



# DÉVELOPPEMENT DURABLE EN IMAGERIE : OUTILS MÉTHODOLOGIQUES POUR STRUCTURER SA DÉMARCHE ET AVANCER EFFICACEMENT

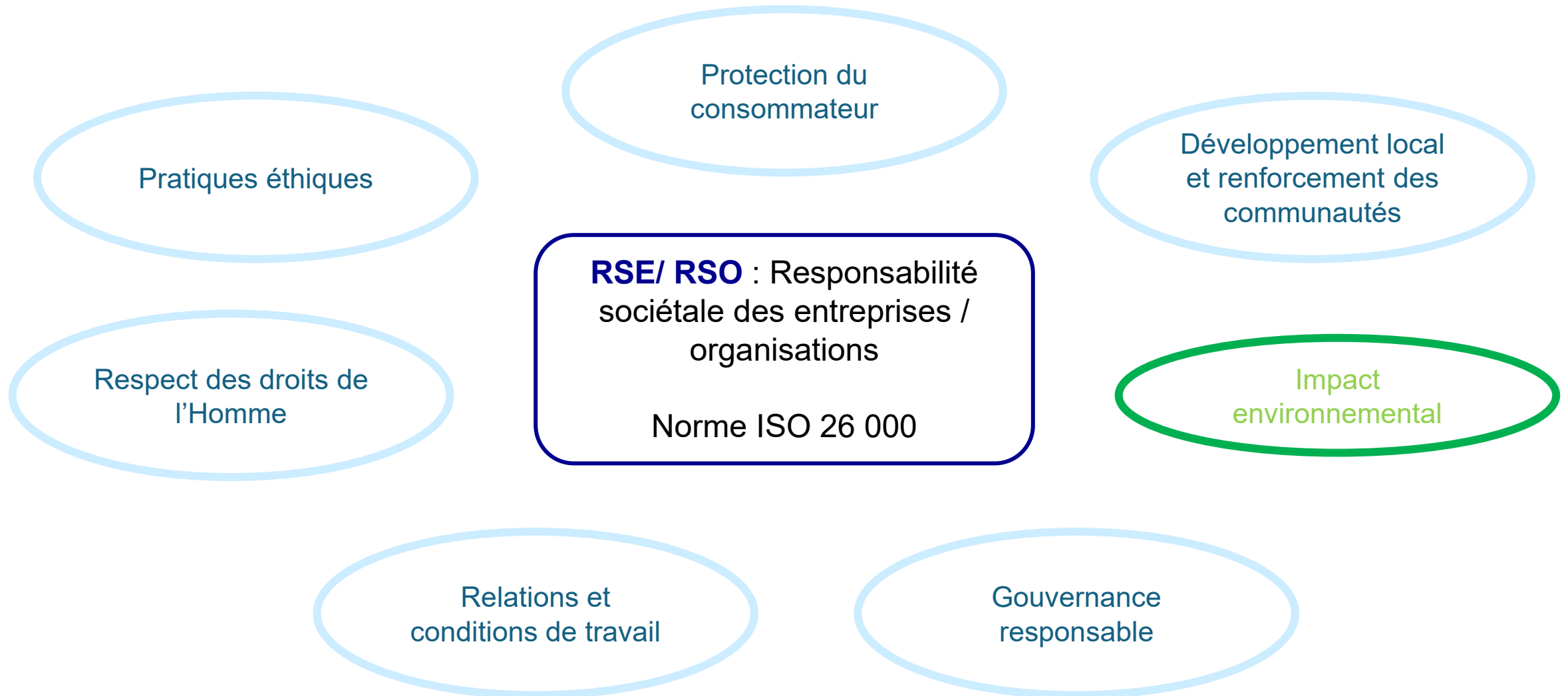
Mélissa Vincent, Association les Shifters



# Objectifs de la présentation

- Revoir la différence entre RSE et développement durable
- Comprendre ce qu'est une analyse de cycle de vie (ACV) ainsi que ses limites méthodologiques
- Comprendre les différents modes de consommation d'énergie des systèmes d'imagerie et comment les mesurer
- Définir un cadre organisationnel pour lancer et structurer sa démarche

