

ACV mode d'emploi

Analyse de cycle de vie

- Etape essentielle du développement de l'éco-conception des soins en santé
- Objectifs du cours
 - Comprendre ce qu'est une ACV
 - Savoir lire *de manière critique* une étude en ACV=> connaître les biais potentiels
 - Avoir les bases méthodologiques et pratiques pour réaliser une ACV simplifiée
 - Connaître les bases de données existante

Définition d'une analyse de cycle de vie

- Définition

Outil de quantification de l'impact sur l'environnement généré par un système (bien ou service) basé sur une **méthode normée, celle de l'ISO 14040-44**.

Compilation et évaluation des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie

Ces impacts sont quantifiés selon un certain nombre **d'indicateurs** => approche multicritères

- Objectif des études en ACV

- Connaître les impacts environnementaux de différentes organisations/produits
- Comprendre et **comparer** ces impacts
- Connaître les ordres de grandeurs des différents intrants et extrants.
- Choisir la meilleure option environnementale

Etape 1 : se repérer dans le cycle de vie

- Quatre étapes du cycle

- Fabrication « Craddle » : le berceau

- Extraction de toutes les matières premières, transport jusqu'à l'usine, procédés de fabrication, d'assemblage, d'emballage

- Distribution « Gate »

- Transport du produit fini vers le lieu où il sera distribué puis utilisé

- Utilisation « Use »

- Energie et consommables nécessaires à l'utilisation ou réutilisation

- Fin de vie « Grave »

- Procédés de collecte, de transport, de recyclage et de revalorisation de tous les éléments

- Prise en compte de la partie « administrative » ?

- Conception, marketing, réseau commercial, réglementaire, RH...

Etape 1 : se repérer dans le cycle de vie



Etape 1 : se repérer dans le cycle de vie

- Quelles étapes analysées ?

« Jargon » d'ACV

- Fabrication, transport, utilisation, élimination ?

- From « Cradle to Gate »

De l'extraction des MP à la sortie d'usine

- From « Cradle to Grave »

De l'extraction des MP à la fin de vie

Etape 2 : se repérer dans l'ACV

- L'ACV se déroule en 4 étapes
 - la définition des objectifs
 - l'inventaire du cycle de vie (ICV)
 - l'évaluation des impacts
 - la recherche d'amélioration

Etape 2 : se repérer dans l'ACV

- **Première étape : Définition des objectifs**

- **But de l'analyse**

- Eco-conception ? Comparaison ? Déclaration environnementale ?

- Défini la méthode utilisée, ISO pour un affichage environnemental

- **Champ de l'étude**

- Quelles étapes seront prises en compte ou écartées ?

- Extraction des matières premières, transports, utilisation, élimination...

- Justification du champ, des hypothèses, des approximations et des frontières

- Pourquoi certaines étapes sont hors champ ?

- Choix de la plus défavorable toujours

Etape importante de comparaison des champs d'étude lors d'une lecture

Etape 2 : se repérer dans l'ACV

- **Première étape : Définition des objectifs**

- **Champ de l'étude**

- Définition de l'UNITE FONCTIONNELLE et de l'ALLOCATION

- **Unité fonctionnelle (UF):**

- Performance quantifiée d'un système de produits destinée à être utilisée comme unité de référence dans une analyse du cycle de vie
 - Service rendu par le produit ou le service étudié
 - Exemple : **Réaliser une intubation**
 - **Allocation** : nombre d'intubation réalisée avec un laryngoscope réutilisable ?
 - A justifier

Etape 2 : se repérer dans l'ACV

- **Deuxième étape : l'inventaire du cycle de vie**
- Etape la plus fastidieuse
- Travail rigoureux d'identification et de description de TOUS les éléments liés au produit, système ou service concerné sur l'ensemble du cycle de vie
- Inventaire des flux et énergies associés aux étapes du cycle de vie rapporté à l'unité fonctionnelle retenue (nombre d'utilisation par exemple)
- Comptabilité analytique des flux de matières et énergies entrants et sortants
- Réalisation de schémas à chaque étape

Etape 2 : se repérer dans l'ACV

- **Troisième étape : l'évaluation des impacts**

- Impact : toute modification de l'environnement, négative ou bénéfique résultant totalement ou partiellement des aspects environnementaux d'un organisme
- Quels impacts/type d'impacts sont mesurés ?

