



13ème édition du colloque Focus Hydro

12 mars 2024 - Grenoble

Principes généraux de la démarche Analyse du Cycle de Vie

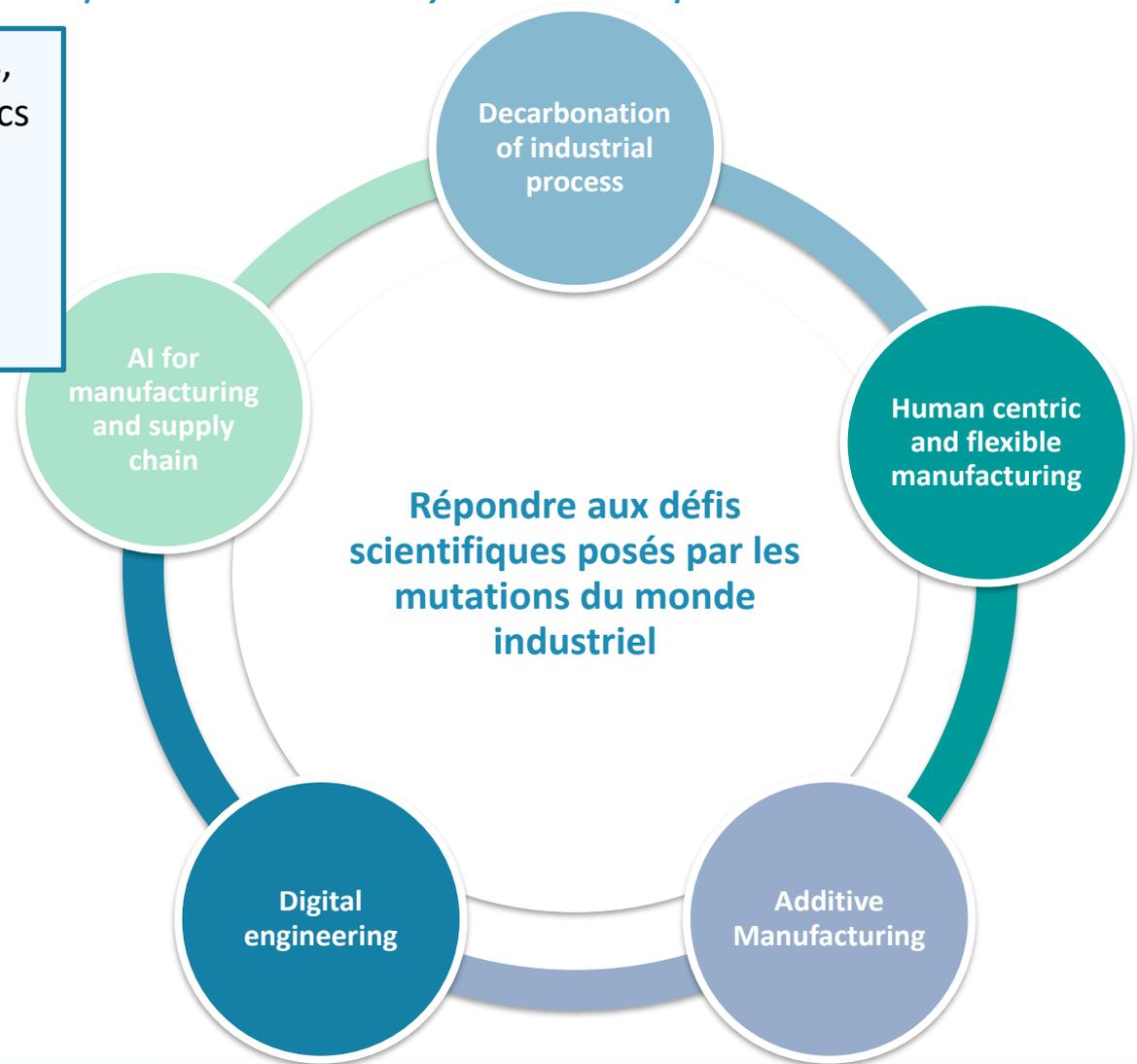
Peggy Zwolinski

Laboratoire G-SCOP, Grenoble INP-UGA / Génie Industriel

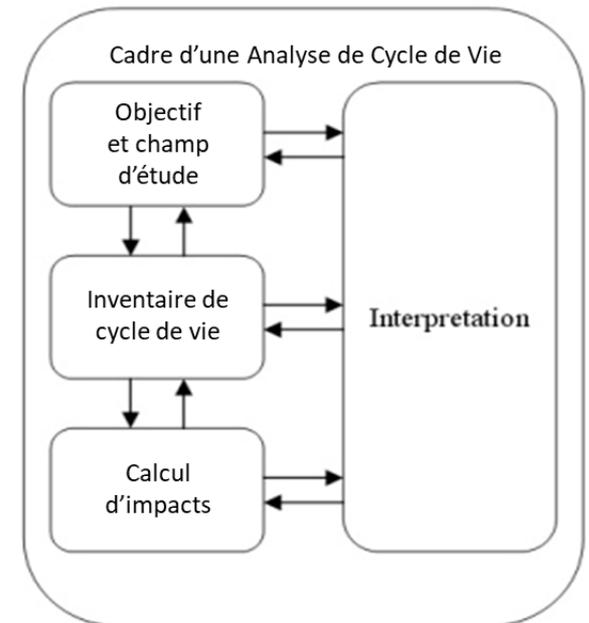
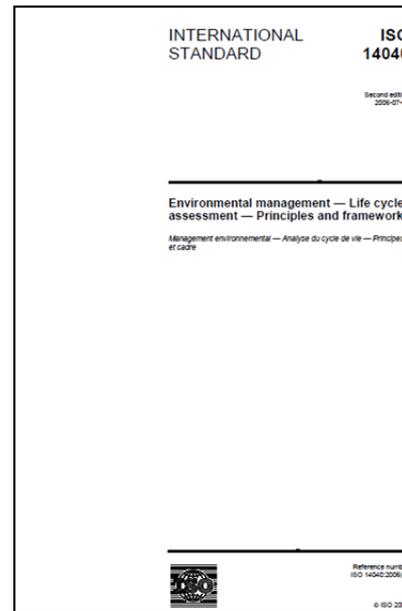
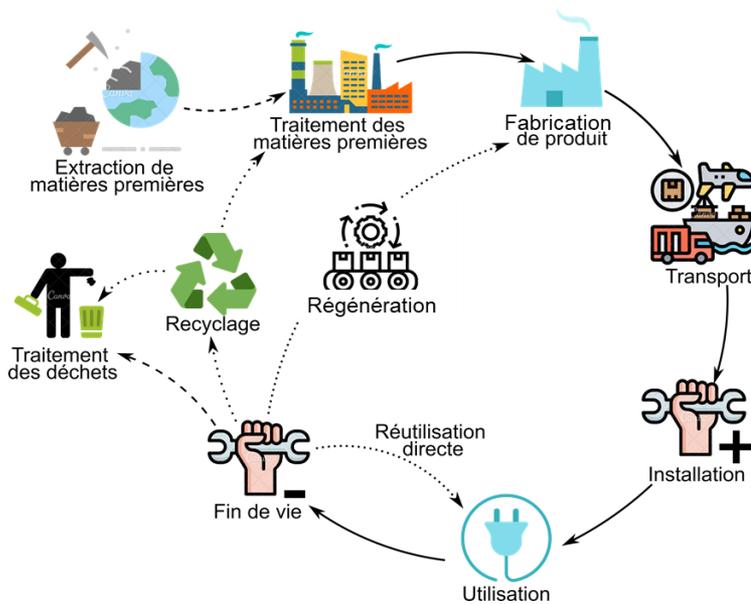
UMR 5272