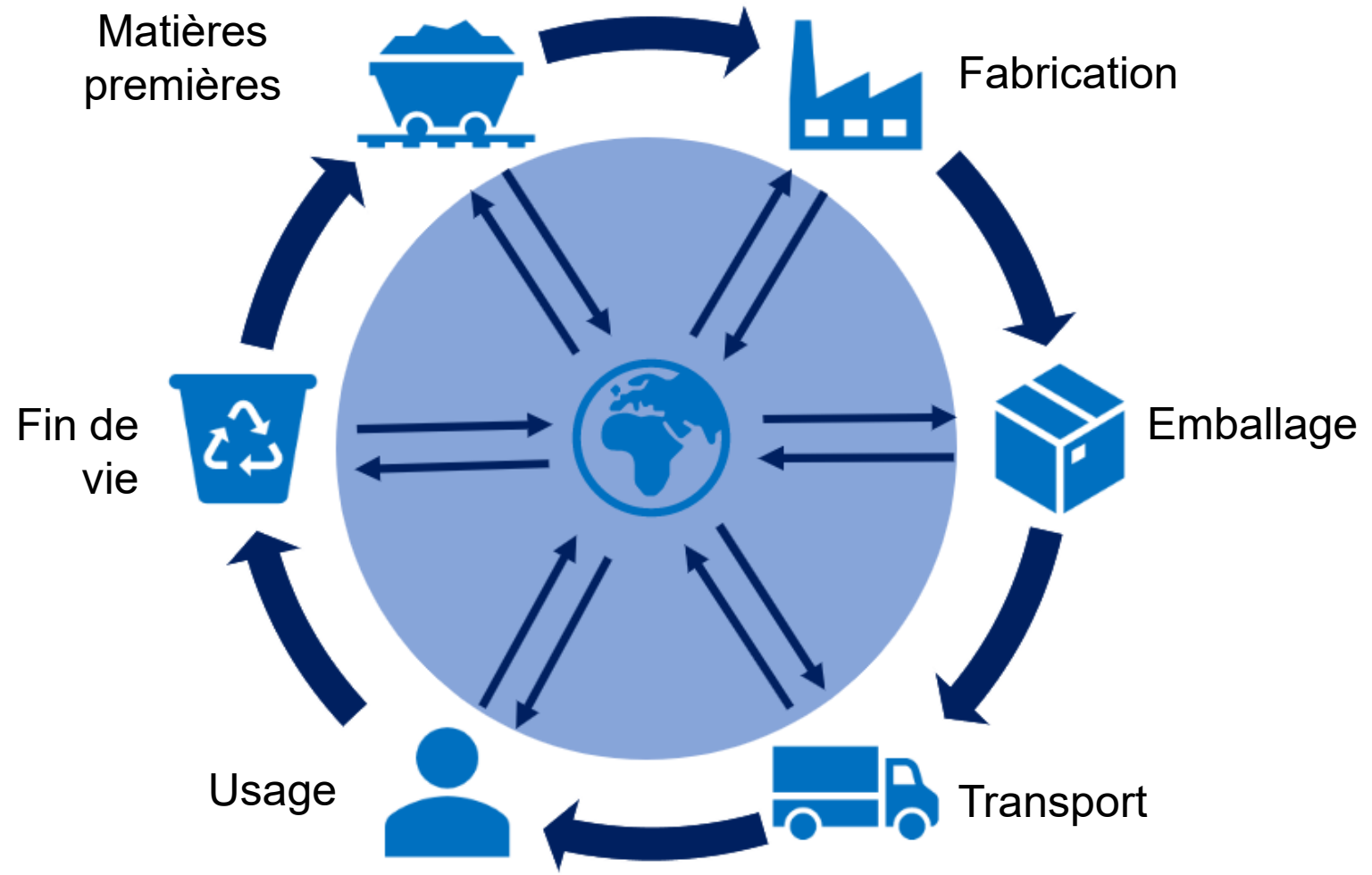
# Introduction – RSO/développement durable



# OUTIL 1 : QUANTIFIER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL GRACE A L'ANALYSE DE CYCLE DE VIE

# Analyse de cycle de vie (ACV) : définition

Méthodologie **standardisée** et basée sur la **science** pour évaluer les **impacts environnementaux** et **sociaux** d'un **produit** ou service sur l'ensemble de son **cycle de vie**.



# Pourquoi faire une ACV ?

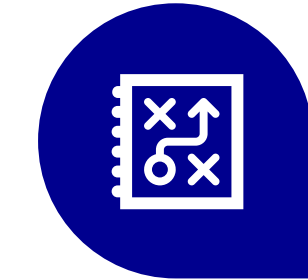
Faciliter les  
**comparaisons** entre  
différents produits



Identifier et prioriser  
des **leviers**  
d'**amélioration**

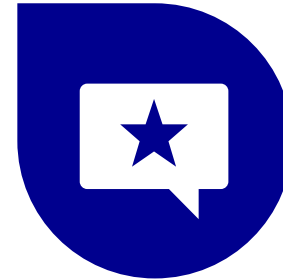


Mettre en place une  
approche d'  
**EcoDesign**



Outil de prise de  
**decision**  
**stratégique**

**Inform**er de  
manière transparente  
les utilisateurs



Communication et  
**generation de**  
**preuves**



Contribuer au  
**reporting**  
**environnemental**

# Méthodologie ACV : norme ISO 14040

## 4 étapes



### Définition des objectifs et du champ d'étude:

- Raison, application souhaitée, audience visée
- Définition de l'unité fonctionnelle (description précise et quantitative de la fonction du produit)



### Inventaire du cycle de vie :

- Collecte des données
- Modélisation de l'unité fonctionnelle



### Evaluation de l'impact sur le cycle de vie :

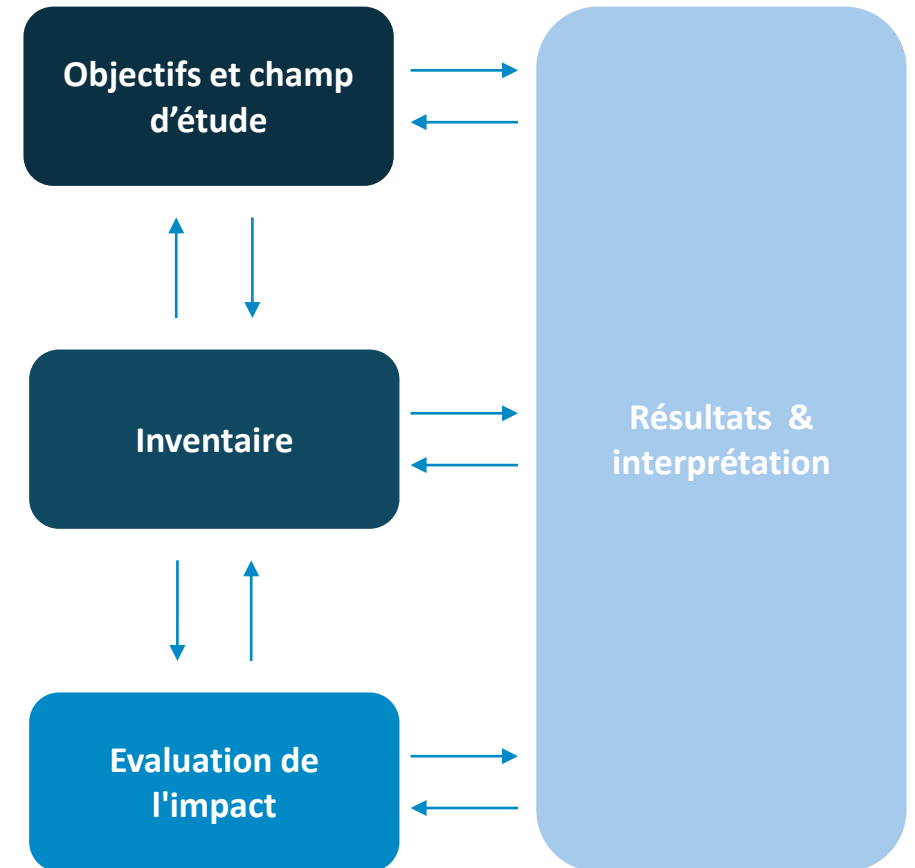
- Evaluation de la contribution aux différentes catégories d'impact (réchauffement climatique, épuisement des ressources, pollution des milieux naturels...)

