

Méthodes d'éco-conception

Introduction, enjeux et limites

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

Enseignant-Chercheur

Laboratoire Ampère – IUT Lyon 1

Sommaire

Méthode d'Analyse du Cycle de Vie

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

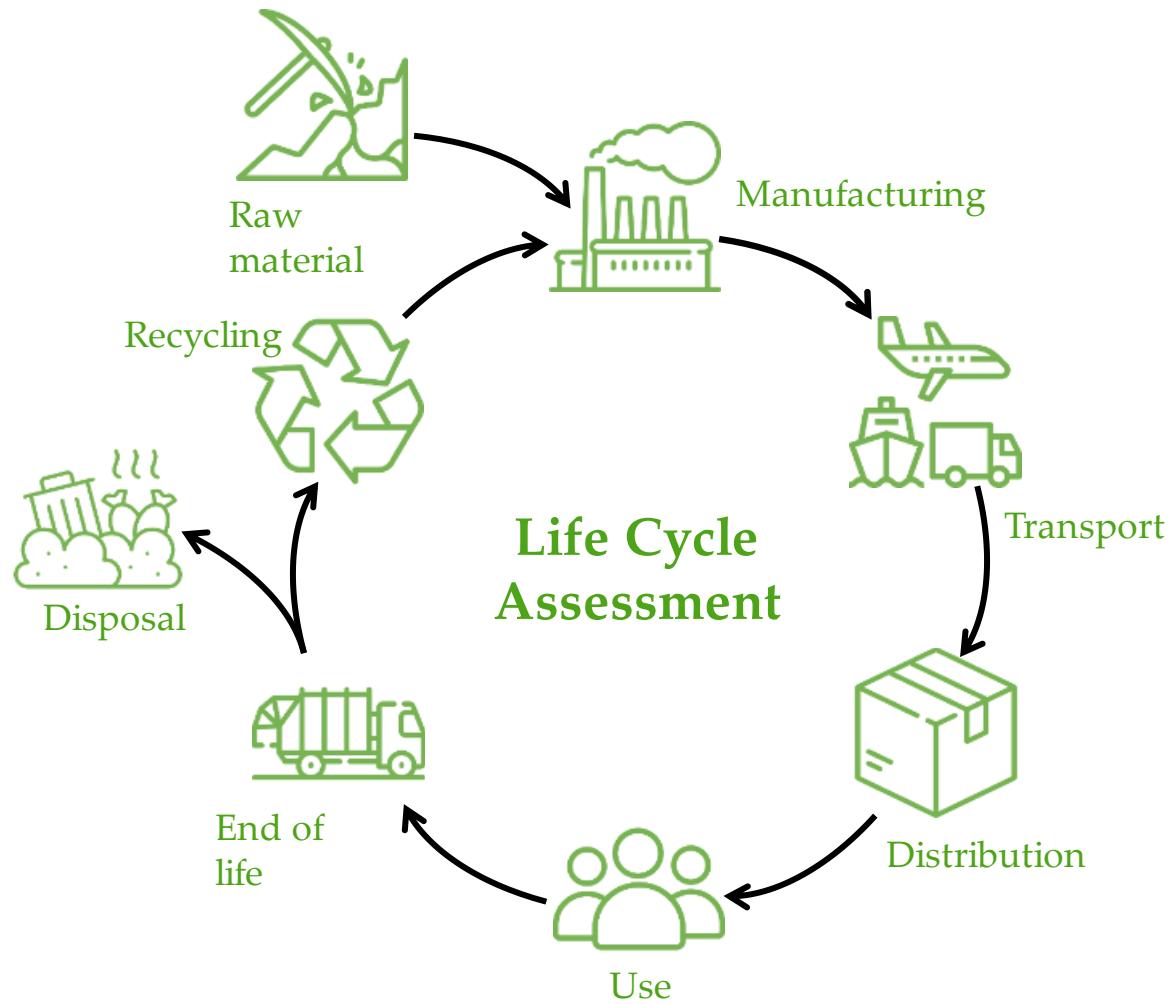
Limites méthodologiques – exemple des batteries

Comment se positionner ?

Conclusions et ouverture

Méthode d'Analyse du Cycle de Vie

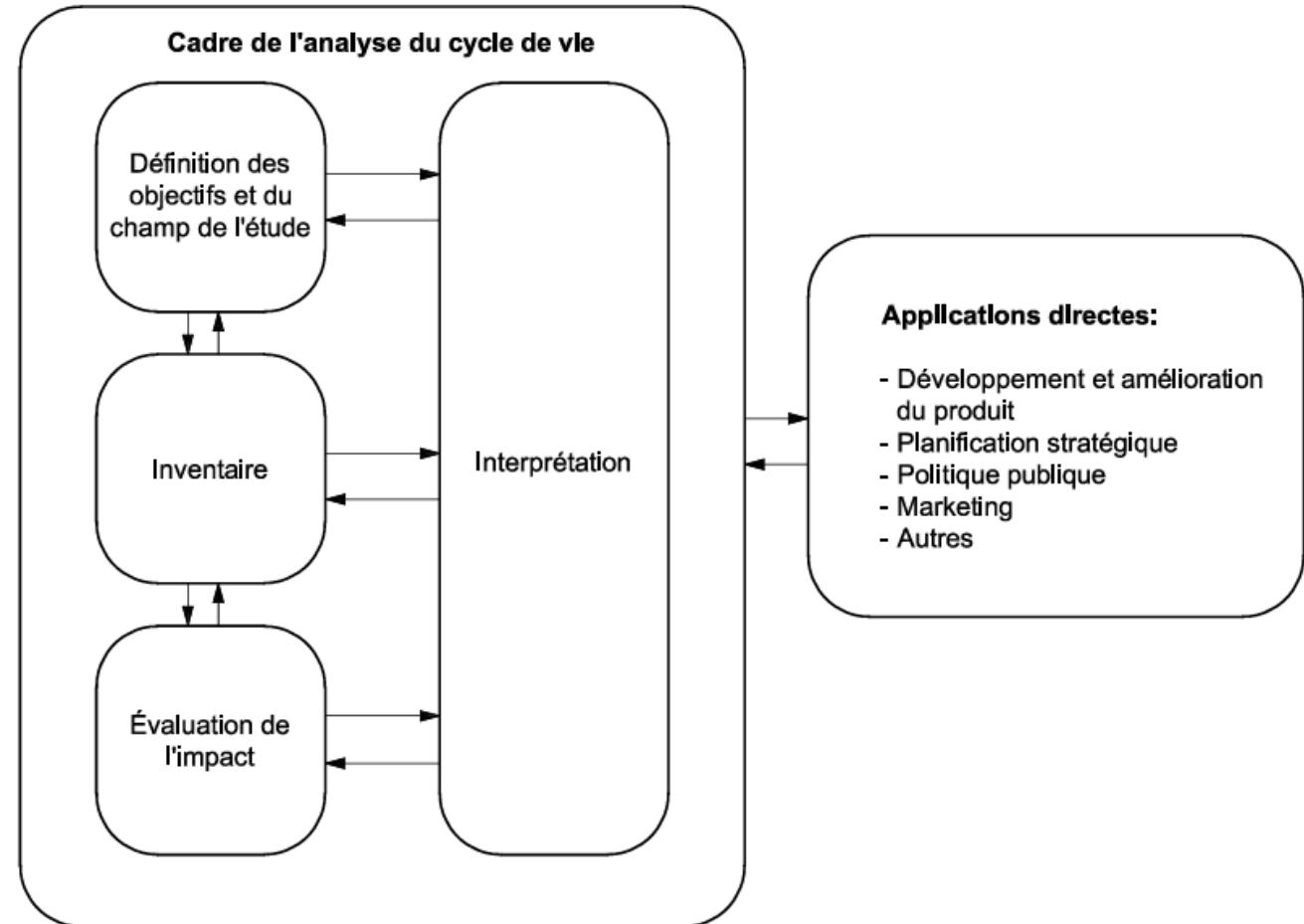
Le cycle de vie



Ce schéma est-il complet ?

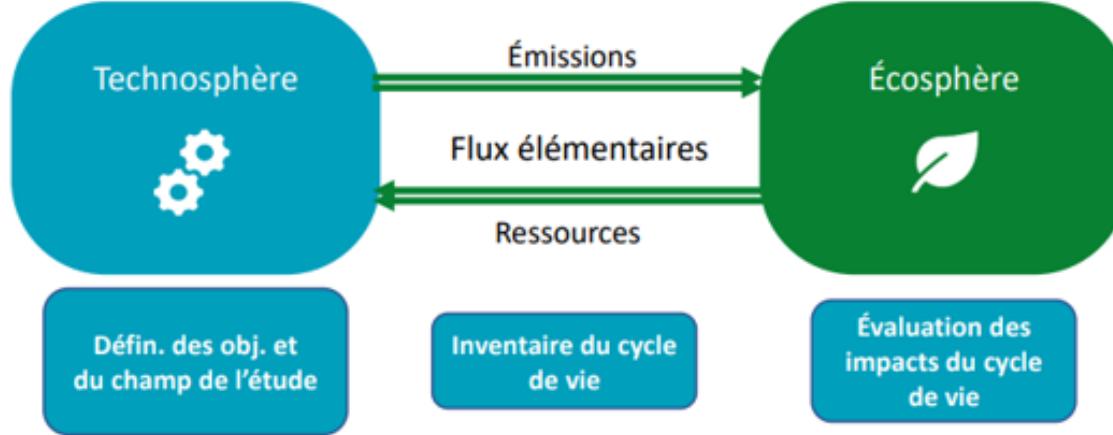
Analyse du Cycle de Vie

- Méthodologie normée d'évaluation des **impacts environnementaux** et/ou sociaux et/ou économiques potentiels
(ISO 14040 ; ISO 14044)
- **Outil d'aide à la décision** permettant de **comparer** des systèmes et/ou **d'identifier les principaux contributeurs** aux scores d'impacts d'un système
- **Approche exhaustive** comprenant toutes les étapes de la vie d'un produit ou d'un service et de nombreux enjeux de durabilité

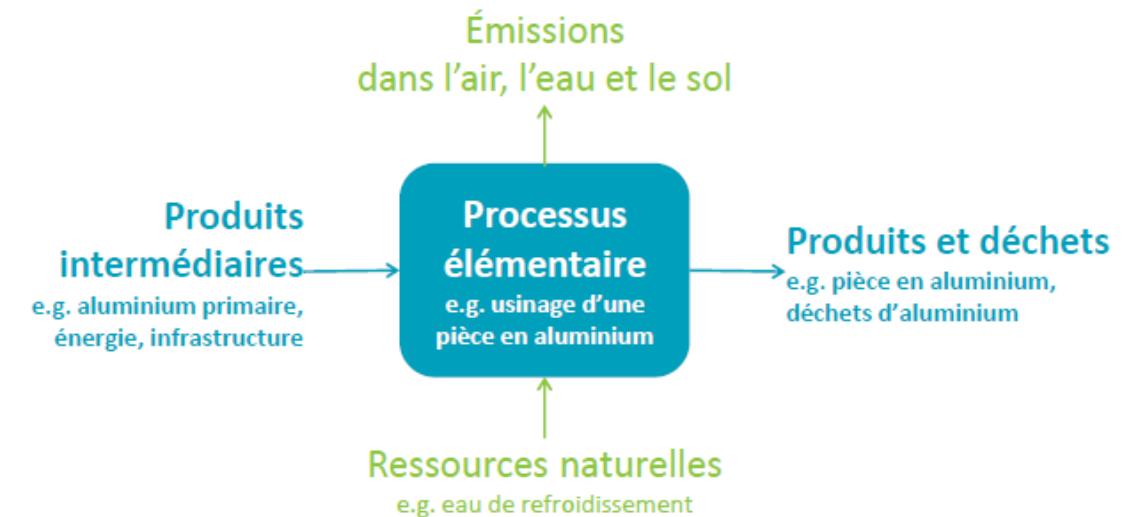


Extrait de l'AFNOR. NF EN ISO 14040 : Management environnemental, Analyse du cycle de vie 2006.

Analyse du Cycle de Vie



Source: CIRAI.



On souhaite **modéliser tous les processus associés au produit/service**, sans égard au lieu et au moment où ils ont eu lieu

Exemple: si l'on souhaite évaluer les impacts d'un trajet en voiture, les **cycles de vie du véhicule, du carburant, de la route, etc.** doivent être inclus

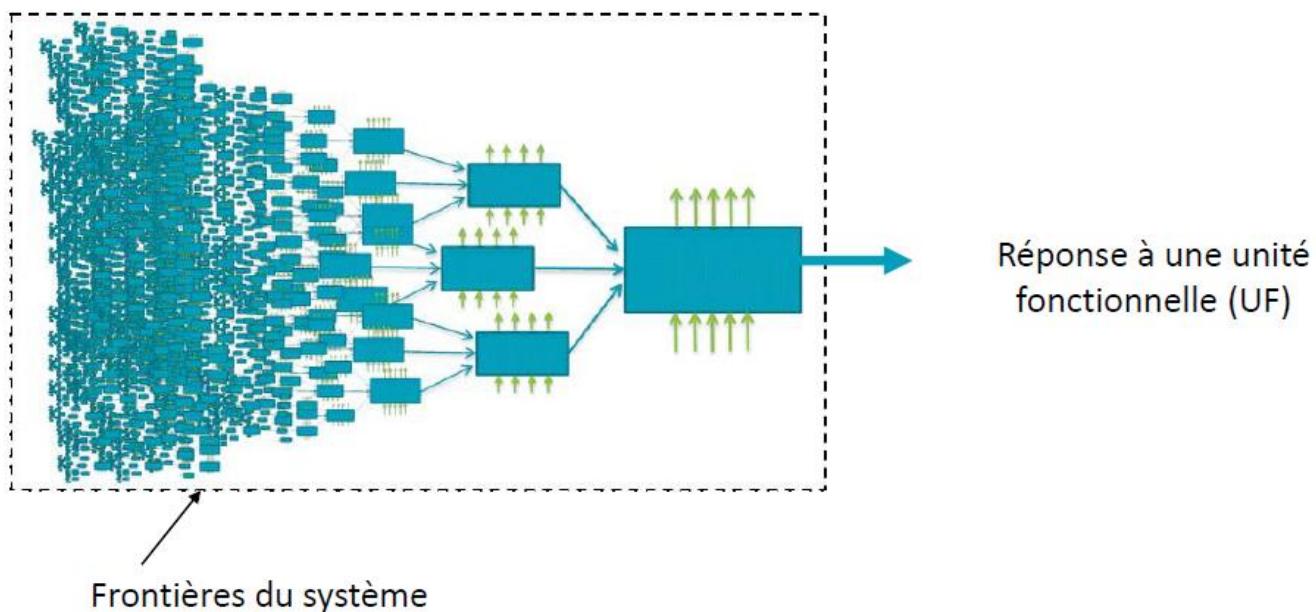
On subdivise le cycle de vie en **processus élémentaires** et en faisant **l'inventaire des entrants et sortants**

Les **flux élémentaires** (en vert) sont quantifiés, agrégés et comparés

Analyse du Cycle de Vie

D'après la norme ISO 14044 « on ne peut **comparer les résultats** de diverses analyses du cycle de vie ou de divers inventaires du cycle de vie **que lorsque les hypothèses et le contexte de chaque étude sont les mêmes** »

« En raison de la complexité propre à l'analyse du cycle de vie, **la transparence est un principe directeur** important dans la réalisation d'ACV, afin de garantir une bonne interprétation des résultats [...] l'ISO 14044 requiert une totale transparence »



Source: CIRAI.

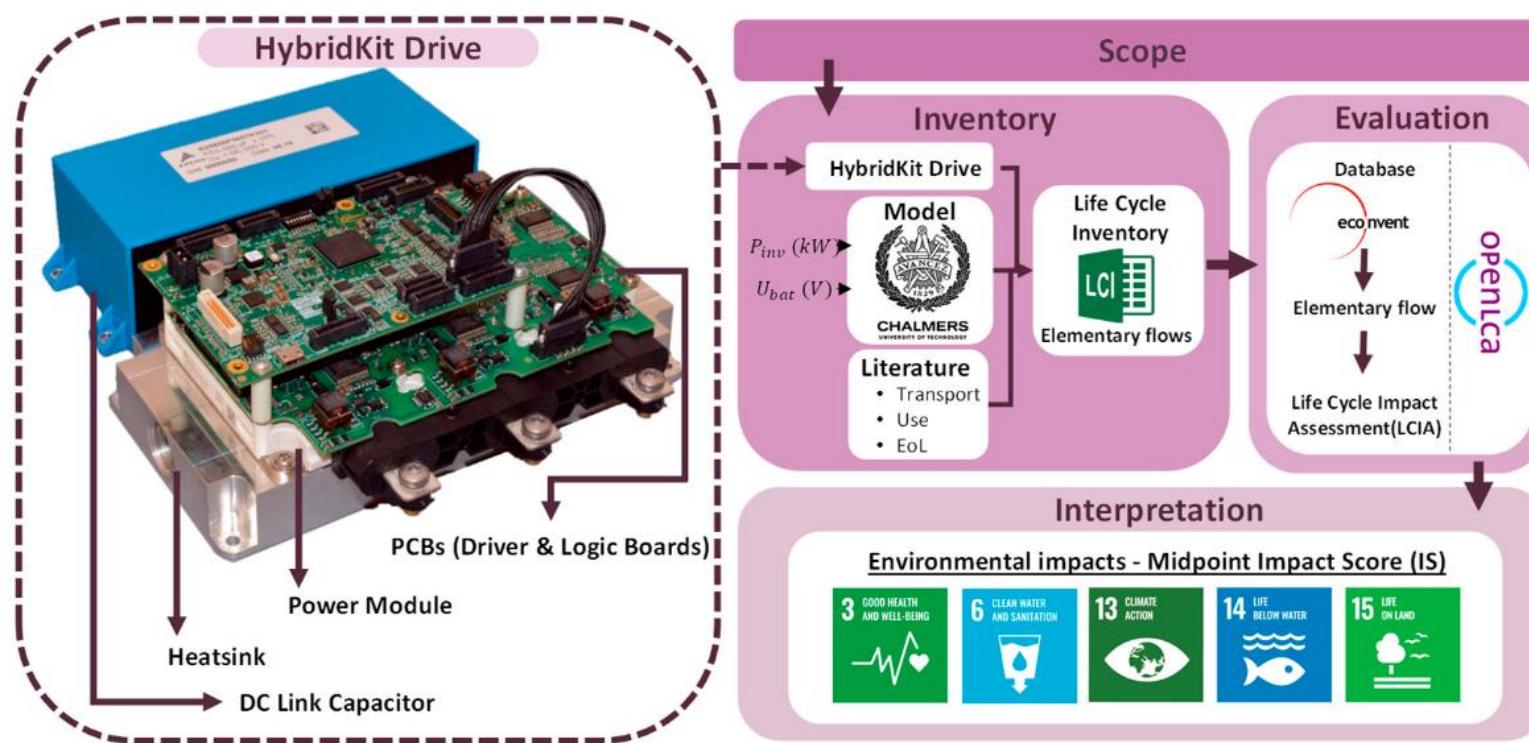
13/10/2025

Les systèmes sont comparés dans leur réponse à **une même fonction** pour tenir compte de leurs performances respectives

