

Deloitte.

PFA

FILIÈRE
AUTOMOBILE
& MOBILITÉS

EMPREINTE CARBONE PRODUIT

FILIÈRE AUTOMOBILE

Guide Méthodologique

Version finale du 25/11/22



@PFA_Auto

Guide de démarrage rapide

Je souhaite comprendre le **concept de l’empreinte carbone** « produit »

Je souhaite comprendre **comment calculer l’empreinte carbone** de mon produit

Je souhaite consulter des **exemples de calculs d’empreinte carbone** « produit » pour le secteur automobile

Je souhaite trouver des **facteurs d’émission** pour calculer l’empreinte carbone de mon produit

Je souhaite comprendre ou approfondir certains **concepts de calcul d’empreinte carbone** « produit »



Section [Principes fondamentaux](#)



Section [Calculer l’empreinte carbone de son produit](#)



Section [Cas d’études](#)

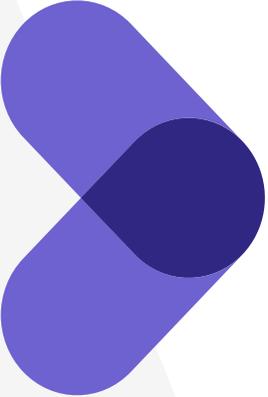


Section [Base de données PFA](#)

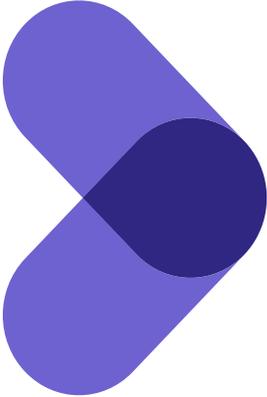


Section [Fiches méthodologiques](#)

Objectifs du guide méthodologique



L'objectif principal de ce guide est d'**illustrer concrètement** la méthodologie de calcul de **l'empreinte carbone de produits** du secteur automobile, de façon à **être accessible à tous** les acteurs de la filière.



Ce document n'a pas vocation à être un nouveau référentiel mais plutôt une **synthèse pédagogique des guides et référentiels méthodologiques existants**, avec un accent porté sur la pédagogie et l'opérationnalité du document.

Périmètre du guide méthodologique



Ce guide méthodologique **couvre** les sujets suivants:

- Calcul de l'empreinte carbone des produits sur la partie amont de la chaîne de valeur
- Points d'attention méthodologiques
- Bonnes pratiques



Ce guide méthodologique **ne couvre pas** les sujets suivants:

- Élaboration d'un bilan carbone organisationnel
- Élaboration d'une ACV
- Recommandations méthodologiques pour la filière automobile

Lexique et glossaire

Acronyme FR	Définition en français (FR)	Acronyme EN	Définition en anglaise (EN)
ACV	Analyse du cycle de vie	LCA	Life cycle assessment
ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie	-	-
BDD	Base de données	DB	Database
DEP	Déclaration Environnementale de Produit	EPD	Environmental Product Declaration
FE	Facteur d'émission	EF	Emission factor
GES	Gaz à effet de serre	GHG	Greenhouse gas
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat	IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
PRG	Potentiel de réchauffement global	GWP	Global warming potential
UF	Unité fonctionnelle	FU	Functional unit
VHU	Véhicule hors d'usage	-	-
VP	Véhicule particulier	-	-
VUL	Véhicule utilitaire léger	-	-
-	Nomenclature	BoM	Bill of materials
-	Système international de référence pour les données sur le cycle de vie	ILCD	International Reference Life Cycle Data System
-	Empreinte environnementale organisationnelle	OEF	Organisational Environmental Footprint
-	Fabricant d'équipement d'origine	OEM	Original Equipment Manufacturer
-	Empreinte environnementale produit	PEF	Product Environmental Footprint
-	Empreinte environnementale de règles de catégories de produits	PEFCR	Product Environmental Footprint Category Rules

Terme français lié à l'évaluation environnementale produit	Equivalent en anglais
Du berceau à la tombe	cradle-to-grave
Du berceau à la sortie d'usine	cradle-to-gate
De la porte d'entrée d'usine à porte de sortie d'usine	gate-to-gate
De la sortie d'usine à la tombe	gate-to-grave
Méthode des stocks	cut-off method

Comment utiliser ce guide méthodologique ?



Section



Indication de
la section

Il existe 3 types d'encadrés utilisés à travers ce guide méthodologique :



Bonne pratique

Détail de bonnes pratiques à adopter lors de la communication de résultats d'empreinte carbone « produit »

Rappel :

Rappel de concepts précédemment mentionnés dans le guide méthodologique



Recommandation de la PFA

Détail de la recommandation méthodologique de la PFA sur la méthode à suivre pour l'évaluation environnementale de produits

[Retour au sommaire du guide méthodologique](#)



  [Retour au début de la section](#)



[Introduction : contexte et objectifs](#)



[Principes fondamentaux](#)



[Calculer l'empreinte carbone de son produit](#)



[Base de données PFA](#)



[Cas d'études](#)



[Points d'attention](#)



[Fiches méthodologiques](#)



[Références et contributeurs](#)

Deloitte.

PF

FILIÈRE
AUTOMOBILE
& MOBILITÉS

Introduction

Contexte lié au secteur automobile

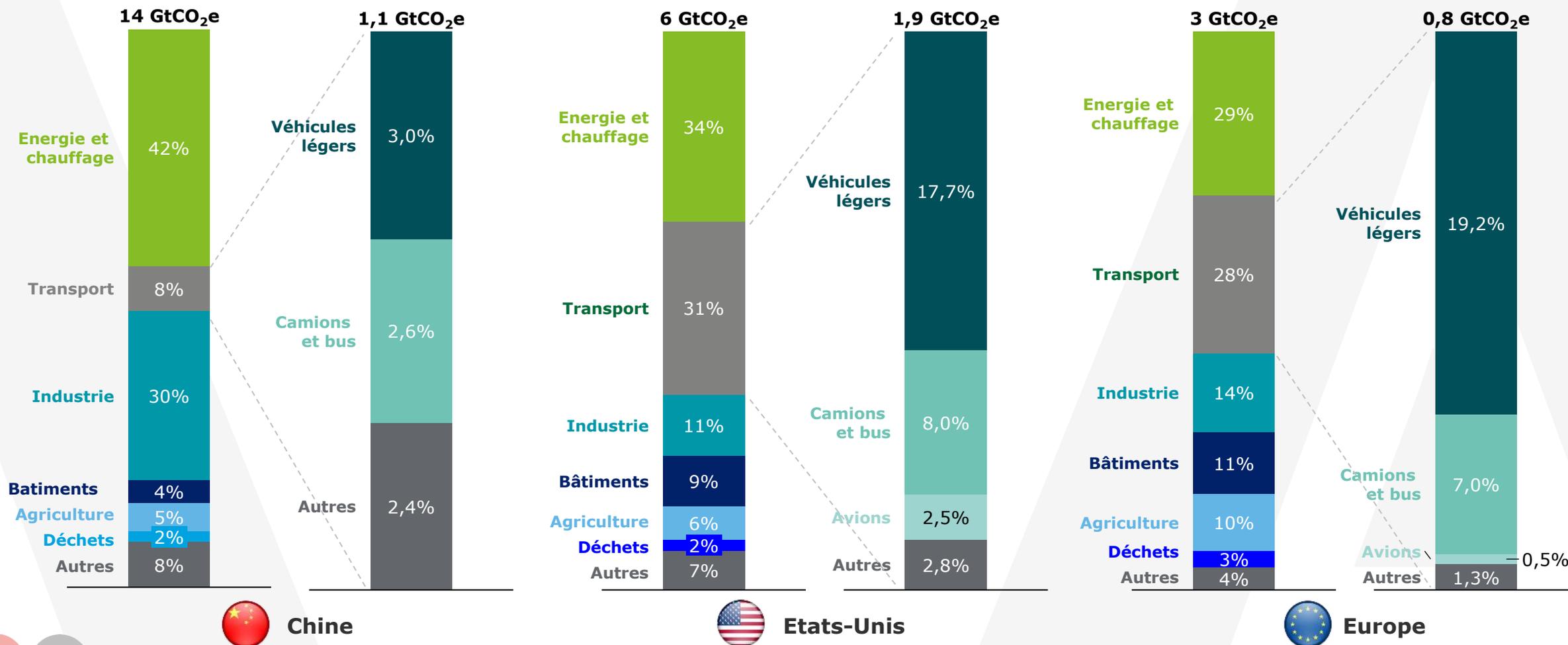


Emissions de gaz à effet de serre dans le monde par secteur



Contexte et objectifs

Décomposition des émissions de gaz à effet de serre par secteur selon différentes géographies



Source: Our World Data (2018), EPA (2020), ACEA (2019), ICCT (2021), World Resources Institute - China office (2019)



Au niveau européen

- Engagement initial de réduction de **40% des émissions globales de CO₂** entre 1990 et 2030
- Engagement renforcé à **-55% d'ici 2030** dans le cadre du **Green Deal européen**
- Paquet législatif (dont **'Fit for 55'**) pour décliner l'engagement par secteur et par pays



Au niveau national

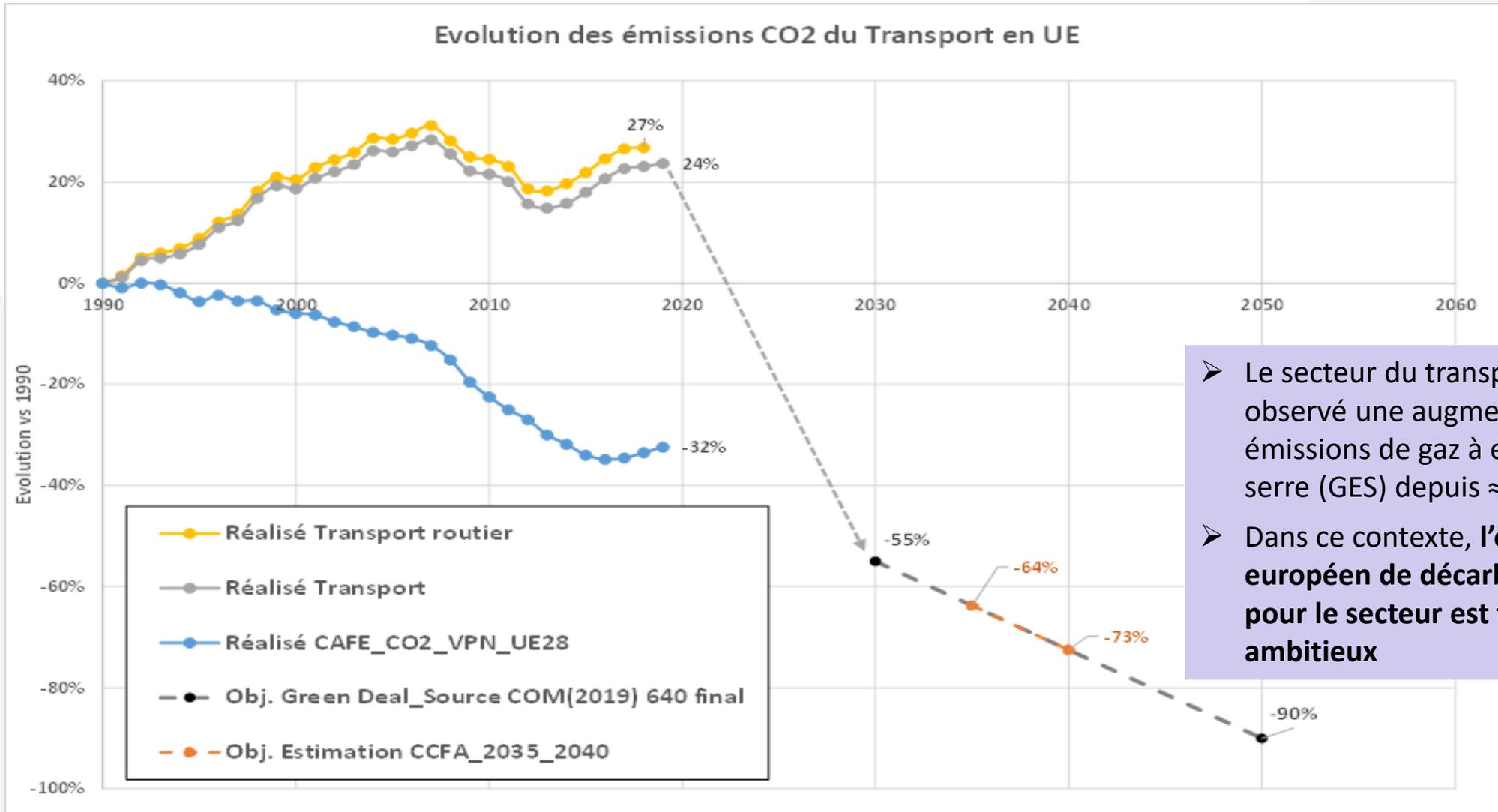
- Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) et Programmation Pluriannuelle de l'énergie (PPE)
- Pour traduire les nouvelles exigences européennes :
 - Élaboration de feuilles de route de décarbonation (**art. 301 loi Climat et résilience**) en fin 2022
 - Loi de programmation Energie Climat (LPEC) pour juillet 2023
 - Révision des plans actuels : SNBC 3, PPE 3, PNACC 3
 - L'ensemble constituera la **Stratégie Française sur l'Énergie et le Climat (SFEC)** permettant de préciser comment la France s'engage à **atteindre la neutralité carbone en 2050**.

Emissions de CO₂ du transport en Europe

Objectif Green deal européen : - 55% en 2030 par rapport à 1990



Contexte et objectifs



- Le secteur du transport a observé une augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES) depuis ≈2015.
- Dans ce contexte, **l'objectif européen de décarbonation pour le secteur est très ambitieux**

À noter : ces émissions concernent seulement la phase d'utilisation des véhicules, c'est-à-dire les émissions à l'échappement.



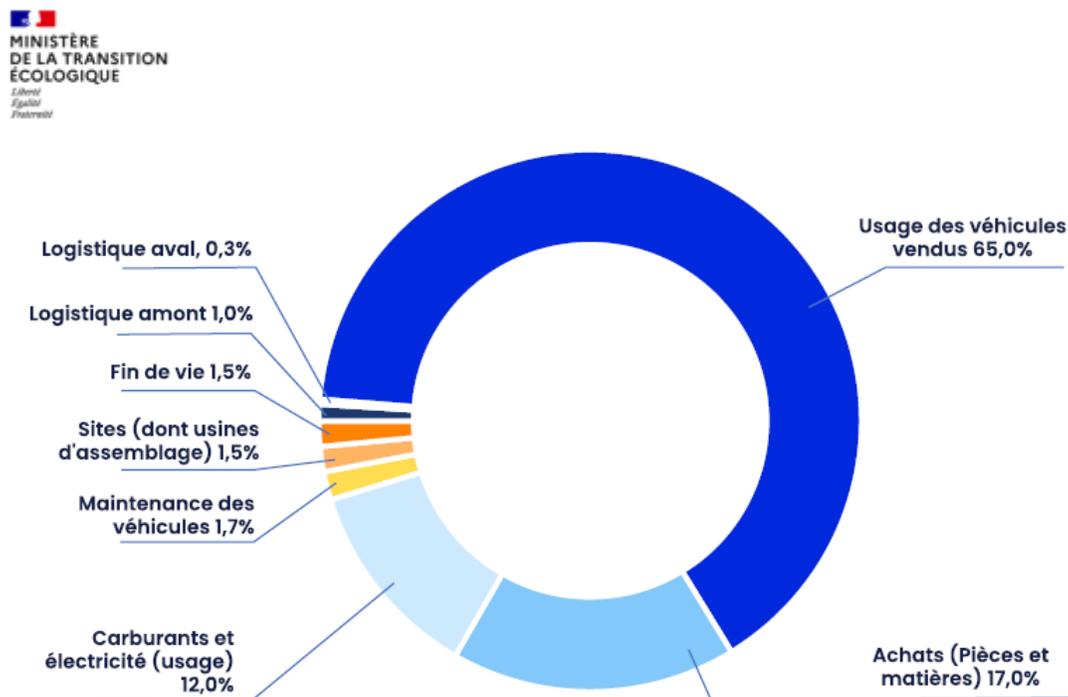


Figure 3 : Empreinte carbone par véhicule vendu à date, sur tout son cycle de vie (sur 10 ans, 150 000 km parcourus) (source : The Shift Project La transition bas-carbone, une opportunité pour l'industrie automobile ?, d'après les rapports Climat de Renault 2020 et PSA 2019)

Les émissions, évaluées sur l'ensemble de la chaîne de valeur **ne sont que pour partie en France**, puisqu'une partie de la chaîne de valeur automobile est internationale. Ainsi ces émissions se retrouvent comptabilisées dans leur ensemble dans ce qu'on appelle **l'empreinte carbone de la France**.

