



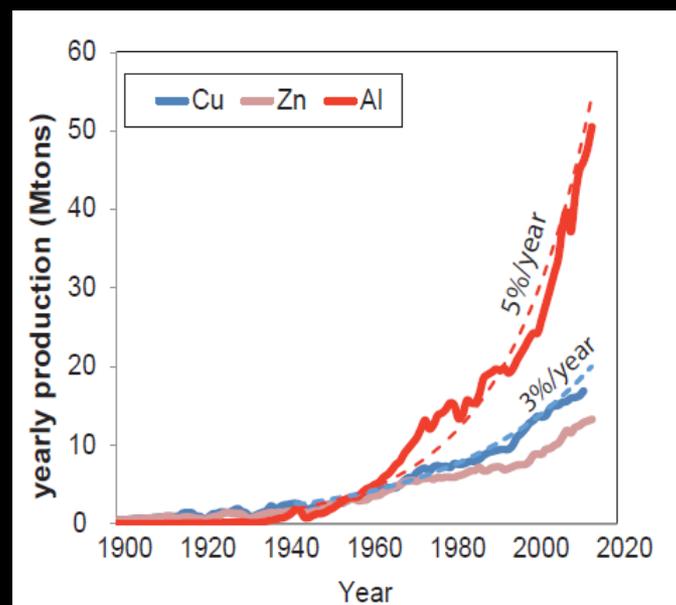
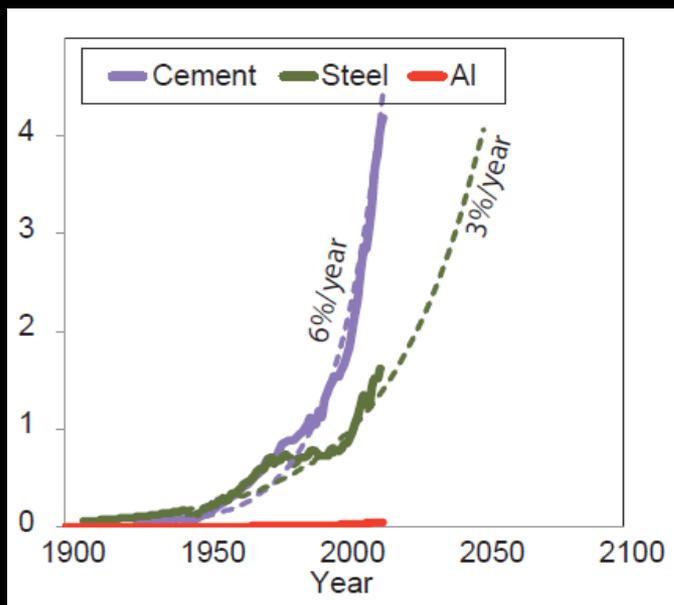
Et si les problèmes posés par l'extraction dépassaient de loin la transition énergétique ?

