

Une économie circulaire durable – Quelle Circularité?

Comment évaluer la circularité?



Wouter Achten
l'Institut de Gestion de l'Environnement et
Aménagement du Territoire (IGEAT)
Université libre de Bruxelles

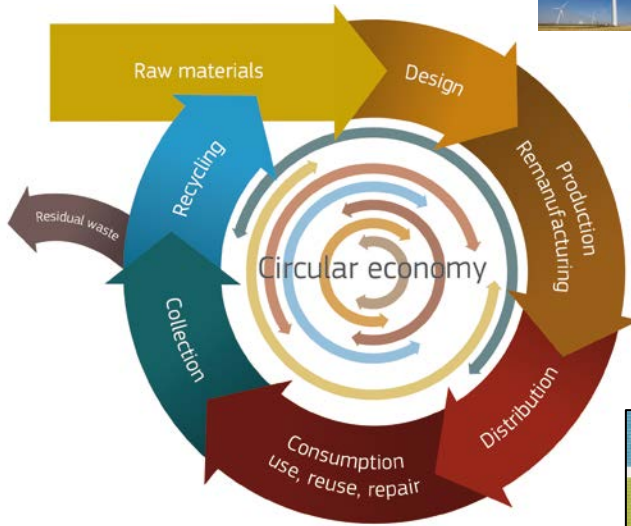
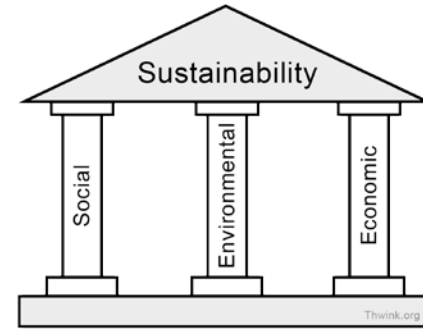


Point de départ

Renewability



Reuse, Repair, Recycle

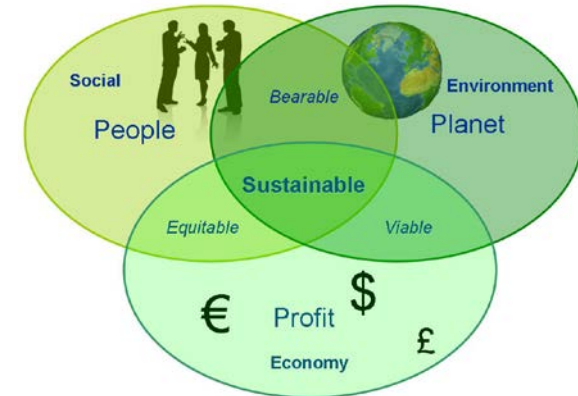


Functional Economy

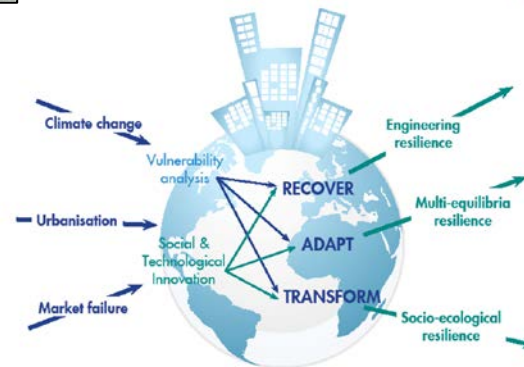
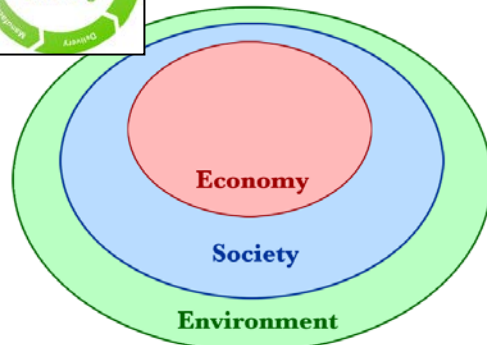
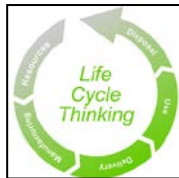
Depollution



Industrial Ecology/Symbiosis



Eco Design





Besoins de mesure?