Sur tout le cycle de vie, la phase la **plus émettrice de GES** est la **phase d'utilisation du véhicule**. Les **deux tiers des émissions** proviennent de la combustion du carburant dans le moteur (émissions à l'échappement ou à l'usage).

La **phase de fabrication** représente environ **20 % des émissions à date**.



Perspectives d'évolution de la moyenne CO₂ du marché automobile UE selon « Fit for 55 »



Contexte et objectifs

Véhicule particulier (VP)



162 g de CO₂
par km parcouru

Véhicule utilitaire léger (VUL)



147 g

Objectifs 2030 du Règlement actuel :

-37,5% pour les VP (par rapport à 2021)
-31% pour les VUL (par rapport à 2021)

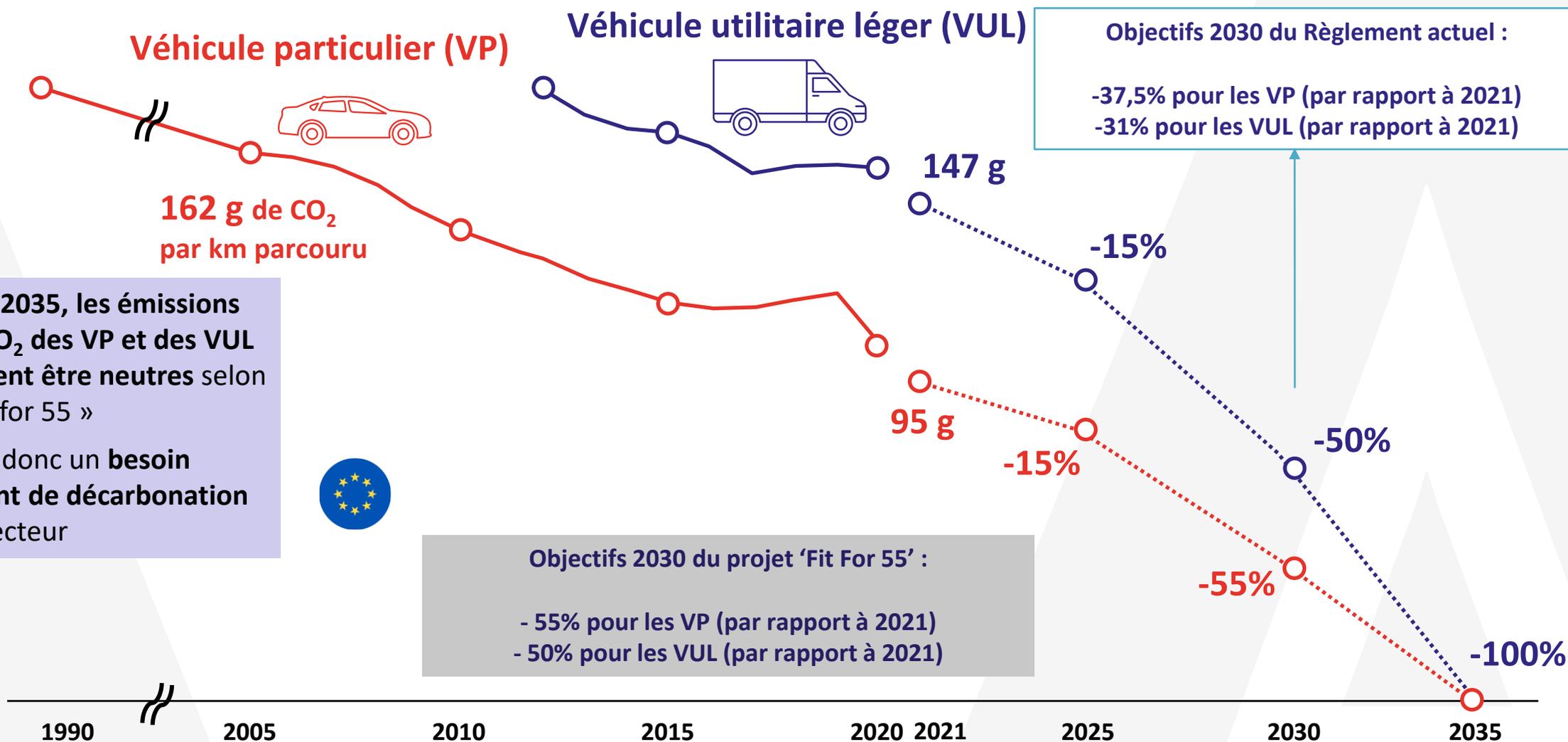
➤ D'ici 2035, les émissions de CO₂ des VP et des VUL doivent être neutres selon « Fit for 55 »

➤ Il y a donc un **besoin urgent de décarbonation** du secteur



Objectifs 2030 du projet 'Fit For 55' :

- 55% pour les VP (par rapport à 2021)
- 50% pour les VUL (par rapport à 2021)



Source: EEA (historique), projection PFA. À noter : ces émissions concernent seulement la phase d'utilisation des véhicules, c'est-à-dire les émissions à l'échappement.



« Fit for 55 » conduit à une évolution très rapide du mix énergétique des véhicules neufs avec de forts impacts pour l'amont et l'aval de la filière

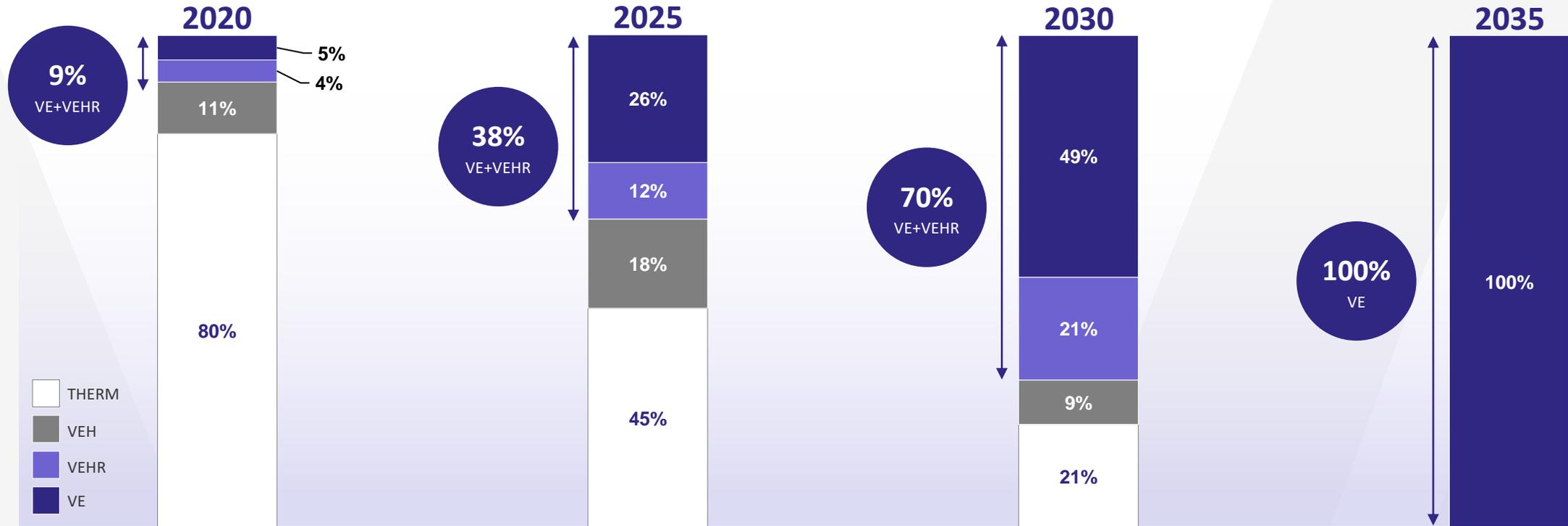


Contexte et objectifs



ÉVOLUTION ATTENDUE DU VOLUME DES VÉHICULES LÉGERS EN EUROPE, PAR TYPE DE MOTORISATION (% DES VENTES)

SCÉNARIOS UTILISÉS DANS L'ÉTUDE



THERM = véhicule thermique, VEH = véhicule électrique et hybride, VEHR = véhicule électrique et hybride rechargeable, VE = véhicule électrique

Scénario « Fit for 55 » selon Green Growth

➤ Atteindre les 100% de VE en 2035 nécessite une mutation du secteur à grande vitesse

Deloitte.

PF

FILIÈRE
AUTOMOBILE
& MOBILITÉS

Principes fondamentaux

Avoir les clés de lecture de
l'empreinte carbone « produit »

Ce guide méthodologique est une **synthèse pédagogique des guides et référentiels méthodologiques existants*** sur l'empreinte carbone « produit ».

L'empreinte carbone « produit » est également **liée à l'analyse du cycle de vie (ACV) et au bilan carbone organisationnel** (*le lien entre ces méthodes est détaillé dans les sections suivantes*). Il est possible de se référer aux référentiels principaux pour avoir plus de détails.

Empreinte carbone « produit »

- ISO 14067
- GHG Protocol Product Standard

Bilan carbone organisationnel

- ISO 14064 & 14069
- GHG Protocol Corporate Standard
- Bilan Carbone® de l'ADEME

L'analyse du cycle de vie (ACV)

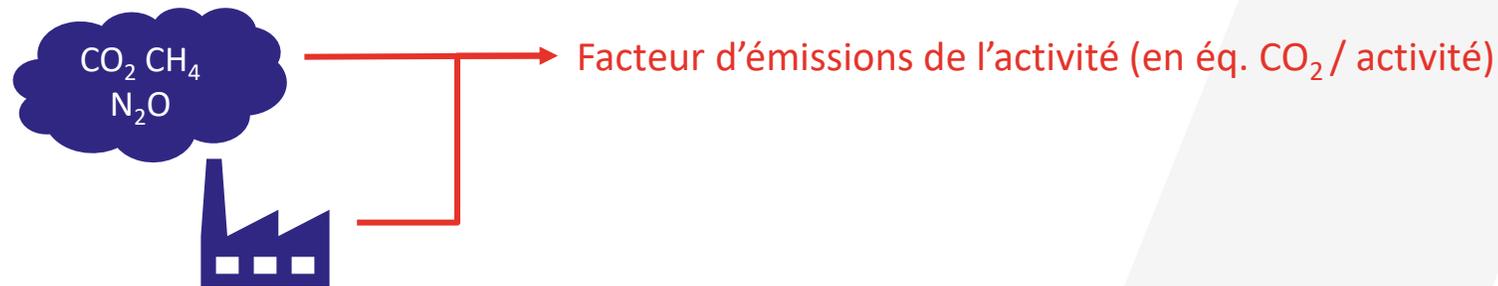
- ISO 14040 & 14044
- PEF, PEFCR & OEF
- ILCD Handbook

* L'ensemble de ces standards et référentiels n'est pas détaillé dans ce guide

- Il est possible de quantifier l'effet des GES sur l'accroissement de l'effet de serre via un indicateur, appelé **potentiel de réchauffement global (PRG)**. Cet indicateur est exprimé en « équivalent CO₂ » (**éq. CO₂**) et permet de comparer l'influence des différents GES.

Gaz	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
PRG	1 kg éq. CO ₂	28 kg éq. CO ₂	265 kg éq. CO ₂

- Le **facteur d'émission** est un coefficient représentant le **taux d'émission moyen de GES d'une activité humaine**.
- Il est obtenu en incluant toutes les émissions de GES nécessaires pour fournir le service rendu, en pondérant l'effet des différents GES par leur PRG. Le facteur d'émission s'exprime comme unité de masse de GES (kg éq. CO₂) par flux de référence.



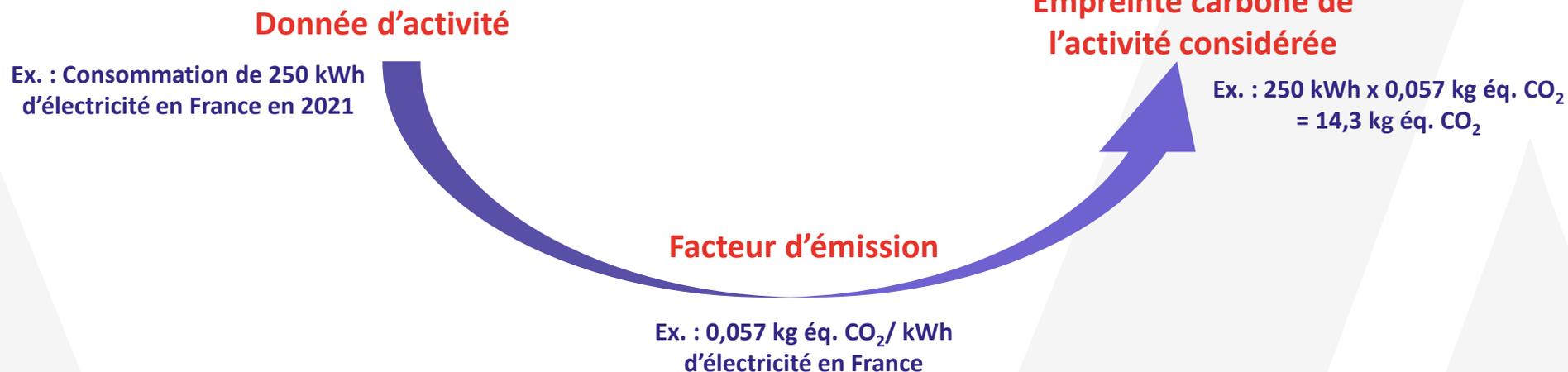
Exemple :

- Facteur d'émission pour la consommation d'électricité en France en 2021 : 0,057 kg éq. CO₂/kWh (Base Carbone®). Cela signifie qu'en France, en 2021, la consommation d'1 kWh d'électricité émet en moyenne dans l'atmosphère une quantité de GES dont le pouvoir de réchauffement global est équivalent à l'émission dans l'atmosphère de 0,057 kg de CO₂.*



Pour calculer l’empreinte carbone d’une activité, il s’agit donc de multiplier une **donnée d’activité** par le **facteur d’émission** de l’activité considérée.

$$\text{Donnée d'activité} \times \text{Facteur d'émission} = \text{Empreinte carbone}$$



Calculer un facteur d'émission

Le facteur d'émission pour une activité donnée est obtenu en trois étapes:

1. **Inventaire** de toutes les émissions de GES
2. **Multiplication** de chaque émission par son PRG pour convertir en kg CO₂ équivalent
3. **Somme** de toutes les émissions pour obtenir un facteur unique, dit facteur d'émission

Activité	→	10 kg CO ₂	x	1	→	10 kg éq. CO ₂	} 226,5 kg éq. CO₂
	→	5 kg CH ₄	x	28	→	140 kg éq. CO ₂	
	→	0,2 kg N ₂ O	x	265	→	53 kg éq. CO ₂	
	→	0,001 kg SF ₆	x	23 500	→	23,5 kg éq. CO ₂	
		Émissions de GES		PRG des GES		Facteur d'émission	

Bonne pratique

En communiquant les résultats d'empreinte carbone, préciser la méthode d'évaluation utilisée (ie. la version / l'année ainsi que l'horizon temporel)

Précisions sur les méthodes d'évaluation de PRG

- Même si plusieurs sources existent, les PRGs les plus robustes et reconnus proviennent des rapports du GIEC (IPCC en anglais).
- Il existe plusieurs versions de PRG en fonction de la publication des rapports du GIEC : 2007 (AR4), 2013 (AR5), et plus récemment 2021 (AR6). **La valeur des PRGs peut donc évoluer en fonction des dernières connaissances scientifiques.**
 - **Il est généralement préférable d'utiliser la version la plus récente. Cependant, certaines données étant plus anciennes, il est possible que certains facteurs d'émission ont été calculés avec une méthode antérieure.**
- Le PRG d'un gaz dépend de la durée au cours de laquelle il est calculé. Le GIEC distingue trois horizons temporels : 20 ans, 100 ans et 500 ans. **La valeur des PRGs dépend donc de l'horizon temporel considéré.**
 - **Par convention, l'horizon temporel de 100 ans est utilisé dans les calculs d'empreinte et de bilan carbone.**