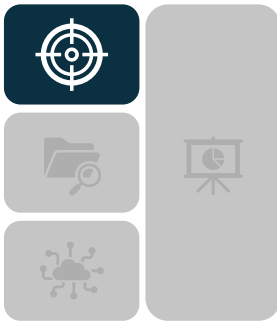


### Résultats et interprétation :

- Conclusions & recommandations
- Enseignements
- Limites de l'exercice

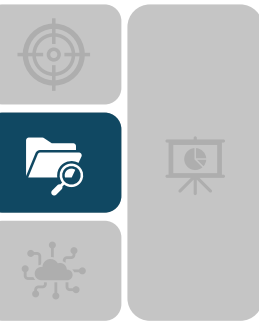
## LCA framework





# Etape 1 : Définition des objectifs et du champ d'étude

| Objectif /<br>périmètre          | Exemple                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Objectif</b>                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• “Cradle to Grave” vs “Cradle to Gate”</li><li>• Comparaison entre un ancien et un nouveau produit</li></ul>                                                 |
| <b>Application<br/>souhaitée</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Participer à l'éco-conception d'un produit</li><li>• Communiquer les résultats au grand public</li></ul>                                                    |
| <b>Audience</b>                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Experts R&amp;D en interne</li><li>• Revendeurs</li><li>• Utilisateurs finaux</li></ul>                                                                     |
| <b>Logiciel utilisé</b>          | <ul style="list-style-type: none"><li>• EX : Logiciel ACV Mobius (édité par Ecochain)</li></ul>                                                                                                     |
| <b>Base de données</b>           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ecoinvent 3.6</li></ul>                                                                                                                                     |
| <b>Unité<br/>Fonctionnelle</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Une description précise et quantitative de la fonction du produit (base de référence pour comparaison, par ex : par patient, par cycle de vie...)</li></ul> |



## 2. Inventaire du cycle de vie

### Collecte des données

- Nomenclature
- Poids/volume
- Consommation d'énergie
- Emballage et transport
- Fin de vie

| Nomenclature (exemple)    |                       |          |       |                          |          |                   |
|---------------------------|-----------------------|----------|-------|--------------------------|----------|-------------------|
| Composant/pièce           | Matériau              | Quantité | Unité | Localisation fournisseur | Distance | Mode de transport |
| <i>e.g. Plastic cover</i> | ABS                   | 300      | g     | Ville                    | 100 km   | Camion 16t        |
| <i>e.g. Electrode</i>     | PE                    | 30       | mg    |                          |          |                   |
| <i>e.g. Electrode</i>     | silver coating        | 10       | ug    |                          |          |                   |
| <i>e.g. Batterie</i>      | Li-ion battery        | 500      | g     |                          |          |                   |
| <i>e.g. Electronics</i>   | Printed circuit board | 20       | g     |                          |          |                   |
| ...                       |                       |          |       |                          |          |                   |

| Phase d'usage : énergie (exemple) |                          |            |                             |
|-----------------------------------|--------------------------|------------|-----------------------------|
| Durée de vie du produit           | Temps utilisation par an | Puissance  | Consommation énergie totale |
| <i>année</i>                      | <i>[heures]</i>          | <i>[W]</i> | <i>[kWh]</i>                |
| ...                               |                          |            |                             |