- Impacts sur l'environnement à partir des flux de matières et énergies recensés.
- Données des flux et inventaire entrés dans une base

Exemple : Base Empreinte de l'ADEME

Analyse **multi critères** dans la base ADEME

Différents types d'impacts sont mesurés ex :

- Carbone, eau, toxicitéS (humaine, animale, ozone) : critères mid points
- Dommages sur la santé humaine, les écosystèmes : critères end points

Méthodes de calculs d'impacts :

- Méthode environnemental Footprint
- Méthode ReCipe MidPoint 2016

Etape 2 : se repérer dans l'ACV

- Exemple des impacts mesurés par la méthode ReCipe MidPoint 2016



Etape 2 : se repérer dans l'ACV

- Exemple des impacts mesurés par la méthode Environmental Footprint

16 Catégories d'impacts = PEF Score


Changement climatique,


Particules


Acidification


Rayonnement ionisant


Toxicité humaine
(autre que cancer)


Appauvrissement
de la couche d'ozone


Toxicité humaine
(cancer)


Formation d'ozone


Eutrophisation
terrestre


Utilisation des terres


Eutrophisation
d'eaux douces


Consommation d'eau


Eutrophisation marine


Épuisement des ressources
minérales et métaux


Écotoxicité
d'eaux douces


Épuisement des ressources
matières fossiles

Etape 2 : se repérer dans l'ACV

- Quatrième étape : la recherche d'amélioration
 - Interprétation des résultats en fonction des objectifs identifiés et retenus
 - Evaluation de la robustesse des résultats
 - Recherche des points d'amélioration
 - Lecture d'une étude : vérifier que les données ont été validées par un organisme extérieur si c'est une étude industrielle

Lecture critique d'une étude d'ACV

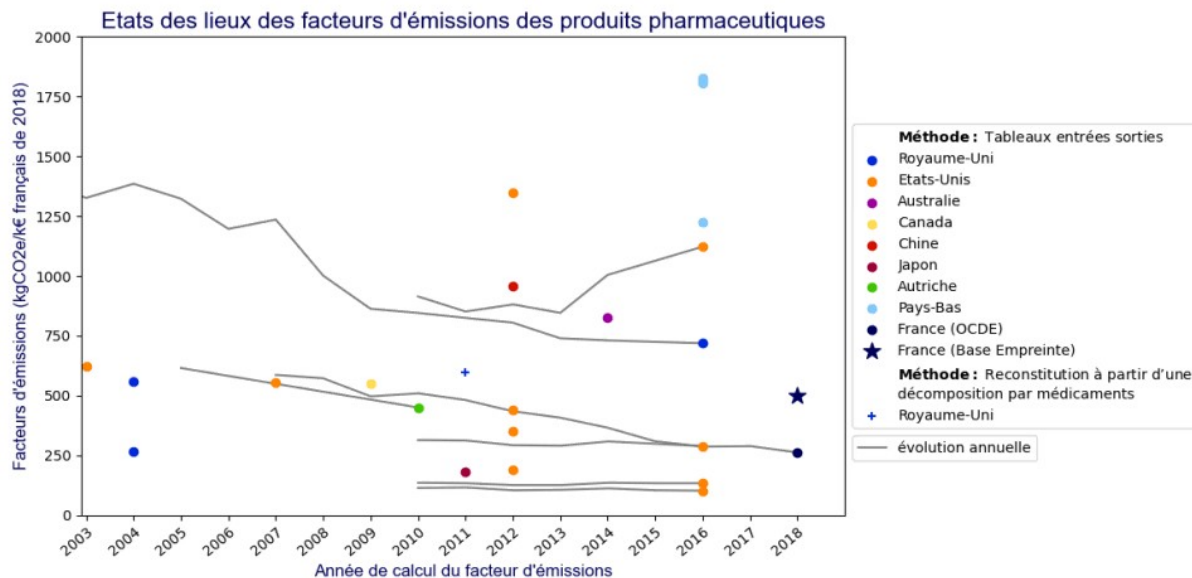
- Points d'attention à retenir :
 - × Quelles données ont été utilisées ?
 - × Quelles approximations ?
 - × Quelles méthodes d'évaluation/calcul ?
 - × Quelles bases de données ?
 - × Qui est le mandateur de cette analyse et possible biais ?
 - × Quel pays et quel est son mix énergétique?
 - × Australie et Allemagne carboné +++
 - × Périmètre de l'étude ?
 - × Unité fonctionnelle et allocation ?
 - × Quels critères sont évalués ?
 - × CO2e ? Eau ? Extraction MP ? ...
 - × Pour DM et médicaments +++ quelle base, quel périmètre ?

