

# Questionnements robotique et sobriété

**Sylvain Miossec**

- ✓ **Contexte / Problèmes : les limites de la planète**
- ✓ **Solutions possibles :**
  - Scénario Négawatt
  - Mesurer : outils de calcul d'impact (ACV, ...)
  - Agir en conséquence : Éco-conception
- ✓ **Peut-on se le permettre ? Comment avoir des objectifs simples ?**
  - Les 2 tonnes de CO<sub>2</sub>
  - Pour les ressources minérales ?
- ✓ **Le robot est-il pertinent ? Comment comparer l'utilisation des robots à d'autres scénario (travail humain) ?**
- ✓ **Le contexte économique**

## ✓ Les limites de la planète

- En ressources
  - Énergies fossile
  - Minéraux
  - Renouvelable (énergie, eau, nourriture, matériaux, ...)
- En capacité d'absorption
  - CO<sub>2</sub>
  - Polluants (produits chimiques, plastiques, ...)
  - Destruction d'écosystèmes

## Focus sur les Ressources minérales

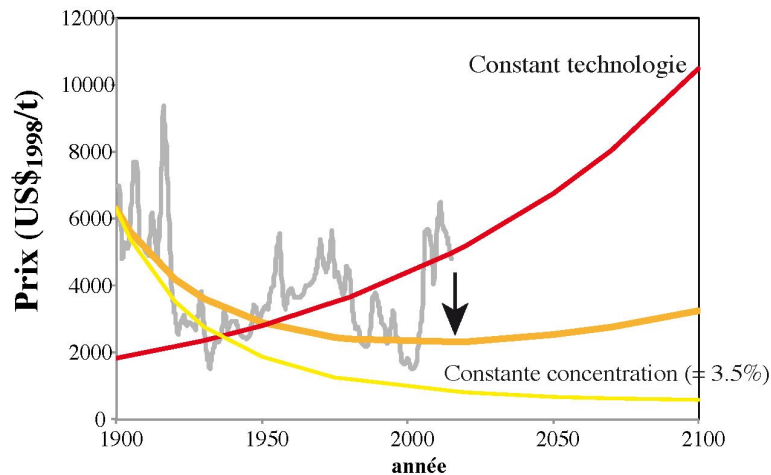
**30 ans**, c'est la durée de vie moyenne des réserves de **cuivre, plomb, nickel, argent, étain et zinc** (60 à 80 ans pour le fer et l'aluminium) \*

\* Estimations basées sur les réserves connues en 1999, en imaginant une croissance de cette production de 2 à 3 % par an.

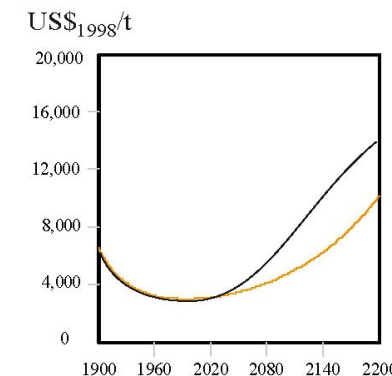
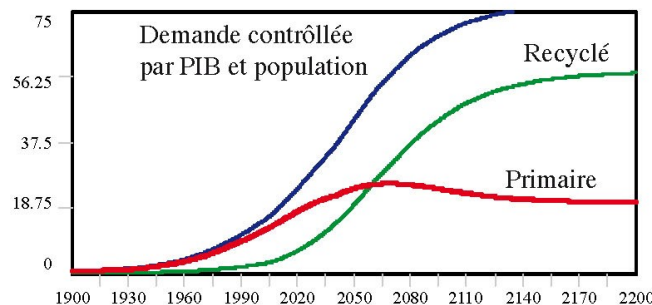
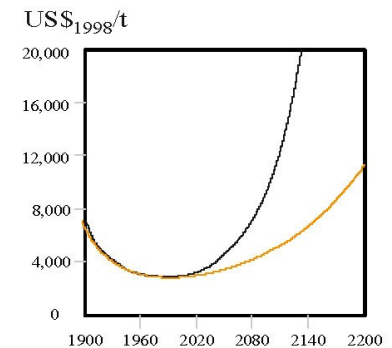
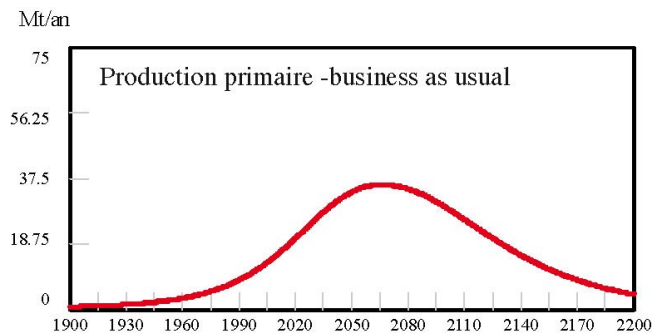
Sources : Les Amis de la Terre, La Fabrique Écologique et OCDE.