Les **frontières** des systèmes sont définies selon une base de comparaison commune appelé **unité fonctionnelle**

Les **conclusions et interprétations** peuvent être totalement différentes, pour un même produit, en fonction de l'**unité fonctionnelle choisie!**

Illustration des étapes (phase 1)



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>

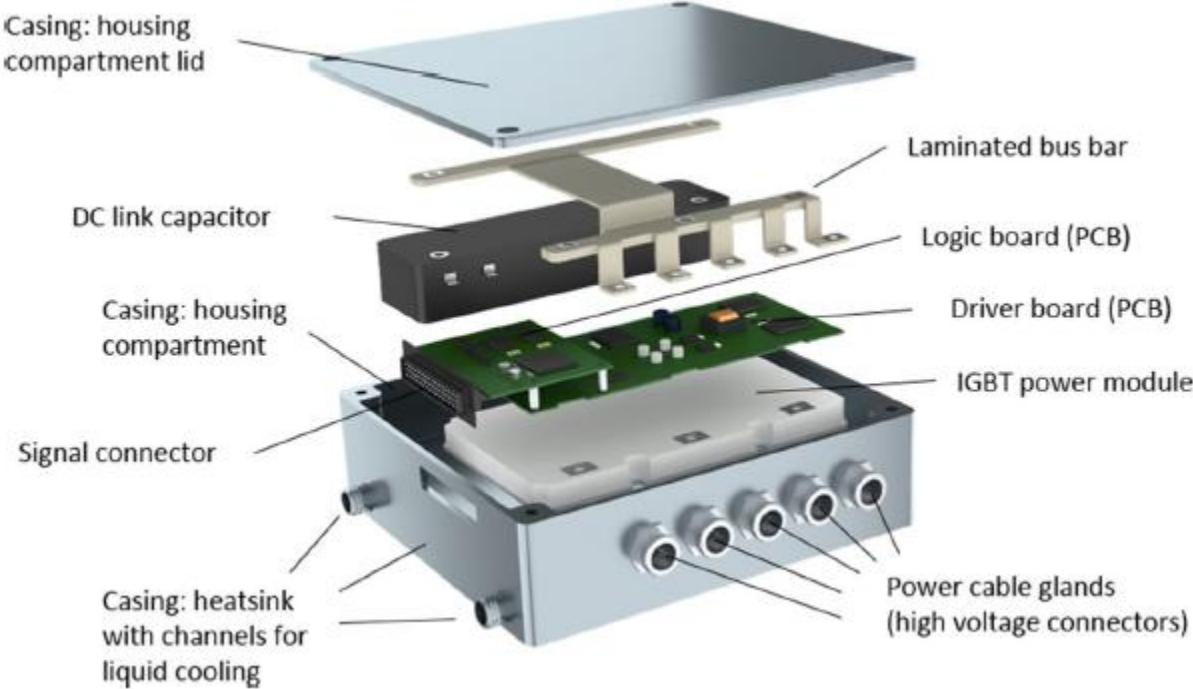
Unité fonctionnelle

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

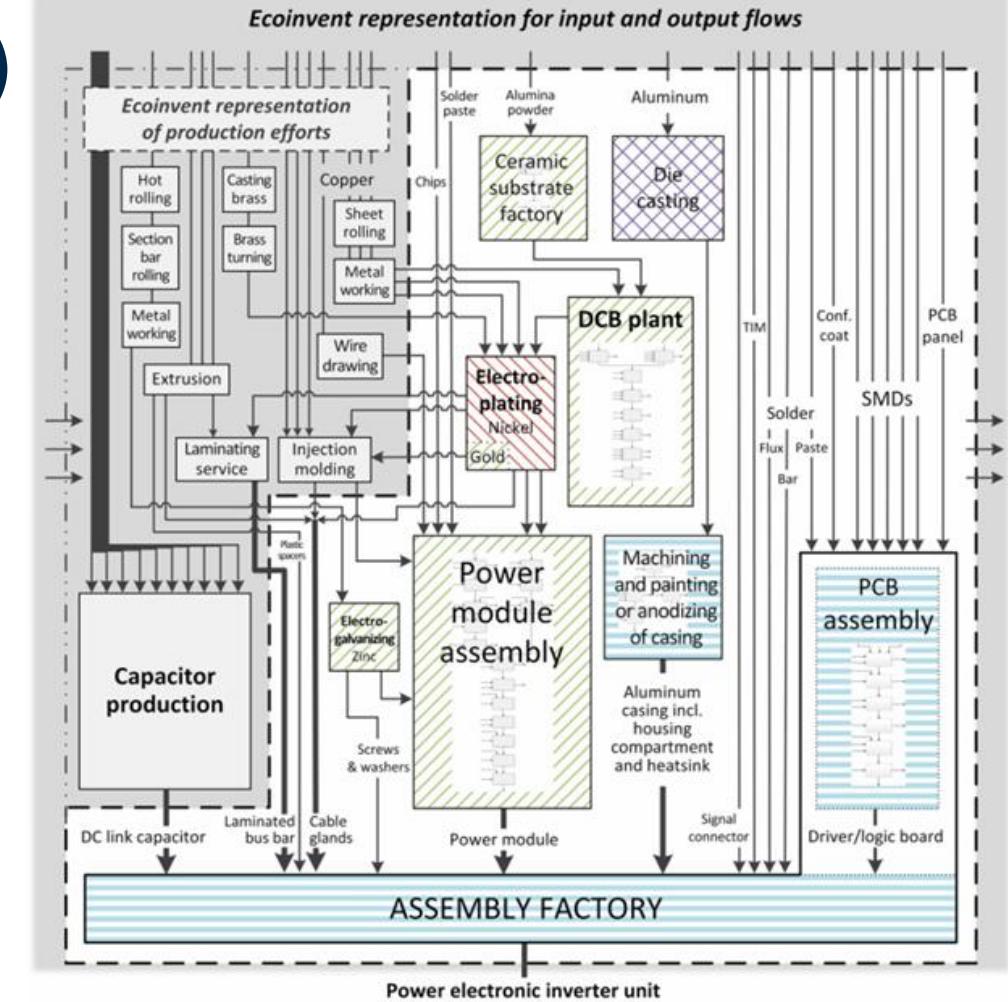
Ecotoxicity, freshwater	FET
Water use	WD
Eutrophication, freshwater	FE
Eutrophication, marine	ME
Acidification	TAP
Eutrophication, terrestrial	TE
Resource use, minerals, and metals	MRD
Land use	LU

Illustration des étapes (phase 2)



Nordelöf, A., Alatalo, M. & Söderman, M.L. **A scalable life cycle inventory of an automotive power electronic inverter unit—part I: design and composition.**
and

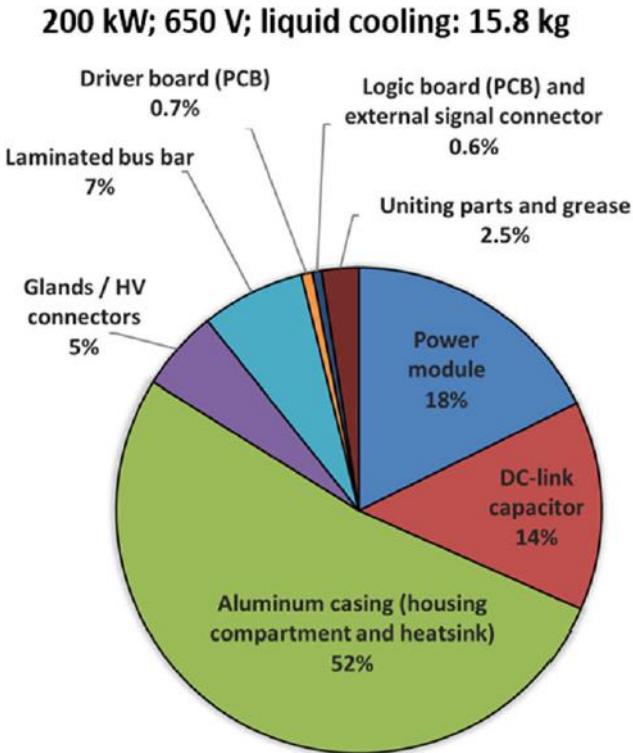
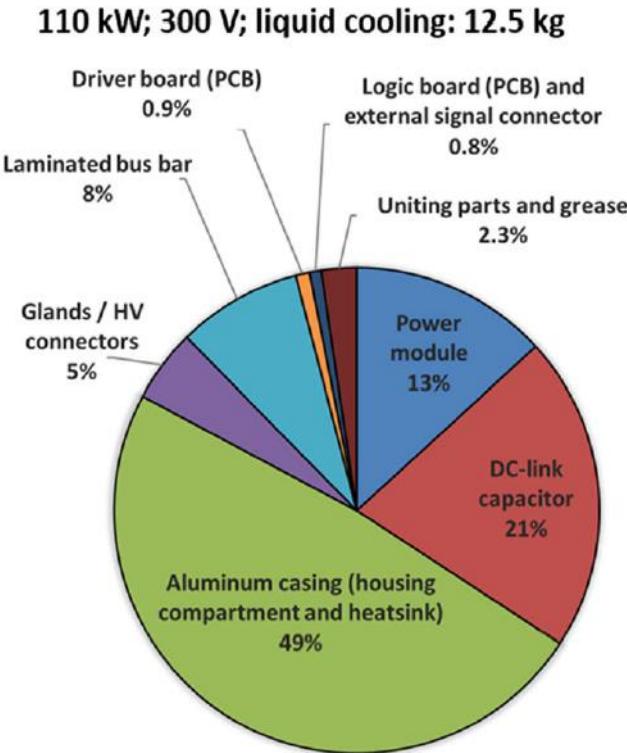
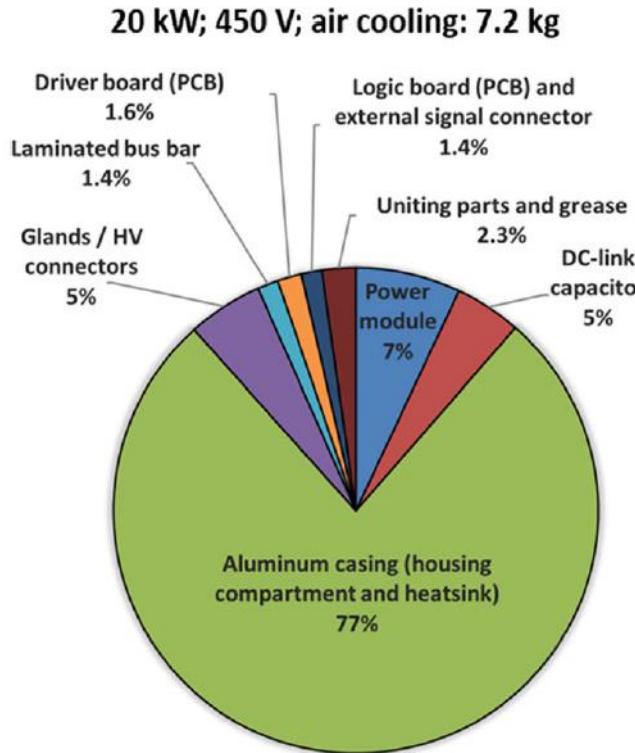
Nordelöf, A., Alatalo, M. & Söderman, M.L. **A scalable life cycle inventory of an automotive power electronic inverter unit—part II: manufacturing processes**



<https://filesender.renater.fr/?s=download&token=1b202495-c7ee-4bba-a9d6-c52afe11303c>

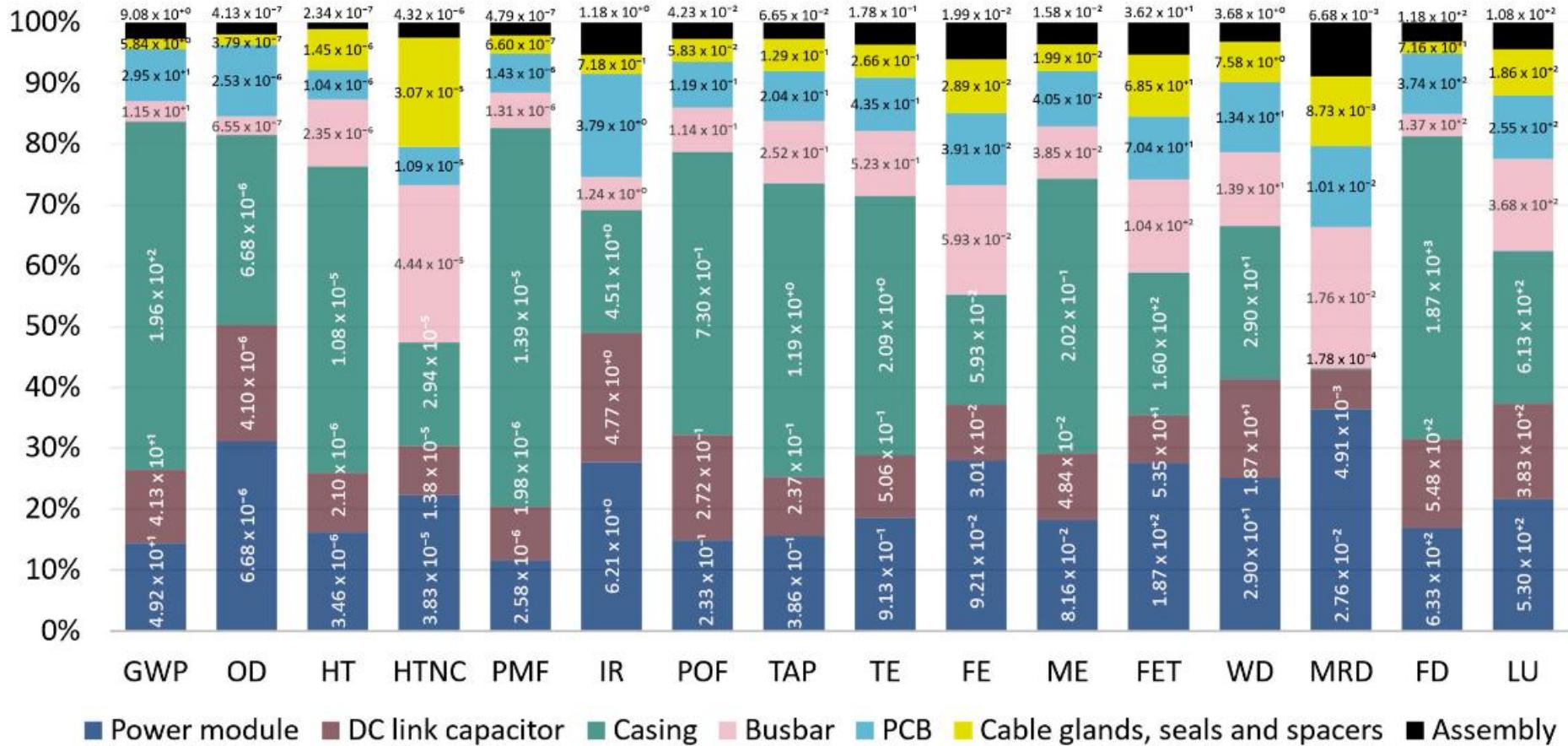
Les fichiers excel de ces inventaires sont téléchargeables à ce lien (durée limitée)

Illustration des étapes (phase 2)



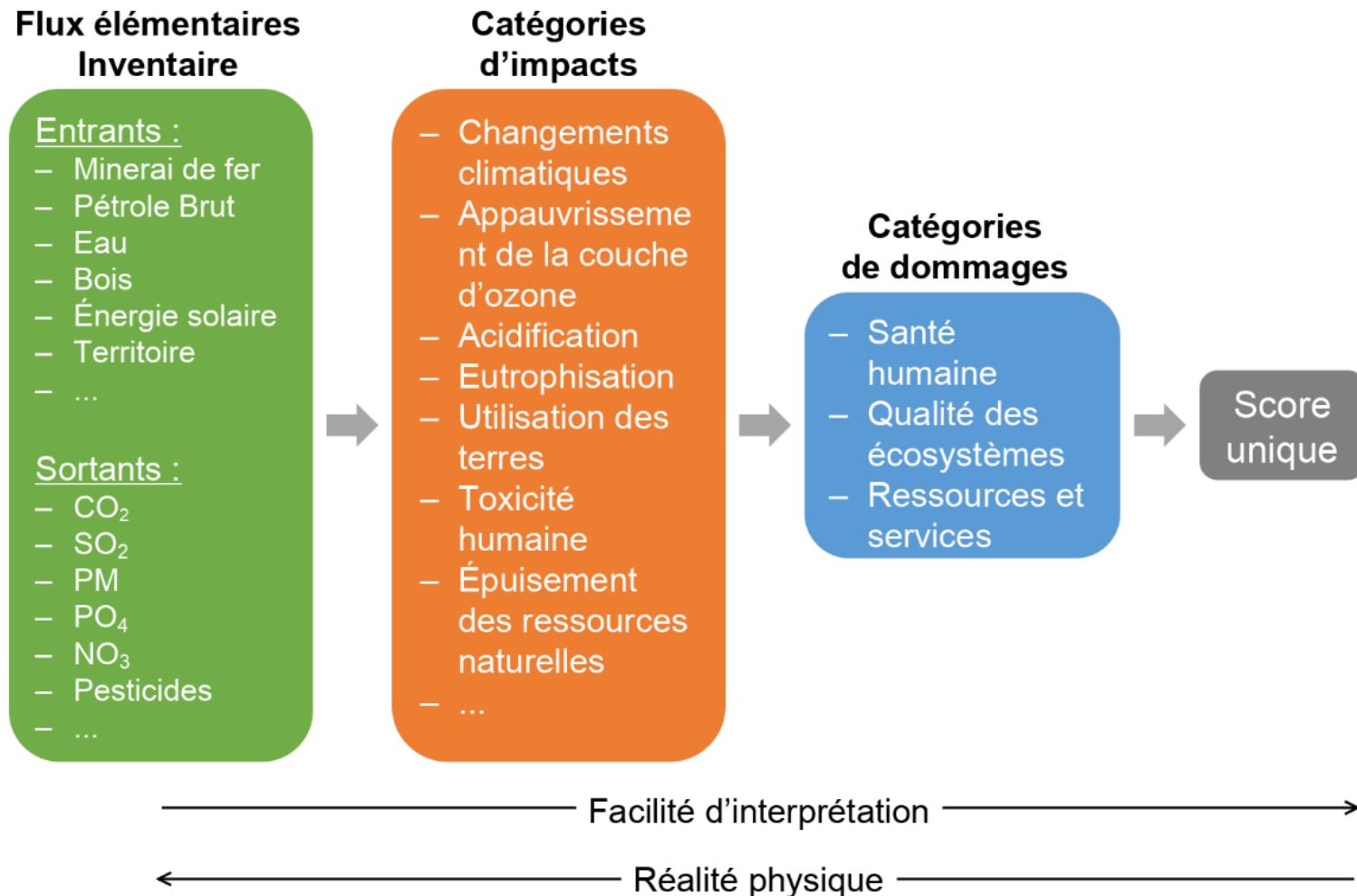
Passer du systèmes aux processus élémentaires – voir directement sur les fichiers excel

