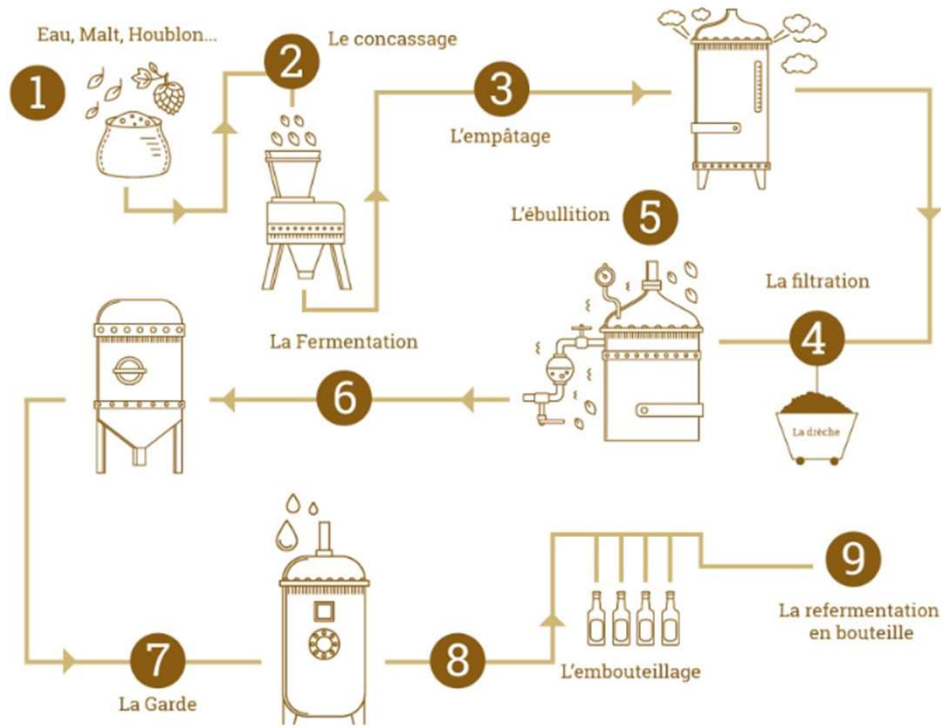


## Brasseries et écologie, faut-il se mettre la pression ?

Prof. Angélique Léonard  
a.leonard@uliege.be  
Product, Environment, and Processes (PEPs)  
Chemical Engineering  
ULiège  
<http://chemeng.uliege.be/>



EPD®

Carlsberg® Beer

Carlsberg®



ENVIRONMENTAL IMPACTS



BLONDE BIO

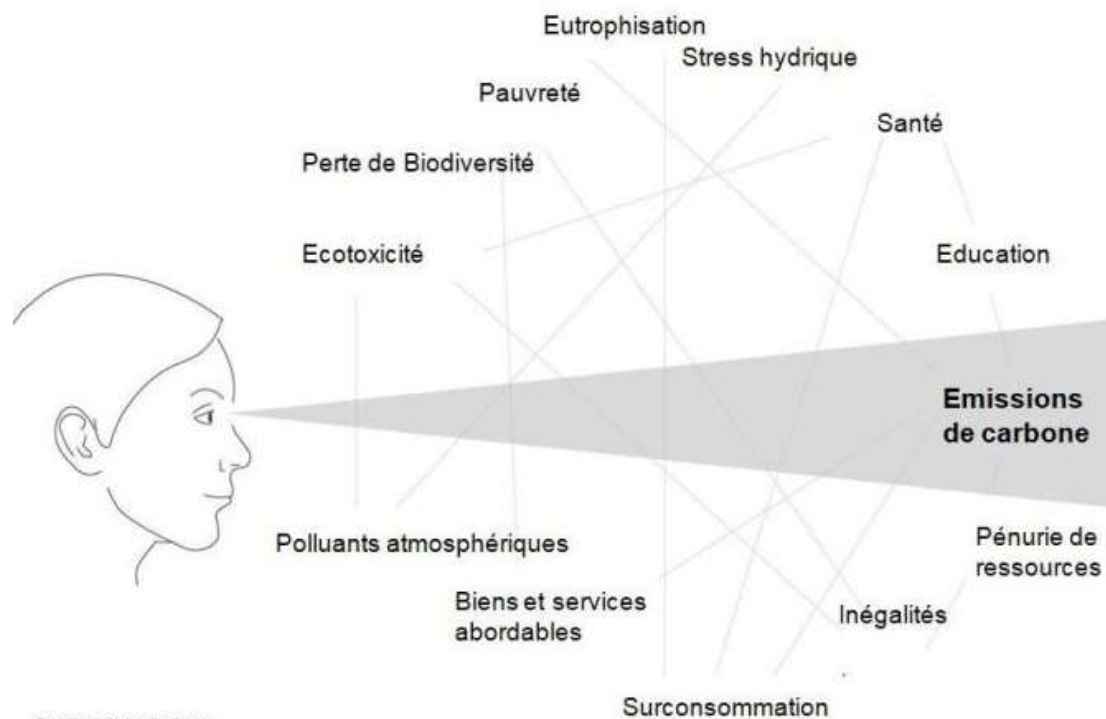


TRIPLE BIO



# Petit préambule

# L'obsession 'réduction des émissions de 'CO<sub>2</sub> éq''



Graphique de Jan Knietzko  
Traduction : @bonpote

## Ne pas confondre avec le bilan carbone

- ▶ Méthode mise au point par l'ADEME en France
  - ▶ Marque déposée bilan carbone®
- ▶ Dans les faits, c'est un bilan des 'GES'

### Définition

Une évaluation de la quantité de gaz à effet de serre émise (ou captée) dans l'atmosphère sur une année par les activités  
**d'une organisation ou d'un territoire.**

**Pas une approche centrée sur le 'produit' à la base**

# Ne pas confondre avec le bilan carbone



[Qu'est-ce qu'un Bilan Carbone ? - Capitaine Carbone \(capitaine-carbone.fr\)](http://capitaine-carbone.fr)

# « Bilan carbone » : approches produits

## ISO 14067:2018(fr) Gaz à effet de serre — Empreinte carbone des produits — Exigences et lignes directrices pour la quantification

Table des matières

Avant-propos

Introduction

1 Domaine d'application

2 Références normatives

▼ 3 Termes, définitions et abréviations

▶ 3.1 Termes et définitions

3.2 Termes abrégés

4 Application

▼ 5 Principes

5.1 Généralités

5.2 Perspective du cycle de vie

5.3 Approche relative et unité foncti

5.4 Approche itérative

5.5 Priorité de l'approche scientifiq

5.6 Pertinence

5.7 Complétude

5.8 Cohésion

5.9 Cohérence

5.10 Exactitude

5.11 Transparence

5.12 Évitement du double comptage

▼ 6 Méthodologie de la quantification d

Chiffres

Tableaux

Équations

Disponible en: EN FR ES

Redline ▼

### Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçus par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

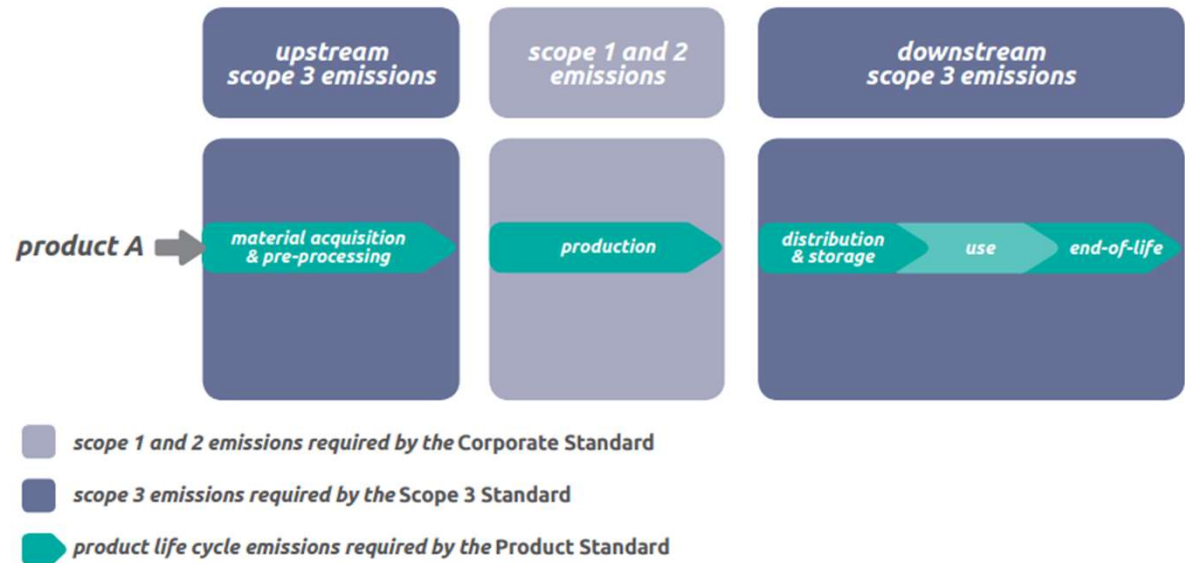
Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 207, *Management environnemental*, sous-comité SC 7, *Gestion des gaz à effet de serre et activités associées*.

