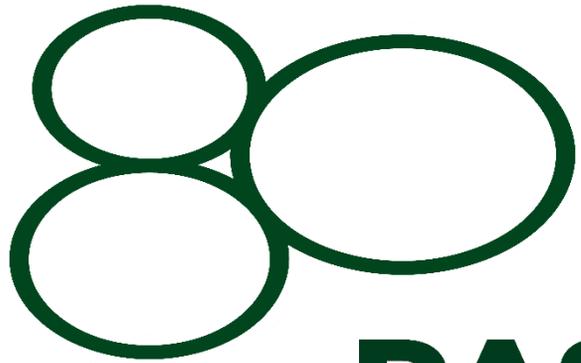
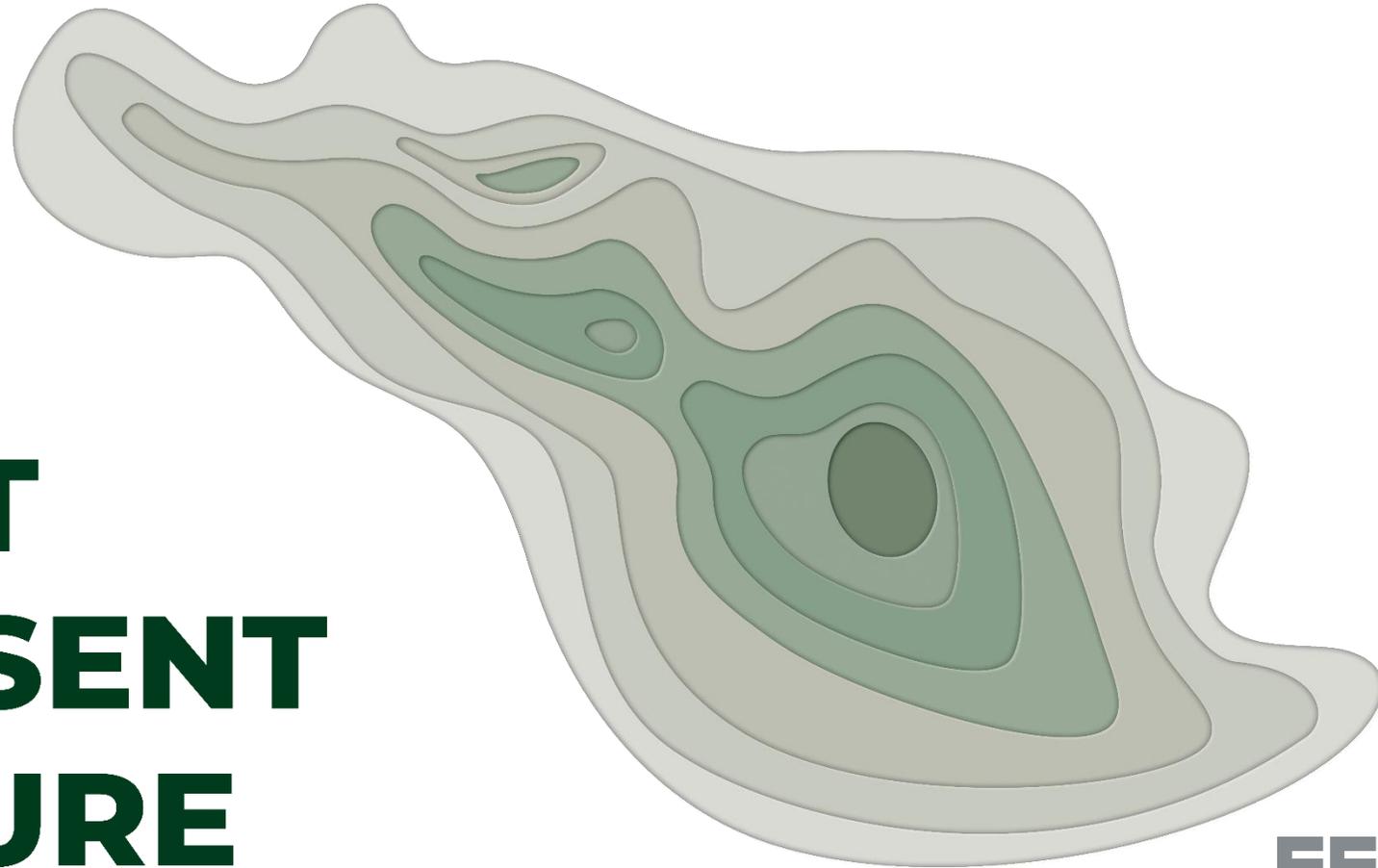