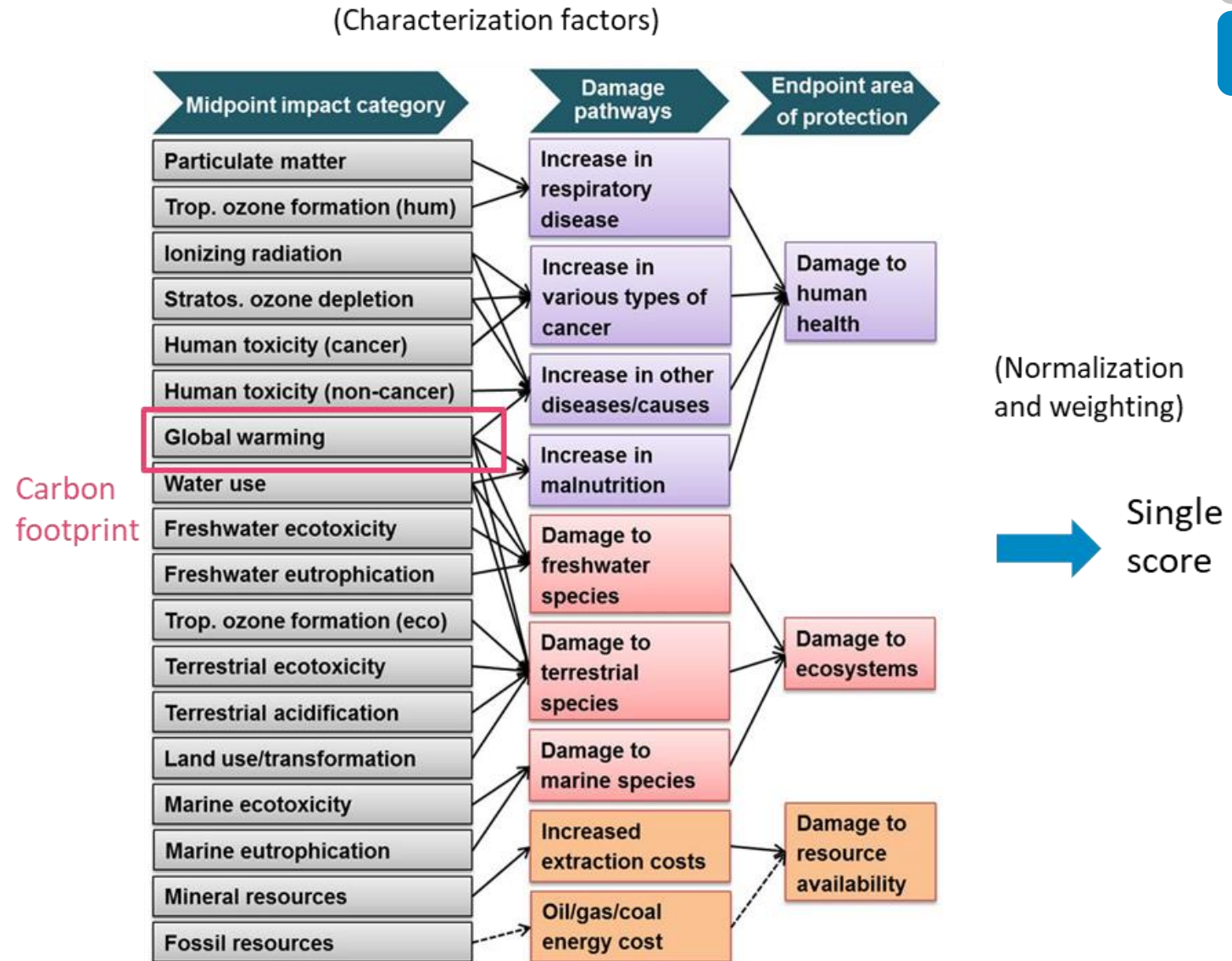
| Phase d'usage : consommables (exemple)            |                     |
|---------------------------------------------------|---------------------|
| Matériaux consommables                            | Poids/ quantité     |
| <i>Electrodes</i>                                 | <i>4 électrodes</i> |
| <i>Gel</i>                                        |                     |
| <i>Processus de nettoyage (détails à fournir)</i> |                     |
| ...                                               |                     |

### 3. Evaluation de l'impact environnemental

Une méthode de modélisation des impacts dans une ACV permet de convertir les données de l'inventaire en un nombre limité d'indicateurs scorés.

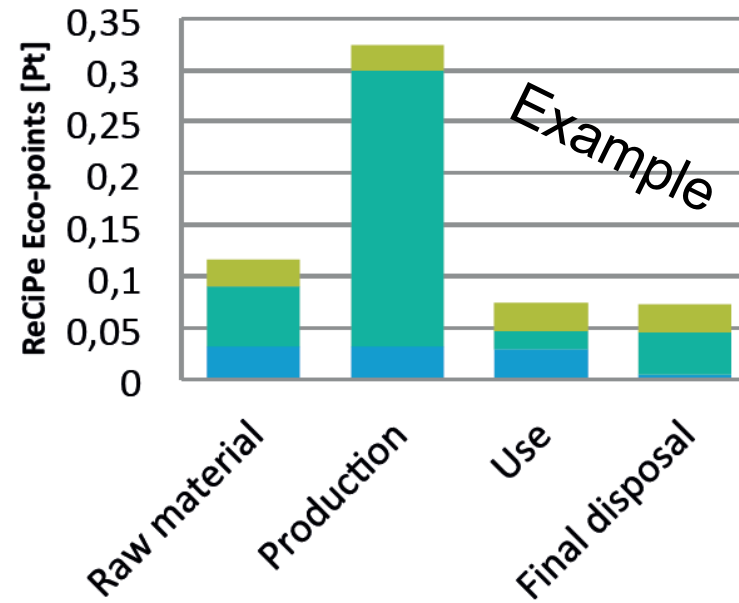
Ici, exemple de la méthode ReCiPe

*Il existe d'autres méthodes de caractérisation par ex. PEF (Europe), CML (Europe) TRACI (Am. du Nord). Bien que toutes ces méthodes soient basées sur les principes de l'ACV, elles peuvent mettre l'accent sur différents aspects ou catégories d'impact en fonction de leur utilisation prévue et de la région.*



## 4. Résultats et interprétation

- Evaluation des résultats : complétude, sensibilité et cohérence
- Identification des principaux “points chauds” ou leviers d’amélioration
- Conclusions et recommandations – que savons-nous? Quelles sont les limites de l’exercice?



# Exemple de données ACV sur la métrique carbone



**Estimations des émissions de GES annuelles moyennes par catégorie de système sur la base des données de Thiel et al (avec prise en compte du mix énergétique français)**



Service de radiologie d'un hôpital américain : 3 IRM, 4 scanners, 2 échographes

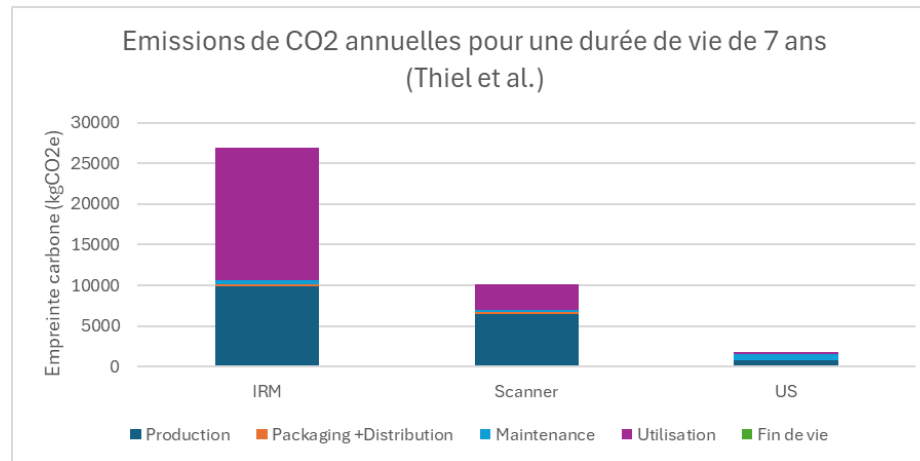


Composition des équipements, transport jusqu'au site final, conso élec, consommables, ...