# « Bilan carbone » : approches produits



## Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard







## 2.6 Methodology and reference to existing standards and guiding documents

The guidelines in this document aim to be consistent with internationally accepted standards and requirements.

The following standards were considered:

- ISO 14064 -1: 2019
- ISO 14064 -2: 2019
- ISO 14064 -3: 2019
- ISO 14067: 2019
- ISO 14040: 2006
- ISO 14044: 2006

### **The guidance follows these standards:**

- GHG Protocol Corporate Value Chain (Scope 3).
- GHG Protocol Scope 3 Calculation Guidance.
- GHG Protocol Product Standard.

# Mais encore ... échelles de performance CO<sub>2</sub>



NOUVELLES 16 août 2023



"NOUS VOULONS QUE L'ÉCHELLE DE PERFORMANCE CO<sub>2</sub> FASSE LA DIFFÉRENCE", LE MANUEL 4.0 EST ENCORE PLUS AMBITIEUX

L'échelle de performance CO<sub>2</sub> est l'outil de durabilité qui aide les entreprises et les gouvernements à réduire le CO<sub>2</sub> et les coûts. Dans les opérations commerciales, dans les projets et dans la chaîne. L'échelle est utilisée comme système de gestion du CO<sub>2</sub>, comme outil d'appel d'offres et pour l'application.

Les organisations qui sont certifiées selon l'échelle verront cela comme un investissement qui se paie immédiatement en termes de coûts énergétiques inférieurs, d'économies de matériaux et de gains d'innovation.

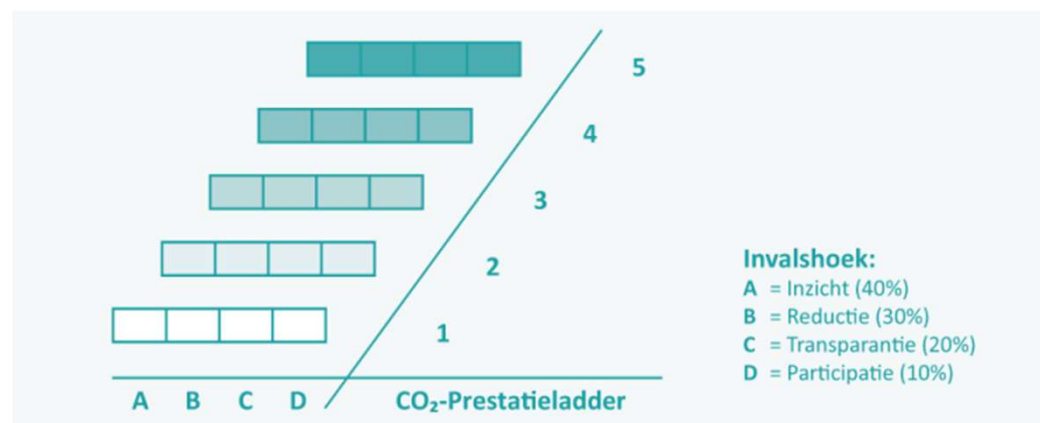
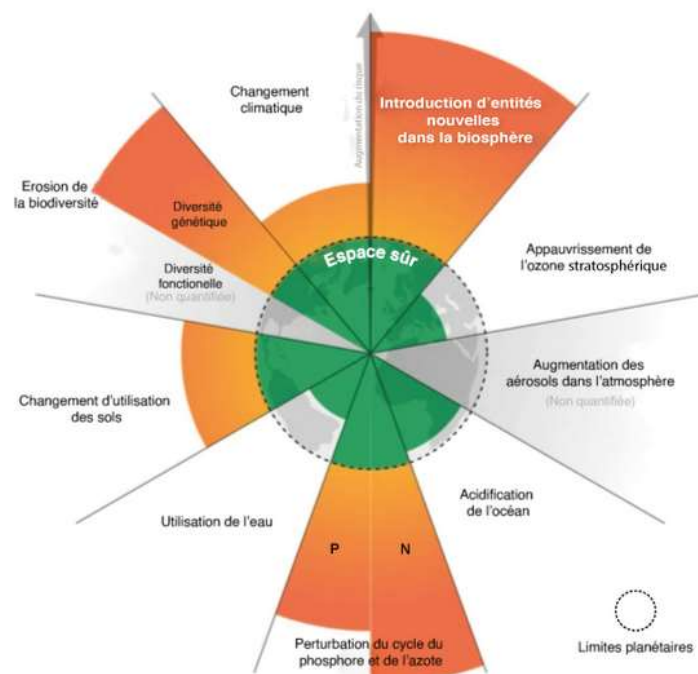


Figure 6.1 : Échelle de performance CO<sub>2</sub> : 5 échelons et 4 axes. Les axes ont chacun un facteur de pondération qui leur est propre.

**Et l'ACV dans tout ça ??**

# Adopter une approche multicritères = essentiel

Limites planétaires : un nouveau dépassement



La limite planétaire pour les pollutions chimiques (nouvelles entités) a été quantifiée pour la première fois. Elle rejoint les 4 autres limites déjà dépassées  
crédit : Stockholm resilience centre/Azote  
Trad : Sydney THOMAS

@BonPote

Source : Stockholm Resilience Center, jan. 2022  
Traduction : Sydney Thomas pour Bon Pote

# Les forces de l'analyse du cycle de vie

- ▶ Approche produit
- ▶ Multicritère ... dont le changement climatique
- ▶ Vision 'holistique' sur l'ensemble du cycle de vie
- ▶ Permet d'éviter les transferts d'impacts
- ▶ Plusieurs approches possibles
  - ✓ "cradle to gate"
  - ✓ "cradle to grave"
  - ✓ "cradle to cradle" (circularité)



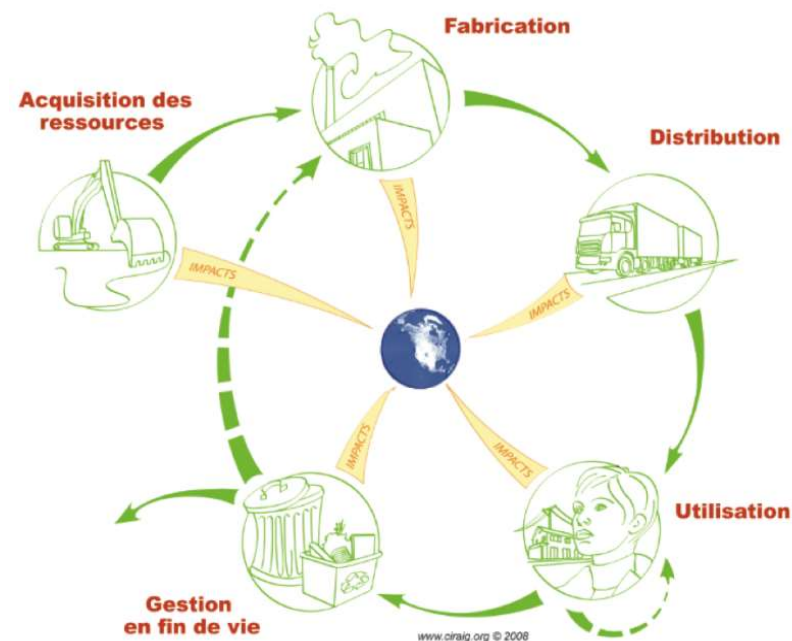
# Analyse du cycle de vie ?