Les bases de données d'ACV

- Médicaments quasi inexistantes (exception inhalateurs et gaz anesthésiants)
- Impact carbone des médicaments :
 - Ecovamed (France)
 - MCF Classifier (Angleterre)
- Impact carbone de parcours de soins
 - Base de l'APHP : Carebone®
- Impact multicritères des DM :
 - Index DM durable
- Base ADEME pour des parcours et données FE
 - Base Empreinte

Facteur d'émissions monétaires

- Facteurs d'émissions des médicaments (FE) calculés par TES
 - Quelques notions chiffrées



- Valeur actuelle ADEME : 400kgCO₂e/k€

ENJEU ENVIRONNEMENTAL

L'analyse de cycle de vie est une étape essentielle du développement de l'éco-conception des soins en santé. La plupart des acteurs impliqués dans les démarches d'éco-conception sont des professionnels de santé, qui ne sont pas formés à ce type d'analyses. De plus en plus d'études type ACV sont disponibles mais peu exploitées par manque de connaissances.

➔ La problématique retenue est celle d'améliorer la pertinence de la lecture aux professionnels de santé la lecture critique d'une ACV grâce à la réalisation d'une fiche simple et concise.

DEFINITIONS

ACV

Outil de quantification de l'impact sur l'environnement généré par un système (bien ou service) basé sur une **méthode normée (ISO 14040-44)**. Ces impacts sont quantifiés selon un certain nombre d'indicateurs.

Les quatre étapes du cycle de vie

- **«Fabrication»** : extraction matières premières, assemblage, emballage...
- **Distribution** : transports
- **Utilisation** : lavage, stérilisation
- **Elimination** : déchets, recyclage...

Les quatre étapes d'une ACV

- Définition du **champ d'étude** et des **objectifs**
- **Inventaire** du cycle de vie, des flux de matières et d'énergie associés
- **Evaluation des impacts** : multi critères (impact eCO₂, eau, acidification des sols, biodiversité etc)
- **Interprétation des résultats** et recherche d'amélioration

POINTS D'ATTENTION ET DE COMPARAISON

A chaque étape du cycle de vie

Quelles étapes sont prises en compte ?

1- Fabrication

- Extraction, conditionnement, R et D, commercialisation

2- Transports

- Entre les étapes de fabrication, livraison au client final ?

3- Utilisation

- Organisation : lavage, stérilisation, interne ou externe
- Pays de l'étude : mix énergétique pris en compte ?

4- Elimination

- Recyclage possible dans la région ?