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)



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

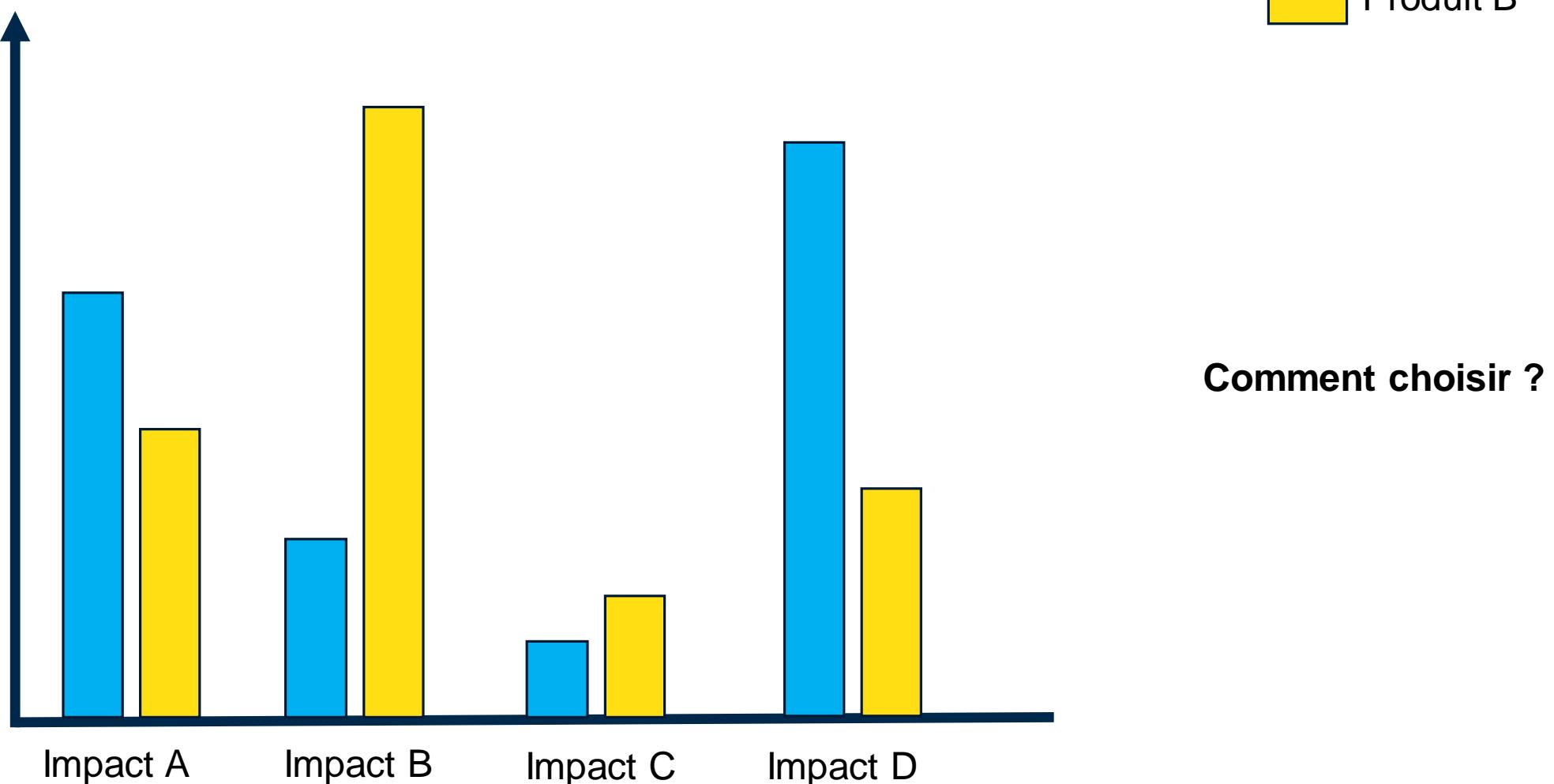
Facteur de pondération
Permet de comparer les impacts entre eux et d'aboutir à un score unique

Illustration des étapes (phase 3)

Catégories d'impact	Unité	NF (/personne)	WF (%)
Acidification	<u>mol H+</u> eq.	55,6	6,20
Changement climatique	<u>kg CO₂</u> eq.	7550	21,06
Ecotoxicité de l'eau douce	<u>CTUe</u>	56700	1,92
Particules fines	<u>disease</u> incidences	5,95.10 ⁻⁴	8,96
Eutrophisation en eau douce	<u>kg P</u> eq.	1,61	2,80
Eutrophisation marine	<u>kg N</u> eq.	19,5	2,96
Eutrophisation terrestre	<u>mol N</u> eq.	177	3,71
Toxicité humaine cancérogène	<u>CTUh</u>	1,73.10 ⁻⁵	2,13
Toxicité humaine non cancérogène	<u>CTUh</u>	1,29.10 ⁻⁴	1,84
Radiation ionisante	<u>kBq U235</u> eq.	4220	5,01
Usage des terres	<u>pt</u>	819000	7,94
Appauvrissement de la couche d'ozone	<u>kg CFC-11</u> eq.	0,0523	6,31
Formation photochimique d'ozone	<u>kg NMVOC</u> eq.	40,9	4,78
Epuisement des ressources énergétiques non renouvelables	<u>MJ</u>	65000	8,32
Epuisement des ressources minérales non renouvelables	<u>kg Sb</u> eq.	0,0636	7,55
Epuisement des ressources en eau	<u>m³ world</u> eq. of deprived water	11500	8,51

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

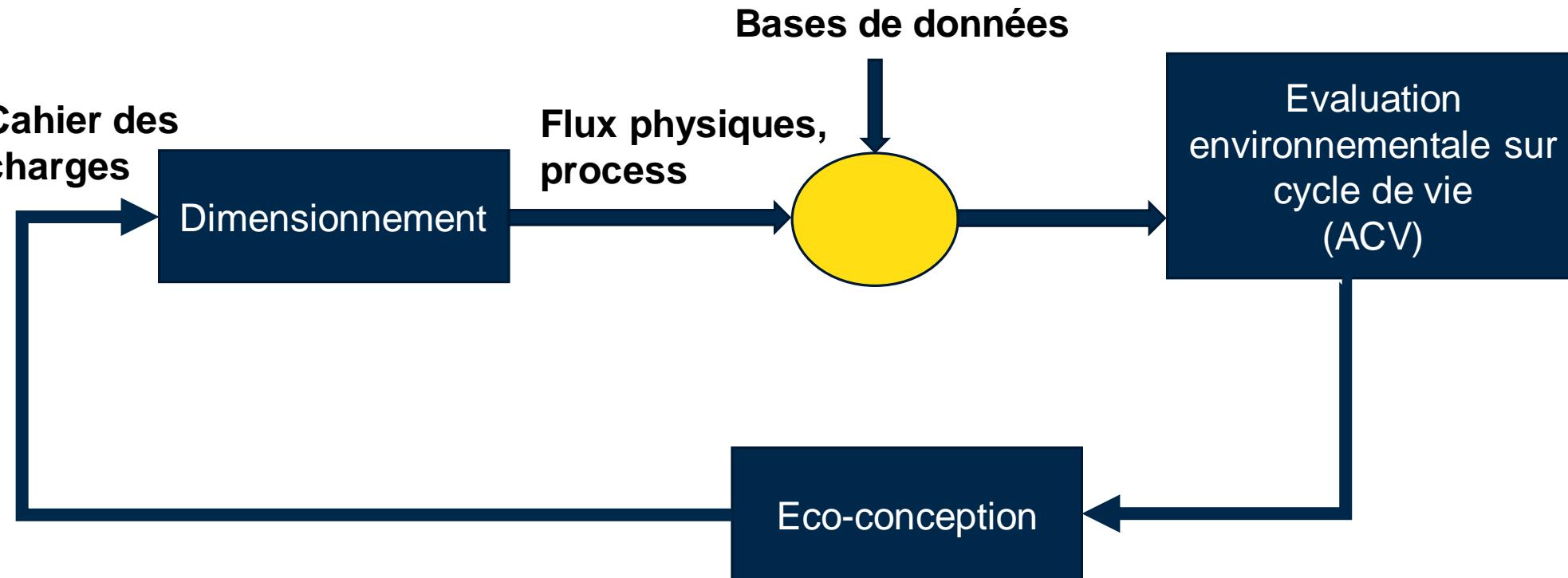
Illustration des étapes (étape 4)



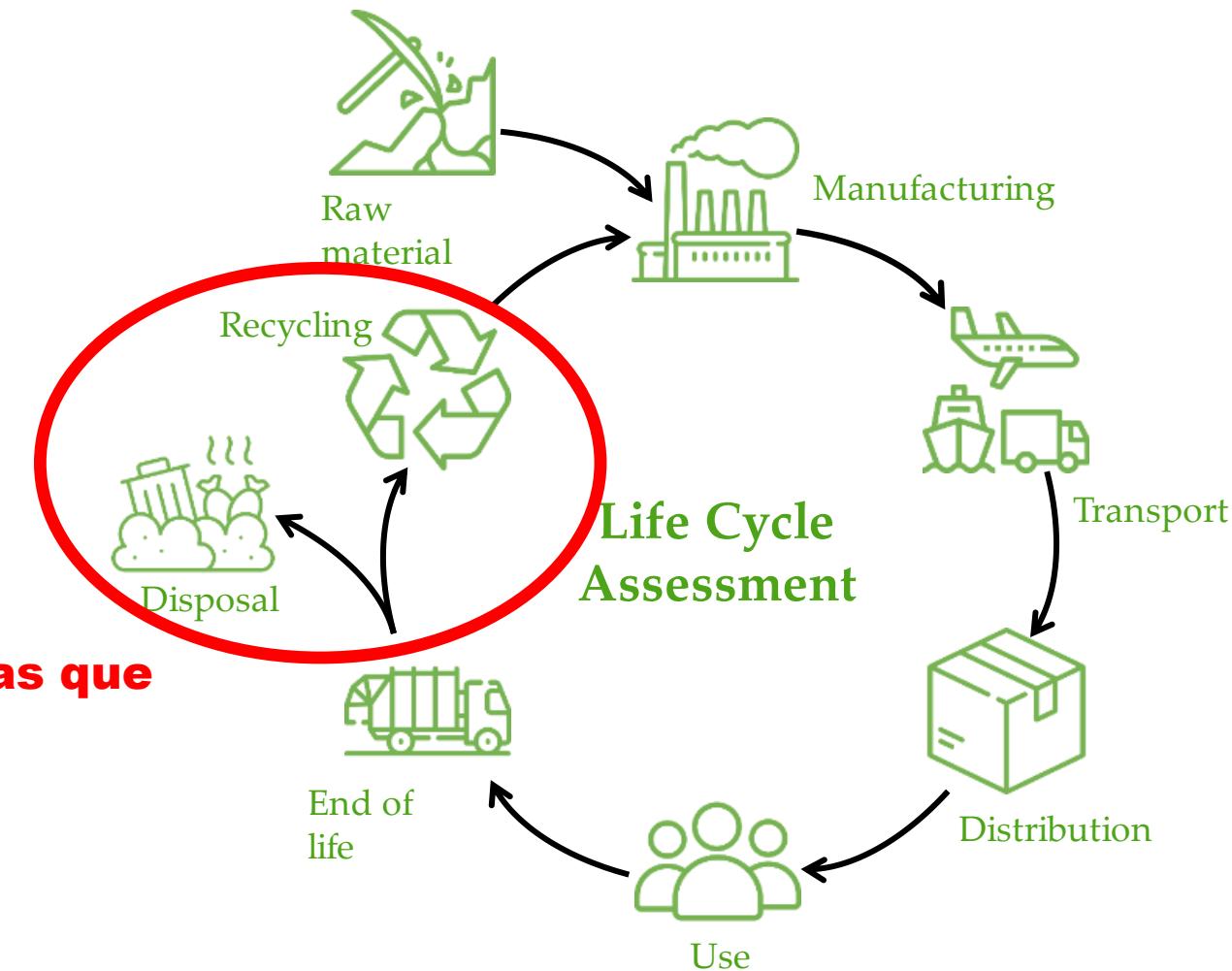
De l'Analyse du Cycle de Vie à l'Eco-conception

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 – Reparer

R5 – Rénover (pour une même fonction)

R6 – Reconditionner (utiliser des pièces d'un produit jeté dans un nouveau produit avec une fonction identique)

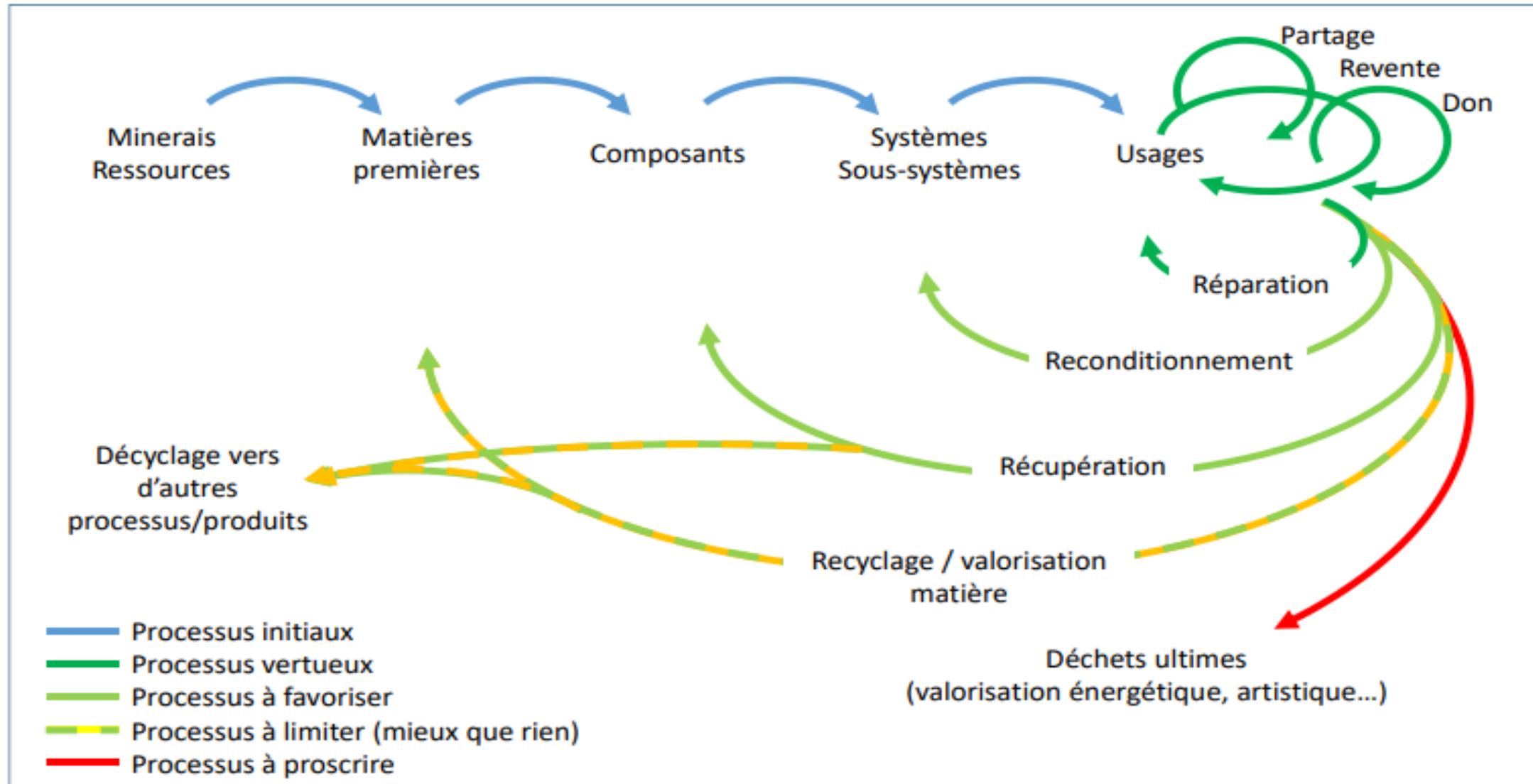
R7 – Repurpose (comme R6 avec une fonction différente)

