

Initiation aux logiciels d'Analyse de Cycle de Vie

OpenLCA et Brighthway

Hugo Helbling (hugo.helbling@univ-lyon1.fr)

Enseignant-Chercheur

Laboratoire Ampère – IUT Lyon 1

→ 15/10/2025

Sommaire

Introduction

Open LCA

Brighthway

Conclusions

Introduction

Rappel – vue d'ensemble – ce n'est pas une comparaison officielle!!!

| | openLCA | GaBi | SimaPro | brighthway2 |
|---|---------|------|---------|-------------|
| Prix | 😊 | 😞 | 😞 | 😊 |
| Facilité d'utilisation | 😐 | 😐 | 😐 | 😐😞 |
| Rapidité de calcul | 😞 | 😐 | 😐 | 😊😊 |
| Analyse d'incertitude – Arrière-plan | 😊 | 😞 | 😊 | 😊😊 |
| Analyse d'incertitude – Avant-plan | 😊 | 😊 | 😊 | 😊😊 |
| Régionalisation | 😐 | 😞 | 😐 | 😐 |
| Analyse/Interprétation | 😊😊 | 😊😊 | 😊 | 😐 |
| Import/export données provenant de différentes bases de données | 😊 | 😞 | 😞 | 😊 |
| Partage modèles | 😊 | 😐 | 😐 | 😊 |
| Possibilité d'adaptation et d'innovation | 😞 | 😞 | 😞 | 😊😊 |

Source – CIRAIG

Les logiciels

- Brightway est un logiciel gratuit et open-source pour l'ACV développé en Python (<https://docs.brightway.dev/en/latest/> -)
- Activity Browser (<https://github.com/LCA-ActivityBrowser/activity-browser/blob/main/README.md> -) est un logiciel open-source pour l'ACV (interface graphique) construit à partir de Brightway
- Communauté très active, développement d'outils dédiés (<https://calculator.psi.ch/> -)
Permet d'aller « plus loin » que l'ACV -> modélisation des usages, intégration de la fiabilité, vieillissement, matériaux, procédés ... permet de coupler et/ou de faire de « l'optimisation »

Sa version la plus à jour est Brightway2,5

- OpenLCA est un logiciel gratuit, open-source, pour l'Analyse de Cycle de vie (<https://www.openlca.org/> -)
- Inclus l'ACV social
- Plein de tutoriels existent
- Possibilité de passer en Python également (mais moins de documentation et de personnes actives)



OpenLCA

OpenLCA

Développé par GreenDelta depuis 2007

Quelques utilisateurs d'OpenLCA
(source - CIRAIG)



CIRAIG

Contribution par des communautés ou
sponsorisé par tierce parties
(source – CIRAIG)

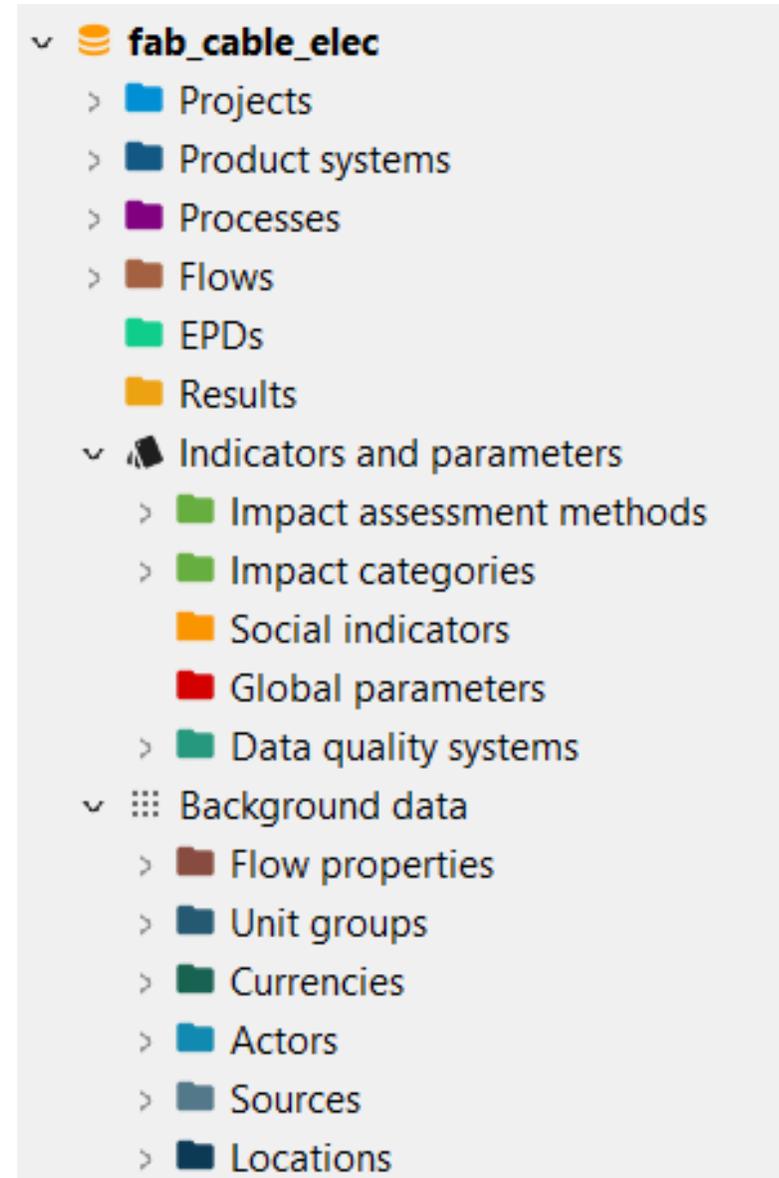
<http://www.openlca.org/learning>
<https://ask.openlca.org/>

OpenLCA

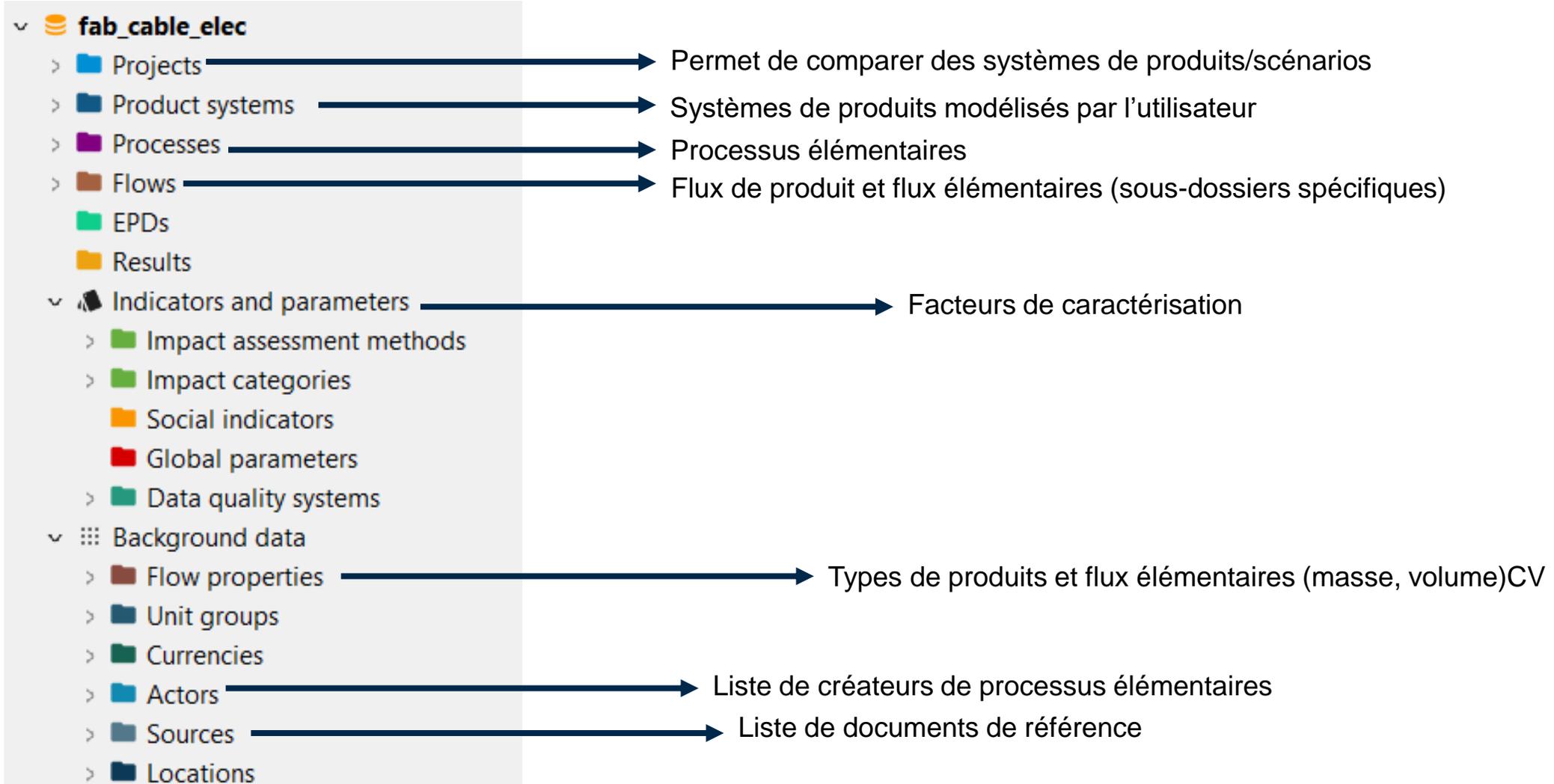
Les bases de données openLCA n'est pas une base de données ICV -> on a toute les informations nécessaire pour réaliser une ACV

Les bases de données ne communiquent pas entre elles, mais on peut importer une base dans une autre

Format *.zolca*



OpenLCA



OpenLCA

| | | | | | | | |
|---------------------|----------------|----------------------------|-------------------------|------------|------------|----------------|-----------------|
| General information | Inputs/Outputs | Administrative information | Modeling and validation | Parameters | Allocation | Social aspects | Impact analysis |
|---------------------|----------------|----------------------------|-------------------------|------------|------------|----------------|-----------------|

General information – plusieurs informations importantes (comme le lieu) sur le processus élémentaire

Inputs/Outputs – liste des entrants et sortants (produits et flux élémentaire) associé au processus

Administrative information: information sur les auteurs du processus et gestionnaire de la fiche (vide pour la plupart des processus ecoinvent)

Modeling and validation: comment le processus a été créé

Parameters: paramètres globaux et spécifique au processus

Allocation: règles d'allocation pouvant être utilisées pour le processus

Social aspects: information sur les aspects sociaux liés au processus

Impact analysis: résultats d'indicateurs environnementaux pour le processus

OpenLCA

Pour aller plus loin (avant une petite démonstration du logiciel), vous pouvez me contacter (ou je peux vous transmettre à toutes et tous l'ensemble des documents) pour

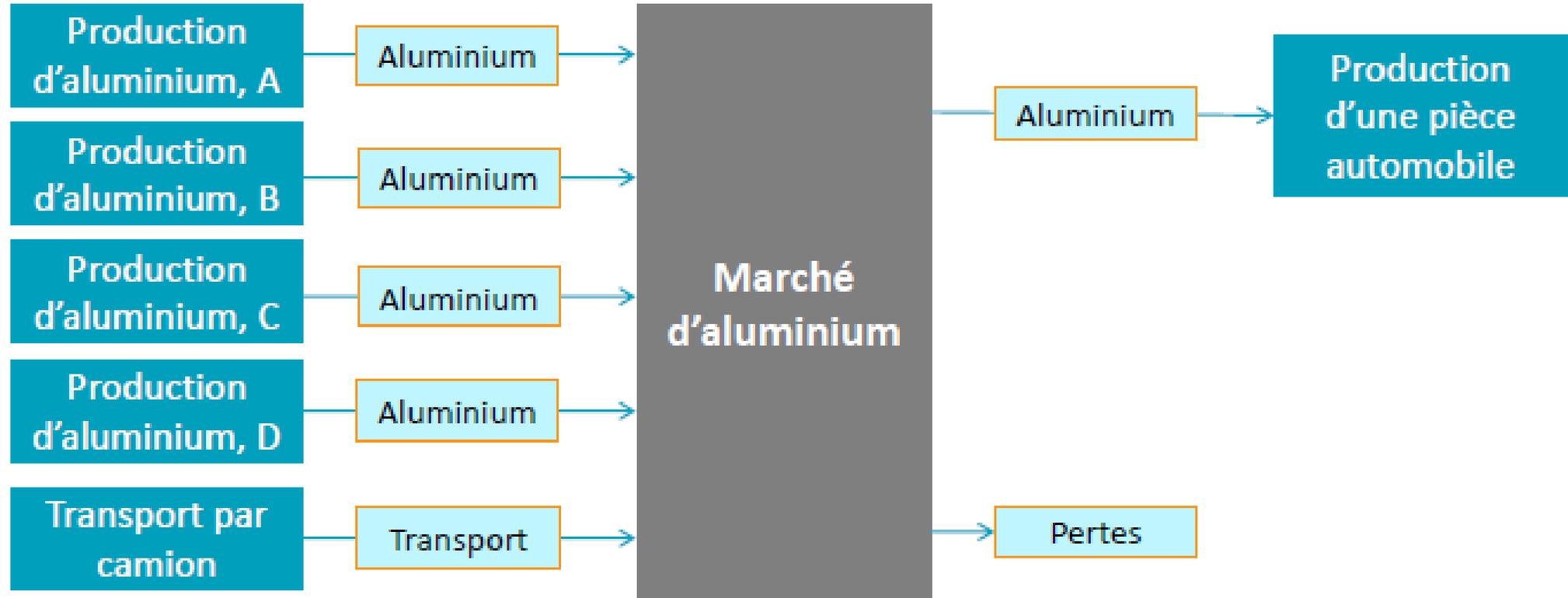
- Un sujet de travaux dirigé pour effectuer l'ACV d'un câble électrique (uniquement la phase de fabrication) – 2/3h
- Un tutoriel plus rapide sur l'évaluation environnementale d'une pièce fabriquée au Québec avec fibre de carbone produite au Québec et celle d'une pièce fabriquée à Atlanta avec fibre de carbone produite au Québec (distance 2000 km)
- Quelques slides sur l'ACV attributionnelle vs conséquentielle sur l'alimentation d'une aluminerie

Attributionnelle – on suit les flux de matières et d'énergie dans la chaîne d'approvisionnement tel qu'il se présente à nous

Conséquentielle – on modélise le système de produit en tenant compte des conséquences d'une décision

OpenLCA – notion de *market*

Processus de marché, intrants = extrants



Brightway

Brighthway

Un projet va regrouper plusieurs bases de données et/ou méthodes différentes

Une base de données dans brightway2 **n'est pas forcément** une base de données ACV.

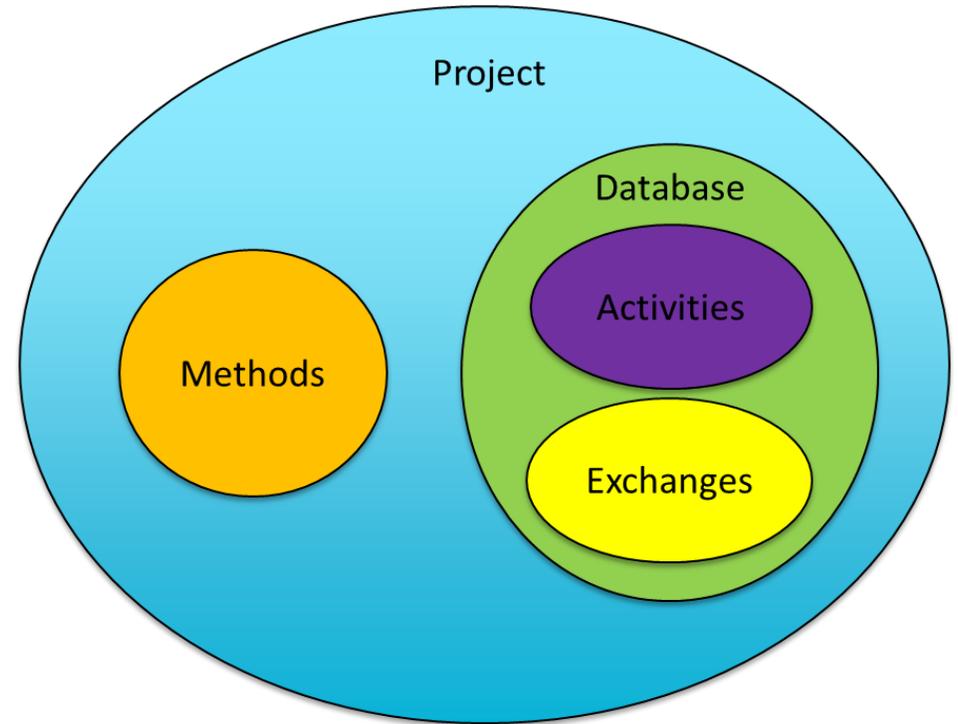
Cela peut juste être une collection de 5 procédés créés

Une base de données contient des activités et des échanges.

Activité et échange forment ensemble un processus élémentaire.

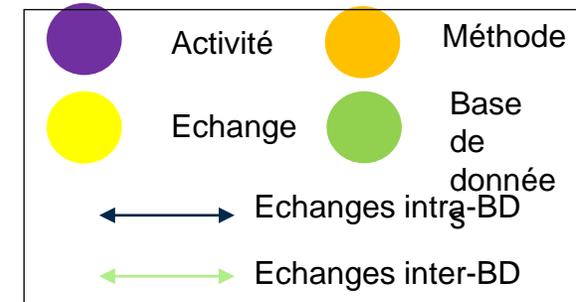
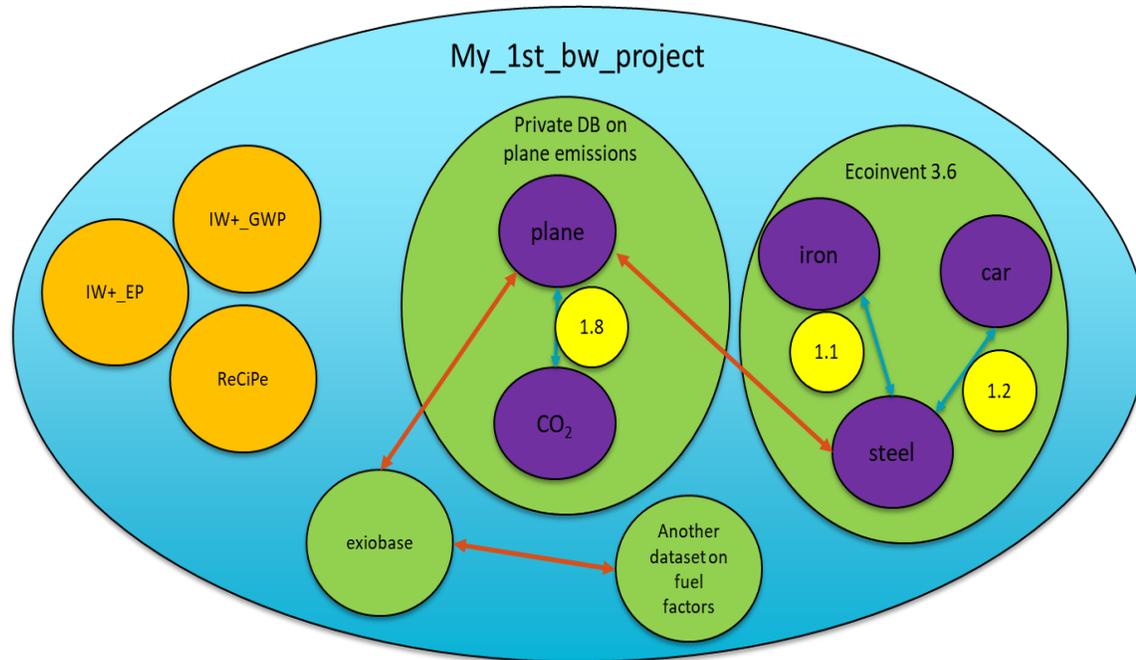
Les activités sont simplement les ensembles de metadonnées: nom du procédé, localisation, unité, etc. Les échanges regroupent la valeur des échanges ainsi que les 2 procédés impliqués dans chaque échange.