Réserves connues / Production

Source : socialter Oct-Nov 2016



Effet de l'efficacité technologique et de la concentration sur le coût d'extraction du cuivre



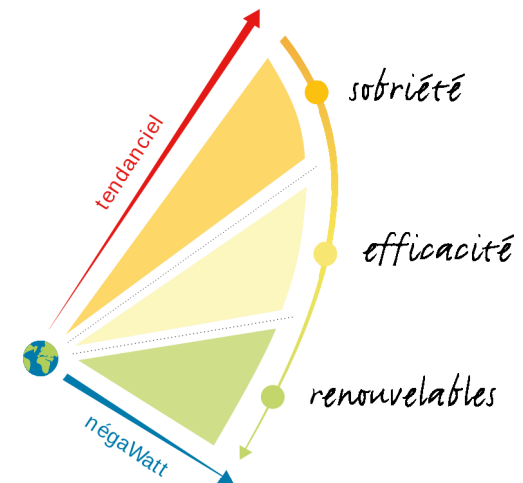
Source : Olivier Vidal, Ressources minérales, progrès technologique et croissance

10000\$/pers/an  
Population 11 milliard en 2100

## ✓ Scénario Négawatt

### ➤ Émissions nettes nulles en 2050

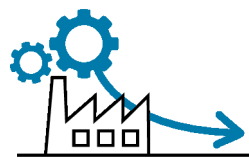
- **Prioriser les besoins essentiels** dans les usages individuels et collectifs de l'énergie par des actions de **sobriété** (supprimer les gaspillages, contenir l'étalement urbain, opter pour des alternatives à la voiture, réduire les emballages, etc.) ;
- **Diminuer la quantité d'énergie** nécessaire à la satisfaction d'un même besoin grâce à l'**efficacité énergétique** (isoler les bâtiments, améliorer le rendement des appareils électriques ou des véhicules, etc.) ;
- **Privilégier les énergies renouvelables** pour leur faible impact sur l'environnement et leur caractère inépuisable. Ce sont des énergies de flux, par opposition aux énergies de stock, fondées sur des réserves finies de charbon,



La démarche négaWatt ©

# Scénario Négawatt

➤ Industrie et biens de consommation



durabilité



réparabilité



recyclage

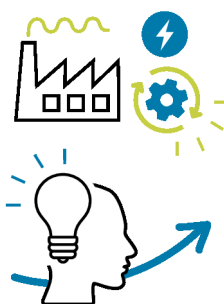


### Sobriété

Une **diminution de la production d'acier, de ciment et de plastiques et de la consommation d'énergie**, rendue possible par la baisse de la demande de différents secteurs (bâtiment, transports) ou produits (engrais, emballages, etc.)

**Des produits davantage réparables, plus durables**, contribuant à une maîtrise globale de la demande en énergie et en matériaux

Une **forte augmentation des taux de recyclage** des métaux (95% en 2050), des plastiques (85%) et du verre (85%), qui engendre une diminution de la demande en ressources primaires



### Eff cacité

Une **amélioration des rendements des process industriels** grâce à leur électrification et à l'utilisation des meilleures technologies disponibles

Une **accélération des innovations et choix technologiques** permettant de rendre les produits durables, moins consommateurs d'énergie et avec une empreinte environnementale moindre