Récupération énergétique et/ou matériaux

R8 – Recycler

R9 – Revaloriser

Economie circulaire



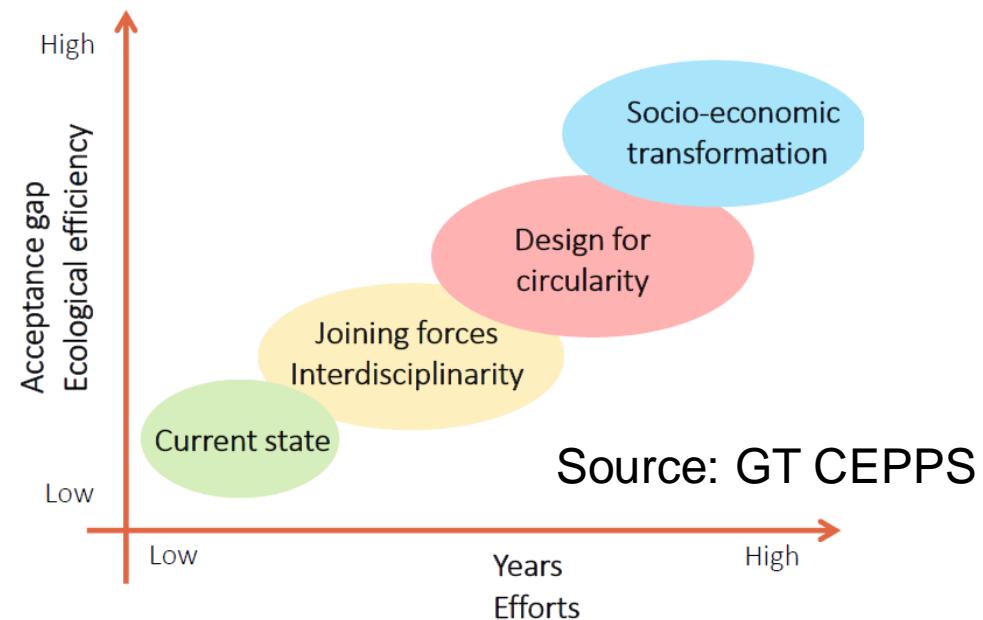
Transferts d'impact et effets rebonds

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)

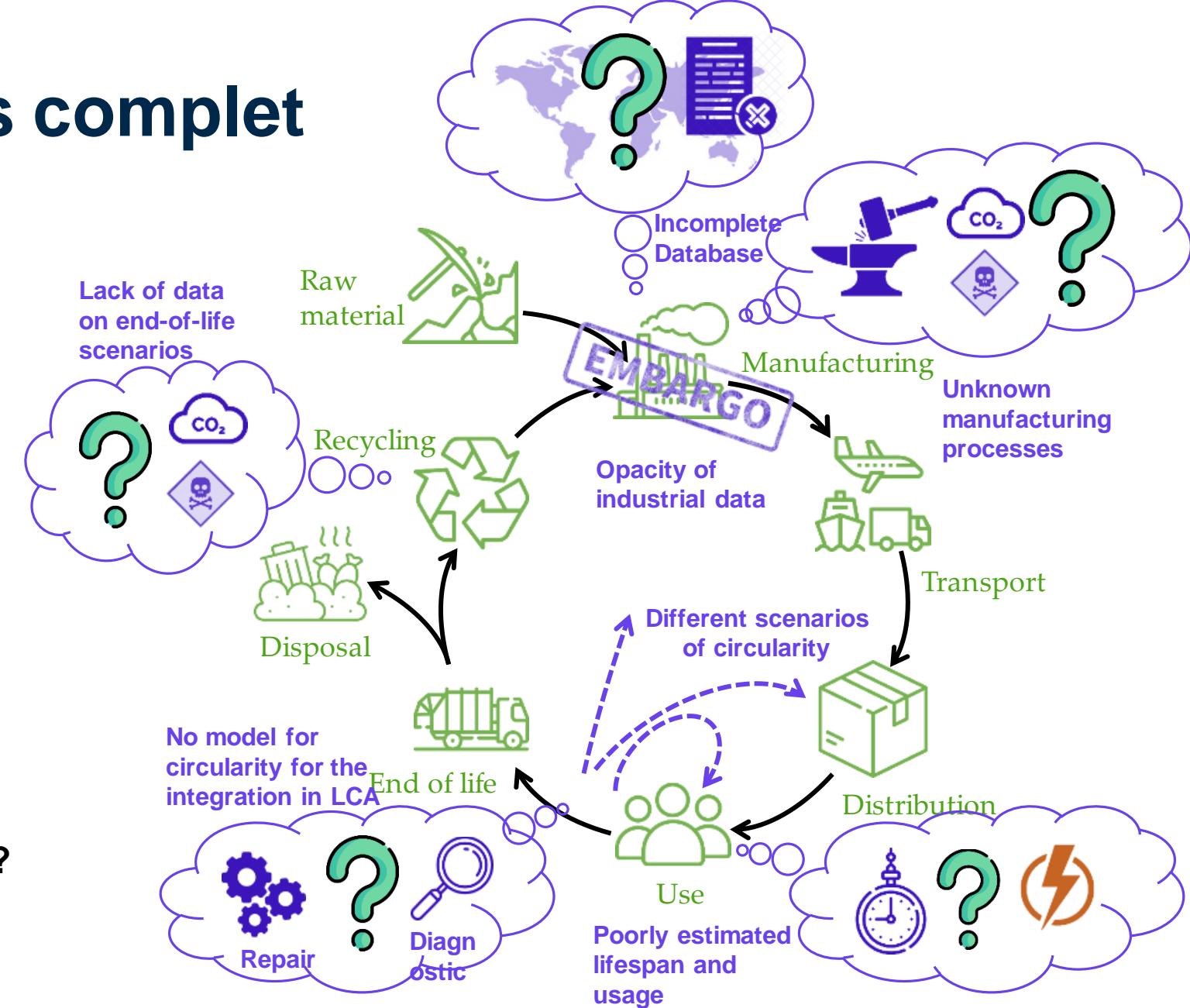


Un schéma plus complet

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					

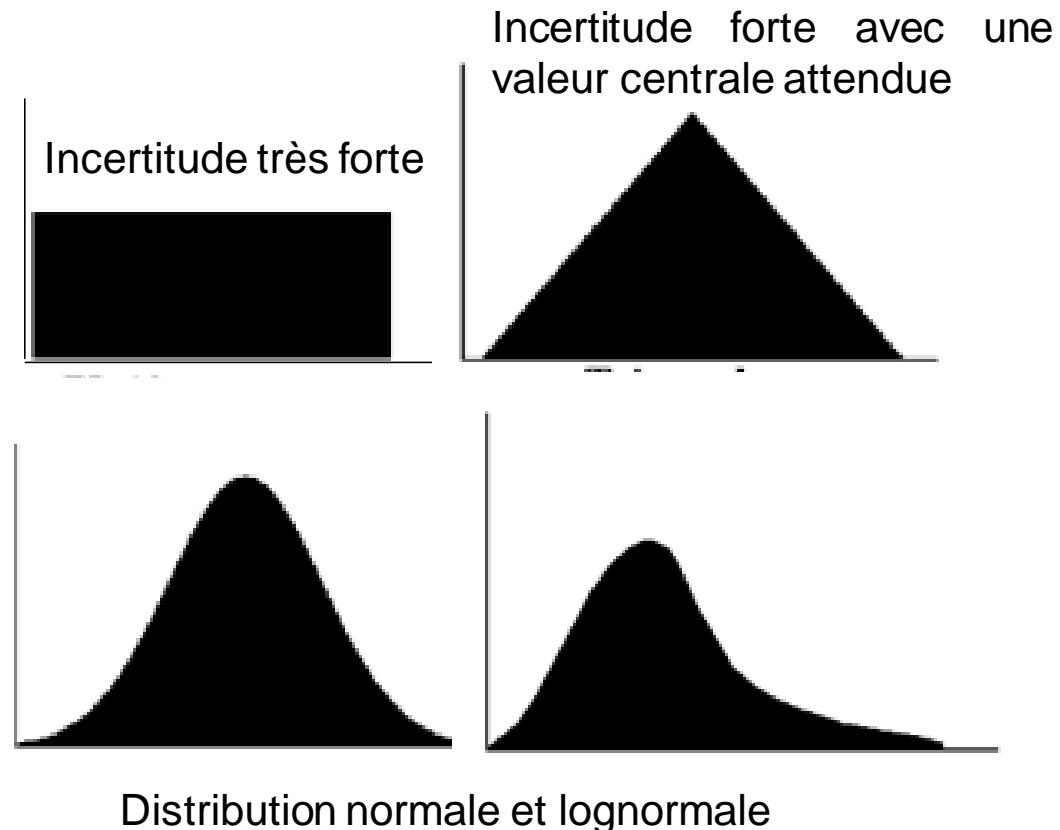
L'approche par distribution



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

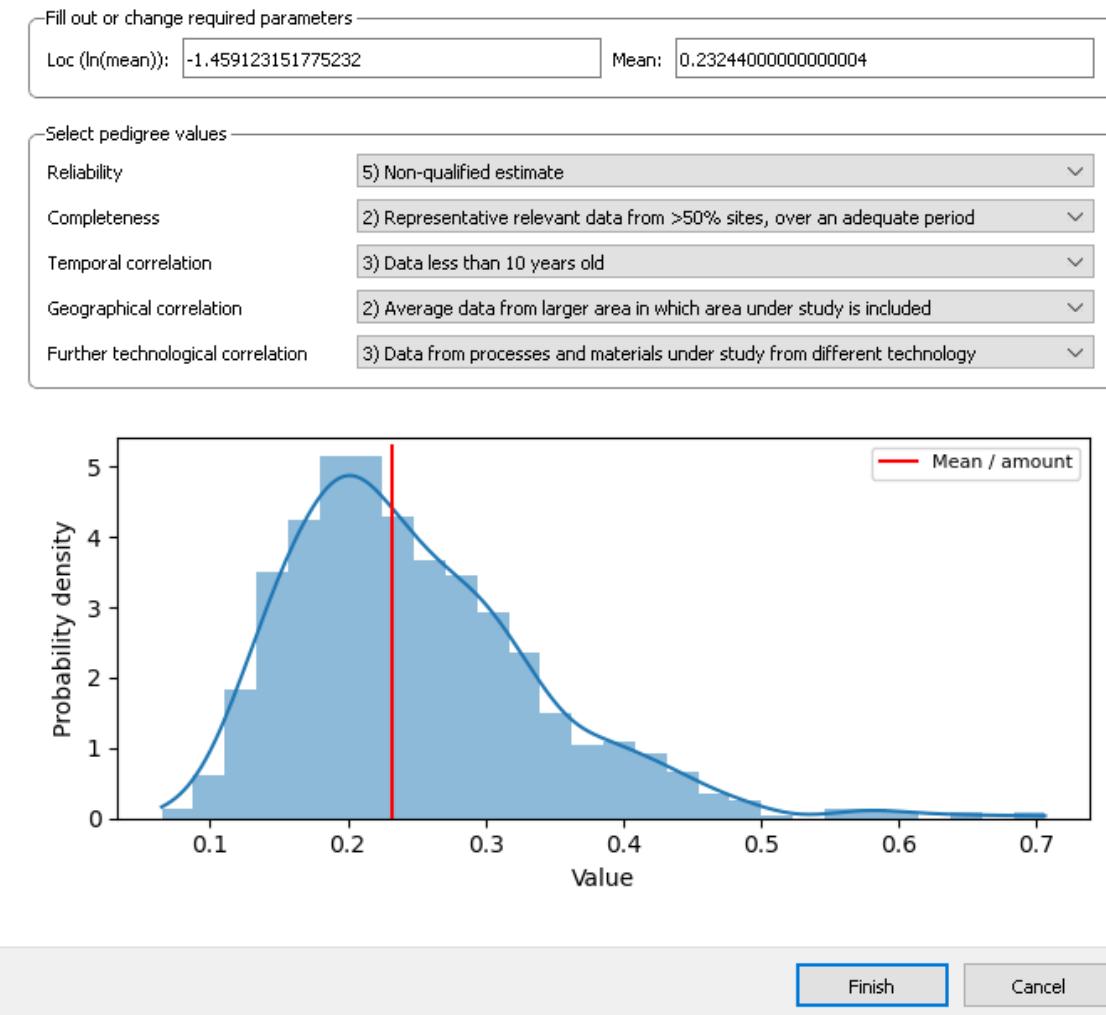
Dans le logiciel Brightway2, par exemple on a *uniform, normal, lognormal, triangular, bernoulli, discrete uniform, weibull, gamma, bete, generalized extreme value, student's T*



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

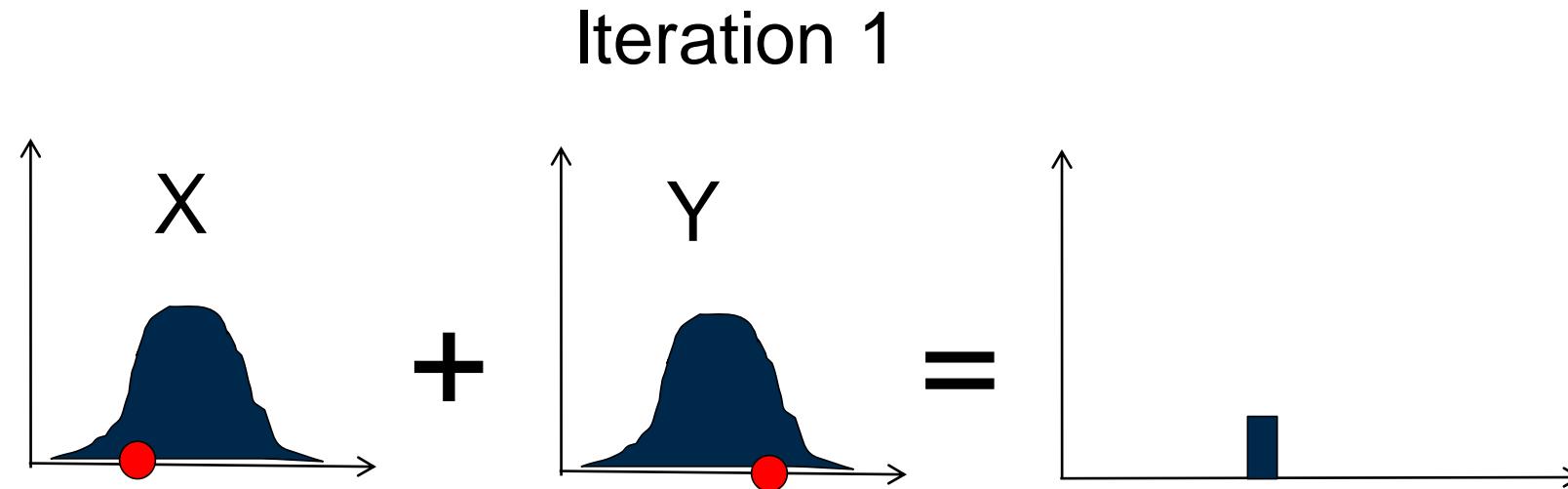
- *Fiabilité de la donnée (issue de mesure ou d'estimation)*
- *La complétude de la donnée (donnée spécifique ou non)*
- *L'âge de la donnée (2 ans, 10 ans, on ne sait pas ?)*
- *La zone géographique (la donnée est-elle adaptée au pays pour laquelle elle est utilisée)*
- *La représentativité de la donnée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