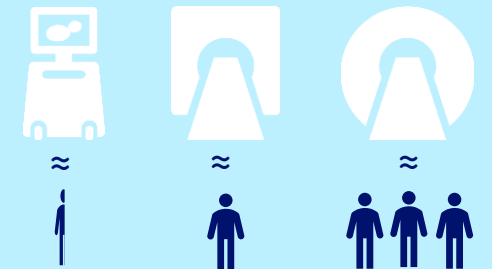
SimaPro 9.3..0.2  
Ecoinvent version 3.8  
Analyse d'impact selon la méthode TRACI

**Emissions annuelles de GES liées au système (kgCO<sub>2</sub>eq)**  
**Durée de vie totale considérée : 7 ans**



**Empreinte carbone annuelle d'un français : entre 8 et 10 tonnes CO<sub>2</sub>eq**

**Empreinte carbone annuelle :**



# Différents types d'ACV avec des niveaux croissants d'efforts et de détails

|               | 1 Lignes directrices, fiches d'information, règles de bases                                                        | 2 ACV "macro"                                                                                                                              | 3 ACV conforme au standard ISO                                                                                           | 4 Empreinte environnementale de produit (PEF)/ Déclaration environnementale de produit (DEP) etc.                                                                   |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | Efforts, temps & coûts augmentent                                                                                  |                                                                                                                                            |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                     |
| Outils        | Excel, documentation                                                                                               | Excel, Mobius                                                                                                                              | Outil expert ex. Simapro                                                                                                 | Outil expert ex. Simapro                                                                                                                                            |
| Avantages     | ✓ <i>Rapide et facile à comprendre et à appliquer pour le développement de produits ou des évaluations rapides</i> | ✓ <i>Rapide à comprendre et à appliquer pour le développement de produits ou des évaluations rapides</i><br>✓ <i>Formation peu avancée</i> | ✓ <i>Eval. exhaustive à l'aide de données spécifiques, modélisation avancée, analyse d'incertitude et de sensibilité</i> | ✓ <i>Eval. exhaustive à l'aide de données spécifiques, utilisation à des fins marketings car méthodologie standard reconnue et vérifiée par un tier indépendant</i> |
| Inconvénients | × <i>Des transferts d'impacts peuvent passer inaperçu</i>                                                          | × <i>Base de données et possibilités de modélisation limitées</i>                                                                          | × <i>Chronophage</i><br>× <i>Formation expert requise</i>                                                                | × <i>Chronophage</i><br>× <i>Formation expert requise</i>                                                                                                           |
| Applications  | Identifier à un stade précoce les points chauds principaux lorsqu'aucune donnée n'est encore disponible            | Identifier à un stade précoce les points chauds principaux lorsque quelques données sont déjà disponibles                                  | Analyse robuste en vue d'une communication externe pour des produits et procédures déjà bien établis                     | Analyse robuste et soumise à un examen indépendant, en vue d'une communication externe pour des produits et procédures déjà bien établis                            |

En conclusion : l'ACV n'est pas parfaite (et ne le sera jamais)

Données!

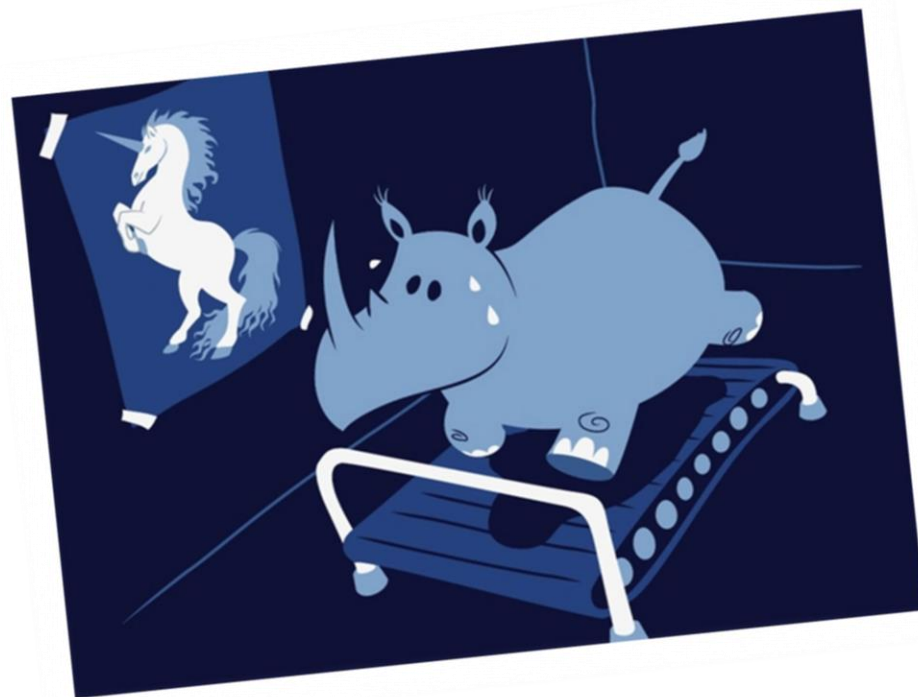
Ressources

Temps

Variabilité des  
résultats

Impacts locaux

Potentiel  $\neq$  impacts réels



Certains impacts ne sont pas pris en compte (biodiversité, soupe de plastiques, rareté des ressources...)