Source: CIRAIG.



Enfin, les méthodes regroupent les différentes méthodes d'évaluation d'impact (ReCiPe, Impact World+, etc.).

Brighthway



**Les bases de données
peuvent communiquer
entre elles**

Brighthway

Activity Browser

File View Windows Help

Project Impact Categories

Project: ecoinvent3.7.1 + New + Copy ✖ Delete

Databases: + New Import

To change a database from read-only to editable and back, click on the checkbox in the table.

| Name | Records | Read-only | Depends | Modified |
|------------------------|---------|-------------------------------------|------------|------------|
| biosphere3 | 4321 | <input checked="" type="checkbox"/> | | 2 days ago |
| ecoinvent3.7.1 cut-off | 19128 | <input checked="" type="checkbox"/> | biosphere3 | 2 days ago |

Activity Browser

File View Windows Help

Project Impact Categories

Project: ecoinvent3.7.1 + New + Copy ✖ Delete

Databases: + New Import

To change a database from read-only to editable and back, click on the checkbox in the table.

| Name | Records | Read-only | Depends | Modified |
|------------------------|---------|-------------------------------------|------------|------------|
| biosphere3 | 4321 | <input checked="" type="checkbox"/> | | 2 days ago |
| ecoinvent3.7.1 cut-off | 19128 | <input checked="" type="checkbox"/> | biosphere3 | 2 days ago |
| elegancy | 0 | <input checked="" type="checkbox"/> | | |

Activity Browser

File View Windows Help

Project Impact Categories

Project: ecoinvent + New + Copy ✖ Delete

Databases: + New Import

To change a database from read-only to editable and back, click on the checkbox in the table.

| Name | Records | Read-only | Dep |
|------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
| biosphere3 | 4321 | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| ecoinvent3.7.1 cut-off | 19128 | <input checked="" type="checkbox"/> | biosphe |
| elegancy | | <input checked="" type="checkbox"/> | |

- ✖ Delete database
- Relink database
- Copy database
- + Add new activity

Brighthway

Name: market for natural gas, high pressure

Location: FR

Database: ecoinvent3.7.1 cut-off

Products:

| Amount | Unit | Product | Formula |
|--------|-------------|----------------------------|---------|
| 0 1 | cubic meter | natural gas, high pressure | |

Technosphere Inputs:

| Amount | Unit | Product | Activity | Location |
|-------------|---------------|---|--|----------------------------|
| 0 0.061874 | megajoule | heat, district or industrial, natural gas | market for heat, district or industrial, natural gas | Europe without Switzerland |
| 1 0.0027144 | kilowatt hour | electricity, medium voltage | market for electricity, medium voltage | FR |
| 2 0.02648 | cubic meter | natural gas, high pressure | market for natural gas, high pressure | FR |
| 3 8.307e-08 | kilometer | pipeline, natural gas, high pressure distribution network | pipeline construction, natural gas, high pressure distribution network | Europe without Switzerland |
| 4 0.7254 | ton kilometer | transport, pipeline, long distance, natural gas | market for transport, pipeline, long distance, natural gas | RER |
| 5 0.0013882 | cubic meter | natural gas, high pressure | natural gas, high pressure, import from DZ | FR |
| 6 0.2133 | cubic meter | natural gas, high pressure | natural gas, high pressure, import from NL | FR |

Biosphere Flows:

| Amount | Unit | Flow Name | Compartments | Database | Formula |
|--------------|----------|-----------|---|------------|---------|
| 0 1.2948e-05 | kilogram | Propane | air - non-urban air or from high stacks | biosphere3 | |
| 1 1.2012e-11 | kilogram | Mercury | air - non-urban air or from high stacks | biosphere3 | |

Source: CIRAIG.

Brighthway

C'est un logiciel un peu plus difficile à prendre en main, moins sur l'interface graphique que sur la partie en Python.

De la même manière, j'ai des documents spécifiques à fournir à celles et ceux qui voudraient se former ; c'est aussi possible de faire une « formation » en visio

(sinon celle du CIRAIG est trop bien mais payante)

Pour le moment, je fais une démonstration du logiciel et de la base de données eco-invent

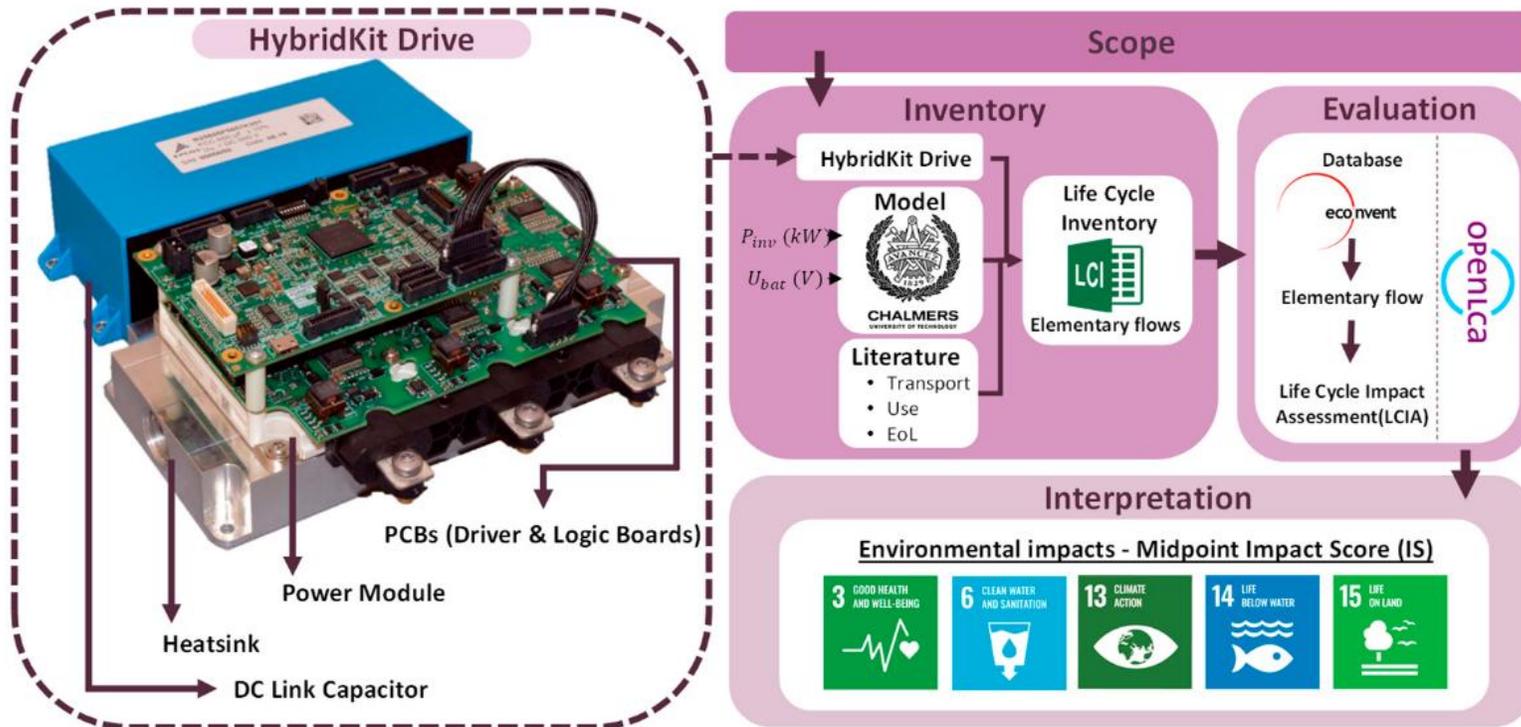
Conclusions

Conclusions

- Le choix du logiciel dépend de votre besoin, vos moyens, vos disponibilités ...
- Si on maîtrise un logiciel ACV, il est bien moins difficile d'en prendre en main un autre
- Si vous voulez pousser un sujet, ne pas hésiter à nous contacter

Rappel: hugo.helbling@univ-lyon1.fr

Illustration des étapes (phase 1)



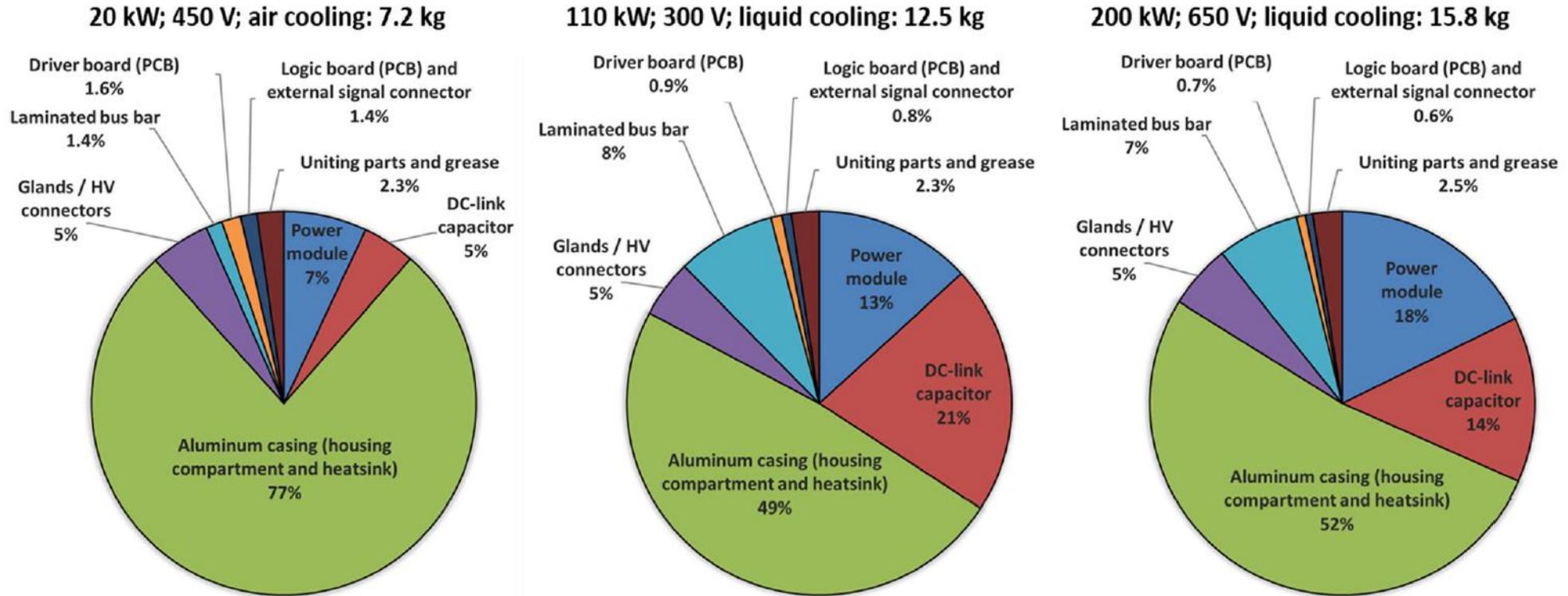
Unité fonctionnelle

Fournir une puissance électrique triphasée à une charge de 150 kW à partir d'une source de 450V continu, considérant une durée de vie de 15 ans équivalente à 10,000 heure de fonctionnement

| | |
|------------------------------------|------|
| Climate change | GWP |
| Ozone depletion | OD |
| Resource use, fossil fuels | FD |
| Human toxicity, cancer | HT |
| Human toxicity, non-cancer | HTNC |
| Particulate matter | PM |
| Ionizing radiation | IR |
| Photochemical ozone formation | POF |
| Ecotoxicity, freshwater | FET |
| Water use | WD |
| Eutrophication, freshwater | FE |
| Eutrophication, marine | ME |
| Acidification | TAP |
| Eutrophication, terrestrial | TE |
| Resource use, minerals, and metals | MRD |
| Land use | LU |

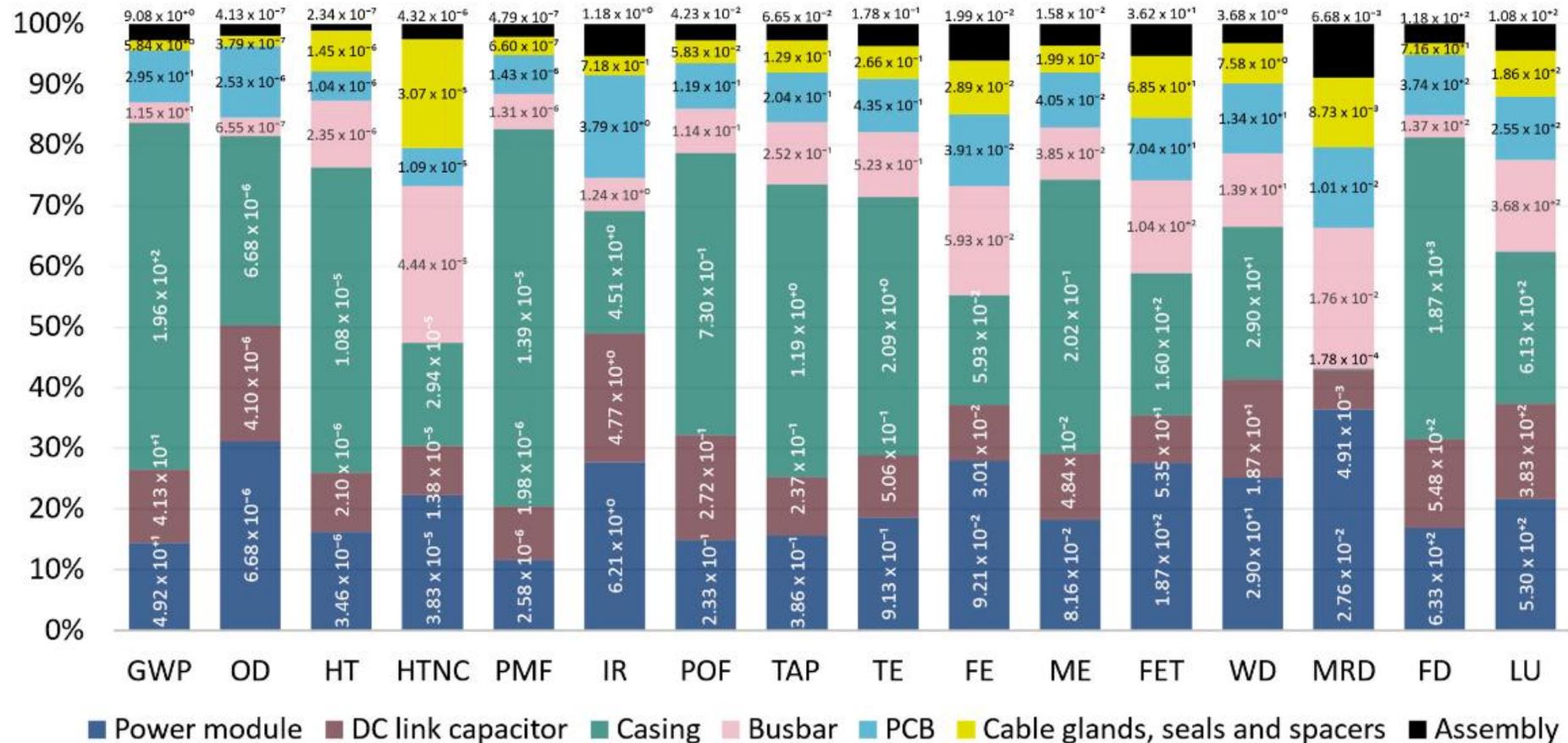
Baudais, B.; Ben Ahmed, H.; Jodin, G.; Degrenne, N.; Lefebvre, S. **Life Cycle Assessment of a 150 kW Electronic Power Inverter.** *Energies* **2023**, *16*, 2192. <https://doi.org/10.3390/en16052192>

Illustration des étapes (phase 2)



Passer du systèmes aux processus élémentaires – voir directement sur les fichiers excel

Illustration des étapes (phase 3)



Baudais, B.; Ben Ahmed, H.; Jodin, G.; Degrenne, N.; Lefebvre, S. **Life Cycle Assessment of a 150 kW Electronic Power Inverter**. *Energies* **2023**, *16*, 2192. <https://doi.org/10.3390/en16052192>

Illustration des étapes (phase 3)

Flux élémentaires Inventaire

Entrants :

- Minerai de fer
- Pétrole Brut
- Eau
- Bois
- Énergie solaire
- Territoire
- ...

Sortants :

- CO₂
- SO₂
- PM
- PO₄
- NO₃
- Pesticides
- ...

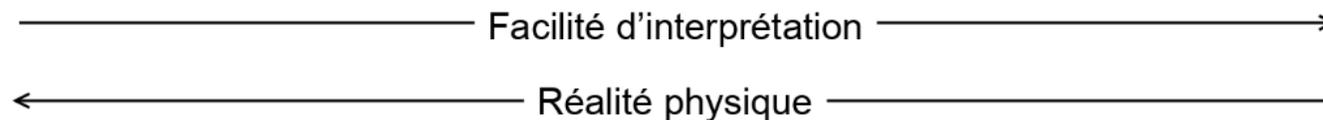
Catégories d'impacts

- Changements climatiques
- Appauvrissement de la couche d'ozone
- Acidification
- Eutrophisation
- Utilisation des terres
- Toxicité humaine
- Épuisement des ressources naturelles
- ...