- ▶ Processus normé : ISO 14040:2006 et 14044:2006

- ▶ "L'ACV traite les aspects environnementaux et **les impacts environnementaux potentiels tout au long de la vie d'un produit**, de l'acquisition des matières premières à sa production, son utilisation, son traitement en fin de vie, son recyclage et sa mise au rebus (à savoir, du berceau à la tombe)."

- ▶ Produit = produit, activité, système ou processus

- ▶ Guidance détaillée via le ILCD Handbook (JRC – EU)



# L'ACV – Pourquoi ? Pourquoi ?

# Objectifs de l'ACV

- ▶ Vision « diagnostic »
  - ▶ **Photographie des impacts environnementaux**
  - ▶ **Peut mener à de la communication environnementale objective**
    - « EPD » = environmental product declaration
    - « DEP » = déclaration environnementale produit
    - « FDE » = fiche de déclaration environnementale
    - « PEF » = product environmental footprint
- ▶ Vision « eco-conception »
  - ▶ **Conception assistée par estimation des impacts associés (from scratch)**
  - ▶ **Amélioration de procédés existants sur base du diagnostic**
  - ▶ **Support aux processus de R&D**



ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION (EPD)  
CERTIFIED



Carlsberg® Beer



International EPD® operated by The International EPD Consortium (IEC)  
CPC code: 24310 – Beer made from malt (<http://umstats.un.org/umso/cv/registry/regist.asp?Cl=9&I=1&Co=24310>)  
Geographical scope of application: Europe  
Environmental Product Declaration Certified – Registration Number: 5-P-00312  
Date of Publication: 22.12.2011 Date of Approval: 17.04.2018 - Revision: 3 - Expiry date: 17.04.2021



# Vision du cycle de vie : éviter les transferts

Source Pôle Éco-conception

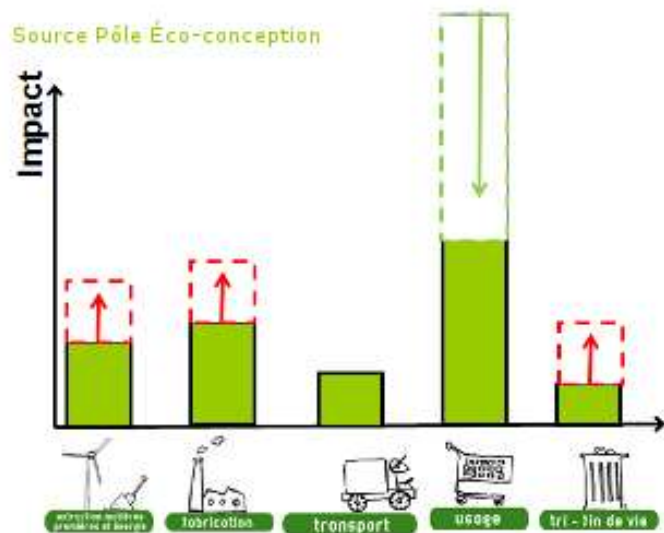


Illustration du transfert d'impact d'une étape du cycle de vie à d'autres étapes.

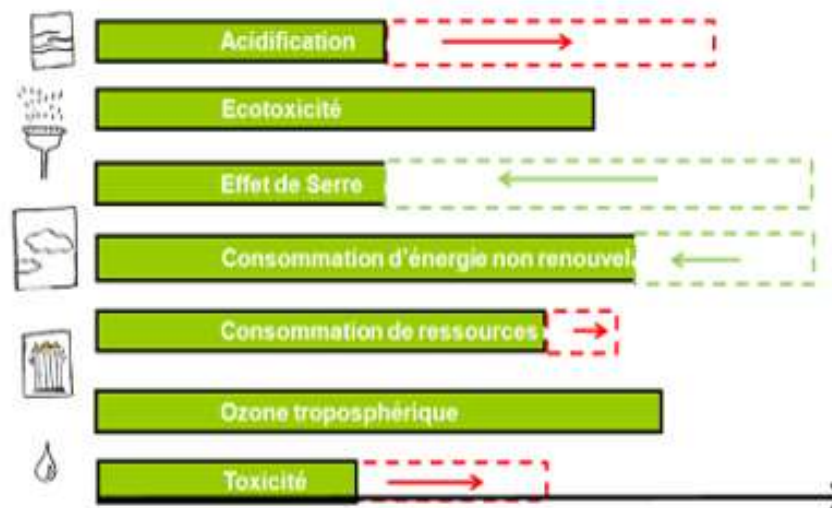
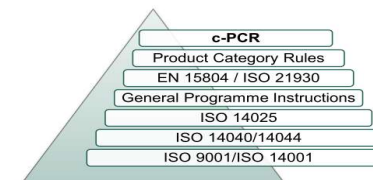
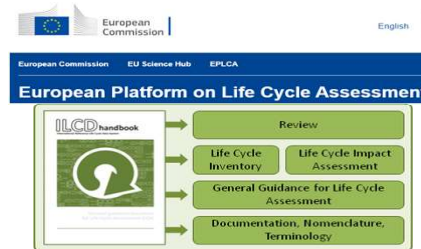
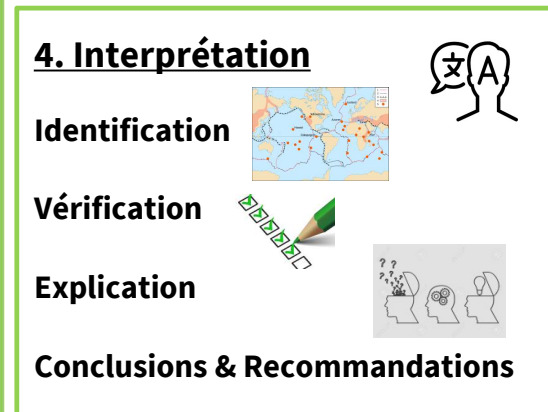
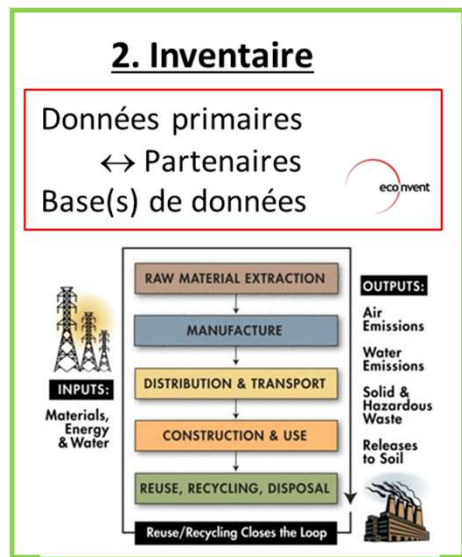


Illustration du transfert d'impacts à d'autres impacts environnementaux

# L'ACV – Comment ?

# Analyse du cycle de vie ?



<https://ecochain.com/knowledge/life-cycle-assessment-lca-guide/>  
<https://michaelminn.net/energy/life-cycle-analysis/>