## OUTIL 2 : MESURER LA CONSOMMATION D'ENERGIE DES EQUIPEMENTS

# Définition puissance et énergie

**Puissance** selon Wikipédia : taux par unité de temps, auquel l'énergie électrique est transférée par un circuit électrique, soit la puissance nécessaire pour transférer uniformément un joule d'énergie en 1 seconde. Exprimée en W.

Produit entre la tension (V) et le courant (A).

En d'autres termes, c'est ce dont la machine a besoin pour fonctionner.

**L'énergie** correspond à la somme des puissances consommées sur une période donnée. Exprimée en Wh :

$$E = \sum_{deb}^{Fin} P(t).dt$$

# Méthode COCIR : standard de l'industrie

## Périmètre de mesure

- Machine
- Local technique (armoires électriques, PC, ...)
- Système de refroidissement

## Système de mesure



Analyseur de puissance (W), ici à la seconde

## Différents modes d'énergie

### IRM

- **Off** : état *minimal* de consommation d'énergie, accessible lorsque l'utilisateur éteint la machine
- **Basse consommation** : état intermédiaire entre "off" et "prêt pour acquisition"
- **Prêt pour acquisition** : état entre les différents scans/examens, le système est prêt à acquérir des images
- **Acquisition** : état pendant l'acquisition des images (incluant utilisation des gradients et des antennes RF)

### Scanner

- **Off** : système éteint, pas de consommation d'énergie
- **Basse consommation** : état minimal de consommation, état intermédiaire entre "off" et "prêt pour acquisition"
- **Prêt pour acquisition** : état entre les différents scans/examens, le système est prêt à acquérir des images
- **Acquisition** : état pendant et entre l'acquisition des images (incluant génération de rayon X, rotation de la machine, ... )

## Scénarios d'utilisation

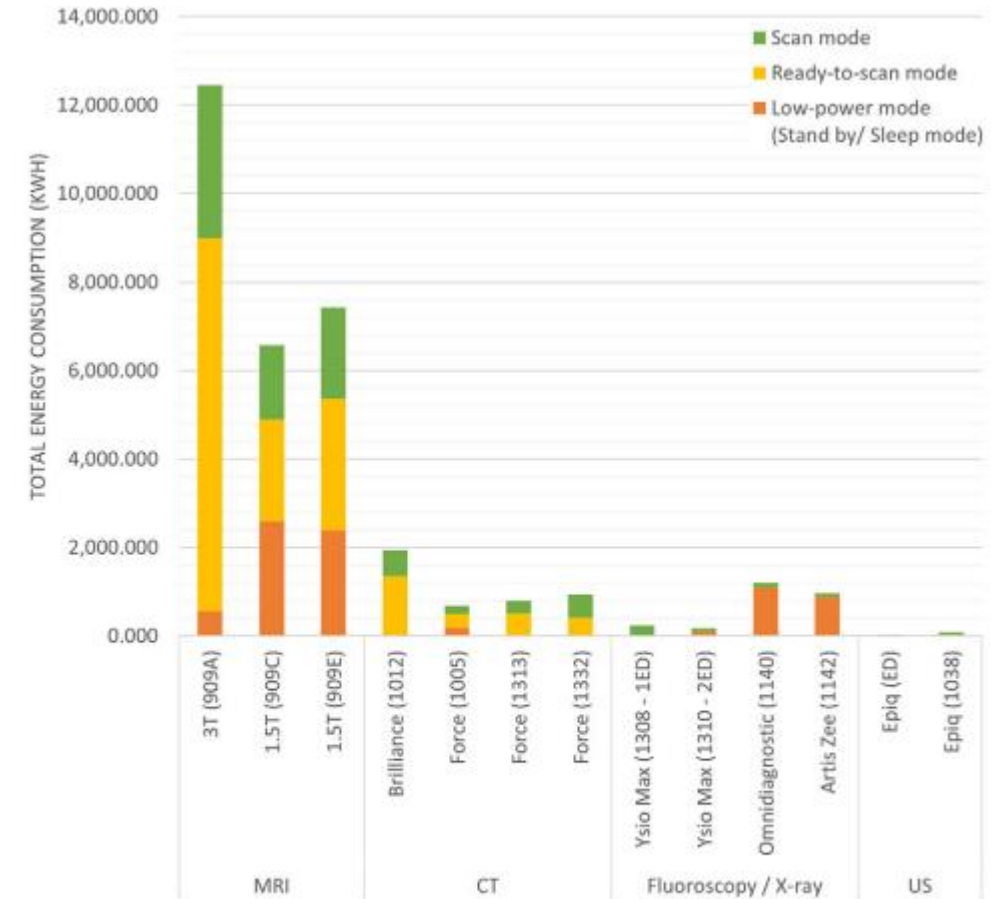
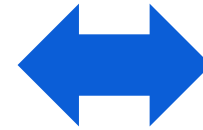
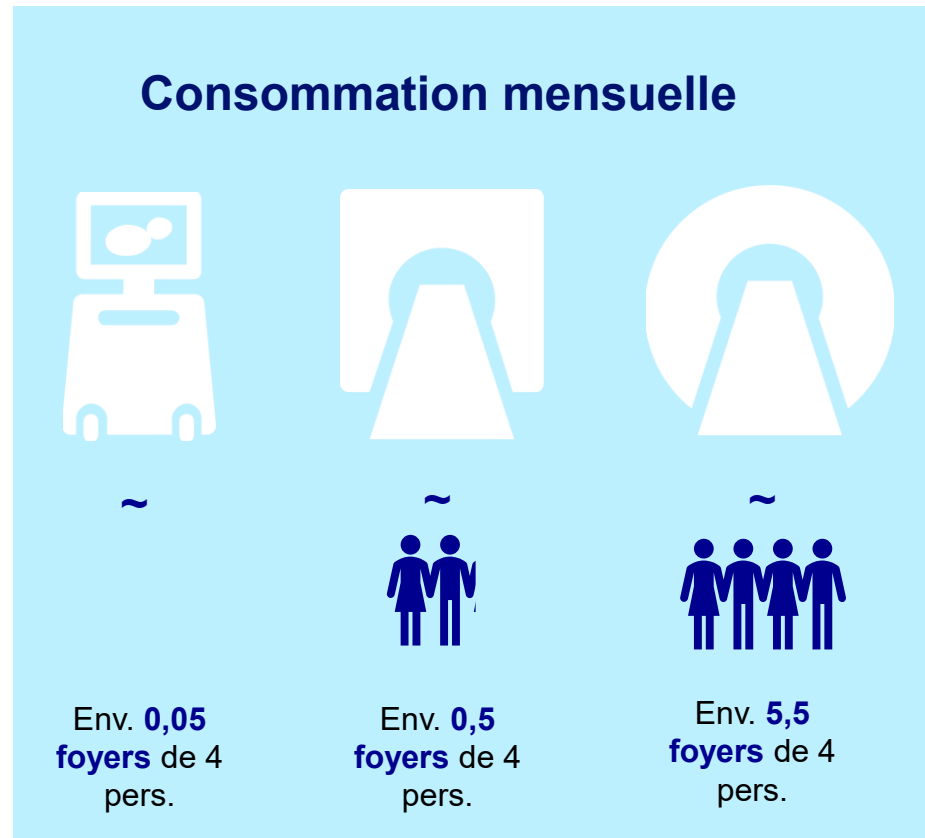
### IRM