Principes fondamentaux

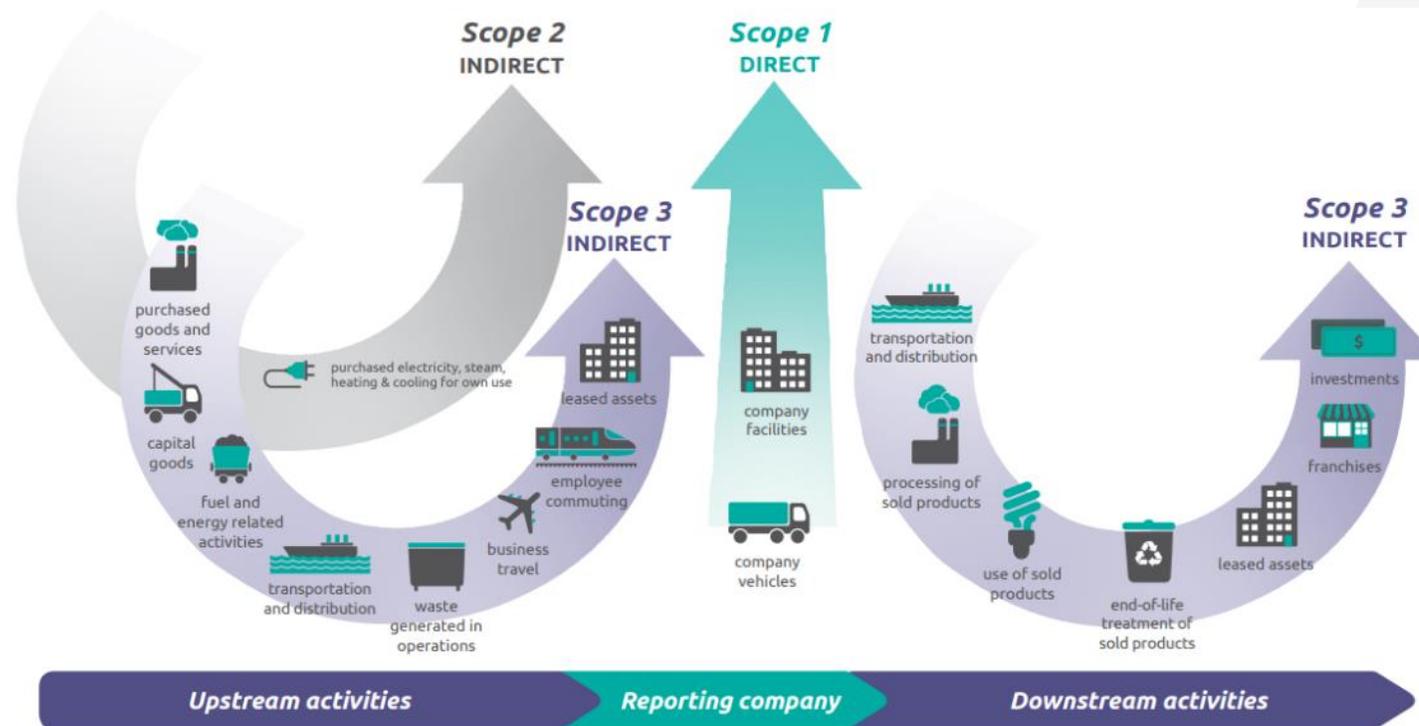
Empreinte carbone « organisation »



Principes fondamentaux

Pour l'empreinte carbone **d'une organisation**, deux périmètres sont à définir :

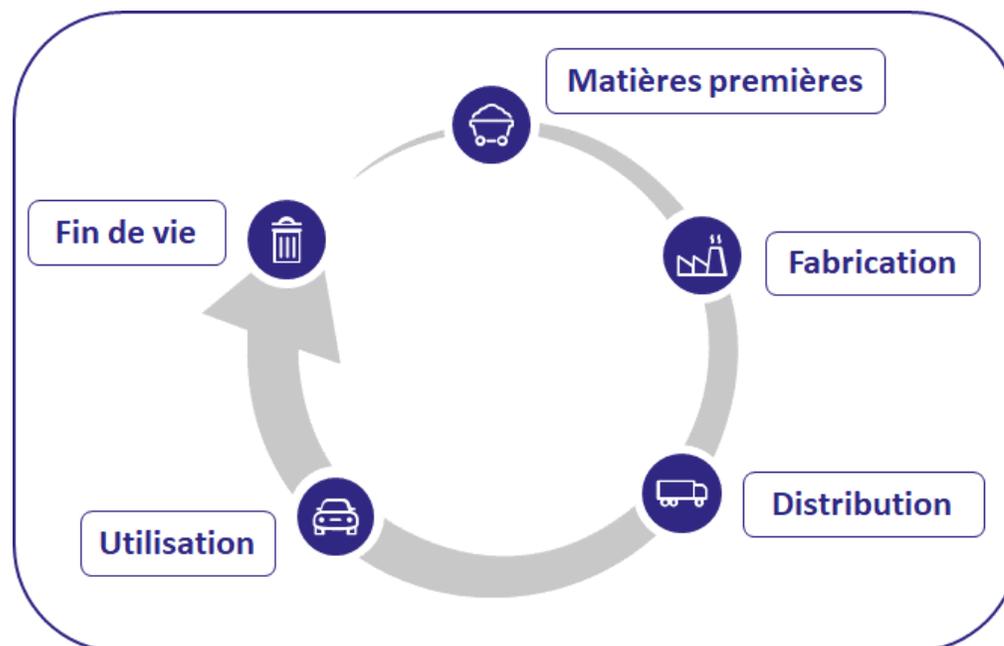
- Son périmètre **organisationnel** (part du capital et contrôle).
- Son périmètre **opérationnel**, subdivisé en trois familles de postes d'émissions de GES, appelées **scope**.



Source : GHG Protocol



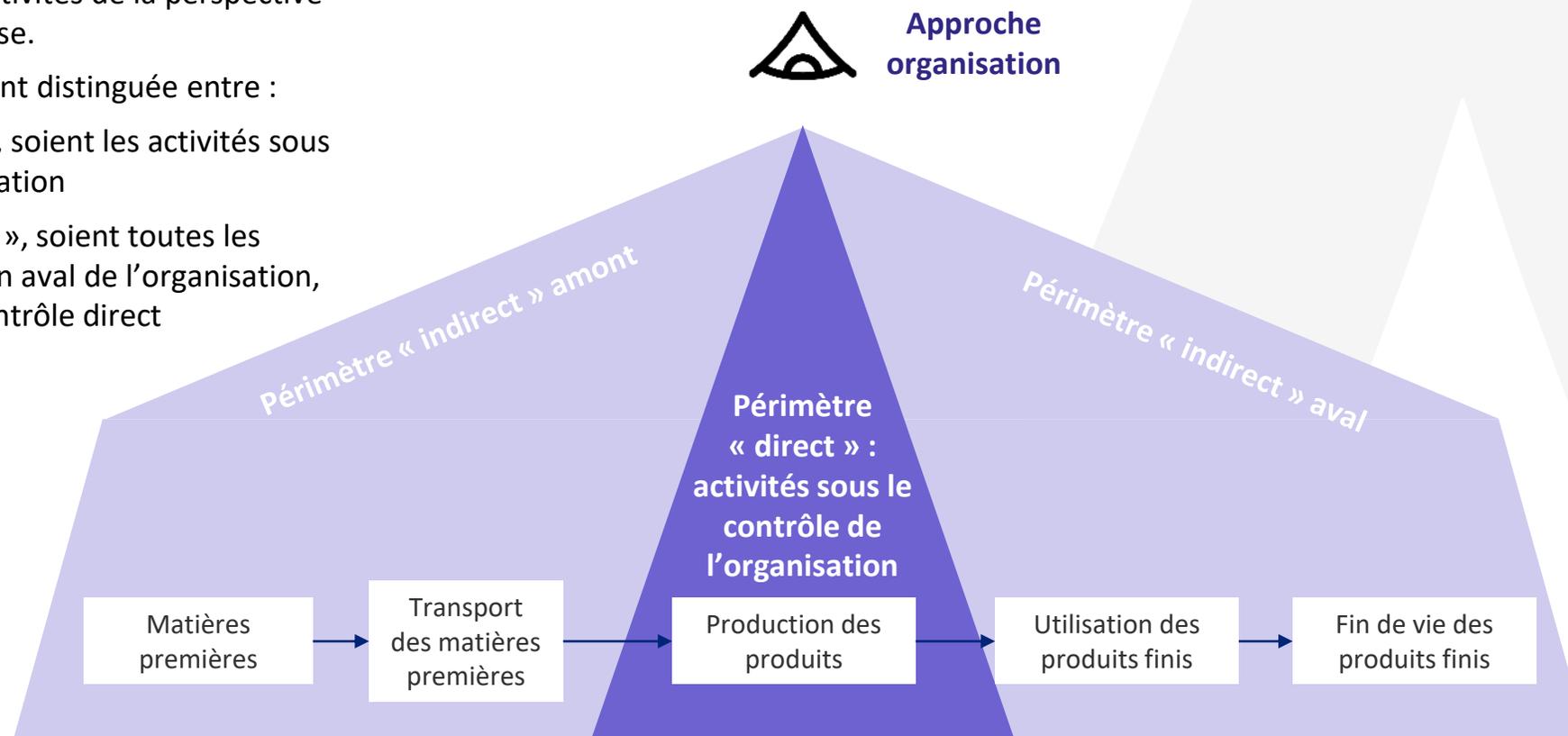
L'**empreinte carbone d'un produit** consiste quant à elle à calculer les émissions de GES sur l'ensemble du **cycle de vie** d'un produit, « du berceau à la tombe » (ou « cradle to grave » en anglais), ce qui inclut l'extraction et la transformation des matières premières, la fabrication du produit, sa distribution, son utilisation puis sa fin de vie.



L'**approche « organisation »** permet d'évaluer l'empreinte carbone des activités de la perspective de l'organisation / entreprise.

L'approche est généralement distinguée entre :

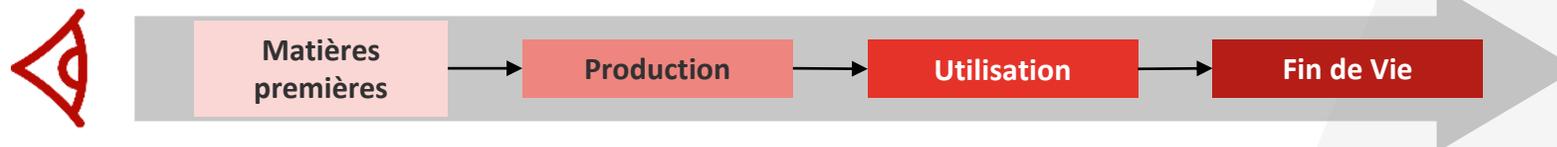
- Le périmètre « direct », soient les activités sous le contrôle de l'organisation
- Le périmètre « indirect », soient toutes les activités en amont et en aval de l'organisation, et en dehors de son contrôle direct



L'**approche produit** permet d'évaluer l'empreinte carbone de l'ensemble des activités impliquées lorsqu'un produit remplit sa fonction.

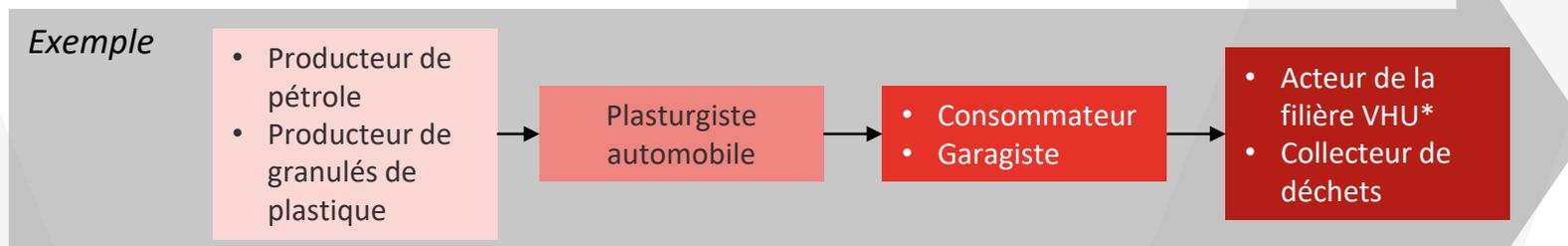
L'approche prend en compte toutes les étapes du cycle de vie d'un produit et toute sa chaîne de valeur : matières premières, production, utilisation, fin de vie, ainsi que toutes les étapes de transport.

Approche produit Vision cycle de vie



Chaque étape du cycle de vie peut être effectuée par différentes organisations.

Par exemple pour une pièce automobile en plastique (liste non-exhaustive d'acteurs) :



*VHU : Véhicule Hors d'Usage

Principes fondamentaux

Empreinte carbone « organisation » et « produit » : 2 approches complémentaires

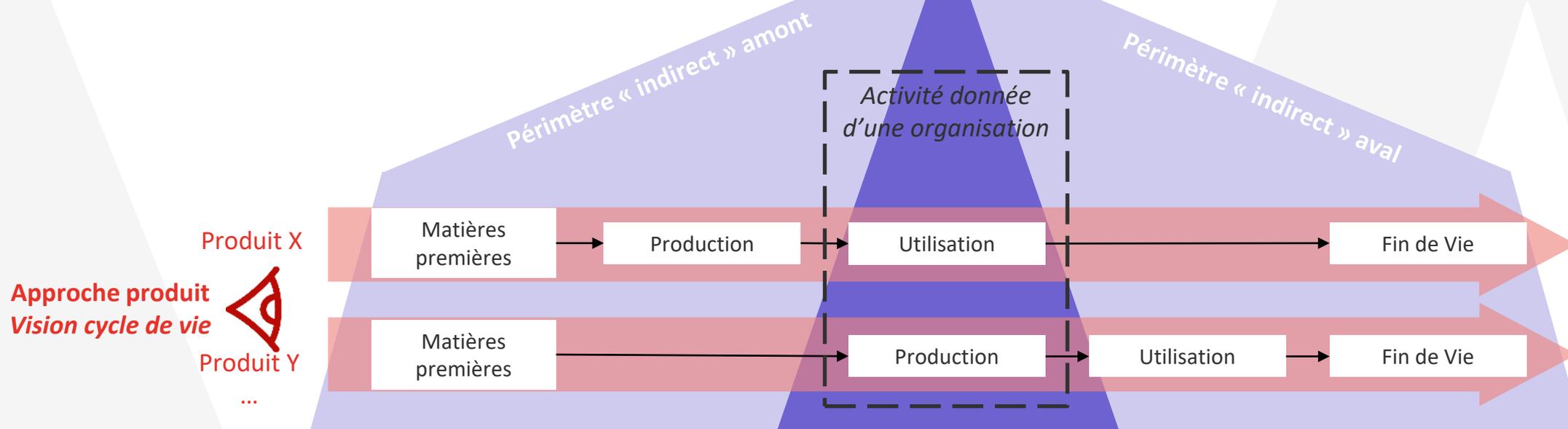


Principes fondamentaux

L'activité donnée d'une organisation peut donc correspondre à une étape dans le cycle de vie d'un produit :



Approche organisation



Les évaluations environnementales « produit » permettent de nourrir l'évaluation environnementale de l'organisation qui fabrique, transforme, utilise, ou traite ces produits



