



# Externalités environnementales liées aux besoins en métaux

COMES - séminaire sur les métaux de la transition énergétique

Paris le 3 Février 2017



Geoscience for a sustainable Earth

**brgm**

# Externalités

- > **Une externalité se produit quand une décision de production ou de consommation d'un agent**
  - a un impact sur l'utilité ou le profit d'un autre agent de manière **non intentionnelle**
  - ET il n'y a pas de compensation / paiement du générateur de l'impact sur la partie affectée



# Illustration : mines de Ducktown, Tennessee

## > Histoire

- Vers 1850 des mines de cuivre s'installent dans la région de Ducktown (sulfures de cuivre et fer),
- Le minerai est traité en plusieurs étapes de grillage et fusion, en tas et dans des fours à charbon de bois (\*)

## > Externalités positives

- Emplois, richesse dans la région

## > Externalités négatives

- En 50 ans, cette technique provoque
  - La disparition des forêts
  - Des pluies acides qui rendent les terres agricoles stériles



(\*) W. H. EMMONS AND F. B. LANEY, GEOLOGY AND ORE DEPOSITS OF THE DUCKTOWN MINING DISTRICT, TENNESSEE, U. S. GEOLOGICAL SURVEY, Professional paper 139, 1926

# Arrêt Madison vs Ducktown Sulfur companies (\*)

## > Plainte des agriculteurs avoisinants

- Perte de revenus (récoltes, arbres,...)
- Problèmes de santé

## > Jugement du conflit de droits de propriété (\*)

- Les sociétés minières ne peuvent exploiter sans émettre
- Conséquences de l'arrêt des mines: 12 000 emplois, 1.3 M\$ taxes, approvisionnements à 80% locaux...
- Et les agriculteurs ne peuvent jouir de leurs terrains
- Valeur estimée des terrains: 1000 \$

## > Décision (arrêt Madison, 1904)

- La cour reconnaît la nuisance
- Reconnaît à chacun le droit équivalent à jouir de sa propriété
- Autorise les mines à continuer
- Oblige l'**indemnisation** des victimes (sans en fixer la valeur)

(\*) Supreme Court of Tennessee, *Madison et al. v. Ducktown Sulphur Companies*, 113 Tenn. 331, 83 S.W. 658, November 26, 1904

# Préfiguration de la gestion « moderne » des externalités

## > Reconnaissance du droit des victimes

- Quand victimes identifiées...« collectivité » pour externalités environnementales...

## > Obligation faite au pollueur de compenser

- Internalisation des externalités

## > Pas de décision sur les montants

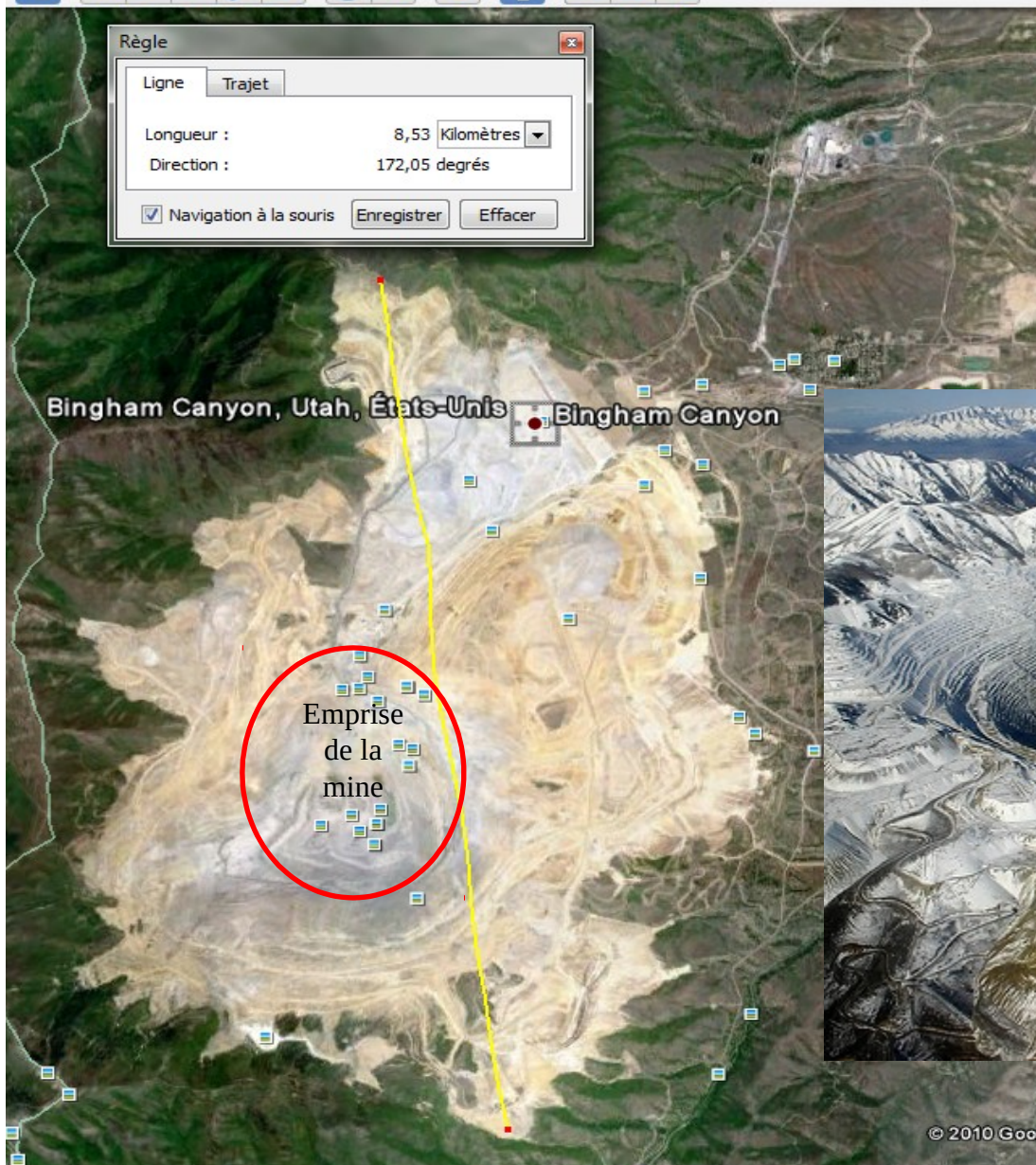
- Accord entre les parties si possible
- Evaluation (bilan) des impacts (+/-)

