



NUCLÉAIRE
& PARTICULES

Quel rôle pour l'éco-conception dans l'institut ?

AG GdR DI2I

Samuel Calvet

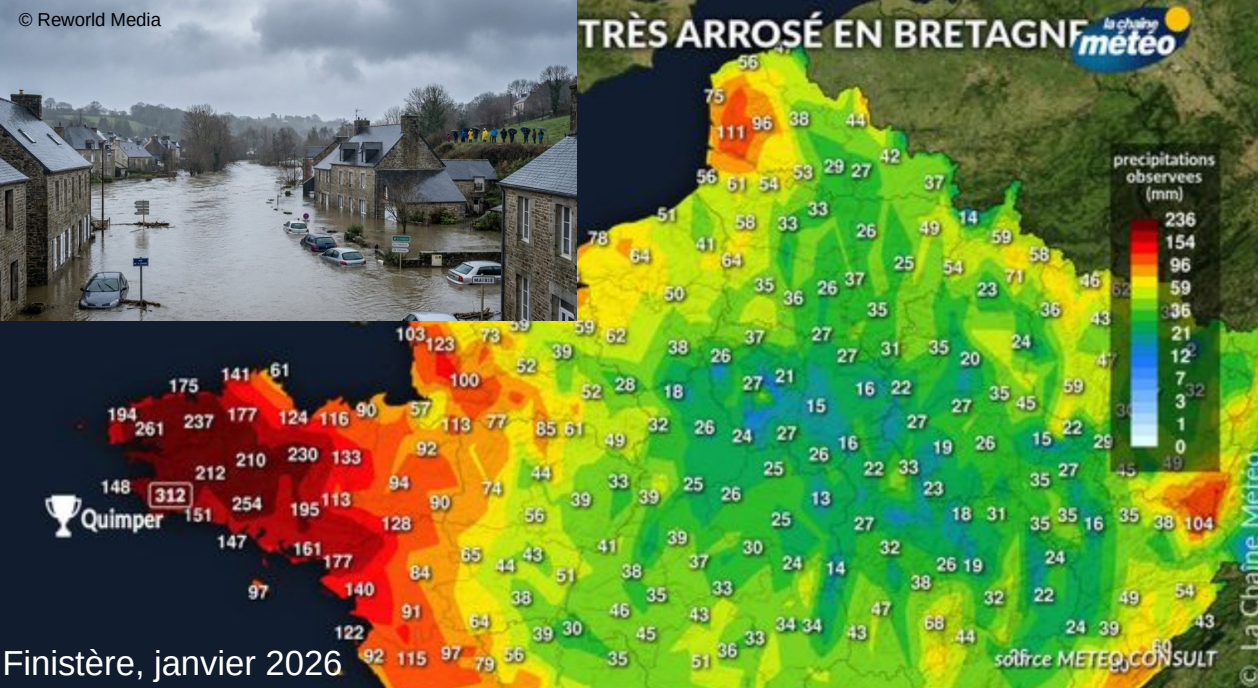
Délégué Scientifique Développement Durable

→ 18/06/2026

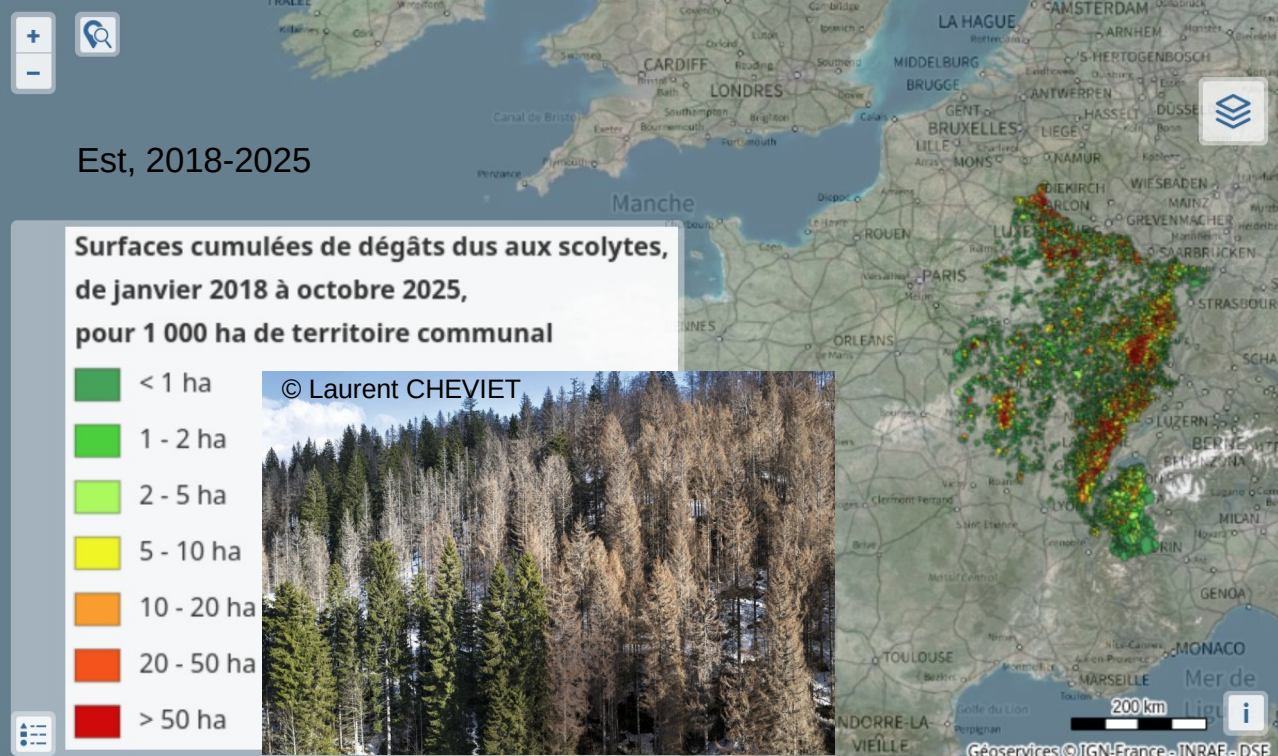
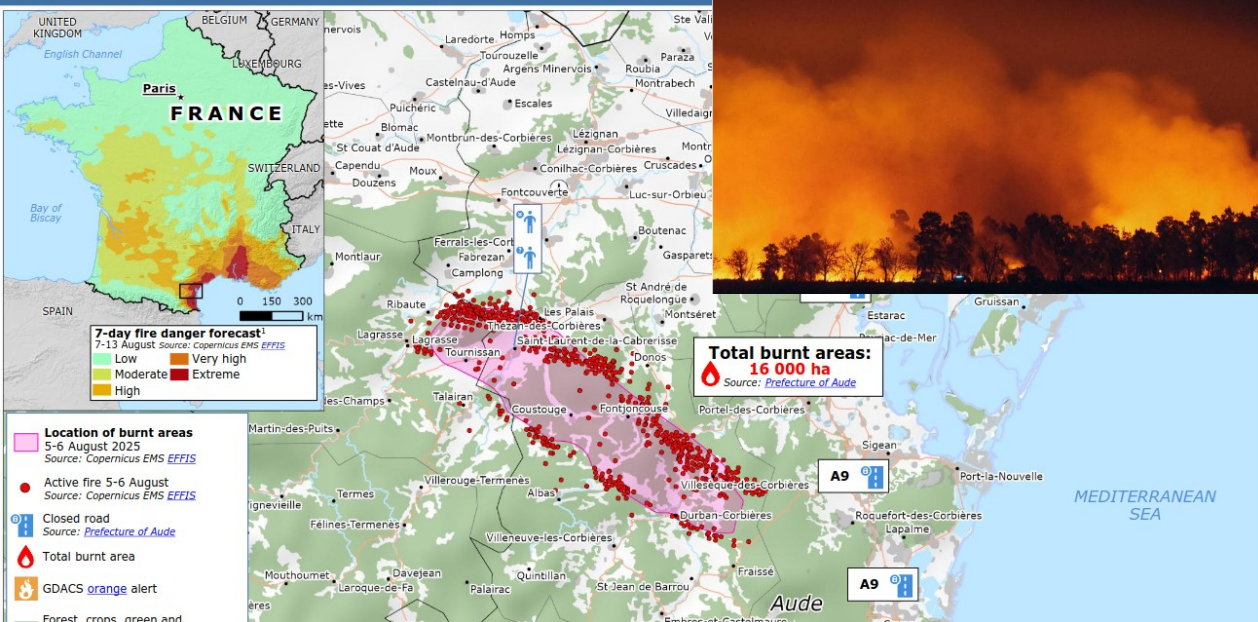


NUCLÉAIRE
& PARTICULES

Développement Durable



Emergency Response Coordination Centre (ERCC) – DG ECHO Daily Map | 06/08/2025
France | Wildfires



Accueil / Auvergne-Rhône-Alpes / Haute-Savoie / Annecy

Sécheresse : "La situation est critique", quatre communes de Haute-Savoie obligées d'être ravitaillées en eau potable par camion-citerne

Plus sur le thème : [climat](#)

Haute-Savoie, août 2025



En 2022, ces communes avaient déjà dû être ravitaillées par camions-citernes. © France 3 Alpes