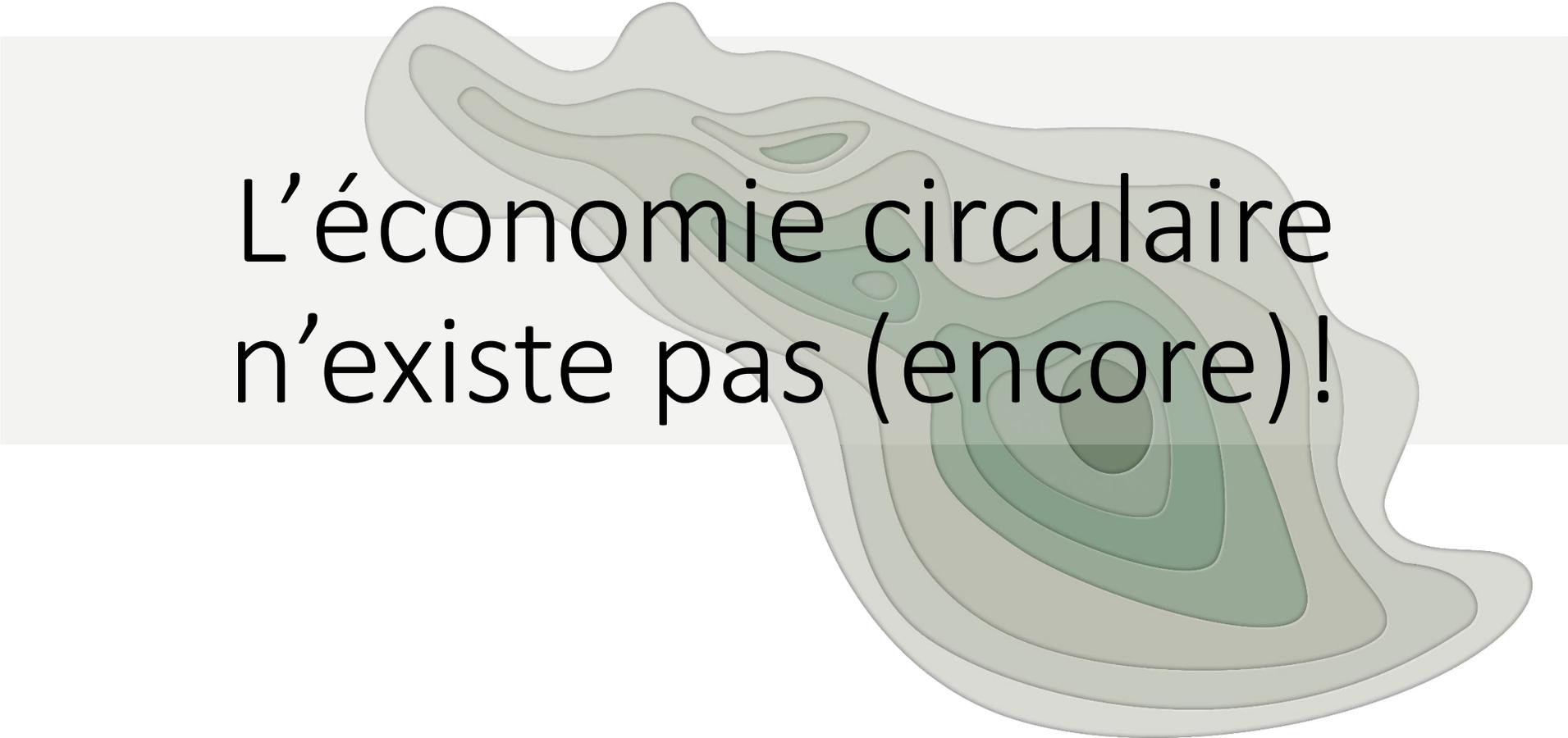
Economie Circulaire & Industrie Extractive

Eric PIRARD, Urban & Environmental Engineering



**PAST
PRESENT
FUTURE**





L'économie circulaire
n'existe pas (encore)!

Économie Sphérique

- Art d'administrer un bien (**une planète!**) par une gestion prudente et sage afin d'obtenir (**pour tous et pour les générations futures**) le meilleur rendement en utilisant les moindres ressources

Géosphère
Géorressources

*If you can't grow it...
you'll have to dig it!*

Atmosphère

Biosphère
Bioressources



Economie Sphérique

- ... et l'Anthroposphère

- 180 t Mat. bâtiments /pers
- 160 t Mat. infrastructures/pers

- 10 t acier / pers
- 424 kg aluminium / pers
- 220 kg cuivre / pers
- etc...

Sources:

Lanau et al., 2019, *Env. Sc. & Tech*, 53(15)

Graedel et al., 2010, *Metal Stocks in Society*, UNEP-IRP



Economie Circulaire

- Cela n'existe pas!
 - Paradigme stimulant pour penser le cycle
 - Déchets à toutes les étapes
 - Fabrication
 - Usage
 - Collecte
 - Recyclage
 - ...

Zéro Emissions

Zéro Déchets

100 % Recyclable

Dématérialisation



Source:

P. Huovila, Buildings as Materials Banks (BAMB – H2020)

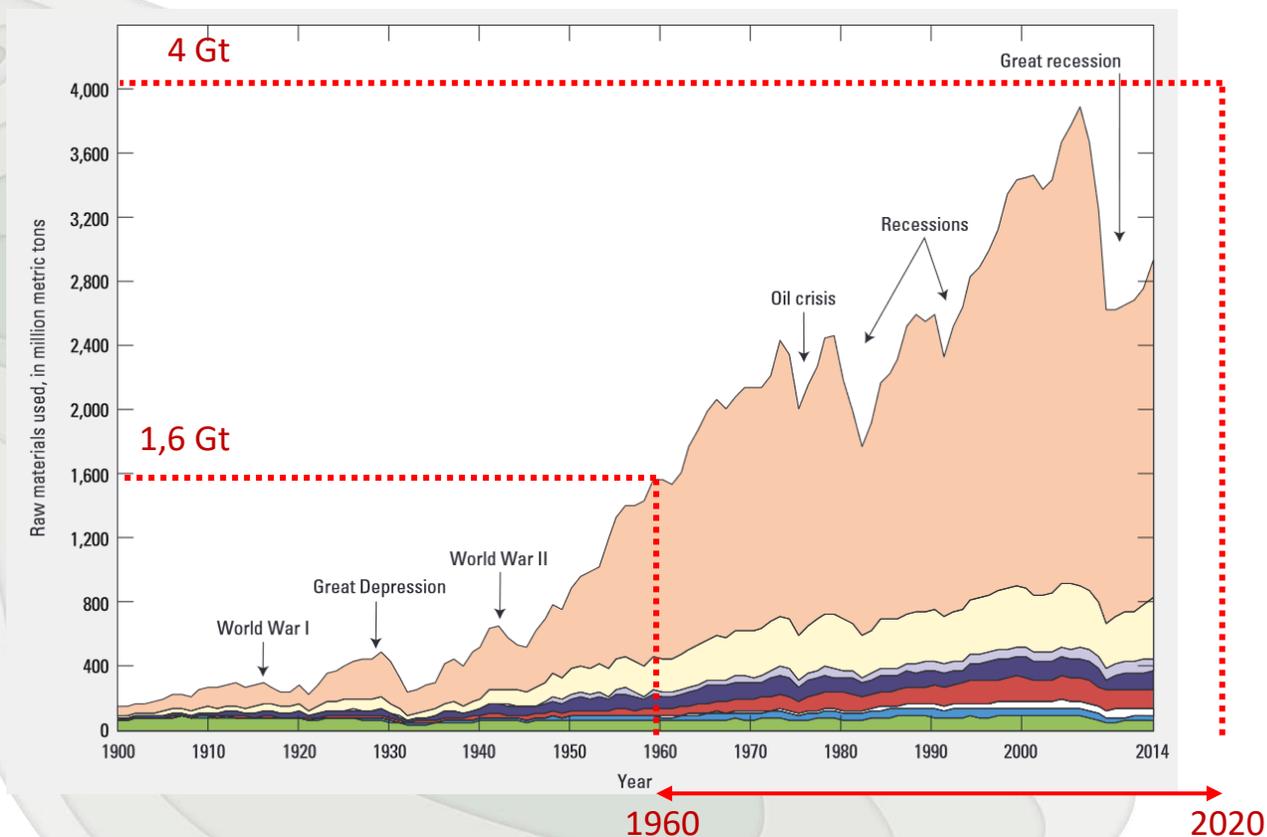
Economie Circulaire



Source: <https://eitrawmaterials.eu/>

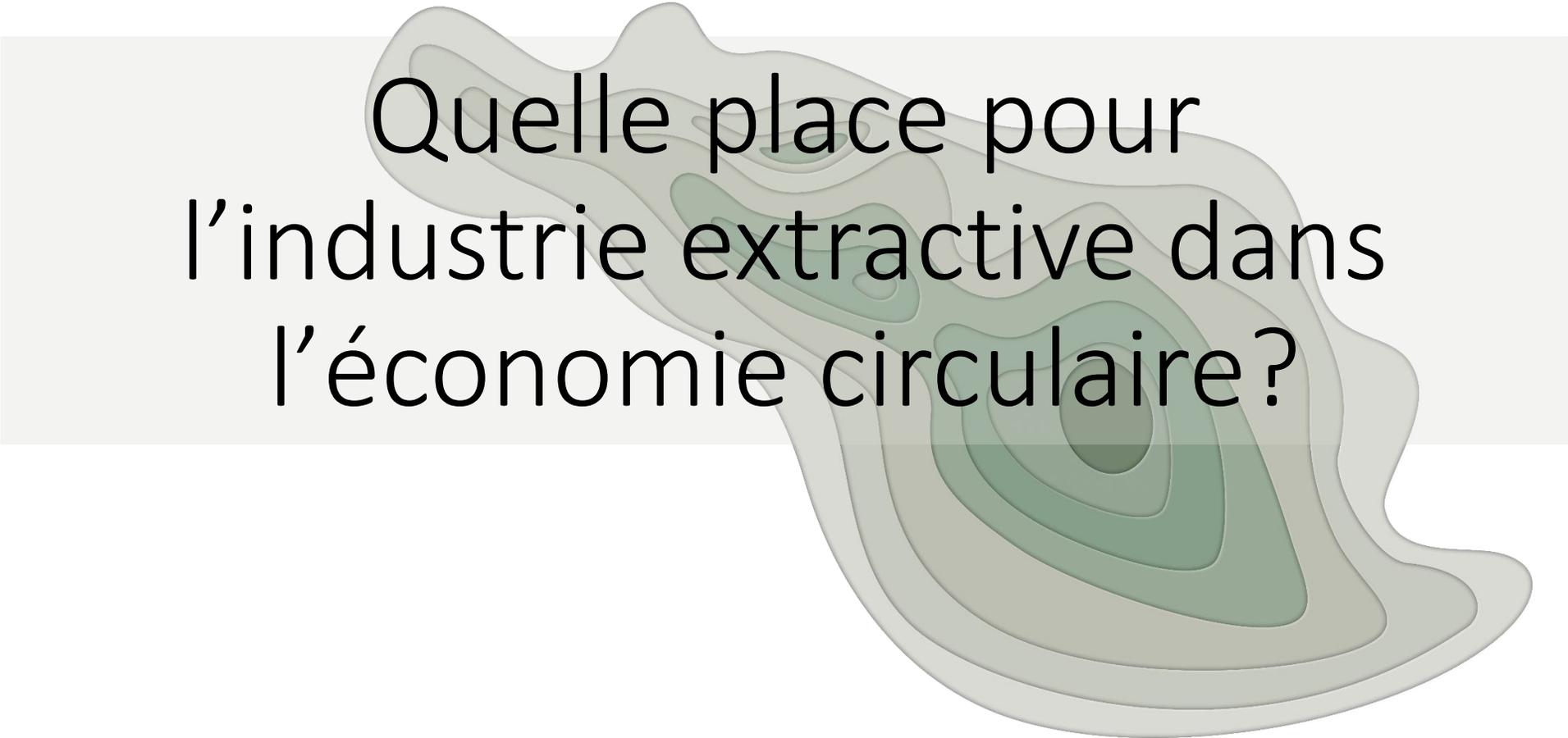
Extractivistas ?