« Un laboratoire de recherche pluridisciplinaire répondant aux enjeux de la conception, l'optimisation et la gestion des produits et des systèmes de production »

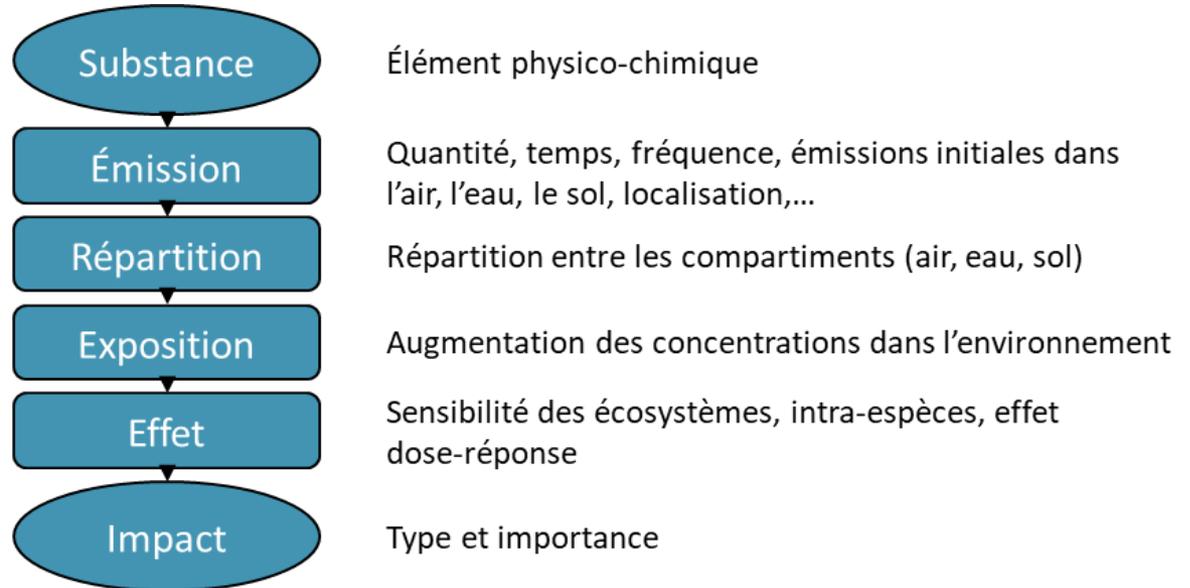
~ **170 personnes** (55 C-EC permanents, 15 administratifs, ~65 docs, 12 postdocs / ingénieurs, 13 coll. de recherche)
~ 50 stagiaires/an
6 équipes de recherche
3 Plateformes hébergées par **S.mart**