ACV médicaments : facteurs d'émission monétaires (FE)

- Contexte : Si ACV de médicaments et DM non disponible
- FE monétaires calculés sur des flux macroéconomiques
- Une vingtaine de FE existent, calculés sur 20 ans dans 9 pays
- Ordre de grandeur : quelques centaines de kg de eCO₂/kg€
- Ex : ADEME : 500kg eCO₂/kg€ incertitude de 80% selon ADEME
- Tendance à la baisse dans le temps, mais reste premier poste d'émissions de GES du système de santé
- Peut varier en fonction du type de médicament (bio, chimique)

A chaque étape de l'analyse

1- Définition du champ d'étude :

- Définition de l'objectif et des étapes du CV prises en compte :
Extraction MP, R&D, publicité, transport, élimination etc

2- Inventaire des données

- Qualité des données
- Vérifier les règles de coupure (données ignorées car non pertinentes ou non fiables)

3- Impacts

- Base de données utilisée (Base Empreinte de l'ADEME, ou Ecoinvent fiables)
- Quels critères pris en compte, quelle méthode ?
Méthode environnemental Footprint : critères agrégés
Méthode ReCipe MidPoint 2016 : 18 critères
- **4- Interprétation**
- Vérifier l'origine des données, le mandateur
- Revue critique par des pairs réalisée
- Pays d'origine et donc mix énergétique ?

ROLES D'UNE ETUDE D'ACV DANS LE DEVELOPPEMENT DURABLE

- 1- Economique écologique et social : l'ACV permet de choisir le produit ou l'organisation la plus efficiente sur les trois volets
- 2- Volet social de la fiche : permet d'augmenter les compétences des professionnels de santé en terme de DD et d'avoir une lecture critique pertinente des études d'ACV.
- 3- Economique et écologique : permet d'améliorer la pertinence des études faites en local en comparant aux études existantes.

Exemple d'étude ACV : Ecovamed, M. Piffoux et al.

- Base de données et article publié en septembre 2024

Carbon footprint of oral medicines using hybrid life cycle assessment

Max Piffoux, Antoine Le Tellier, [Zoe Taillemite](#), Coline Ducrot, Sébastien Taillemite

Journal of Cleaner Production 475 (2024) 143576

- Concerne uniquement les médicaments **per os** à ce jour
- Description de la méthode d'ACV utilisée pour la base Ecovamed

Egalement disponible :

- Comparateur d'empreinte carbone DM UU vs reutilisable

Exemple ACV : Ecovamed

- Description de la méthode de calcul
- Méthode en 3 parties :
 1. Calcul de l'empreinte carbone de 37 principes actifs (PA)
 - 31 pour tester la méthode et 6 pour la valider
 2. Elaboration d'un modèle prédictif d'empreinte carbone d'un PA
 3. Définir la méthode d'estimation de l'empreinte carbone de l'ensemble de la pharmacopée française per os.

Ecovamed, M. Piffoux et al.

1. Calcul de l'empreinte carbone de 37 PA

- Comprend l'ensemble des étapes
 - Extraction MP, fabrication, transport
 - Conception, investissements, infrastructures, déchets
 - Elimination, co productions éventuelles
- Validation du modèle avec 6 PA
- Recherche de corrélations en l'empreinte calculée et un paramètre simple pour extrapoler :
 - Nb de centres chiraux (0 ou 1), Nb d'étapes de synthèse, rendement de fabrication, intensité massique des procédés, prix de la PA sur le marché indien (disponible sur des bases publiques)
- Chine et Inde : 64 % du marché des PA