Université d'Automne négaWatt

14 octobre 2022

Judith PIGNEUR

Forte augmentation de la consommation des métaux

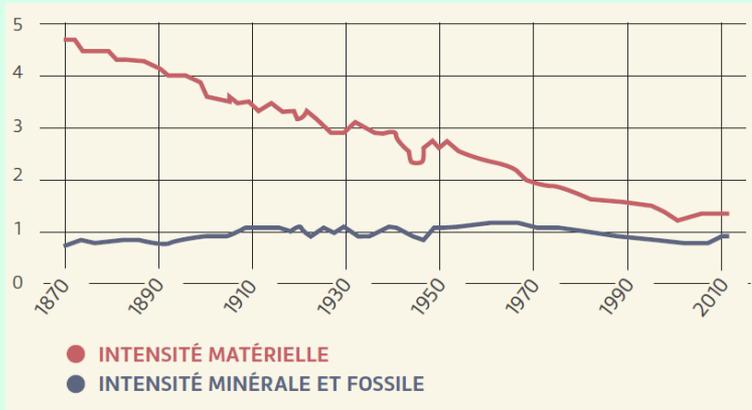


Productions annuelles de divers métaux

A gauche : en milliards de tonnes ; A droite : en millions de tonnes

Source : Vidal et al., 2017

Une consommation liée à la croissance



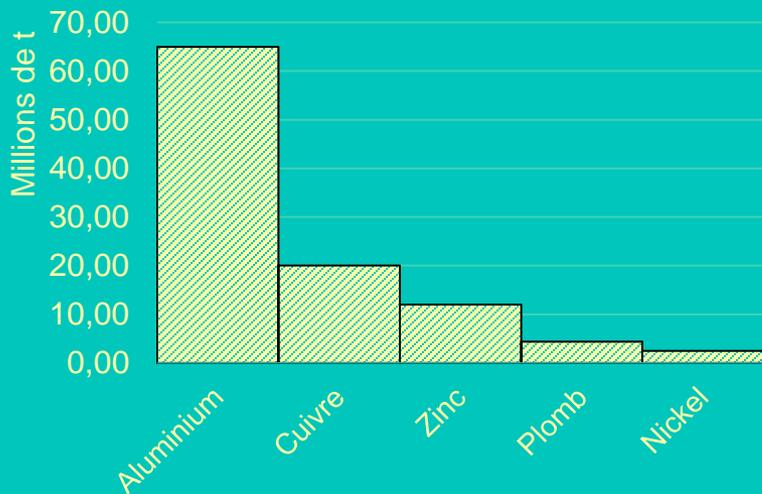
Quantité de matière nécessaire pour produire un dollar (en kg)

Source : Krausmann et al., 2014

- Pour les matériaux non renouvelables, il n'y a pas eu d'amélioration de l'intensité matérielle de l'économie globale depuis la révolution industrielle
- Souligne l'illusion de la dématérialisation, et les délocalisations
- Exemple du numérique : composants électroniques, data center, nouvelles infrastructures, etc.
- Une légère dégradation depuis le début du XXIème siècle est même observée (Schandl et al., 2017)

La construction,
infrastructures,
transports,
restent les gros
consommateurs

PRODUCTION ANNUELLE MINIÈRE
DES PRINCIPAUX MÉTAUX (USGS,
2021)



Chiffres clefs (% de la prod mondiale) de l'utilisation dans la TE restent **faibles**

- **Néodyme** : environ 10% pour les éoliennes (Pigneur, 2019)
- **Or** : environ 3% pour les applications industrielles (hors électronique), (USGS, 2017, 2021)
- **Nickel** : environ 8% dans les batteries (McKinsey, 2020)

Lithium : 71% pour les batteries (USGS, 2021)

- Ces batteries Li-ion sont elles-mêmes utilisées à environ 1/3 pour les VE (Hache et al., 2018) : **3% Ni** et **24 % Li**
- Le marché du stockage stationnaire encore 10 x plus petit (IEA, 2021) : 0,3% Ni et 2 % Li ?

A l'heure actuelle !