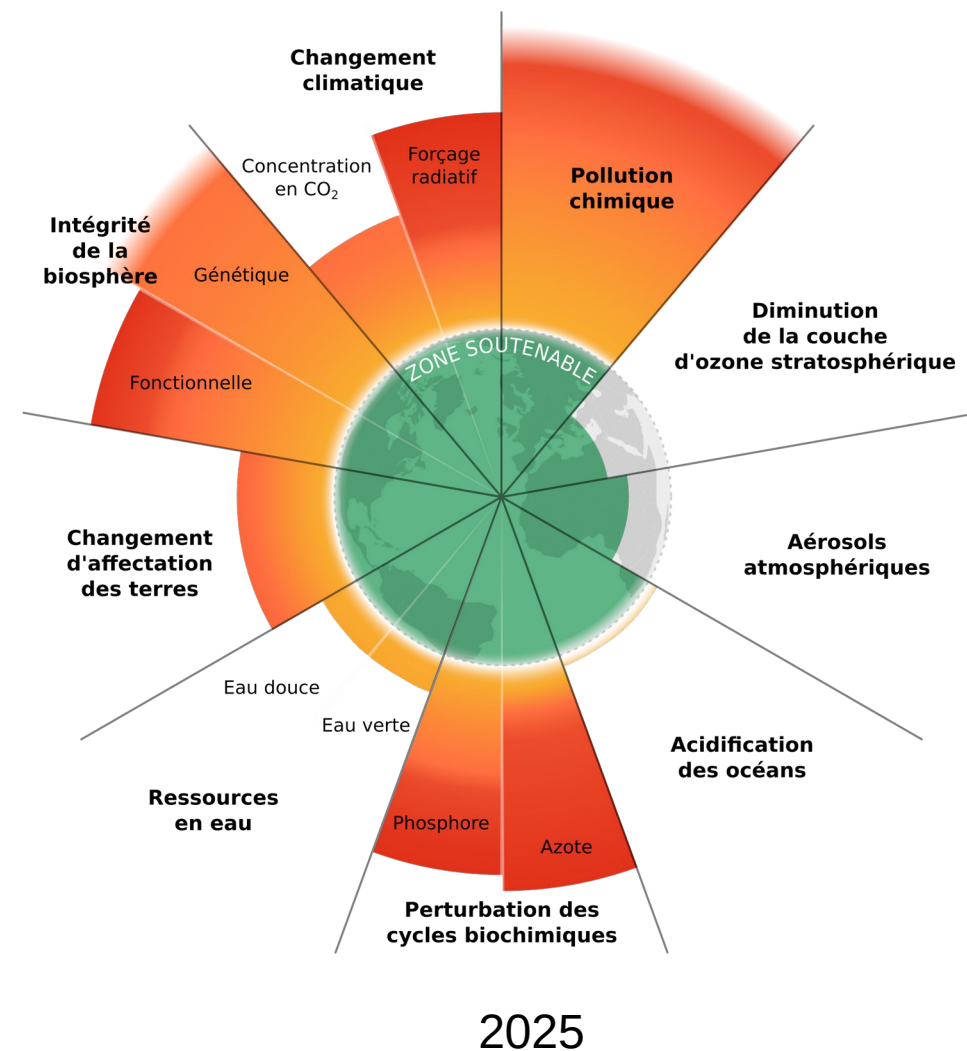
Quelques exemples de moins d'un an

Développement Durable

2

Limites planétaires

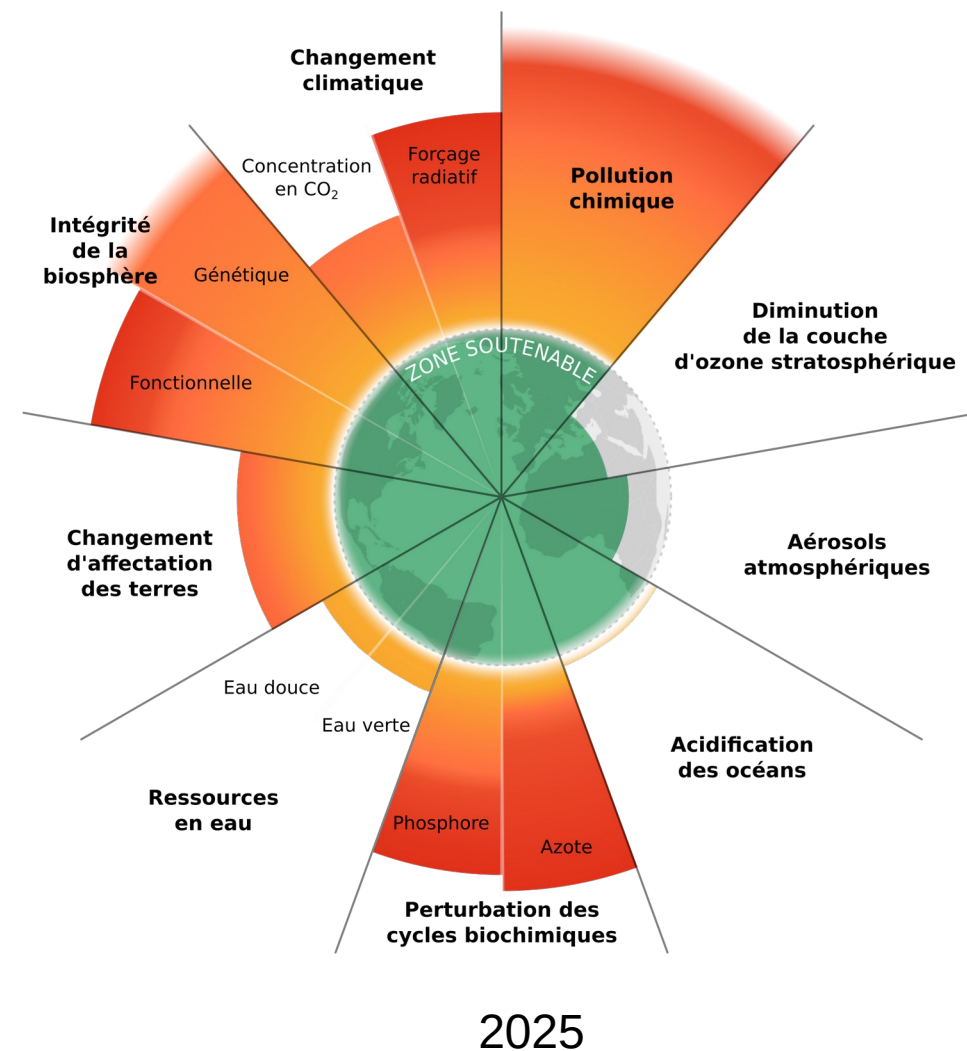
- 9 processus qui régulent la stabilité du système Terre
 - Certains liés aux cycles biogéochimiques : eau, CO₂, azote, phosphore, aérosols, ozone.
 - Nouvelles entités : produits dont la composition chimique n'existait pas auparavant sur Terre (produits radioactifs, plastiques, dioxines, etc.).
 - Certains liés aux organismes vivants et aux écosystèmes : utilisation des sols, biodiversité.
- Le dépassement d'une ou plusieurs limites planétaires met en péril la stabilité du système Terre, dont dépend notre survie même



Limites planétaires



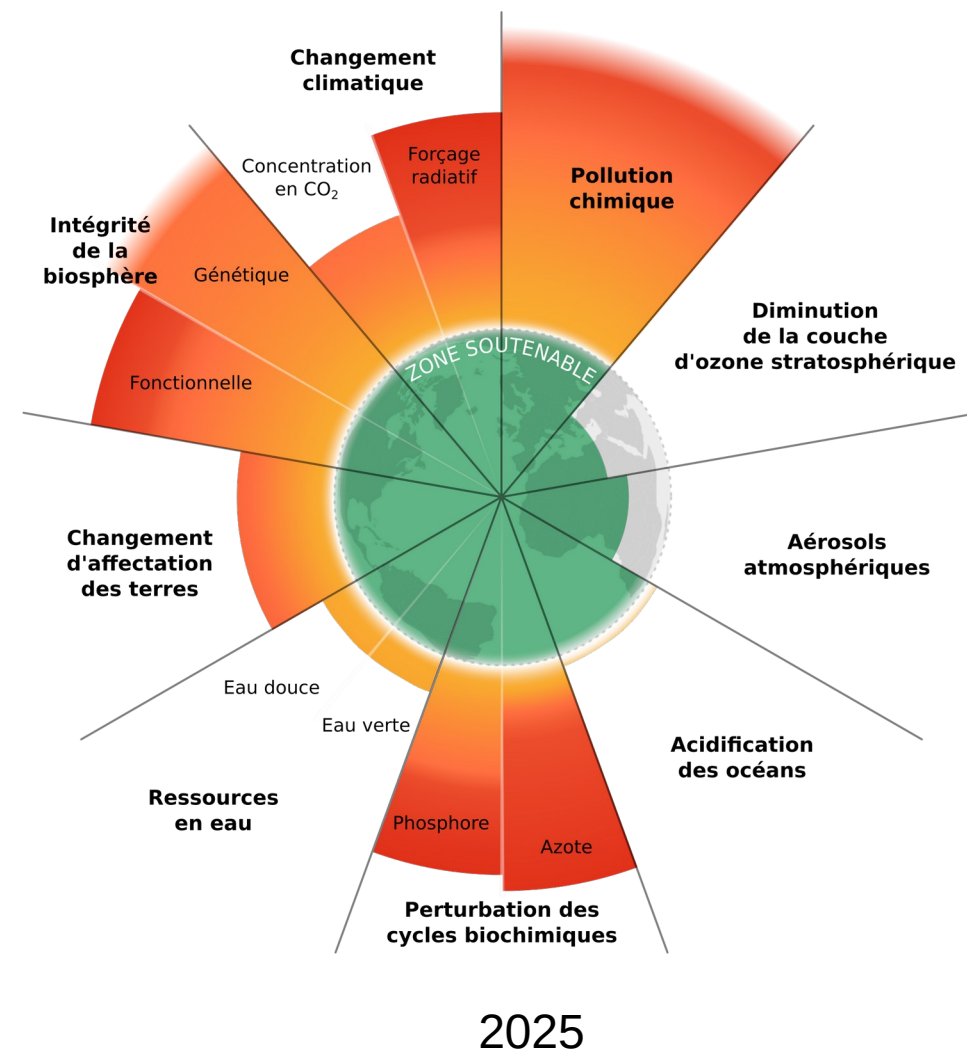
- Le dépassement d'une ou plusieurs limites planétaires met en péril la stabilité du système Terre, dont dépend notre survie même



Limites planétaires



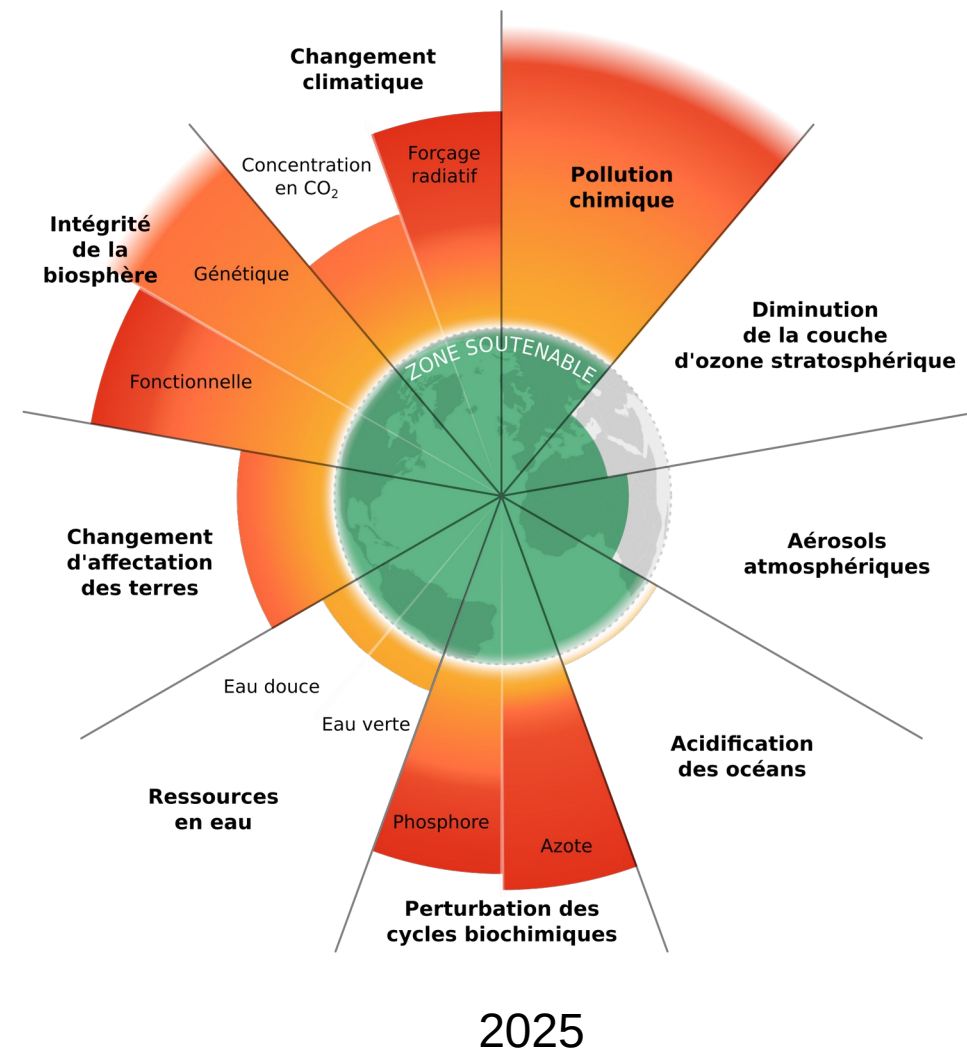
- Le dépassement d'une ou plusieurs limites planétaires met en péril la stabilité du système Terre, dont dépend notre survie même



Limites planétaires



- Le dépassement d'une ou plusieurs limites planétaires met en péril la stabilité du système Terre, dont dépend notre survie même



