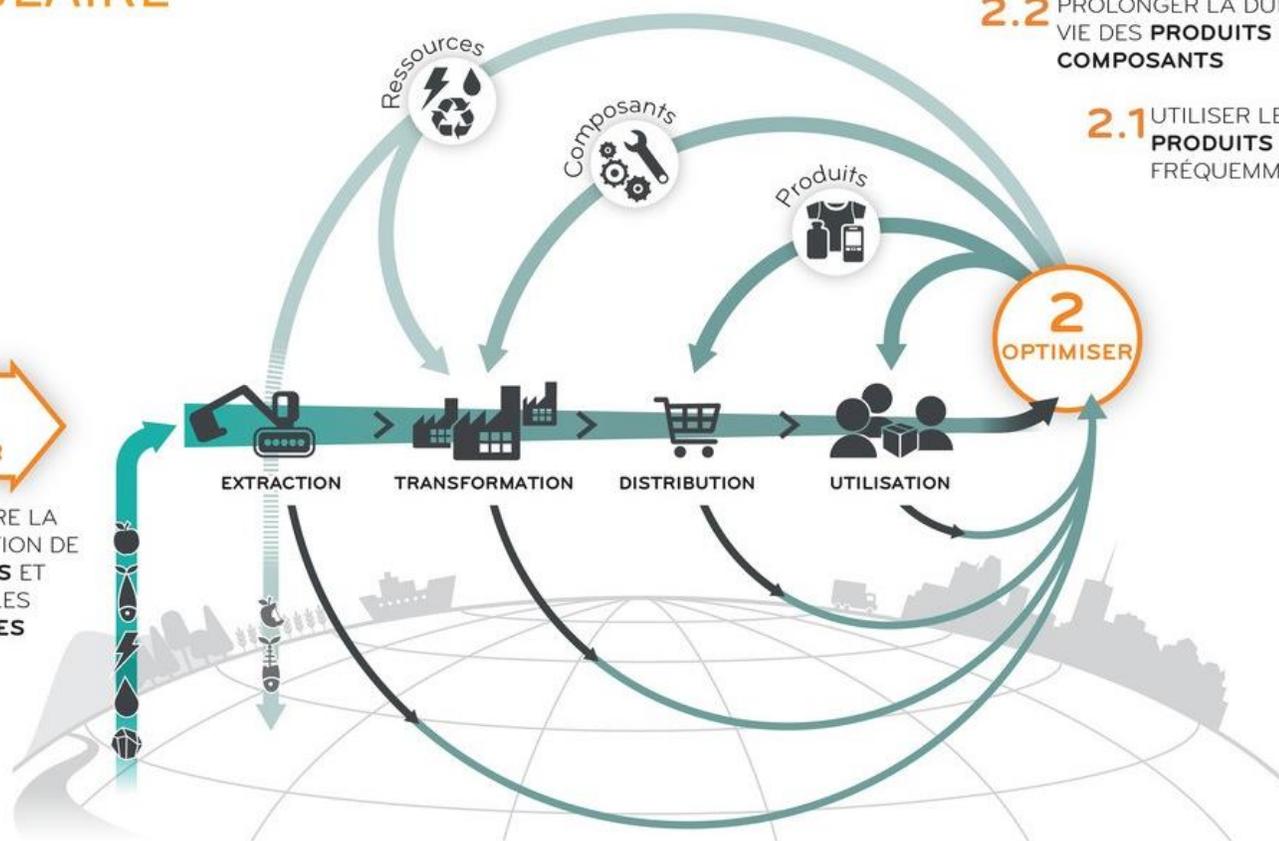
**2.1** UTILISER LES  
**PRODUITS** PLUS  
FRÉQUEMMENT