Une augmentation prévue pour la transition énergétique

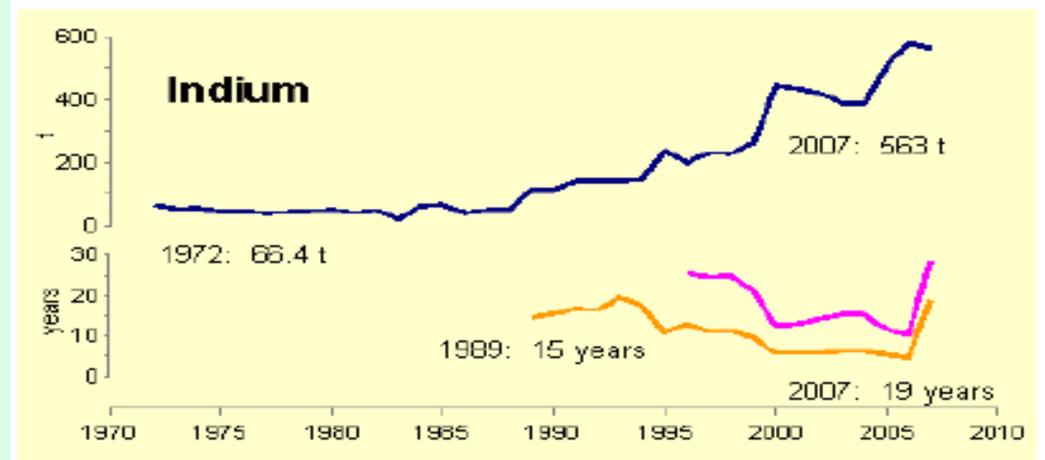
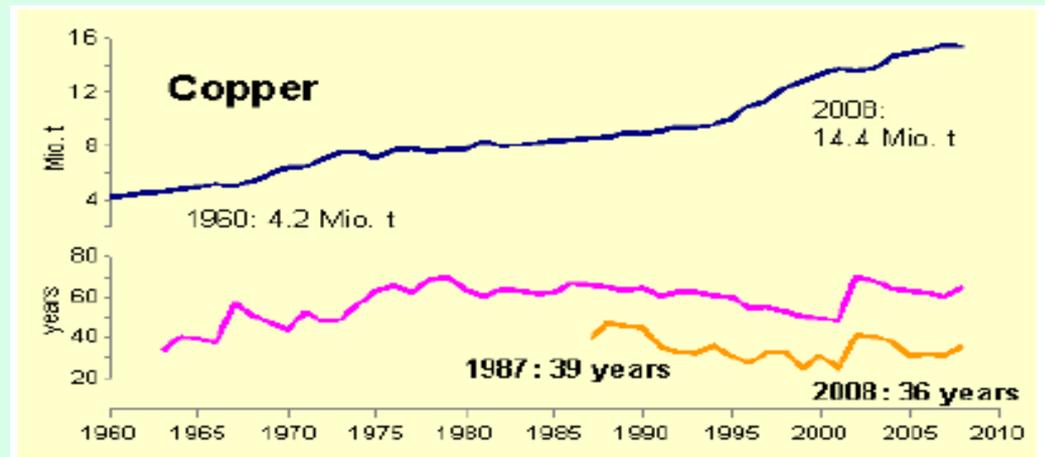
Différents scénarii pour l'augmentation de la consommation des métaux liée à la transition énergétique : IEA, BM, Negawatt, **avec des niveaux plus ou moins hauts de prévision de croissance !**

Le lithium et le cobalt restent un problème...

LITHIUM		SNBC	Sc. négaWatt	BM 2DS
Projection négamat de la consommation française cumulée entre 2020 et 2050 de Lithium (t)	France	590 000	150 000	16 000 000
Proportion de la consommation cumulée de l'humanité avant 2020 (environ 0,9 Mt)		63%	16%	
				Monde

L'épuisement des métaux : un problème de pénurie économique?

- Métaux critiques (CE) : **Pas de prise en compte de l'épuisement.**
- Les réserves et ressources : des **notions technico-économique**
- Pas de risque économique à court terme. *A priori.* (Mudd et Jowitt, 2018)
- Prudence sur nos capacités de prévisions (géopol, interdépendance des CGV, sources)