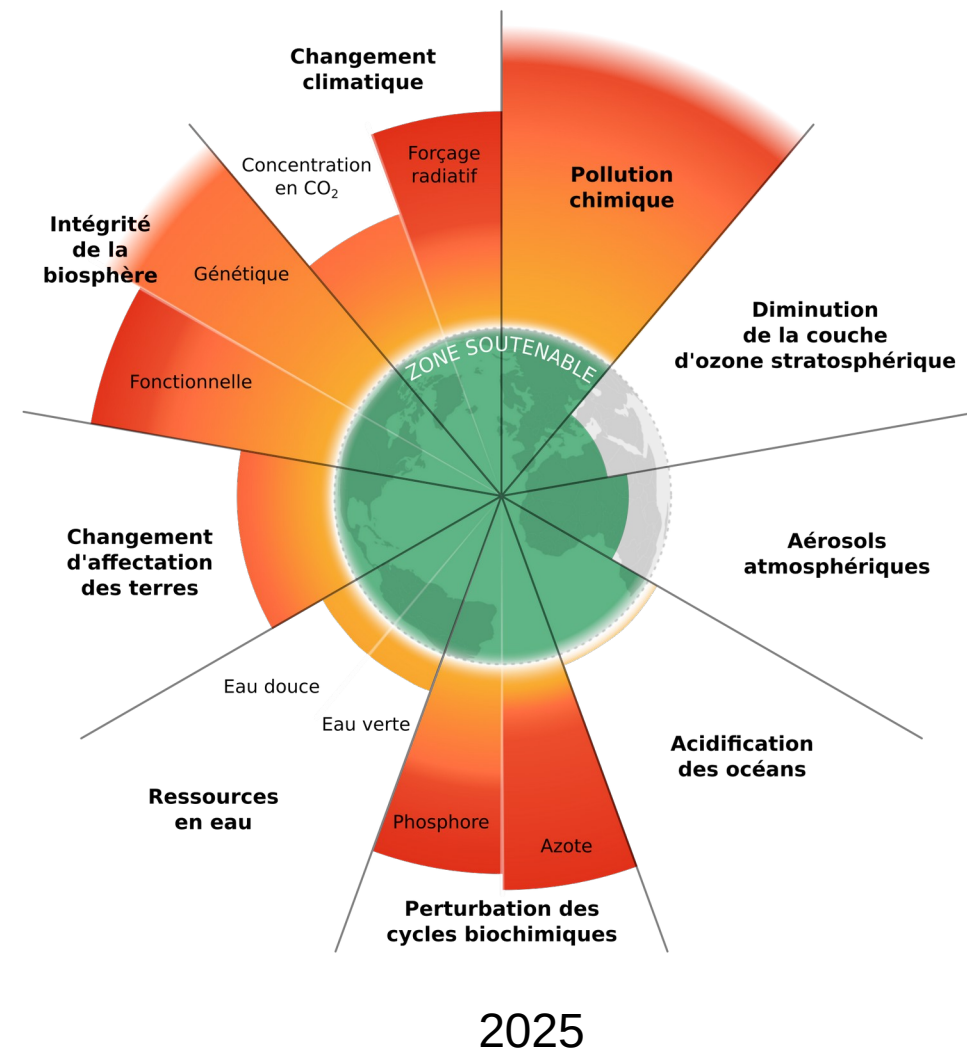
Limites planétaires



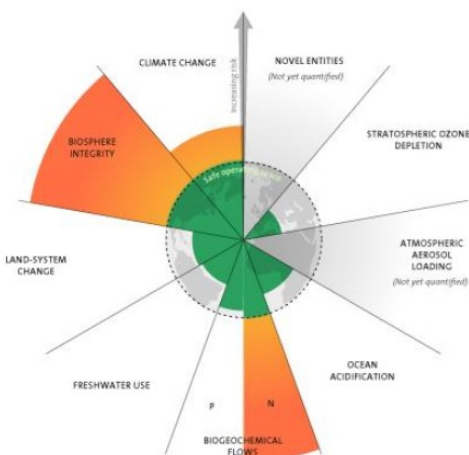
Nouvel équilibre !

Moins confortable...

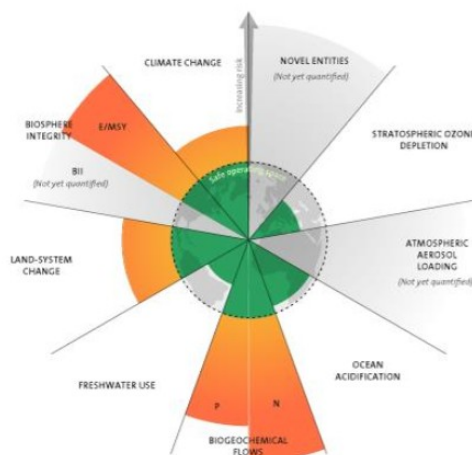
- Le dépassement d'une ou plusieurs limites planétaires met en péril la stabilité du système Terre, dont dépend notre survie même



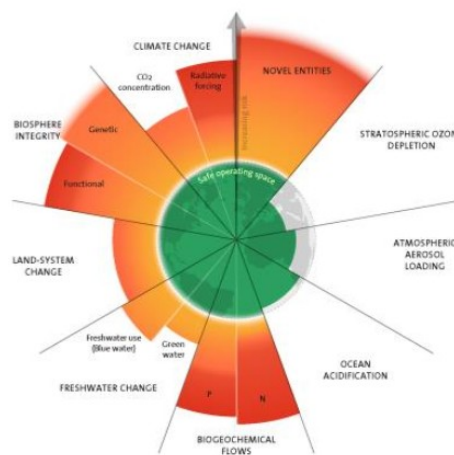
Limites planétaires : évolution rapide !



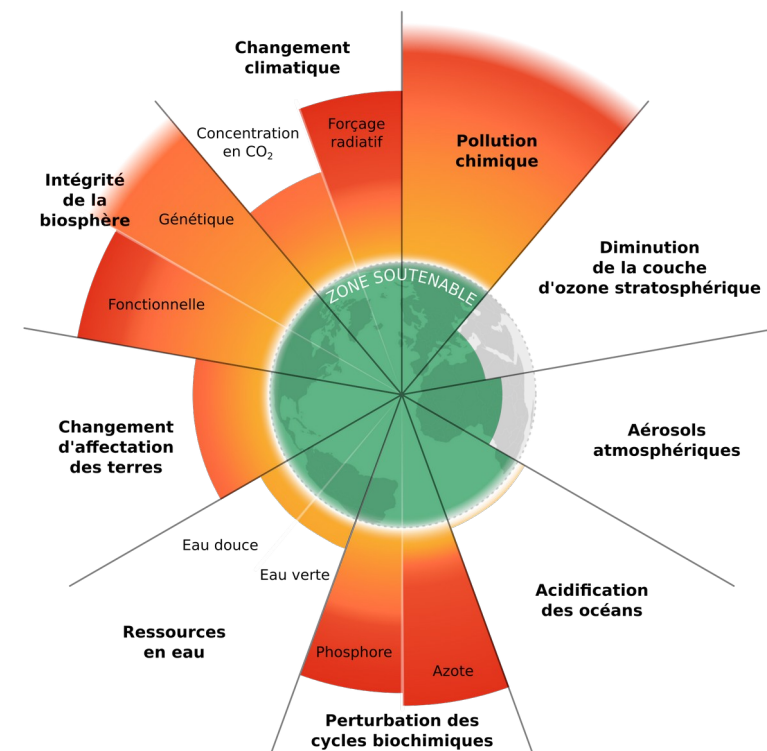
2009:3



2015:4



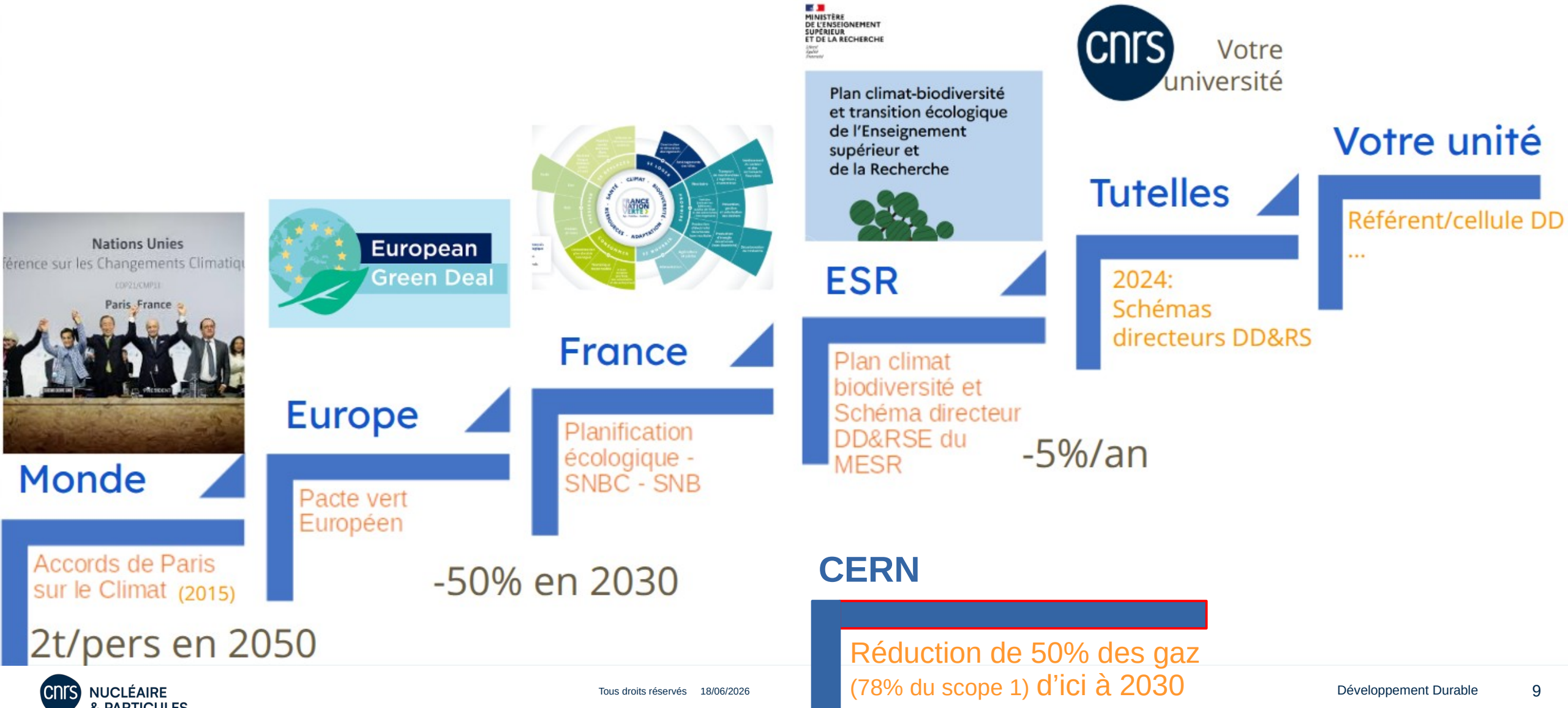
2023:6



2025:6+

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

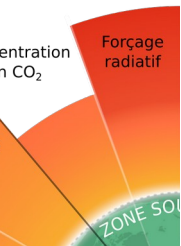
Réactions institutionnelles





NUCLÉAIRE
& PARTICULES

Place de la recherche et de l'IN2P3



Changement climatique : quelques ordres de grandeur

Empreinte C (t/an)

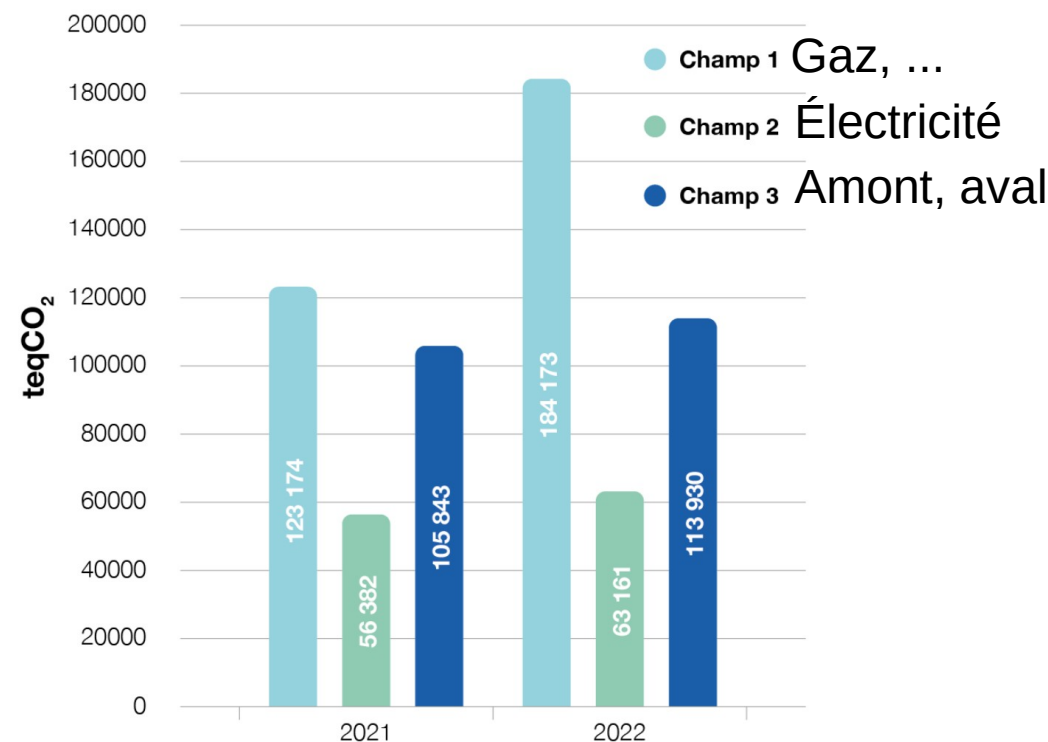
- Français moyen : 10t (dont 6t sur le territoire) <https://nosgestesclimat.fr/>
- Agent CNRS : 14t <https://www.cnrs.fr/fr/actualite/le-cnrs-calcule-son-deuxieme-bilan-carbone>
- Personnel IN2P3 : >6t
- Usager du LHC : >35t [PoS ICHEP2024 \(2024\) 1231](#)
- Astrophysicien : 37t <https://arxiv.org/html/2407.16011v1>

Rappel : la cible pour 2050 est 2t/an/pers



Périmètres différents !