Catégories de dommages

- Santé humaine
- Qualité des écosystèmes
- Ressources et services

Score
unique



Facteurs de caractérisation
Ex: kg CO₂ eq / kg méthane émis

Facteurs de normalisation
Ramené à l'impact d'une personne d'une population donnée sur un temps donné

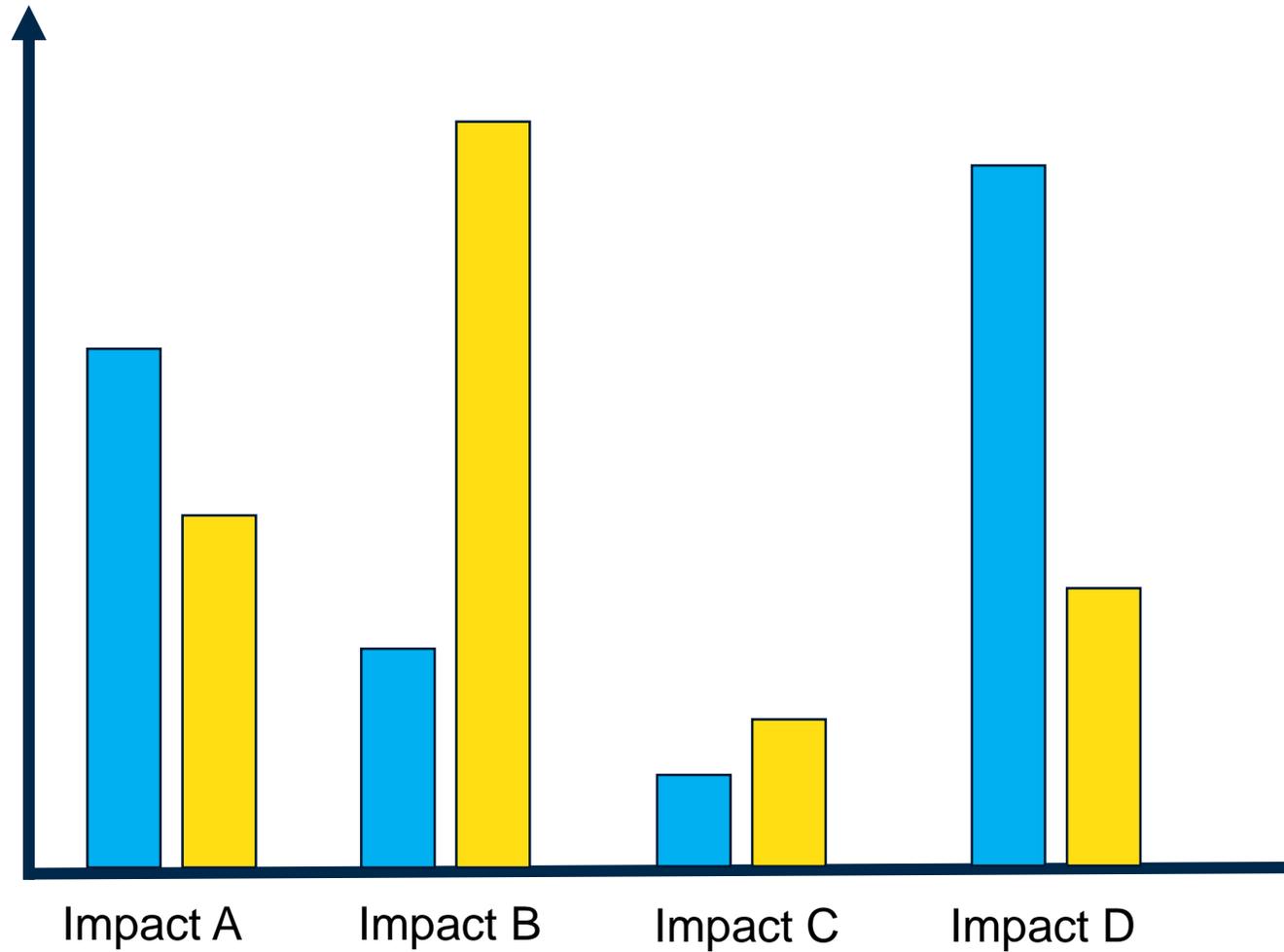
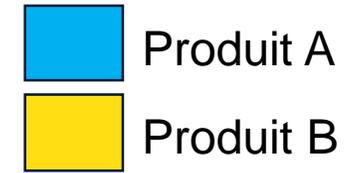
Facteur de pondération
Permet de comparer les impacts entre eux et d'aboutir à un score unique

Illustration des étapes (phase 3)

| Catégories d'impact | Unité | NF (/personne) | WF (%) |
|--|--|-----------------------|--------|
| Acidification | <u>mol</u> H+ eq. | 55,6 | 6,20 |
| Changement climatique | <u>kg</u> CO ₂ eq. | 7550 | 21,06 |
| Ecotoxicité de l'eau douce | <u>CTUe</u> | 56700 | 1,92 |
| Particules fines | <u>disease incidences</u> | 5,95.10 ⁻⁴ | 8,96 |
| Eutrophisation en eau douce | <u>kg</u> P eq. | 1,61 | 2,80 |
| Eutrophisation marine | <u>kg</u> N eq. | 19,5 | 2,96 |
| Eutrophisation terrestre | <u>mol</u> N eq. | 177 | 3,71 |
| Toxicité humaine cancérigène | <u>CTUh</u> | 1,73.10 ⁻⁵ | 2,13 |
| Toxicité humaine non cancérigène | <u>CTUh</u> | 1,29.10 ⁻⁴ | 1,84 |
| Radiation ionisante | <u>kBq</u> U235 eq. | 4220 | 5,01 |
| Usage des terres | <u>pt</u> | 819000 | 7,94 |
| Appauvrissement de la couche d'ozone | <u>kg</u> CFC-11 eq. | 0,0523 | 6,31 |
| Formation photochimique d'ozone | <u>kg</u> NMVOC eq. | 40,9 | 4,78 |
| Epuisement des ressources énergétiques non renouvelables | MJ | 65000 | 8,32 |
| Epuisement des ressources minérales non renouvelables | <u>kg</u> Sb eq. | 0,0636 | 7,55 |
| Epuisement des ressources en eau | m ³ world eq. of deprived water | 11500 | 8,51 |

Considéré pour une population mondiale de 6 895 889 018 personnes (2019) – développé par l'UE

Illustration des étapes (étape 4)

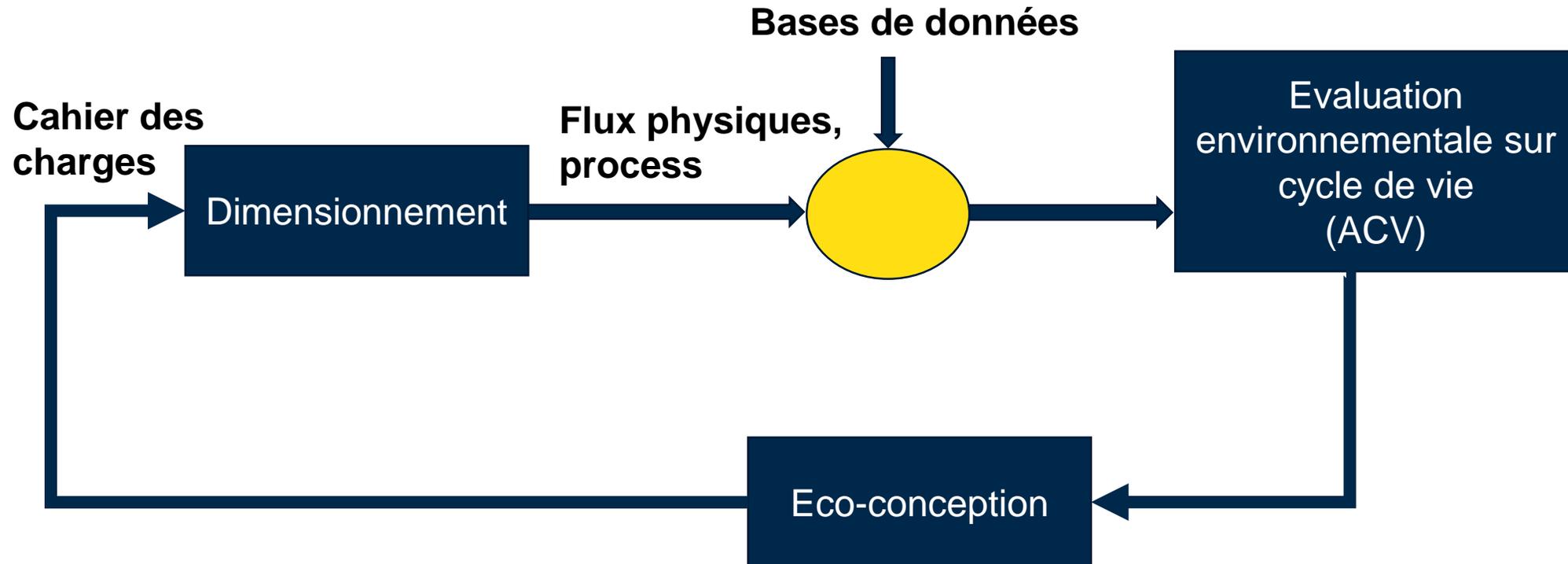


Comment choisir ?

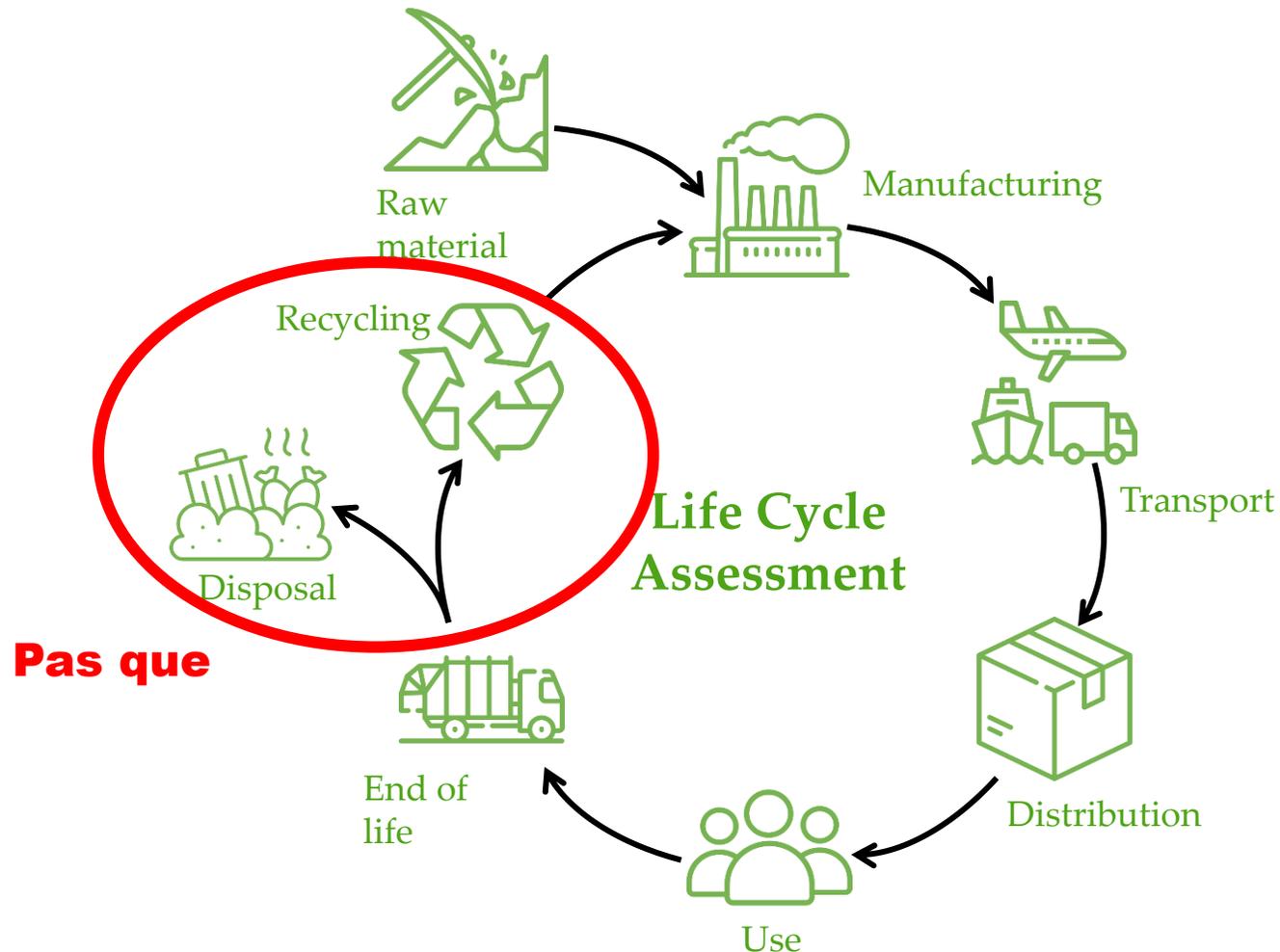
De l'Analyse du Cycle de Vie à l'Eco-conception

Définition

Ademe – « démarche préventive et innovante qui permet de réduire les impacts négatifs d'un produit, d'un service ou d'un bâtiment sur l'environnement sur l'ensemble de son cycle de vie, tout en conservant ses qualités d'usage »



Economie circulaire



9R (or 10R)

Fabrication et utilisation intelligente

- R0 – Refuser
- R1 – Réduire
- R2 – Repenser/Reconcevoir

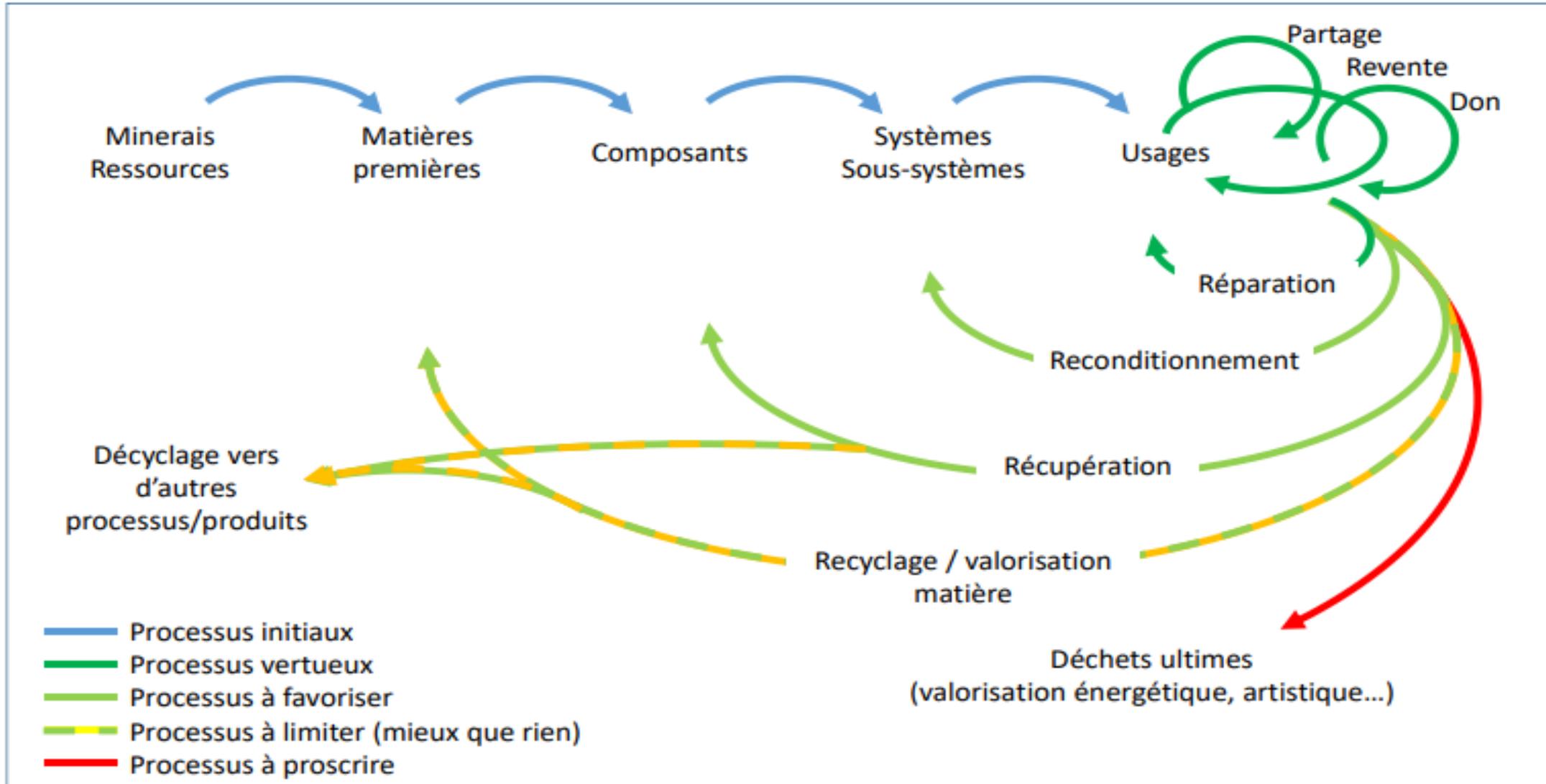
Etendre la durée d'usage et/ou de vie

- R3 – Réutiliser
- R4 – Réparer
- R5 – Rénover (pour une même fonction)
- R6 – Reconditionner (utiliser des pièces d'un produit jeté dans un nouveau produit avec une fonction identique)
- R7 – *Repurpose* (comme R6 avec une fonction différente)

Récupération énergétique et/ou matériaux

- R8 – Recycler
- R9 – Revaloriser

Economie circulaire



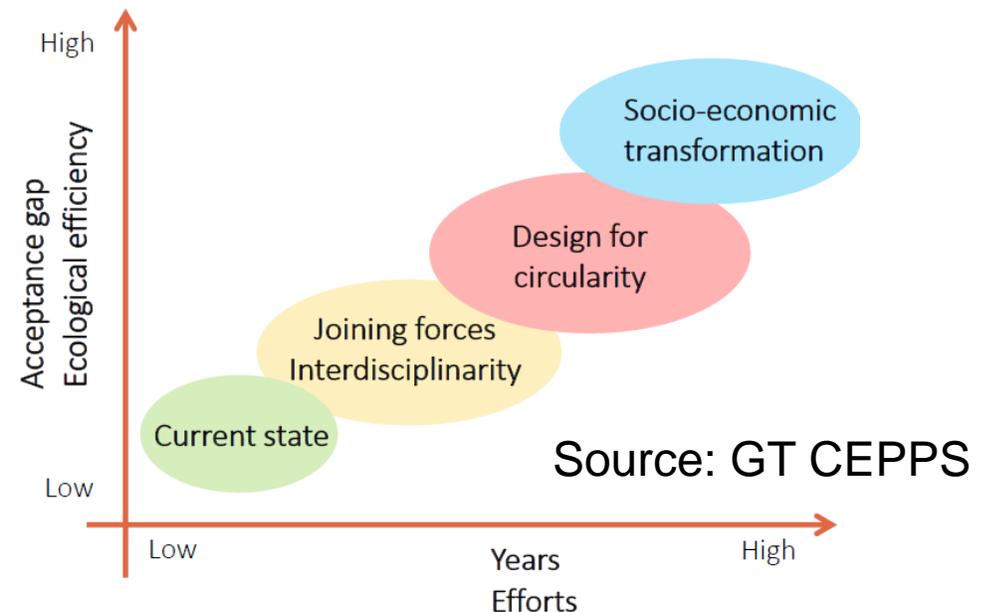
Transferts d'impact et effets rebonds

Attention! Eco-concevoir implique d'être vigilant sur

- **Les transferts d'impacts** (réduire les impacts sur une catégorie au détriment de l'augmentation de l'impact sur une autre catégorie ou réduire les impacts sur une phase de cycle de vie au détriment d'une augmentation sur une autre phase de cycle de vie)
- **Les effets rebonds** (augmentation de la consommation)
- **L'aspect systémique** (réduire l'impact environnemental d'une partie de mon système ne veut pas forcément dire que l'impact total de mon système est réduit)

Plusieurs niveaux d'éco-conception?