Suites de l'histoire

...heap roasting was discontinued by the company in 1904. Subsequently an acid plant was built to utilize the furnace gases. Later this plant was greatly enlarged.

# Pollueur-payeur

## Mine et concentrateur de la Kennecott Utah Copper



## Impact des tailings – pollution des eaux

- > Après 100 ans d'exploitation, contamination des eaux de surface et de l'aquifère (210 km<sup>2</sup>)
  
- > Décision d'une autorité publique
  - Le traitement des eaux souterraines est imposé à la Kennecott Utah Copper LLC (KUC) par l'EPA et le "Utah Department of Environmental Quality" par une décision du 13 Décembre 2000 (\*)
  
- > En 10 ans, la KUC avait dépensé plus de \$450 millions (dont \$100 millions pour une station d'osmose inverse) pour dépolluer le quart de la surface

(\*) Voir: <http://www.kennecott.com/cleanup/southend>

# Bilan des externalités - Approche TES

## > Tableaux de synthèse de l'économie

- **Approximation du PIB**

	Imports	Activités	Conso. finale	Total
Produits	Imports	Production domestique		q
Total		g'		

## > Extensions

- Environnementales
- Sociales

Produits	Consommation intermédiaire	Ménages Institutions	FB CF	Ex-ports	q
Valeur ajoutée	Salaires	$Cf - imports = PIB$ $VA = PIB$			
	Taxes				
	Profits				
Total	g'				

## > Lecture

- Par activité:
  - Relations directes « Production – VA – émissions »
- Par produit:
  - Mise en évidence des « **effets induits** » (externalités)

Exten- Sions ...	Emissions Air
	Emissions Eau
	Déchets
	Ressources
	Emplois
	Maladies