2. Elaboration d'un modèle prédictif d'empreinte carbone d'un PA

- Relié au prix du PA sur le marché indien

Exemple d'ACV : Ecovamed

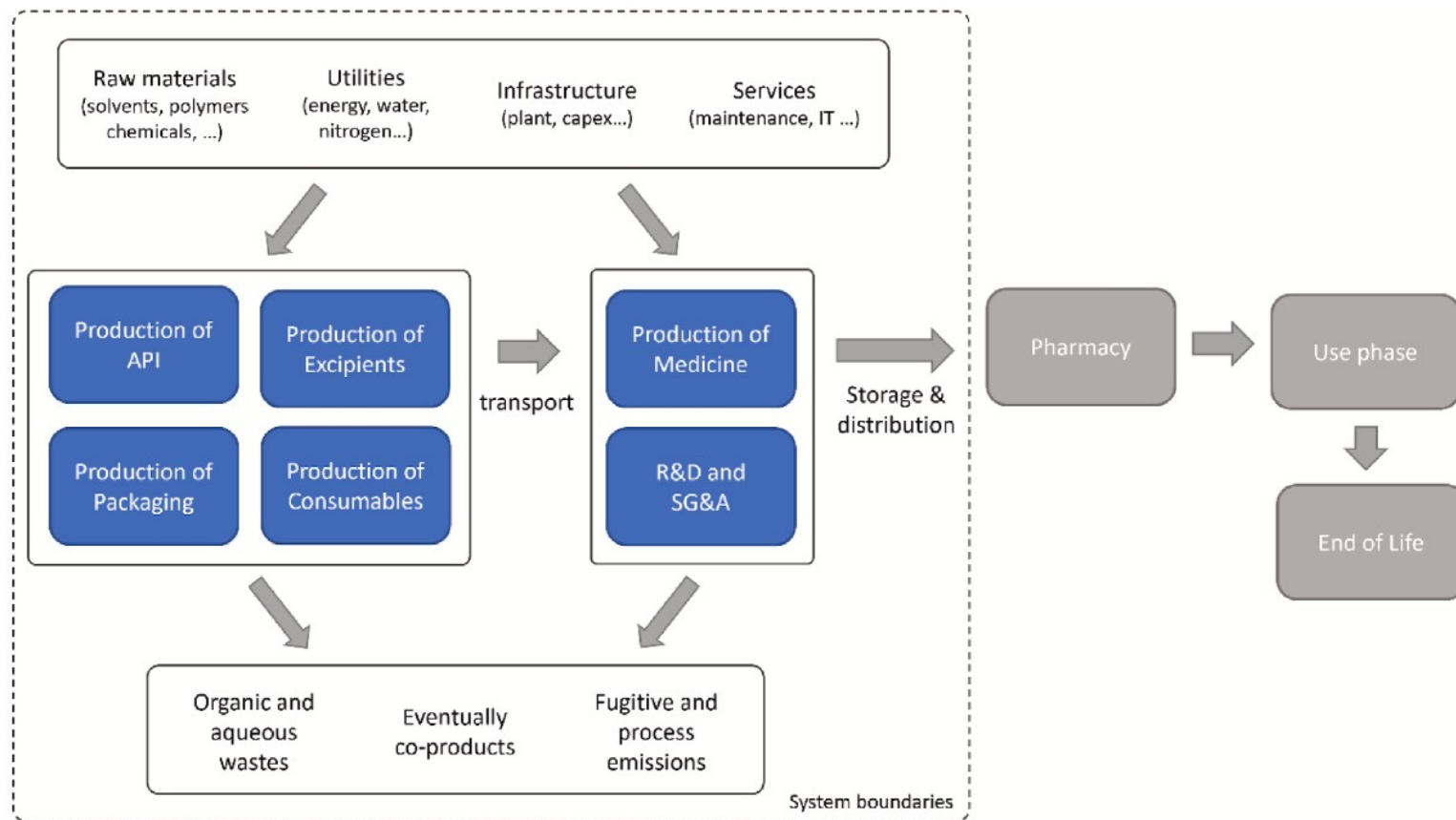


Fig. 2. Processes and flows for the supply of one box of medicine to a pharmacy.

Ecovamed, M. Piffoux et al.