## Economie Circulaire

### L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

#### 1 REPENSER

POUR RÉDUIRE LA  
CONSOMMATION DE  
**RESSOURCES** ET  
PRÉSERVER LES  
**ÉCOSYSTÈMES**



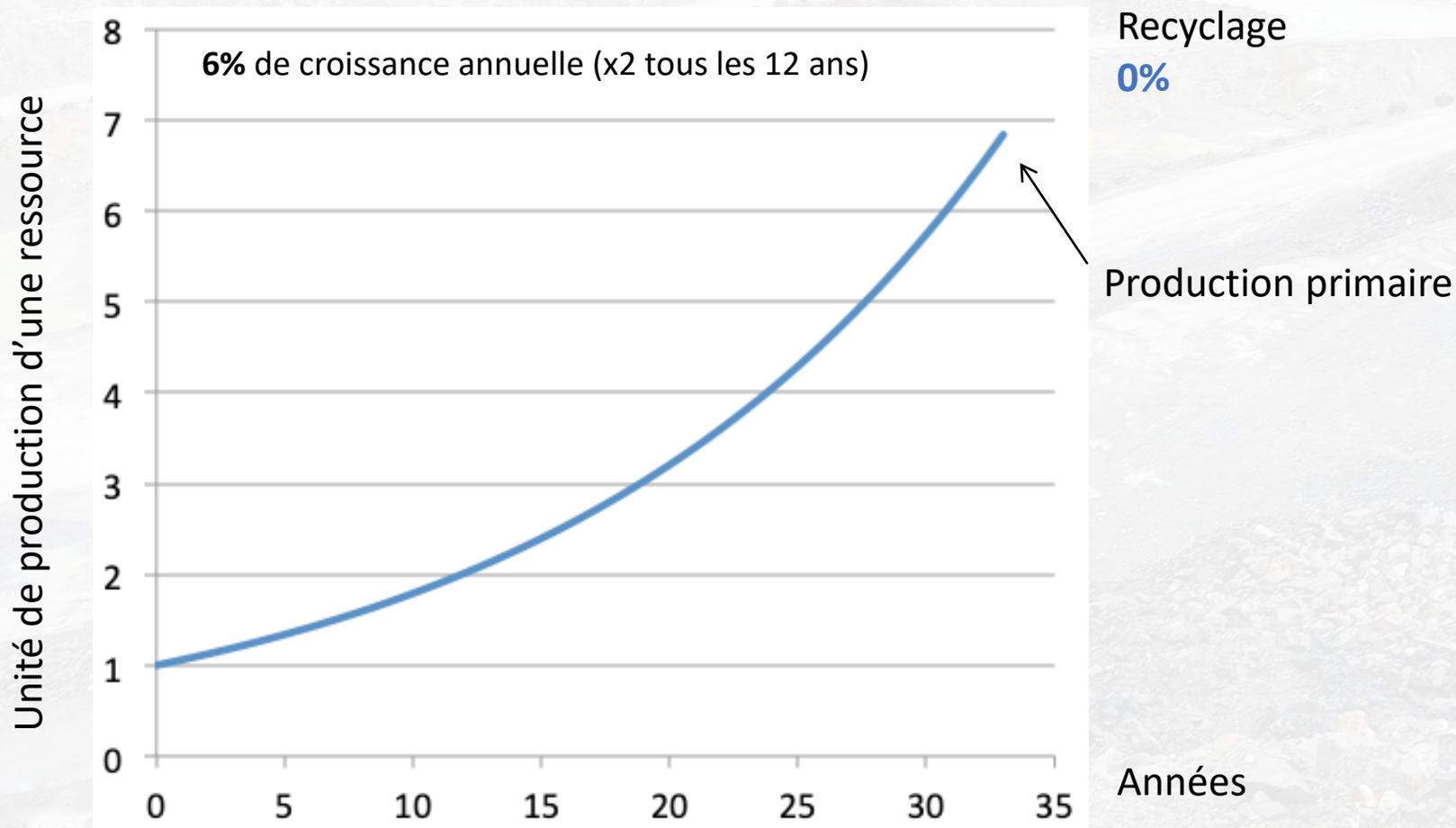
2.3 DONNER UNE NOUVELLE VIE  
AUX **RESSOURCES**