La prise en compte des incertitudes

Analyse de Monte-Carlo

Soit 2 données X et Y dans notre ACV

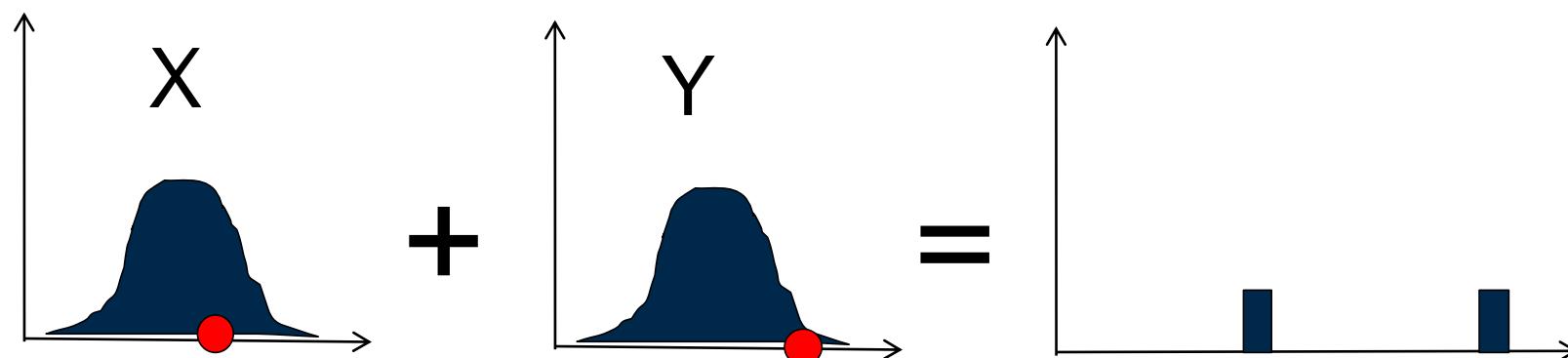


La prise en compte des incertitudes

Analyse de Monte-Carlo

Soit 2 données X et Y dans notre ACV

Iteration 2

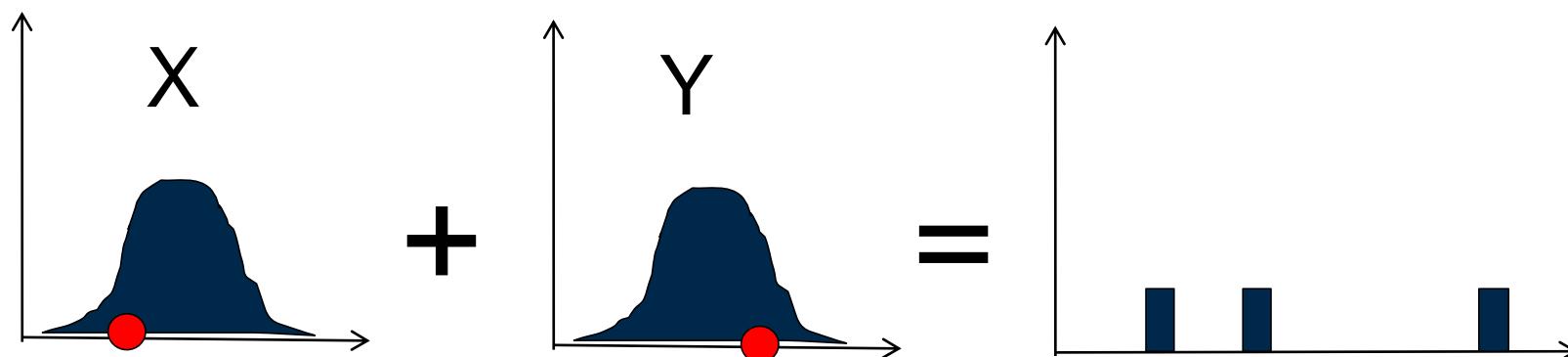


La prise en compte des incertitudes

Analyse de Monte-Carlo

Soit 2 données X et Y dans notre ACV

Iteration 3

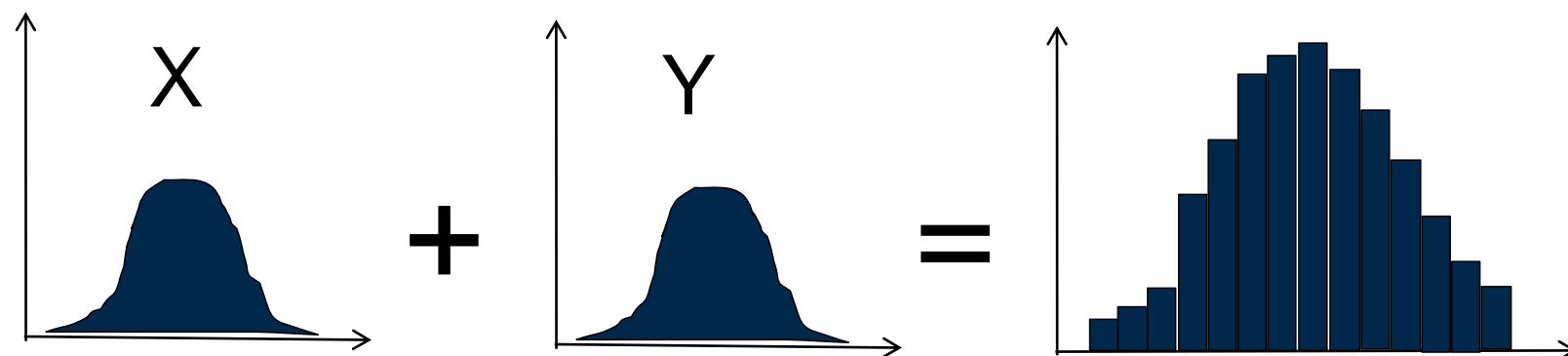


La prise en compte des incertitudes

Analyse de Monte-Carlo

Soit 2 données X et Y dans notre ACV

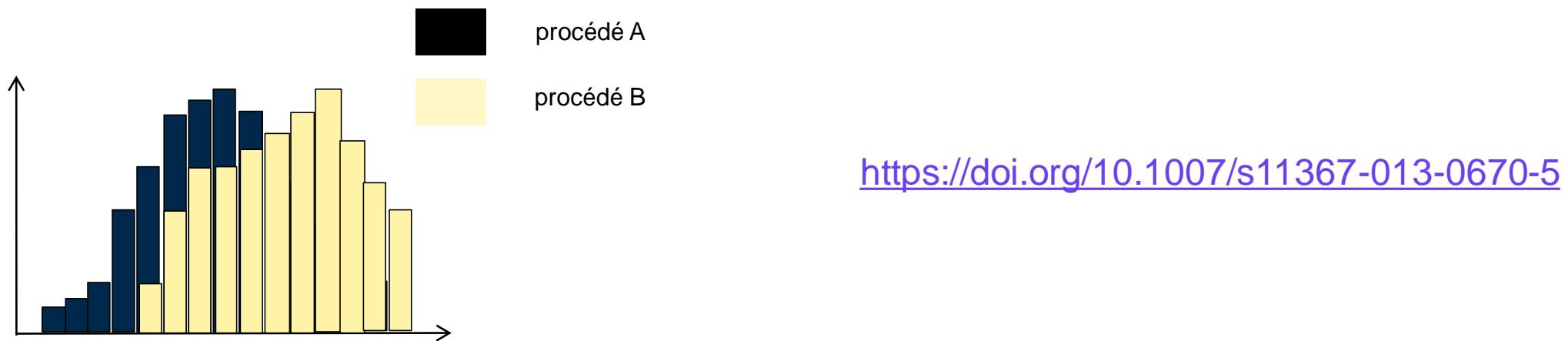
Iteration 1000



La prise en compte des incertitudes

Analyse de Monte-Carlo

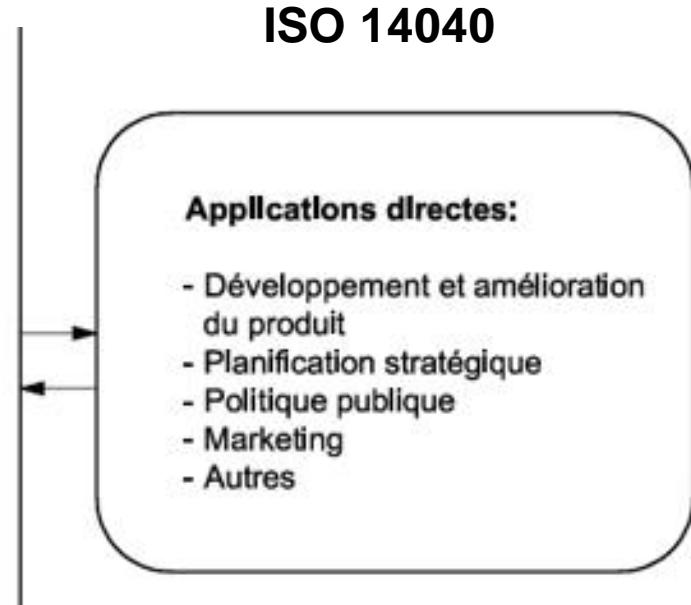
On peut ainsi comparer non plus les valeurs déterministes de nos procédés, mais les profils de résultats (dans X% des cas, mon procédé A est meilleur que mon procédé B)



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 influer sur les choix de modélisation, les hypothèses, ... et influer 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 -](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 LicenceDOI: [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

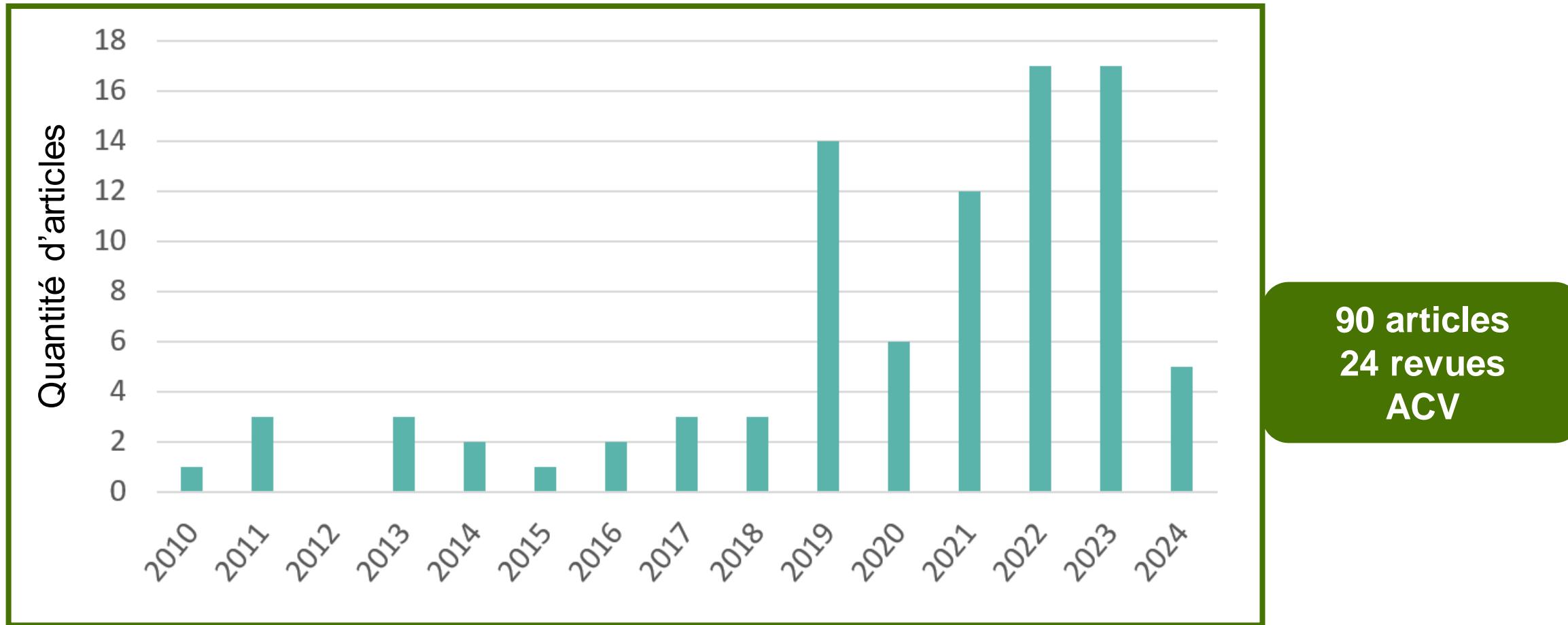
	openLCA	GaBi	SimaPro	brigthway2
Prix	😊	😊	😊	😊
Facilité d'utilisation	😐	😐	😐	😐😊
Rapidité de calcul	😊	😐	😐	😊😊
Analyse d'incertitude – Arrière-plan	😊	😊	😊	😊😊
Analyse d'incertitude – Avant-plan	😊	😊	😊	😊😊
Régionalisation	😐	😊	😐	😐
Analyse/Interprétation	😊😊	😊😊	😊	😐
Import/export données provenant de différentes bases de données	😊	😊	😊	😊
Partage modèles	😊	😐	😐	😊
Possibilité d'adaptation et d'innovation	😊	😊	😊	😊😊

Source – CIRAI

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.

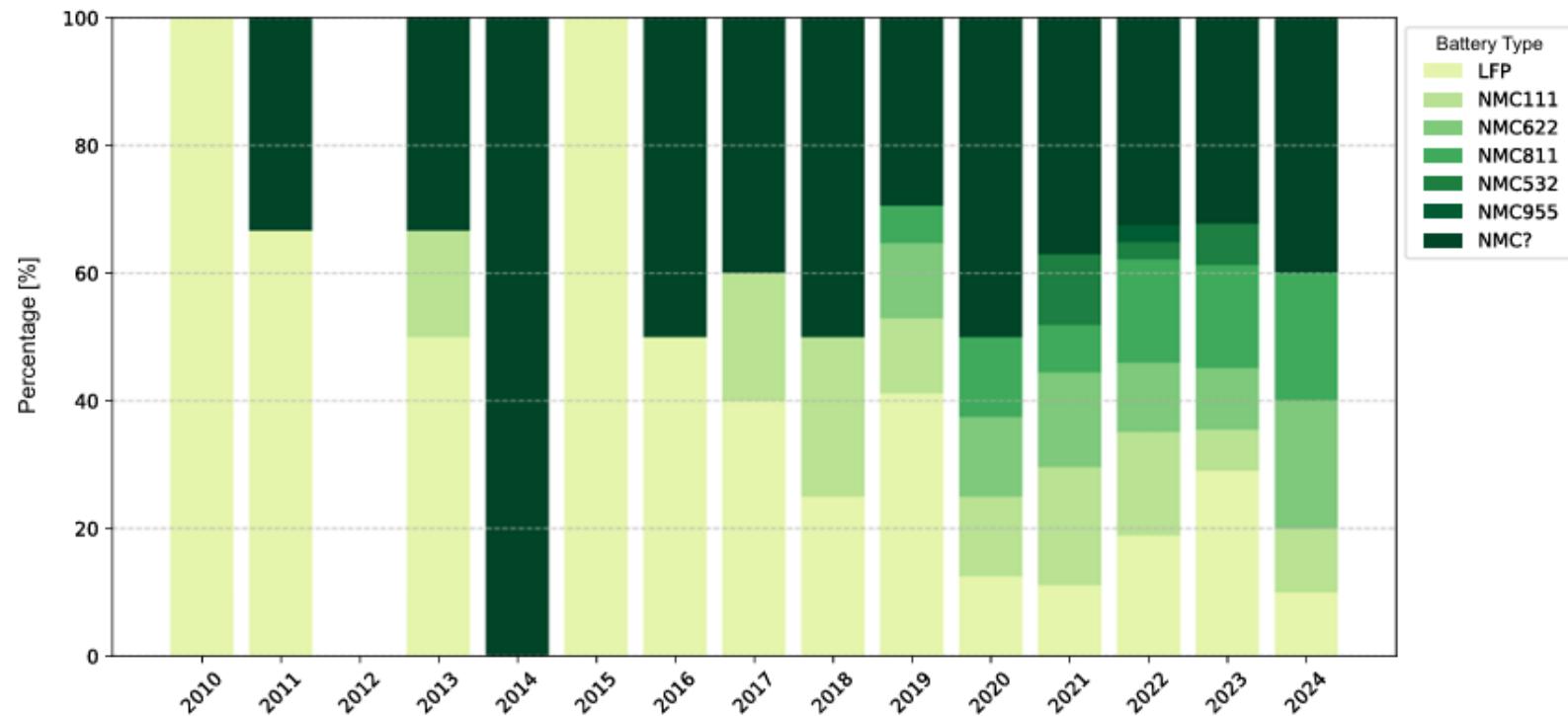
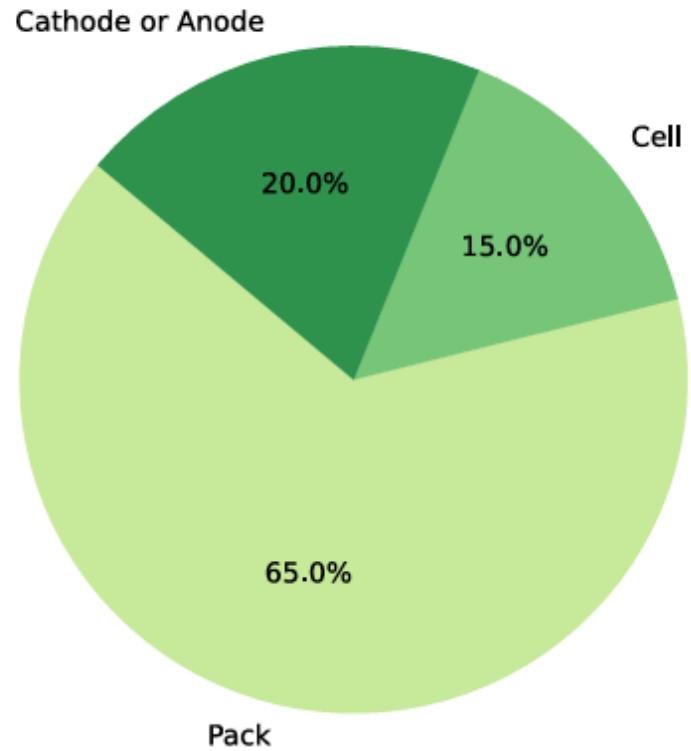
SimaPro et GaBi sont majoritairement utilisés dans l'industrie. Brigthway2 est plus adapté au domaine de la recherche

Cas des batteries Li-ion

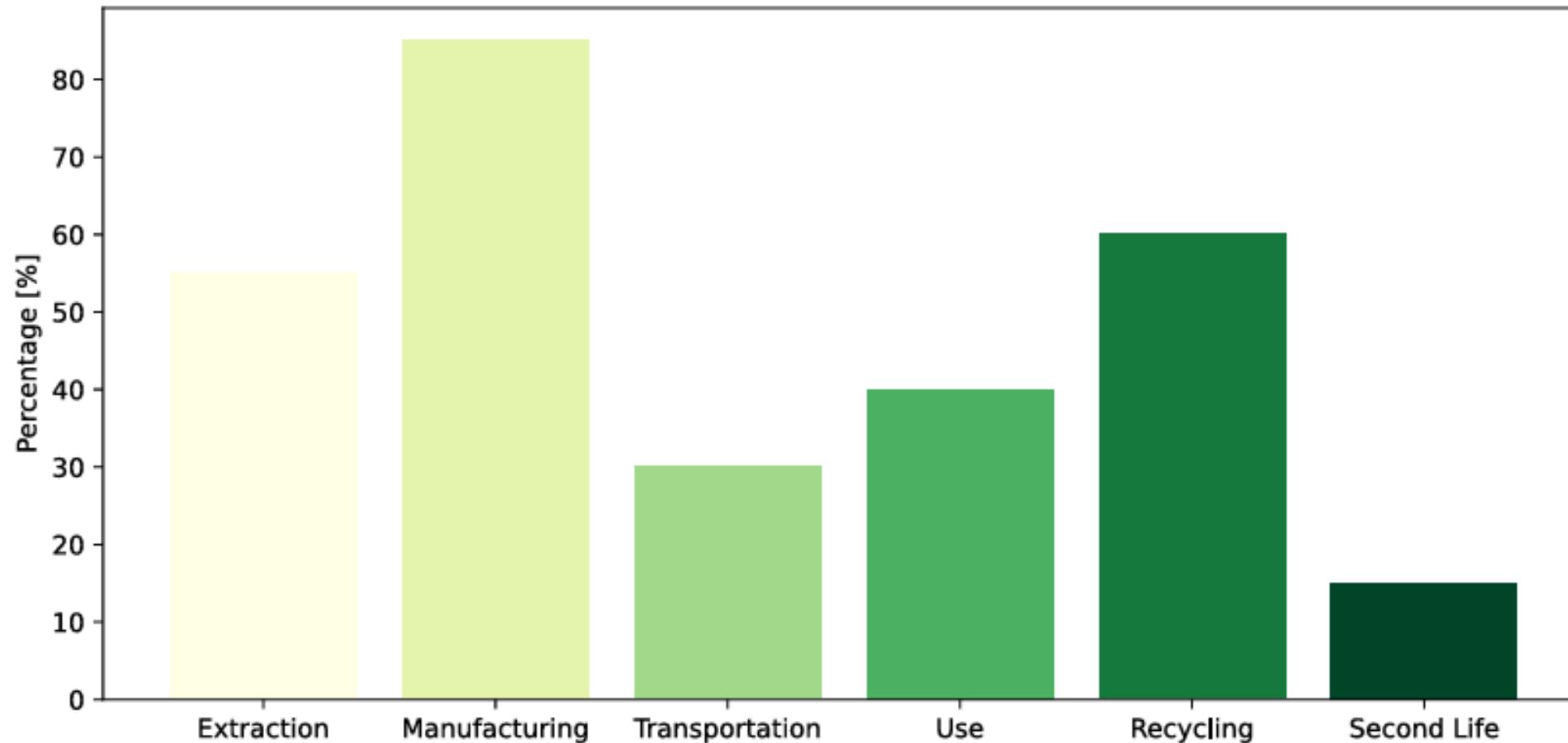


M. Gillet, H. Helbling, A. Sari, **State of art on the sustainability of Li-ion batteries for electric mobility**, Journal of Energy Storage, 2025,
<https://doi.org/10.1016/j.est.2025.118631> (lien d'accès gratuit temporaire - <https://authors.elsevier.com/a/1lvp3,rUrFxnBa>)