- Besoins nouveaux
 - *Ex. Li, Graphite,...*
- Croissance des besoins
 - *Ex. Durée de vie 60 ans...*
- Non recyclabilité des produits
 - *Ex. argiles<->briques*



Le recyclage parfait (!?) pourrait au mieux contribuer à ± 30% des besoins d'un monde en croissance

Source: Matos, G., (2017) Use of raw materials in the United States from 1900 through 2014: (USGS) Fact Sheet 2017–3062.



Quelle place pour
l'industrie extractive dans
l'économie circulaire?

EU Circular Economy Action Plan



Étant donné que la moitié des émissions totales de gaz à effet de serre et plus de 90 % de la perte de biodiversité et du stress hydrique **résultent de l'extraction et de la transformation des ressources**, le pacte vert pour l'Europe a lancé une stratégie concertée pour une économie neutre pour le climat, efficace dans l'utilisation des ressources et compétitive... (COM(2020) 98) du 11 mars 2020)

- L'industrie extractive n'est pas incluse dans le narratif de l'économie circulaire!
 - *Elle est explicitement externalisée et doit être minimisée!?*



Source: Smart Prosperity Institute, 2021, Primary materials in the emerging circular economy, Ottawa, 40 pp.

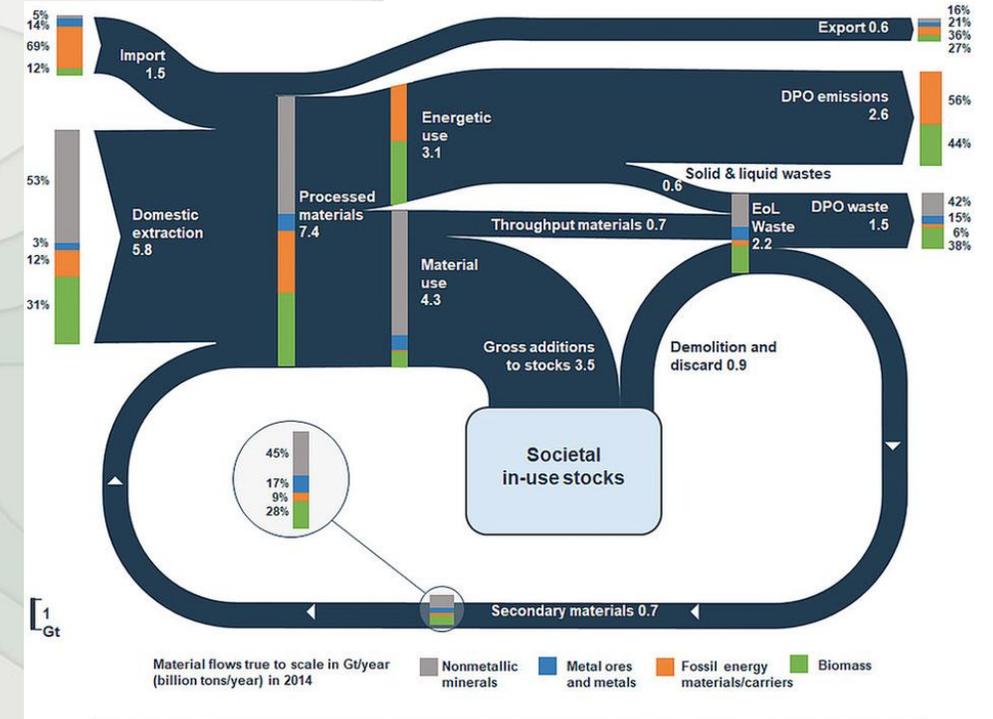
Les 4 défis de l'Economie Circulaire

- Développer une vision holistique
 - Penser le cycle de vie
 - **Material stewardship**
 - **Disponibilité durable des matériaux**
 - Favoriser les symbioses industrielles
 - **Réindustrialisation**
 - **Circuits courts**
 - Mesurer la circularité
 - **Indicateurs**



Les indicateurs de l'Economie Circulaire

- End-of-Life Recycling Input Rate (EOL-RIR)
 - \approx 10% EU28
 - Besoin d'indicateurs au niveau régional, local!
- ! Effet indésirables d'un taux de recyclats (EOL-RIR)
 - ↗ si démolition ↗ ou durée de vie du bâti ↘
 - ↗ si quantité plutôt que qualité
 - ↗ si incitants financiers
- OR il faut:
 - Ralentir la boucle (slow down)
 - Promouvoir une économie de la performance (qualité du stock, « caring »)
 - Minimiser l'impact environnemental (ACV) (pierre locale vs. béton)
 - ...



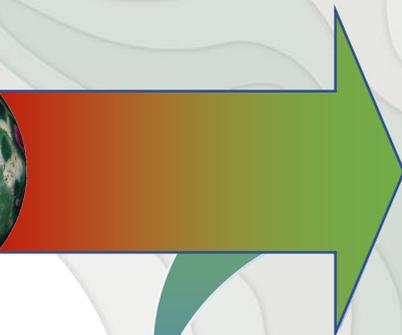
Source: Mayer et al., 2018

Quelles Ressources pour l'Economie Circulaire?