2.2 PROLONGER LA DURÉE DE  
VIE DES **PRODUITS** ET DES  
**COMPOSANTS**

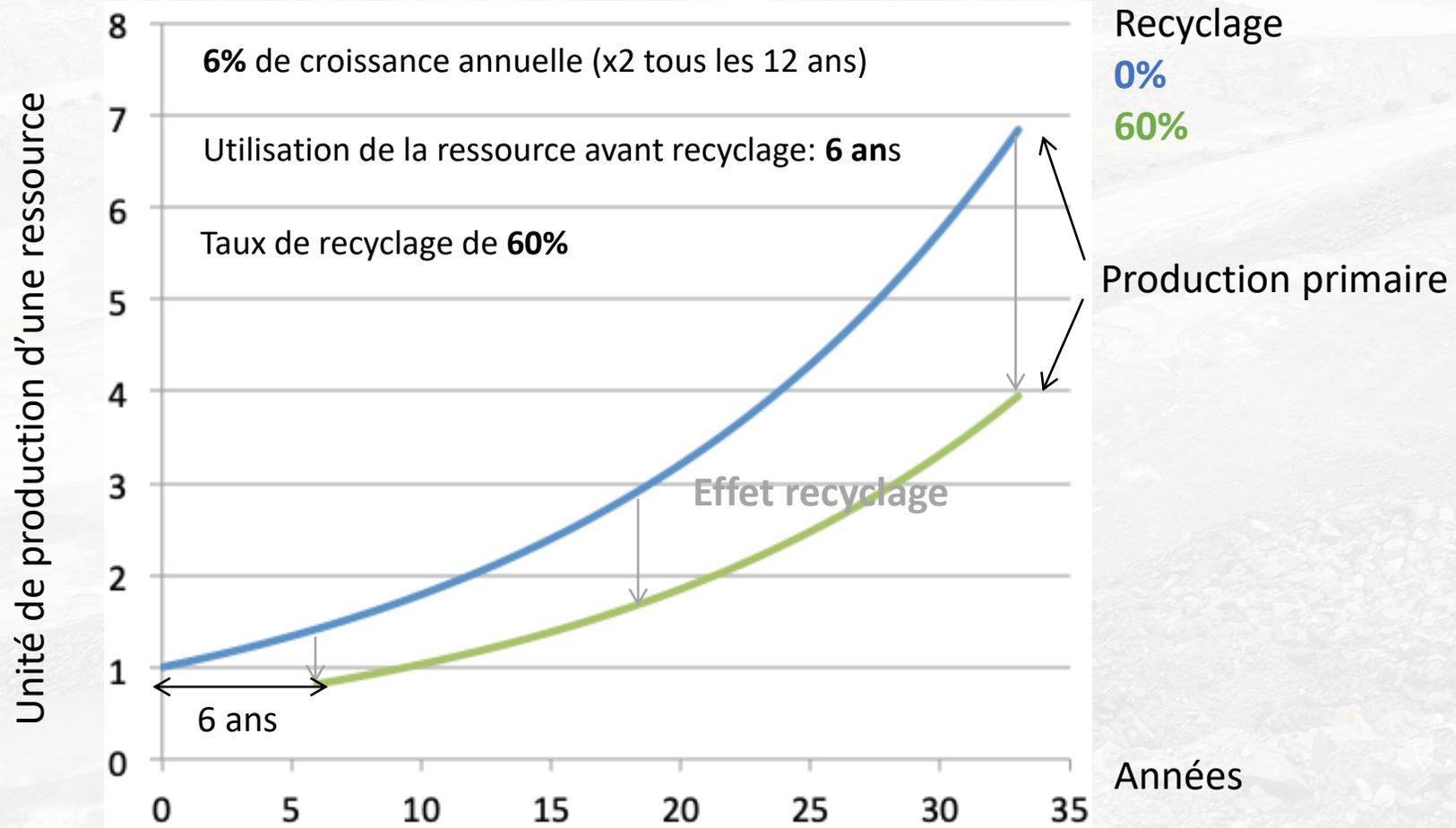
2.1 UTILISER LES  
**PRODUITS** PLUS  
FRÉQUEMMENT

- Ecologie Industrielle et Territoriale
- Eco-conception
- Economie de la fonctionnalité
- Mutualisation
- Recyclage