### Matériaux renouvelables

bio-éthanol



Une **utilisation grandissante de produits biosourcés** : bois et isolants végétaux pour le bâtiment, bio-éthanol pour la chimie

décarbonation

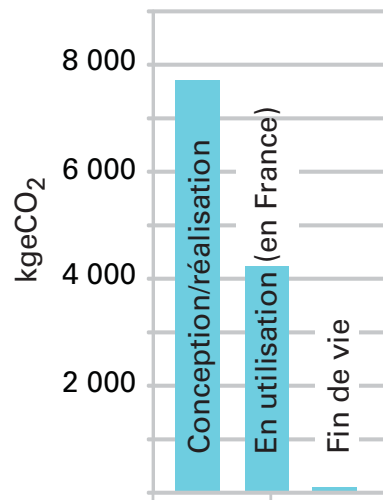


Une **décarbonation de la sidérurgie et de la chimie minérale et organique** grâce à l'hydrogène produit à partir d'électricité renouvelable

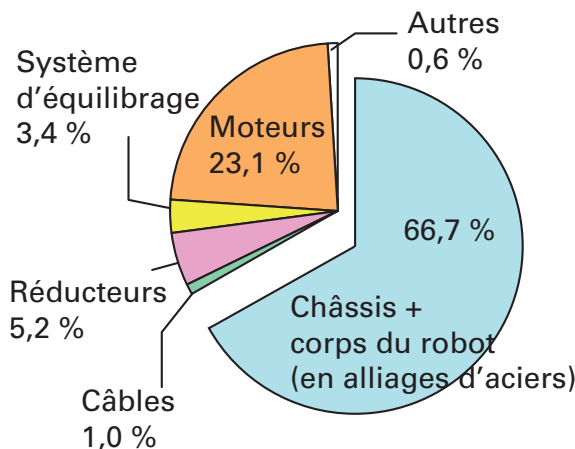
## ✓ Mesurer : outils de calcul d'impact (ACV, ...)