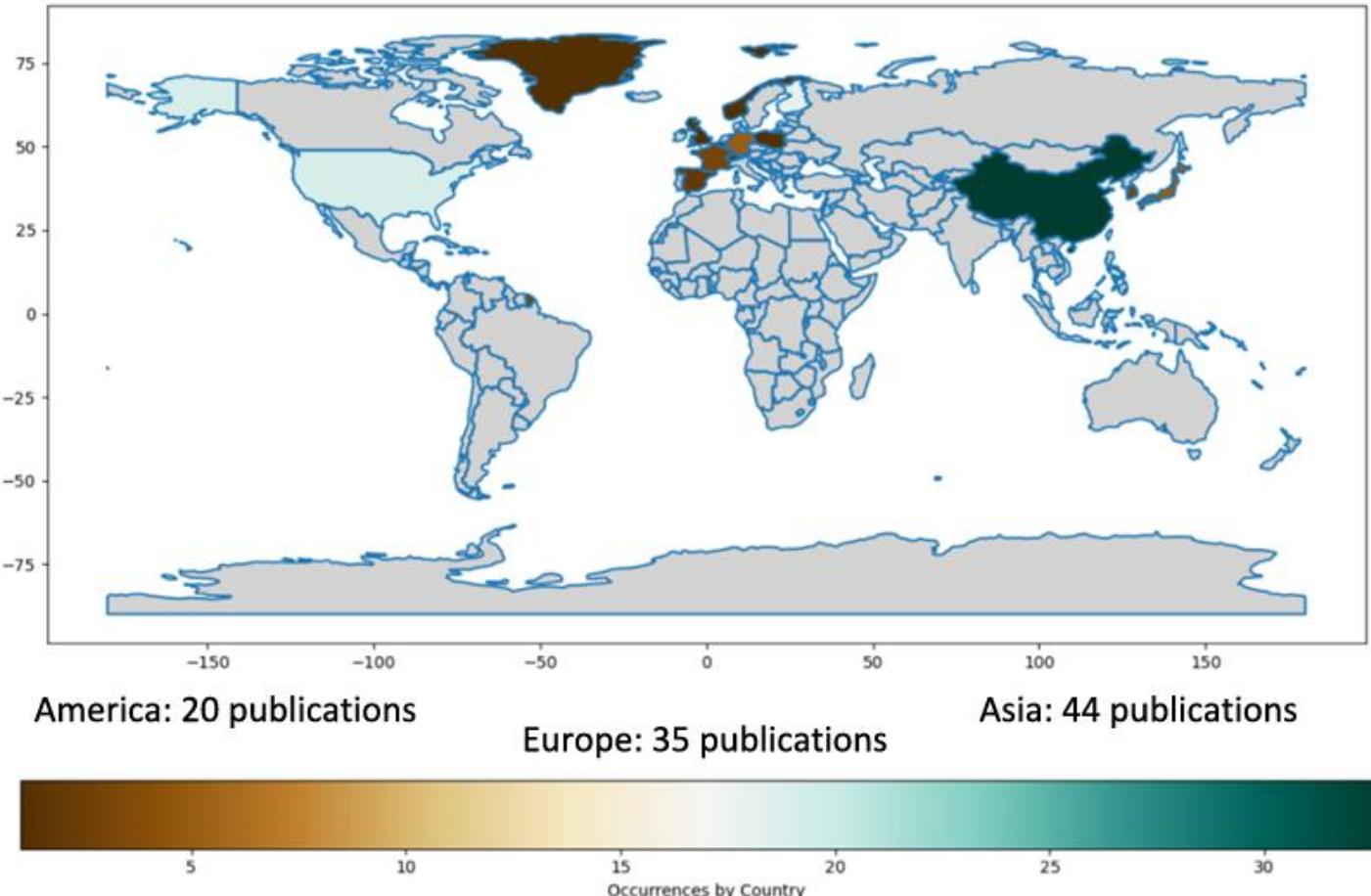
Cas des batteries Li-ion



Cas des batteries Li-ion

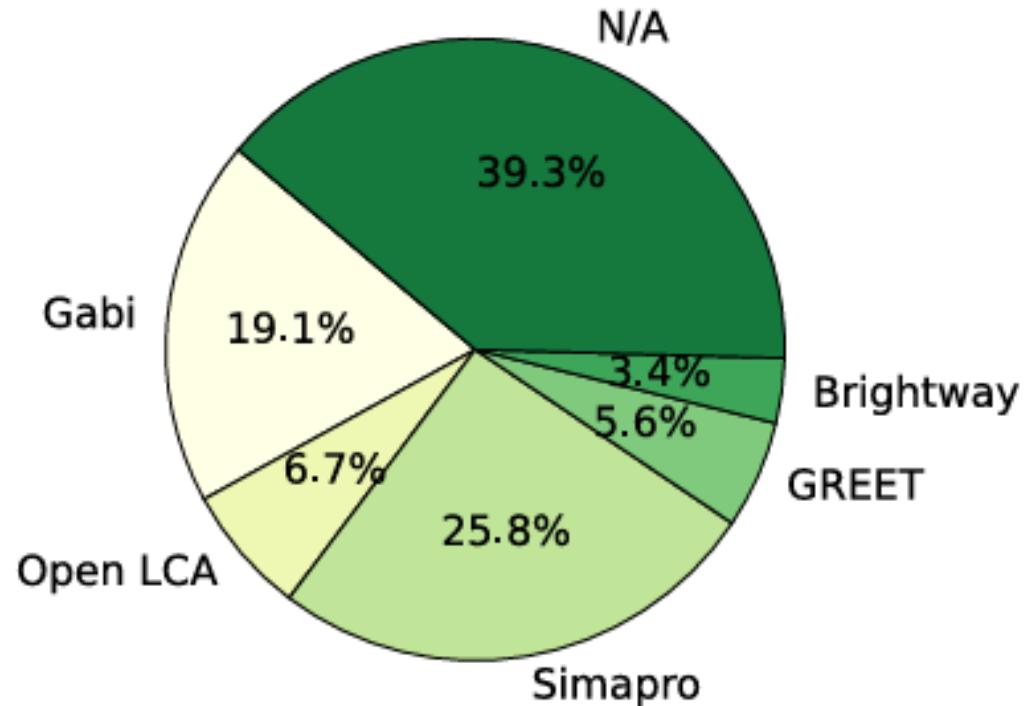


Cas des batteries Li-ion



Pays considérés pour la phase de fabrication

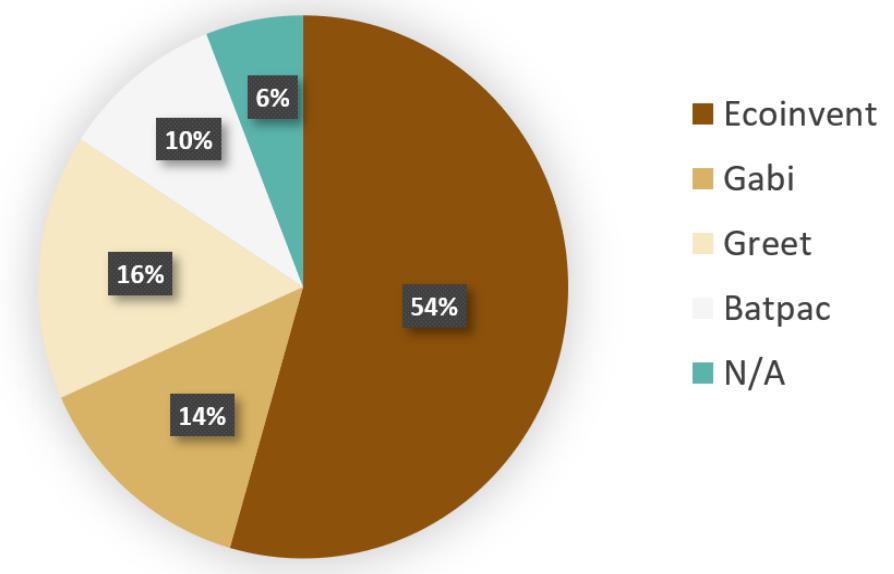
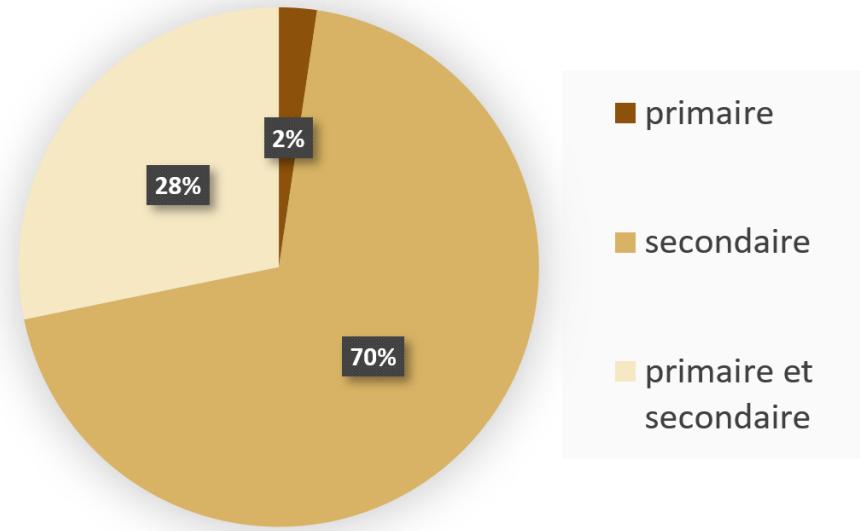
Cas des batteries Li-ion



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

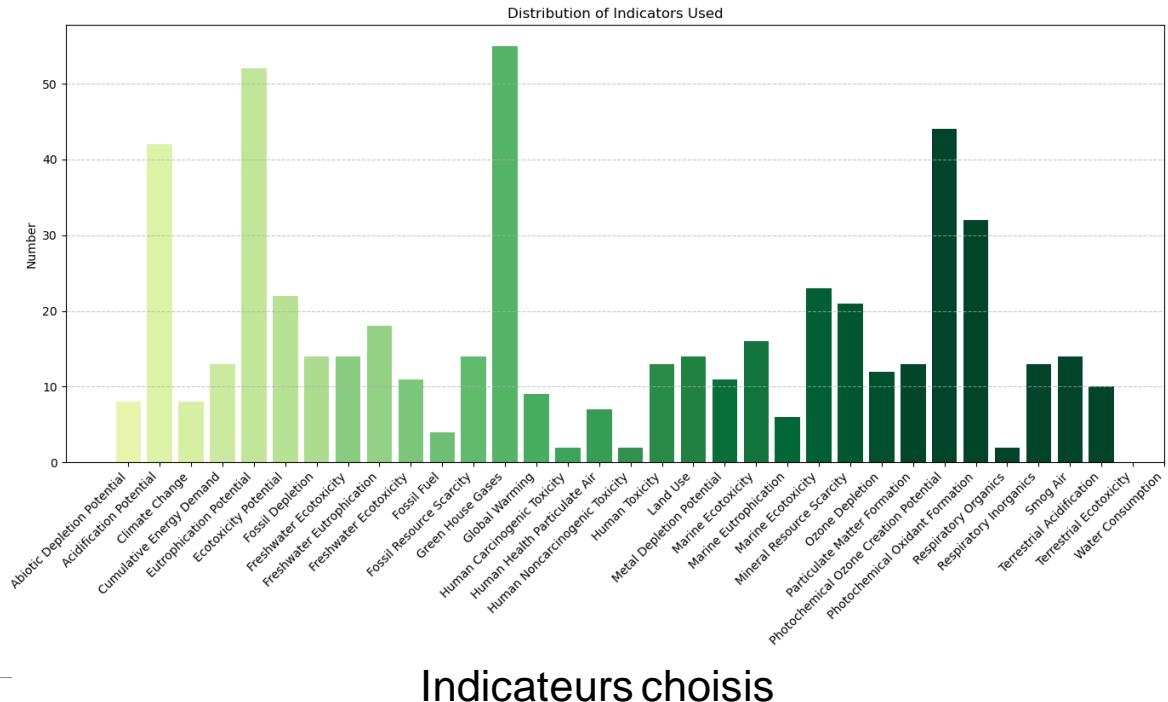
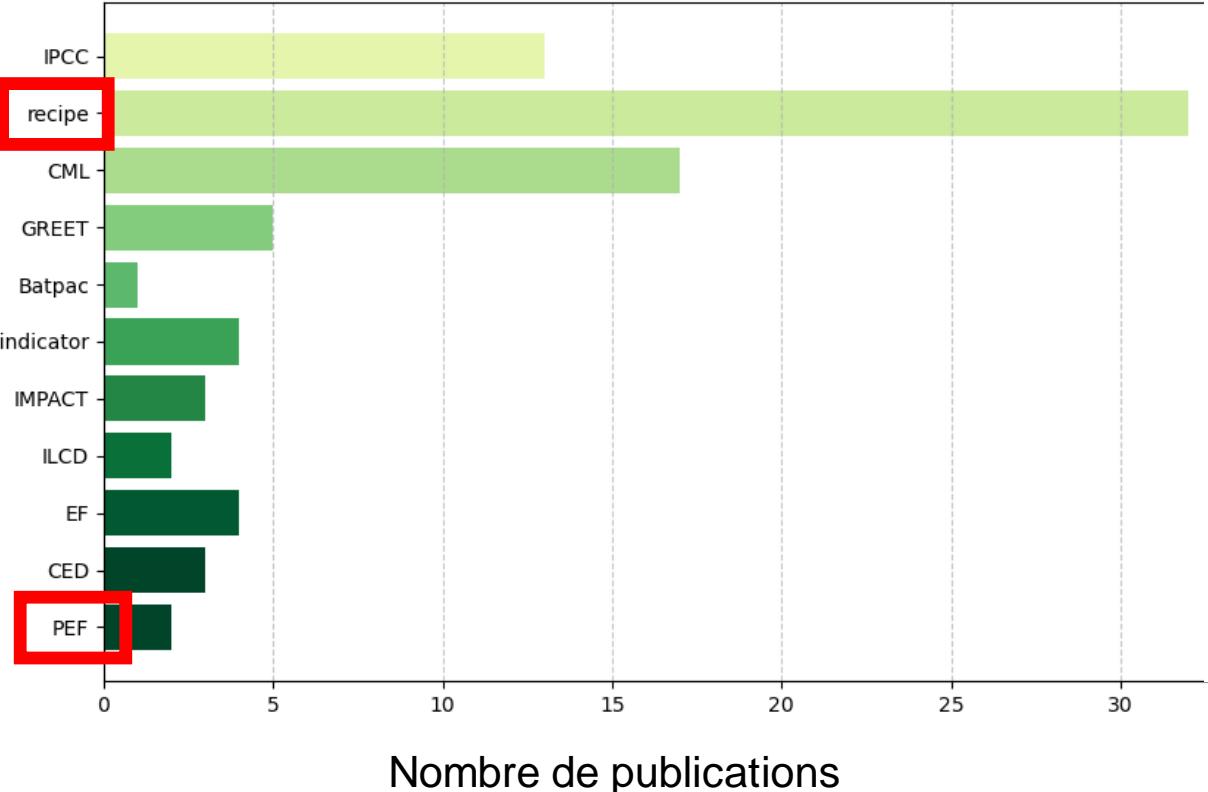


- Les données, quand elles existent et sont accessibles, peuvent être :
 - Obsolètes, incertaines, inadaptées, difficilement vérifiables ou compréhensibles,
 - D'une version Ecoinvent à l'autre : écarts allant jusqu'à 283 %* sur les résultats d'ACV

*Data implementation matters: Effect of software choice and LCI database evolution on a comparative LCA study of permanent magnets - Miranda Xicotencatl - 2023 - Journal of Industrial Ecology - Wiley Online Library n.d.