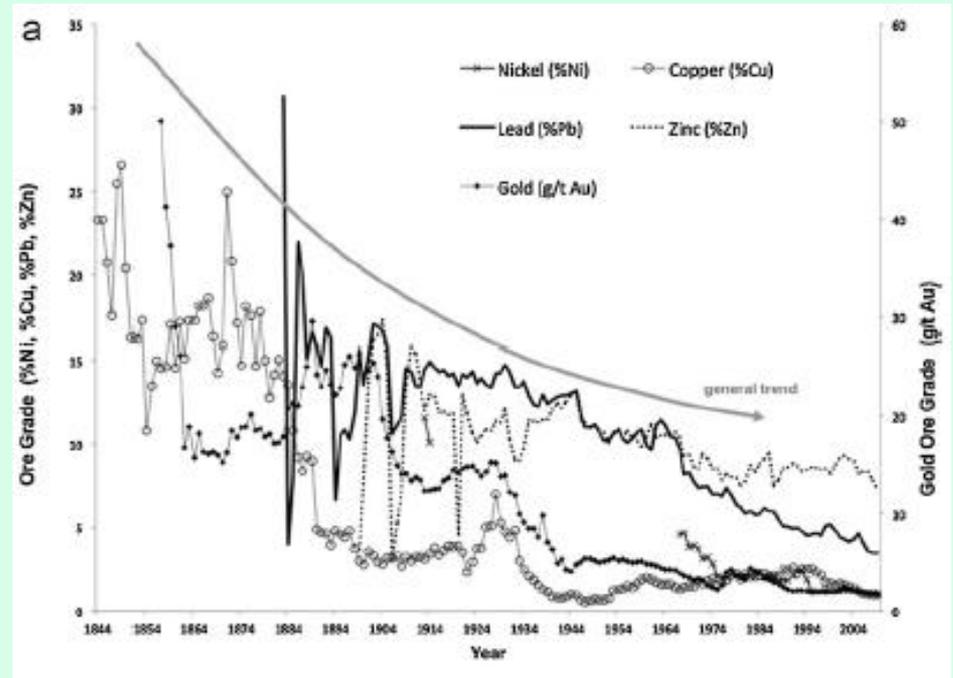
Évolution des réserves de cuivre et d'indium depuis 1970

Source : BGR in Commission européenne, 2010

- Production minière
- Années restantes de réserve (calcul statique)
- Années restantes de réserve base (calcul statique)

Passer de la question de l'épuisement à celle de la déplétion

- L'épuisement : il nous en reste pour combien de temps ?
- La déplétion des métaux : quels effets sont produits par la diminution du stock ?
- C'est un phénomène continue et mesurable de **diminution de la qualité des gisements**
- **Et une perte de quantité**



Diminution des teneurs depuis 1834 en Australie

Source : Prior, 2012

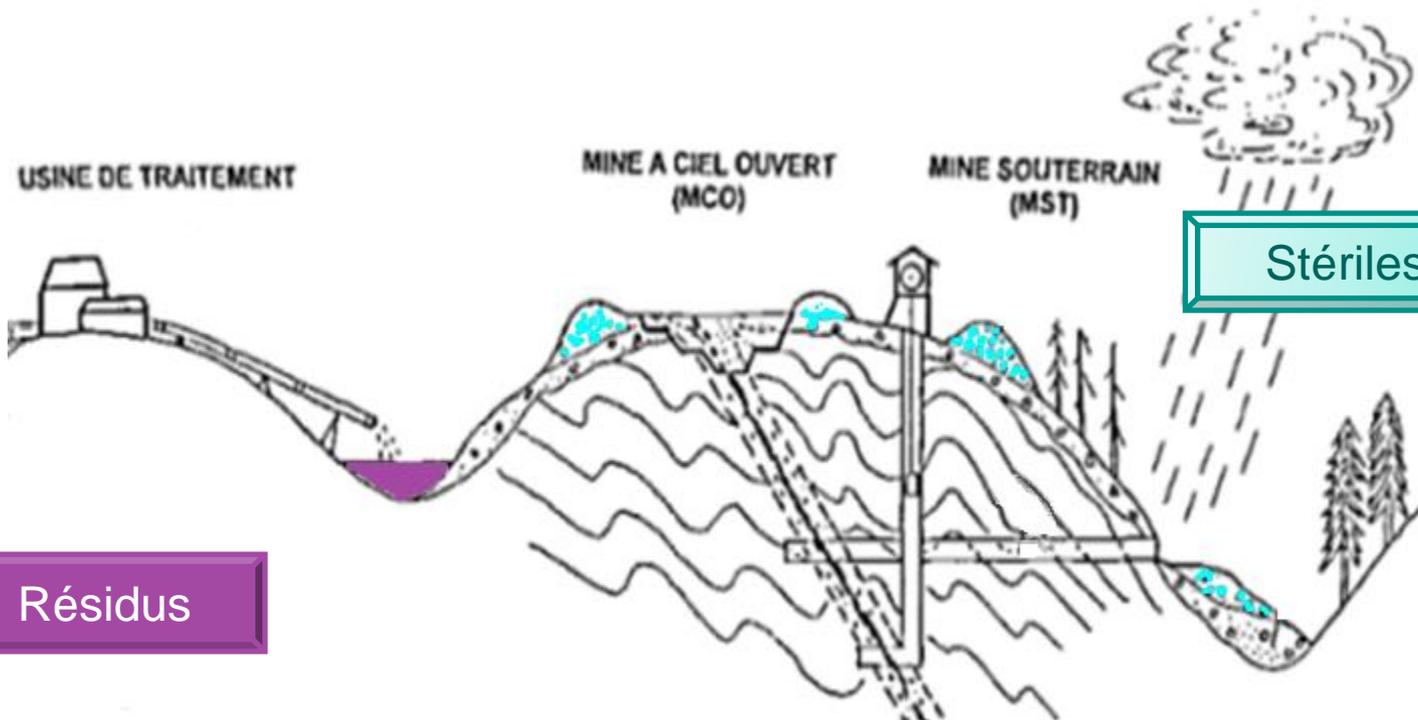
La diminution des teneurs (concentrations) est en partie responsable du gigantisme minier