### ➤ Prise en compte du cycle complet d'un produit

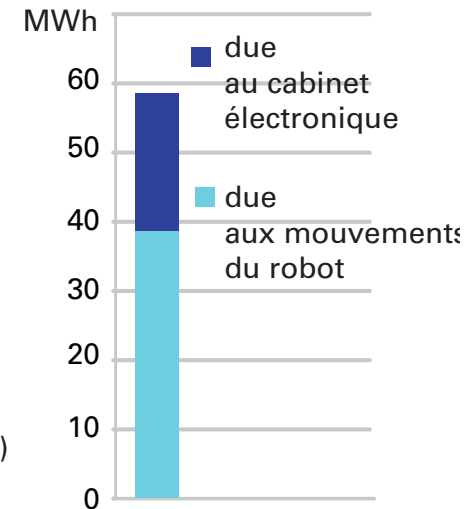
Émissions de gaz à effet de serre



Répartition des gaz à effet de serre pour la partie conception/réalisation



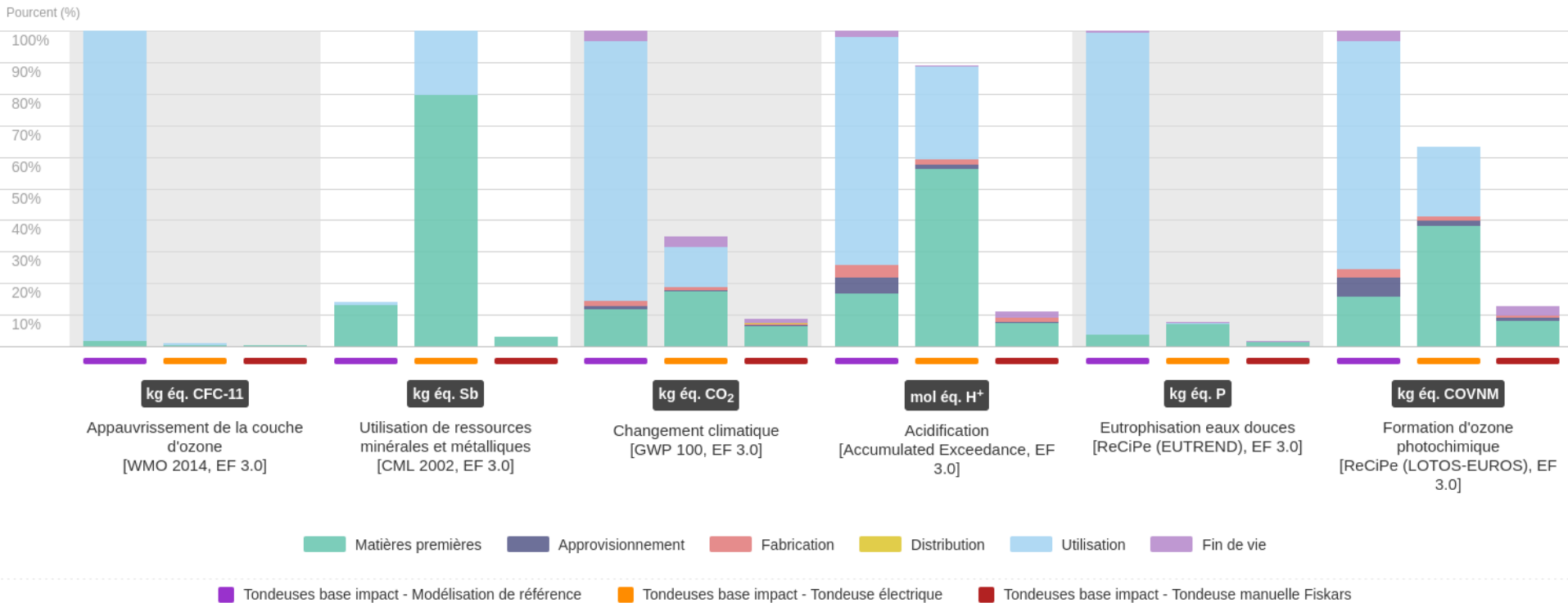
Énergie consommée en utilisation



Les rejets de CO<sub>2</sub> durant l'utilisation dans d'autres pays seraient plus importants puisque la production d'énergie en France est due aux centrales nucléaires (rejetant moins de CO<sub>2</sub> que d'autres types de centrales)

Bilan carbone du Kuka 270  
Source : Sébastien Briot, Ecoconception en robotique, Techniques de l'ingénieur

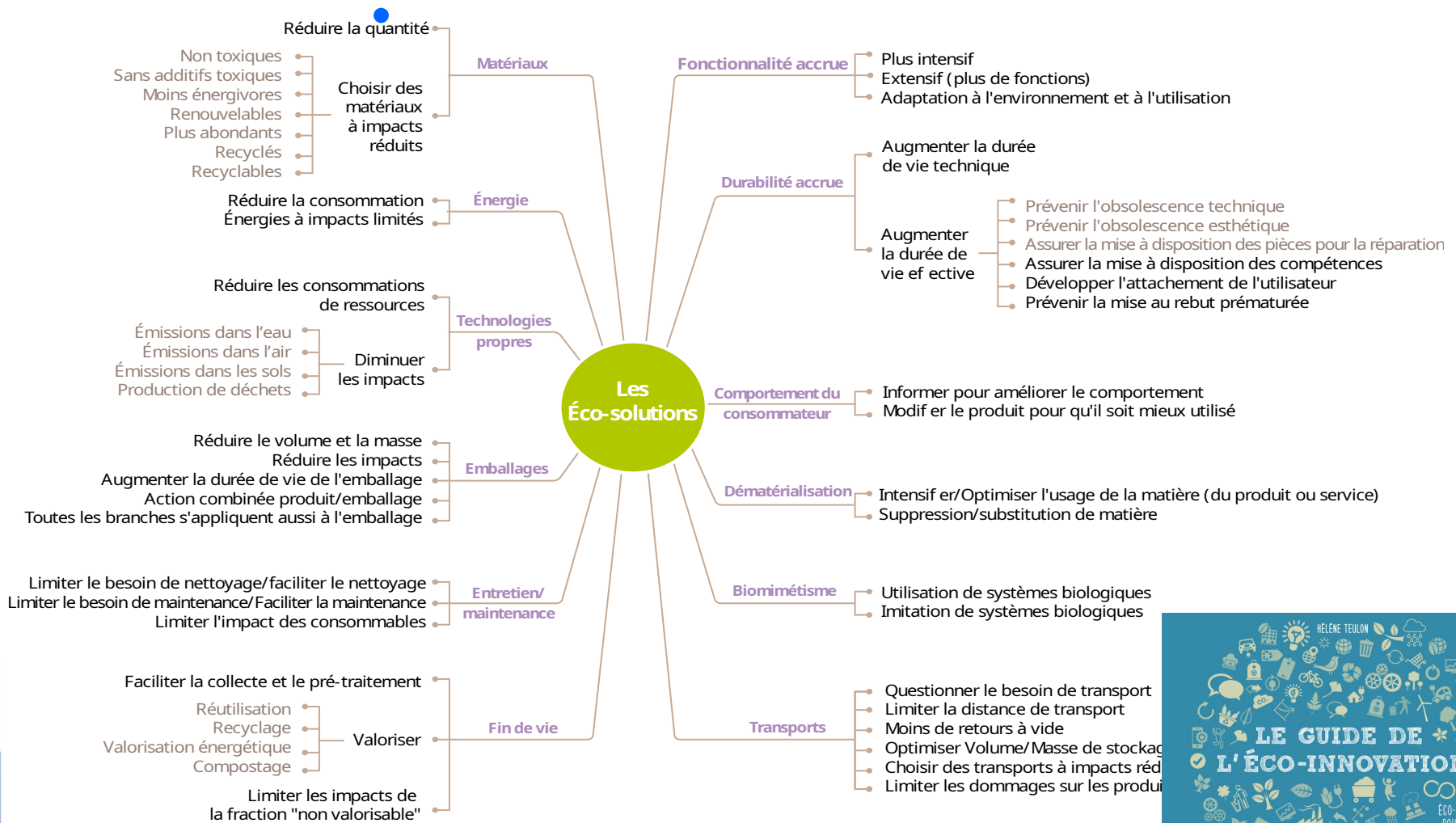
## ✓ Mesurer : outils de calcul d'impact (ACV, ...)