De l'éco-optimisation (faire mieux avec ce qu'on a) à des changements de paradigmes (concevoir pour la circularité, transformation socio-économique)

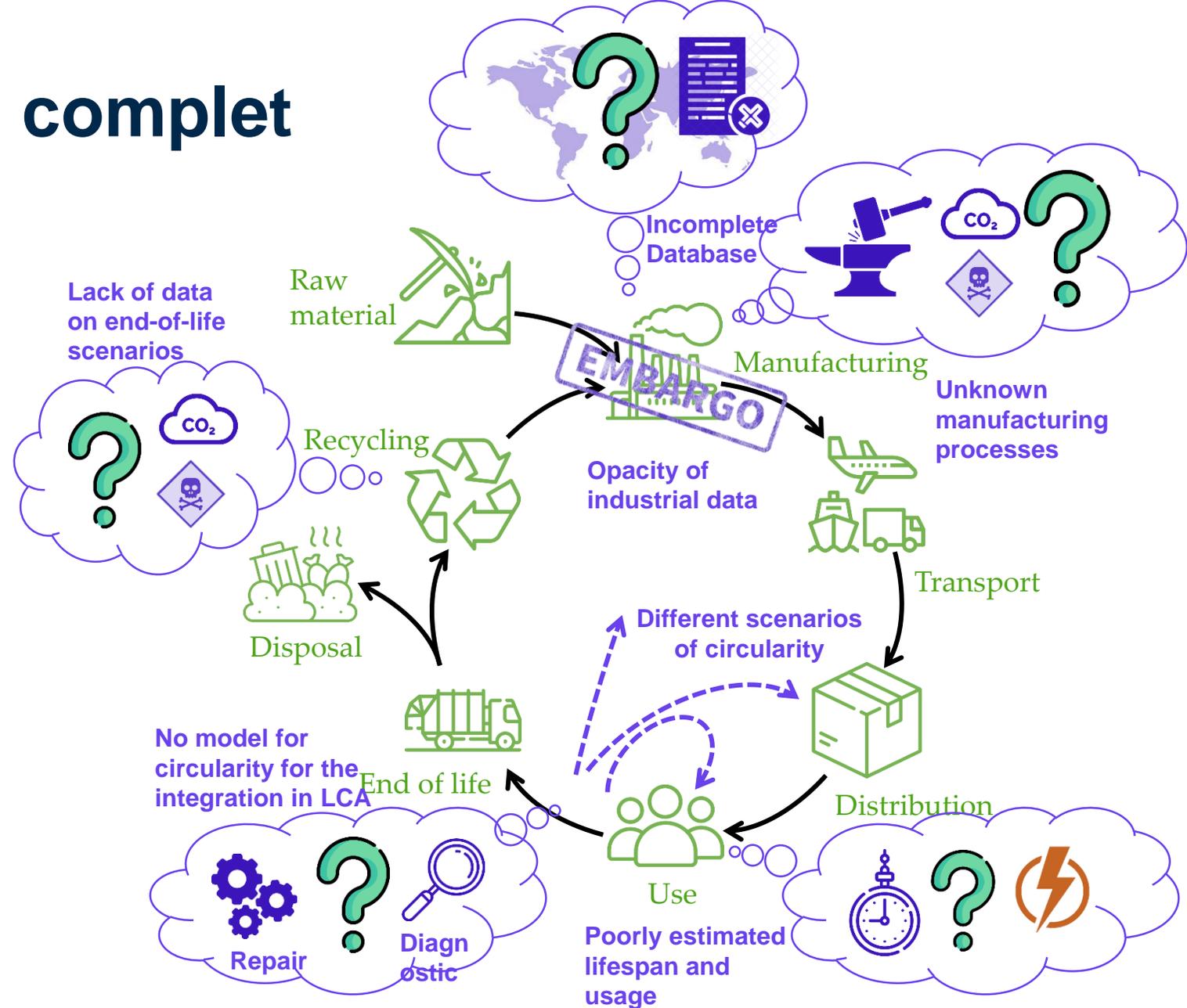


Un schéma plus complet

Question du positionnement des acteurs – il y en a une diversité importante sur le cycle de vie

Question de l'objectif – pourquoi fait-on une ACV

C'est quoi une « bonne » ACV ?



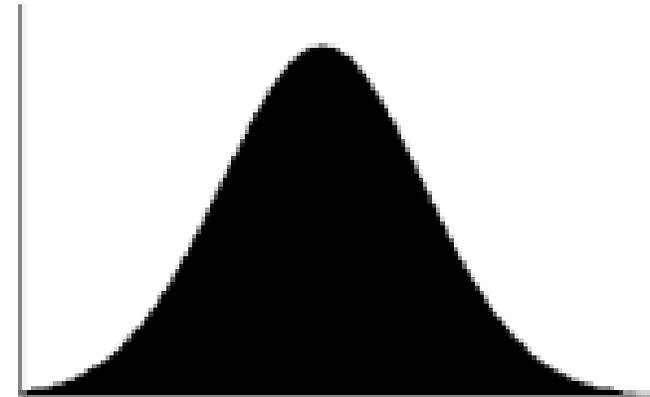
La prise en compte des incertitudes

- L'ACV est une méthode très incertaine, or, nous avons utilisés des valeurs déterministes (i.e. valeur unique), rendant nos résultats déterministes
- En ACV, il est courant de fournir une incertitude sur chaque donnée rentrée, afin de tenir compte de cette incertitude lors de l'interprétation des résultats.

L'approche pedigree

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| reliability | | | | | |
| completeness | | | | | |
| temporal | | | | | |
| geographical | | | | | |
| representativeness | | | | | |

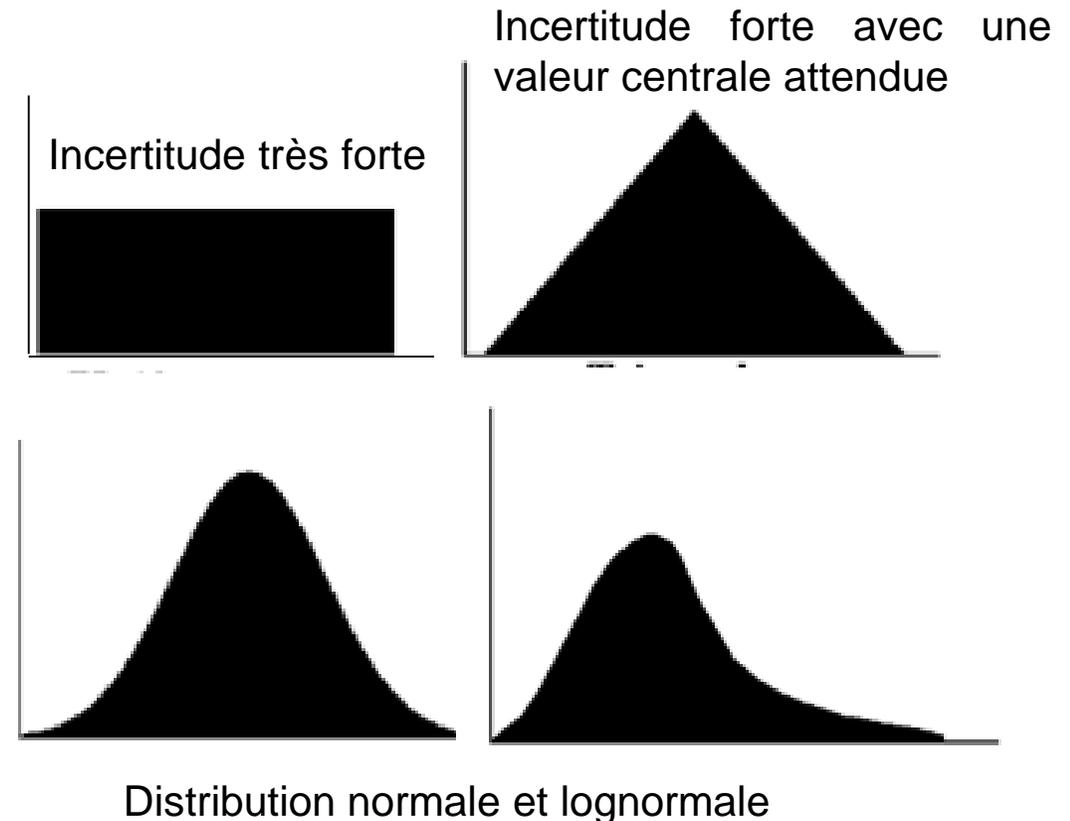
L'approche par distribution



La prise en compte des incertitudes

- L'approche distribution consiste à définir une distribution des valeurs autour de la valeur déterministe apportée en premier lieu

Dans le logiciel Brightway2, par exemple on a *uniform, normal, lognormal, triangular, bernoulli, discrete uniform, weibull, gamma, bete, generalized extreme value, student's T*



La prise en compte des incertitudes

L'approche **pedigree** permet d'estimer une incertitude sur des considérations qualitatives. Un score de 1 à 5 est donné sur

- *Fiabilité de la donnée (issue de mesure ou d'estimation)*
- *La complétude de la donnée (donnée spécifique ou non)*
- *L'âge de la donnée (2 ans, 10 ans, on ne sait pas ?)*
- *La zone géographique (la donnée est-elle adaptée au pays pour laquelle elle est utilisée)*
- *La représentativité de la donnée (donnée interne, d'une autre entreprise, d'une autre technologie)*

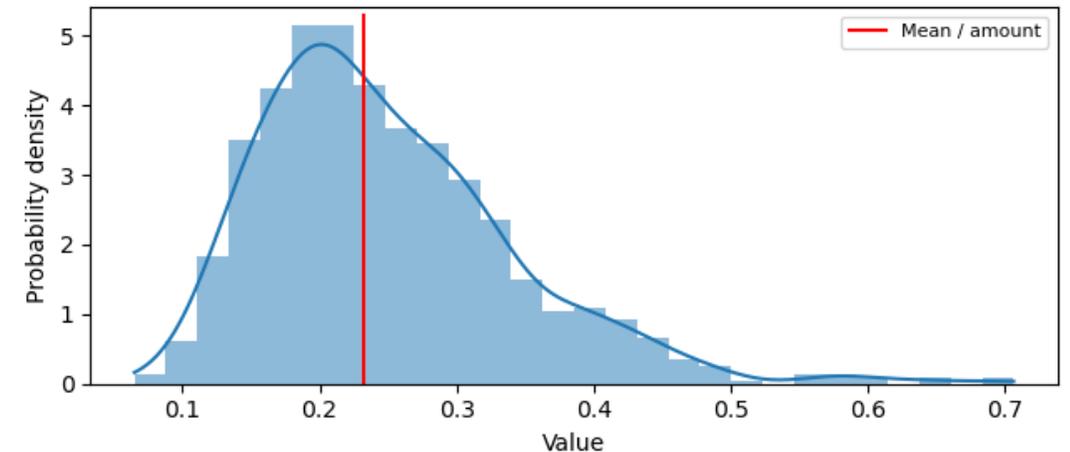
Fill out or change required parameters

Loc (ln(mean)): -1.459123151775232

Mean: 0.23244000000000004

Select pedigree values

| | |
|-----------------------------------|--|
| Reliability | 5) Non-qualified estimate |
| Completeness | 2) Representative relevant data from >50% sites, over an adequate period |
| Temporal correlation | 3) Data less than 10 years old |
| Geographical correlation | 2) Average data from larger area in which area under study is included |
| Further technological correlation | 3) Data from processes and materials under study from different technology |



Finish

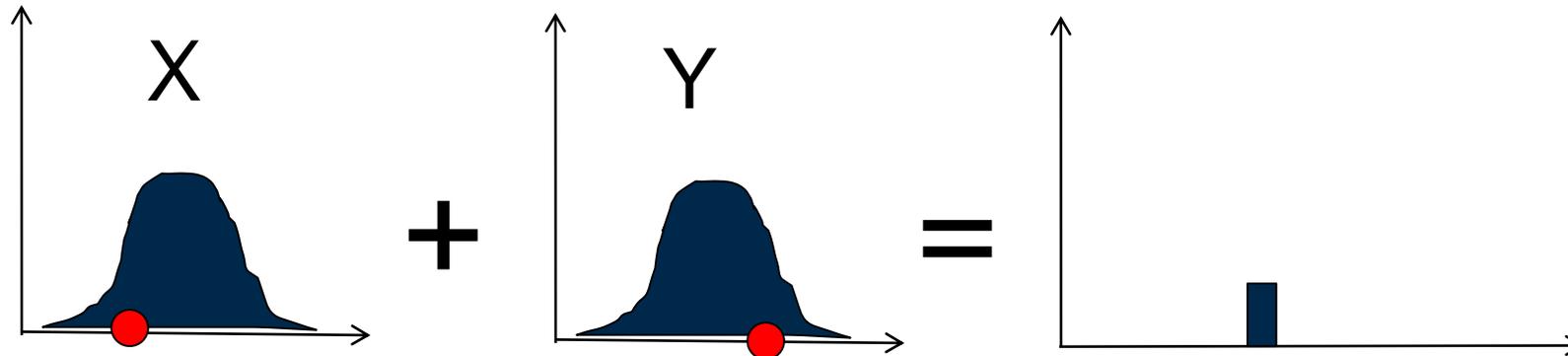
Cancel

La prise en compte des incertitudes

Analyse de **Monte-Carlo**

Soit 2 données X et Y dans notre ACV

Iteration 1

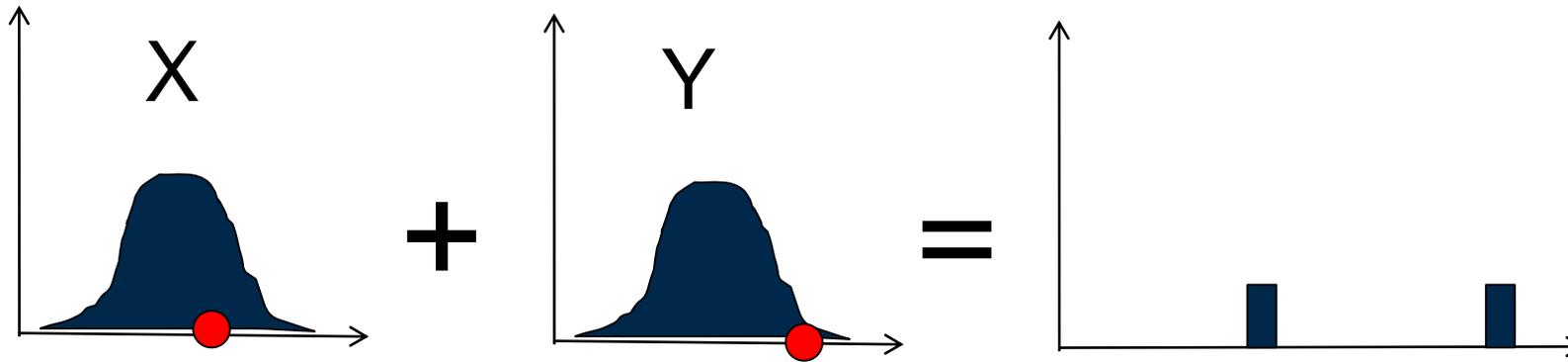


La prise en compte des incertitudes

Analyse de **Monte-Carlo**

Soit 2 données X et Y dans notre ACV

Iteration 2

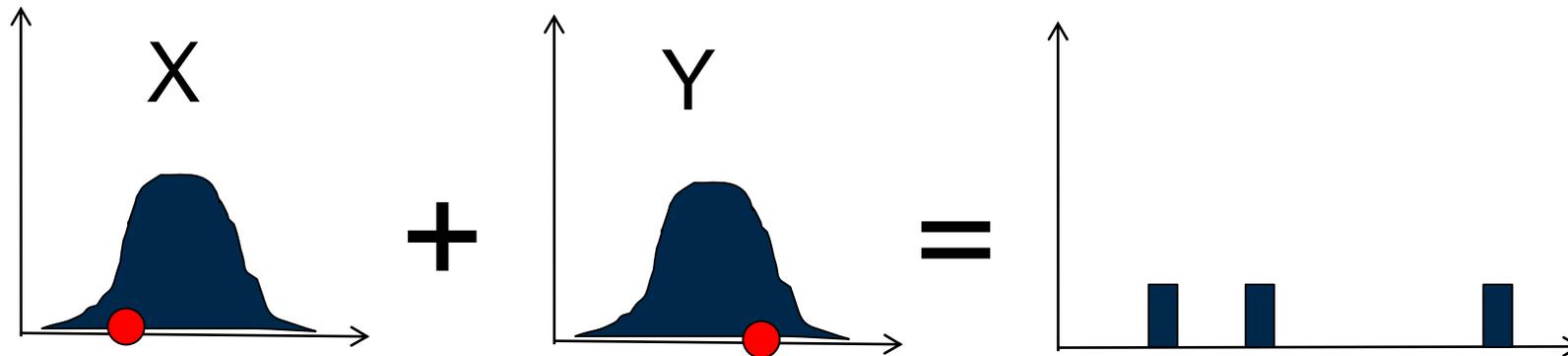


La prise en compte des incertitudes

Analyse de **Monte-Carlo**

Soit 2 données X et Y dans notre ACV

Iteration 3

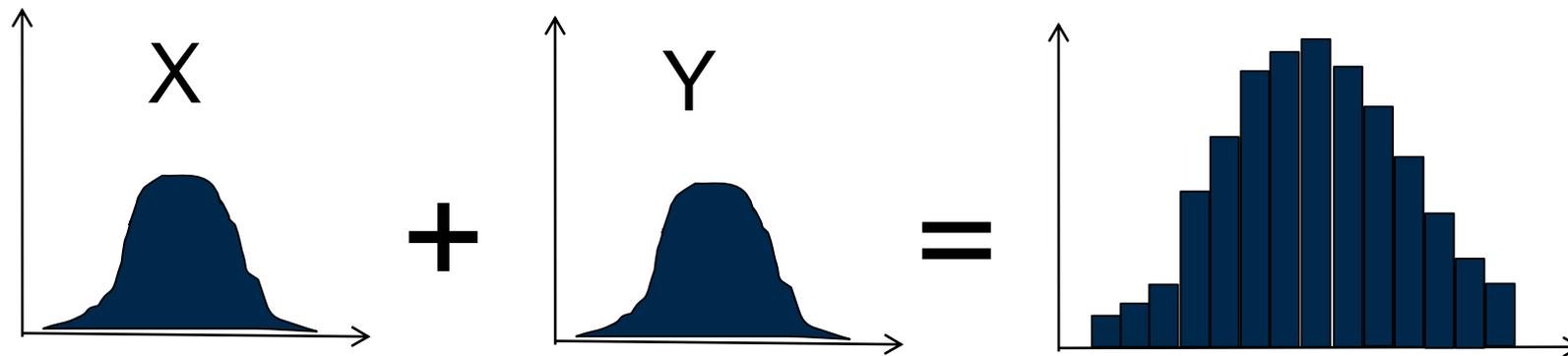


La prise en compte des incertitudes

Analyse de **Monte-Carlo**

Soit 2 données X et Y dans notre ACV

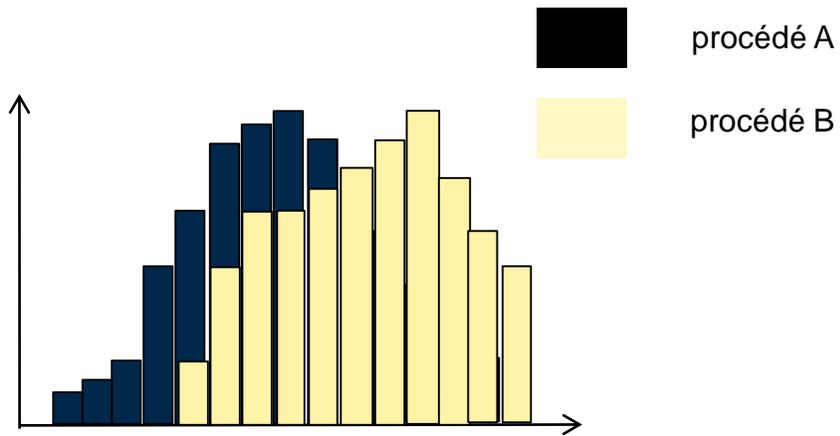
Iteration 1000



La prise en compte des incertitudes

Analyse de **Monte-Carlo**

On peut ainsi comparer non plus les valeurs déterministes de nos procédés, mais les profils de résultats (dans X% des cas, mon procédé A est meilleur que mon procédé B)