3. Estimations faites pour le calcul des 12 316 spécialités orales

- Empreinte des excipients : 1.2 to 21.7 kgCO₂eq/kg moyenne de 6.1 ±5.4 kgCO₂eq/kg
- Composition et poids des excipients en fonction de la masse du PA
- Poids du conditionnement relié à la masse de PA
- Fabrication : 50 % electricité, 50 % chauffage, moitié alloué par comprimé, moitié par conditionnement.
 - Prise en compte du fonctionnement complet de l'usine, amortissement, salariés, transports des salariés, déchets
- Transports du conditionnement fini
 - Fabrication : 17 % en France, 68 % en Europe
 - Evaluation des distances pour la distribution en France
- Evaluation des émissions corporatives
 - Calcul d'un FE à partir de bilans CDP de 24 laboratoires + TES
 - FE appliqué au prix net perçu par le laboratoire soit 59,7 % du prix de vente

Autre exemple d'étude ACV médicaments : MCF Classfier, Medecine Carbon Footprint data

- Méthode d'évaluation statistique des émissions GES du PA basée sur la molécule et sa fabrication
 - Evaluation du rendement massique des procédés
 - Extrapolation statistique des émissions GES
 - Empreinte du comprimé = empreinte du PA + de la fabrication du médicament
- Méthode validée et vérifiée pour les EGES du PA
- Pas de prise en compte du reste du cycle de vie :
 - Emissions corporatives en particulier
 - Excipients, conditionnement, transport après sortie usine

Reusable laryngoscope blades: a more eco-responsible and cost-effective alternative