# Étape 1 : objectifs et champ de l'étude

## 1. But et Champ de l'étude

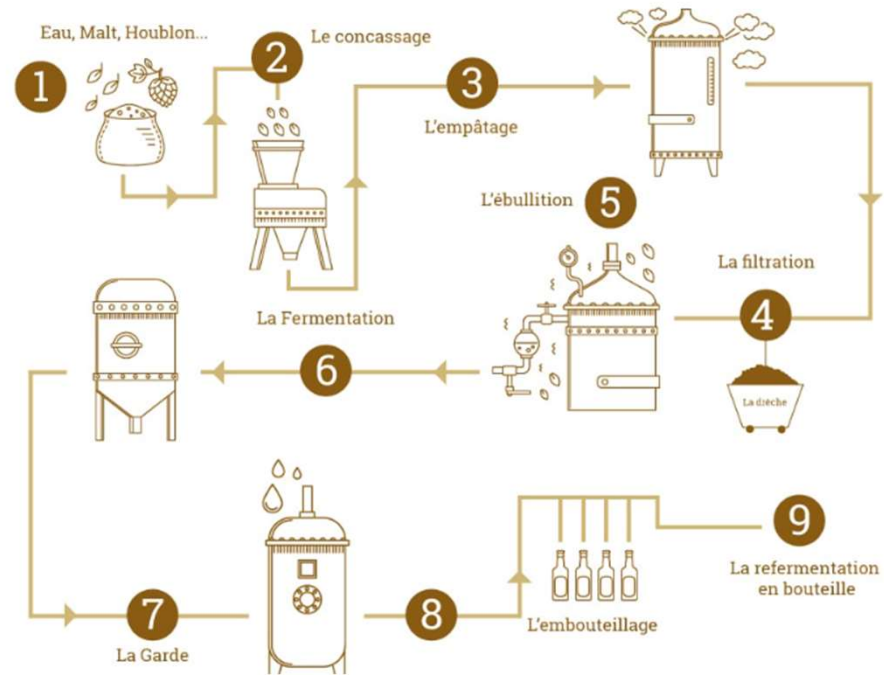
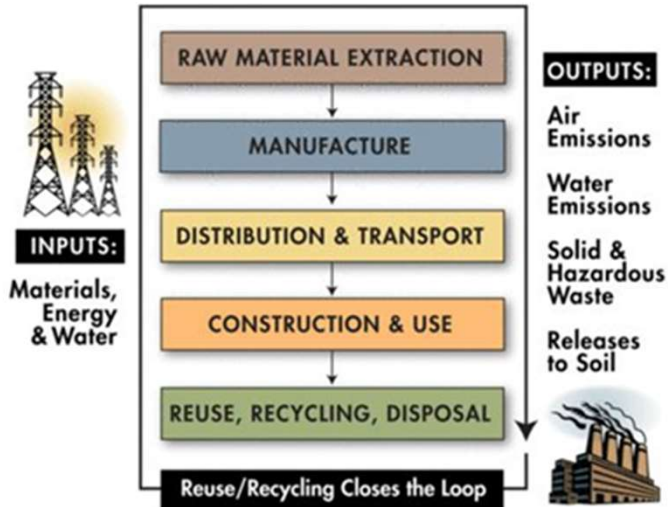


- ▶ Exemple d'UF
  - ▶ Produire et embouteiller 1 hectolitre de bière (bouteille à usage unique)
  - ▶ Produire et embouteiller 1 hectolitre de bière (bouteilles consignées avec X réutilisations)
- ▶ Exemple de frontières
  - ▶ Depuis la production des matières premières à la sortie de la brasserie

# Étape 2 : analyse de l'inventaire

## 2. Inventaire

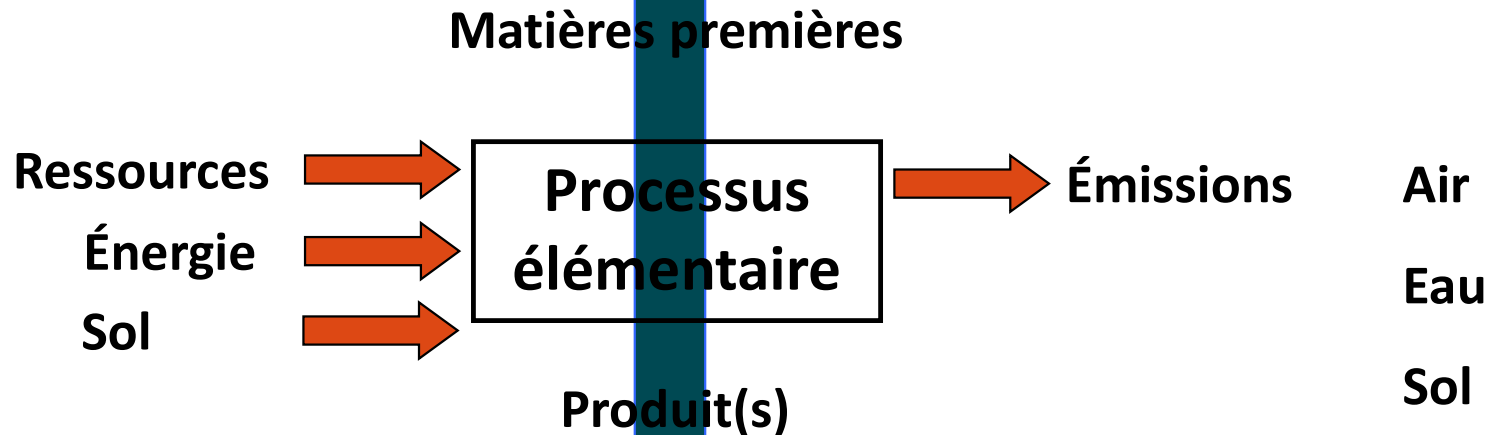
Données primaires  
↔ Partenaires  
Base(s) de données



## Étape 2 : analyse de l'inventaire

- ▶ Quantification de tous les flux entrants et sortants

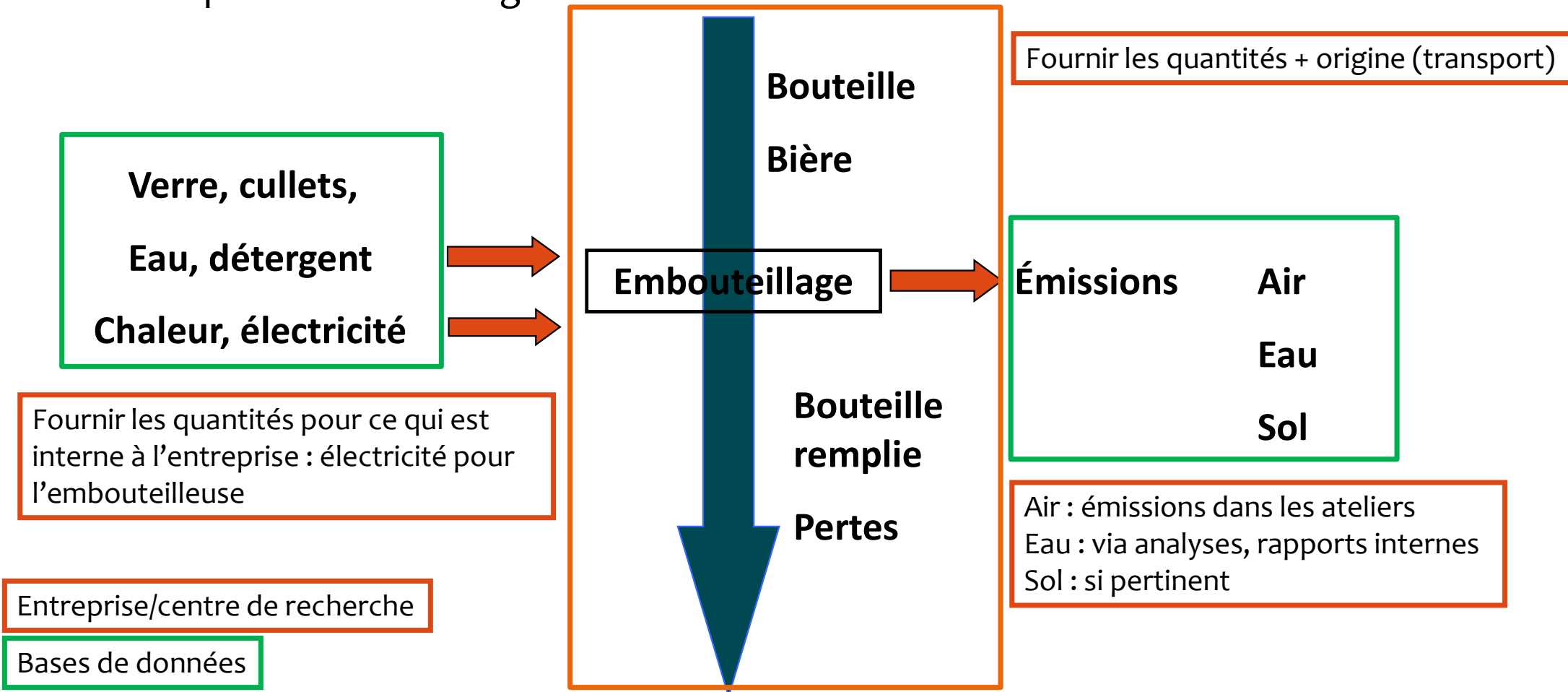
Identifier les procédés impliqués



Établir la valeur des liens entre procédés : rendements, distances, consommations, ...