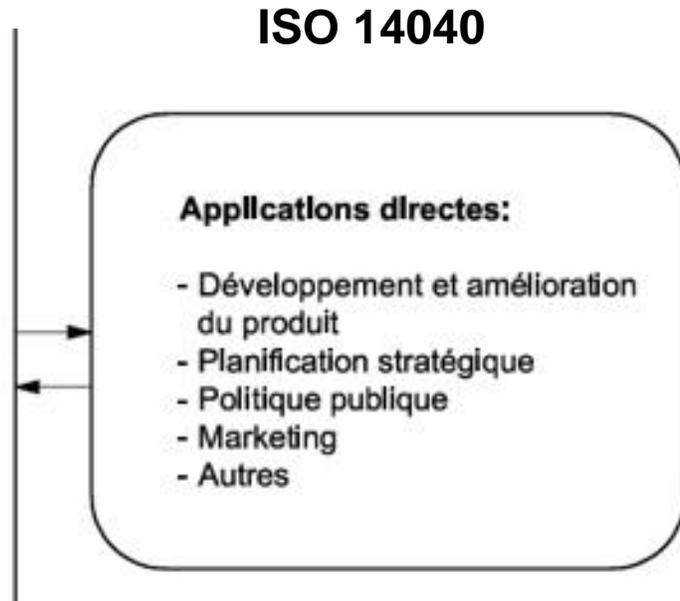


<https://doi.org/10.1007/s11367-013-0670-5>

Limites méthodologiques – exemple des batteries

Avant de parler des batteries

Pourquoi faire (ou ne pas faire!) une ACV



Pour sauver le monde? Pour *greenwasher* ? Pour vendre ? Parce qu'on est obligé ?

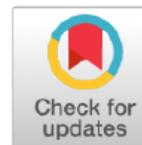
Qui fait l'ACV peut fortement influencer les choix de modélisation et donc les résultats

- Méthodes d'allocation (*i.e., process of dividing the environmental impacts of a process among multiple outputs*) peut fortement influencer les résultats [1], [2]
 - Si je suis fabricant ou recycleur, je ferai sans doute différemment
- Les prismes et objectifs du praticien vont influencer sur les choix de modélisation, les hypothèses, ... et influencer potentiellement significativement les résultats

[1] D. Dominguez Aldama *et al.*, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138488>

[2] <https://sustained.com/blog/lets-talk-about-allocation-in-lca> -

Avant de parler des batteries

[View PDF Version](#)[Previous Article](#)[Next Article](#)

Open Access Article

This Open Access Article is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 Unported Licence](#)

DOI: [10.1039/D3VA00317E](https://doi.org/10.1039/D3VA00317E) (Paper) *Environ. Sci.: Adv.*, 2024, **3**, 266-273

Life cycle assessment, *quo vadis*? Supporting or deterring greenwashing? A survey of practitioners[†]

Miguel Brandão ^a, Pablo Busch ^b and Alissa Kendall ^c

^a Department of Sustainable Development, Environmental Science and Engineering, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden. E-mail: miguel.brandao@abe.kth.se

^b Energy and Efficiency Institute, University of California Davis, 1605 Tilia St #100, Davis, CA 95616, USA

^c Department of Civil and Environmental Engineering, University of California Davis, 1 Shields Ave, Davis, CA 95616, USA

Received 10th October 2023, Accepted 11th December 2023

First published on 20th December 2023

« Les répercussions de l'hétérogénéité des méthodes et des résultats de l'ACV ne concernent pas seulement les activités universitaires et de recherche, mais aussi les intérêts commerciaux et la gouvernance environnementale. Cela est particulièrement évident dans le cas du greenwashing. La raison d'être même de l'ACV est de fournir des méthodes solides et scientifiquement fondées pour les allégations environnementales qui évitent le transfert de charge, mais en raison de la variabilité des résultats autorisée par les normes ISO, cet outil peut avoir un effet contre-productif ».

Les principaux logiciels d'ACV

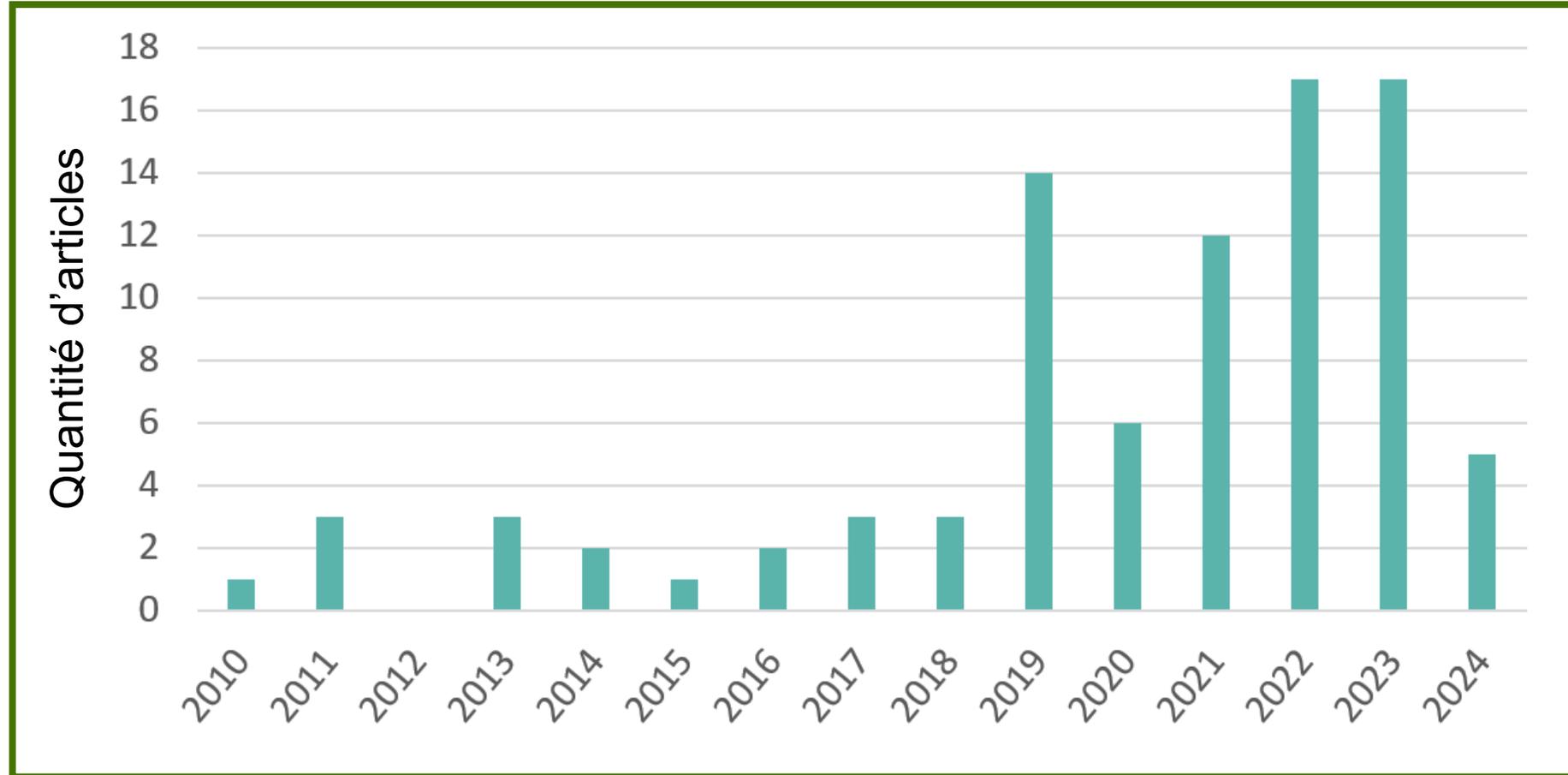
| | openLCA | GaBi | SimaPro | brighthway2 |
|---|---------|------|---------|-------------|
| Prix | 😊 | 😞 | 😞 | 😊 |
| Facilité d'utilisation | 😊 | 😊 | 😊 | 😊😞 |
| Rapidité de calcul | 😞 | 😊 | 😊 | 😊😊 |
| Analyse d'incertitude – Arrière-plan | 😊 | 😞 | 😊 | 😊😊 |
| Analyse d'incertitude – Avant-plan | 😊 | 😊 | 😊 | 😊😊 |
| Régionalisation | 😊 | 😞 | 😊 | 😊 |
| Analyse/Interprétation | 😊😊 | 😊😊 | 😊 | 😊 |
| Import/export données provenant de différentes bases de données | 😊 | 😞 | 😞 | 😊 |
| Partage modèles | 😊 | 😊 | 😊 | 😊 |
| Possibilité d'adaptation et d'innovation | 😞 | 😞 | 😞 | 😊😊 |

Source – CIRAIG

L'idée n'est pas de faire de la publicité pour un logiciel ou un autre. Le choix doit être en lien avec vos objectifs, votre positionnement, votre temps, vos moyens.

SimaPro et GaBi sont majoritairement utilisés dans l'industrie. Brighthway2 est plus adapté au domaine de la recherche

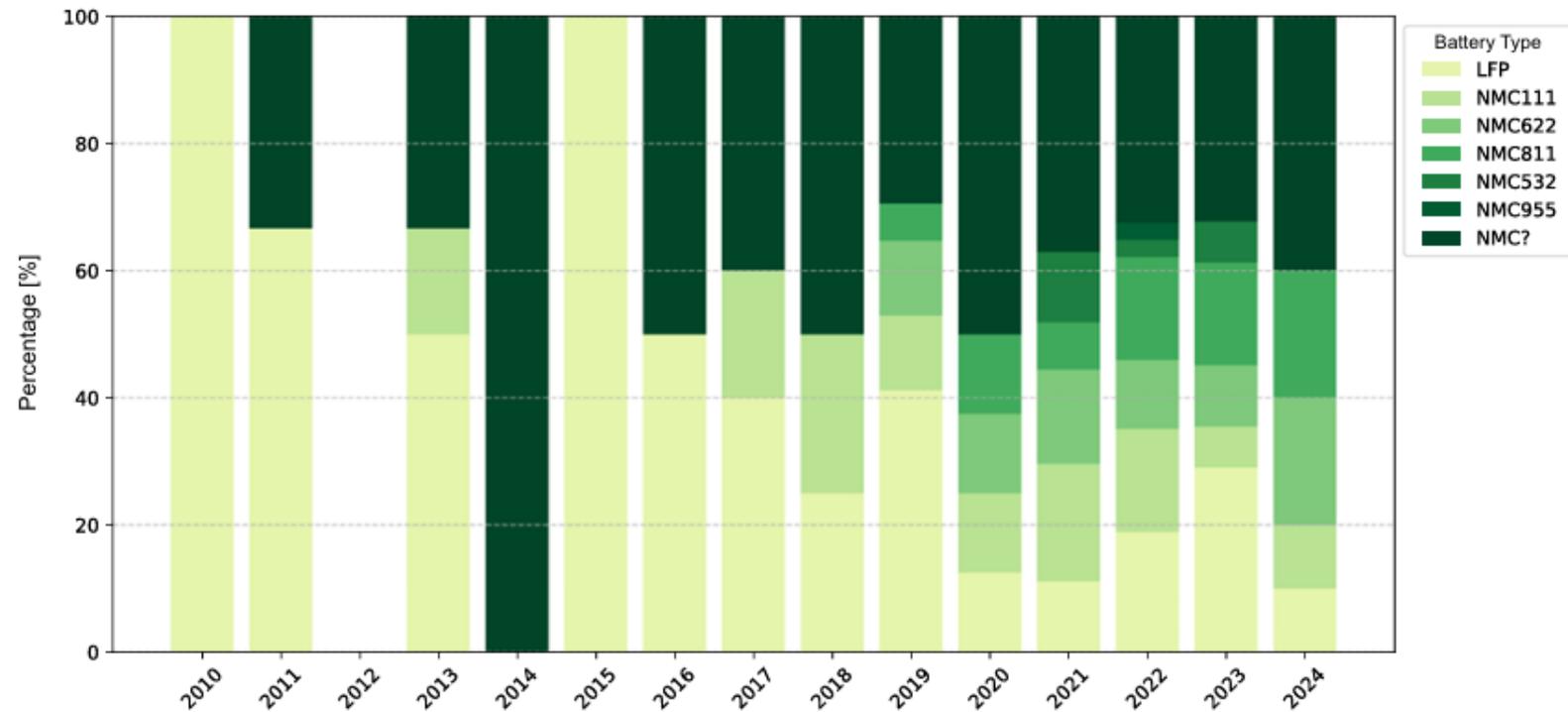
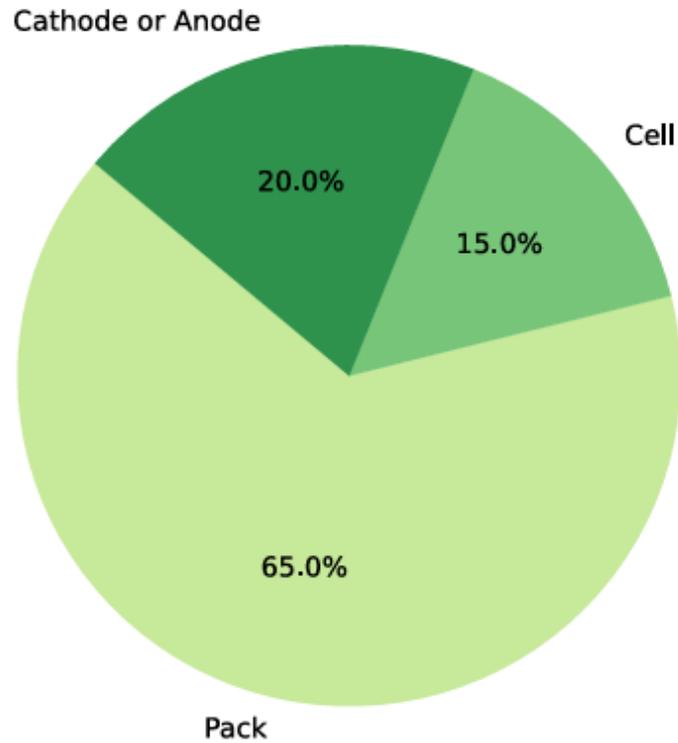
Cas des batteries Li-ion



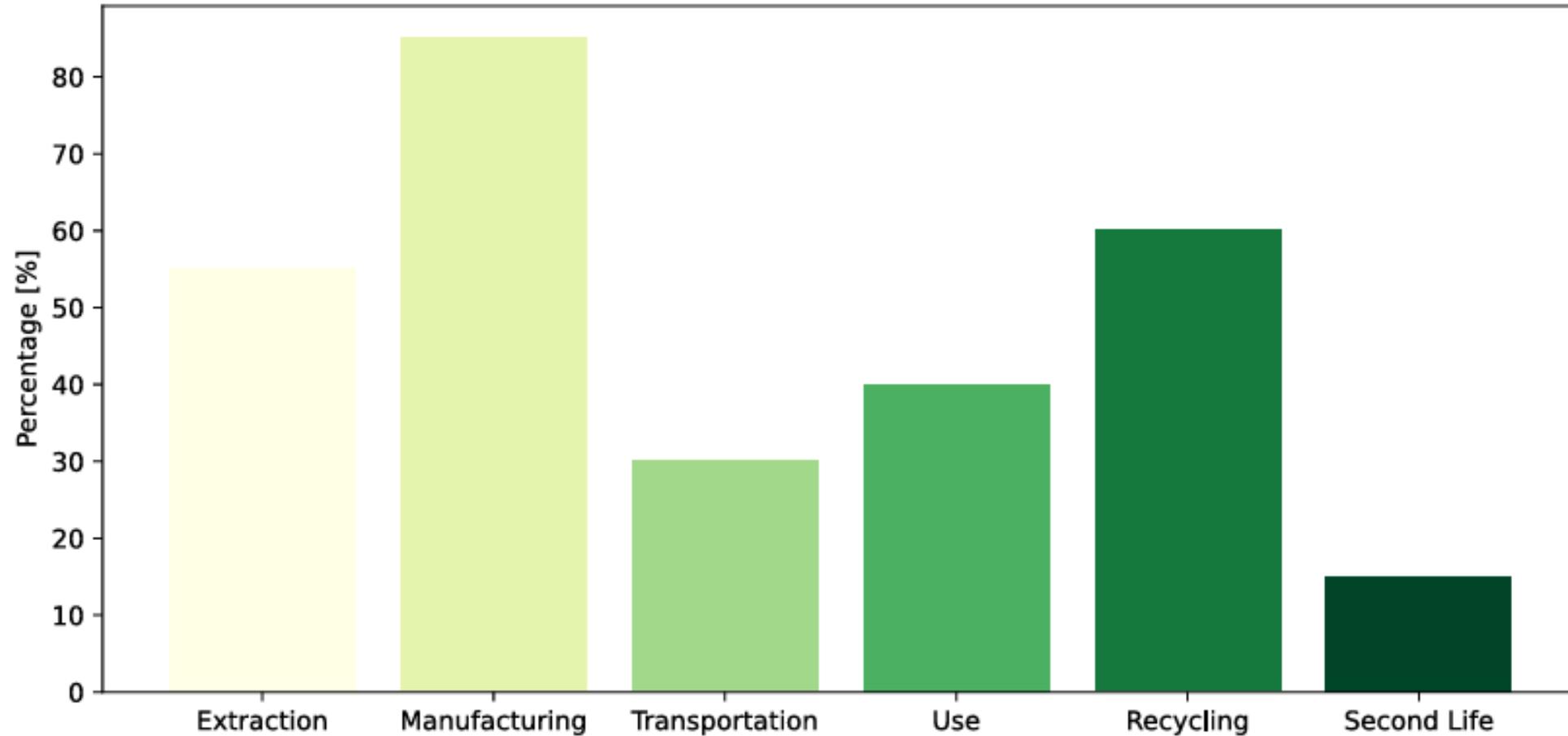
90 articles
24 revues
ACV

M. Gillet, H. Helbling, A. Sari, **State of art on the sustainability of Li-ion batteries for electric mobility**, Journal of Energy Storage, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.est.2025.118631> (lien d'accès gratuit temporaire - <https://authors.elsevier.com/a/1lvp3,rUrFxnBa>)