CERN

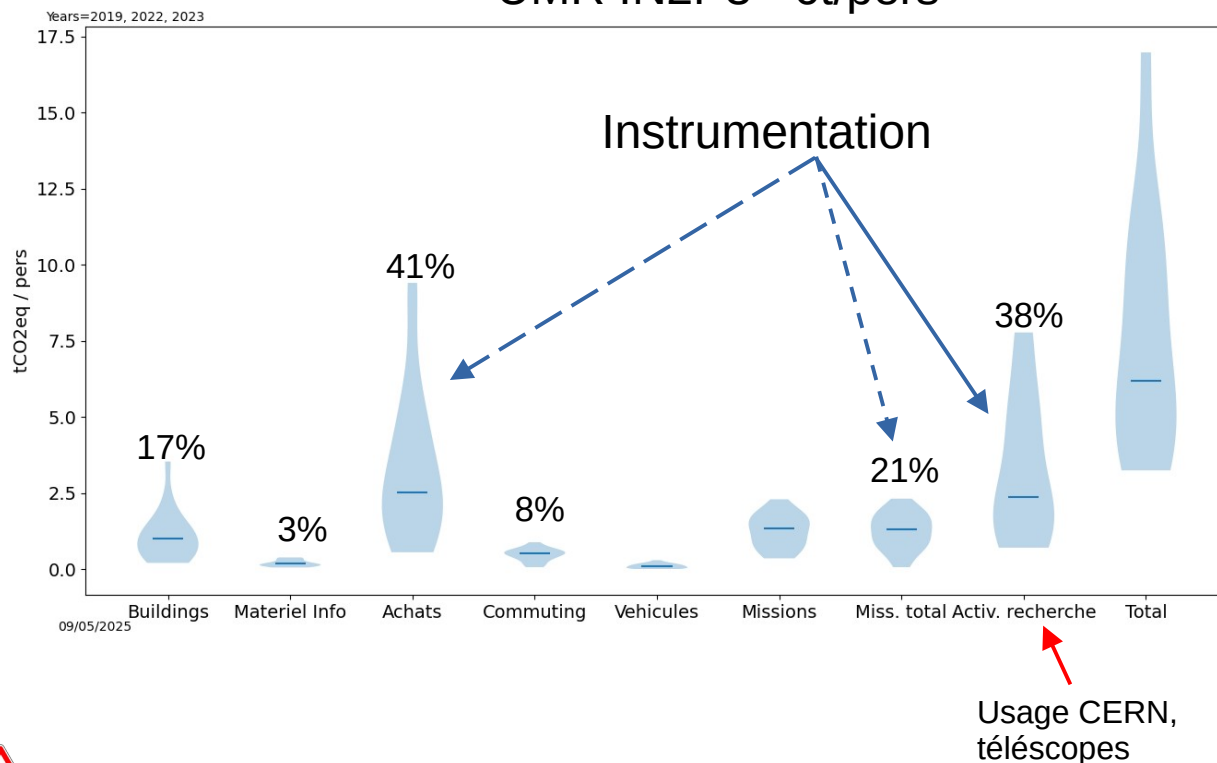


Nouvel accélérateur: 1-2Mt (sur toute sa durée de vie)

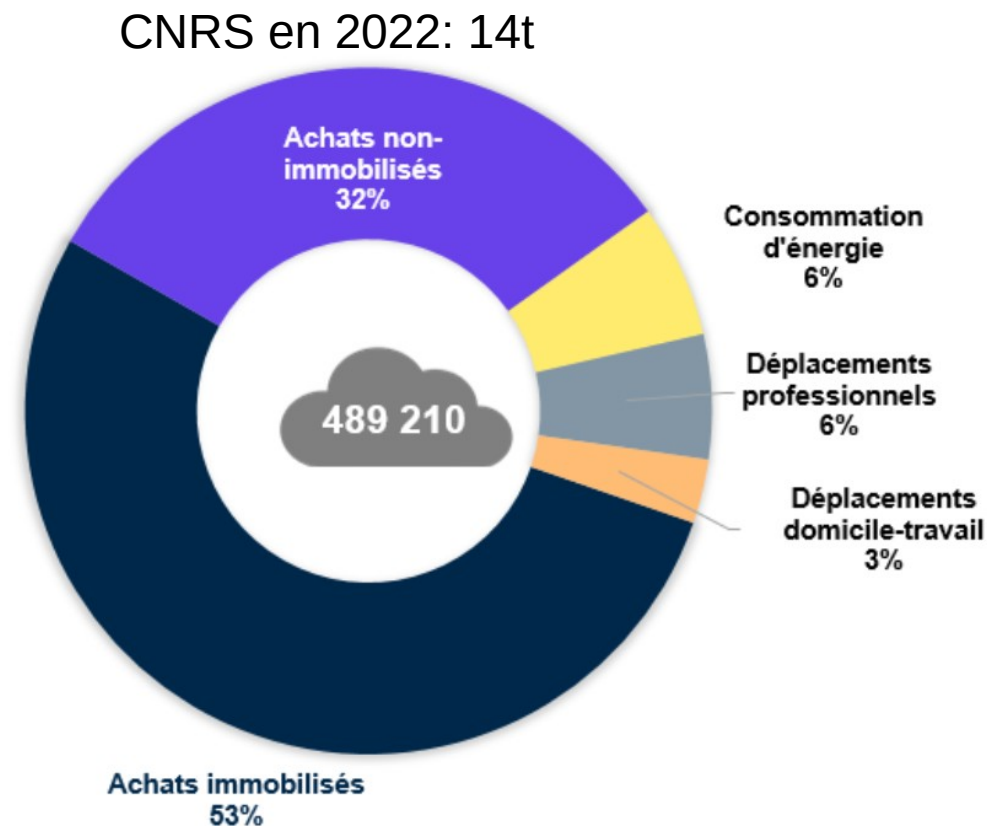
<https://indico.in2p3.fr/event/34334/>

Notre empreinte plus en détail

UMR IN2P3 ~6t/pers



Certains bilans-C sont encore incomplets



Bilan carbone du CNRS en 2022© CNRS



Périmètres différents !



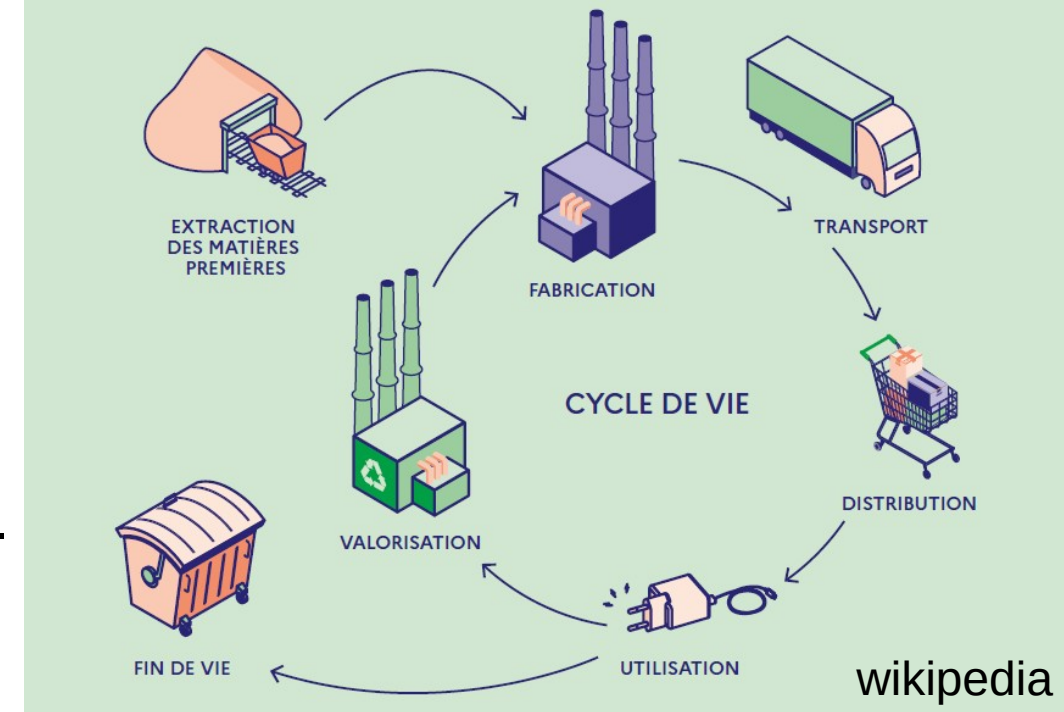
NUCLÉAIRE
& PARTICULES

Les instruments
sont au cœur de notre empreinte

Comment réduire leurs impacts ?

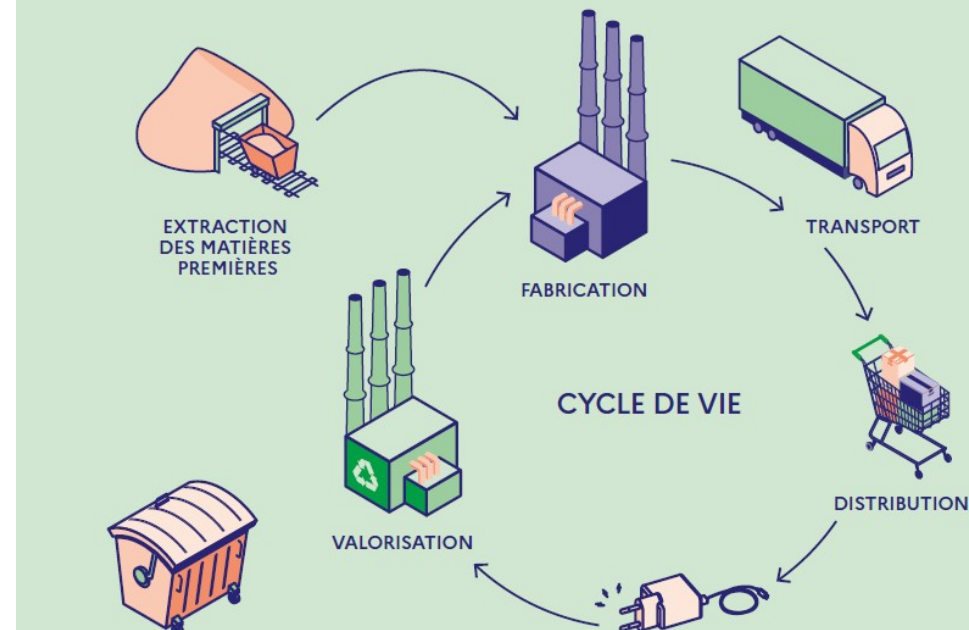
L'analyse de cycle de vie (ACV)

- Évalue l'impact environnemental
 - d'un produit, d'un service ...
 - en considérant toutes les étapes de son cycle de vie.

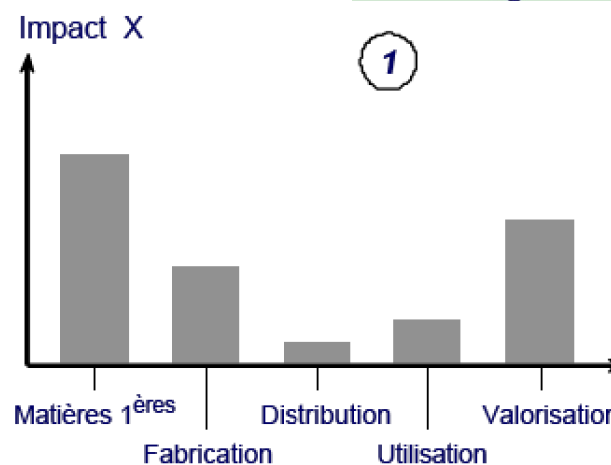


L'analyse de cycle de vie (ACV)

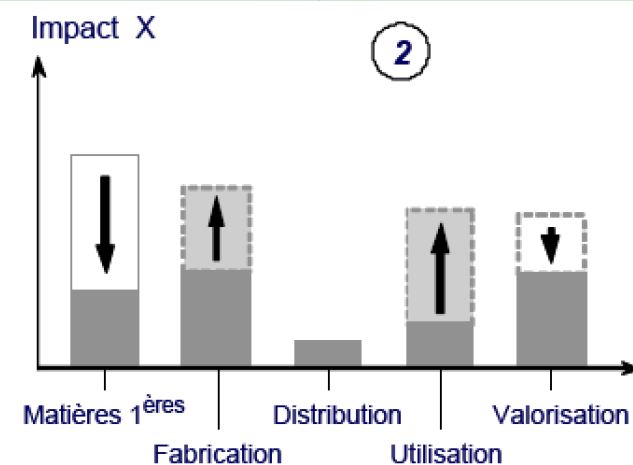
- Évalue l'impact environnemental
 - d'un produit, d'un service ...
 - en considérant toutes les étapes de son cycle de vie



Permet de comparer différents produits, ..., ainsi que les différentes étapes d'un même produit.