Cas des batteries Li-ion

Méthodes de calcul utilisées



Indicateurs choisis

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 **vieillissement** 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 (kgCO2eq)
J. Šimaitis et al., 2023	90
E. Kallitsis et al., 2022	170

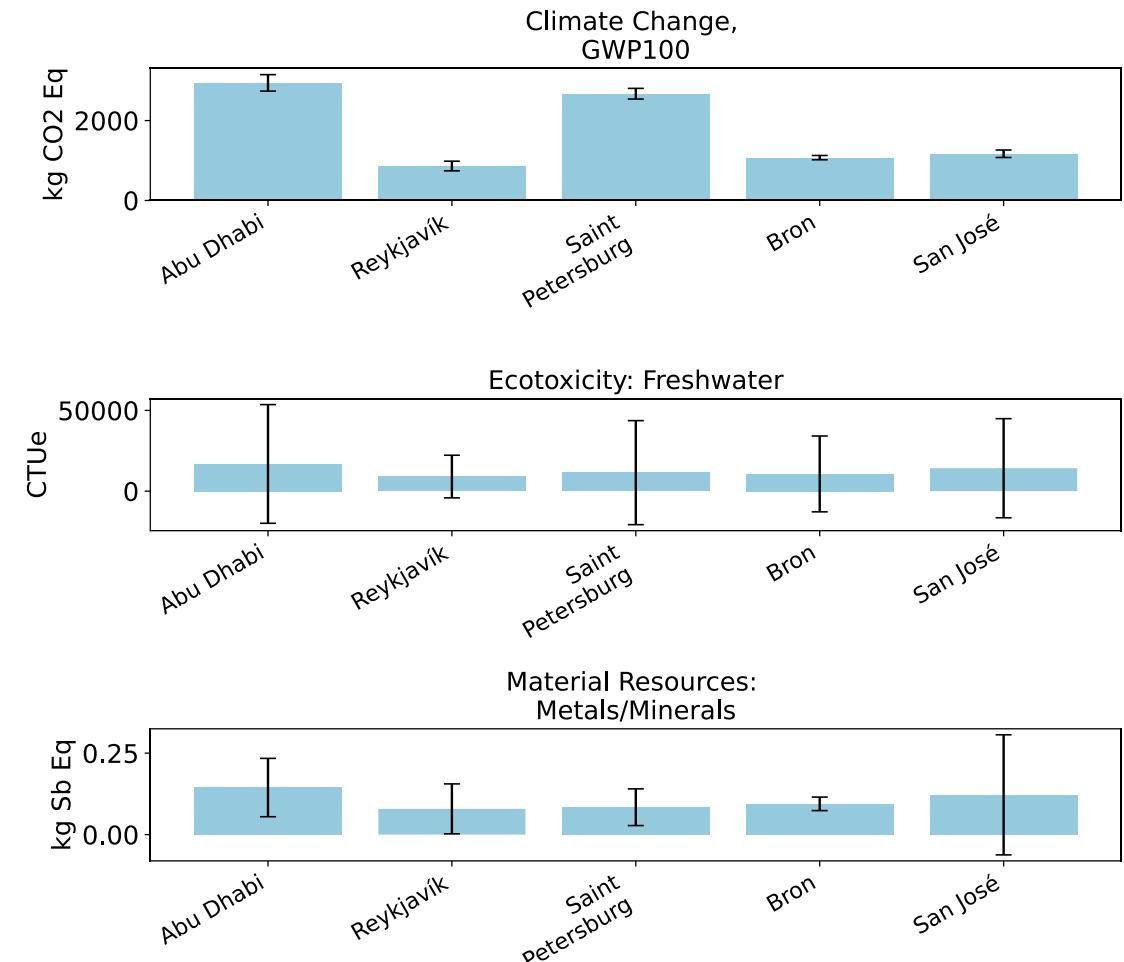


Source : phonandroid.com

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

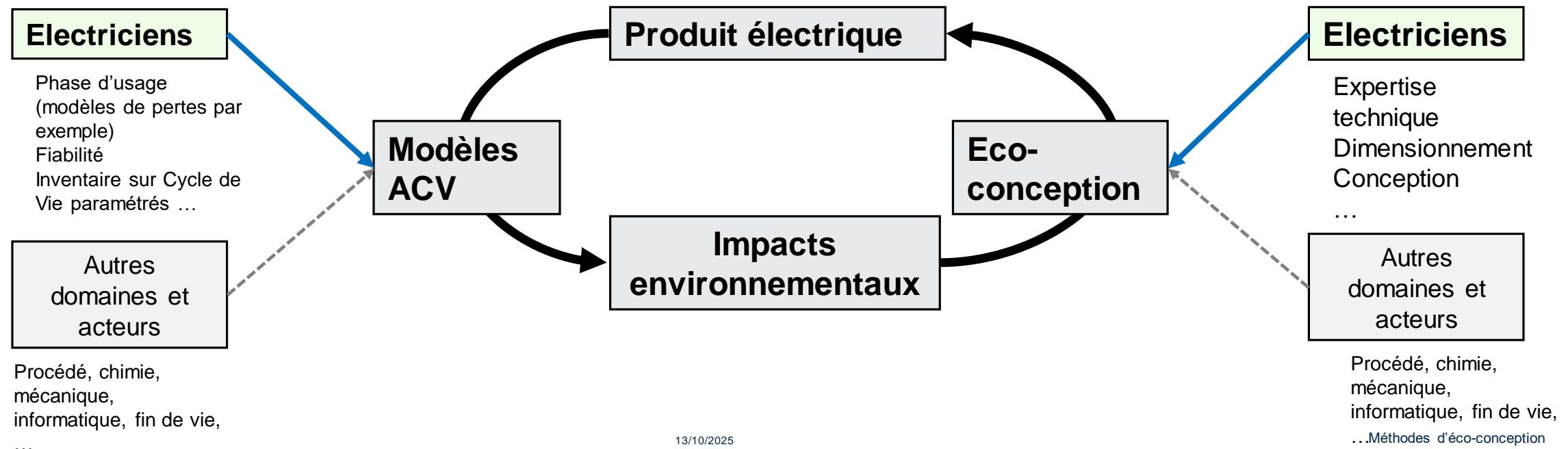


Comment se positionner?

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

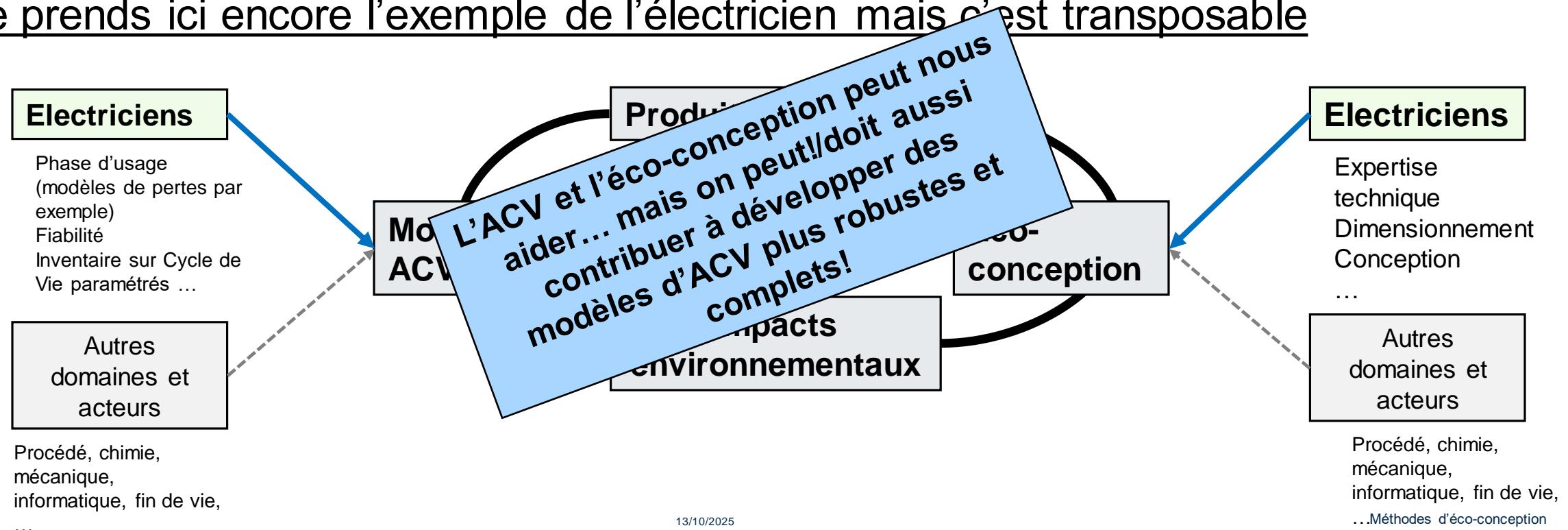
Je prends ici encore l'exemple de l'électricien mais c'est transposable



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 une niveau d'expertise multidisciplinaire

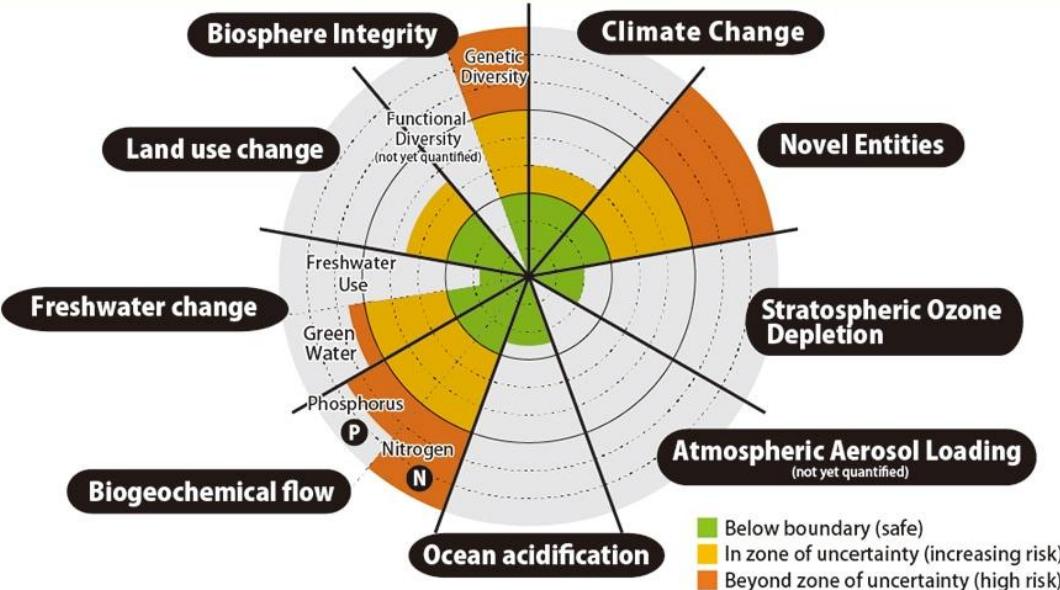
Je prends ici encore l'exemple de l'électricien mais c'est transposable



Conclusions et ouvertures

ACV absolu et ACV sociale

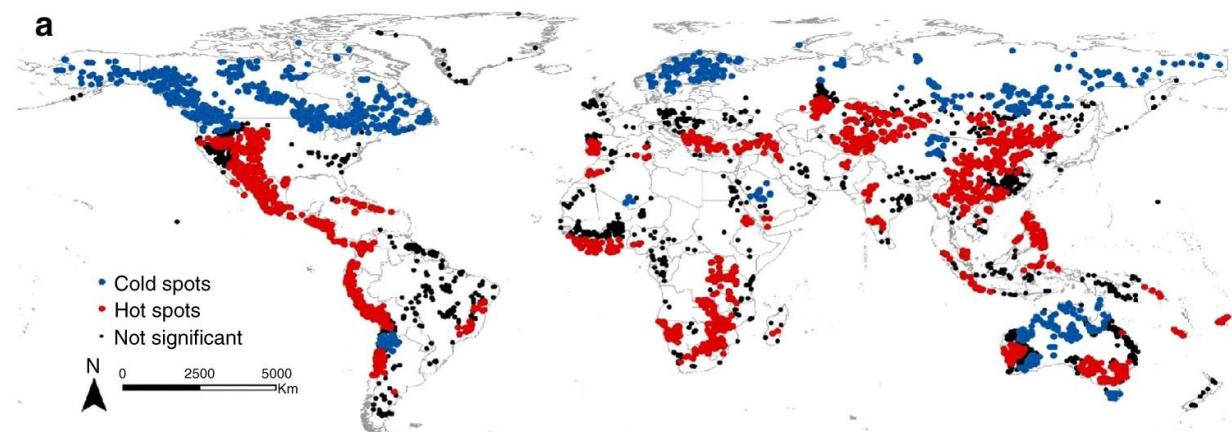
Current status of planetary boundaries



2023, Stockholm Resilience Centre

Relier explicitement les impacts environnementaux par rapport aux limites planétaires

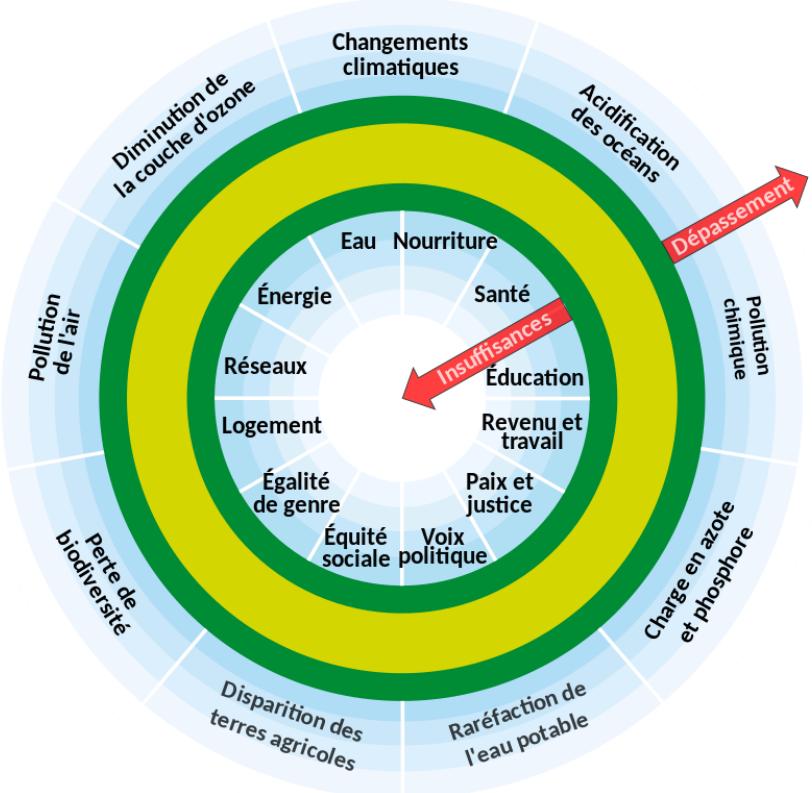
ACV sociale: existence de bases de données (PSILCA, SOCA)



Source : Lebre et al., 2020

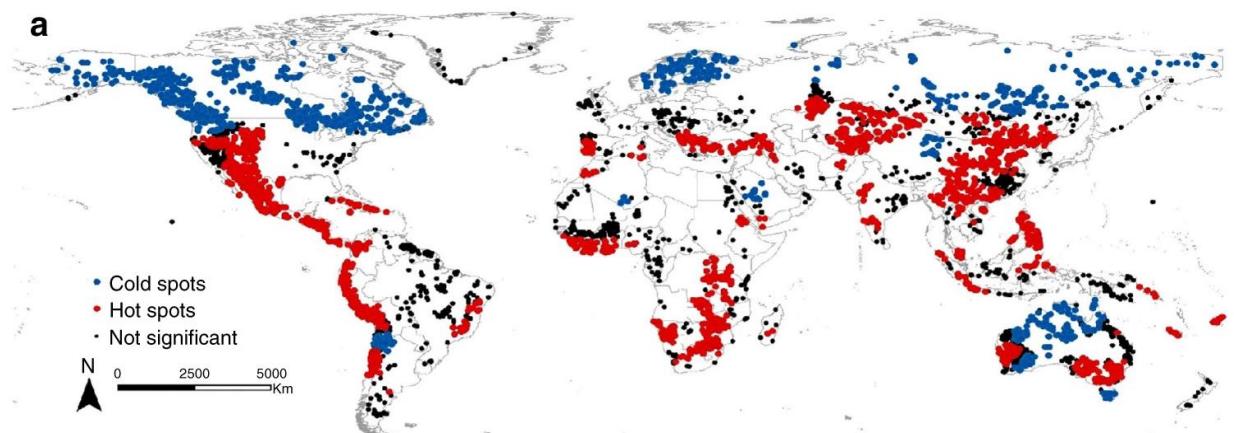
ACV sociale: une norme similaire à l'ACV environnementale est en cours de développement (ISO 14075)

ACV absolu et ACV sociale



Source : *the Doughnut model*, 2012

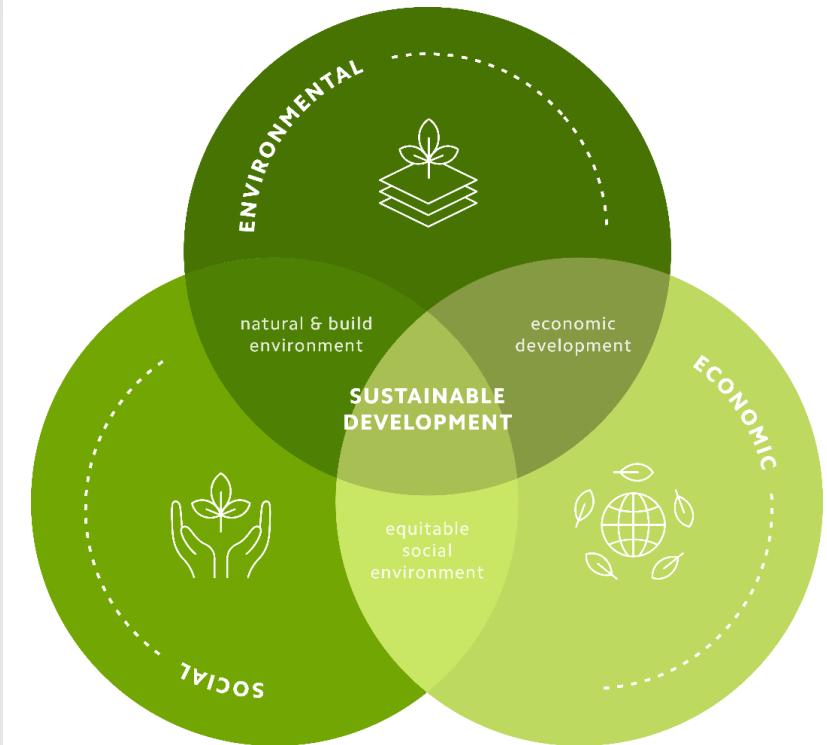
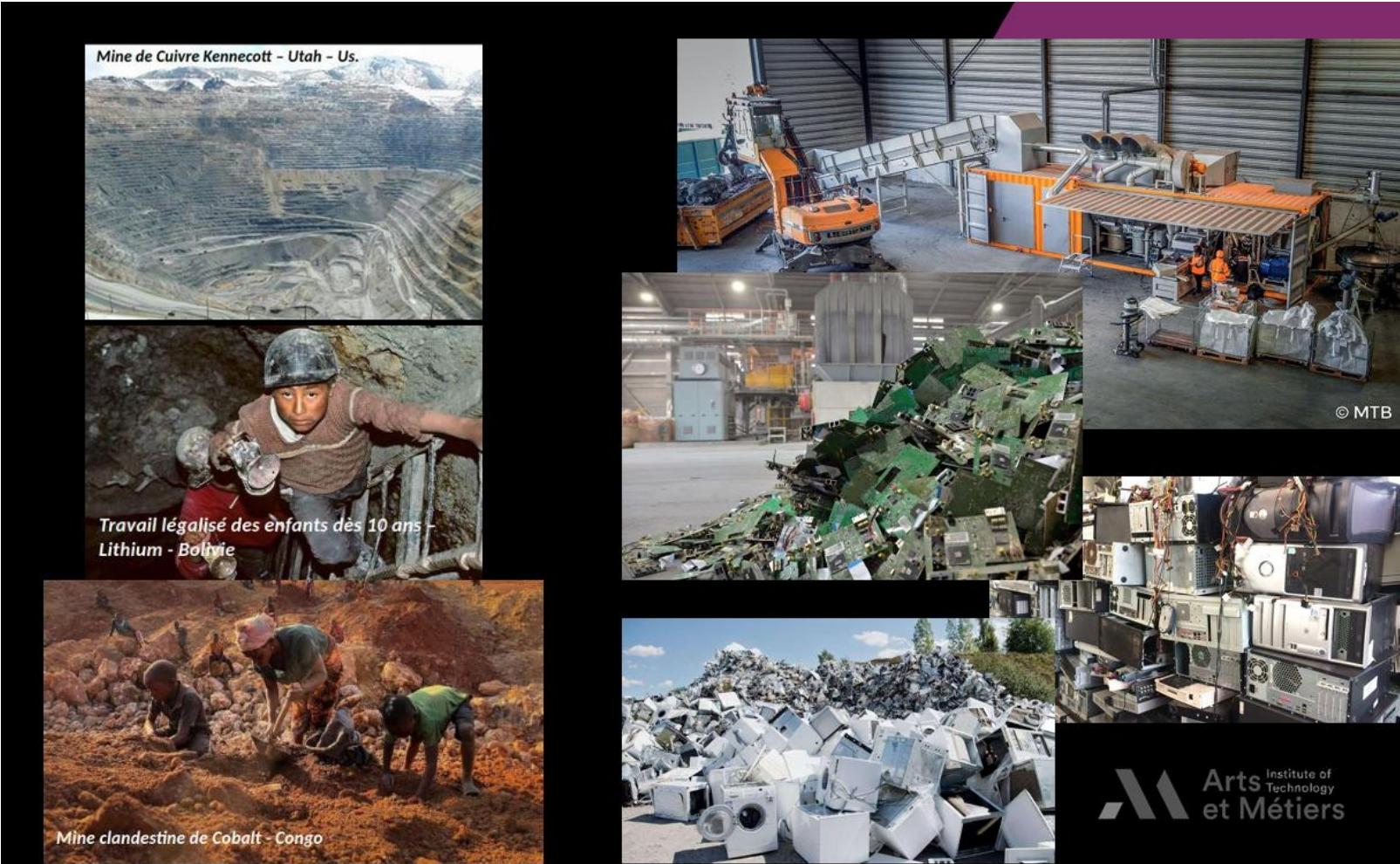
ACV sociale: existence de bases de données
(PSILCA, SOCA)