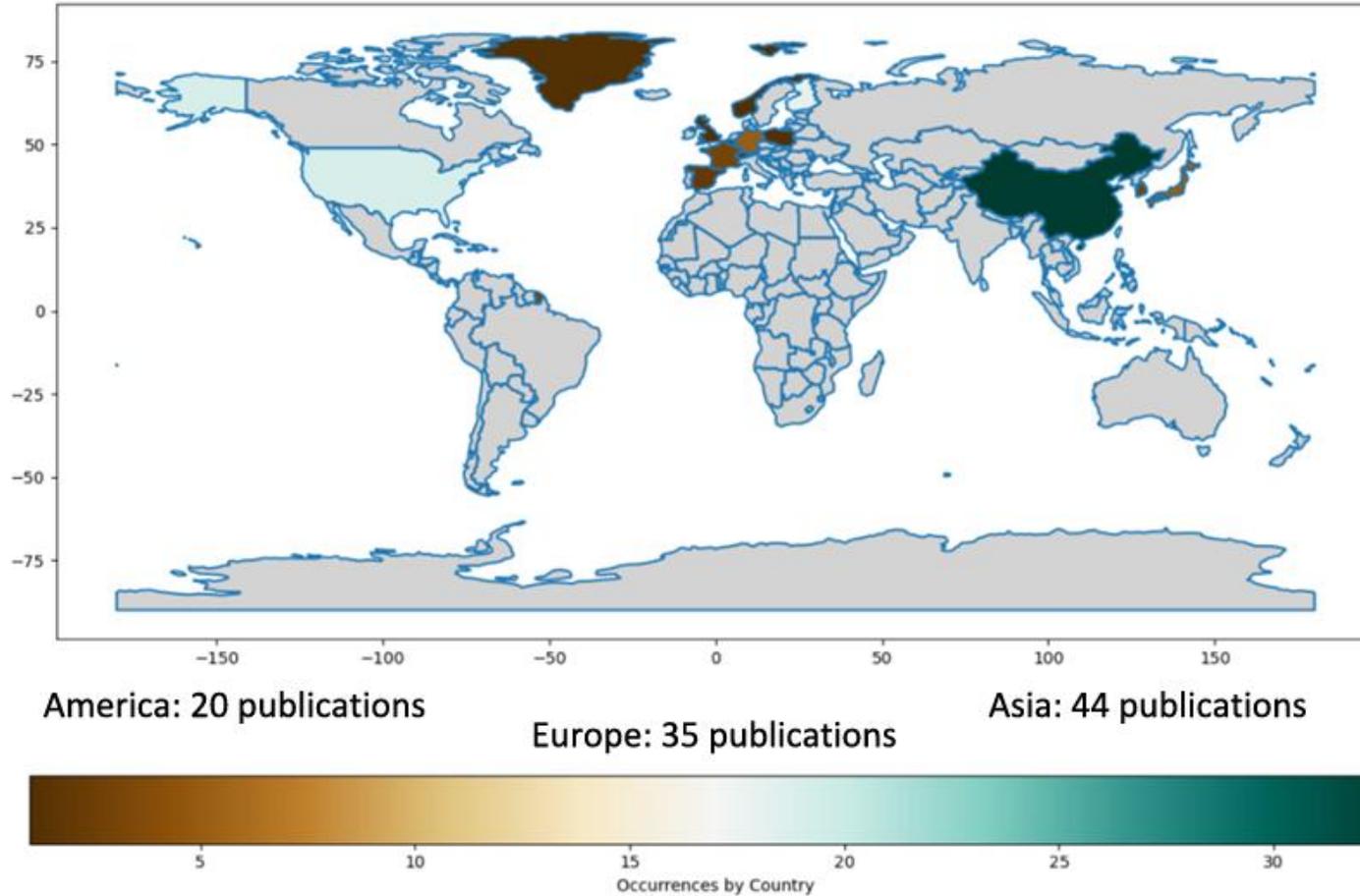
Cas des batteries Li-ion



Cas des batteries Li-ion

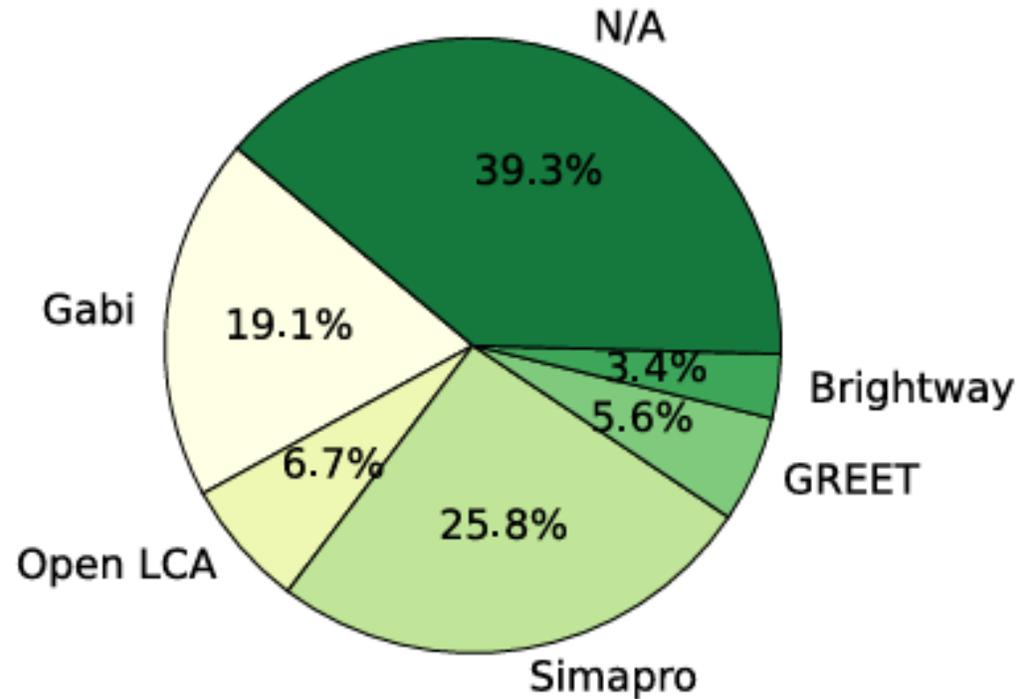


Cas des batteries Li-ion



Pays considérés pour la phase de fabrication

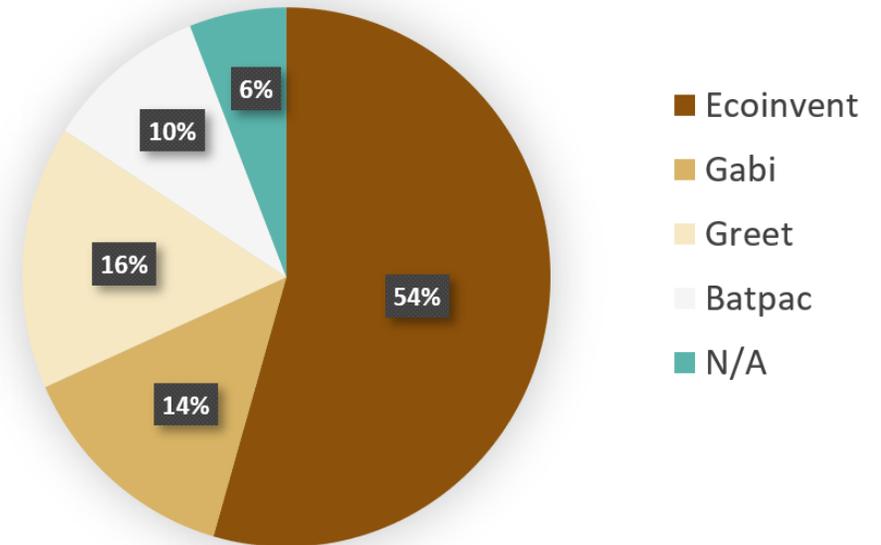
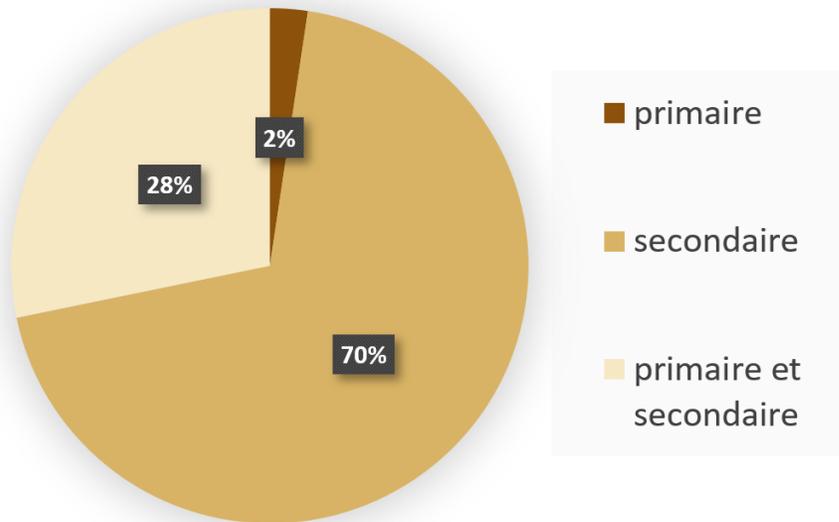
Cas des batteries Li-ion



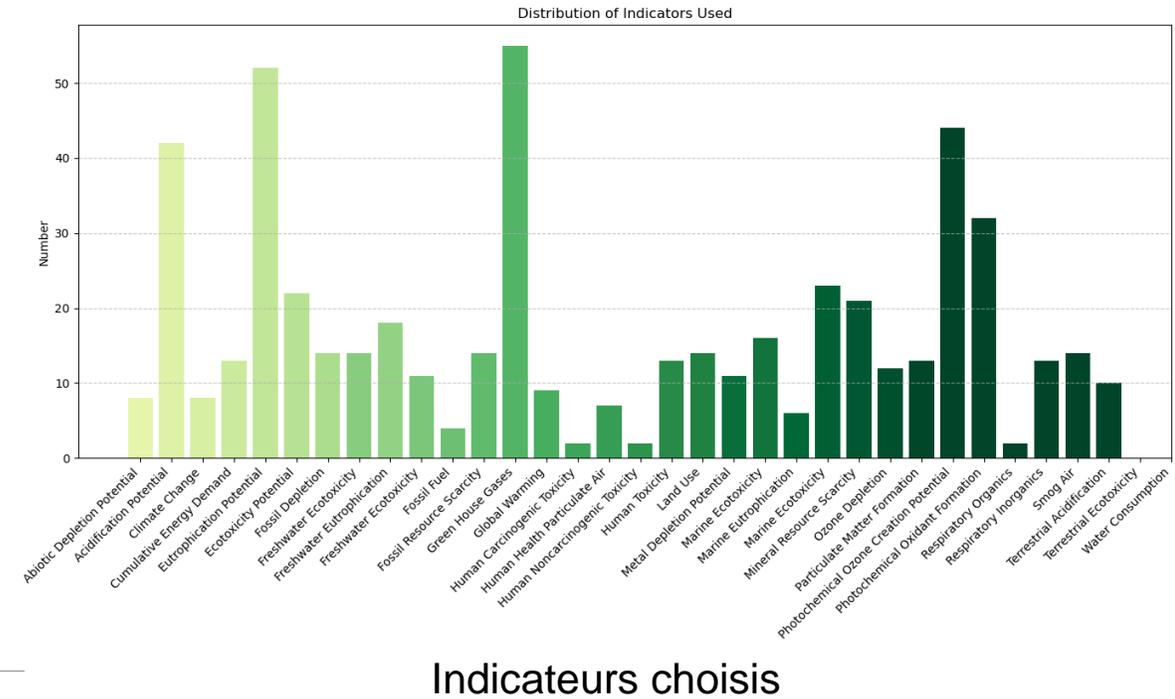
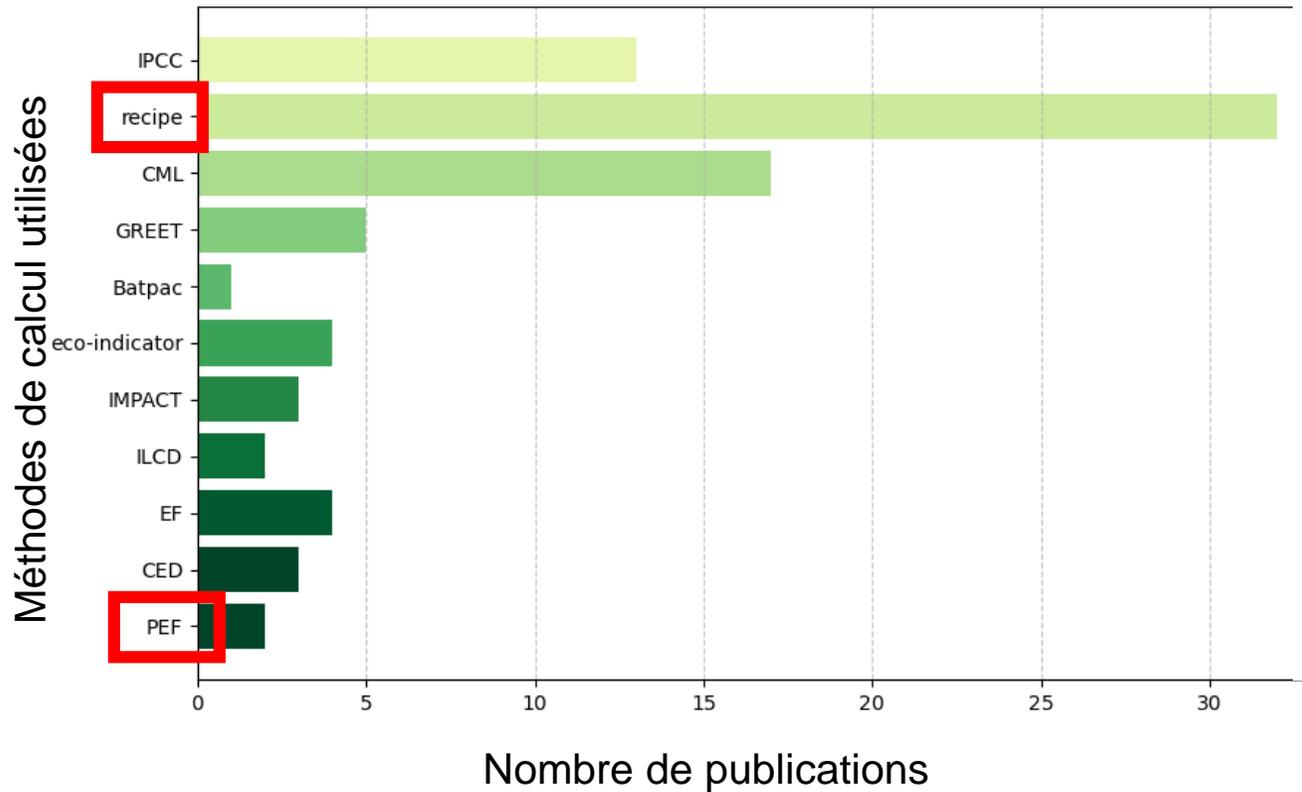
Les facteurs de caractérisations pouvant varier d'un logiciel à l'autre, des différences allant jusqu'à 20% sur les résultats ont pu être observées

(d'après R. Speck, S. Selke, R. Auras, J. Fitzsimmons, Life cycle assessment software: selection can impact results, J. Ind. Ecol. 20 (2016) 18–28, <https://doi.org/10.1111/jiec.12245>)

Cas des batteries Li-ion



Cas des batteries Li-ion



La diversité des **méthodes** et des **indicateurs** choisis rend la comparaison impossible

Cas des batteries Li-ion

- Hétérogénéité des méthodes utilisées et domaines étudiés
- Manque d'accès à des **données fiables**
- Conclusions et préconisations générales difficiles à extraire
- Manque de lien entre le **vieillessement** des batteries (durée de vie) et l'**ACV**

Être représentatif de la diversité des technologies et des usages tout en conservant un cadre méthodologique plus clair et homogène

Recyclage + fabrication pack NMC en Chine

| Article étudié | Résultat GWP (kgCO ₂ eq) |
|---------------------------|-------------------------------------|
| J. Šimaitis et al., 2023 | 90 |
| E. Kallitsis et al., 2022 | 170 |