GEO-SOURCÉ

La notion de **minerai** (réserve) est une notion **économique** (dynamique)

Code Minier Wallon...



ECO-SOURCÉ

Notion de **déchet** est une notion **législative** (plus statique)

Plan Wallon des Déchets-Ressources

Quelles Ressources pour l'Economie Circulaire?

MISSION

Trouver la meilleure **fonctionnalisation** possible d'une ressource en mobilisant le moins d'énergie possible et en optimisant l'empreinte socio-environnementale.

GEO-SOURCÉ

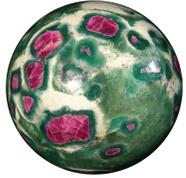


ECO-SOURCÉ



- GISEMENT?
- EXPLOITATION?
- VALORISATION?
- GESTION DES DECHETS?
- IMPACT ENVIRONNEMENTAL?
- IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE?

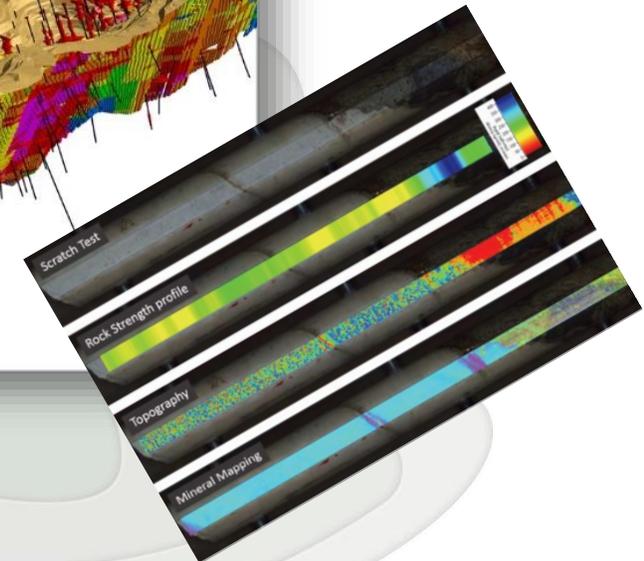
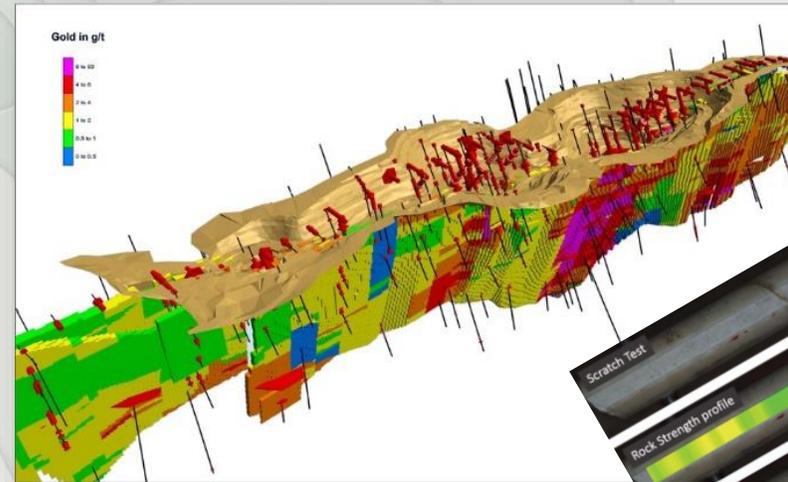
Quel **Gisement** pour l'Economie Circulaire?



Objet géologique identifié (**traçabilité!**)

Label GEO

- Localisation géographique immuable
 - **Non-délocalisable**
- Exploration systématique
 - **Courbes tonnage/teneur**
 - **Eléments pénalisants/valorisants**
- Cartographie de la variabilité spatiale
 - **Jumeau numérique**
- Variabilité temporelle
 - **Contexte économique, législatif,...**



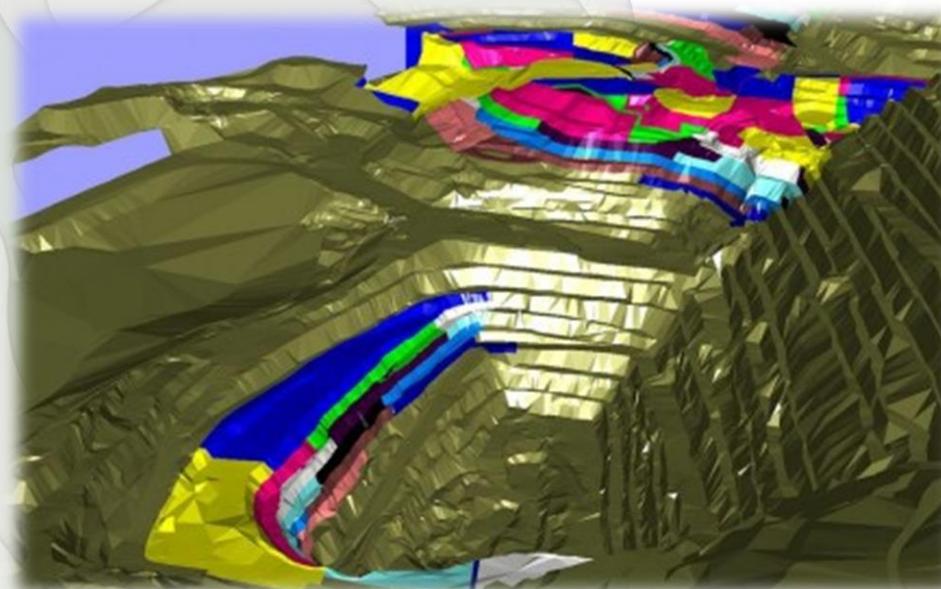
Objet écologique mal identifié

Quelle **Exploitation** pour l'Economie Circulaire?