- **Off** : 12 heures
- **Basse consommation** : 2 heures
- **Prêt pour acquisition + Acquisition** : 12 heures

### Scanner

- **Off + Basse consommation** : 12 heures
- **Prêt pour acquisition + Acquisition** : 12 heures

# Comparaison des consommations d'énergie par modalité



**Figure 5:** Stacked bar graph shows total energy consumed per kilowatt-hour [kWh] during different modes of operation according to modality [MRI, CT, radiography [x-ray] and fluoroscopy, US] over a 1-month period, April 2023, at a U.S. diagnostic radiology department. Despite 24 hours per day scheduling, during that month, the MRI systems were in a low-power or ready-to-scan mode 72%–75% [range, 8984.7 of 12452.4 kWh to 4899.5 of 6576.0 kWh] of the time. Individual CT scanners spent 44%–72% [range, 411.7 of 933.2 kWh to 490.3 of 685.0 kWh] of that time in nonscanning mode.

## OUTIL 3 : DEFINIR UN CADRE ORGANISATIONNEL POUR FEDERER ET AVANCER

## Structurer sa démarche autour de quatre axes

**Achats durables**

**Ecoconception des soins**

**Economie circulaire**

**Gouvernance**

# Structurer sa démarche autour de quatre axes

Achats durables

Economie  
circulaire

Ecoconception  
des soins

Gouvernance

Intégrer les critères environnementaux dans ses décisions d'achat

MEDICAL EQUIPMENT  
PROACTIVE ALLIANCE FOR  
SUSTAINABLE HEALTHCARE



- Recommandations spécifiques pour les équipements d'imagerie
- Basées sur une étude du Global Electronics Council
- MEPA : alliance regroupant des industriels, sociétés savantes, acheteurs à l'échelle européenne pour promouvoir le développement durable en imagerie
- **Cinq catégories** : ACV, décarbonation, utilisation durable des ressources, produits chimiques préoccupants, performance RSE du fournisseur

## Exemples de critères MEPA

- **Conception des produits** : utilisation de matériaux durables/recyclés, l'écoconception pour la circularité (réparabilité, évolutivité, reconditionnement)
- **Emballages** : poids, composition, utilisation de matériaux recyclés, recyclabilité (peu de question pour les équipements lourds, plus pour les CUU)
- **Formation des utilisateurs** : intégration des enjeux développement durable dans les formations applicatives
- **Neutralité carbone des fournisseurs** : déclaration sur les émissions de GES (au minimum scope 1 et 2) et objectifs de décarbonation associés

- Attention : non adapté pour les systèmes d'imagerie mais applicable aux consommables et petits équipements
- Méthodologie simple, reproductible et ouverte publiée sur le site de l'AFNOR
- Co-développé par le C2DS et le SNITEM
- **Six vulnérabilités** : émissions de GES, eau, déchets, bioaccumulation et toxicité, diversité et inclusion, santé et sécurité