Palabora Mine, Afrique du Sud,
5 à 10 millions de tonnes
extraites par an (concentration
en Cu métal environ 0,5%)

Source: Dillon Marsh



Les déchets miniers : un enjeu sanitaire et environnemental de long terme



Les déchets miniers : un enjeu sanitaire et environnemental de long terme, l'exemple du néodyme

Photographie satellite de la mine de terres rares de Baiyun Ebo, Mongolie intérieure, Chine

Source: NASA June 30, 2006

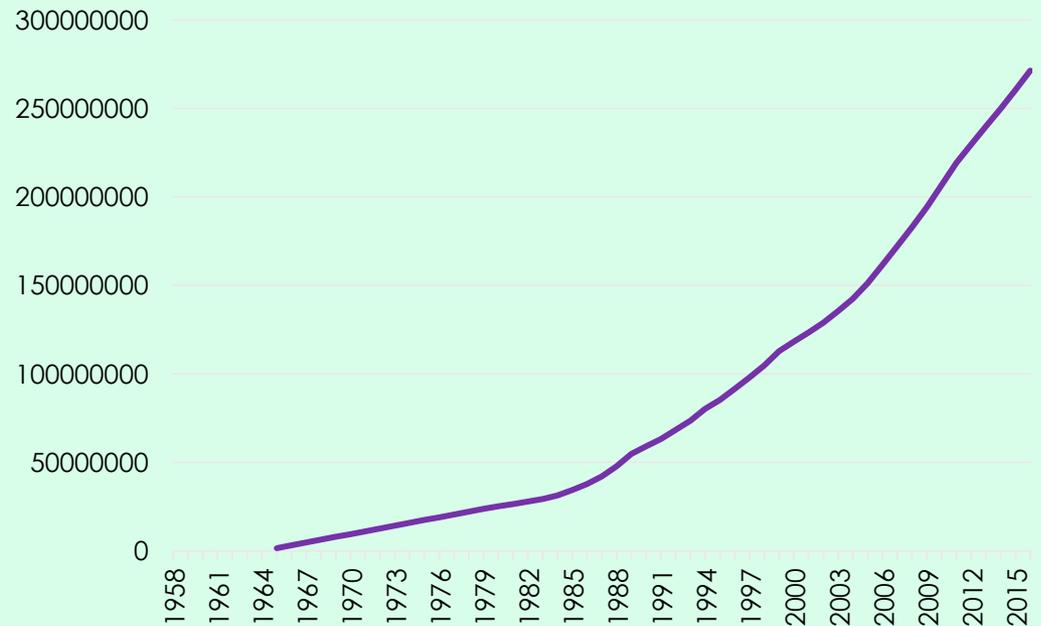


Les déchets miniers : un enjeu de long terme, l'exemple du néodyme

- **Impacts quasiment éternels**
- Empreinte de la mine : environ 108 km² (environ la superficie de Paris)
- Le parc à résidus : 271 millions de tonnes en 2016
- Présence de **thorium** : 119 000 tonnes
- Risques pour les personnes et l'environnement au niveau local (> 3000 personnes déjà affectées)