L'analyse du cycle de vie est une méthode d'évaluation normalisée permettant de réaliser un bilan environnemental multicritère et multi-étape d'un système (produit, service, entreprise, procédé, ...) sur l'ensemble de son cycle de vie



Calcul des impacts potentiels sur l'environnement



Changement climatique

Pertes de biodiversité

Irradiation

Pollution aux métaux lourds

Destruction de la couche d'ozone

Acidification

Création d'O₃
Photochimique

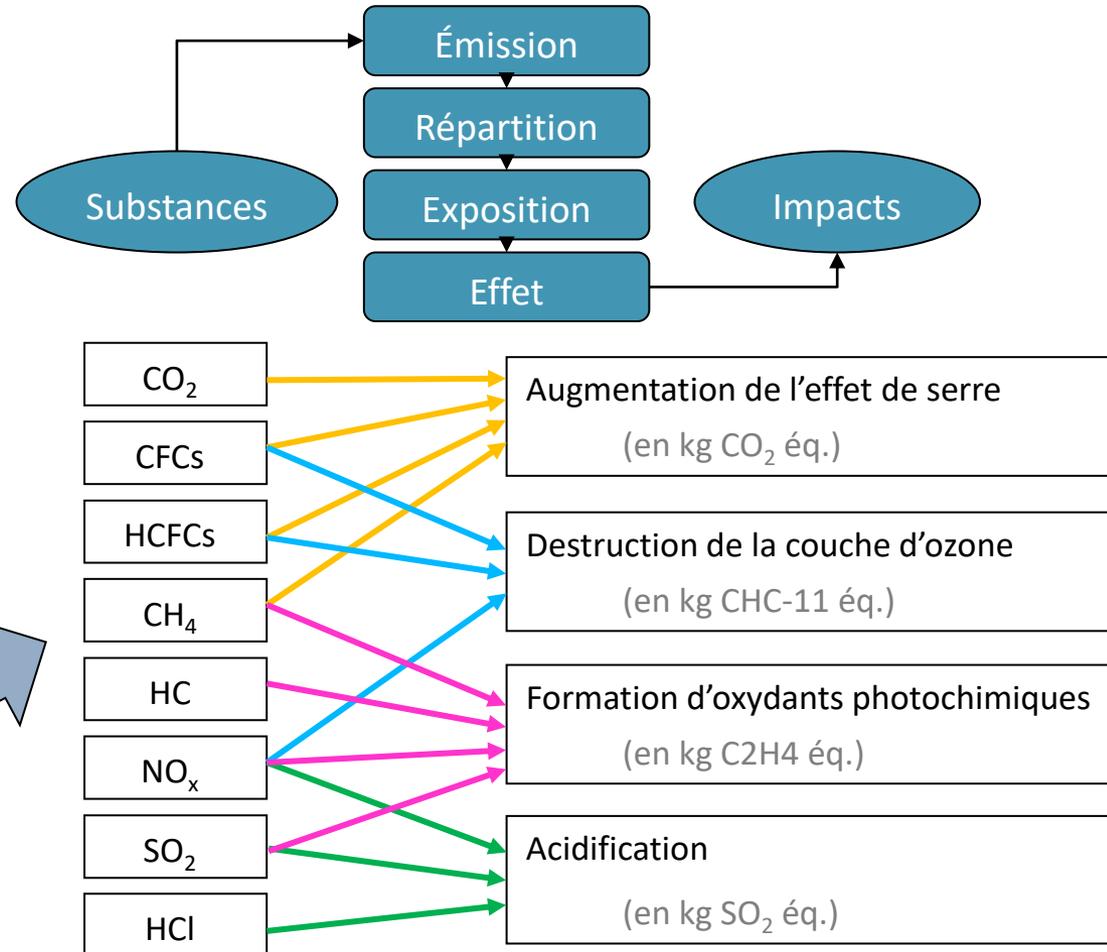
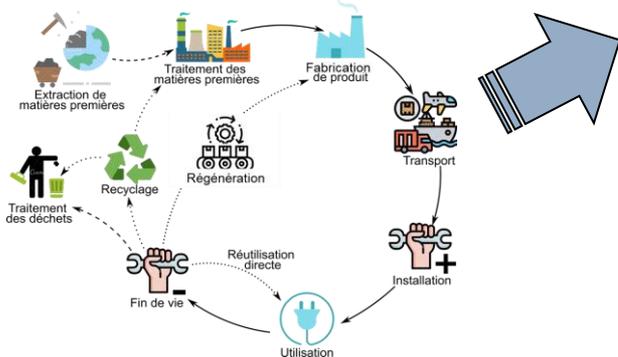
Eutrophisation des eaux