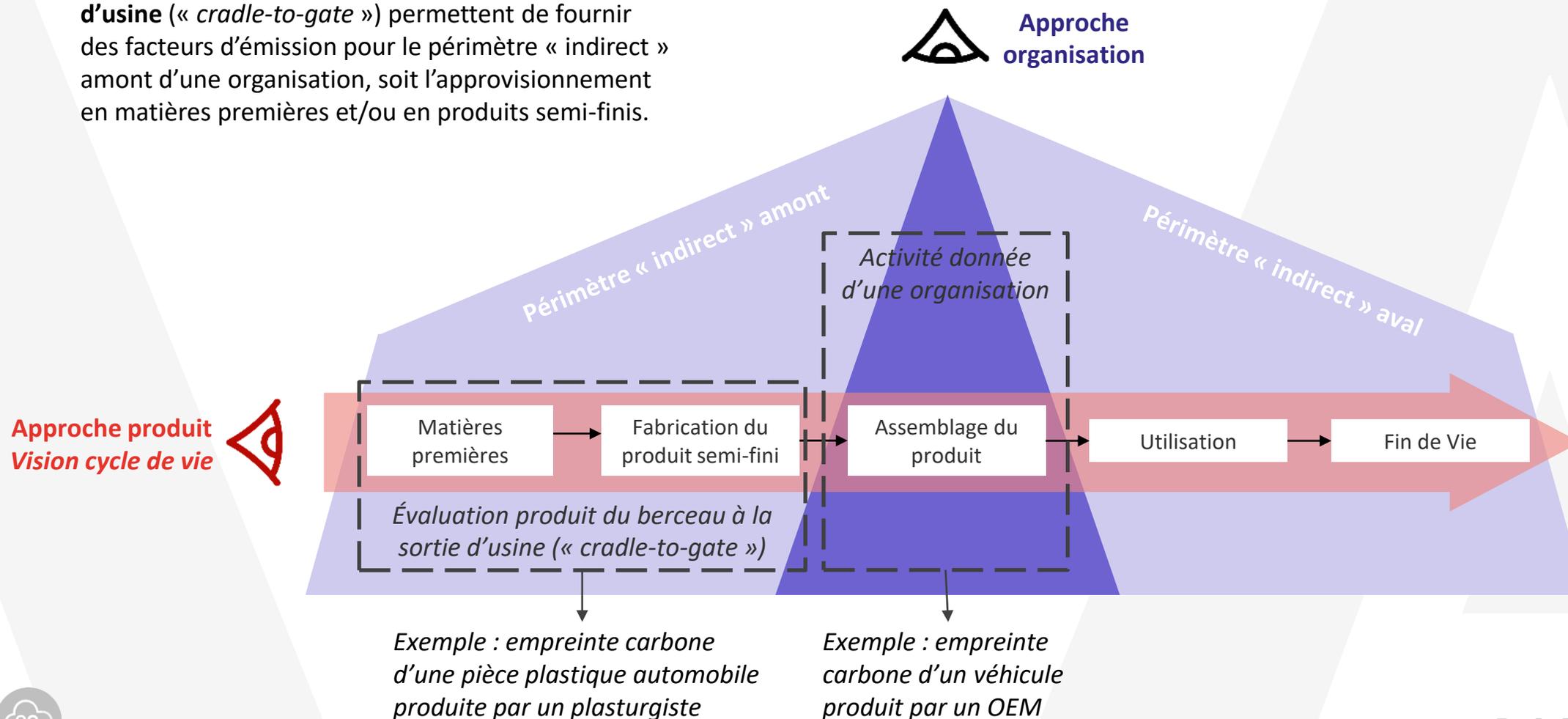
Principes fondamentaux

Empreinte carbone « organisation » et « produit » : 2 approches complémentaires



Principes fondamentaux

Dans la plupart des cas, les évaluations environnementales « produit » du **berceau à la sortie d'usine** (« *cradle-to-gate* ») permettent de fournir des facteurs d'émission pour le périmètre « indirect » amont d'une organisation, soit l'approvisionnement en matières premières et/ou en produits semi-finis.





Quelles activités sont **généralement** incluses dans les deux approches ?

Activité(s)	Approche « organisation »	Approche « produit »
Les matériaux nécessaires à la fabrication des produits	X	X
La consommation d'énergie nécessaire à la fabrication des produits	X	X
Les déplacements domicile-travail des salariés	X	
Les biens capitaux (e.g. infrastructures, machines, véhicules)*	X	(X)
L'exploitation des sites (e.g. éclairage, climatisation)	X	
Les activités et services de l'entreprise (e.g. R&D, fonctions administratives, services informatique, RH et marketing)	X	
Les investissements de l'entreprise	X	

**Les infrastructures (y compris les bâtiments, les machines, les véhicules, etc.) sont généralement exclues des calculs d'empreinte carbone produit. En effet, l'impact de ces infrastructures est logiquement amorti par leurs durées de vie et les volumes de production associés, ces derniers étant généralement très élevés. Alloué à un seul produit, l'impact des infrastructures est donc, dans la grande majorité des cas, considéré comme étant négligeable.*

Empreinte carbone « produit »

Approche fondée sur l'ACV



Principes fondamentaux

- L'empreinte environnementale d'un produit peut être évaluée par le biais de plusieurs méthodes. L'**analyse du cycle de vie (ACV)** est la méthode la plus scientifiquement robuste et reconnue (notamment par la Commission Européenne) pour de telles évaluations.
- L'ACV repose sur trois grands principes :

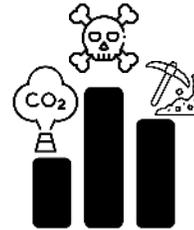
1

Raisonner « cycle de vie »



2

Raisonner « multicritères »



3

Raisonner en termes de « service rendu »



- **L'impact sur le réchauffement climatique** est un des indicateurs environnementaux évalué en ACV. Cet indicateur d'impact correspond donc à ce qu'on appelle **l'empreinte carbone « produit »**.
- L'ACV est cadrée par plusieurs normes et référentiels internationaux dont les normes ISO 14040 et 14044, la méthodologie Product Environmental Footprint (PEF), ...
- L'évaluation de l'empreinte carbone produit est aussi cadrée par des référentiels, notamment la norme ISO 14067, le GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard, ...



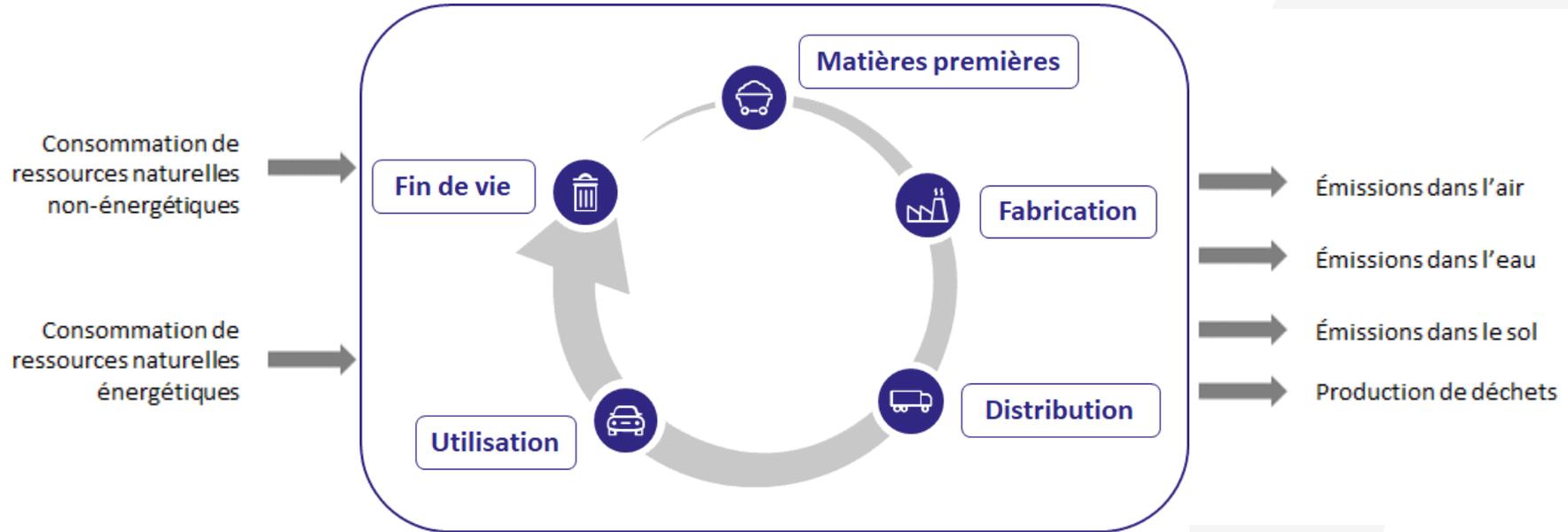
Analyse du cycle de vie

Transformer des flux en impacts potentiels



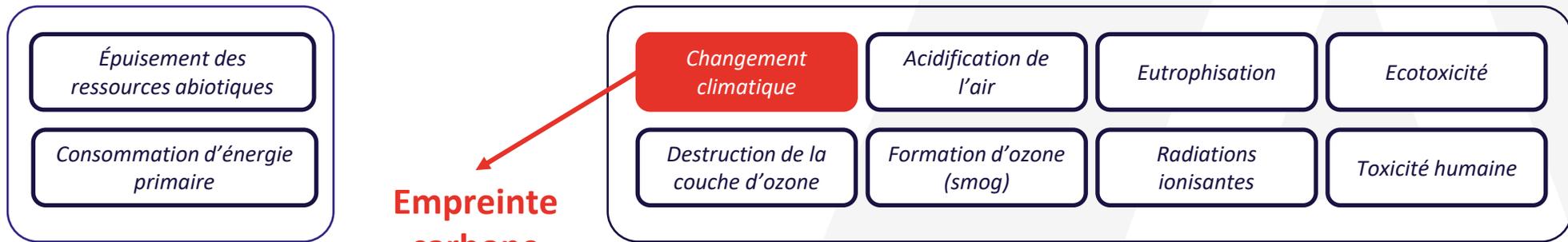
Principes fondamentaux

Bilan des flux



Traduction des extractions et des émissions en **impacts environnementaux potentiels** sur le cycle de vie

Évaluation des impacts potentiels



Empreinte carbone
« produit »

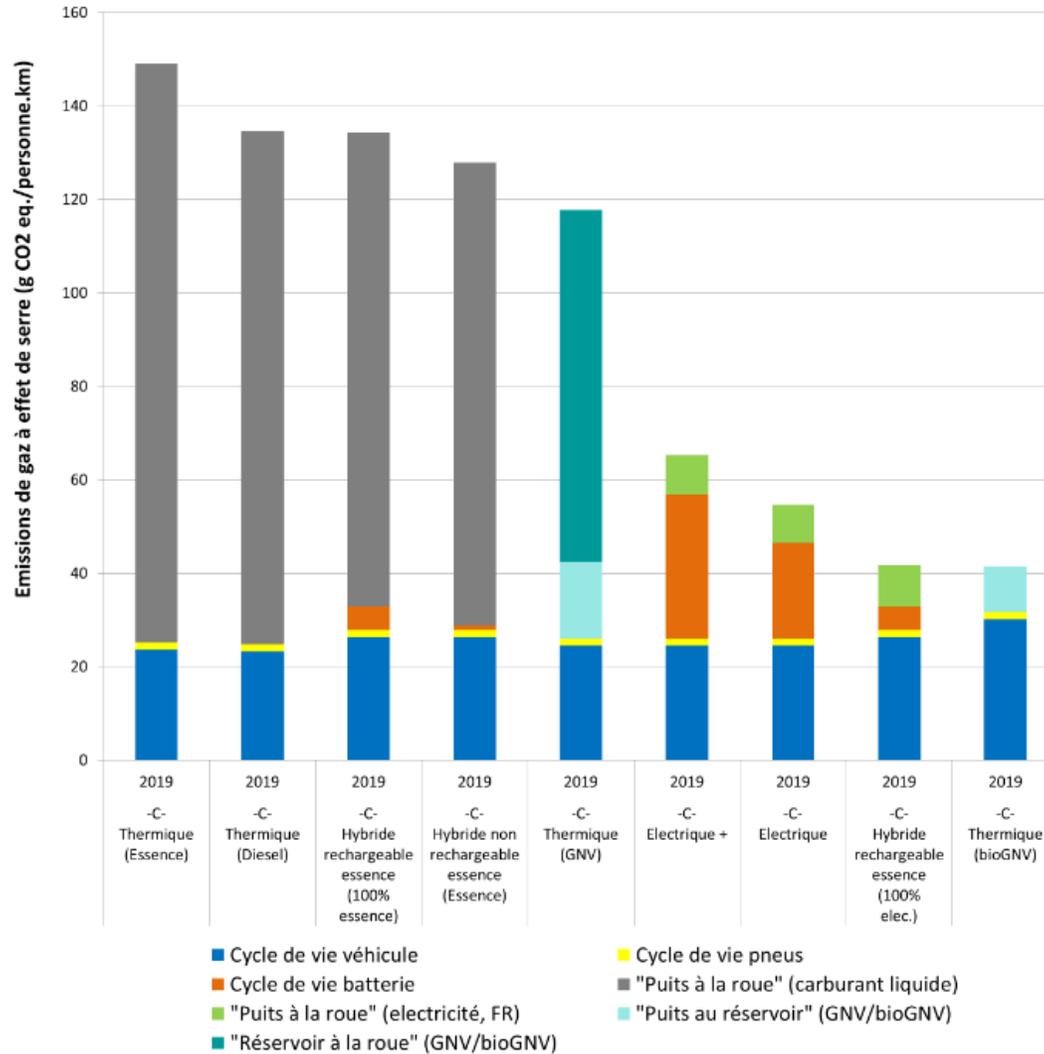


Analyse du cycle de vie

Exemples d'ACV de véhicules



Principes fondamentaux



La répartition des impacts sur le cycle de vie varie en fonction de la motorisation et du carburant considéré du véhicule :

- **Véhicules thermiques** : la plupart des impacts proviennent de la **phase d'utilisation**, notamment par la combustion du **carburant**
- **Véhicules électriques** : pour les véhicules utilisés en France, la plupart des impacts proviennent de la **fabrication du véhicule et de la batterie**

Source : Étude Analyse du cycle de vie (ACV) des véhicules fonctionnant au GNV et bioGNV, IFPEN, 2019

Figure 8 : Impacts potentiels sur le changement climatique pour les véhicules du segment C en 2019



Deloitte.

PF

FILIÈRE
AUTOMOBILE
& MOBILITÉS

**Calculer l'empreinte carbone
d'un produit**

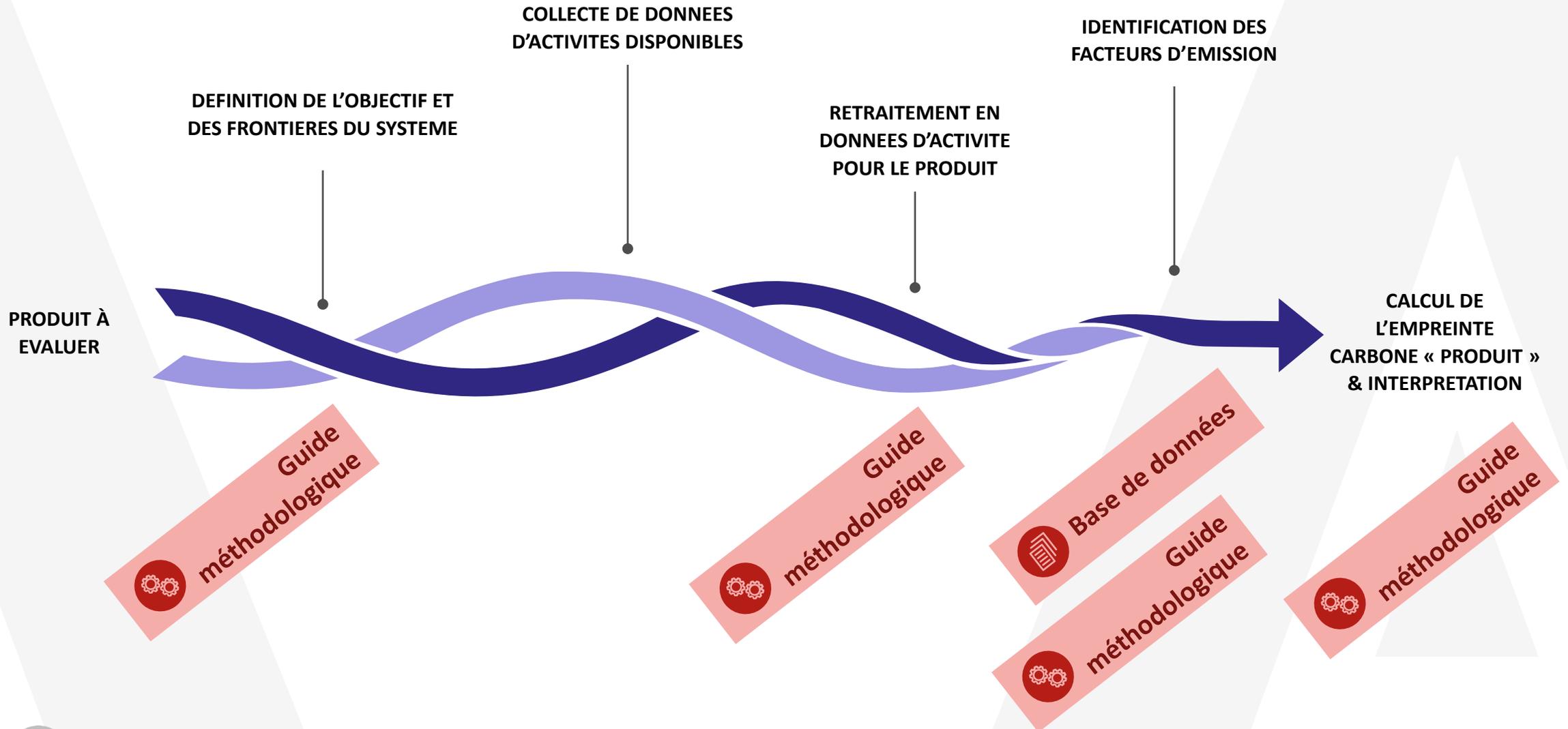


Empreinte carbone « produit »