**Fuites**

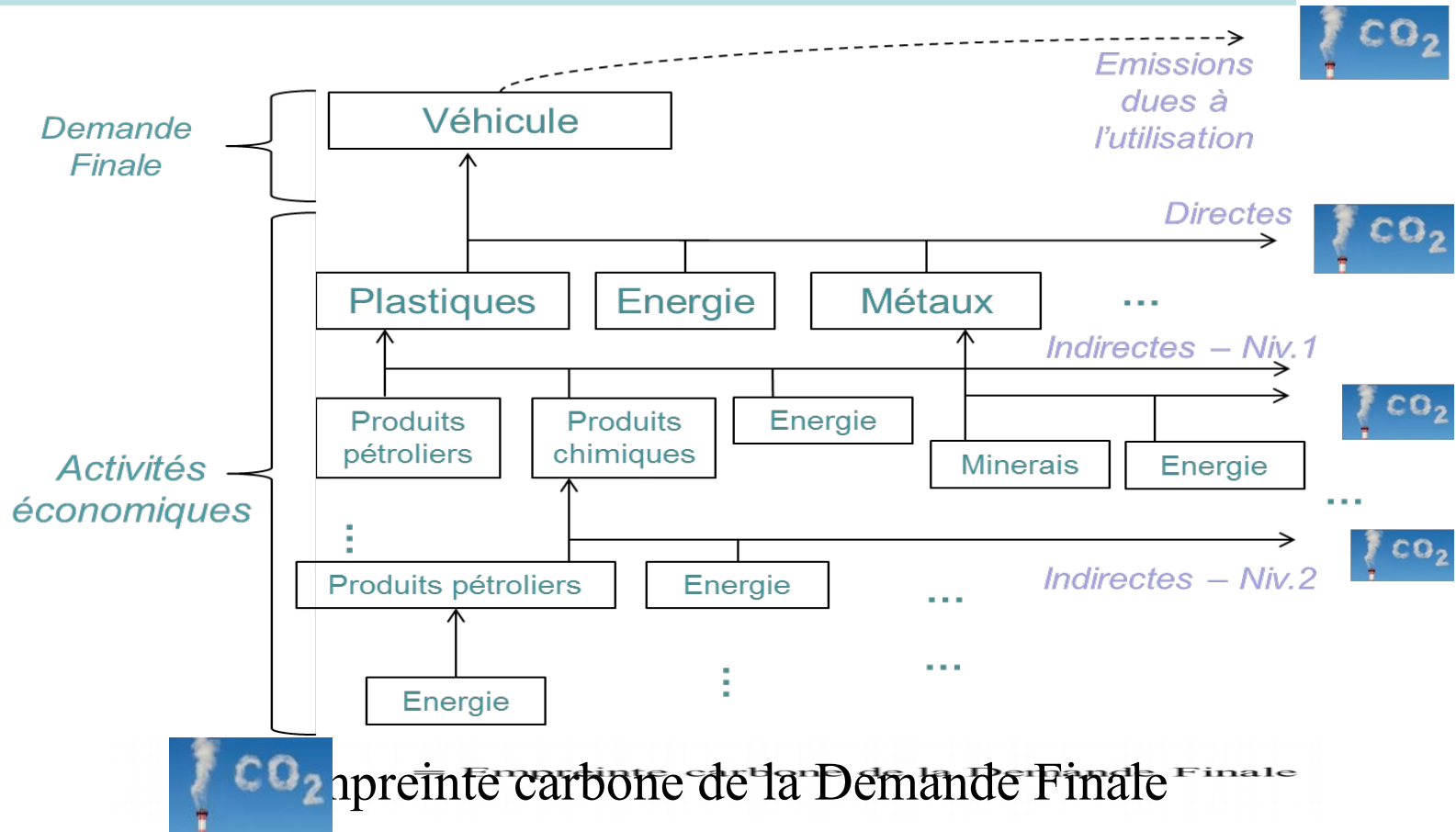
- VA
- Emplois
- Emissions





# Lecture par produits (Analyse Input-Output)

*Prise en compte de l'ensemble de la chaîne de valeur  
(inversion de Leontief)*



Emprunte carbone de la Demande Finale

On peut remplacer



par



ou



Geoscience for a sustainable Earth



## Exemple: émissions CO2

### > Activité « Basic metals »

- Emissions directes de CO2 du secteur (kt/Meuro):

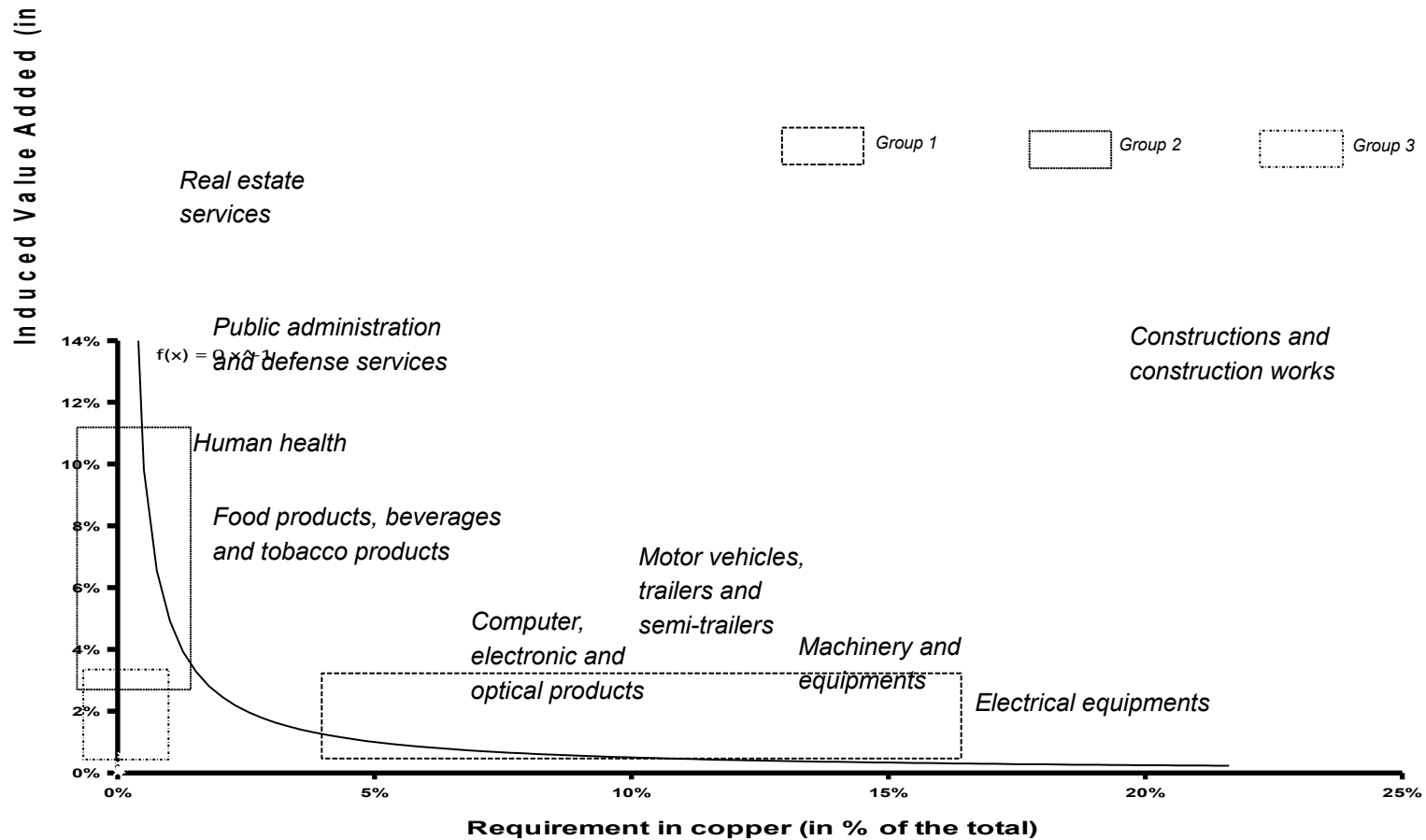
Fuels	<b>0.313</b>
Biomass Fuel	0.000
Other, fossil	<b>0.016</b>
Other, biogen	0.000