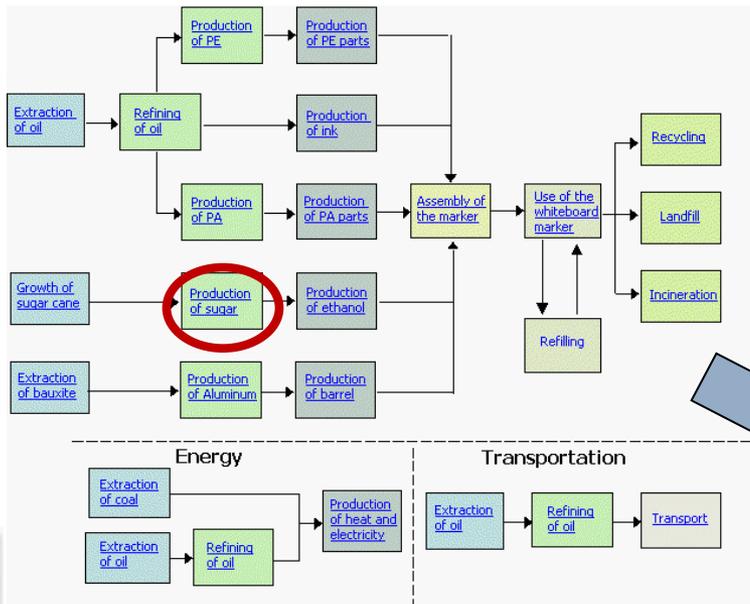
Epuisement des ressources naturelles

Consommation d'énergie

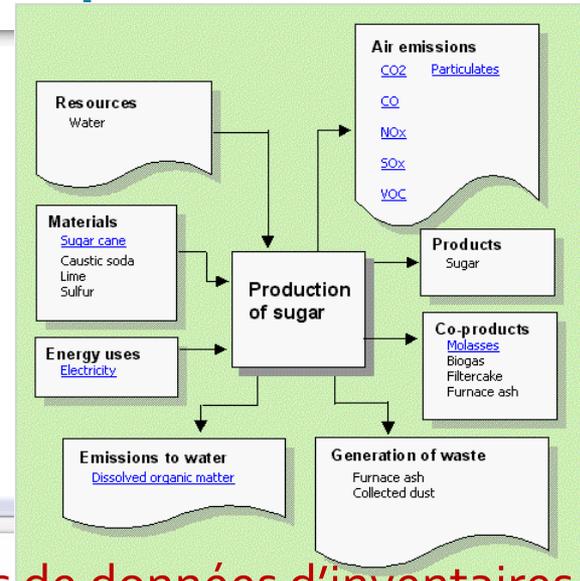
Méthodes de calcul

Traduction des activités humaines en différentes catégories d'impacts potentiels sur l'environnement