# Structurer sa démarche autour de quatre axes

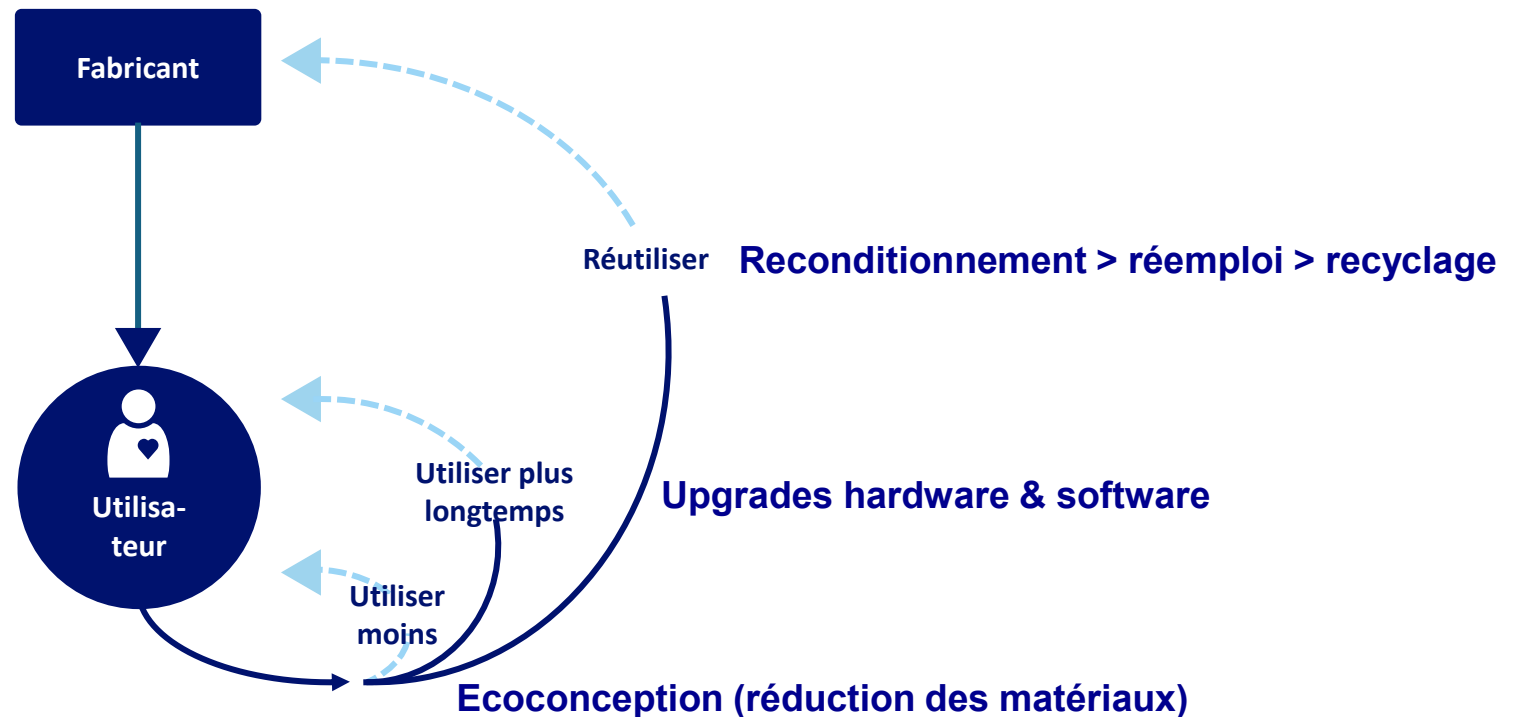
Achats durables

Economie  
circulaire

Ecoconception  
des soins

Gouvernance

Minimiser les ressources, allonger la durée de vie et reconditionner les systèmes



# Structurer sa démarche autour de quatre axes

Achats durables

Economie  
circulaire

Ecoconception  
des soins

Gouvernance

Mettre en place des bonnes pratiques au quotidien

Formation, sensibilisation, valorisation



Efficienne  
énergétique du  
bâtiment (CVC)



Réduction des  
déchets et mise en  
place de filières de  
tri



Optimiser les  
stocks et  
diminuer les  
consommables



Gestion des  
produits de  
contraste



Réduire les  
consommations  
d'énergie



Déplacements



Repas végétariens

*Actions individuelles*

*Actions à l'échelle du service*

*Actions à l'échelle institutionnelle*

# Structurer sa démarche autour de quatre axes

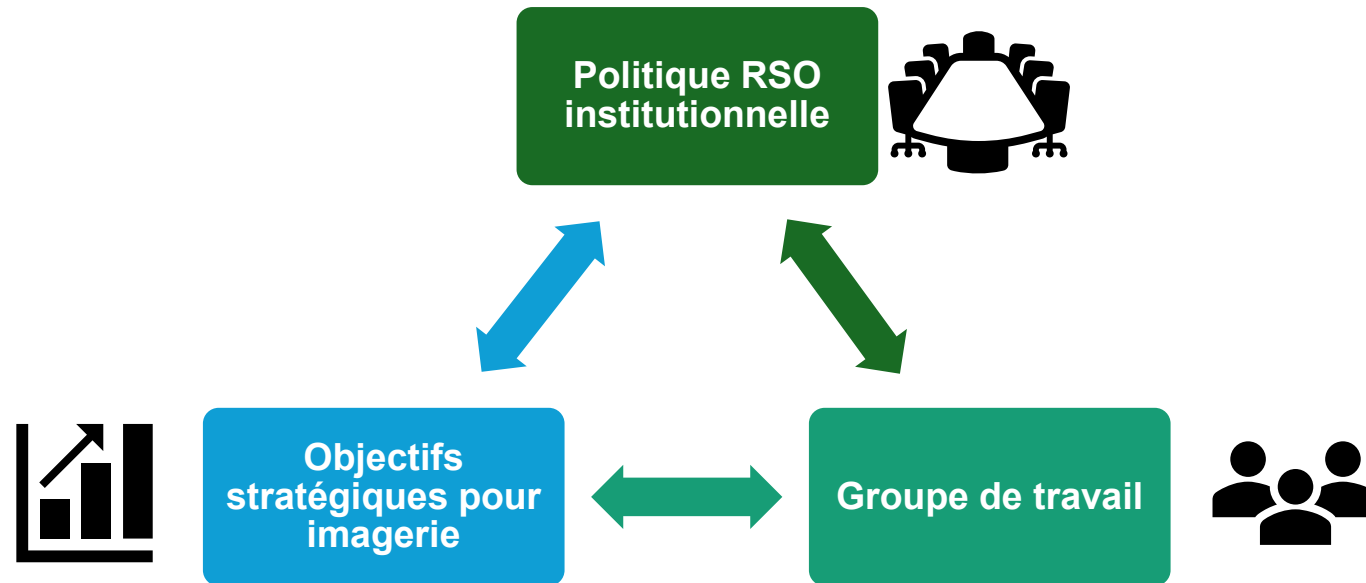
Achats durables

Economie  
circulaire

Ecoconception  
des soins

Gouvernance

S'organiser pour avancer efficacement



# « Les 3 messages qui comptent »

- L'ACV permet de prioriser les efforts d'écoconception et les écogestes associés
- Les différences méthodologiques rendent difficiles les comparaisons directes produit à produit
- Commencer petit pour fédérer et voir plus grand