PRODUCTS (CPA)	Final demand	GWP
	Meuros	ktonnes CO2-éq
Basic metals	1	<b>0.813</b>

➔ Plus de la moitié des émissions sont des « externalités »

# Exemple: Importance économique des ressources

## – Cas du cuivre, France 2008



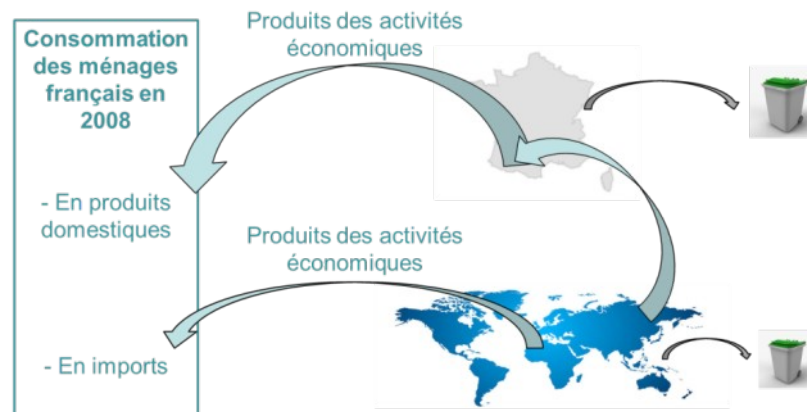
➔ Apport pour la criticité...???

Voir site: <http://espeer.brgm.fr/>

# Externalités liées aux imports

> Projet REACTIVITY: L'empreinte déchets des ménages français en 2020

> Déchets français/étrangers



> Scénarios de croissance de la consommation

*Variation de l'empreinte déchets en 2020 par rapport à 2008, dans 5 situations de scénarios économiques : part générée à l'étranger et part générée en France*

	Déchets domestiques	Déchets à l'étranger
Déchets recyclables secs	79-93%	7-21%
Déchets organiques	31-40%	60-69%
Déchets en mélanges	91-94%	6-9%

Déchets minéraux

21-36%

64-79%

ainable Earth

# Coûts des externalités négatives

## > Coûts sociaux

- travail dangereux sans contrepartie, accidents et maladies du travail, trajet domicile-travail non payé, mobilité professionnelle ou précarité subie,...