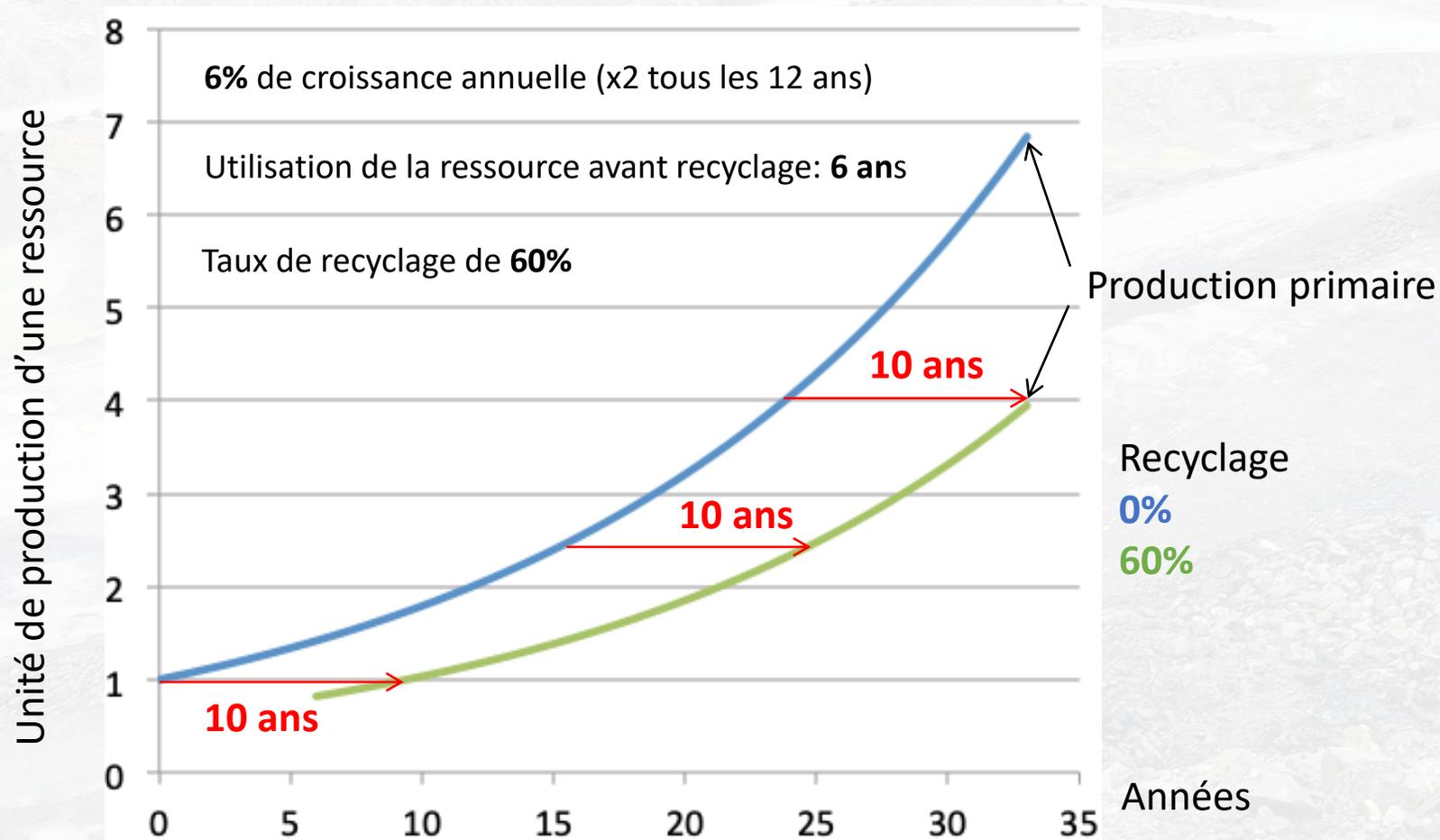
## Les limites du recyclage

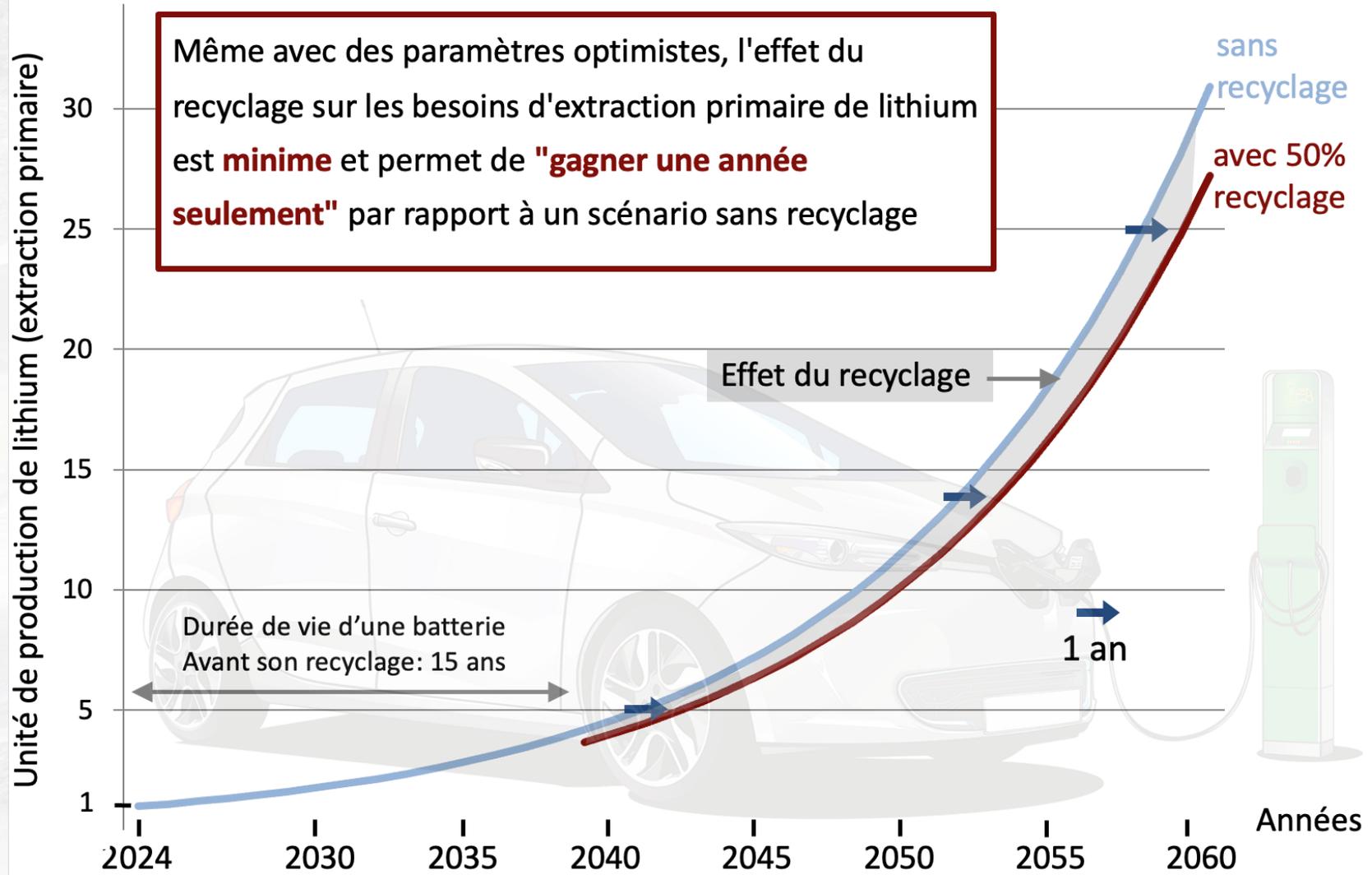


## Les limites du recyclage



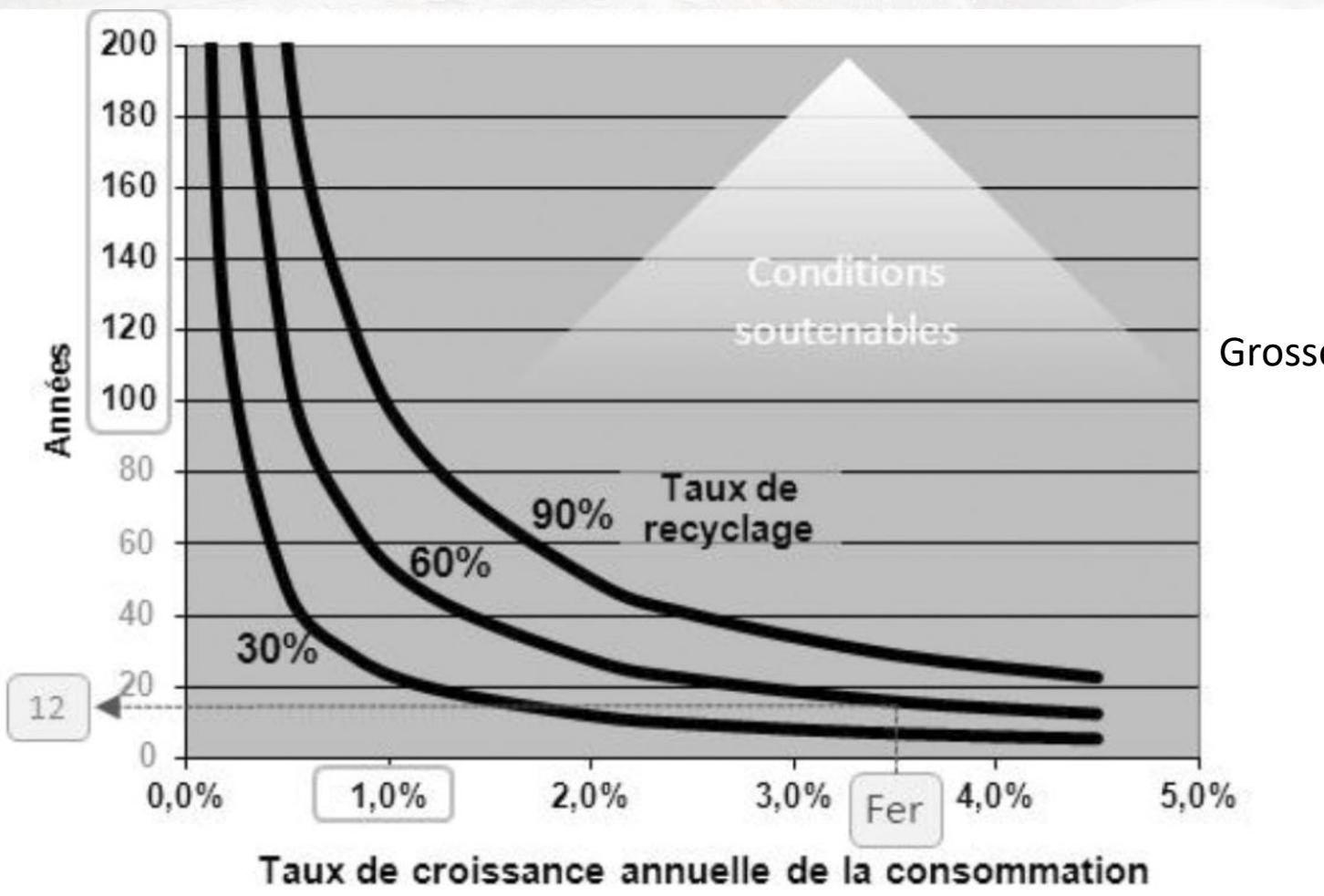
## Les limites du recyclage





Evolution des besoins d'extraction primaire de lithium avec ou sans recyclage, sur la base d'un taux de croissance annuel de la demande de 10%

## Un besoin de sobriété!



Grosse-2014

## Produire autrement à partir de sources secondaires



1gr d'Or  
→ 4kg de smartphones  
→ 1000kg de minerais



## Produire autrement avec des techniques plus sobres

### *Dicranopteris linearis*

- Hyper accumulatrice de terres rares
- Accumulation jusqu'à plusieurs milliers de mg/kg dans les feuilles



### *Pseudomonas Putida*

- Utilisation des TR légères pour des réactions enzymatiques
- Protéine Ln-dépendante identifiée



### *Oscarella lobularis*

- Bio-concentre le vanadium
- Mécanisme de bioconcentration non étudié



Le vivant:  
Une source d'inspiration!

## Extraction bio-inspirée de terres rares à partir de résidus de bauxite