L'analyse de l'existant ① montre que l'impact environnemental majeur est généré au niveau des matières premières.



L'une des solutions envisagées ② réduirait cet impact au niveau des matières premières mais l'aggraverait à d'autres étapes : cette solution constituerait un transfert de pollution.

ACV en 4 étapes

Cadre de l' ACV

1. Définition des objectifs
et du champ de l' étude

2. Analyse de l' inventaire

3. Evaluation de l' impact.

4. Interprétation

5. Applications

- ✓ Propositions d' amélioration
- ✓ Planification stratégique
- ✓ Politique publique
- ✓ Mercatique
- ✓

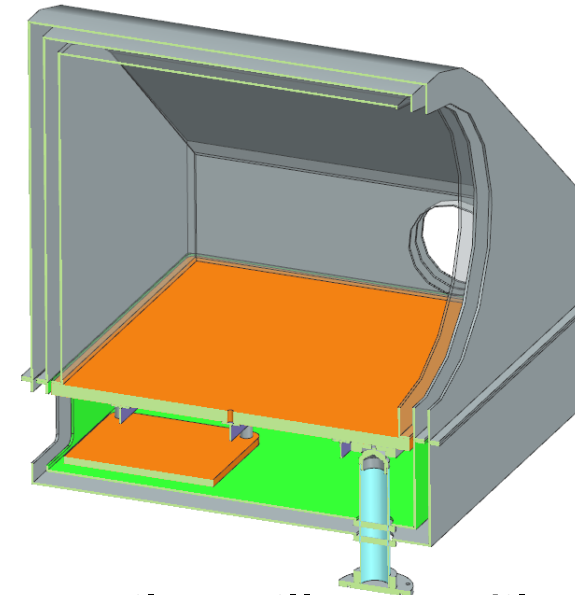
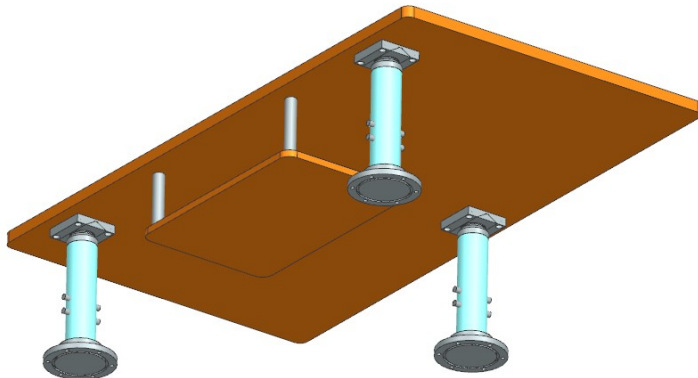
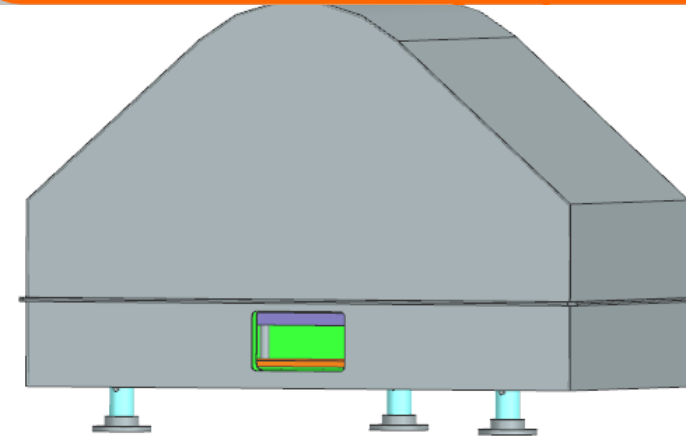
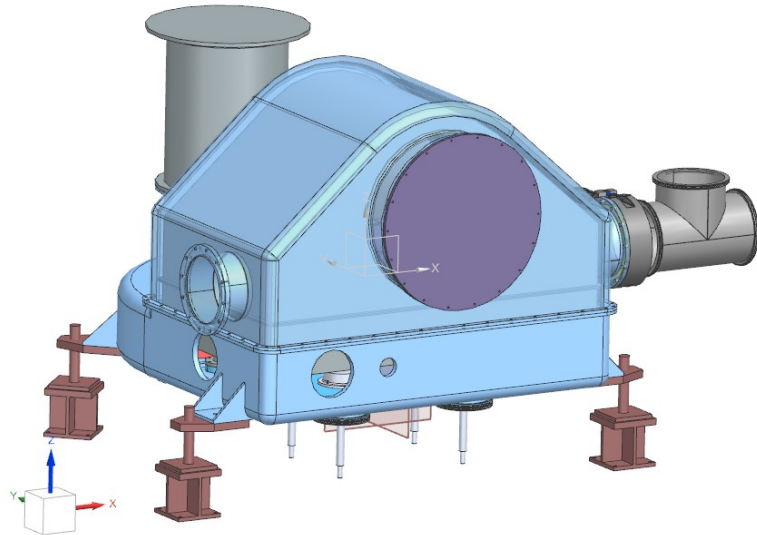


ACV cuve spatiale

17/10/2025

Structure du système

1. Définition des objectifs et du champ de l'étude

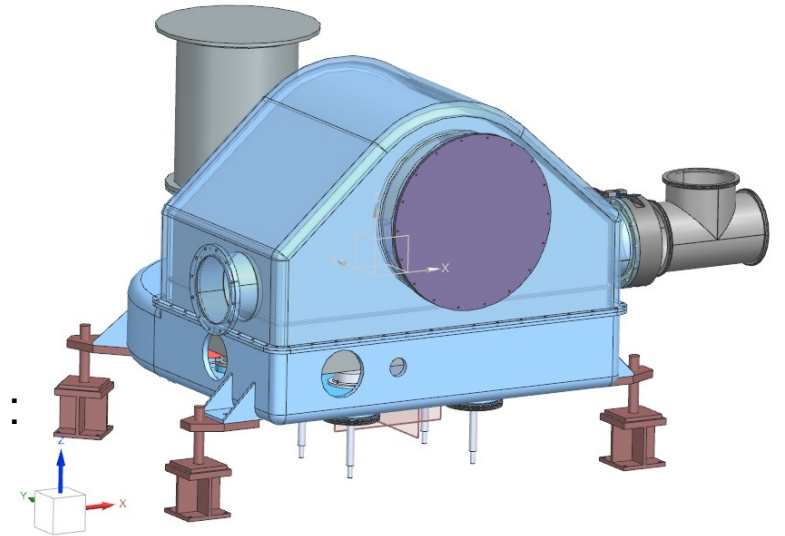


1. Définition des objectifs et du champ de l'étude

Unité fonctionnelle

- Unité commune représentant la fonction du système
- Paramètres clés: durée de vie, nombre d'utilisations, ...
- Définition pas aussi triviale qu'il n'y paraît

Construction
&
Opération de :



Structure du système

2. Analyse de l'inventaire

Cuve entière

Ecran 50K
(45kg alu)

Ecran 4K
(40kg alu)

Ecran 2.7K
(22kg alu)

2.1 MWh

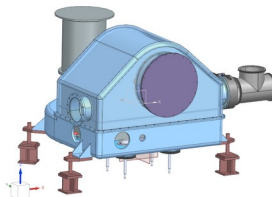
Plaque 2.7K
(130kg cuivre)

Plaque 4K
(12kg cuivre)

600L He4
liquide

Pieds 2.7K

Pieds 4K



Inventaire

2. Analyse de l'inventaire

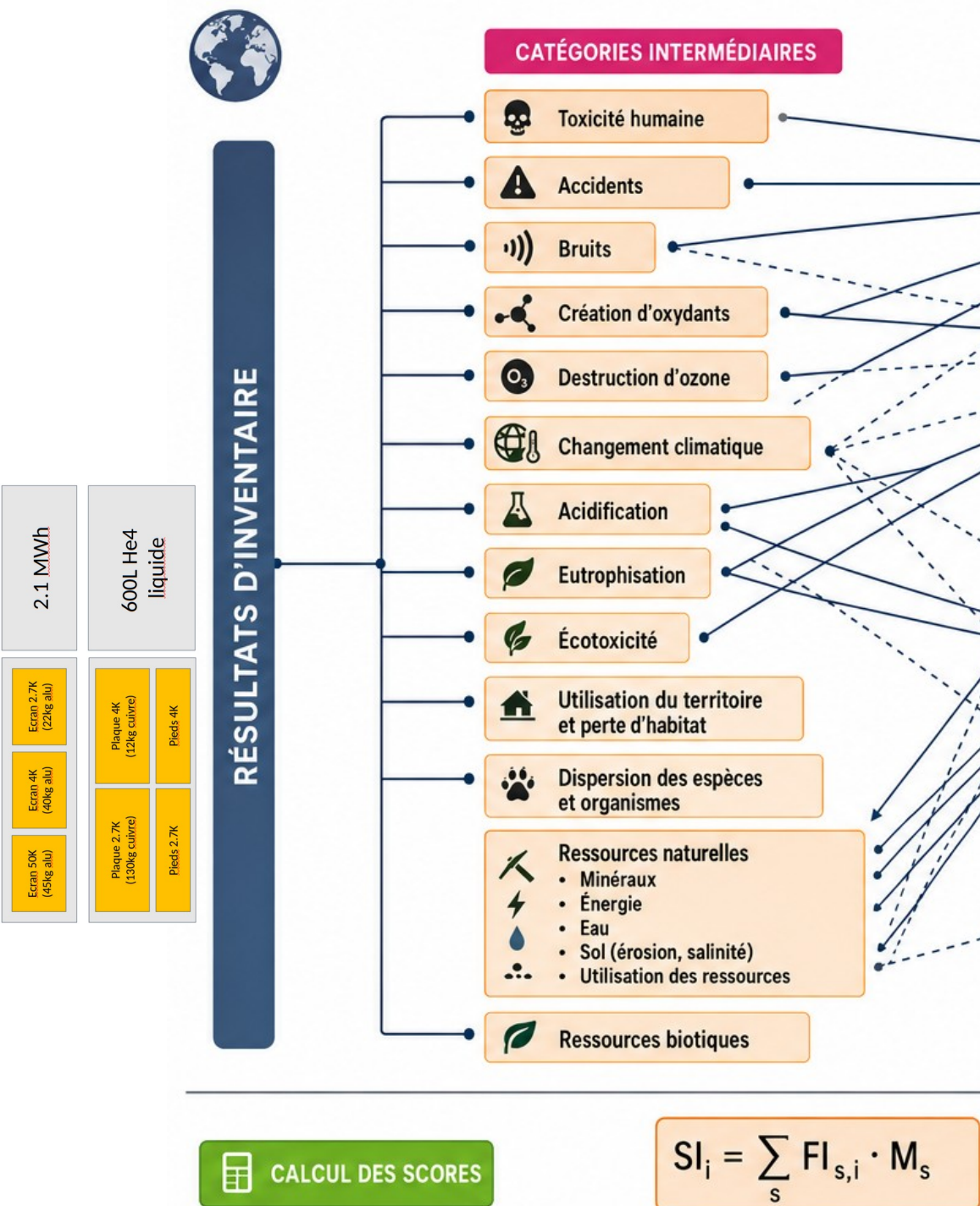
- **Inventaires des flux élémentaires:**
flux de matière, d'énergie et de polluants qui traversent les limites du système

x facteurs d'émissions/d'extraction

Impacts

Bases de données:
EcoInvent, BAFU, ...

contiennent FE
(globaux, continentaux ou nationaux)