Planning minier

- Séquençage temporel
 - F^{on} découverte/approfondissement
- Séquençage spatial
 - Equilibre entre les qualités
 - Lieux de stockage
 - Durée de vie de l'exploitation
- Optimisation des technologies
 - Dimensionnement approprié
 - Anticipation des nuisances



Planification encore inexistante (TOTEM)

Quelle **Valorisation** pour l'Economie Circulaire?



« Resource Efficiency »

- Valorisation globale du gisement
 - **Chercher un usage pour chaque matière**
 - Granulats/sables/fillers
 - CaO et CO₂
 - **Privilégier l'usage le plus noble**
 - **Minimiser l'énergie grise**
- Recherche d'une valorisation locale pour tous les co-produits
 - **Eau d'exhaure**
 - **Terres arables**
 - **Découverte**
 - **Rejets de traitement (sable fatal,...)**



Objectif de valorisation du gisement de min. 70% (EU28)

Quelle **Gestion des Déchets** pour l'EC?



Gestion des déchets

- Utilisation in situ
 - Comblent excavations
 - Refaçonnent la topographie d'origine
 - Utilisation comme remblai dans des infrastructures très locales (riverains)
 - ...
- Mise en décharge contrôlée
 - Drainage minier acide
 - Surveillance des digues de retenue
 - ...



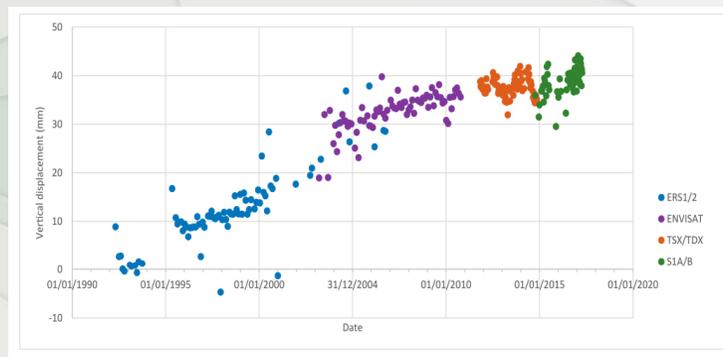
*Mise en décharge
Coût et impact du transport*

Quel **Impact Environnemental** pour l'EC?

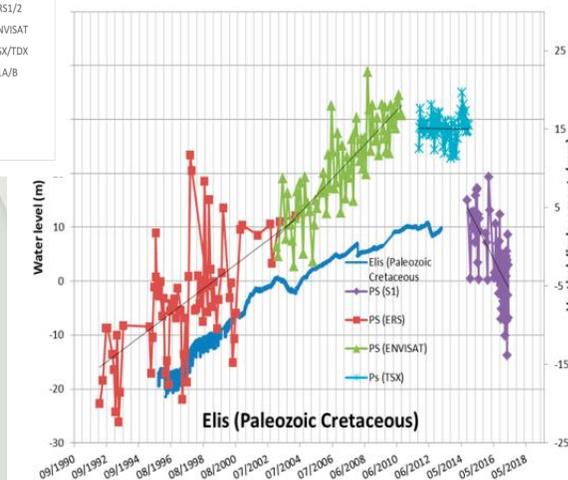


Monitoring régulier

- Impact environnemental
 - Emissions de poussières
 - Contrôle des vibrations
 - Contrôle de subsidence
 - Suivi de la biodiversité
- Communication et transparence
 - Indicateurs
 - ...



Declercq et al., 2017, Geosciences, 7(115)

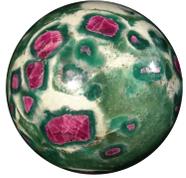


Portail MapX (UNEP-GRID)



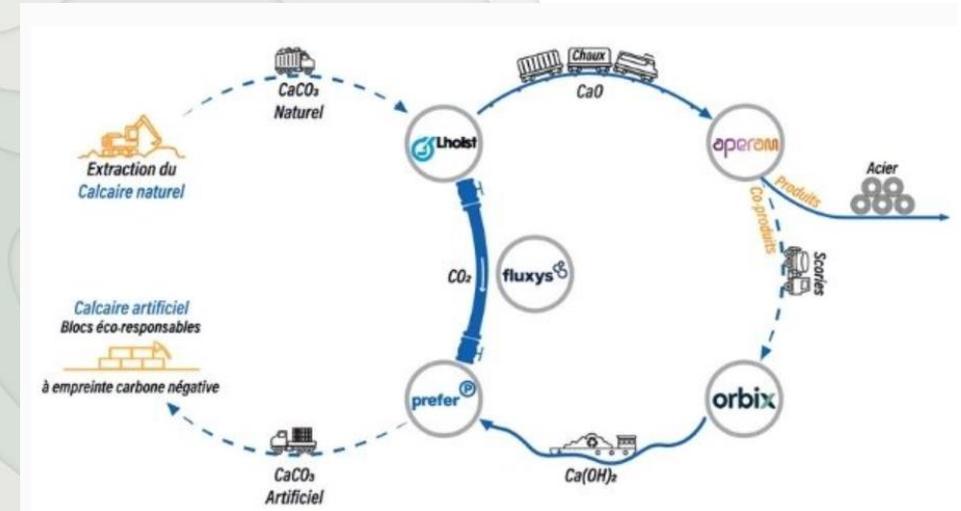
Installation mobiles - Low Tech
Environnement changeant

Quel Impact Socio-Economique pour l'EC?