## Étape 2 : analyse de l'inventaire

### ► Exemple : embouteillage



# Étape 3 : évaluation de l'impact

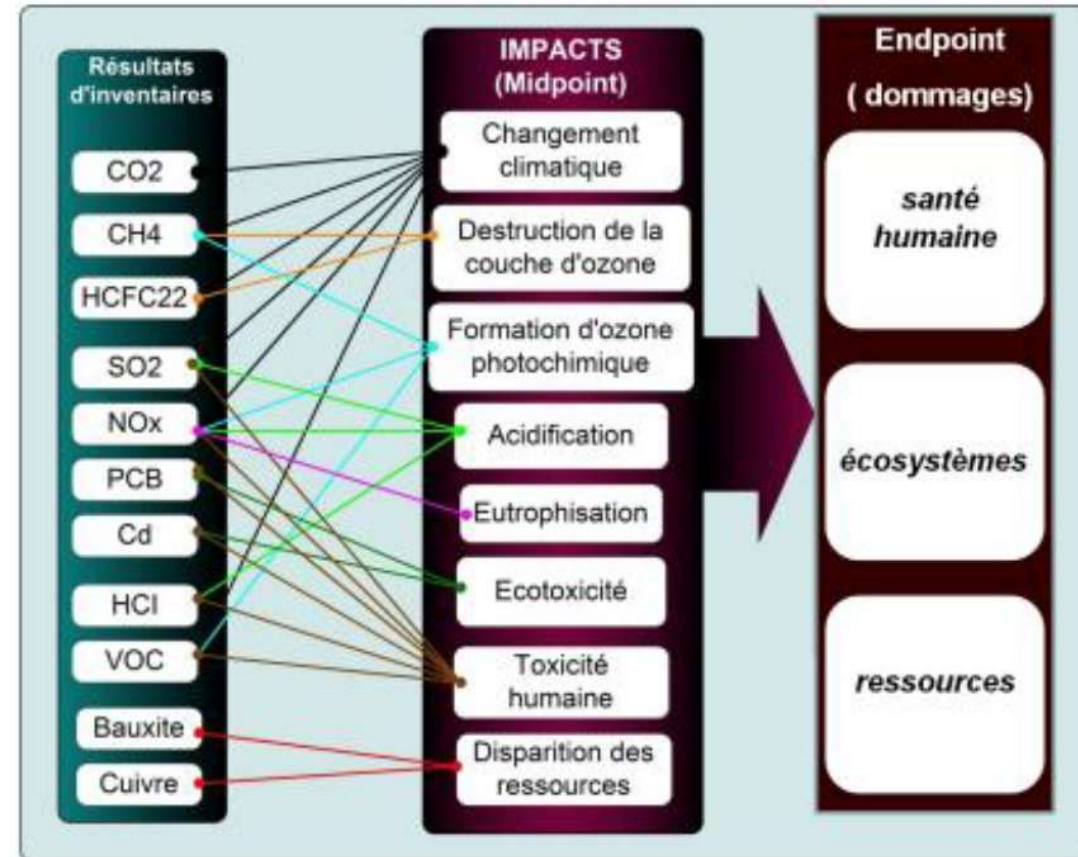
## 3. Évaluation de l'impact



SimaPro

GaBi Software  
PRODUCT SUSTAINABILITY

openLca



Utilisation de méthodes d'évaluation de l'impact  
EF3.1 : Environmental footprint



## Étape 3 : évaluation de l'impact

### ► Étape obligatoire = la caractérisation

- ❑ But = Exprimer les différents polluants d'une même catégorie d'impact en équivalent d'un même polluant

kg CO<sub>2</sub>/UF

kg CH<sub>4</sub>/UF

kg «tout GES »/ UF

⇒ éq-kg CO<sub>2</sub>/UF

- ❑ Utilisation de facteurs de caractérisation

Inventory Data × Characterization Factor = Impact Indicators

### ► Étapes optionnelles

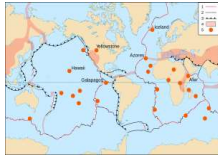
- Normalisation, pondération

Species	GWP-100
CO <sub>2</sub>	1.000
CH <sub>4</sub> -fossil	29.8 ± 11
CH <sub>4</sub> -non fossil	27.0 ± 11
N <sub>2</sub> O	273 ± 130
HFC-32	771 ± 292
HFC-134a	1526 ± 577
CFC-11	6226 ± 2297
PFC-14	7380 ± 2430

# Étape 4 : Interprétation

## 4. Interprétation

Identification



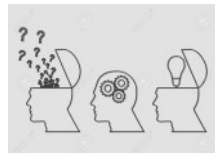
Vérification



Explication



Conclusions & Recommandations



- ▶ Identification des résultats significatifs
  - ▶ Hiérarchisation des impacts
  - ▶ Hiérarchisation des étapes dans le cycle de vie
  - ▶ Émissions clé
- ▶ Vérification (analyse de sensibilité et d'incertitude)
- ▶ Explication des limitations
  - ▶ Importance de la transparence sur l'ensemble des hypothèses
- ▶ Conclusions et recommandations
  - ▶ Purement descriptif = instantané
  - ▶ Voie d'amélioration → écodesign
  - ▶ Comparaison à des fins marketing
- ▶ A ne pas laisser dans des mains 'non expertes'

## Mais portée limitée

---

- ▶ L'ACV = outil d'aide à la décision  
≠ outil de décision
  - ▶ l'ACV ne couvre que les impacts environnementaux
  - ▶ d'autres aspects doivent être pris en compte: économique, social, opérationnel,...
  - ▶ les résultats dépendent du modèle et des données d'entrées
  - ▶ divers aspects non pris en compte : biodiversité, paysages, ...



# Le secteur brassicole ?

# Une multitude d'études publiées ...



Le Fourgon  
LCA background report



Life Cycle Assessment  
of Aluminium Beverage  
Cans in Europe

Le Fourgon

Returnable glass bottle system  
Comparative LCA with single-use alternatives



LIFE CYCLE ASSESSMENT  
ON ALUMINIUM CAN AND  
GLASS BOTTLE FOR  
PACKAGING OF 500 ml BEER

#### ABSTRACT

Comparison of the environmental impacts of two different products, glass bottle and aluminum can for packaging of 500ml beer

Prepared by: Rajat Nag  
Student ID: 15202684

DECEMBER 2015



Methodological report

Metal Packaging Europe

July 2019

Including instructions for assessors

Version V3.2 October 2023

Author: **WeLOOP**



Detritus / Volume 13 - 2020 / pages 47-61  
<https://doi.org/10.31025/2611-4135/2020.14025>  
© 2019 Cisa Publisher. Open access article under CC BY-NC-ND license



**CET** CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS

VOL. 49, 2016

Guest Editors: Enrico Bardone, Marco Bravi, Tajalli Keshavarz  
Copyright © 2016, AIDIC Servizi S.r.l.,  
ISBN 978-88-95608-40-2; ISSN 2283-9216

A publication of  
**AIDIC**  
The Italian Association  
of Chemical Engineering  
Online at [www.aidic.it/cet](http://www.aidic.it/cet)

DOI: 10.3303/CET1649057

## LIFE CYCLE ASSESSMENT OF BEVERAGE PACKAGING

Alice Brock and Ian Williams \*

University of Southampton, Faculty of Engineering and the Environment, University Rd, Highfield, Southampton SO17 1BJ, United Kingdom