N. Rouvière, Sihame Chkair, F. Auger, Philippe Cuvillon, Géraldine Leguelinel, V. Chasseigne

N. Rouvière, S. Chkair, F. Auger et al.

Anaesth Crit Care Pain Med 42 (2023) 101276

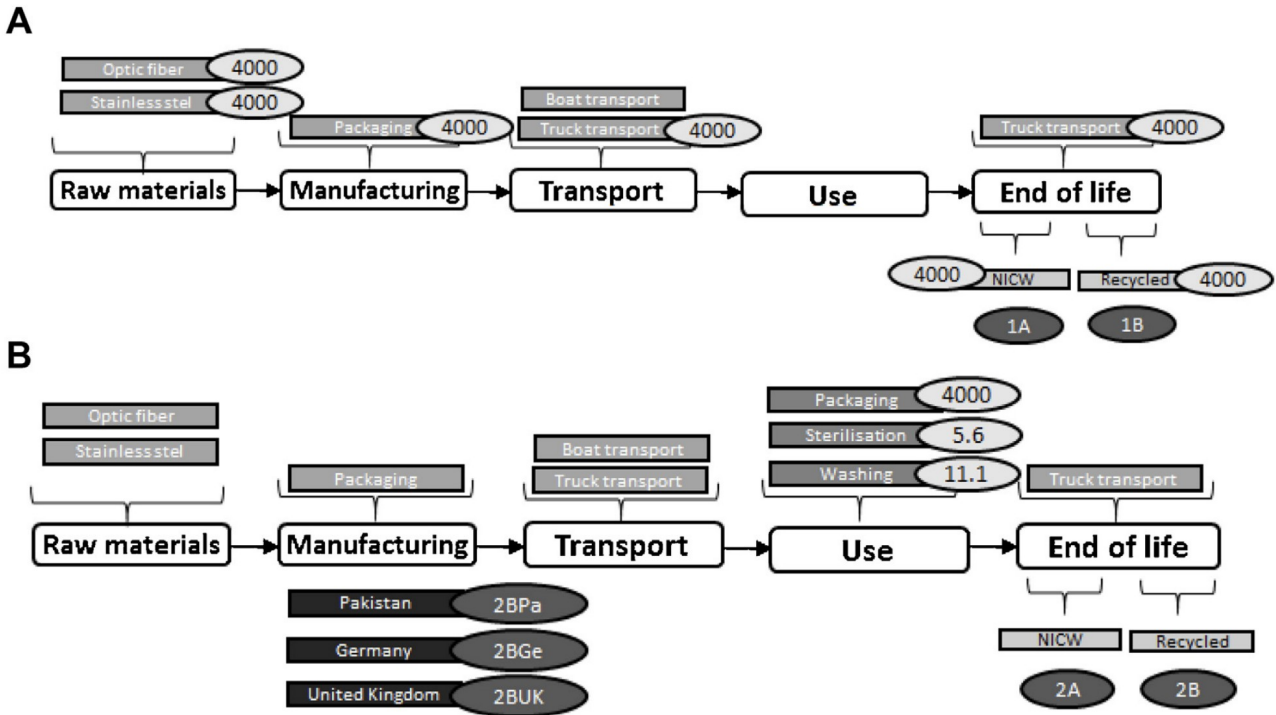


Figure 1. Life cycle assessment: SCENARIO 1 (1A and 1B) and 2 (2A and 2B).
Single use blade from Pakistan wasted in non-infectious clinical waste (NICW) (1A) or recycled (1B).
Reusable blade from different manufacturing sites (Pakistan (2BP), Germany (2BGe) and United Kingdom (2BUK)) wasted in non-infectious clinical waste (NICW) (2A) or recycled (2B).

Schéma du
Champ
d'étude
Et unité
fonctionnelle

Financial and environmental costs of reusable and single-use anaesthetic equipment

F. McGain, D. Story, T. Lim¹ and S. McAlister

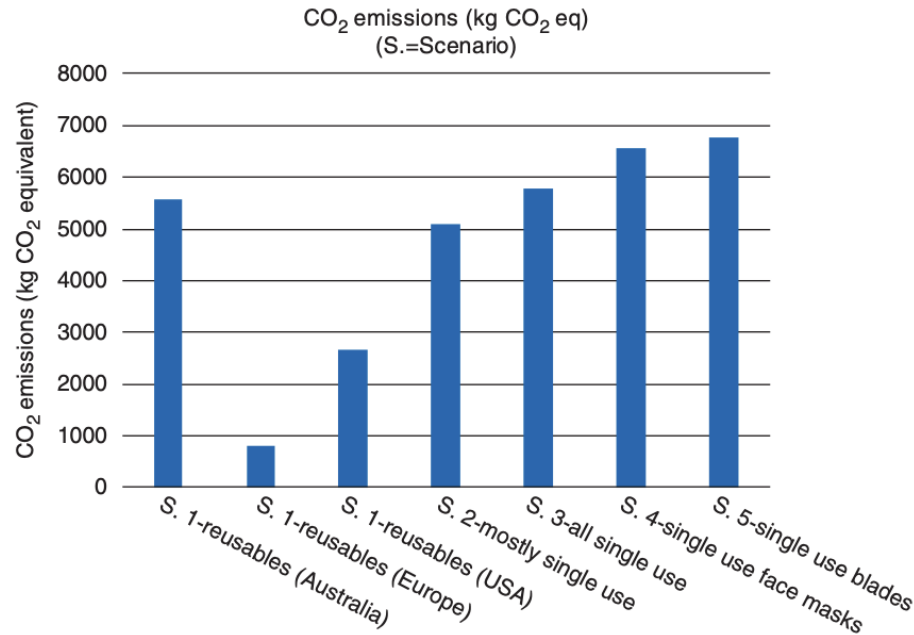
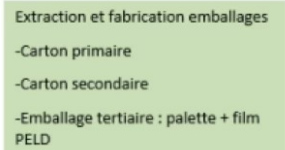