Développement d'un écosystème

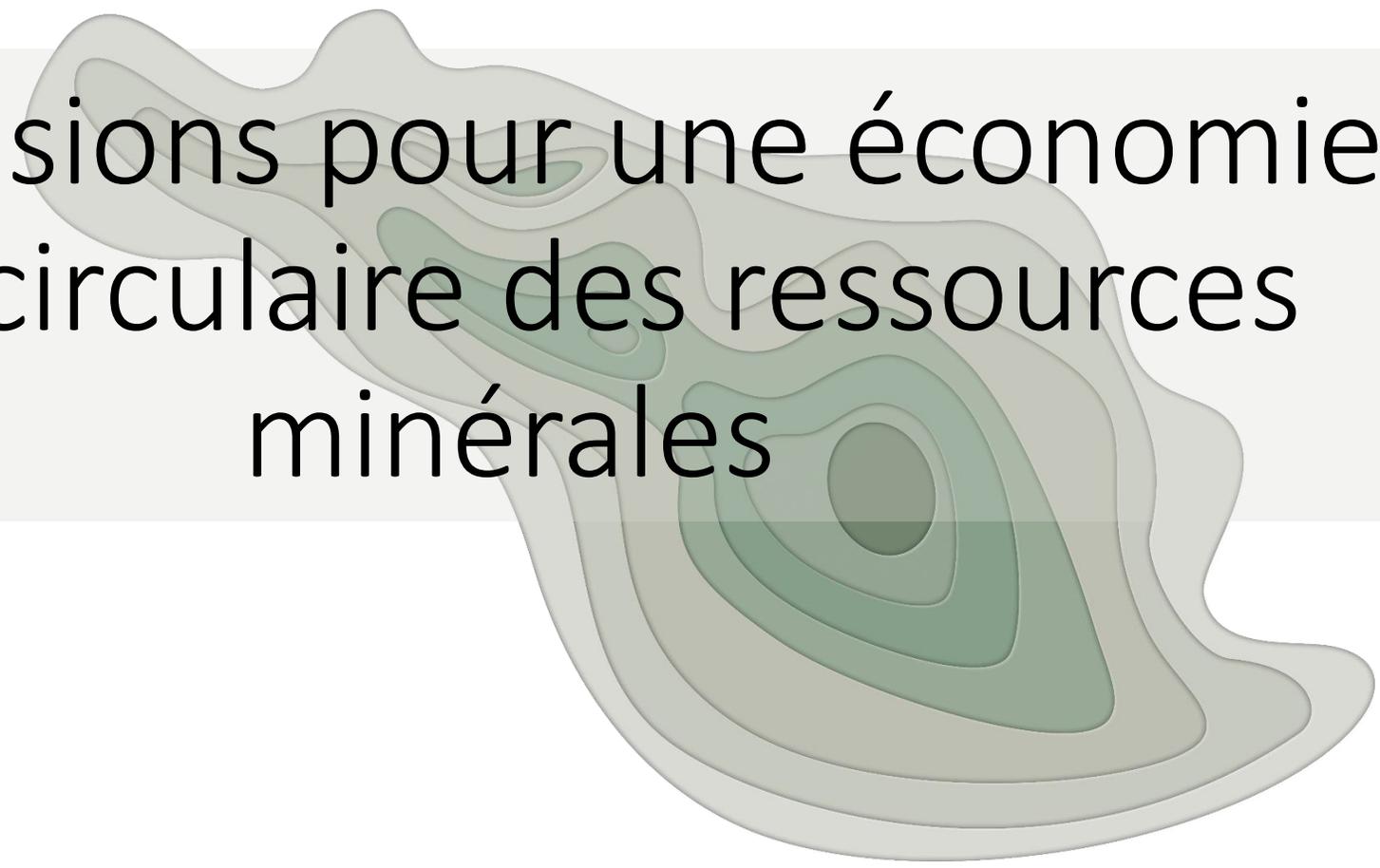
- Activité de proximité
 - Circuit court
 - Emplois non-délocalisables
 - Sentiment d'appartenance
 - Solidarité économique
 - Meilleure acceptabilité sociétale
 - ...
- Activité pérenne
 - Favoriser la durée
 - Attirer des acteurs complémentaires (symbiose)
 - Réhabilitation anticipée



CO2ncrEAT – Carbonation des scories d'aciérie (Lhoist, Orbix, Fluxys, Aperam)