Vue d'ensemble du process de l'évaluation carbone



Empreinte carbone



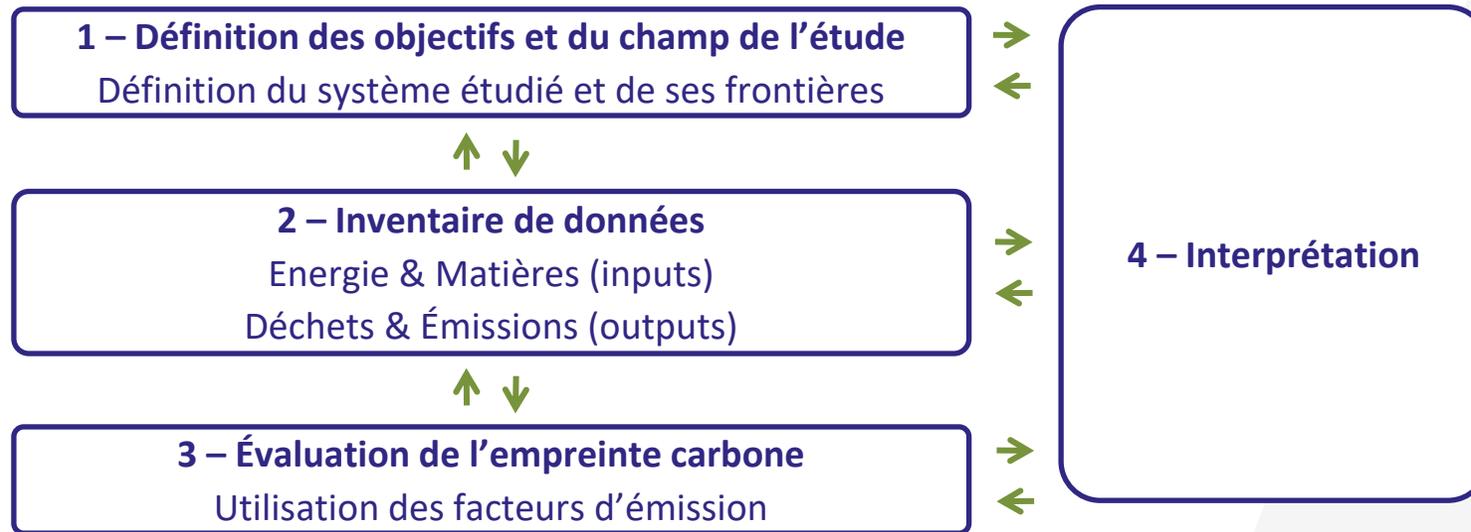
Empreinte carbone « produit »

Réalisation en 4 étapes



Empreinte carbone

Une empreinte carbone « produit » est réalisée en 4 grandes étapes comme une ACV classique :



Les raisons pour réaliser une empreinte carbone « produit » sont diverses : identifier les « **points chauds** » sur la chaîne de valeur, tester des pistes **d'amélioration**, planifier sa **stratégie** « climat », avoir des éléments de réponses pour les parties prenantes, etc..



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

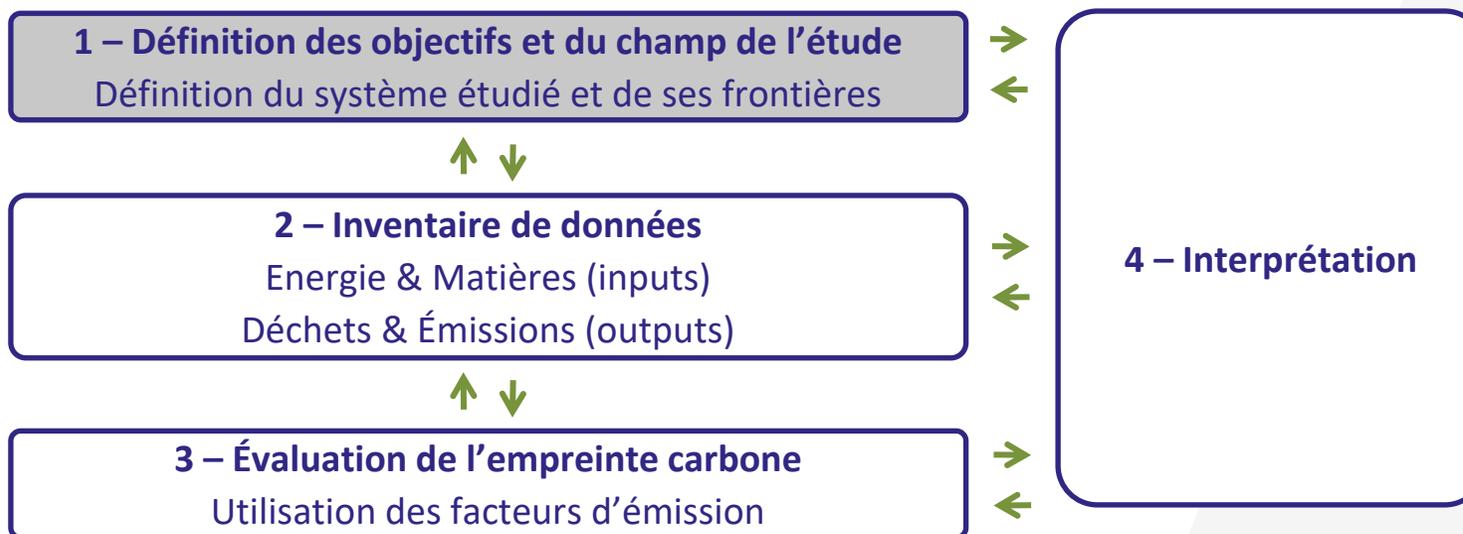
Quel est le système étudié ?



Empreinte carbone

Définir le système étudié et le champ de l'étude

Les résultats dépendent de l'objectif : l'approche d'empreinte carbone est « goal dependant » et dépend ainsi de l'unité fonctionnelle retenue et du système considéré.



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

Notions d'unité fonctionnelle (UF) et de flux de référence



Empreinte carbone

La définition du système dépend des objectifs de l'étude et de l'unité fonctionnelle

Définition des objectifs

Que voulons-nous montrer ? Comment et pour quelle(s) application(s) les résultats vont-ils être utilisés ? Quel est le public cible ?

Définition de l'unité fonctionnelle (UF)

- L'étude ne porte pas directement sur un « produit » ou un matériau dans l'absolu, mais sur la fonction qu'il remplit, **le service rendu**
- Il est nécessaire d'utiliser une « **unité fonctionnelle** » (UF) du produit, caractérisée par une valeur d'usage bien définie et mesurable. Certaines questions qu'une entreprise peut se poser pour aider à identifier la fonction d'un produit :
 - ▶ Pourquoi le produit est-il créé ?
 - ▶ Quelle est la raison d'être du produit ?
 - ▶ Quelles sont les caractéristiques déterminantes ou le niveau de qualité attendue du produit ?
- Le **flux de référence** est la mesure des sortants nécessaires des processus, dans un système de produits donné, pour remplir la fonction définie par l'unité fonctionnelle



Bonne pratique

En communiquant les résultats d'empreinte carbone, préciser l'UF ou le flux de référence utilisée(e) pour le calcul de cette empreinte



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

Notions d'unité fonctionnelle (UF) et de flux de référence



Empreinte carbone



Recommandation de la PFA : définition de l'unité fonctionnelle (UF)

Pour un véhicule complet

L'unité fonctionnelle (UF) d'un véhicule complet est définie par son utilisation sur une distance et sur un nombre d'années. Le tableau suivant définit les hypothèses à prendre en compte en fonction du segment du véhicule concerné. Il se fonde sur les pratiques actuelles des constructeurs et sur les valeurs retenues par l'étude « *Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA* » de la Commission Européenne, 2020.

Segment	Kilométrage (km)	Durée de vie
SEGMENT A	150 000	15 ans
SEGMENT B		
SEGMENT C	225 000	
SEGMENT D		
SEGMENT E	270 000	
SEGMENT F		
CDV / VAN1-VAN2	270 000 / 300 000	

Pour une pièce / un système

L'unité fonctionnelle utilisée pour l'étude d'une pièce / système sera définie sur la base de la fonction apportée par l'élément en tenant compte de l'unité fonctionnelle du véhicule sur lequel cet élément vient s'intégrer.



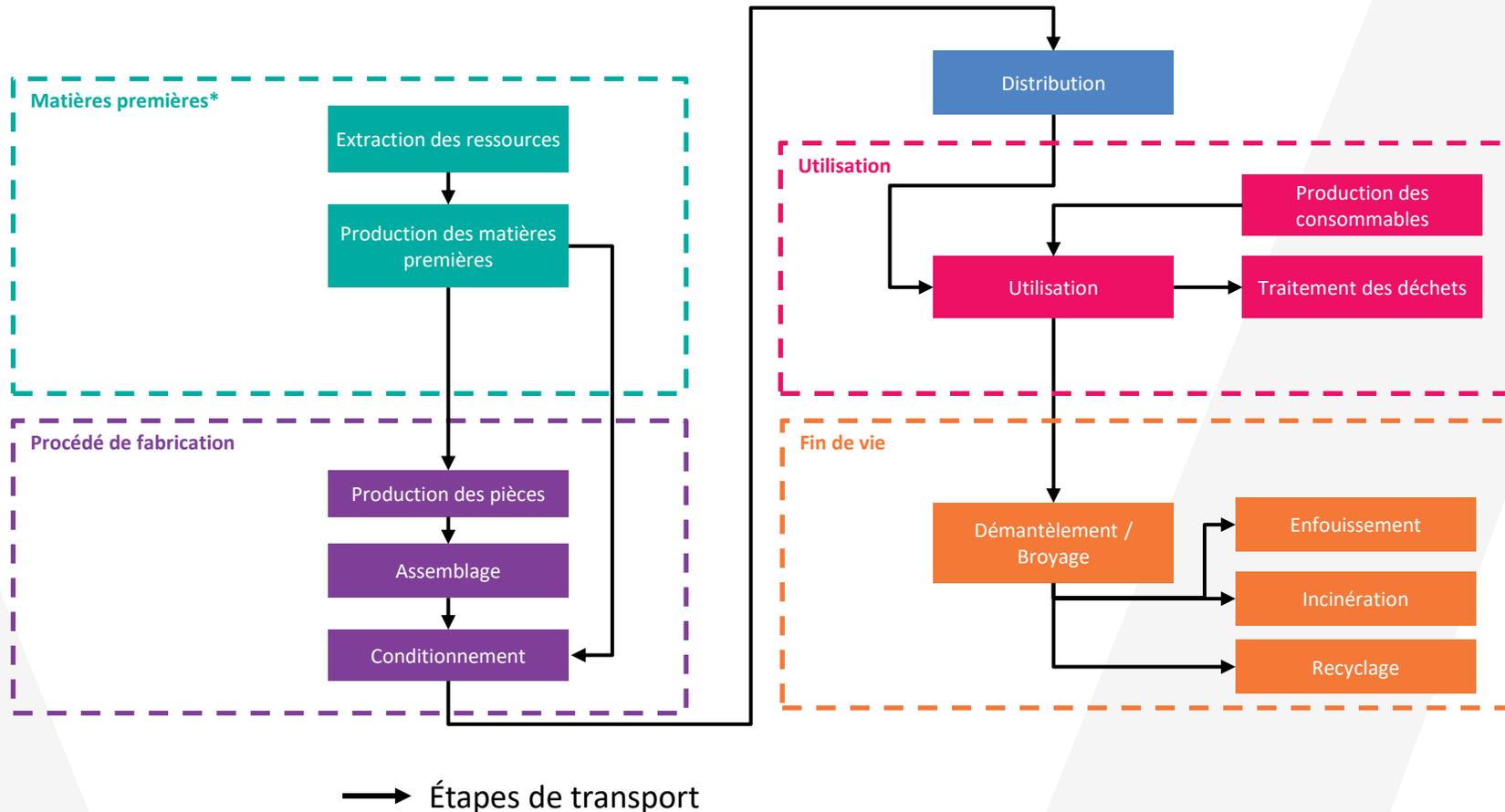
1 - Définition des objectifs et du champ de l'étude

Quel est le périmètre de l'étude ?



Empreinte carbone

Les frontières du système doivent couvrir l'ensemble des activités qui contribuent à satisfaire l'unité fonctionnelle



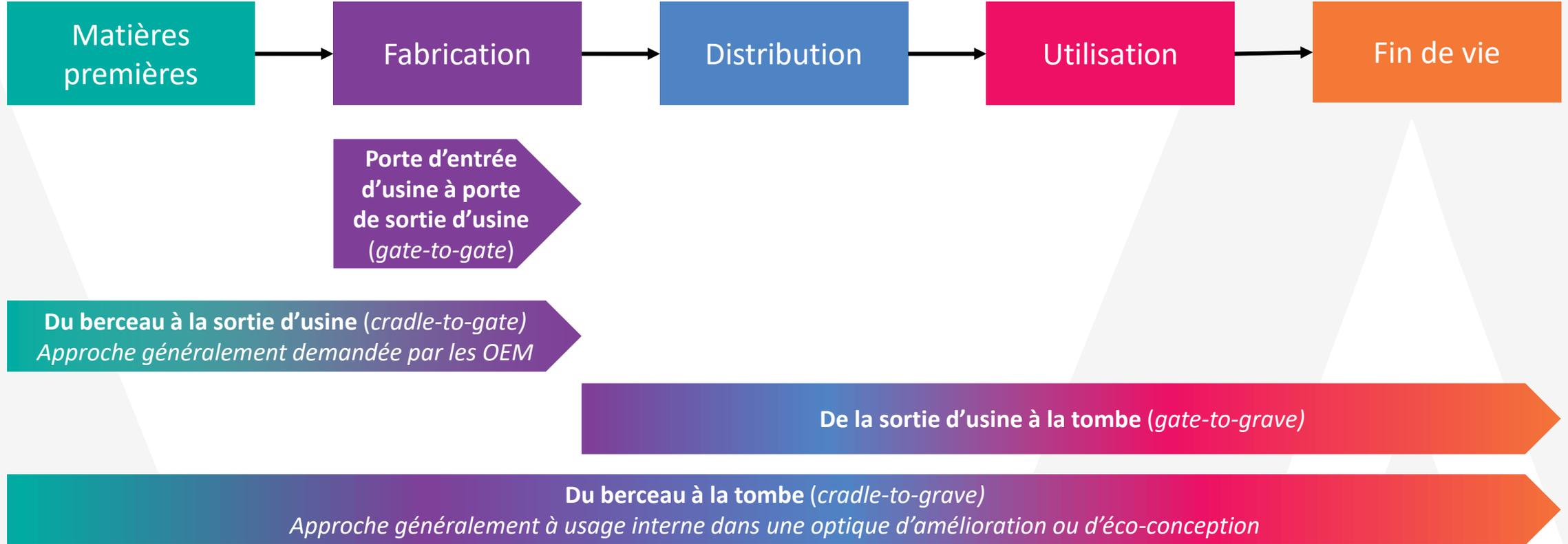
*À noter : l'étape « matières premières » peut également inclure l'approvisionnement en produits semi-finis

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

Quel est le périmètre de l'étude ?