- **Risques de rupture de barrage**, contamination du fleuve Jaune, ce serait une **catastrophe**

Production cumulée des résidus déversés dans le parc à résidus de Baiyun Ebo, **Chine, plus grosse mine de terres rares au monde**, depuis sa création en 1965 (tonnes).

Source: Pigneur, 2019



Les déchets miniers : rupture de Barrage l'exemple de Brumadinho Minas Gerais, Brésil

- **270 morts**
- 100 aines de km2 submergés : tsunami de boue
- Fleuve Rio Doce, l'un des plus importants du Brésil.
- Deux États brésiliens directement touchés
- Répandus 650 kilomètres jusqu'à l'océan Atlantique

- RoW : plus de **147 cas de ruptures de digue** (Rico, et al., 2008)
- Surreprésentatif de pays riches : USA (39%), Europe (18%), Chili (12%)



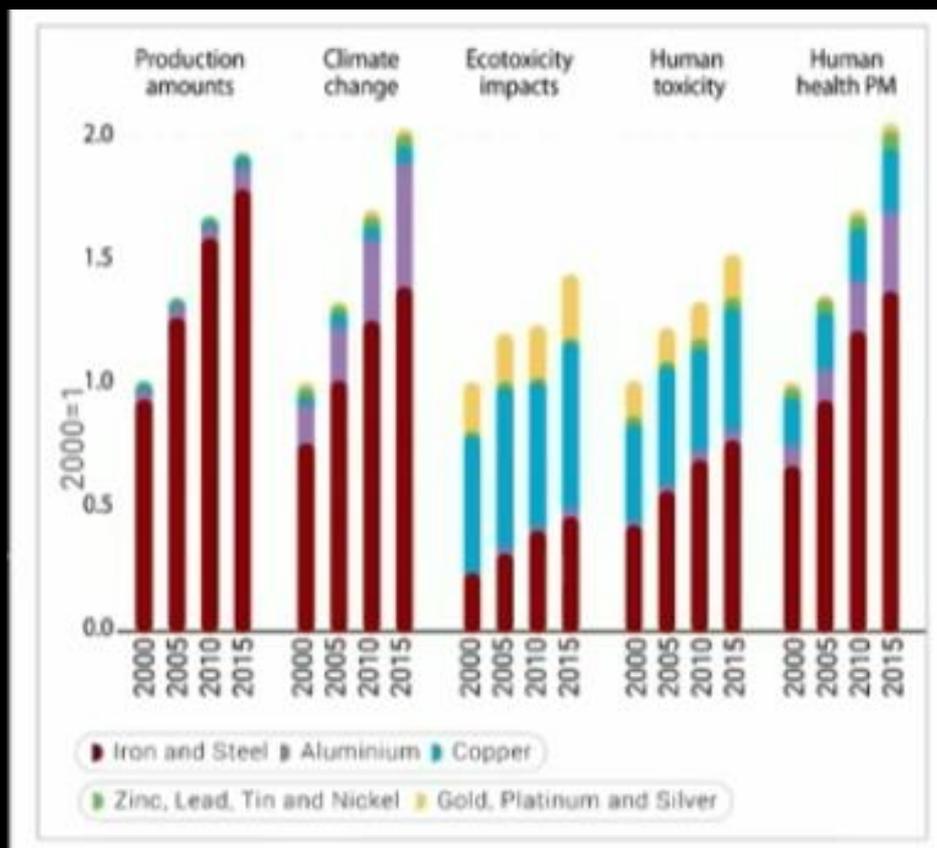
Panorama des enjeux environnementaux

En 2011, les métaux contribuaient à hauteur de **18 % au changements climatiques** dû à la production des ressources