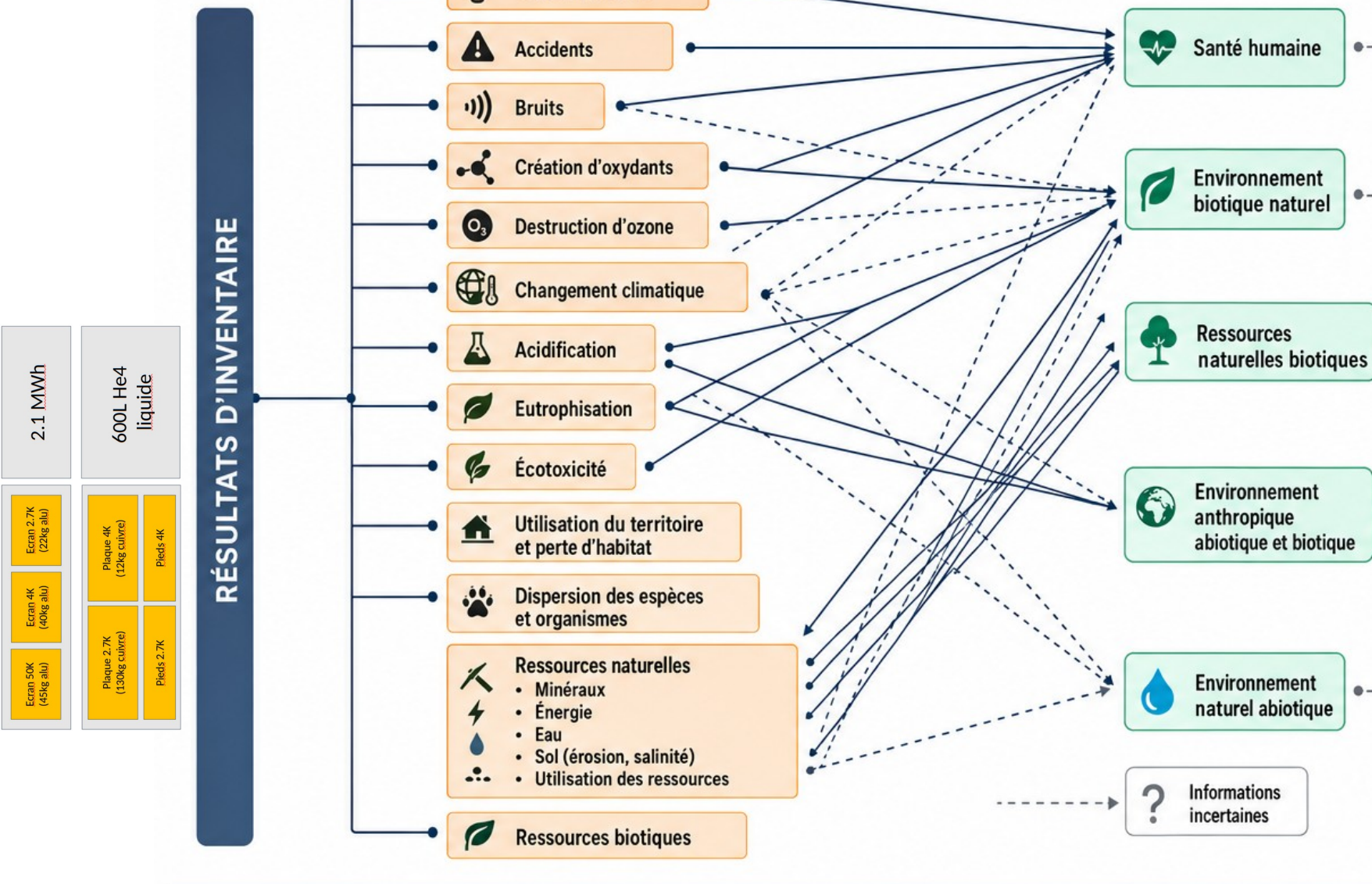
Inventaires

x facteurs d'émissions/d'extraction

Impacts



Exemple de méthode :
IMPACT 2002+



Agrégations
des impacts

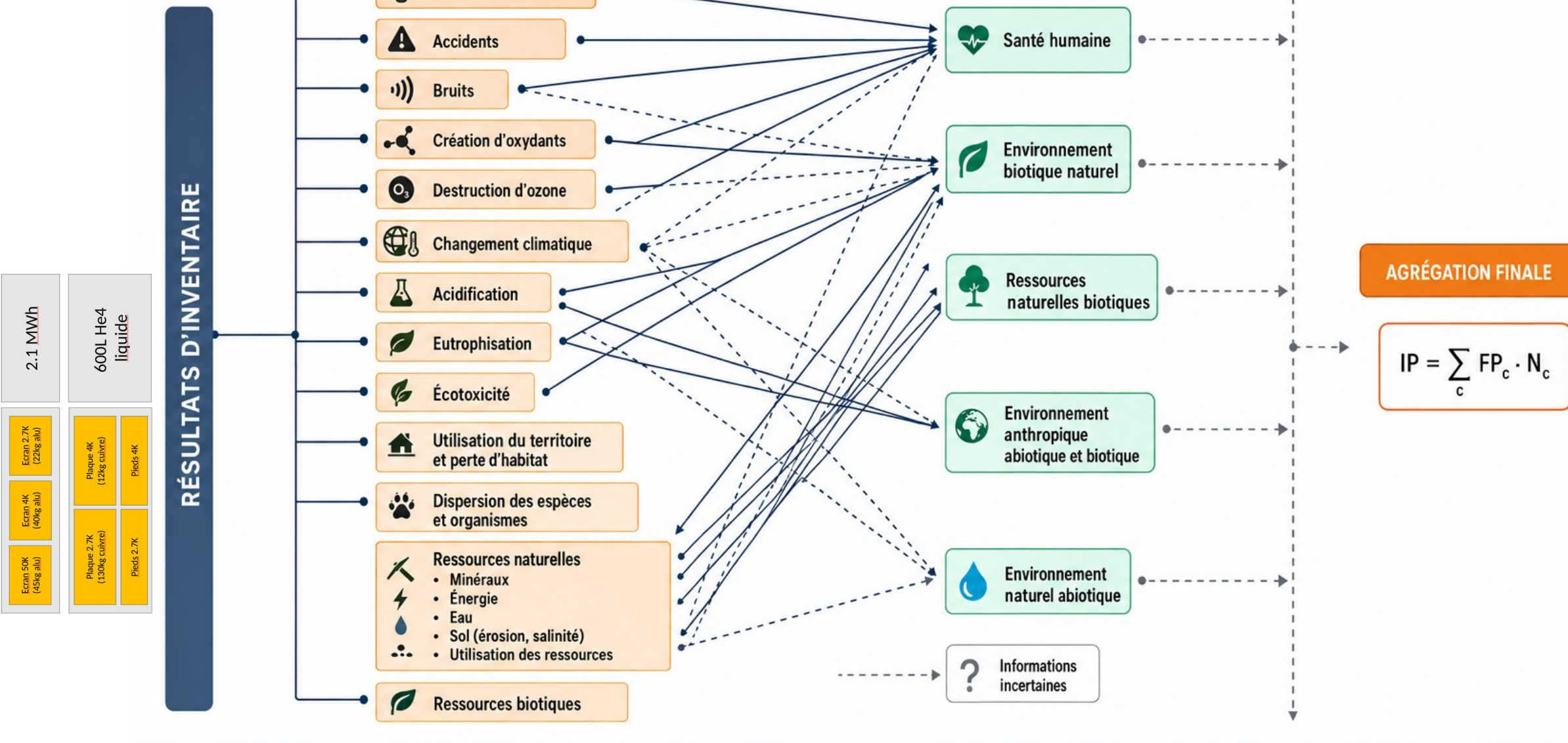
CALCUL DES SCORES

$$SI_i = \sum_s FI_{s,i} \cdot M_s$$

$$SD_d = \sum_i FD_{i,d} \cdot SI_i$$



Exemple de méthode :
IMPACT 2002+



CALCUL DES SCORES

$$SI_i = \sum_s FI_{s,i} \cdot M_s$$

$$SD_d = \sum_i FD_{i,d} \cdot SI_i$$

Inspiré de:

INP
TOULOUSE

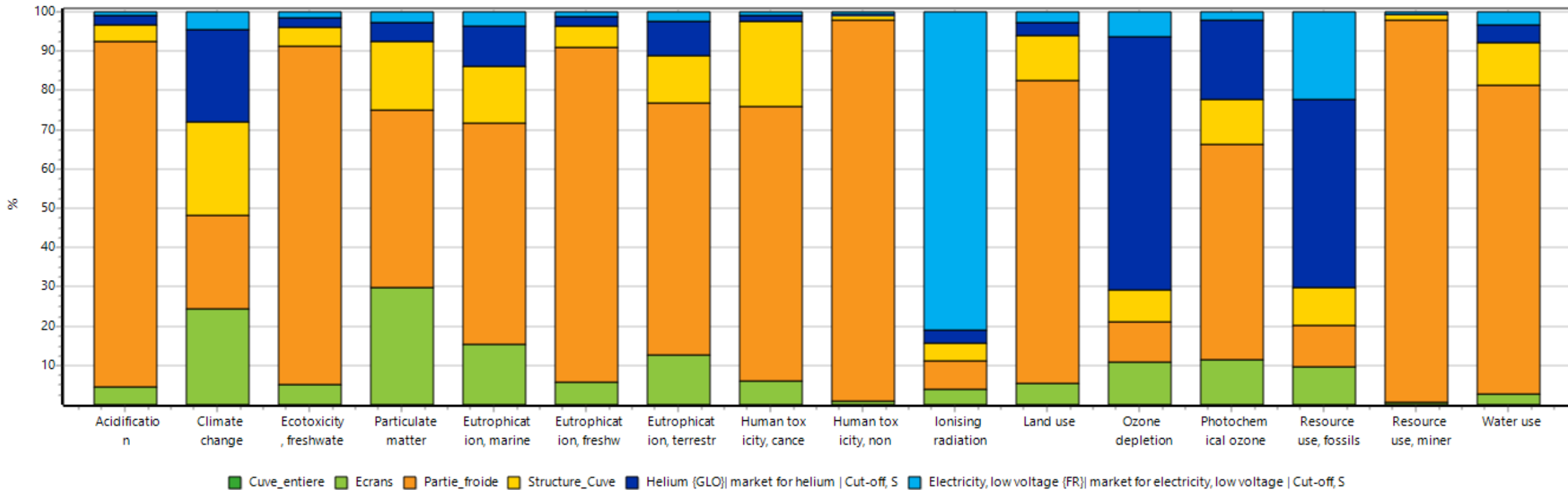
ENSIACET A7

Étude d'impact

3. Evaluation de l'impact.

Autre méthode, plus récente, norme Europe

méthode de calcul EF3.1

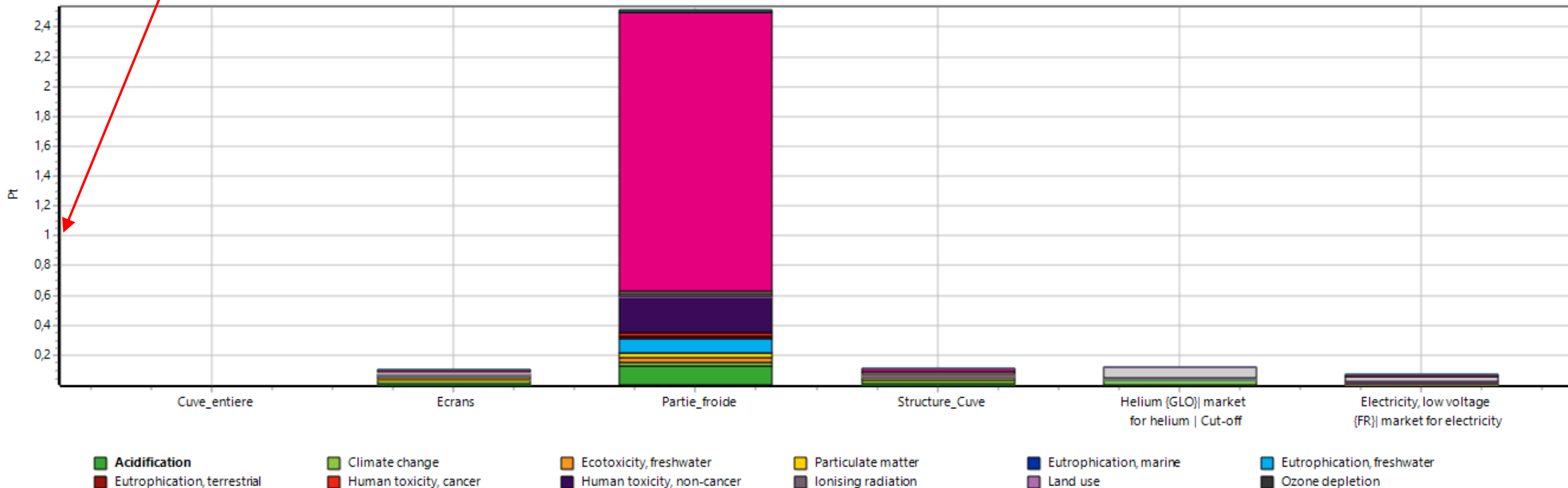


Analyse de 1 p 'Cuve_entiere', méthode: Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.00 / EF3.1 normalization and weighting set / Étude de dommages

Score unique

La partie froide à l'impact le plus fort !