## Life Cycle Assessment of Ale and Lager Beers Production

Iolanda De Marco\*, Salvatore Miranda, Stefano Riemma, Raffaele Iannone

University of Salerno, Department of Industrial Engineering, Via Giovanni Paolo II, 132, 84084, Fisciano (SA), Italy  
[idemarco@unisa.it](mailto:idemarco@unisa.it)

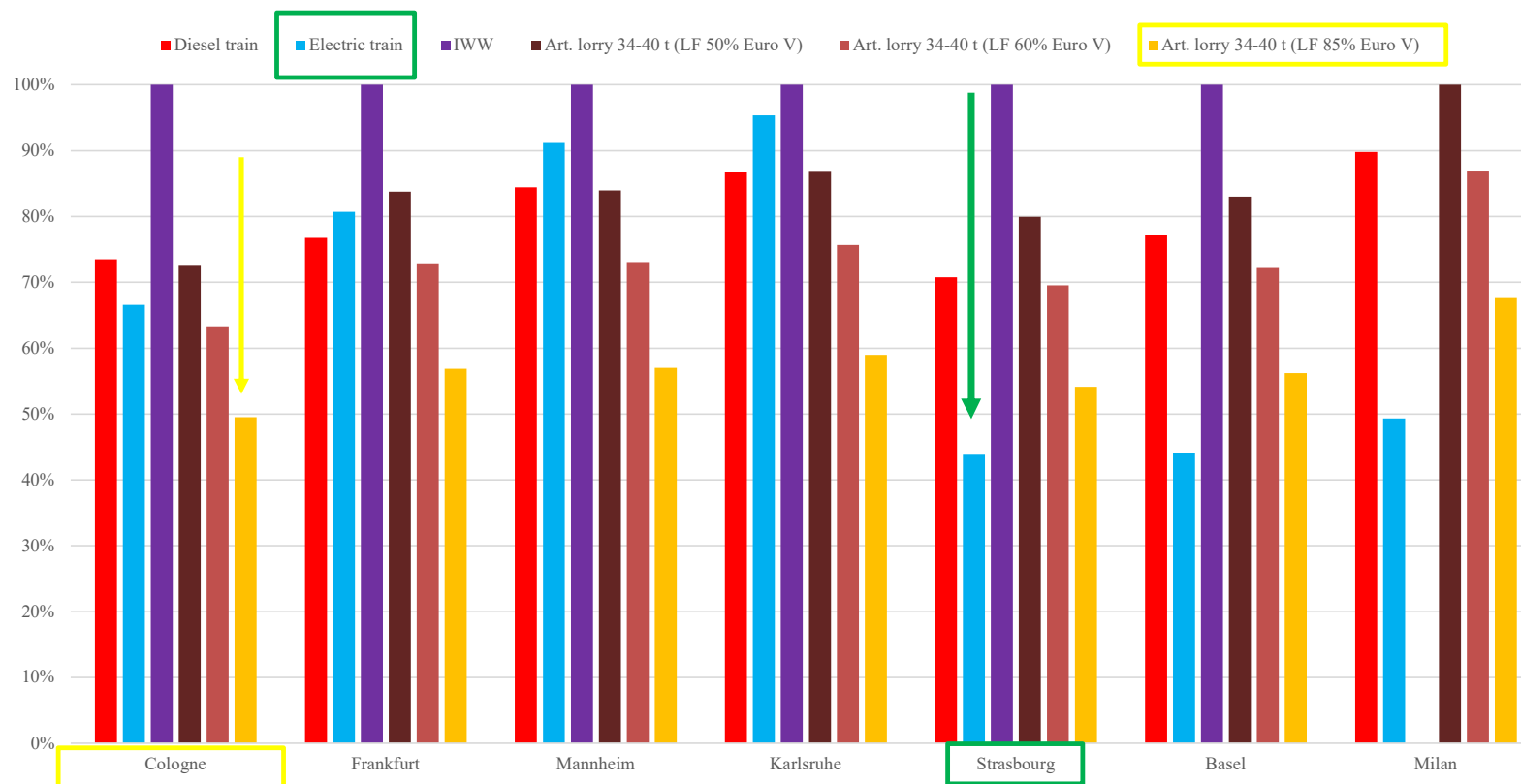
## Ne pas généraliser en ACV ...

- ▶ Votre choix en matière de logistique ?



# Ne pas généraliser en ACV ...

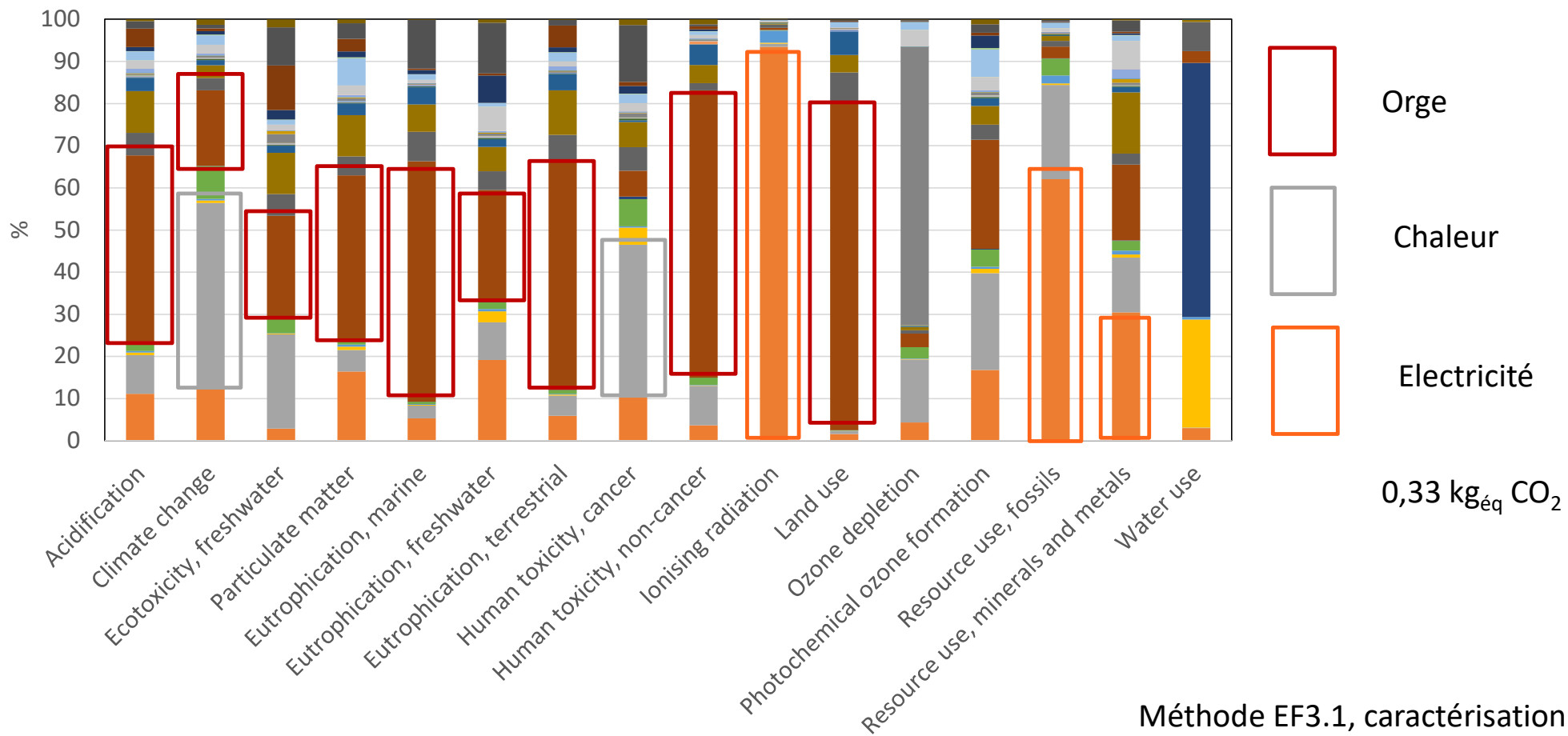
Angel Merchan (2018), PhD Thesis, ULiège