ACV de 3 tondeuses : Thermique, électrique et manuelle, réalisée avec EcoDesign studio

## Agir en conséquence : Éco-conception

Les éco-solutions OpenGreen®



© 2014 Gingko 21et Auki

Source : Le guide de l'éco-innovation, Hélène Teulon



## Agir en conséquence : Éco-conception

- + Méthode d'↑ efficacité
- Effet rebond ?
- Est-ce suffisant ? → Besoin d'un objectif absolu



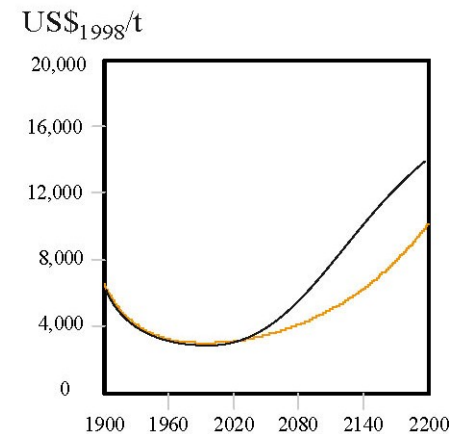
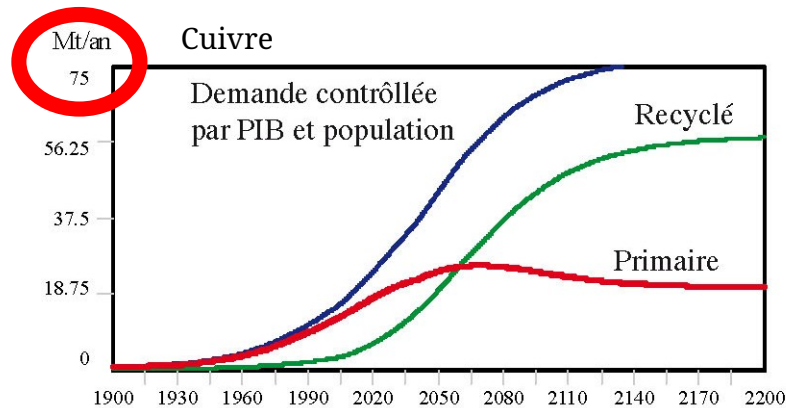
# Comment avoir des objectifs simples ?