À hauteur de **39 % aux impacts sur la santé des PM.**

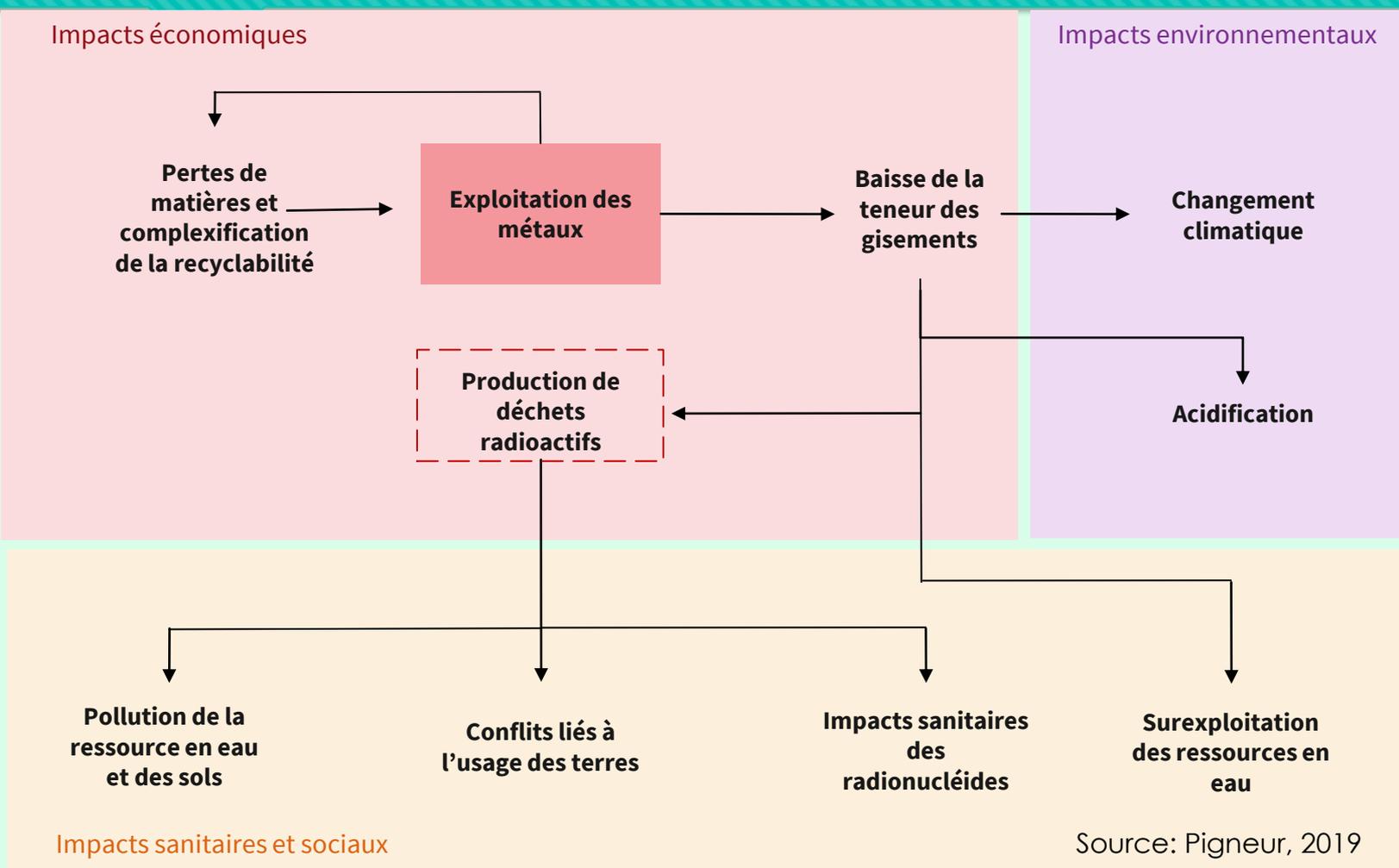
Si l'on considère la période 2000-2015, **les impacts du changement climatique et des particules sur la santé des métaux ont plus ou moins doublé.**