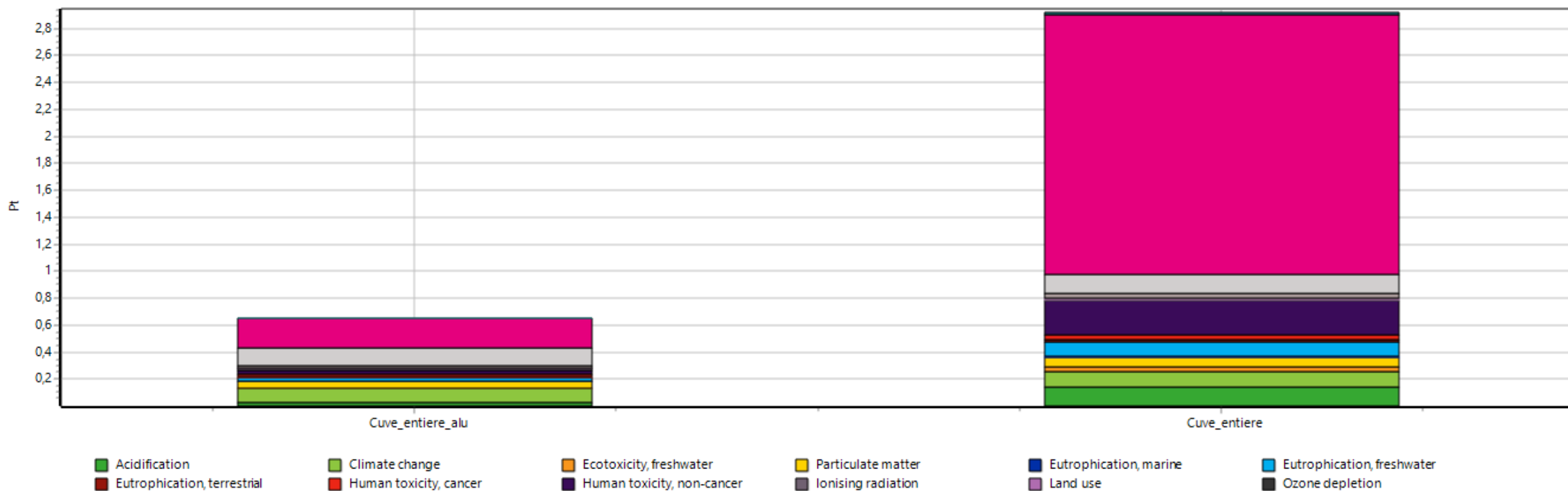
1 point = empreinte environnementale annuelle d'un européen



Analyse de 1 p 'Cuve_entiere', méthode: Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.00 / EF 3.1 normalization and weighting set / Score unique

Comparaison cuve cuivre vs alu

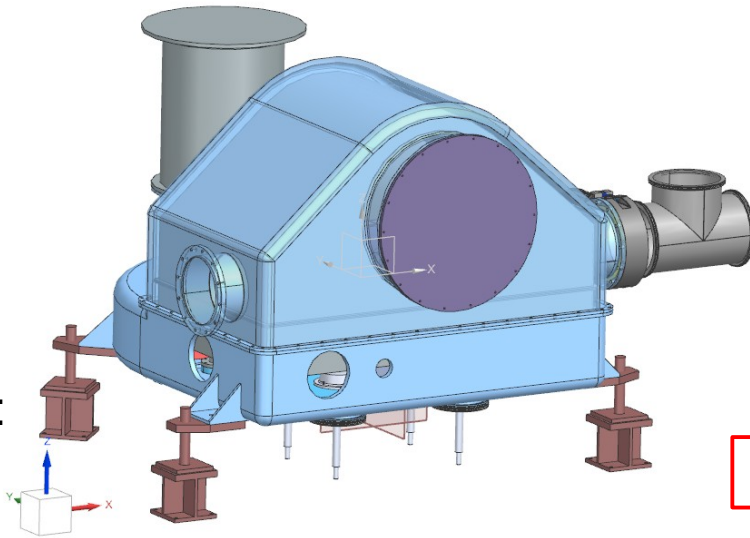
L'impact total est réduit de 75% !



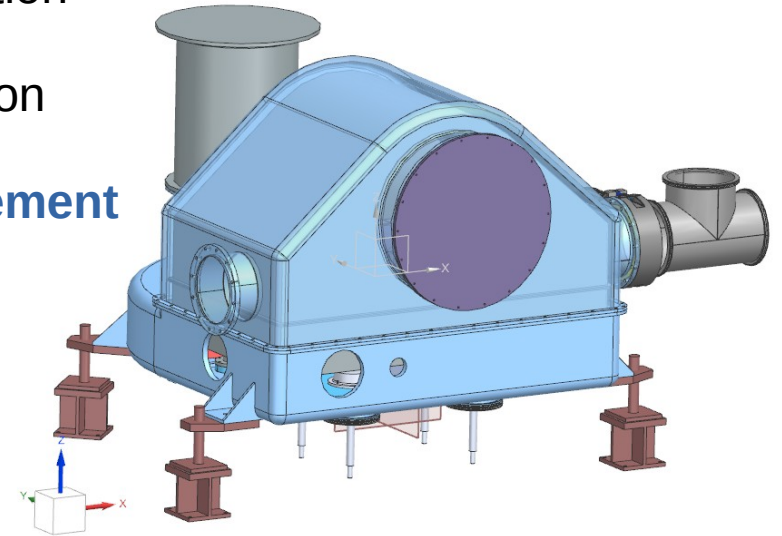
Comparaison de 1 p 'Cuve_entiere_alu' avec 1 p 'Cuve_entiere', méthode: Environmental Footprint 3.1 (adapted) V1.00 / EF 3.1 normalization and weighting set / Score unique

Du “du berceau à la porte” à “du berceau à la tombe”

Construction
&
Oppération de :

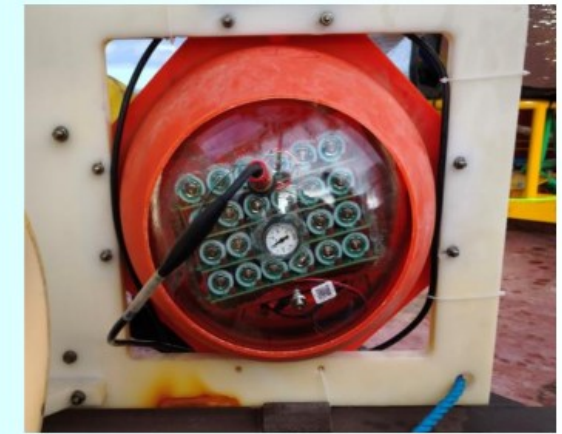
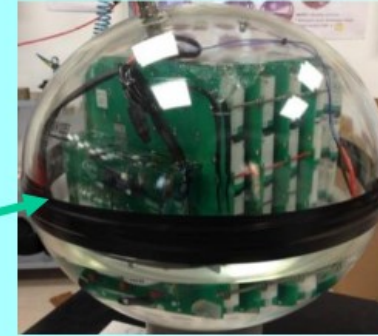


Construction
&
Oppération
&
Démentellement
de :



2) ACV Objet de l'étude

Batterie INFN

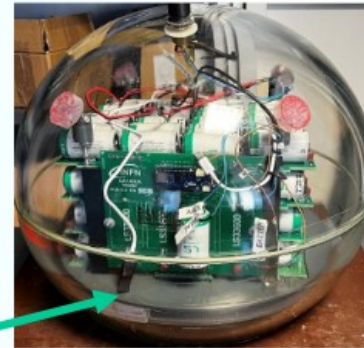


Gel de silicone

Rien n'est récupérable !

- Impossibilité de maintenance
- Composants non recyclables

Batterie CPPM



Structure mécanique

Tout est récupérable !



KM3Net @ CPPM:
©Alain Cosquer

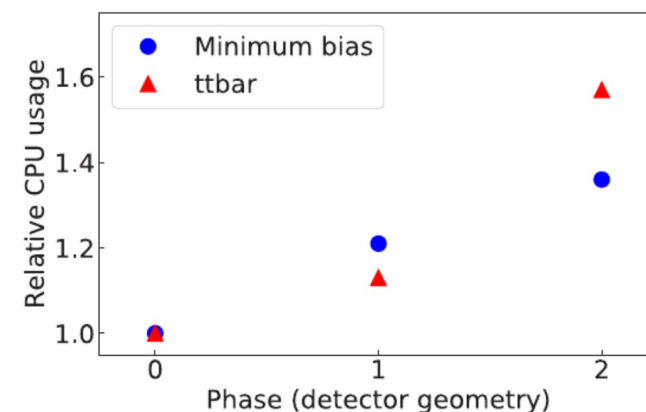
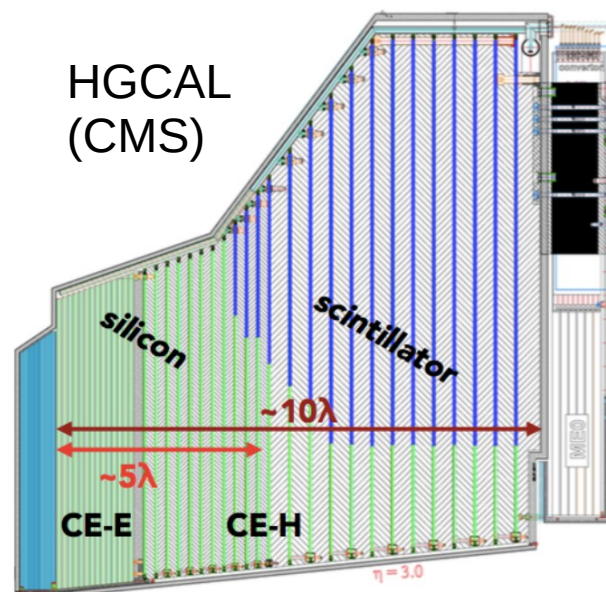
Ne pas oublier les conséquences de certains choix

- Déplacement induits

- Installation
- Opérations (shifts !)
- Maintenance
- ...