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

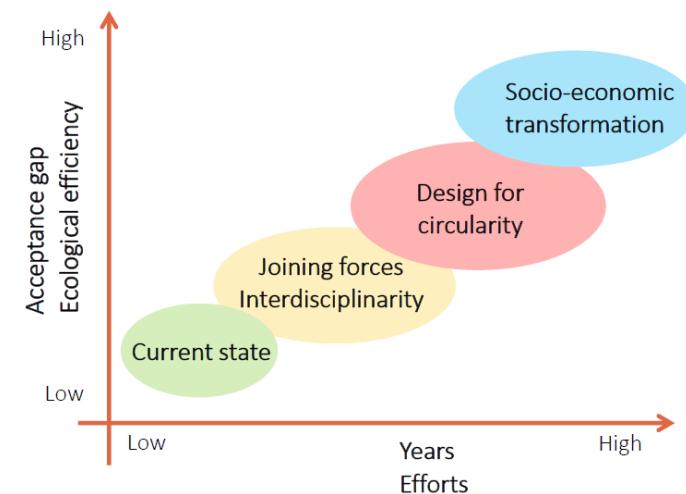
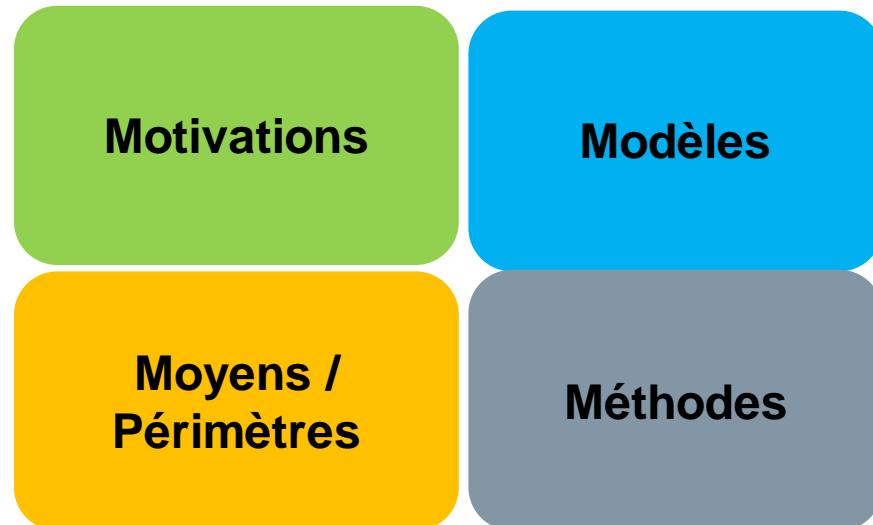
Victor Petit, *design de l'environnement ou design du milieu ?, 2015*
Nicolas Brault et al, *Prendre soin des milieux, 2024*
Silvio Clément et al, *Enjeux liés à la soutenabilité en recherche en électronique de puissance: une ethnographie, 2025*

Ecoconcevoir, nécessaire mais pas suffisant ?

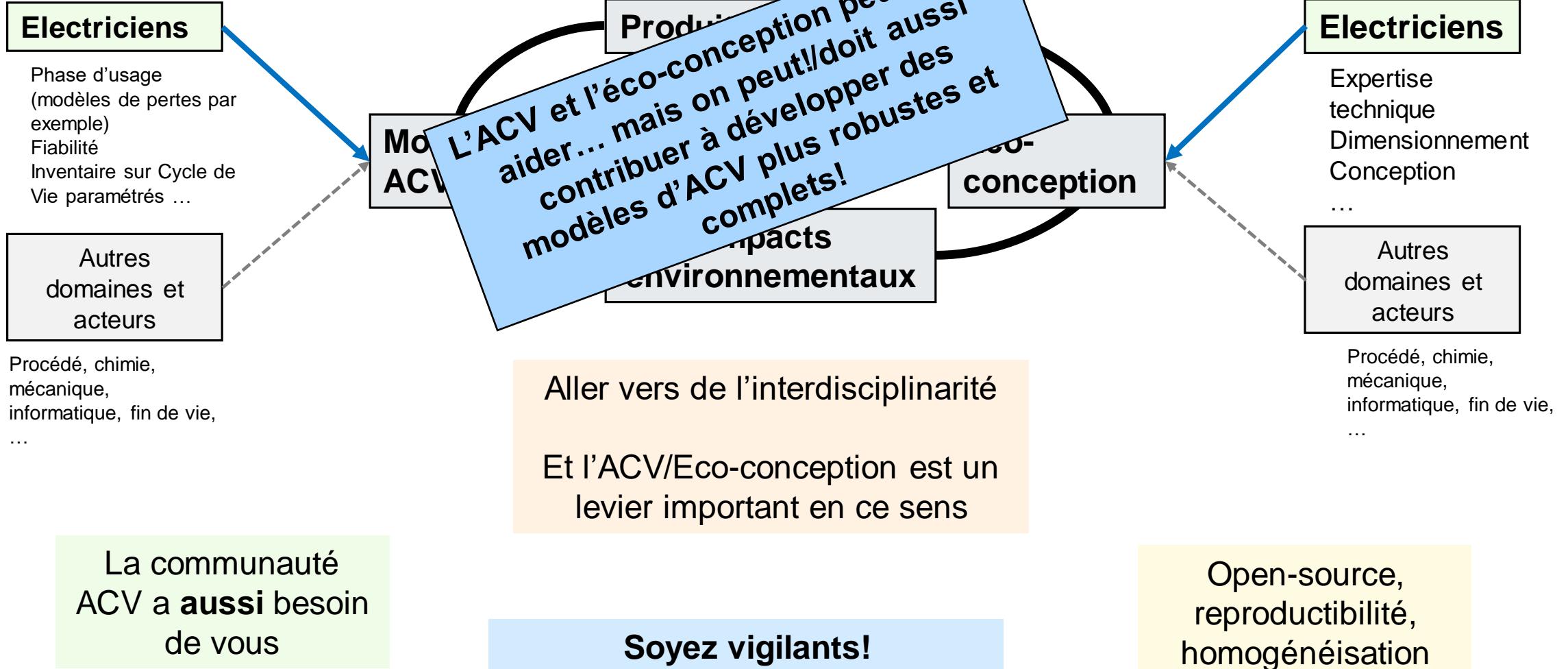
1] Amis techniciens, devenons technologues

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 soutenables

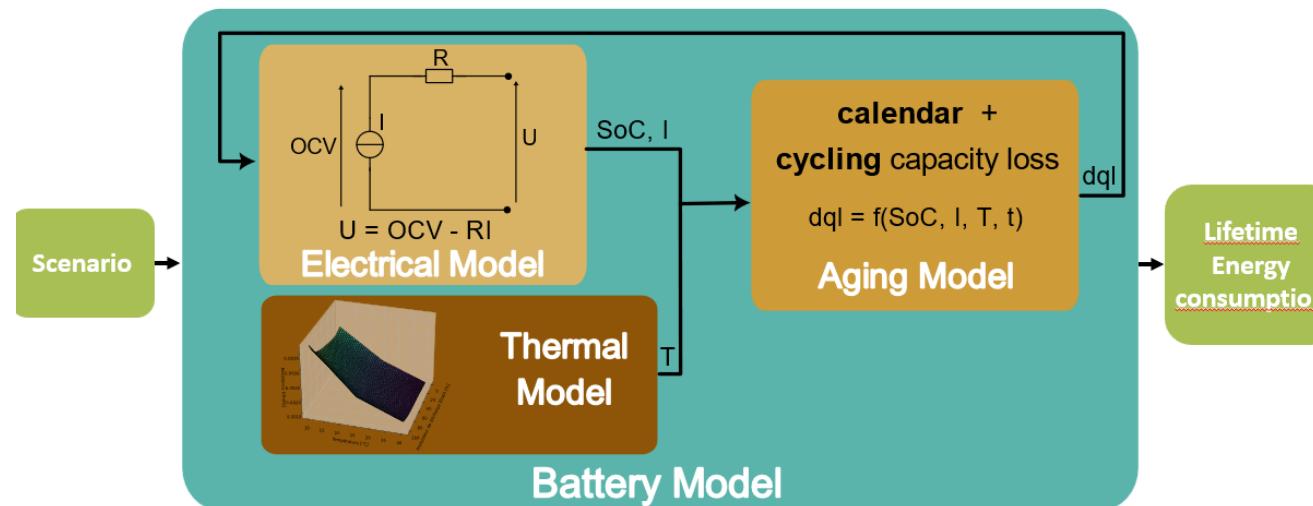
Expliciter les raisons et identifier ce qu'elles impliquent permettrait de favoriser le développement de produits soutenables

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

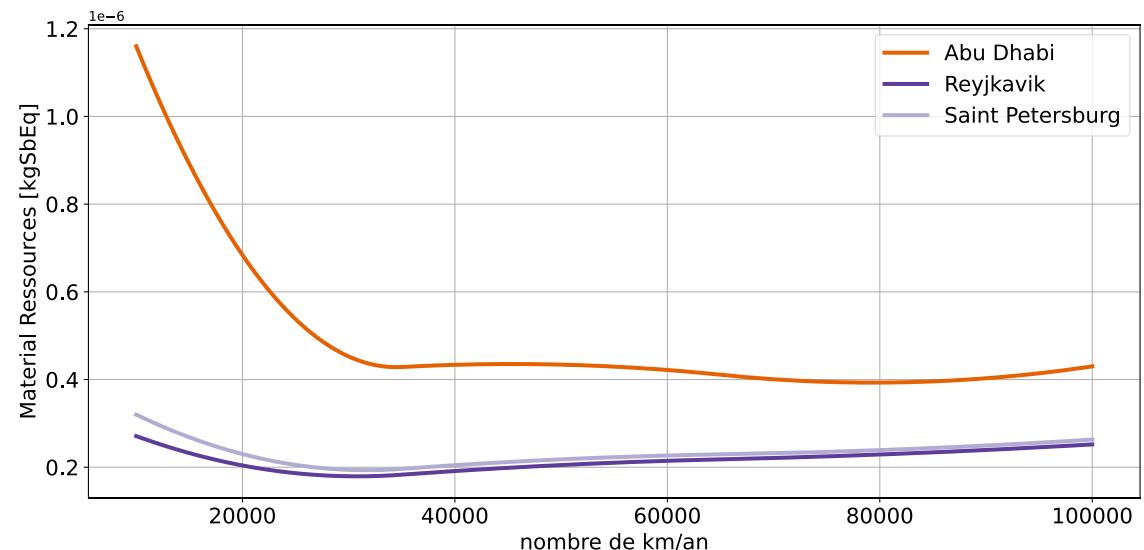
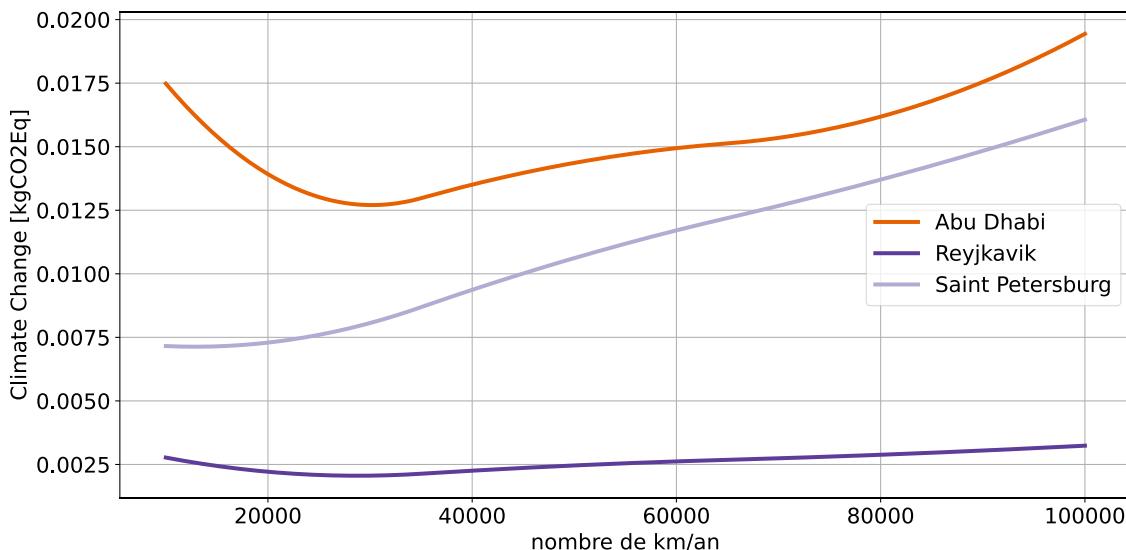


Pour conclure

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

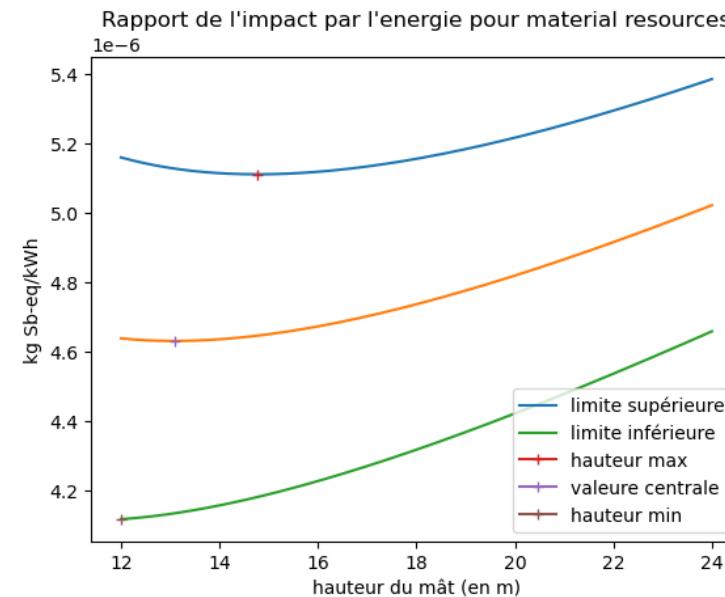
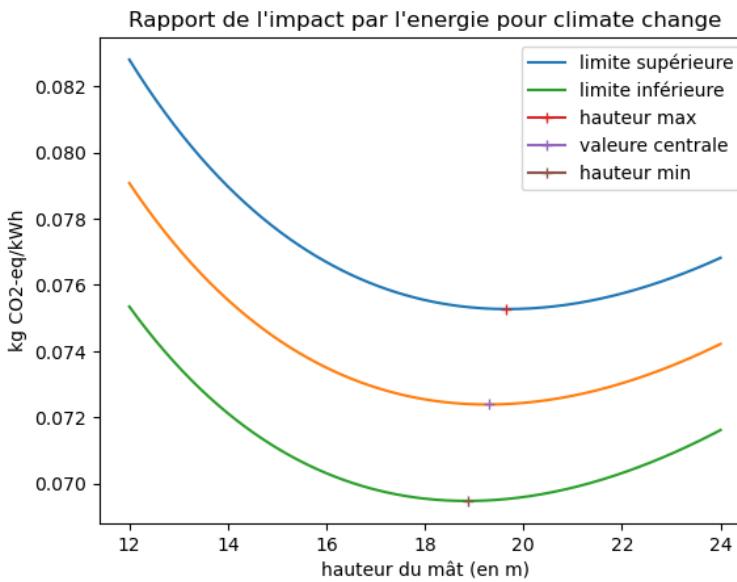


Pour conclure

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 – CIRAI](#))

GdR DEFIE
GT CEPPS

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 logiciel