B620!U2 q6 W62NLE3

Performance de circularité
(resource use, resource loss, renewability)

Différentiation



Gestion

Performance de durabilité
(econ, envi, soc)



Arbitrages



Amélioration



Optimisation

Déplacements d'impacts

Impacts directs et indirects



Aide à la décision

Matériaux	Produits	Organisations	Système
Micro		Meso	Macro



Les outils d'évaluation

Indicateurs/ Indices

Analyses des produits

Evaluation intégrée

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Indicateurs non intégrées • Indicateurs de flux régionaux • Intégré | <ul style="list-style-type: none"> • Analyse du cycle de vie • Analyse des coûts du cycle de vie • Analyse des flux de matériau de produits • Analyse énergétique des produits | <ul style="list-style-type: none"> • modélisation conceptuelle • Modélisation des dynamiques des systèmes • Analyse multi-critères • L'analyse des risques • Analyse d'incertitude • Analyse de la vulnérabilité • L'analyse coûts-bénéfices • Études d'impact |
|---|--|--|

L'évaluation monétaire: la volonté de payer, coût évité, coût de remplacement, ...

Les outils d'évaluation

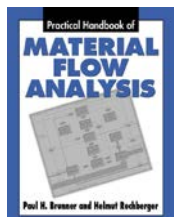
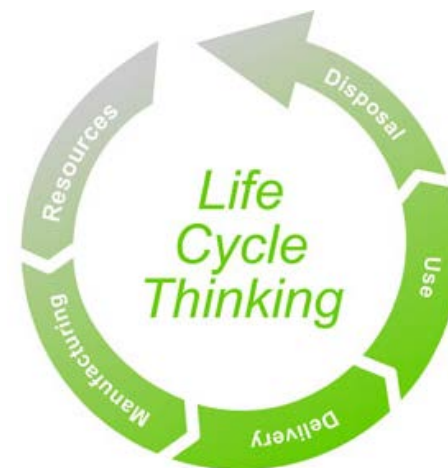
Indicateurs/Indices

Analyses des produits

Evaluation intégrée

- Indicateurs non intégrées
- Indicateurs de flux régionaux
- Intégré

- Analyse du cycle de vie
- Analyse des coûts du cycle de vie
- Analyse des flux de matériau de produits
- Analyse énergétique des produits



IOA

	Agriculture	Manufacturing	Services	Final Demand	Total output
Agriculture	12	8	4	12	36
Manufacturing	2	18	12	16	48
Services	6	10	26	24	66
Value added	16	12	24		
Total output	36	48	66		
Emissions	72	66	42		



MIPS

EROI
CED
Exergy
Emergy

L'évaluation monétaire: la volonté de payer, coût évité, coût de remplacement, ...



Initiatives d'indicateurs de circularité (non exhaustive)

MACRO

- National circular economy indicator system in China (by Geng et al. 2012, J Cleaner Prod)
- Zero Waste index (by Zaman & Lehmann 2013 J Cleaner Prod)

MESO

- LCA-based Eco-costs Value Ratio (by Scheepens et al. 2016 J Cleaner Prod)
- Resource Productivity indicator (M/SFA based) (by Wen & Meng 2015, J Cleaner Prod.)

MICRO

- Material Circularity Indicator (by Ellen MacArthur Foundation & Granata 2015)
- Circular Economy Index (by Di Maio & Rem 2015, J Env Protection)
- Circularity assessment (by Circle Economy & PGGM 2014)

...



Initiatives d'indicateurs de circularité (non exhaustive)

MACRO

- National circular economy indicator system in China (by Geng et al. 2012, J Cleaner Prod)

Table 1
Circular economy evaluation indicator system (at macro level).

Groups	Indicators
1. Resource output rate	Output of main mineral resource Output of energy
2. Resource consumption rate	Energy consumption per unit GDP Energy consumption per added industrial value Energy consumption of per unit product in key industrial sectors Water withdrawal per unit of GDP Water withdrawal per added industrial value Water consumption of per unit product in key industrial sectors Coefficient of irrigation water utilization
3. Integrated resource utilization rate	Recycling rate of industrial solid waste Industrial water reuse ratio Recycling rate of reclaimed municipal wastewater Safe treatment rate of domestic solid wastes Recycling rate of iron scrap Recycling rate of non-ferrous metal Recycling rate of waste paper Recycling rate of plastic Recycling rate of rubber
4. Waste disposal and pollutant emission	Total amount of industrial solid waste for final disposal Total amount of industrial wastewater discharge Total amount of SO ₂ emission Total amount of COD discharge



Initiatives d'indicateurs de circularité (non exhaustive)

MACRO

- National circular economy indicator system in China (by Geng et al. 2012, J Cleaner Prod)
- Zero Waste index (ZWI) (by Zaman & Lehmann 2013 J Cleaner Prod)



$$ZWI = \frac{\sum_1^n WMSi * SFi}{\sum_1^n GWS} \quad (2)$$

WMSi = amount of waste managed by system *i* (i.e. *i* = 1, 2, 3 ...
n = amount of waste avoided, recycled, treated, etc.)