*Perception positive de l'activité
Peu d'impact dans le temps*



Conclusions pour une économie plus circulaire des ressources minérales

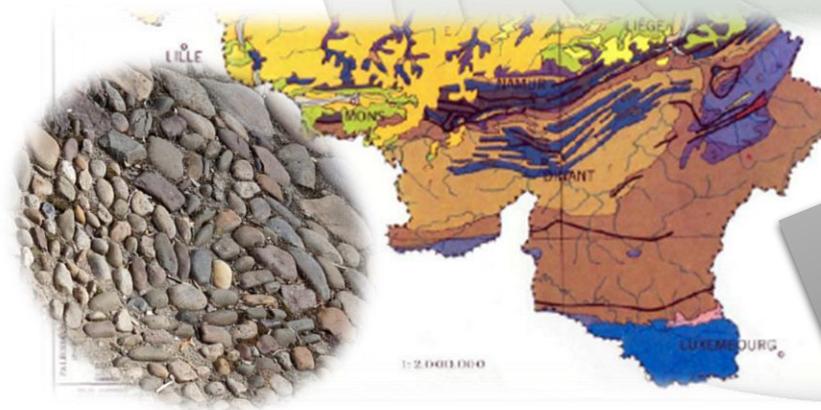
Conclusions

- SLOW DOWN THE LOOP = Limiter les flux
 - *Privilégier la gestion durable du stock (caring)*
- DESIGN THE LOOP = Préserver la fonctionnalité de la matière
 - *Penser une architecture modulaire*
 - *Buildings as Material Banks (BIM)*
 - *Taxe sur la valeur dégradée (TVD) : matériaux mixtes, composites,...*
- FEED THE LOOP = Veiller à notre autonomie en ressources
 - *Cartographie des besoins/ressources (Observatoire Régional)*

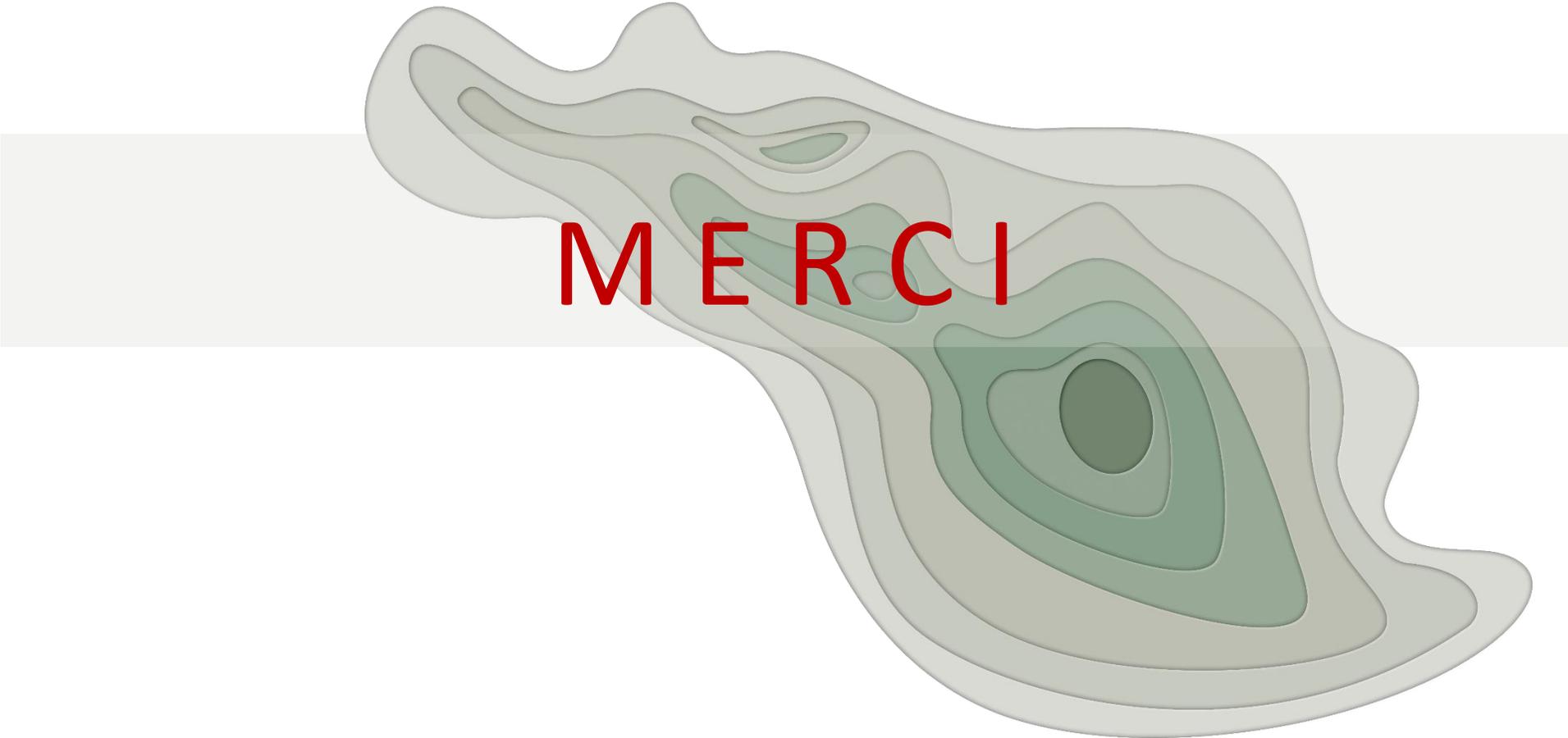


Conclusions

- EDUQUER = Chaire d'économie circulaire
 - *Innovation, entrepreneuriat, business models,...*
- INFORMER = Sensibiliser aux Sciences de la Terre
 - *Plus grande carte géologique du monde (1:10000^{ème})*
 - *Contribution collective (crowdsourcing) via les écoles FWB*



2024
150 ans Soc Géol Belg

A contour plot with a horizontal grey bar across the middle. The plot features several nested, irregular contours in shades of green and grey. The word 'MERCI' is written in red, bold, uppercase letters across the center of the plot, overlapping the grey bar.

M E R C I