Transport de fret entre le port d'Anvers et différentes destinations situées sur le TEN-T corridor ferroviaire Rhin-Alpes  
**Indicateur changement climatique**

# Bière 'générique' ...

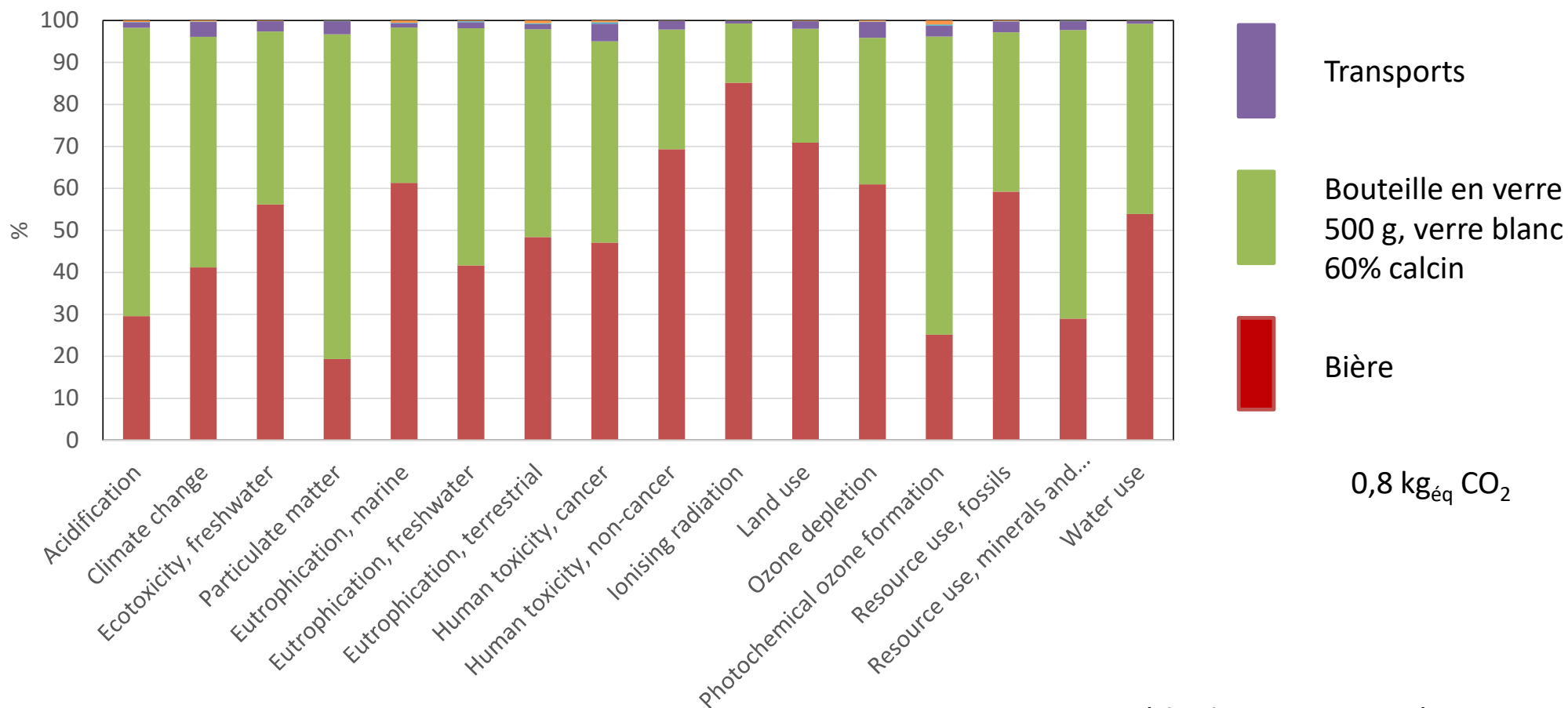
1 kg Beer, regular (4-5 degrees alcohol), at plant {FR} U (du projet AGRIBALYSE - Unit)





# Bière 'générique' ...

1 kg Beer, regular (4-5 degrees alcohol), processed in FR | Chilled | Glass | at packaging {FR} U (AGRIBALYSE - Unit)



Méthode EF3.1, caractérisation

# Importance du contenant

## ► Diversité des possibilités

- Bouteilles en verre à usage unique : 25 cl, 33 cl, 75 cl ...
- Bouteilles en verre consignées et réutilisables
- Canettes en aluminium : 33 cl, 50 cl, ...
- Fûts en acier inox : 20 litres, 50 litres
- ...



## Contenant : paramètres clés

---

- ▶ Masse du contenant par unité de boisson
- ▶ Nature du contenant
- ▶ Contenu en matières recyclées
- ▶ Nature et impact du processus de recyclage
- ▶ Nombre de réutilisations
- ▶ Supply chain
  - ▶ Distance producteur – grossiste – brasserie
  - ▶ Distance moyenne centre de collecte – brasserie lors de la réutilisation
  - ▶ Distance moyenne centre de collecte – centre de lavage – brasserie
  - ▶ ...

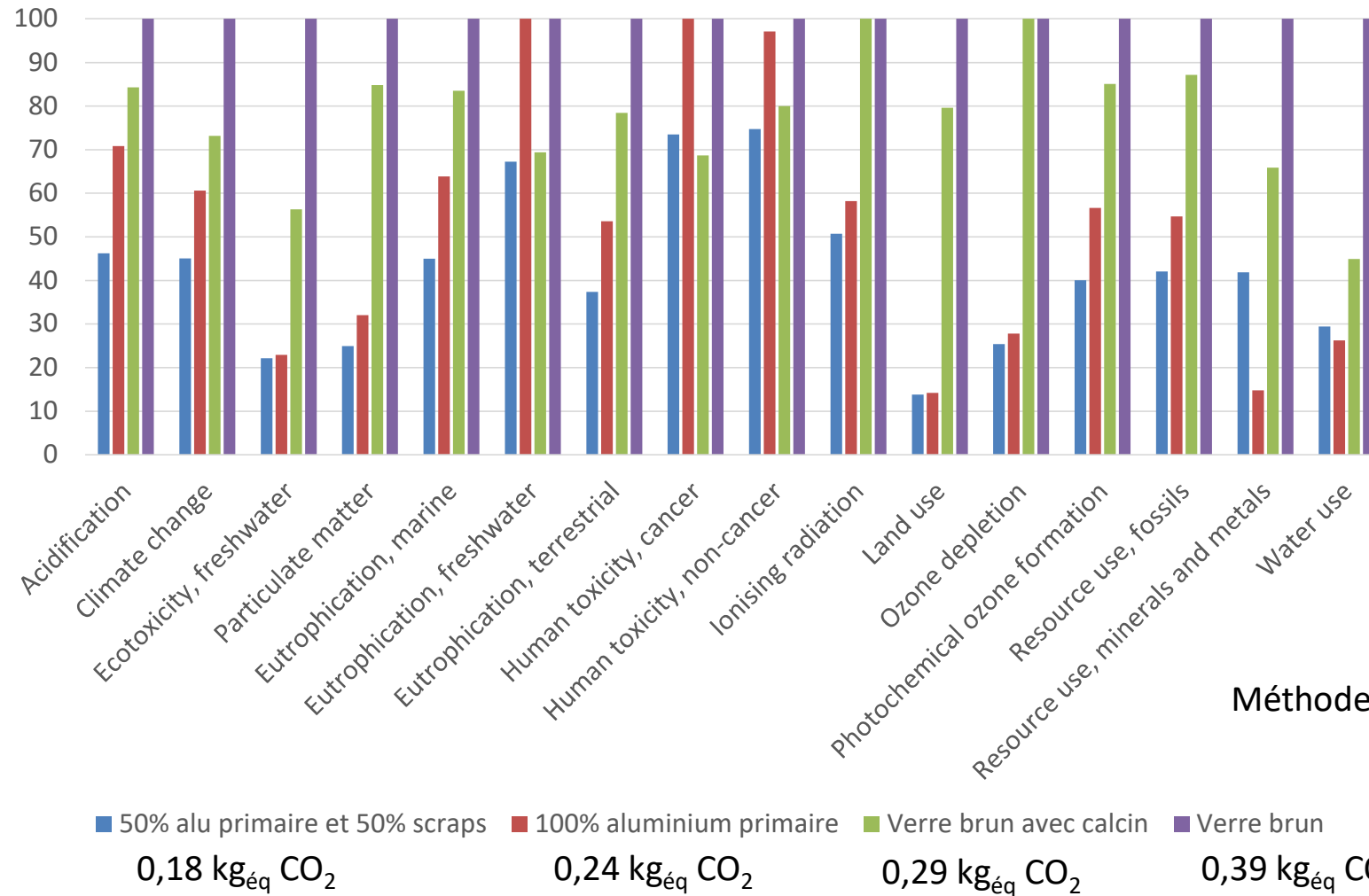
## Contenant : masse et nature

---

- ▶ Bouteille en verre brun de 33 cl : 303 g
  - ▶ 100 % verre primaire
  - ▶ 60% calcin
  - ▶ Usage unique
- ▶ Canette en aluminium de 33 cl : 9,7 g
  - ▶ 100 % aluminium primaire
  - ▶ 50 % aluminium recyclé et 50% aluminium primaire