SFi = Substitution factor for different waste management systems based on their virgin material replacement efficiency

GWS = Total amount of waste generated (tonnes of all waste streams)

SFi: Effets de substitution de

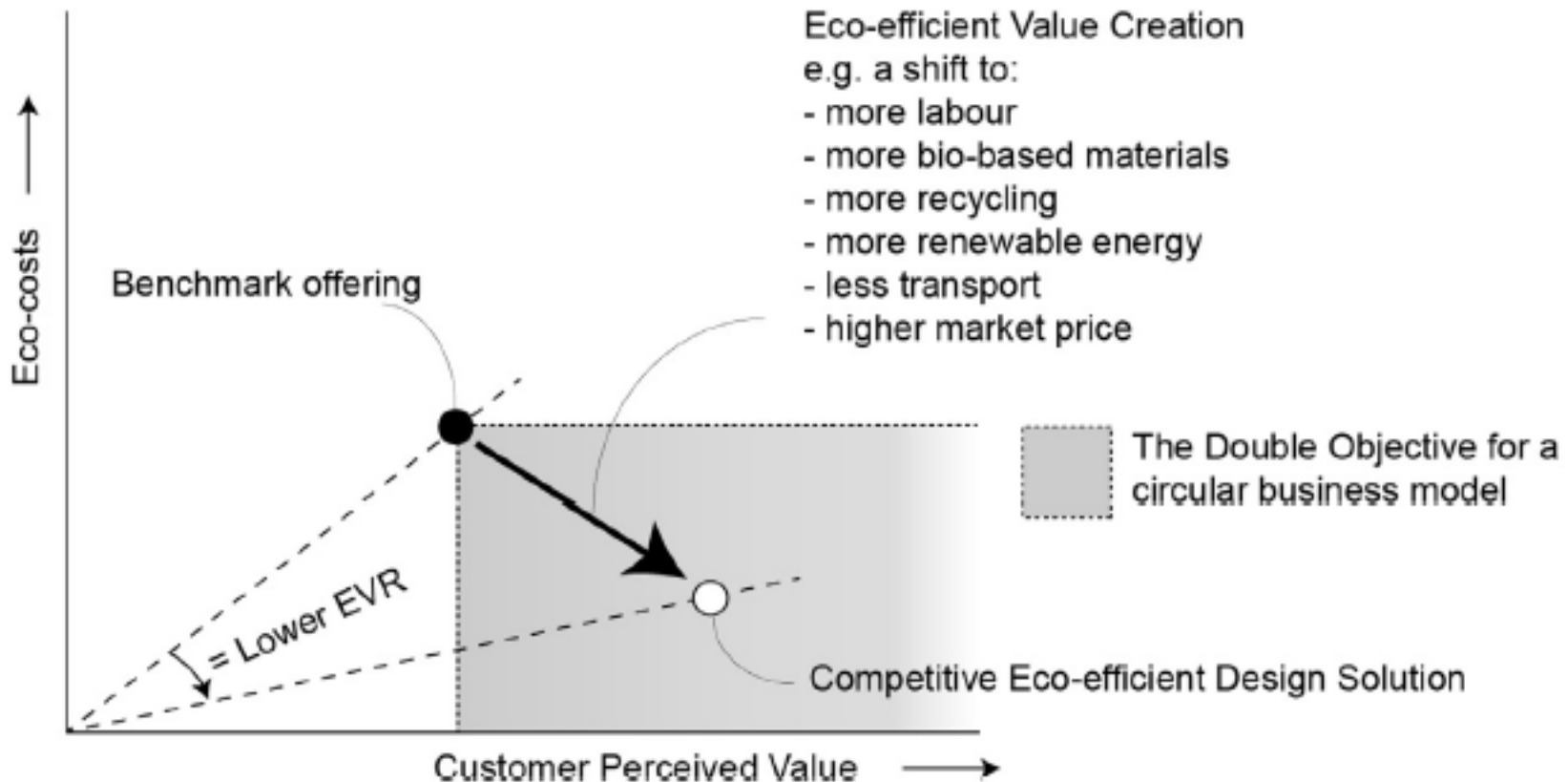
- Énergie
- Émissions de GES
- L'eau



Initiatives d'indicateurs de circularité (non exhaustive)