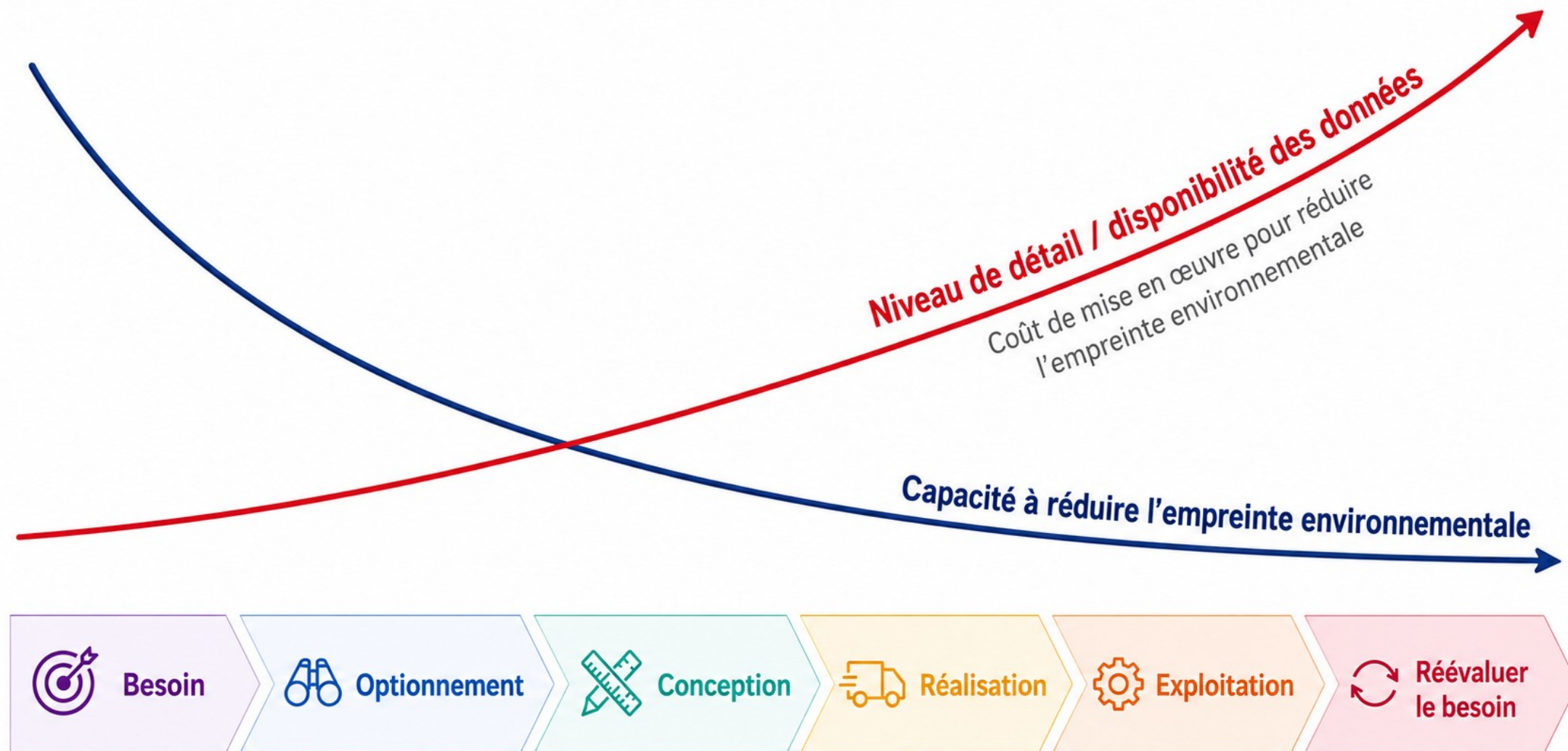
- Besoin en calculs



CMS software. The original CMS geometry has 2.1 million elements, and the Phase 1 CMS geometry is similar. Because of the greater complexity of the Phase 2 pixel detector and HGCal, the Phase 2 CMS geometry has 21.9 million elements. These increases in channel

The European Physical Journal Conferences 214:02036

Précision, coût & capacité de réduction en fonction du temps



Les 10 R

- ☐ Refuser (évidemment...)
- ☐ Repenser (conception, mode d'usage)
- ☐ Réduire (quantités – masses, volumes)
- ☐ Réutiliser (seconde main)
- ☐ Réparer (maintenance corrective)
- ☐ Rénover (maintenance préventive)
- ☐ Remettre en état (reconditionner un produit à partir de plusieurs)
- ☐ Réutiliser (autre fonction)
- ☐ Recycler (matériaux)
- ☐ Récupérer (l'énergie)





NUCLÉAIRE
& PARTICULES

Mise en pratique au CNRS/IN2P3

Logiciels & bases de données

- Base de données :
 - Le nerf de la guerre !
 - **Ecoinvent 3.xx**: base de données de référence
 - A changé sa politique tarifaire en 2025
 - License : achat O(4k€)/users + renouvellement annuel
 - **BAFU** :
 - Gratuite, basée sur Ecoinvent 2.7
 - Enrichie par l'Office Fédéral de l'Environnement (= Ademe Suisse)
 - Base ADEME
 - Gratuite
 - Moins complète

Logiciels & bases de données

- Base de données :

- Le nerf de la guerre !
- **Ecoinvent 3.xx**: base de données de référence
 - A changé sa politique tarifaire en 2025
 - License : achat O(4k€)/users + renouvellement annuel
- **BAFU** :
 - Gratuite, basée sur Ecoinvent 2.7
 - Enrichie par l'Office Fédéral de l'Environnement (= Ademe Suisse)
- Base ADEME
 - Gratuite
 - Moins complète

- Logiciels :

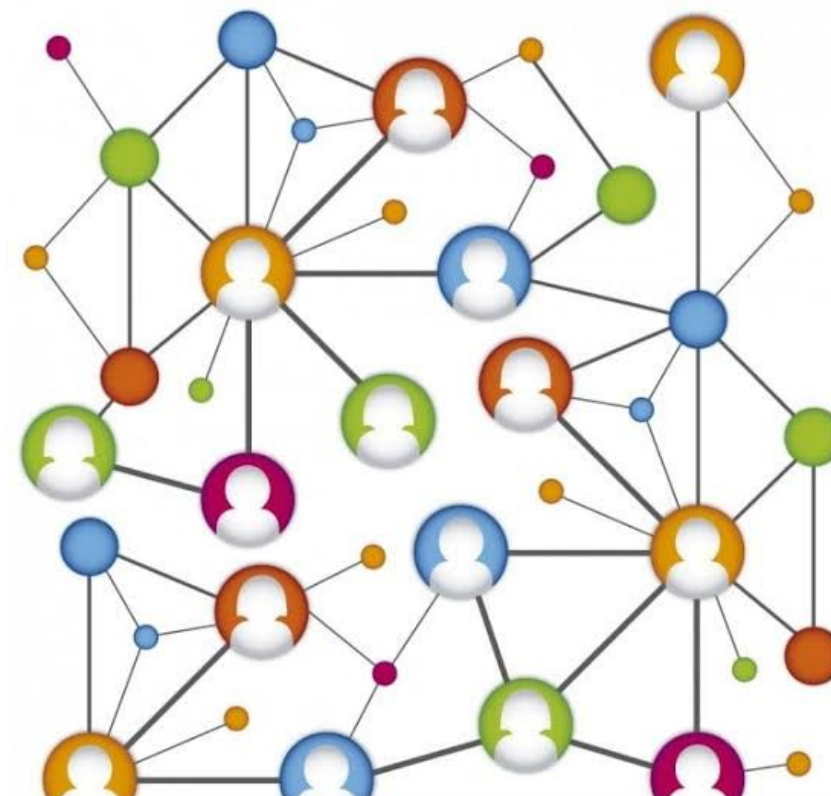
- Peuvent utiliser n'importe quelles bases de données
- SimaPro : le « Office » de l'ACV (=payant)
- **OpenLCA** : le « libreOffice » de l'ACV (=gratuit)
- Brightway2 : le « latex » de l'ACV (=gratuit&complex)
 - Inclut module python
 - programmation (calcul d'incertitudes, ...)
 - Moins intuitif

Formations

- ANF « Eco-conception »
 - mise en pratique d'outils et méthodes d'écoconception pour les objets scientifiques
 - 2025 : grand succès ! (30 participants)
 - Demande de renouvellement pour le printemps 2027 (à Toulouse ?)
- École Thématique « ACV recherche »
 - Utilisation des approches ACV pour l'évaluation environnementale et l'écoconception en recherche fondamentale et appliquée
 - Demande en cours pour 2027

Mise en place d'un réseau

- Porté par IN2P3, INSIS, INC
 - INSIS : en particulier l'UAR UTOPII
Unité Transdisciplinaire d'Orientation et de Prospective des Impacts Environnementaux de la Recherche en Ingénierie
 - Échelle CNRS
 - **Finalisation du cadrage en cours**
- Objectifs :
 - Partage d'expériences
 - Diffusion et promotion des démarches d'évaluation environnementale et d'écoconception
 - Recenser et diffuser les méthodologies, outils, ...
 - Site web centralisant les ressources utiles
 - Susciter des collaborations
 - Référencer et d'organiser des actions de formation, des webinaires, ...
- Pour qui ?
 - Stagiaires des ANF, ET
 - Toute personne curieuse voulant s'acculturer à la thématique !

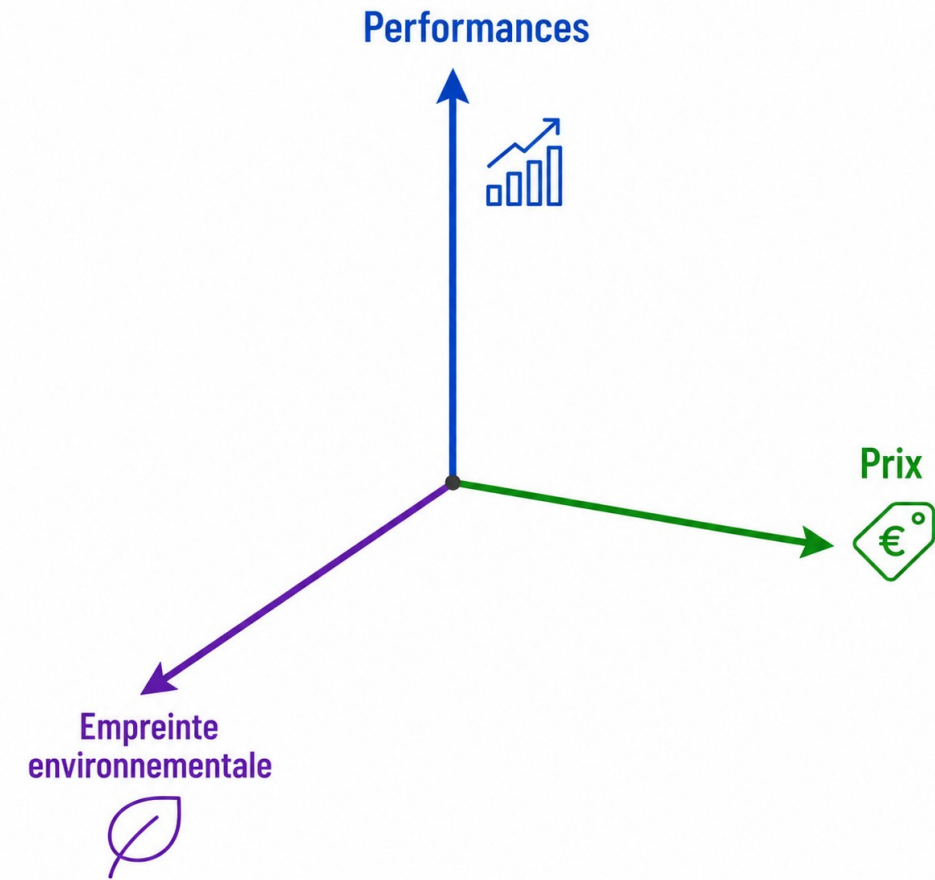


Co-bénéfices

- Humain :
 - Plusieurs retours montrant un meilleur engagement lorsque le personnel a pu travailler à la réduction de l'empreinte de leur projet
- Financier :
 - Souvent les solutions eco-responsables sont moins couteuses (ex : Al vs Cu, simulation, travels)
- Réponses aux appels à projet plus solides :
 - «Une analyse préliminaire montre que l'empreinte environnementale du projet est dominée par XXX. En conséquence, un work package dédié sera consacré à l'étude et à l'optimisation des solutions YYY et ZZZ. »

Conclusions

- Il existe des outils/méthodes pour réduire l'impact de l'instrumentation
 - ACV :
 - Utile pour trouver les « points chauds », faire des choix d'options
 - Limitations : hypothèses de calculs !
 - Methode des 10Rs
- Le CNRS & IN2P3 encourage la montée en compétence sur cette thématique
 - Tout le monde (ie IT, chercheur) peut s'acculturer pour comprendre ce qui se passe dans le bureau d'à côté
 - Ce talk : 1ere étape !
 - Certains peuvent monter en expertise
 - Réseau, ANF, Ecole Thématique
 - Enrichir l'expertise métier



Conclusions

- Il existe des outils/méthodes pour réduire l'impact de l'instrumentation
 - ACV :
 - Utile pour trouver les « points chauds », faire des choix d'options
 - Limitations : hypothèses de calculs !
 - Methode des 10Rs
- Le CNRS & IN2P3 encourage la montée en compétence sur cette thématique
 - Tout le monde (ie IT, chercheur) peut s'acculturer pour comprendre ce qui se passe dans le bureau d'à côté
 - Ce talk : 1ere étape !
 - Certains peuvent monter en expertise
 - Réseau, ANF, Ecole Thématique
 - Enrichir l'expertise métier

Quel rôle peut jouer le GdR DI2I ?

Empreinte
environnementale

Performances



Prix



Quelques références

ANF écoconception 2025: <https://indico.in2p3.fr/event/35164/>

Colloque écoconception de la MITI, 2026:
<https://miti.cnrs.fr/evenement-scientifique/colloque-ecoconception/>

GDR DEFIE: <https://defie-cnrs.fr/>
Dispositifs Électroniques à Faibles Impacts Environnementaux