Les effets de la toxicité ont également augmenté au cours de la même période, mais à un rythme plus lent



Production métallique (mine et métallurgie) et impacts associés (10 métaux représentant 95% de l'extraction en 2015) Source: IRP, 2019

Enjeux sociaux et environnementaux liés à la déplétion, exemple du néodyme



Peut-on construire des solutions d'approvisionnement soutenable ?

- **Le code minier actuel présente toujours de nombreuses faiblesses** que les ONG avaient pointées lors de la rédaction de l'avis du CNTE du 23 novembre 2020 :
 - a) **Absence d'une réelle politique d'approvisionnement qui pose la question du « pourquoi exploiter » ? Sur quelles chaînes de valeurs concentrer notre action ?**
 - b) Participation du public non opposable aux projets,
 - c) Manque de prise en compte du passif minier sur le territoire français,
 - d) Manque de garanties environnementales

Pas rassurant sur d'éventuels mines en France...

Pour cela, il faut se doter d'un plan stratégique

- La « **politique nationale des ressources et des usages du sous-sol** » qui a été introduite au sein de la loi Climat et résilience (art. L113-1 à L113-3) **devrait** :
 - **Faire l'objet d'un vrai débat démocratique** avec notamment **un vote au Parlement du rapport d'orientation**, en lieu et place d'une simple présentation ;
 - **Prioriser la stratégie d'approvisionnement** en ressources en respectant le principe des 3R. Dans l'ordre 1) la réduction de la consommation, 2) la réutilisation, 3) le recyclage. **L'exploitation minière ne devrait pallier que ce qui ne peut pas être pourvu par une telle stratégie volontariste.**
 - **Se fonder sur les besoins**, définis sur la base de critères économiques, sociaux et environnementaux
 - **être opposable à la délivrance de titres miniers**

Pour cela, il faut se doter d'un plan stratégique

De là, on peut étudier filière par filière comment établir un approvisionnement en métaux responsable !

- Il existe des leviers politiques : plans ambitieux en termes de recyclage, favoriser l'écoconception, réduire les pertes lors de la production (efficacité), la réutilisation, contraintes sur la taille des véhicules, lutte contre l'obsolescence programmée, etc.
- Par ex, l'Union européenne exige un taux de recyclage de 90 % pour les batteries au plomb, et **uniquement de 65 % pour les batteries Li-Ion avec un objectif de 35% de récupération du Li**. Ces normes doivent changer au plus vite.
- Et SOBRIETE : **quelles sont les utilisations prioritaires des métaux ?**

Conclusion

- La déplétion est donc moins un problème en terme de rupture d'approvisionnement à court terme qu'**un problème de dépassement des limites de la planète** à moyen terme (Meadows et al. 2004 ; Vidal et al., 2017 ; Mudd et Jowitt, 2018) !
- La priorisation des usages, la réutilisation/réparation et le recyclage, paraissent politiquement ambitieux, mais ce sont des actions pragmatiques face à une qualité de ressources primaires en train de se détériorer.
- Dans un monde où les ressources financières publiques sont elles aussi finies, l'urgence semble plutôt de prévoir et de piloter la fin de l'exploitation minière tout en assurant la résilience de nos économies.
- Il nous faut donc **un scénario long terme de sortie de l'extraction minière**, car non renouvelable et dépassement des limites

**Merci de votre
attention**