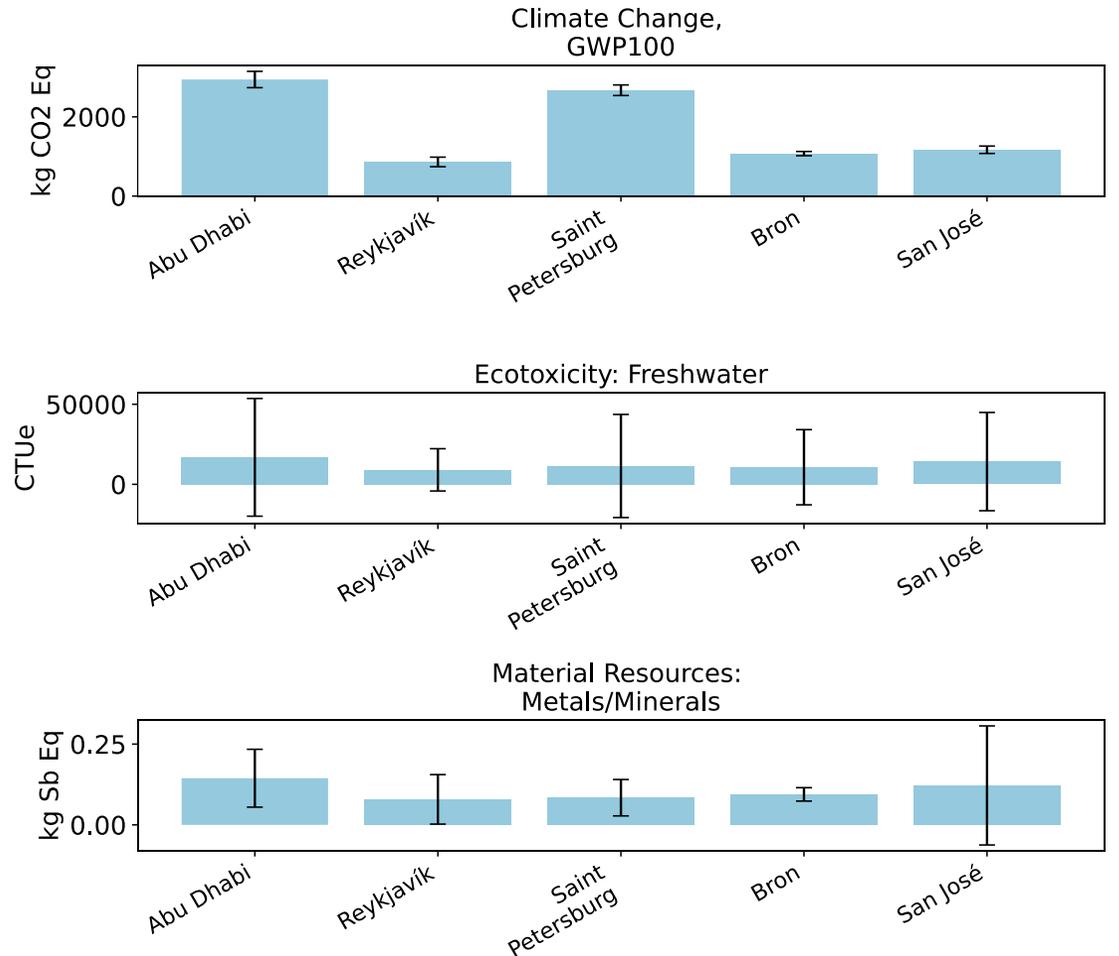


Source : phonandroid.com

Cas des batteries Li-ion

| Ville d'utilisation de la batterie | Différence relative « Climate Change » | Température (min et max) | Mix électrique [kgCO2-Eq] | Durée de vie calculée dans le modèle de batterie |
|------------------------------------|--|--------------------------|---------------------------|--|
| Abu Dhabi (Emirats Arabes Unis) | 2,2% | 25°C à 40°C | 0,591 | 10 ans 6 mois |
| San José (Costa Rica) | 18,9% | 20°C à 27°C | 0,0179 | 12 ans 5 mois |
| Bron (France) | 33,2% | -5°C à 40°C | 0,0775 | 16 ans 3 mois |
| Saint Petersburg (Russie) | 19% | -7°C à 21°C | 0,696 | 18 ans 3 mois |
| Reykjavík (Islande) | 43,8% | -7°C à 15°C | 0,0518 | 19 ans 4 mois |

Le modèle de vieillissement est perfectible et basé sur des hypothèses, cela montre surtout des tendances et l'importance de prendre en compte des modèles d'usage réalistes

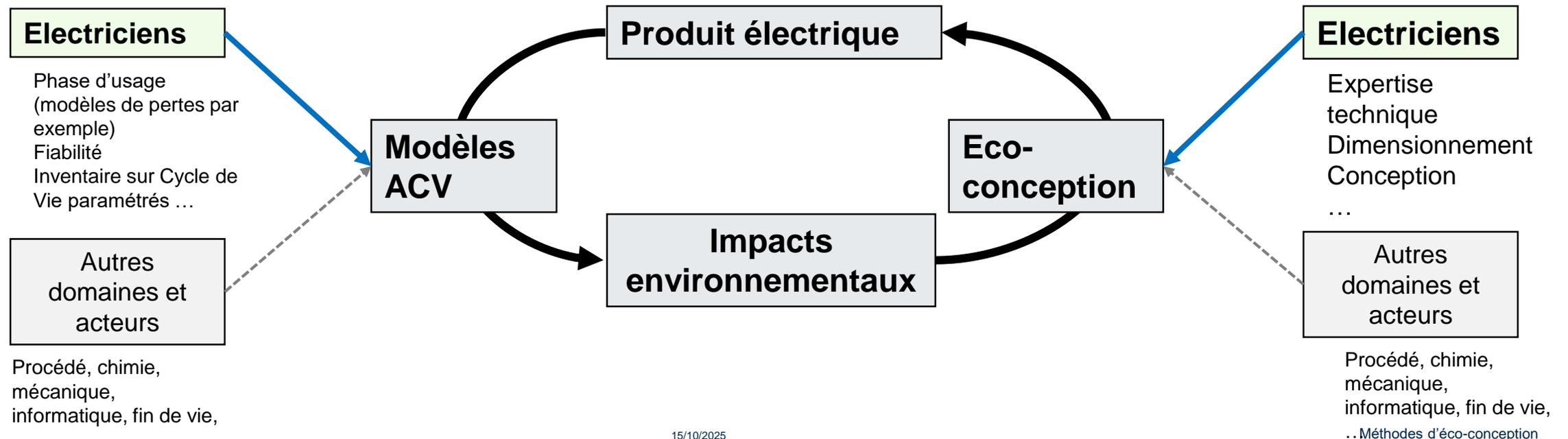


Comment se positionner?

Savoir qui nous sommes

- Je suis électricien (ou chimiste, informaticien, génie des procédés, électronicien, ...) et pas expert en ACV ou en éco-conception
- Réaliser une ACV sur un système ou un produit implique une niveau d'expertise multidisciplinaire

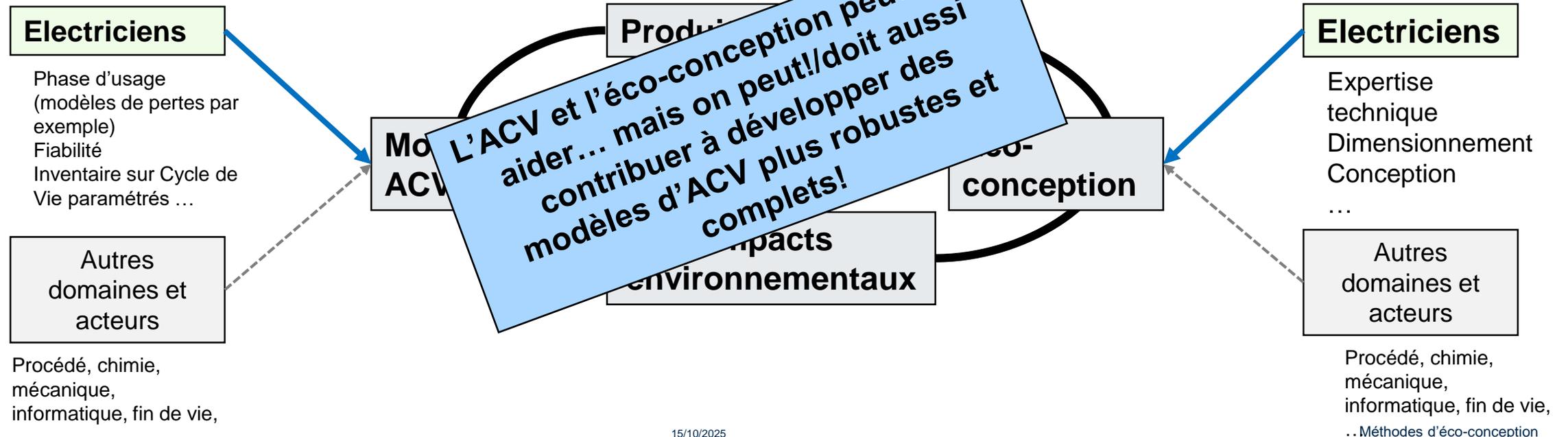
Je prends ici encore l'exemple de l'électricien mais c'est transposable



Savoir qui nous sommes

- Je suis électricien (ou chimiste, informaticien, génie des procédés, électronicien, ...) et pas expert en ACV ou en éco-conception
- Réaliser une ACV sur un système ou un produit implique un niveau d'expertise multidisciplinaire

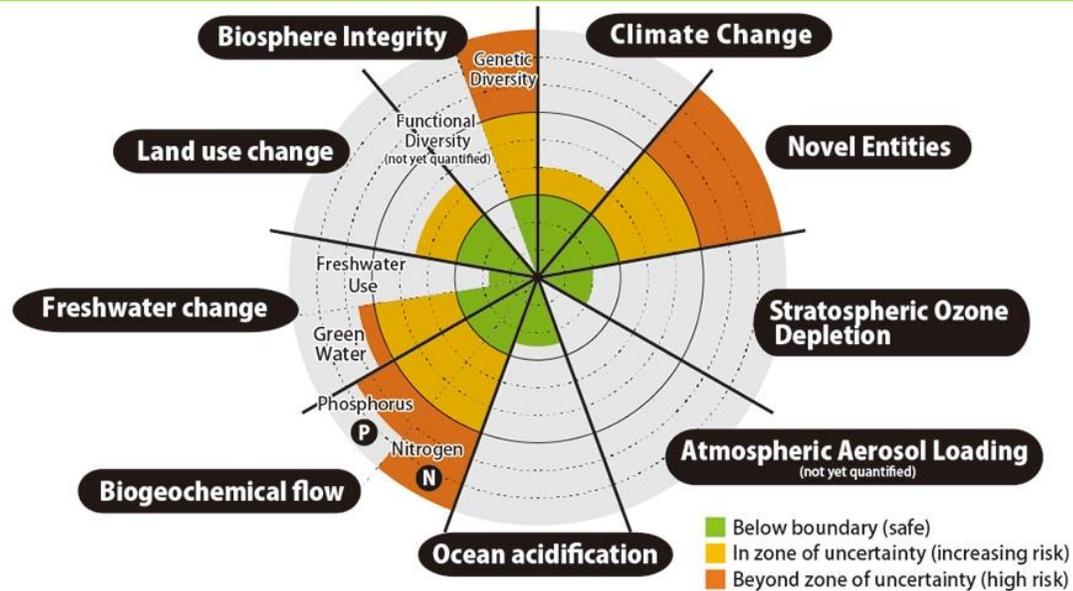
Je prends ici encore l'exemple de l'électricien mais c'est transposable



Conclusions et ouvertures

ACV absolu et ACV sociale

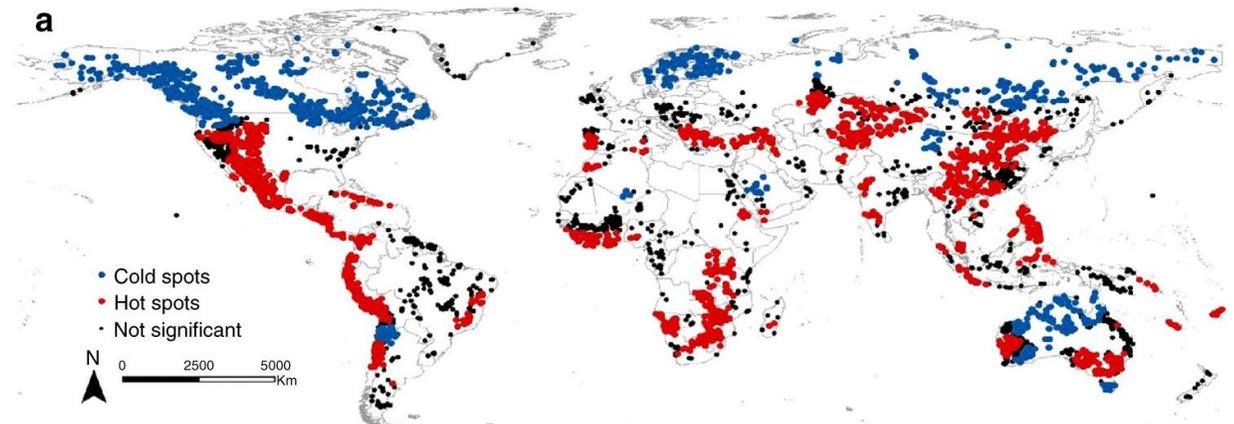
Current status of planetary boundaries



2023, Stockholm Resilience Centre

Relier explicitement les impacts environnementaux par rapport aux limites planétaires

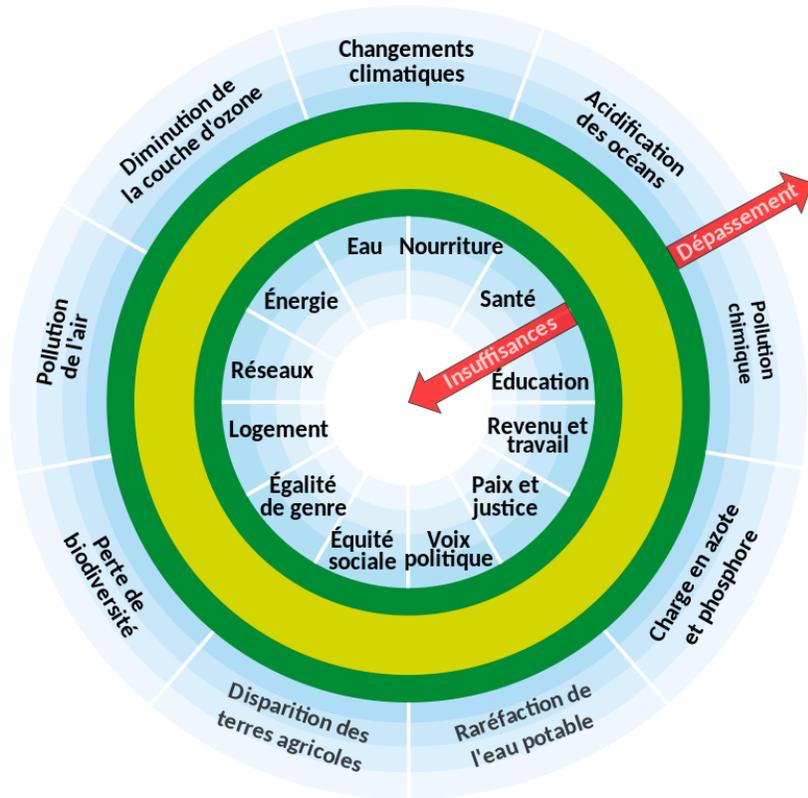
ACV sociale: existence de bases de données (PSILCA, SOCA)



Source : *Lebre et al., 2020*

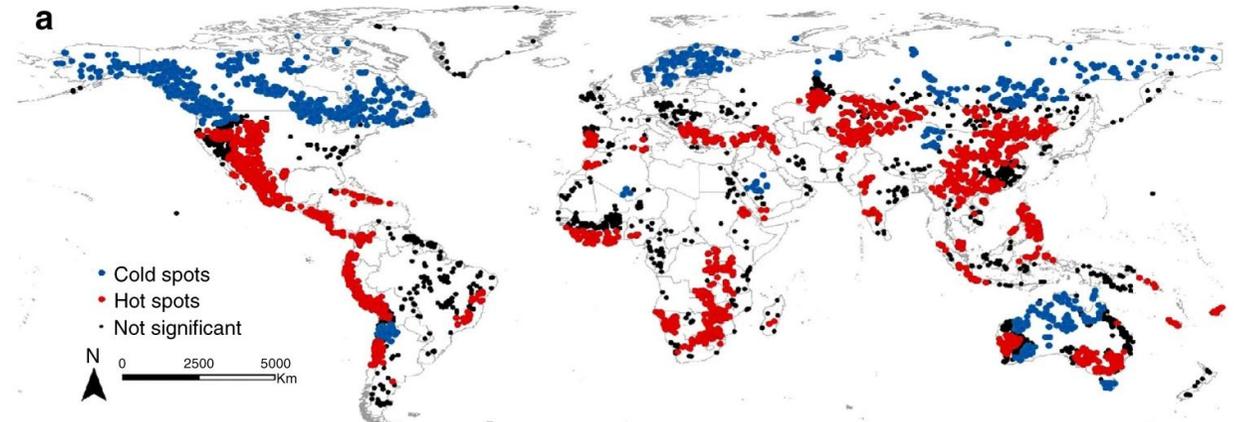
ACV sociale: une norme similaire à l'ACV environnementale est en cours de développement (ISO 14075)

ACV absolu et ACV sociale



Source : *the Doughnut model*, 2012

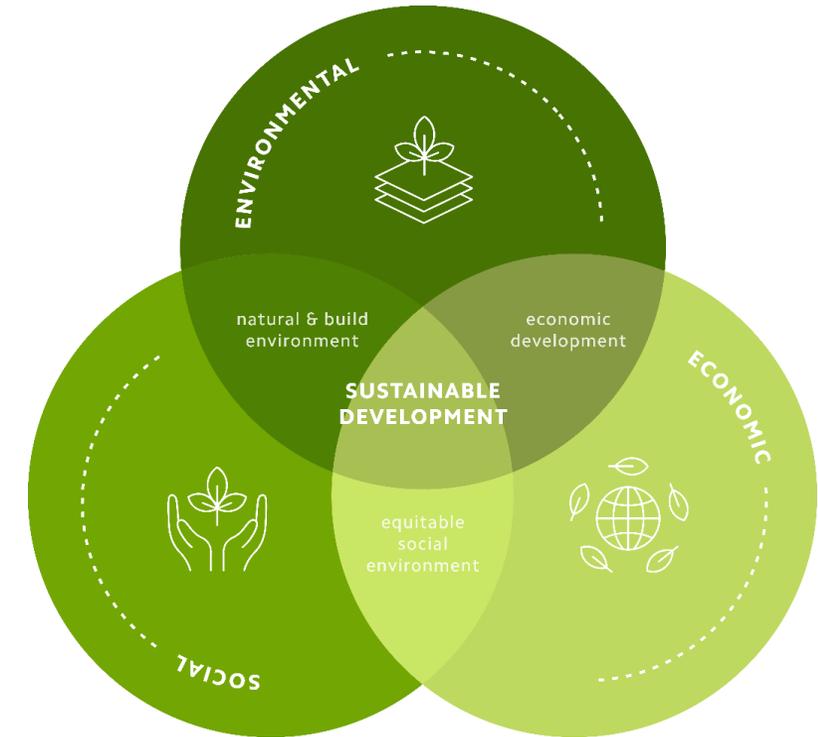
ACV sociale: existence de bases de données (PSILCA, SOCA)



Source : *Lebre et al.*, 2020

ACV sociale: une norme similaire à l'ACV environnementale est en cours de développement (ISO 14075)

Soutenabilité forte



Source : *Better Future Factory*

Avant de se lancer, beaucoup de questions à se poser

Qui je suis ?

*mes compétences ?
mon environnement (qui
m'entoure) ?
mon temps ?
mes moyens ?*

Pourquoi fais-je une ACV ?

*ACV comparative ?
Marketing ?
Recherche ?
Méthodologique ?
Eco-conception ?*

Quels choix méthodologiques ?

*Unité fonctionnelle ?
Périmètre ?
Base de données ?
Logiciels ?
Méthode de calcul ?*

L'évaluation environnementale est-elle neutre ? est-elle une science exacte ?