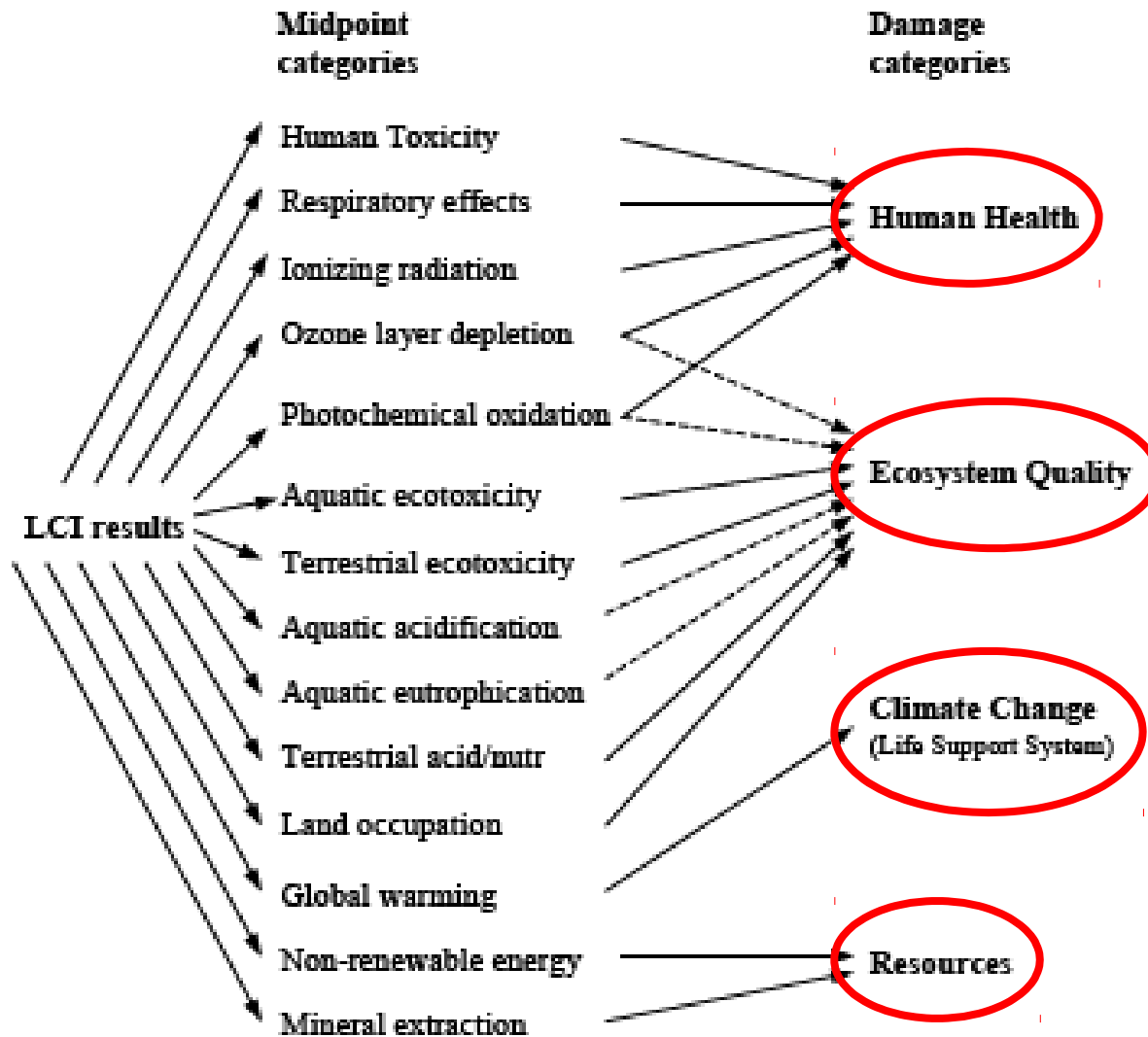
## > Coûts écologiques

- fumées, nuages toxiques, bruit, encombrement, dégradation des sites et des eaux, disparition des espèces naturelles, épuisement du sol et du sous-sol

## > Apports des ACV (analyses de cycle de vie) (\*)

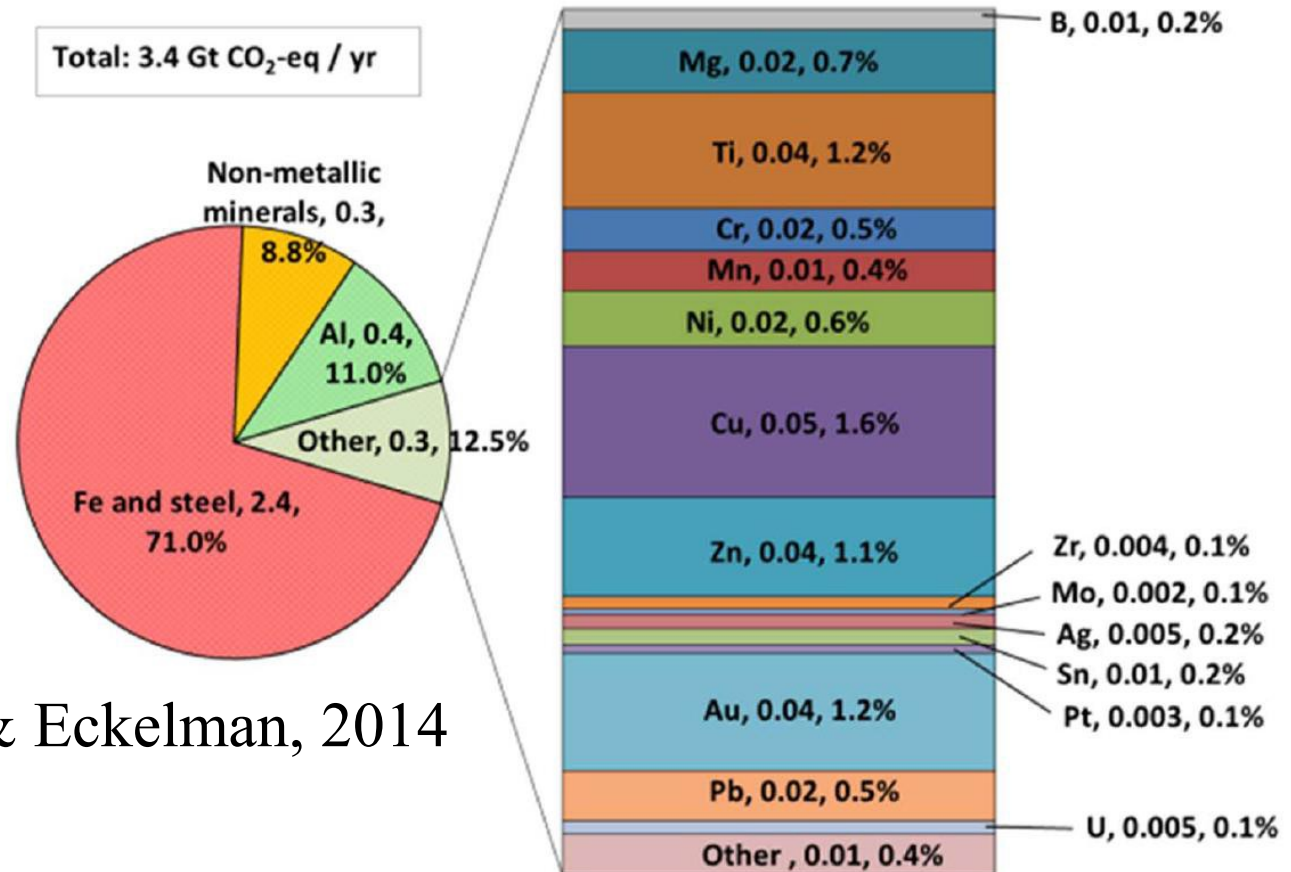
- Méthode normalisée
- Quantifie les émissions et ressources consommées, les impacts sur la santé et l'environnement et la déplétion des ressources associés à un produit ou service
- Prend en compte le cycle de vie: extraction des ressources, production, utilisation, recyclage, élimination des déchets finaux