- ✓ **Les 2 tonnes de CO<sub>2</sub>/pers/an**
  - Popularisé par Carbone4 et JM Jancovici
  - Pas de fondation scientifique <https://bonpote.com/objectif-2-tonnes-vrai-defi-ou-mauvaise-cible/>
  - 1.61t CO<sub>2</sub>/pers/an pour réchauffement de 2°C,
    - O'Neill, D.W., Fanning, A.L., Lamb, W.F. et al. A good life for all within planetary boundaries. Nat Sustain 1, 88–95 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4>
  - Normalement objectif net zero : 0t CO<sub>2</sub>/pers/an (soit on arrive à séquestrer 2t/pers/an, soit il faudrait encore faire moins)
  - L'empreinte carbone moyenne d'un français est 10t/pers/an !!  
→ /5

# Comment avoir des objectifs simples ?

## ✓ Pour les ressources minérales ?

Source : Olivier Vidal, Ressources minérales, progrès technologique et croissance



- Production stabilisée à 75Mt/an
- Quota :  $75\text{Mt/an} / 11\text{milliards} = 6.8 \text{ kg/pers/an}$ 
  - Voiture électrique contient ~ 80kg de cuivre
- Quelles hypothèses exactes de modélisation ?
- Recyclage pas infini. Et sur plus long terme ?

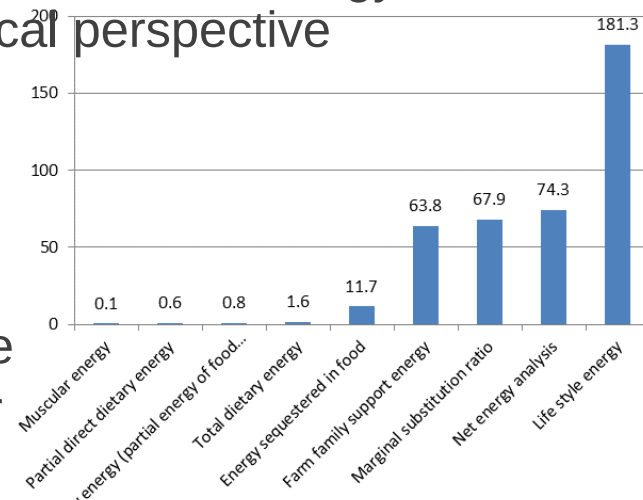
# Le robot est-il pertinent ?

## En robotique

- Sobriété : questionner le besoin de robot
- Efficacité : faire des robots durables, réparables, efficaces en énergie, ressource, ...
- Renouvelable : pour l'énergie. Pour les matériaux ? Bois ? Recyclables ?

## Sobriété : Comment comparer l'utilisation des robots à d'autres scénarios ?

- Généralement un robot remplace un opérateur (avec une machine)
- Comment quantifier l'impact du travail humain ?
  - Aguilera, Guzman, Infante-Amante & all, Embodied energy in agricultural inputs. Incorporating a historical perspective
  - Différents niveau de prise en compte :
    - Travail humain négligé
    - Energie musculaire
    - Energie métabolique
    - Energie de production de la nourriture
    - Energie du mode de vie du travailleur



# Le robot est-il pertinent ?

## Comment quantifier l'impact du travail humain ?

- Attention : La prise en compte du mode de vie du travailleur a de fortes implications sociales
- Ne pas s'arrêter à la conclusion que pour réduire l'impact environnemental du travail, il faut moins payer les travailleurs !
- La prise en compte du travailleur inclus des aspects économiques (le travailleur remplacé par un robot devient-il chômeur, trouve un autre travail?)
- Problème fortement multi-disciplinaire et complexe

## ✓ La (non) prise en compte des aspects sobriété est liée aux aspects économiques

- Non prise en compte : énergie fossile peu cher compte tenue du service rendu et de sa rareté dans le temps (~ 1/2 pétrole consommé en 1 siècle)
  - Prix fixés par loi offre/demande
  - Les générations futures ne sont pas encore là pour demander leur part
- Une volonté de prise en compte de la sobriété va se heurter à la logique de profit, de création de besoin, à la nature humaine (striatum), ...
- La protection environnementale se heurte à la rentabilité financière