Principes de l'ACV

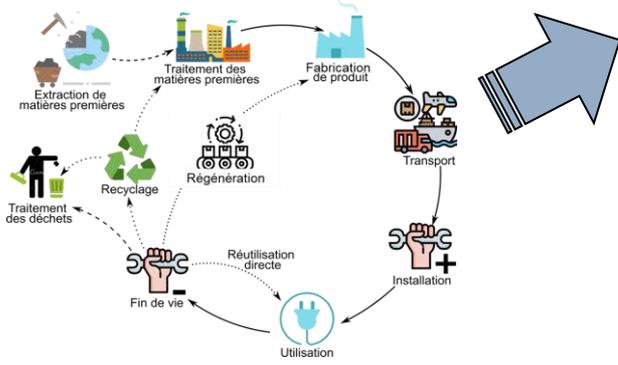


Barrel

Bases de données d'inventaires

Life cycle inventory (LCI) summary results

Parameter	Total	Natural gas extraction	Natural gas processing	Ethylene manufacturing	HDPE resin manufacturing	HDPE transport
Carbon Dioxide (CO2)	6.61E+06	1.60E+06	5.09E+04	9.82E+05	6.22E+04	2.90E+06
Carbon Disulfide (CS2)	1.21E-07	0.00E+00	2.44E-08	2.41E-05	2.98E-08	0.00E+00
Carbon Monoxide (CO)	6.69E+01	1.20E+04	2.65E+02	3.13E+02	3.24E+02	7.40E+03
Carbon Tetrachloride	1.22E-06	0.00E+00	9.83E-06	2.04E-04	1.20E-05	0.00E+00
CFC 12	4.19E-08	0.00E+00	1.62E-06	1.85E-06	1.98E-06	0.00E+00
CFC/HCFC/HFC not specified elsewhere	5.00E-03	1.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Chlorine (Cl2)	2.13E-05	0.00E+00	1.70E-04	3.57E-03	2.07E-04	0.00E+00
Chlorobenzene	2.05E-08	0.00E+00	4.14E-09	4.09E-06	5.05E-09	0.00E+00
Chloroform	5.50E-08	0.00E+00	1.11E-08	1.10E-05	1.35E-08	0.00E+00
Chromium (Cr) and Chromium Compounds	1.70E-05	0.00E+00	1.59E-04	2.77E-03	1.94E-04	4.00E+00
Chrysene	4.83E-09	0.00E+00	3.52E-08	8.24E-07	4.29E-08	0.00E+00
Cobalt (Co)	1.74E-05	0.00E+00	3.43E-04	2.10E-03	4.18E-04	0.00E+00
Copper (Cu) and Copper Compounds	1.63E-06	0.00E+00	2.56E-06	3.16E-04	3.12E-06	0.00E+00
Coronene	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Cumene	4.94E-09	0.00E+00	9.97E-10	9.84E-07	1.22E-09	0.00E+00
Cyanide	2.33E-06	0.00E+00	4.70E-07	4.84E-04	5.74E-07	0.00E+00
Dichloromethane (CH2Cl2)	4.09E-05	0.00E+00	4.26E-04	6.46E-03	5.20E-04	0.00E+00
Dimethyl Sulfate	4.48E-08	0.00E+00	9.03E-09	8.91E-06	1.10E-08	0.00E+00
Dioxins (unspecified)	4.51E-08	0.00E+00	3.60E-07	7.57E-06	4.39E-07	0.00E+00
Ethyl Chloride/Chloroethane	3.92E-08	0.00E+00	7.90E-09	7.80E-06	9.64E-09	0.00E+00
Ethylbenzene (C8H10)	3.15E-03	0.00E+00	7.22E-03	6.02E-01	8.82E-03	0.00E+00
Ethylene (C2H4)	1.00E-02	2.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.00E+00
Ethylene Dibromide	1.12E-09	0.00E+00	2.26E-10	2.23E-07	1.76E-10	0.00E+00
Ethylene Dichloride	3.73E-08	0.00E+00	7.52E-09	7.43E-06	9.18E-09	0.00E+00
Fluoranthene	3.43E-08	0.00E+00	2.50E-07	5.85E-06	3.05E-07	0.00E+00
Fluorides	6.76E-04	0.00E+00	3.24E-05	1.35E-01	3.96E-05	0.00E+00
Fluorine (F2)	4.39E-08	0.00E+00	3.20E-07	7.50E-06	3.91E-07	0.00E+00
Formaldehyde	3.86E-04	0.00E+00	4.09E-03	6.08E-02	4.99E-03	0.00E+00



- CO₂
- CFCs
- HCFCs
- CH₄
- HC
- NO_x
- SO₂
- HCl

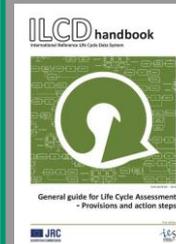
Logiciel d'ACV



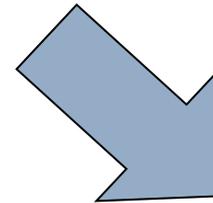
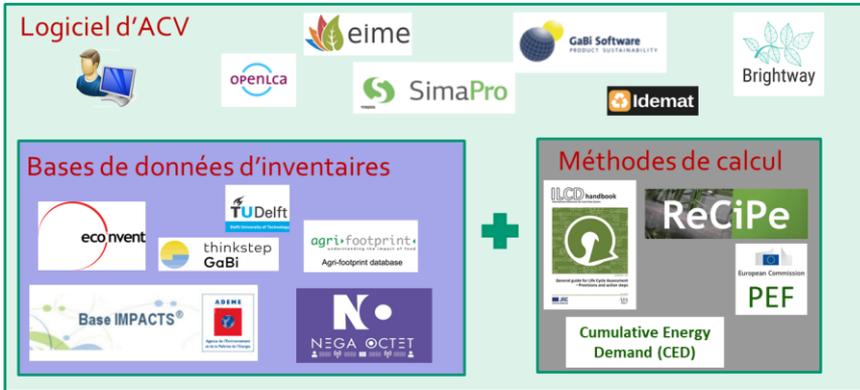
Bases de données d'inventaires