# Des émissions aux impacts et aux dommages



D'après:  
**IMPACT 2002+:**  
**User Guide**  
Industrial Ecology &  
Life Cycle Systems  
Group, GECOS,  
Swiss Federal Institute  
of Technology  
Lausanne (EPFL),  
CH-1015 Lausanne,  
Switzerland

# Emissions de GES liées à la production de métaux en 2008



Source : Nuss & Eckelman, 2014

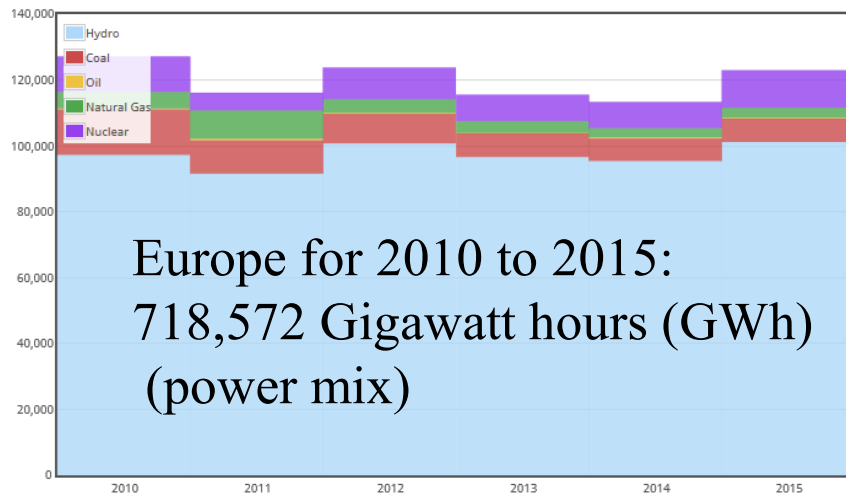
- > Cradle to gate
- > Monde (pas de prise en compte du lieu de production)
- > Quid des résidus?

# Disparités géographiques

Consommation d'énergie (et mix)  
de la production d'aluminium  
primaire Source:

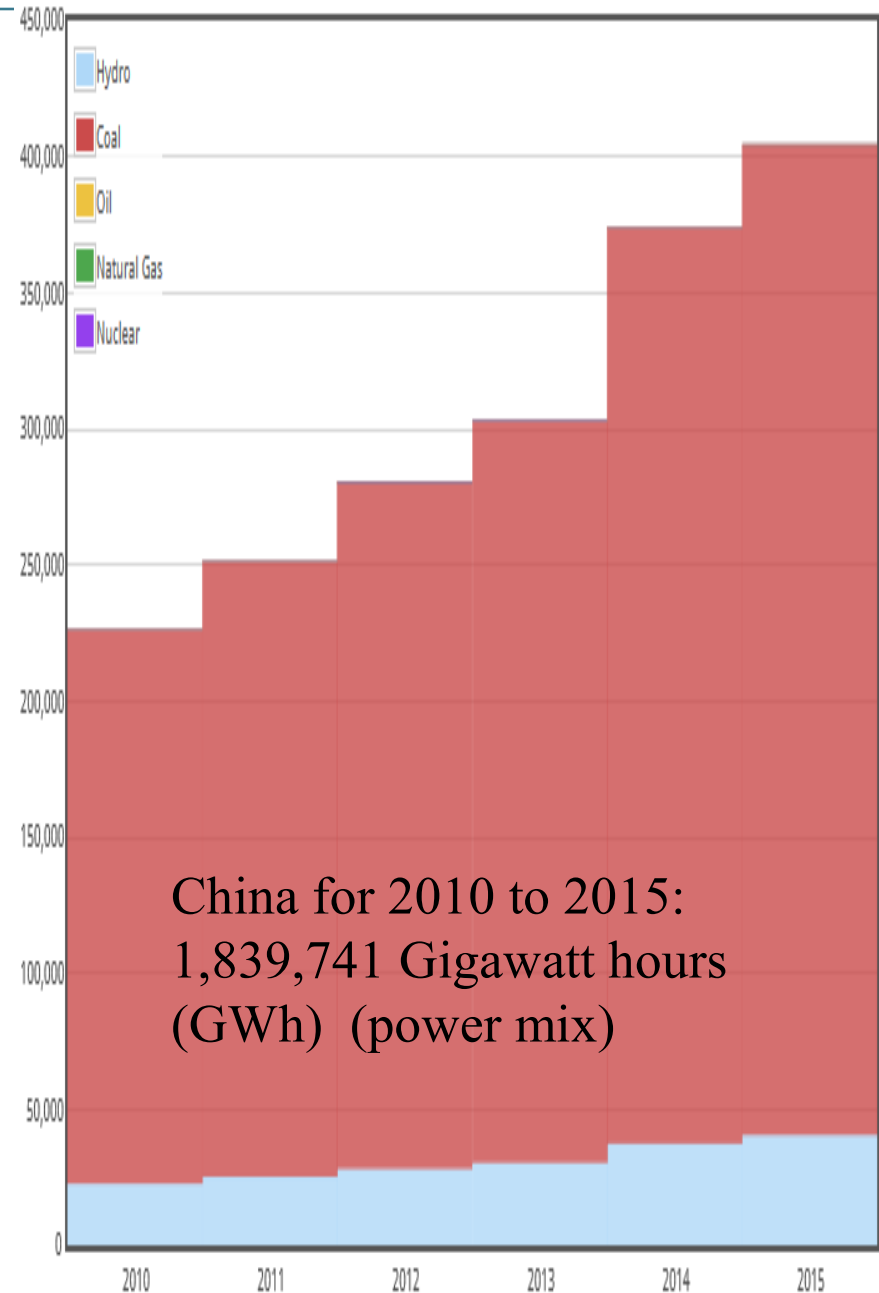
<http://www.world-aluminium.org/statistics/>