Empreinte carbone



Attention : le concept du « berceau au berceau » (cradle-to-cradle) n'est pas normalisé et n'est donc pas reconnu dans une approche d'empreinte carbone « produit »



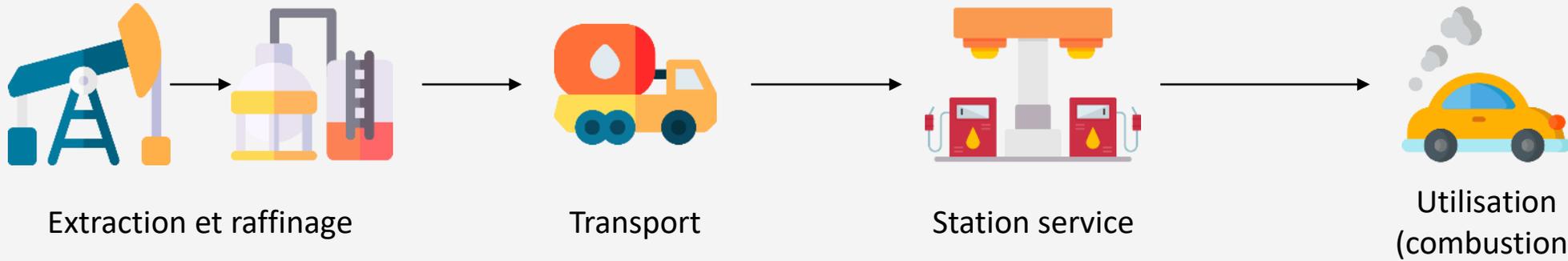
1 - Définition des objectifs et du champ de l'étude

Quel est le périmètre de l'étude pour un véhicule ?



Empreinte carbone

Véhicule thermique

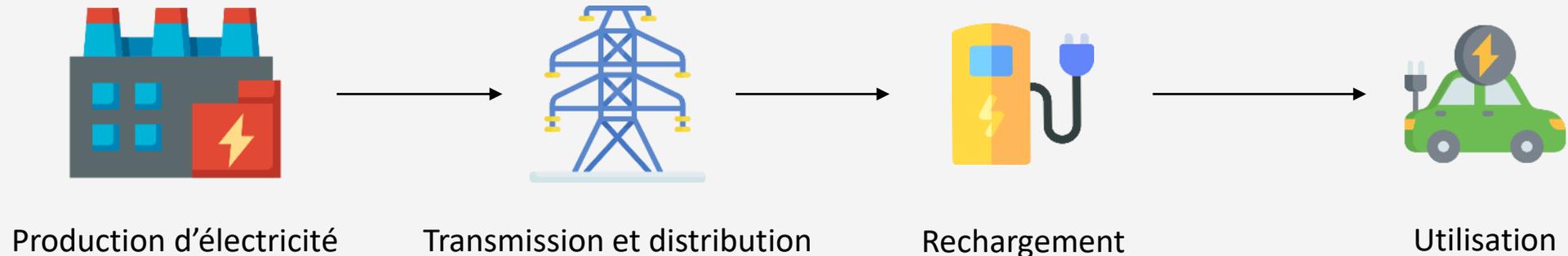


Du puits au réservoir (*well-to-tank, WTT*)

Du réservoir à la roue (*tank-to-wheel, TTW*)

Du puits à la roue (*well-to-wheel, WTW*)

Véhicule électrique



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

Quelles activités sont à inclure dans les frontières du système ?



Empreinte carbone

Activités attribuables

Un inventaire est constitué des flux de services, de matériaux et d'énergie qui deviennent le produit, le fabriquent et le transportent tout au long de son cycle de vie. Ces flux sont définis comme des **activités attribuables**. Exemples :

- Les composants du produit et son emballage
- Les matières et procédés nécessaires à la production du produit
- Les matériaux utilisés pour contribuer à la fonction du produit (e.g. fertilisants et lubrifiants)
- L'énergie utilisée pour transporter le produit, ou consommée par le produit lors de son utilisation.

En principe, **toutes les activités attribuables doivent être incluses dans l'évaluation de l'empreinte carbone**. Certaines peuvent être exclues dans le cas où :

- Une lacune dans les données existe parce que les données primaires ou secondaires ne peuvent pas être collectées, **et**
- Les données extrapolées et indirectes ne peuvent pas être déterminées pour combler le manque de données, **et**
- Il est possible de justifier que ces données sont insignifiantes.

VS

Activités non-attribuables

Certains flux de services, de matériaux et d'énergie ne sont pas connectés directement au produit car ils ne deviennent pas le produit, ne le fabriquent et ne le transportent pas tout au long de son cycle de vie. Ces flux sont définis comme des **activités non-attribuables**.

Exemples :

- Les biens capitaux (e.g. infrastructures, machines, véhicules)
- L'exploitation des sites (e.g. éclairage, climatisation)
- Les activités et services de l'entreprise (e.g. R&D, fonctions administratives, services informatique, RH et marketing)
- Le transport de l'utilisateur du produit jusqu'au point de vente
- Les déplacements domicile-travail des salariés

En général, **ces activités non-attribuables sont exclues par convention**.

Dans le cas spécifique des infrastructures, certaines bases de données les incluent dans le périmètre. Il doit être noté que pour la majorité des produits de grande consommation, l'inclusion des infrastructures est négligeable dans le résultat total, en raison de la longue durée de vie des infrastructures ainsi que les larges volumes de production.



Bonne pratique

En communiquant les résultats d'empreinte carbone, préciser le périmètre et les activités incluses dans ce calcul



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

Les matières premières : leur transformation



Empreinte carbone

Pour obtenir un produit fini ou semi-fini à partir d'une matière, il est nécessaire de la transformer :



Lingot de métal

Transformation

Ex. : moulage, laminage à froid/chaud, galvanisation, perçage, tournage, extrusion, etc.



Produit fini ou semi-fini



Granulé de plastique

Transformation

Ex. : injection moulage, extrusion, thermoformage, expansion, calandrage, etc.



Produit fini ou semi-fini

Ces procédés de transformation de matière doivent être comptabilisés dans l'évaluation.



1. Cadrage

2. Inventaire

3. Evaluation

4. Interprétation

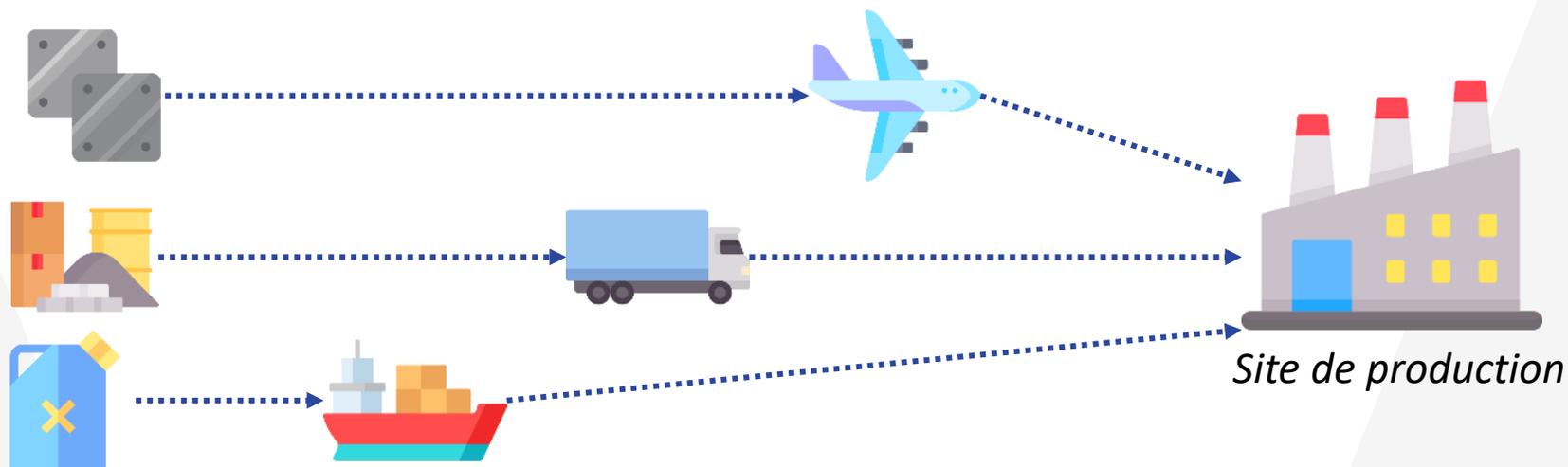
1 - Définition des objectifs et du champ de l'étude

Les matières premières : leur transport



Empreinte carbone

1 L'acheminement de toutes les matières premières et des produits semi-finis jusqu'au site de fabrication doit être pris en compte



2 La notion de « tonne-kilomètre » (t.km ou tkm) est utilisée. C'est, par exemple, l'unité de mesure correspondant au transport d'une tonne de marchandise (y compris le conditionnement et la tare des unités de transport intermodal) sur une distance d'un kilomètre par n'importe quel moyen de transport.

Exemple : Le transport de 3 tonnes de marchandises sur une distance de 150 kilomètres correspond à une quantité de transport de $3 \times 150 = 450$ t.km



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

Quelles activités sont à inclure dans les frontières du système ?



Empreinte carbone



Recommandation de la PFA : activités incluses dans les frontières du système (1/2)

Données	Inclusion	Exclusion	Commentaires
Activités de recherche et développement et tertiaires (administration/marketing)		X	Les infrastructures liées à ces activités sont considérées comme non spécifiques aux véhicules étudiés, et amorties.
Déplacements domicile-travail et professionnels des salariés		X	Ces déplacements sont considérés comme non spécifiques aux véhicules étudiés, et amorties.
Extraction des matières premières et mise en forme des composants	X		Ces données sont prises en compte au travers de la composition masses et matières des pièces/véhicules étudiés.
Fabrication des infrastructures et outils des fournisseurs	(X)	X	Selon l'objet de l'étude et le caractère innovant du procédé étudié, les impacts environnementaux de la fabrication de certaines infrastructures pourront être considérés. Mais dans la majorité des cas il sera considéré que les infrastructures des fournisseurs et des équipements sont amorties.
Transport amont jusqu'aux fournisseurs de rang 1 pour le véhicule complet ou en amont des FRNs de l'usine du composant étudié	X		Données kilométriques et modes de transport associés
Transport du fournisseur de rang 1 jusqu'à l'usine constructeur pour un véhicule complet, ou des FRNs amont de l'usine du composant étudié	X		Données kilométriques et modes de transport associés
Fabrication des véhicules au sein de l'usine terminale ou fabrication du composant étudié dans l'usine correspondante	X		Les données prises en compte sont en général issues du reporting environnemental de l'usine considérée
Fabrication des conditionnements pour la logistique des pièces rentrant en usine	X	X	Emballages réutilisés non pris en compte. Recommandation de prendre en compte les emballages jetés / éliminés.
Fabrication des matières auxiliaires pour la fabrication (huiles de coupe, gants, ...)	(X)	X	Souvent intégré dans les procédés des bases de données employées



1. Cadrage

2. Inventaire

3. Evaluation

4. Interprétation

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

Quelles activités sont à inclure dans les frontières du système ?



Empreinte carbone



Recommandation de la PFA : activités incluses dans les frontières du système (2/2)

Données	Inclusion	Exclusion	Commentaires
Traitement des déchets de fabrication dans l'usine terminale ou usine de fabrication de l'équipement	X		Flux de déchets et filières de traitement associées
Fabrication des infrastructures et outils de l'usine terminale ou usine de fabrication de l'équipement	(X)	X	Les infrastructures liées à l'usine terminale des véhicules produits en grande série ne sont pas prises en compte car déjà amorties. Prise en compte au cas par cas des outillages spécifiques pour des études ciblées sur des pièces
Transport des véhicules de l'usine terminale aux centres de distribution.	X		Données kilométriques et modes de transport associés
Fabrication du carburant	X		Les données sur la fabrication des différents carburants sont issues de bases de données
Emission des polluants à l'usage (émissions réglementées dans le cadre de la norme EURO)	X	Les autres formes d'émissions non mesurées.	Les émissions prises en compte comme précisées dans le paragraphe concerné de la Note PFA
Fonctionnement du réseau après-vente et distribution des pièces et accessoires		X	Non pris en compte
Fabrication des éléments de maintenance liés à l'usage des véhicules	X		Données issues des recommandations constructeurs (carnet d'entretien), selon une utilisation « normale » des véhicules. Le scénario « accident » n'est pas pris en compte.
Emissions de particules liées à l'usure des pneumatiques, plaquettes de freins	(X)	X	Données non encore normalisées sur le cycle de vie des véhicules. A prendre en compte selon l'objet de l'étude et la disponibilité des données
Traitement en fin de vie selon la filière VHU	X		Sont ignorés : transport de la carcasse vers le broyeur, opérations de démontage et dépollution du centre VHU Sont intégrées : transport du véhicule vers le centre VHU, traitement réglementaire de neutralisation des déchets dangereux (fluides, gaz de clim), broyage des carcasses, incinération et/ou mise en décharge des rebuts. Pour les matières mises à disposition d'une filière de recyclage, la frontière s'arrête à la mise à disposition en sortie de centre VHU ou de broyeur. Les taux de recyclage et d'incinération peuvent être issus de calculs théoriques (homologation recyclabilité) ou de données de reporting (Ex : taux issus du dernier rapport de l'observatoire des VHU publié par l'ADEME).



1. Cadrage

2. Inventaire

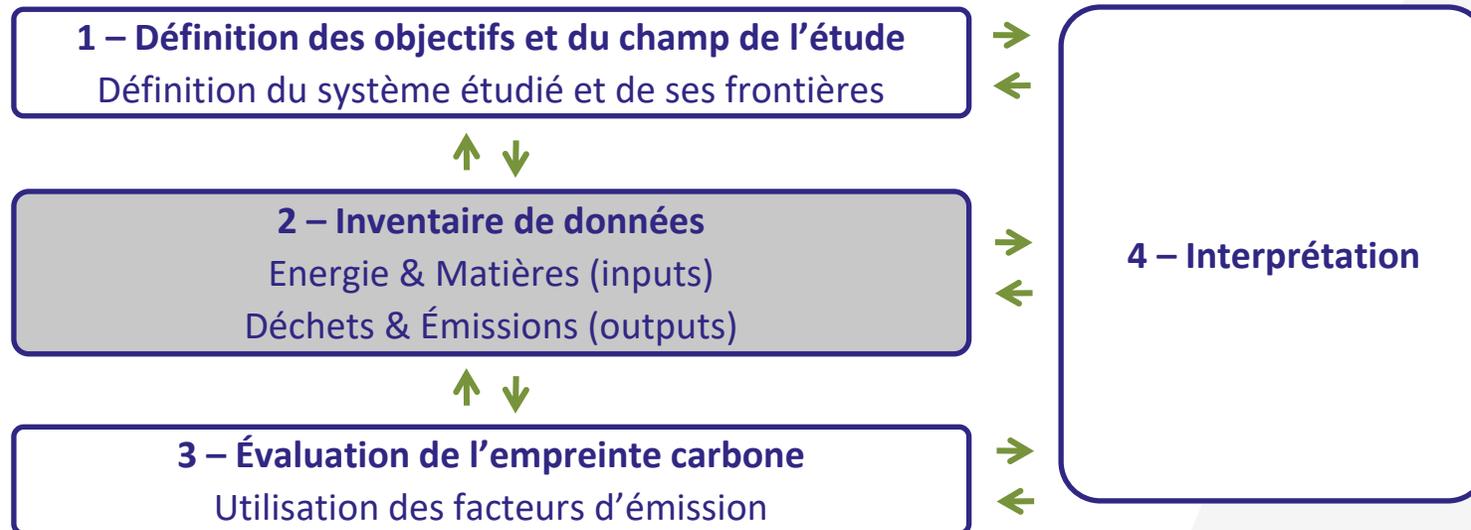
3. Evaluation

4. Interprétation



Établir l'inventaire des données d'activité et les facteurs d'émission

Collecter toutes les données nécessaires



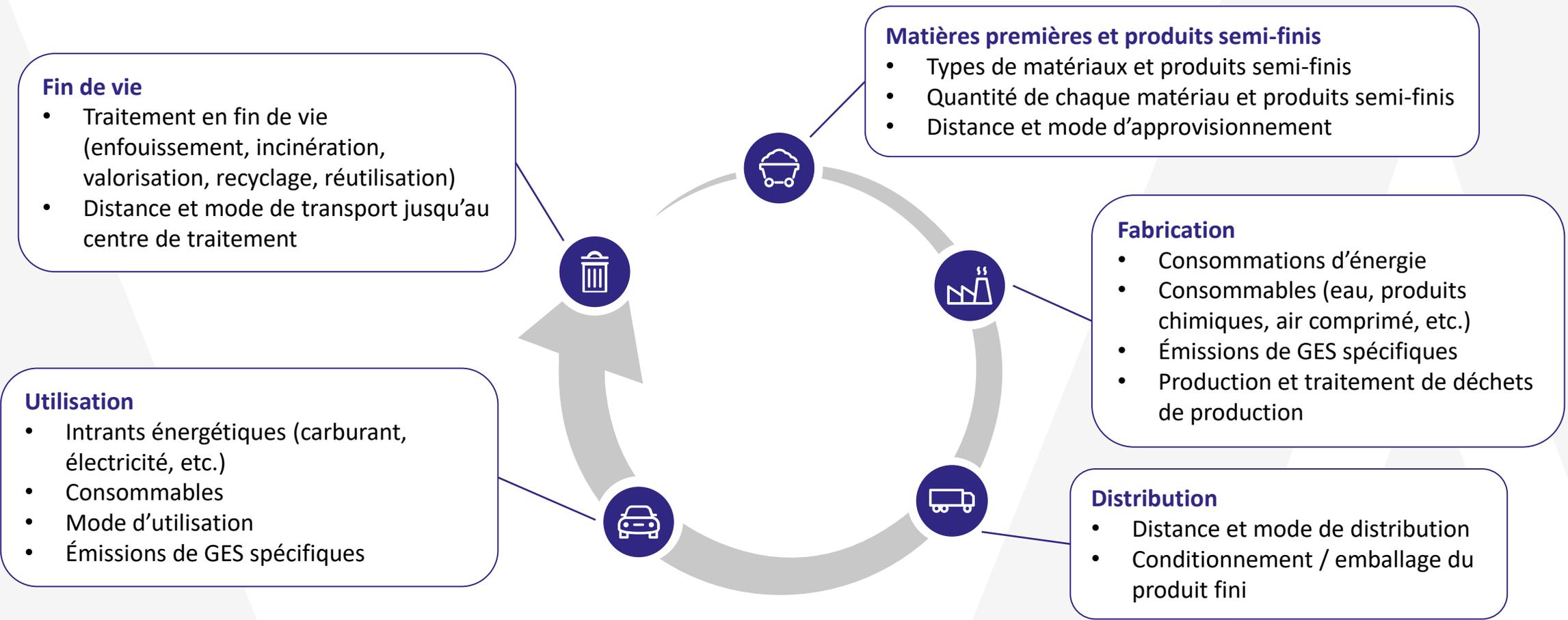
2 - Inventaire de données

Quels sont les types de données à collecter ?