MESO

- LCA-based Eco-costs Value Ratio (by Scheepens et al. 2016 J Cleaner Prod)





Initiatives d'indicateurs de circularité (non exhaustive)

MICRO

- Material Circularity Indicator (by Ellen MacArthur Foundation & Granata 2015)
- Circular Economy Index (by Di Maio & Rem 2015, J Env Protection)
- Circularity assessment (by Circle Economy & PGGM 2014)





Initiatives d'indicateurs de circularité (non exhaustive)

Material circularity Indicator

- Indicateur de base:
 - Quelle partie des matériaux est vierge et quelle partie est réutilisé?
 - Période et intensité d'usage d'un produit?
 - Quelle partie des matériaux passe en enfouissement ou en incinération, quelle partie est collectée pour recyclage?
 - Efficience de processus de recyclage, usage de matériaux recyclés?
- Indicateur organisationnel: agrégation des indicateurs des produits produit par l'organisation
- Indicateur complémentaire: variation de prix, risque d'approvisionnement, toxicité, ...



Initiatives d'indicateurs de circularité

« Circularity assessment »
pour matériaux, produits, organisations



Depletion Pollution Hazard Low Degradation Interactions of Concerns (Byproducts) Renewability Recyclability (Theoretical) Recycling Input Intensity Scarcity Competing Demand Available Substitutes

98 43 59 67 64 59 92 21 13 43 72



↑ ↑ ↑ - - ↓ - ↓ ↑↑ ↑↑ ↓

↑ ↑ ↑↑↑ ↑↑ - ↑↑ ↑ - - - - -

- - - - - ↓↓ ↓ ↑ ↑↑ ↑↑ ↓

98

78

63



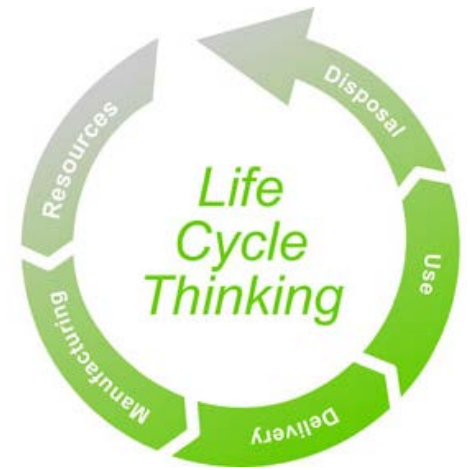
Initiatives d'indicateurs de circularité

- Initiatives intéressantes
- Souvent focalisé sur flux de matériaux et énergie
- ✓ • Impacts ne sont pas suffisamment pris en compte (économique, social, environnemental)
- ? • Dimension social mériterait plus d'attention
- ✓ • Effets de déplacement d'impact ? Effets indirects ?
- ? • Approche systémique ne semble pas suffisamment intégré.





Perspectives



- Dimension social mériterait plus d'attention
 - ACV Social
- Approche systémique ne semble pas suffisamment intégré
 - MR EE IOA - ACV Hybride (IO-LCA)
(présentation V. Zeller; Genovese et al. 2017)
 - ACV territorial
 - ACV Conséquentielle
- Défis (besoin de recherche):
 - Calcul d'impact usage/épuisement des ressources
 - Recyclage en ACV
 - Dimension temporelle

D. Country LCA





Arnsperger & Bourg (2016) Vers une économie authentiquement circulaire - Réflexions sur les fondements d'un indicateur de circularité. Revue de l'OFCE 145, 93-125

CIRAIG (2015) Circular economy: A critical literature review of concepts.

Circle Economy & PGGM (2014) Circularity Assessment for Organizations: Draft indicators

Di Maio & Rem (2016) A robust indicator for promoting circular economy through recycling. Journal of Environmental Protection 6, 1095-1104

Elia et al. (accepted 2016) Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. Journal of Cleaner Production (in press)

Ellen MacArthur Foundation & Granta (2015) Circularity Indicators - An approach to measuring circularity.

Geng et al. (2012) Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. Journal of Cleaner Production 23, 216-224

Genovese et al. (2017) Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. Omega 66, 344-357

Ness et al. (2007) Categorizing tools for sustainability assessment. Ecological Economics 60, 498-508

Wen & Meng (2015) Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: a case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District. Journal of Cleaner Production 90, 211-219

Zaman & Lehmann (2013) The zero waste index: a performance measurement tool for waste management systems in a 'zero waste city'. Journal of Cleaner Production 50, 123-132



Merci pour votre attention

Questions?

wouter.achten@ulb.ac.be