Acheter en Europe ou importer de  
Chine?



Europe for 2010 to 2015:  
718,572 Gigawatt hours (GWh)  
(power mix)

Environment & Process

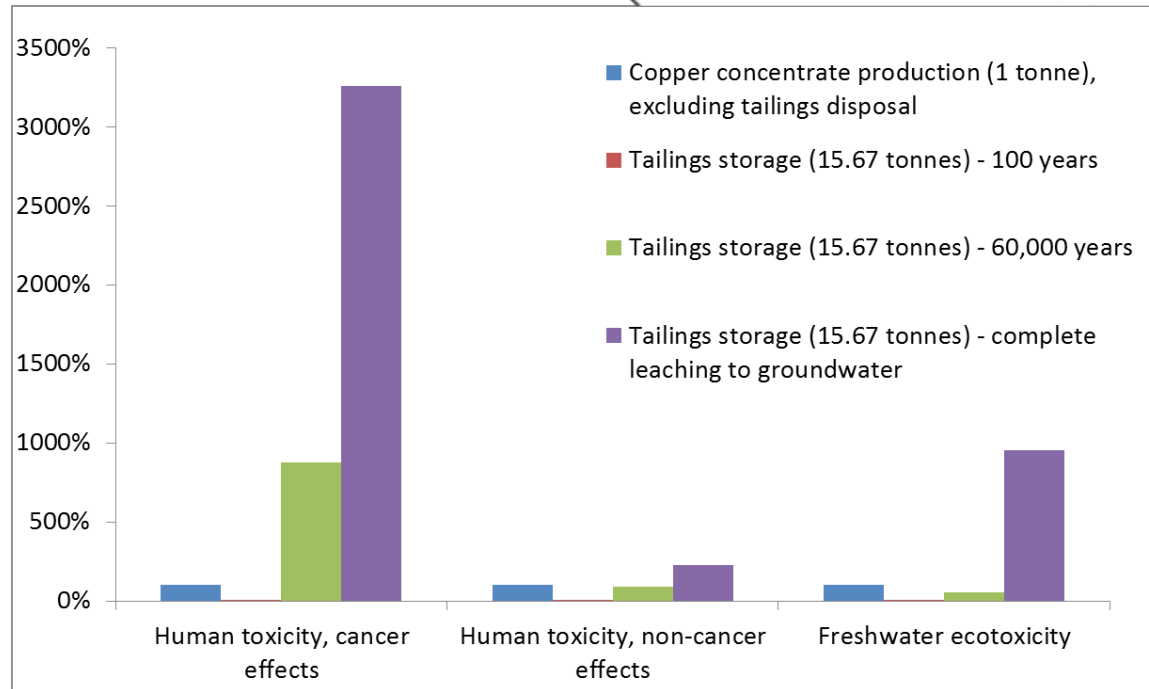
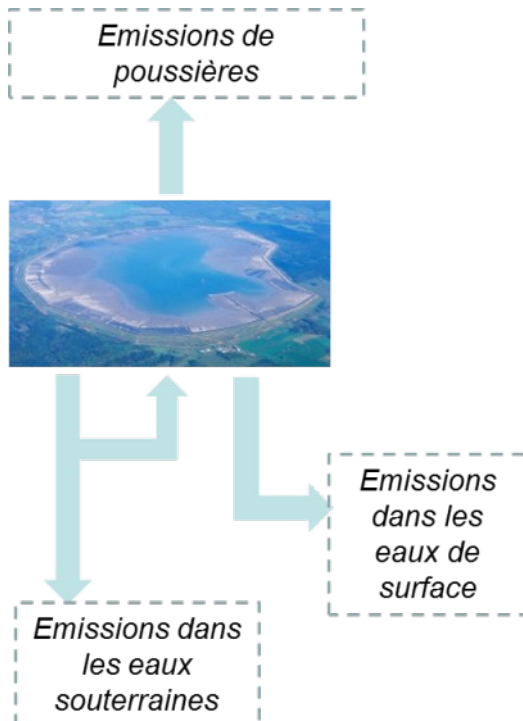