Empreinte carbone

Exemples* de données d'activité généralement utilisées pour l'évaluation de l'empreinte carbone d'un produit :



*À noter : liste non-exhaustive de données d'activité requises pour l'évaluation de l'empreinte carbone produit



2 - Inventaire de données

Données primaires vs. secondaires



Empreinte carbone

Quelques définitions :

- **Données primaires (ou spécifiques)** : les données directement **mesurées** ou **collectées** dans une ou plusieurs installations (données spécifiques au site) qui sont représentatives d'un produit ou des activités de l'entreprise
- **Données secondaires** : les données qui ne proviennent pas d'un processus spécifique de la chaîne d'approvisionnement de l'entreprise qui réalise l'empreinte carbone produit. Il s'agit de données qui proviennent plutôt d'une **base de données tierce ou d'autres sources** (données moyennes de l'industrie, d'études bibliographiques, d'études techniques ou de brevets)

Exemple

Un équipementier automobile a besoin de connaître la consommation d'électricité pour fabriquer son produit et du facteur d'émission associée à cette consommation.

Donnée	Donnée primaire	Donnée secondaire
Donnée d'activité	Consommation d'électricité directement mesurée sur le site de fabrication	Consommation issue d'un article scientifique « ACV d'un produit »
Facteur d'émission	FE fourni par le fournisseur d'électricité du site de fabrication	FE du mix électrique moyen français issu de la Base Carbone® de l'ADEME



2 - Inventaire de données

Où trouver les données primaires liées à votre activité ?



Empreinte carbone

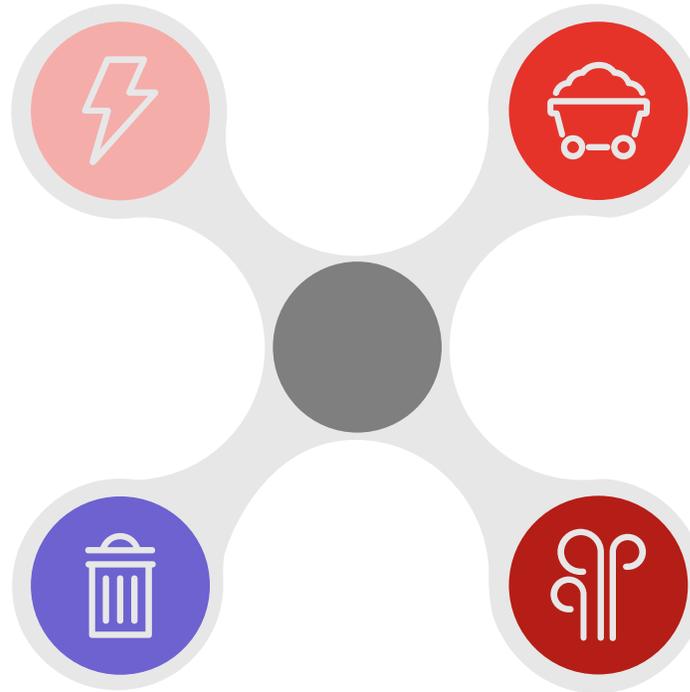
Exemples de sources de données possibles

Énergie

- Factures énergétiques de sites
- Compteurs (site ou lignes de production)
- Reporting environnemental

Déchets

- Factures
- Informations prestataires
- Reporting environnemental



Matériaux

- BoM (Bill of Materials)
- Achats
- Informations fournisseurs

Émissions

- Données de sites de production
- Reporting environnemental





Rappel :

- Un facteur d'émission (FE) est un coefficient permettant de convertir des données d'activité en émissions de GES.
- Ce coefficient représente le taux d'émission moyen de GES d'une activité humaine, décrit comme unité de masse de CO₂ équivalent par flux de référence.

Où trouver des facteurs d'émission (FE) ?



Bases de données environnementales

- Bases de données gratuites
- Bases de données payantes
- **Base de données PFA**



FE spécifique à l'activité d'une organisation

- Facteur d'émission de l'électricité fournie par le fournisseur d'électricité du site
- Facteur d'émission de la combustion du gaz naturel sur site
- Empreinte carbone d'un produit du fournisseur ou prestataire

2 - Inventaire de données

Bases de données de facteurs d'émission (FE)



Empreinte carbone

Les bases de données environnementales* permettent de connaître les facteurs d'émissions des matériaux, consommables, énergie, etc. que le produit utilise au cours du cycle de vie.

Génériques

Payantes
>10000 modules
Liées au logiciel d'ACV
pour GaBi et EIME

Gratuites
Nombre de
modules limité

Sectorielles

Régionales

*À noter : liste non-exhaustive de bases de données

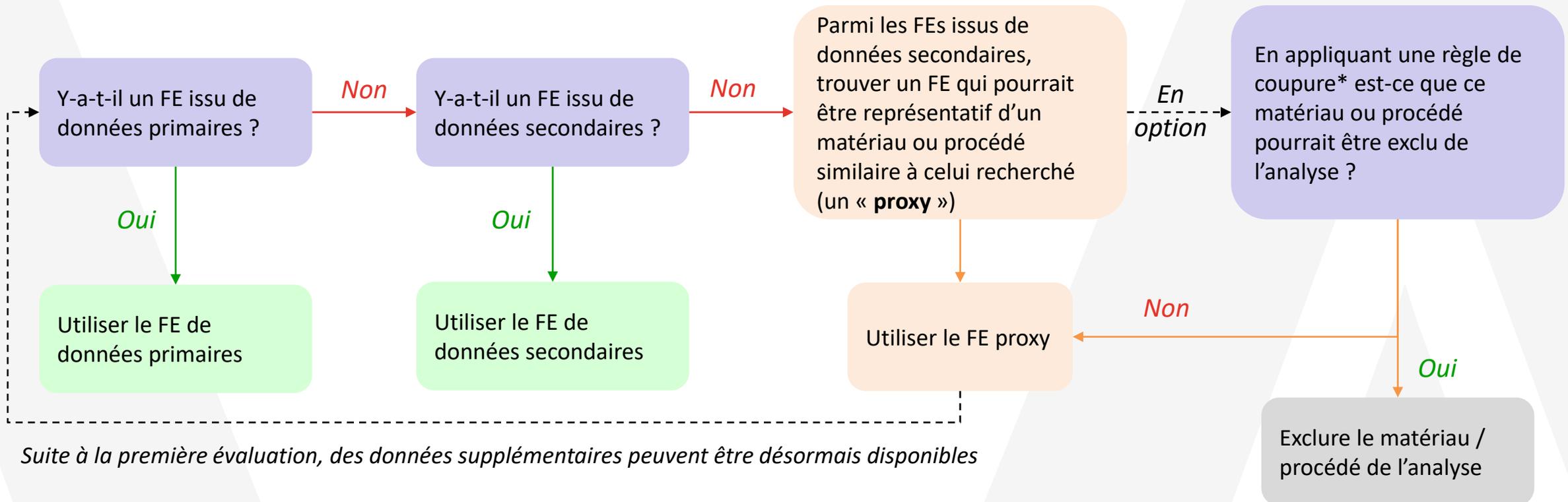
2 - Inventaire de données

Logigramme du choix de facteur d'émission



Empreinte carbone

Dans certains cas, il se peut qu'aucun FE issu de source primaire ou secondaire ne soit pas disponible.
Comment procéder pour réaliser l'évaluation ?



*Définition « règle de coupure » : voir [page suivante](#).



2 - Inventaire de données

« Règle de coupure »



Empreinte carbone

Définition : règle de coupure (ou critère de coupure)

Une règle qui autorise des simplifications dans l'Inventaire de Cycle de Vie et propose comme critères d'exclusion des entrants ou des sortants.

Les critères d'exclusion ne doivent pas être appliqués pour masquer des données.

1/ Quels entrants ou sortants peuvent être utilisés comme critère ?

- La masse
- Le contenu énergétique
- La consommation énergétique du procédé
- L'impact environnemental (dont l'empreinte carbone)

2/ Quelle règle définir pour la coupure ?

Les différents référentiels d'évaluation environnementale préconisent en général **d'éviter le plus possible une règle de coupure**. En revanche, si une règle est utilisée, différentes préconisations existent en fonction des référentiels :

- **ISO 14067** : règle pertinente à définir pour l'étude sur la base de l'empreinte carbone
- **PEF** (Commission Européenne) : 3% des flux matières et énergétiques, sur la base de l'impact environnemental
- **GHG Protocol Product Standard** : règle pertinente à définir pour l'étude sur la base de l'empreinte carbone

3/ Exemple fictif

Matière	Masse (kg)	Masse (%)	Empreinte carbone (kg CO2 eq)	Empreinte carbone (%)
Matière 1	120	55%	123	42%
Matière 2	32	15%	16	5%
Matière 3	17	8%	22	7%
Matière 4	49	22%	78	26%
Matière 5	2	0,9%	56	19%
Total	220	100%	295	100%

Dans cet exemple fictif :

- Règle de coupure de 1% de la masse totale > la Matière 5 pourrait être exclue de l'évaluation mais son empreinte carbone étant de 19%, cela n'est pas pertinent
- Règle de coupure de 1% de l'empreinte carbone > aucune matière ne peut être exclue de l'évaluation

En général, le critère de coupure massique peut être utilisé mais il est nécessaire de s'assurer que les matières/procédés associés ne sont pas à fort impact environnemental potentiel.



FILIERE
AUTOMOBILE
& MOBILITÉS

Recommandation de la PFA

Règle de coupure de 1% de la masse totale. Les matières connues comme ayant un fort potentiel d'impact sont exclues de ce critère de coupure (par exemple, les matières précieuses ou l'électronique)

3 - Évaluation de l'empreinte carbone

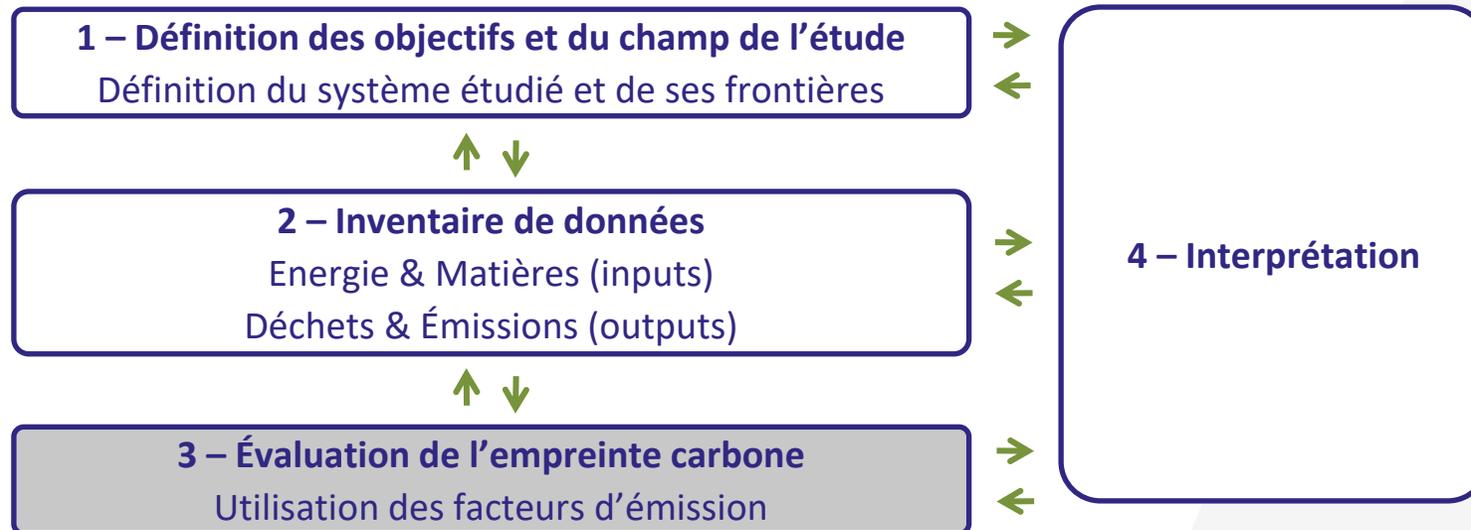
Principes



Empreinte carbone

Evaluation de l'empreinte carbone du produit

Transformer les données d'activité en impact potentiel



3 - Évaluation de l'empreinte carbone

Principes



Empreinte carbone

Données d'activité	×	Facteurs d'émission	=	Empreinte carbone
Donnée d'activité 1	×	Facteur d'émission 1	=	Émissions de GES 1 [kg éq. CO ₂]
Donnée d'activité 2	×	Facteur d'émission 2	=	Émissions de GES 2 [kg éq. CO ₂]
Donnée d'activité 3	×	Facteur d'émission 3	=	Émissions de GES 3 [kg éq. CO ₂]
Donnée d'activité 4	×	Facteur d'émission 4	=	Émissions de GES 4 [kg éq. CO ₂]
Donnée d'activité 5	×	Facteur d'émission 5	=	Émissions de GES 5 [kg éq. CO ₂]
...		...		
			=	Empreinte carbone totale du produit, en kg éq. CO₂

 **Bonne pratique (rappel)**
 En communiquant les résultats d'empreinte carbone, préciser la méthode d'évaluation utilisée, i.e. la version / l'année ainsi que l'horizon temporel utilisé

Rappel : la méthode d'évaluation préconisée est la plus récente d'IPCC (2021 ou 2013) avec un horizon temporel de 100 ans