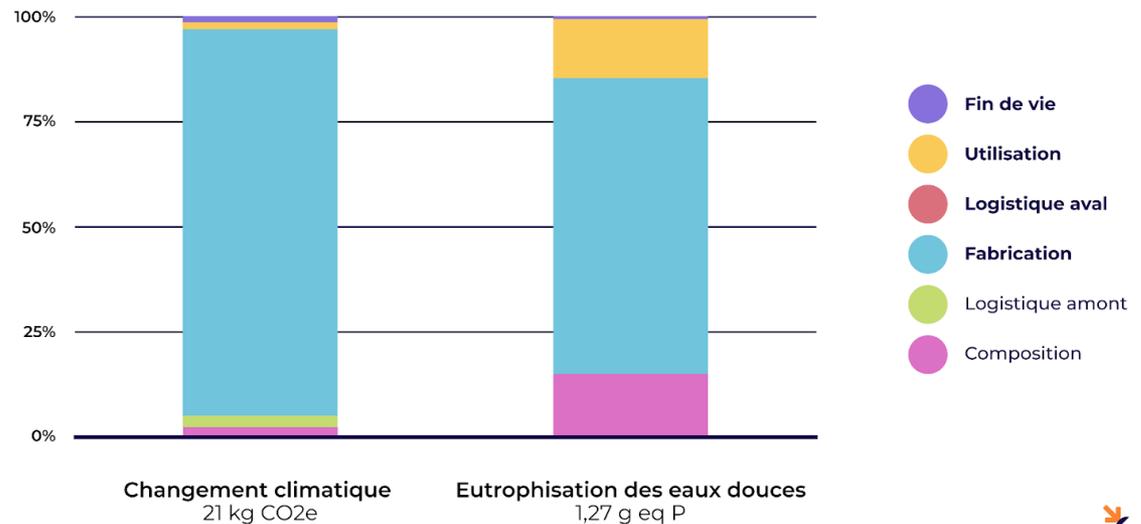
Méthodes de calcul



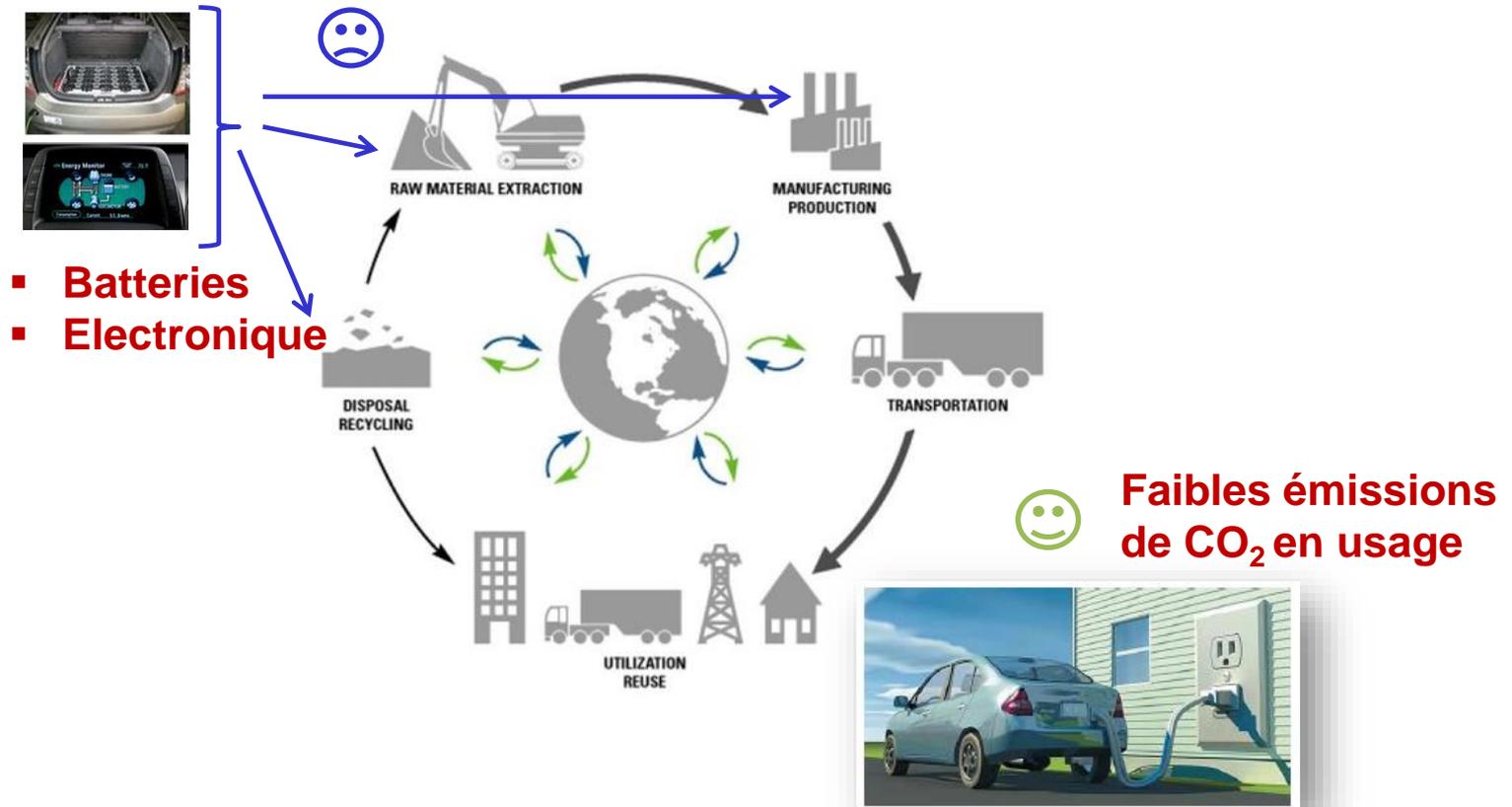
Cumulative Energy Demand (CED)