GdR SHS ENERGIE

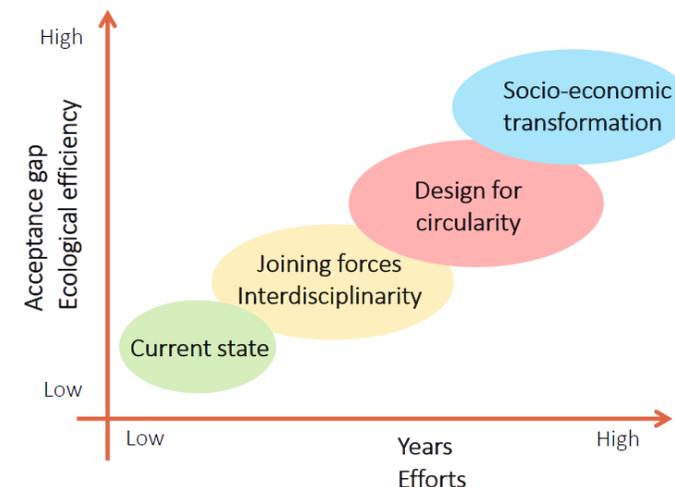
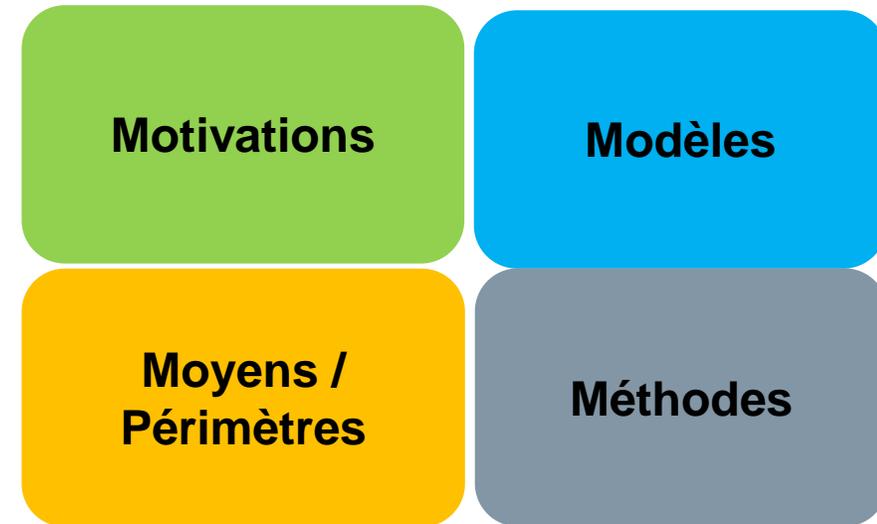
Victor Petit, *design de l'environnement ou design du milieu ?*, 2015
Nicolas Brault *et al*, *Prendre soin des milieux*, 2024
Silvio Clément *et al*, *Enjeux liés à la soutenabilité en recherche en électronique de puissance: une ethnographie*, 2025

Ecoconcevoir, nécessaire mais pas suffisant ?

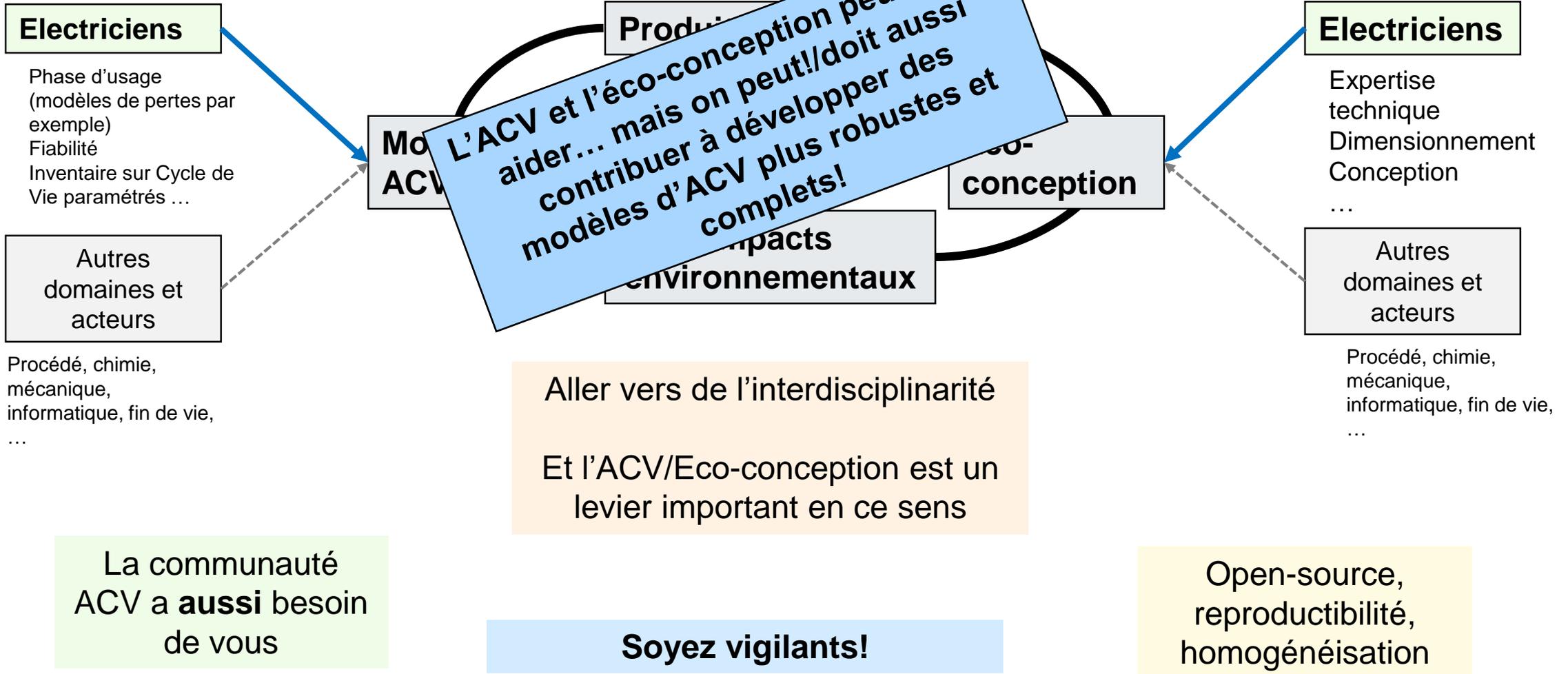
1] Amis techniciens, devenons technologues

Le techno-solutionnisme environnemental, plus subtil que le *Green Washing*, est la cible de ce chapitre. Toutes les LCA (*Life Cycle Assessment*) ou MFA (*Material Flow Analysis*), aussi indispensables soient-elles pour faire mieux, ne suffiront jamais pour que la technologie retrouve sa pleine extension et avec elle son équilibre et son milieu. Notre propos ici n'est pas seulement de dire que l'innovation environnementale est sujette à controverses (Debref 2018), ni même d'affirmer que l'ACV (Analyse de Cycle de Vie, ou LCA) est une évaluation qui peine non seulement à faire sa mesure mais aussi à dire sa valeur (voir chapitre 10), notre propos est de dire qu'aucune évaluation environnementale de l'objet technique ne sera pertinente tant qu'elle sera dissociée de l'évaluation de *notre relation* à nos objets techniques (nos modes de production et de consommation, notre attachement ou détachement, notre fascination, notre mépris ou notre compréhension, notre réappropriation, etc.). Changer de milieu est une exigence bien plus forte que de changer d'environnement. Dans ce dernier cas, il suffit de le modifier, comme une réalité objective externe, tandis que pour changer de milieu, il faut se modifier soi-même et produire de nouvelles normes.

Nicolas Brault *et al*, *Prendre soin des milieux*, 2024



Pour conclure



Pour conclure

L'ACV est un **outil** pouvant s'utiliser **de différentes manières** et pour **différentes raisons**

Homogénéiser les manières (logiciel, méthode, etc...) permettrait de favoriser le développement de produits soutenable

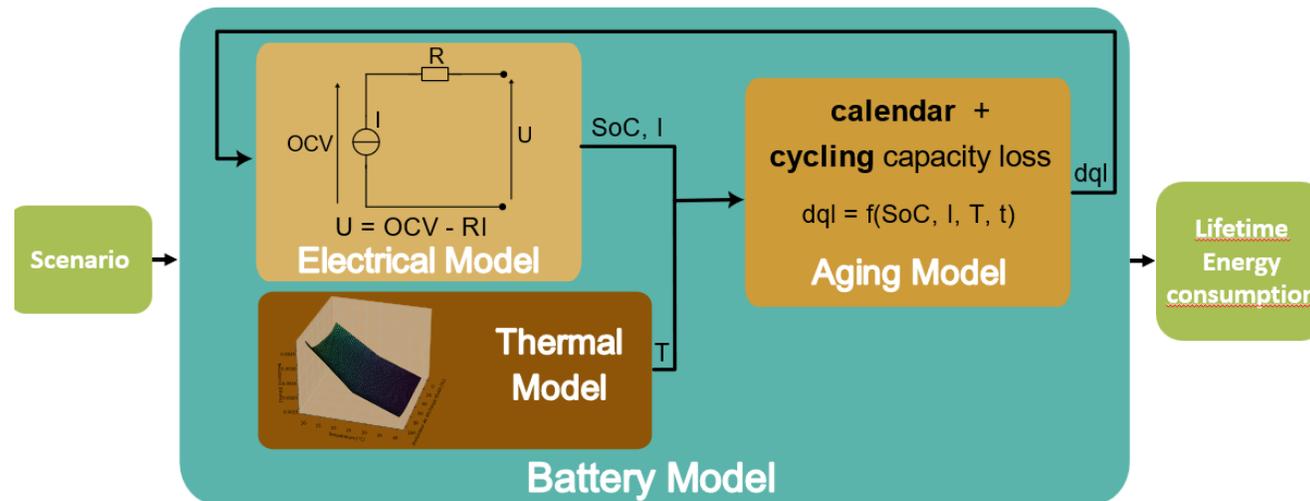
Expliciter les raisons et identifier ce qu'elles impliquent permettrait de favoriser le développement de produits soutenable

Pour conclure

Il est possible d'aller plus loin que l'ACV (développement d'outils basés sur l'ACV, intégrations de nouveaux critères, etc...)

-> voir intervention du mercredi 15/10 sur les logiciels d'ACV

Il est important que vous **conserviez un esprit critique et une vision systémique des enjeux** lorsqu'on vous parle d'ACV ou d'écoconception

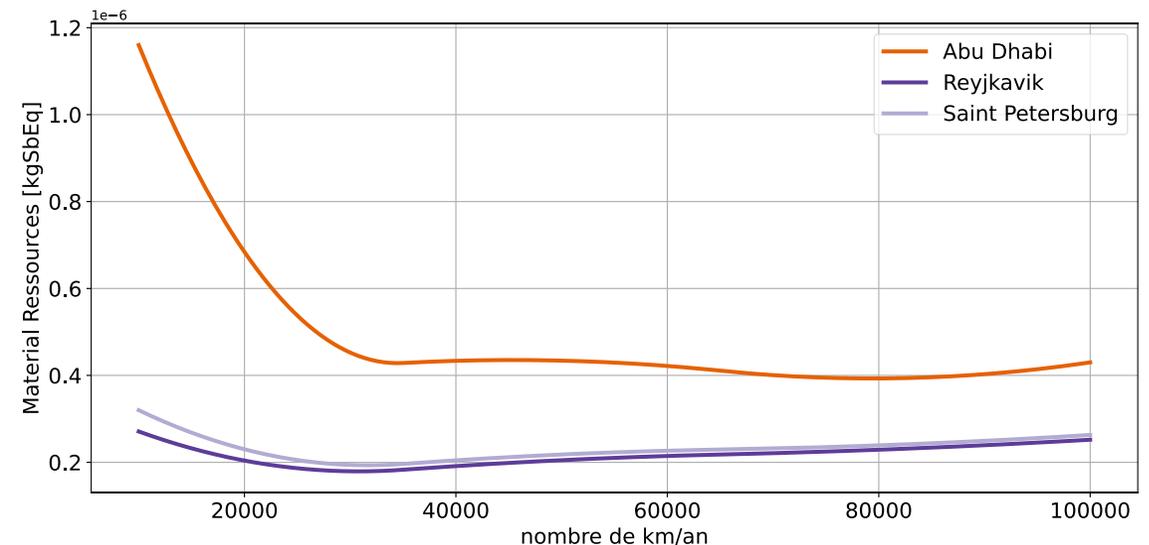
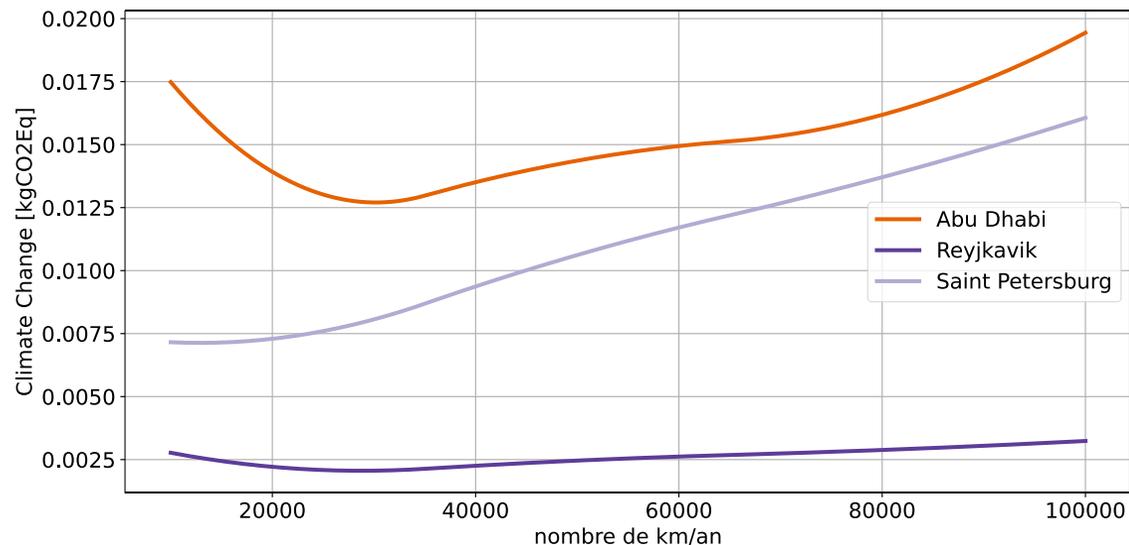


Pour conclure

Il est possible d'aller plus loin que l'ACV (développement d'outils basés sur l'ACV, intégrations de nouveaux critères, etc...)

-> voir intervention du mercredi 15/10 sur les logiciels d'ACV

Il est important que vous **conserviez un esprit critique et une vision systémique des enjeux** lorsqu'on vous parle d'ACV ou d'écoconception

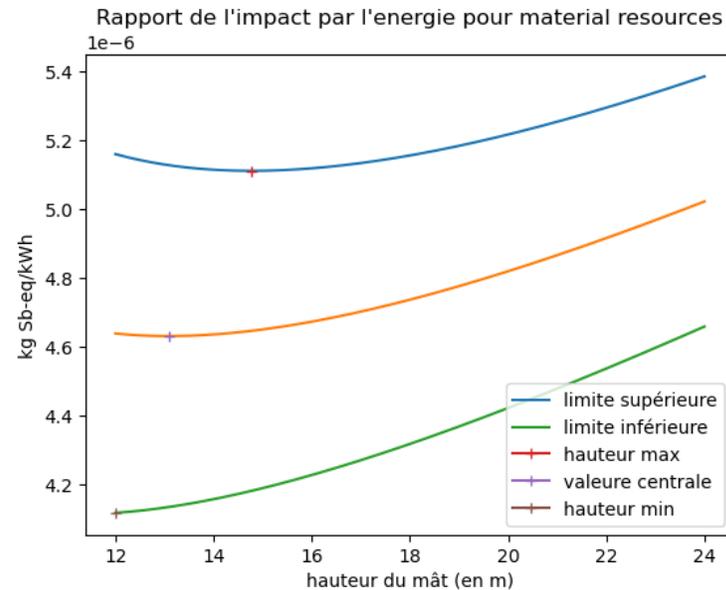
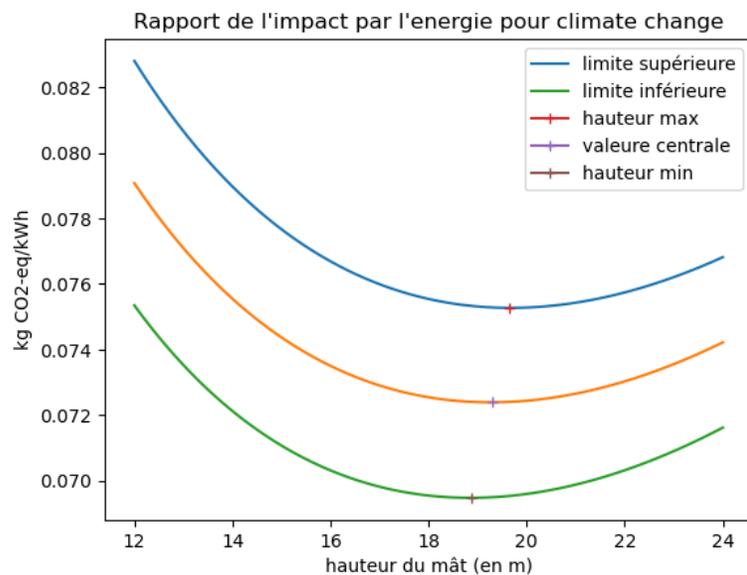


Pour conclure

Il est possible d'aller plus loin que l'ACV (développement d'outils basés sur l'ACV, intégrations de nouveaux critères, etc...)

-> voir intervention du mercredi 15/10 sur les logiciels d'ACV

Il est important que vous **conserviez un esprit critique et une vision systémique des enjeux** lorsqu'on vous parle d'ACV ou d'écoconception



Quelques définitions

- Flux élémentaire

Matière ou énergie 1) entrant dans le système étudié, i.e. puisée de l'environnement sans transformation humaine préalable, ou 2) sortant du système étudié, i.e. rejetée dans l'environnement sans transformation ultérieure

- Flux intermédiaire

Flux de produit, de matière ou d'énergie intervenant entre des processus élémentaires du système de produit étudié

- Flux de référence

Mesure des sortants des processus, dans un système de produits donné, nécessaire pour remplir la fonction telle qu'exprimée par l'unité fonctionnelle

Quelques ressources

Ressources sur l'ACV - <https://ecocloud.s-mart.fr/?Ressource-sci> - ; <https://www.ecosd.fr/> - ; <https://github.com/LCA-ActivityBrowser/activity-browser> -

Il y a également des MOOC et beaucoup de formations à l'ACV sur internet ([Introduction à l'analyse du cycle de vie - MOOC - Cours en ligne – CIRAIG](#))

GdR DEFIE
GT CEPPE

Des gits actifs - (<https://docs.brightway.dev/en/latest/> -) ; (<https://github.com/LCA-ActivityBrowser/activity-browser/blob/main/README.md> -) ; <https://gitlab.in2p3.fr/esteban.vaissiere>

Me contacter pour des informations spécifiques ou complémentaires hugo.helbling@univ-lyon1.fr

Si on a du temps, on peut faire un début de démonstration logicielle