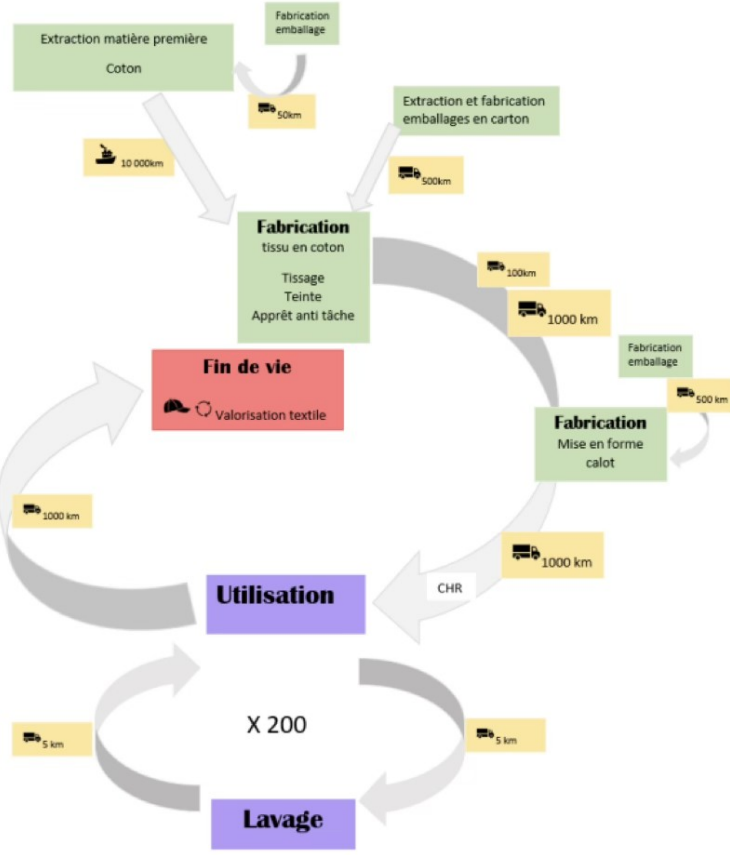
Fig 1 CO₂ emissions from different scenarios. S., Scenario (S.1 = Scenario 1 etc.). S.1 represents CO₂ emissions from processing reusable anaesthetic equipment. S.1 (Europe) and S.1 (USA) are estimations of what the CO₂ emissions would be if our Australian hospital had been based in Europe or the USA and processing reusable anaesthetic equipment. S.2 represents mainly single use (reusable direct laryngoscope handles). S.3 represents completely single use. S.4 and S.5 are variants of S.1 with replacement of reusable with single-use face masks and laryngoscope blades, respectively.

Mise en
évidence des
différences
liées au mix
énergétique
par pays

Julie Lardé



- Mon établissement :
- Lavage à 60km
- L'hygiène a demandé un emballage des calots lavés



Impact environnemental de l'utilisation des calots en coton réutilisables au bloc opératoire dans une démarche de développement durable par une analyse en cycle de vie

Julie Lardé

Catégorie d'impact	Unités	PP	Coton	Rapport	
Utilisation de ressources fossiles	MJ	3.1e-1	5.2e-1	X 1.7	+67%
Utilisation de ressources minérales et métalliques	kg éq. Sb	1.8e-7	2.8e-8	÷ 6.4	-84%
Utilisation des sols	sans dimension (pt)	4.6e-3	1.2e-1	X 26	+96%
Changement climatique	kg éq. CO2	3.1e-2	1.2e-2	÷ 2.6	-61%
Eutrophisation eaux douces	kg éq. P	1.3e-6	4.6e-7	+2.8	-64%
Particules	incidence de maladie	3.8e-9	8.6e-10	+4.4	-77%
Formation d'ozone photochimique	kg éq. COVNM	1.8e-4	3.1e-5	+5.8	-83%
Acidification	mol éq. H+	2.5e-4	2.9e-4	X1.16	+14%
Eutrophisation terrestre	mol éq. N	9.4e-4	1.5e-4	+6.2	-84%
Eutrophisation marine	kg éq. N	1.0e-4	3.0e-5	+3.3	-70%
Appauvrissement de la couche d'ozone	kg éq. CFC 11	1.5e-7	1.6e-8	+9.3	-89%
Changement climatique – Fossile	kg éq. CO2	3.1e-2	1.2e-2	+2.6	-61%

CONCLUSION

- Intérêt dans les soins écoresponsables
 - Outil de **décision** qui aide à COMPARER deux produits, deux services ou deux organisations.
 - Permet de choisir la meilleure option entre deux produits ou organisations
 - Une étude d'ACV permet de comprendre une organisation
 - Ne permet que rarement de copier une organisation d'un établissement à un autre car chaque organisation est différente
 - Le volet économique reste à prendre en compte, à intégrer/évaluer dès le début

Merci de votre attention.