Réglementations
Appels d'offres
Ecoconception



Diminuer les impacts environnementaux en contrôlant les transferts d'impacts (Multi étapes / Multi critères)



- L'ACV est adaptée lorsque l'on a besoin de résultats quantitatifs pour étudier les impacts environnementaux :
 - Produits : mobilité, conso, habitat, agro, électronique, ...
 - Procédés: décarbonation en France
 - Systèmes: smart grid / mix énergétique / TRE filières
 - Systèmes produits services : systèmes de supervisions
 - Scénarios de fin de vie : avancées recyclage PV et éolien
 - Organisations : bilan carbone chantiers – décarbonation projets
 - Chaine de valeur circulaires: séquence ERC
 - Technologies émergentes: Panneaux photovoltaïques

Unité fonctionnelle - Flux de référence - Frontières

L'analyse du cycle de vie, à l'origine développée pour comparer des produits, a été rapidement intégrée à des niveaux stratégiques plus élevés, incluant la prise de décision et la formulation des politiques/stratégies au niveau de l'entreprise et de la société

ACV attributionnelle - ACV conséquentielle

Pour cela il nous faut adapter les modèles d'ICV, les BDD et développer de nouveaux indicateurs

ACV dynamique – ACV prospective

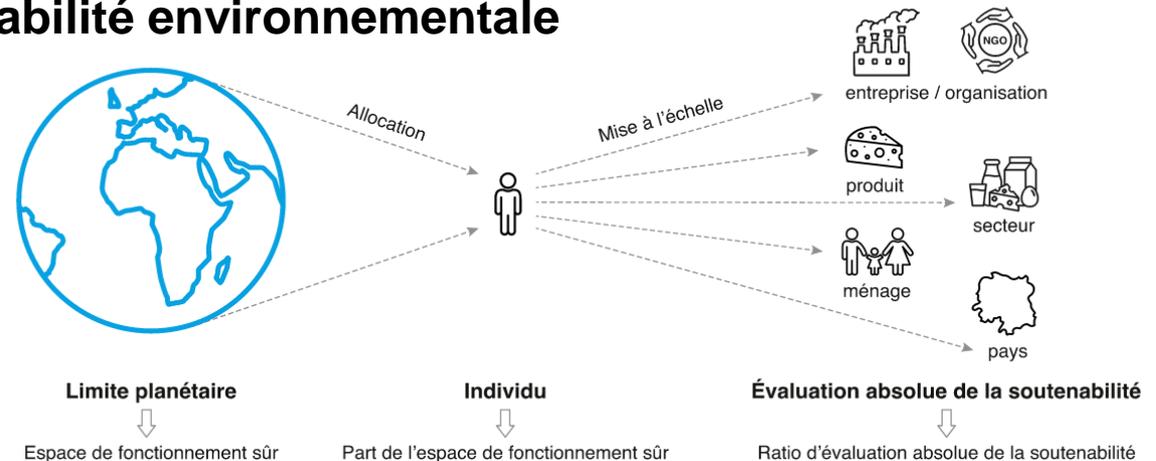
ACV sociale

...

Les ACV doivent encore être adaptées à de nombreuses situations:

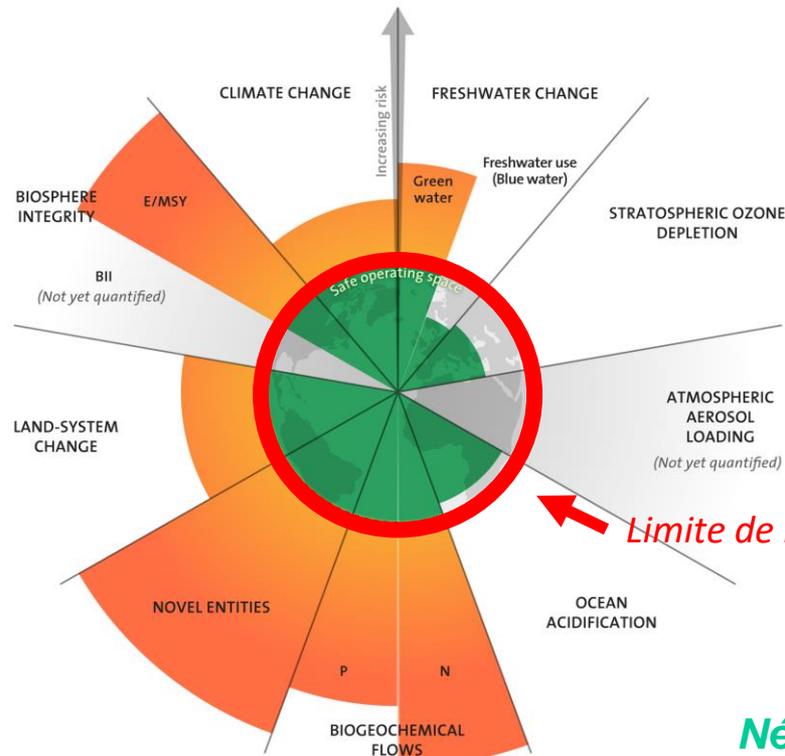
- Améliorer / compléter les bases de données et méthodes de calcul
- Définir des unités fonctionnelles cohérentes avec les situations étudiées (PSS, remanufacturing, systèmes circulaires, systèmes de systèmes)
- Mieux estimer les impacts liés aux **changements d'échelle** pour les nouvelles technologie
- Estimer les impacts de potentiels **effets rebonds**
- Travailler à la mise en place de **l'évaluation absolue de la soutenabilité environnementale**

d'après Hjalsted *et al.*, 2021



« Espace de fonctionnement sûr pour l'humanité »

et "Limites planétaires : Guider le développement humain sur une planète en mutation



9 catégories de phénomènes biophysiques pour lesquels une limite ne doit pas être dépassée

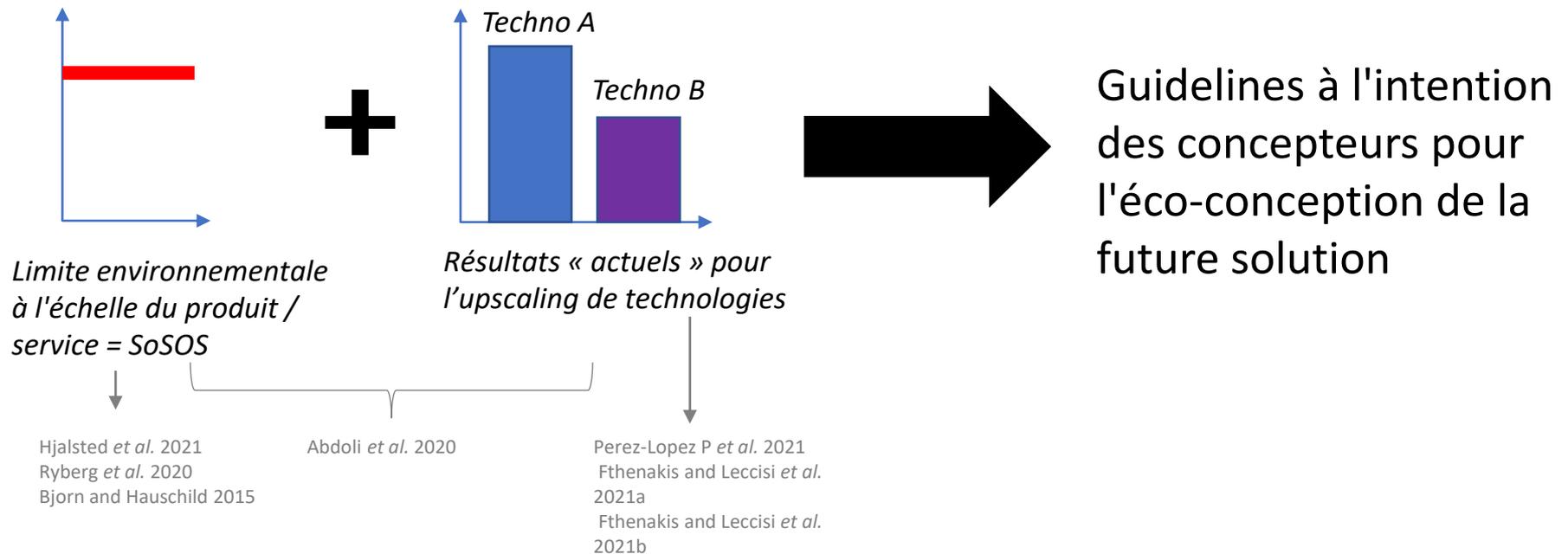
Limite de l'espace opérationnel sécurisé : SOS

Nécessité de modifier les activités humaines en s'appuyant sur des limites environnementales fondées sur la science

Rockstrom *et al.* (2009)
 Steffen *et al.* (2015)
 Lade *et al.* (2019)
 Persson *et al.* 2022

Source : <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>

Évaluation de la montée en puissance des technologies dans la conception et le partage d'un espace de travail sûr : **Share of Safe Operating System (SoSOS)**





Questions ?

13ème édition du colloque Focus Hydro

12 mars 2024 - Grenoble