China for 2010 to 2015:  
1,839,741 Gigawatt hours  
(GWh) (power mix)



# Impact de résidus miniers

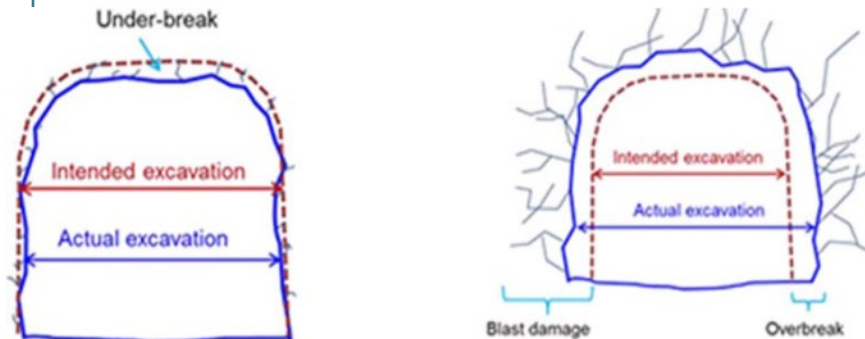
- > Impacts à (très) long terme
  - Potentiellement importants (cf. EcoMetals)
- > Très peu de données/littérature
  - Hypothèses fortes
- > Modélisation géochimique des émissions
  - Projet H2020 ITERAMS en démarrage



# Projets « petite mine »

## > Accès à des ressources limitées

- H2020 SLIM

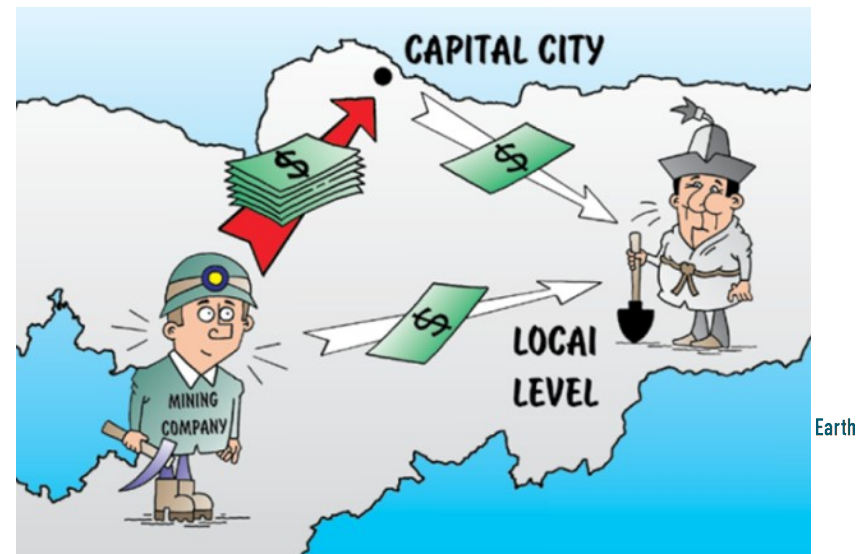


## Efficient excavation

- Optimize fragmentation by blasting models
- Rock movement models for muckpile control
- Improving wall stability by limiting wall damage
- Reduced environmental impact
- Vibrations from blasting
- Nitrates leaching from blasting agents
- Airborne particulate matter (dust)

Integrated Modular Plant and  
Controlled IMP@CTs for Selective,  
Low-impact Mining of Small  
High-grade Deposits

Social Licence to operate



# Transition énergétique

## **SURFER**



> Analyse de l'impact matières premières, énergies et eau du déploiement des énergies renouvelables sur la période 2015-2050 en France

- Demande matière pour la production d'énergie
- Demande matière pour la transition énergétique
- Contextualisation
- Criticité

> SURFER recrute

- Experts pour le choix des technologies, des substances, des scénarios de TE, des indicateurs
- Contacts: [j.villeneuve@brgm.fr](mailto:j.villeneuve@brgm.fr), [olivier.vidal@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:olivier.vidal@univ-grenoble-alpes.fr)

# Conclusion

- > L'identification et la quantification des externalités est une composante importante de la RSE (Responsabilité Sociale et environnementale des Entreprises)
  - Bonnes pratiques pour maîtriser les externalités négatives (gestion des déchets, recyclage, traitement des eaux usées...)
- > Des outils/techniques utiles à cette analyse (ACV, TES)
  - Cependant, les aspects géographiques et temporels peuvent (devraient) être mieux considérés (ACV géo-localisée, imports/exports, Impacts à long terme)
- > Forts de ces analyses, les consommateurs ont un rôle essentiel dans le renouveau industriel (équités)
  - Comment « faire payer » l'utilisateur d'un produit (en France) pour les externalités négatives de la production des matières premières du produit (en Chine, en Afrique,...)?
  - Comment « payer » les impacts sanitaires et environnementaux du passif minier...?