**La production d'aluminium recyclé consomme 95% moins d'énergie  
que la production d'aluminium primaire**

# Contenant : masse et nature



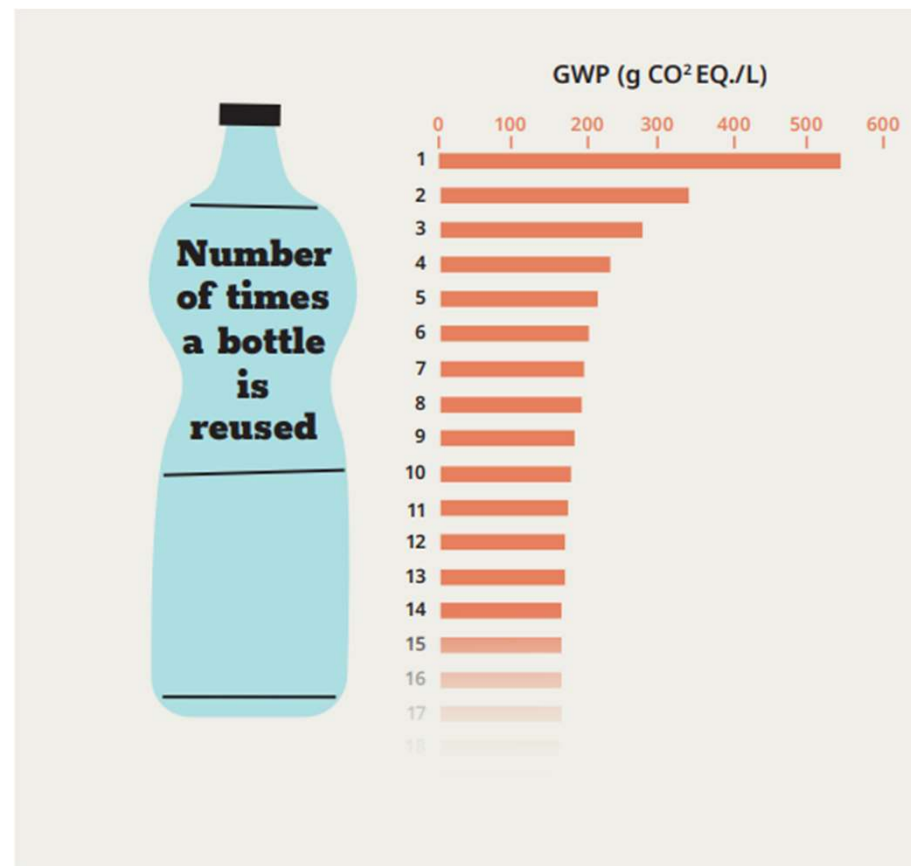
# Contenant : nombre de réutilisations

- ▶ Réduction de l'impact de la fabrication
- ▶ Ajout de la logistique aller et retour
  - ▶ Distance, moyen de transport
- ▶ Ajout de l'étape de lavage
- ▶ Pertes et casses

## Réduction puis stabilisation



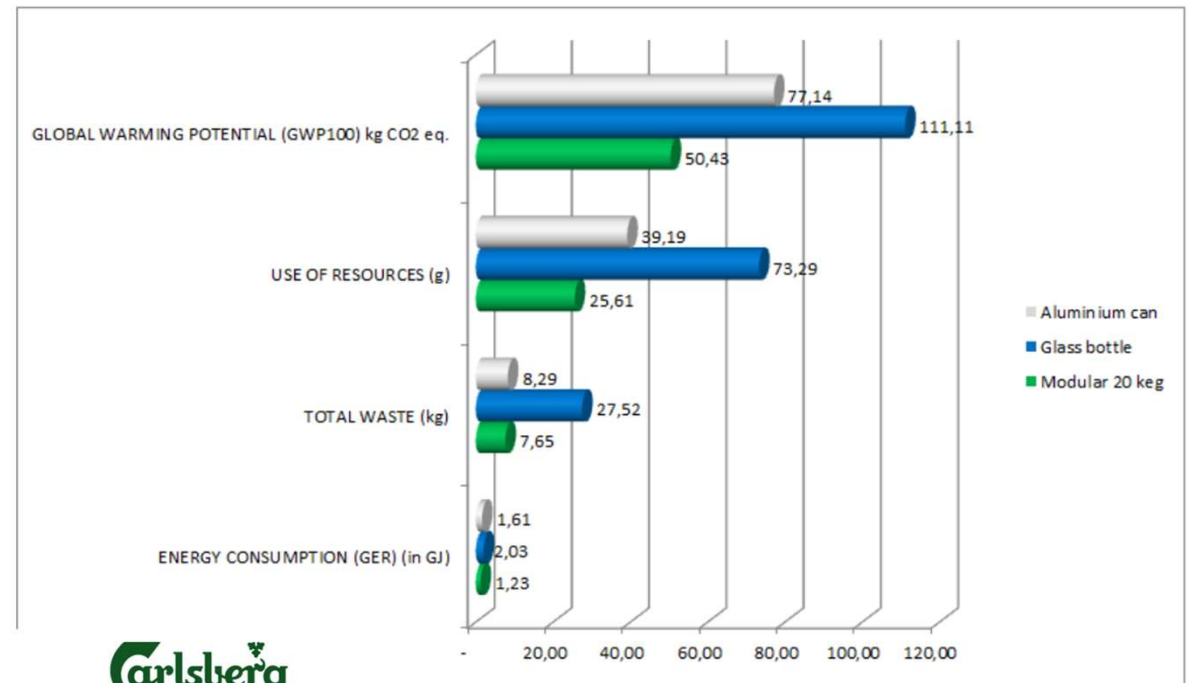
<https://zerowasteurope.eu/>



# Conclusions

# Take home message

- ▶ ACV outil complexe mais avec divers avantages
  - ▶ Quantitatif
  - ▶ Multicritères
  - ▶ Multi-étapes (approche cycle de vie)
- ▶ ACV = outil de choix pour l'écoconception
- ▶ ACV sous-tend la communication environnementale
  - ▶ EPD ou DEP= label de type III
  - ▶ Relativement peu répandu dans l'agroalimentaire



ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION (EPD)  
CERTIFIED





## Take home message

---

- ▶ Pas de réponse unique dans le domaine brassicole mais
  - ▶ Éviter la bouteille à usage unique
  - ▶ Si usage unique → alu est un bon compromis
  - ▶ Optimiser en cas de réutilisation : supply chain, uniformisation format, lavage
  - ▶ Nécessaire de mener des études spécifiques
- ▶ Besoin de sensibilisation et de formation
  - ▶ Nécessité de disposer de données spécifiques
  - ▶ Regard critique sur les données et résultats
  - ▶ Loin d'une approche simpliste 'pousse bouton' dans un logiciel

**Les optimistes du climat**

**Bring Back: un centre de lavage liégeois pour généraliser le verre consigné**

---

# Une équipe à votre service ...



MERCI