4 - Interprétation et exploitation des résultats

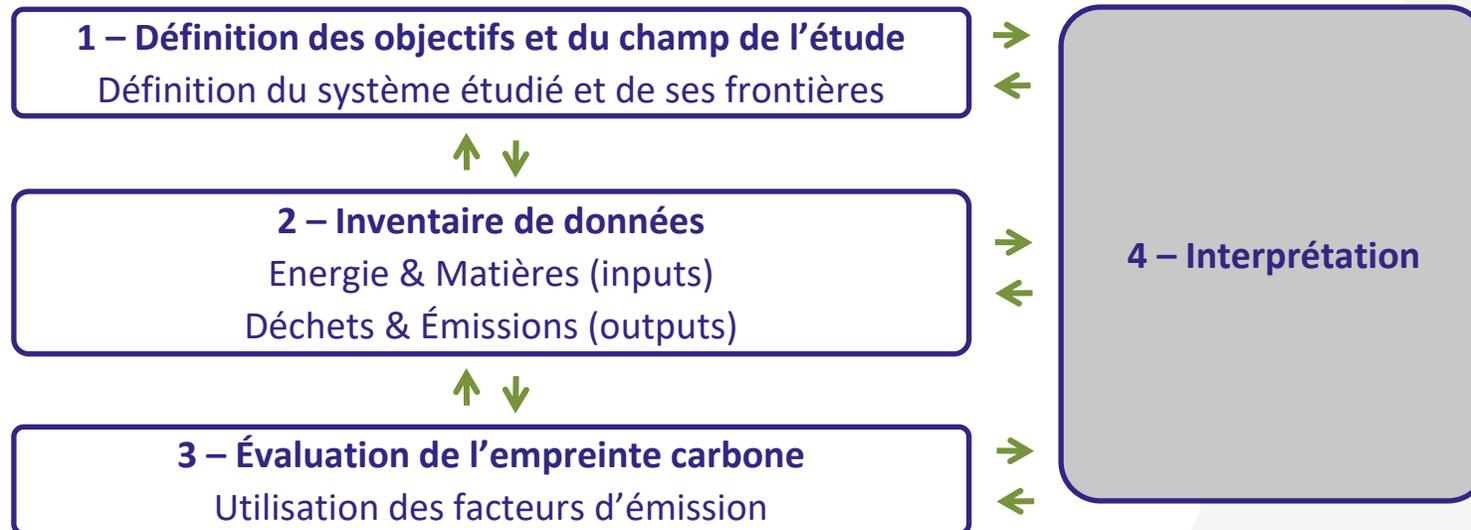
Principes



Empreinte carbone

Interprétation des résultats

Comprendre, analyser et savoir exploiter les résultats



4 - Interprétation et exploitation des résultats

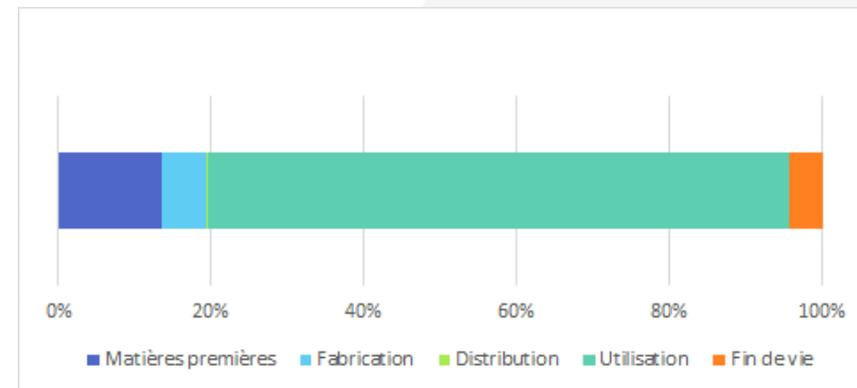
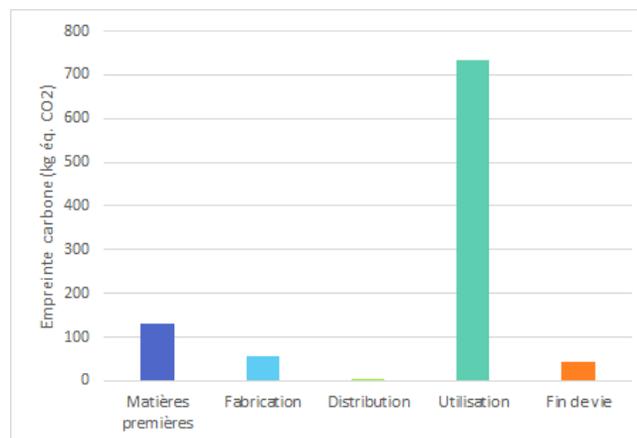
Comment déchiffrer les résultats ?



Empreinte carbone

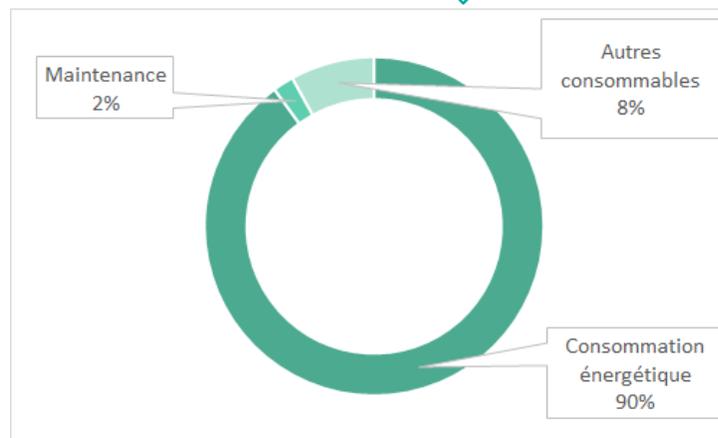
Les résultats peuvent être présentés en valeurs absolues, et / ou schématiquement de plusieurs façons.

Étape du cycle de vie	Quantité	Unité
Matières premières	130	kg éq. CO2
Fabrication	56	kg éq. CO2
Distribution	3	kg éq. CO2
Utilisation	733	kg éq. CO2
Fin de vie	42	kg éq. CO2
Total	964	kg éq. CO2



Dans ce cas fictif, la majorité des impacts proviennent de la phase d'utilisation

Il est possible de se focaliser sur une étape du cycle de vie pour comprendre l'origine des impacts.



Dans ce cas fictif, le plus gros contributeur de la phase d'utilisation est la consommation énergétique du produit

4 - Interprétation et exploitation des résultats

Évaluation de la robustesse des résultats



Empreinte carbone

Il existe trois types de méthodes pour évaluer la robustesse des résultats :

Analyse de sensibilité



Pourquoi ?

La méthode montre l'**importance relative du choix d'un paramètre/d'une hypothèse clé spécifique.**



Comment ?

Évaluation de la sensibilité des résultats à la variation d'un paramètre/d'une hypothèse clé (tous les autres paramètres clés sont maintenus constants).

Analyse d'incertitudes



Pourquoi ?

La méthode montre la **robustesse globale des résultats.**



Comment ?

Évaluation de l'incertitude des sorties en propageant l'incertitude des données d'entrée (toutes les données varient en même temps).

Par exemple : méthode Monte-Carlo

Évaluation de la qualité des données



Pourquoi ?

La méthode montre les **faiblesses du jeu de données d'entrée** (et les priorités d'amélioration).



Comment ?

Évaluation de la représentativité, de la précision et de l'exhaustivité de chaque donnée d'entrée individuelle et analyse par rapport à la contribution aux impacts environnementaux. Différents référentiels préconisent différentes méthodes d'évaluation.

Par exemple : notation de la qualité de 1 à 5 sur chaque critère



1. Cadrage

2. Inventaire

3. Evaluation

4. Interprétation

4 - Interprétation et exploitation des résultats

Évaluation quantitative des incertitudes



Empreinte carbone

1/ D'où provient l'incertitude d'une empreinte carbone produit ?

- Les données d'émissions directes,
- Les données d'activité,
- Les facteurs d'émission et
- Les facteurs de potentiel de réchauffement global (PRG).

Une exception importante à cette classification concerne les cas où les émissions sont directement mesurées, auquel cas l'incertitude de cette mesure remplace le besoin de considérer l'incertitude des facteurs d'activité et d'émission et des facteurs d'émission associés.

2/ Quelles sont les différentes approches de quantification de l'incertitude pour une empreinte carbone produit ?

- L'incertitude mesurée (représentée par les écarts types),
- L'approche de la matrice de pedigree (similaire à tableau généalogique), basée sur les indicateurs de qualité des données,
- Les incertitudes par défaut pour des activités spécifiques ou des données sectorielles (rapportées dans divers ouvrages),
- Distributions de probabilités provenant de bases de données,
- Facteurs d'incertitude rapportés dans la littérature, et
- Autres approches rapportées par la littérature.

Il existe un guide du [GHG Protocol](#) qui a pour objectif d'assister les entreprises dans l'évaluation des incertitudes. L'ADEME a également rédigé un [rapport](#) sur le calcul d'incertitudes spécifiquement en ACV.



4 - Interprétation et exploitation des résultats

Quels sont les usages possibles ?



Empreinte carbone

Une fois que les résultats de l’empreinte carbone sont finalisés, comment les exploiter ?

Usage interne

- Identification des **leviers de réduction** de l’empreinte carbone du produit, par exemple :
 - Optimisation des procédés de fabrication,
 - Approvisionnement en matières moins émettrices,
 - Optimisation de la logistique,
 - ...
- Initiation (ou continuation) de **dialogues interservices** pour la mise en place des leviers

Usage externe

- **Communication** de l’empreinte carbone produit aux clients, leur permettant d’améliorer l’évaluation de l’empreinte carbone de leurs produits
- Argument **commercial**
- Réponse aux exigences d’un **cahier des charges** client
- Communication publique, par exemple par les Déclarations Environnementales de Produits (DEP) (*nécessite généralement une vérification par tierce partie*)
- Réponse aux différentes **exigences réglementaires**





Bonnes pratiques de communication des résultats

Les résultats de l’empreinte carbone produit étant dépendants des objectifs, du périmètre, des choix méthodologiques et des données utilisées, il est primordial de communiquer ces informations en accompagnement des résultats :

- **Système et ses frontières**
 - Unité fonctionnelle / flux de référence
 - Périmètre (*cradle-to-gate, cradle-to-grave*)
 - Activités incluses dans l’évaluation, dont règles de coupure
- **Sources de données**
 - Les principales bases de données utilisées pour les facteurs d’émissions (données d’arrière-plan)
 - Les principales sources de données d’activité
- **Méthode d’évaluation** (par exemple GIEC 2013 100 ans)
- **Produit fini** : contenu en matière recyclée et/ou la teneur en carbone biogénique, le cas échéant
- **Hypothèses et limites de l’évaluation**
 - Méthode de comptabilisation de carbone biogénique et/ou de contenu en recyclé (cf. [fiches méthodologiques](#))
 - Comptabilisation d’ « émissions évitées » ou « crédits » (cf. [fiches méthodologiques](#))
 - Toutes autres hypothèses importantes
 - Limites de l’évaluation d’empreinte carbone produit



Produit fini

- Contenu en matière recyclé
- Teneur en carbone biogénique

Système et ses frontières

- Unité fonctionnelle / flux de référence
- Périmètre (*cradle-to-gate, cradle-to-grave*)*
- Activités incluses et exclues de l'évaluation, dont règles de coupure

*Les évaluations communiquées aux OEMs sont généralement cradle-to-gate

Sources de données

- Les principales bases de données utilisées pour les facteurs d'émissions (données d'arrière-plan)
- Les principales sources de données d'activité

Empreinte carbone produit

- Méthode d'évaluation
- Empreinte carbone d'origine fossile
- Empreinte carbone d'origine biogénique (*cf. fiche méthodologique sur le [carbone biogénique](#)*)

Hypothèses

- Méthode de comptabilisation de carbone biogénique (*cf. fiche méthodologique sur le [carbone biogénique](#)*)
- Méthode de comptabilisation de recyclage et contenu en recyclé (*cf. fiche méthodologique [recyclage et recyclé](#)*)
- Comptabilisation d' « émissions évitées » ou « crédits » (*cf. fiches méthodologiques [recyclage et recyclé](#) et [carbone biogénique](#)*)
- Toutes autres hypothèses importantes

Limites de l'évaluation

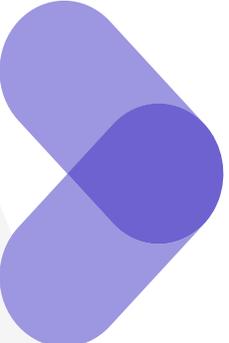
- Limites de l'évaluation empreinte carbone



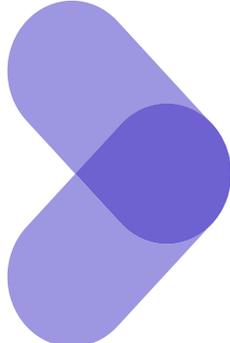
Deloitte.

PFA | FILIÈRE
AUTOMOBILE
& MOBILITÉS

Comprendre la base de données PFA



L'objectif principal de la base de données est de **recueillir les facteurs d'émission (FE)** les plus pertinents et robustes pour appuyer **l'évaluation d'empreinte carbone des produits**



La base de données a vocation à **être vivante** et **à être mise à jour** régulièrement et aisément. La base ne doit pas être considérée comme un recueil « figé » dans le temps



Cette base de données **contient** les FE suivants :

- FE de matériaux et procédés pertinents pour l'automobile, et pour toutes les étapes du cycle de vie
- FE accessibles au public gratuitement, issus de sources robustes



Cette base de données **ne contient pas** les FE suivants :

- FE de pièces automobiles
- FE de bases de données sous licence
- FE élaborés spécifiquement dans le cadre de cette étude

La base de donnée s'organise sous la forme **d'une table avec 24 attributs**.
Elle couvre les **activités suivantes** :

❑ La **fabrication** de matières premières, vierges ou recyclées (145 FE)

- Adhésif
- Composite
- Électronique
- Métal
- Peinture résine
- Plastique
- Produit chimique
- Textile
- Verre

❑ La **transformation** des matières premières (19 FE)

- Extrusion
- Laminage
- Galvanisation
- Moulage
- Métallisation
- Ébavurage
- Tournage
- Injection moulage
- Thermoformage

La base de donnée s'organise sous la forme **d'une table avec 24 attributs**.
Elle couvre les **activités suivantes** :

❑ Le **transport** (routier, ferroviaire, maritime, fluvial ou aérien) (42 FE)

- Routier
- Ferroviaire
- Maritime
- Fluvial
- Aérien

❑ La **fin de vie** des matières premières (27 FE)

- Incinération
- Mise en décharge (enfouissement)
- Recyclage

❑ La **consommation d'énergie** (20 FE)

- Électricité :
 - Consommation issue du réseau moyen
 - Production d'électricité d'origine renouvelable
- Gaz naturel
- Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL).



La base de donnée s'organise sous la forme d'une **table avec 24 « attributs »** :

id	Numéro d'identification unique
Catégorie	Les catégories retenues sont les suivantes : énergie, fin de vie, procédé, production et transport
Sous-catégorie	Chaque catégorie est découpée en sous-catégories
Nom	Reprend le nom lié au facteur d'émissions (FE)
Vierge ou recyclé	Permet de connaître si le matériau est composé de matière vierge ou recyclée
Vierge-Recyclé Précisions	Fournit des détails notamment sur la part de matière recyclée considérée



Structure de la base de données (2/4)



Base de données

La base de donnée s'organise sous la forme d'une **table avec 24 « attributs »** :

Unité de référence	Unité à laquelle se rapport le facteur d'émission (FE). Souvent le kilogramme (kg) pour la matière par exemple
FE fossile (kg CO2 éq./unité de référence)	Facteur d'émission (FE) en kg CO2 éq. par unité de référence. C'est donc ce FE qui doit être utilisé dans les calculs d'empreinte carbone « produit ». À noter : les valeurs représentent uniquement les émissions de GES d'origine fossile.
Périmètre géographique	Couvre la France, l'Europe et le Monde
Périmètre géographique Précisions	Lorsque le périmètre Europe ou Monde est sélectionné, apporte les détails nécessaires si ce dernier est restreint (ex. Espagne, Belgique uniquement)
Frontières du système	Les différentes frontières du système sont les suivantes : « Crade-to-Gate » ; « Cradle-to-Grave » ; « Gate-to-Gate » ; « Gate-to-Grave »
Activités couvertes Détails	Activités couvertes par le facteur d'émission



La base de donnée s'organise sous la forme d'une **table avec 24 « attributs »** :

Allocations Type	Type(s) d'allocation(s) utilisée(s) : Non précisé ; Aucune ; Économique ; Expansion du système ou énergie ; Physique ; Physique, économique ; Substitution pour le recyclage
Allocations Précisions	Détails sur les types d'allocations si nécessaire
Inclusion des infrastructures	Prise en compte des infrastructures ou non dans le facteur d'émissions
Infrastructures Détails	Détails sur la prise en compte si celle-ci est connue
Incertitude (%)	Pourcentage d'incertitudes sur le facteur d'émission fourni par la base de données utilisée. Ce pourcentage ne provient pas d'un calcul spécifique pour ce projet
Source primaire Nom	Source primaire de données (base de données utilisée)

Structure de la base de données (4/4)



Base de données

La base de donnée s'organise sous la forme d'une **table avec 24 « attributs »** :

Source primaire Lien	Lien vers cette source primaire
Source primaire Date de publication	Date de publication fournie par la source primaire
Source secondaire Nom	Source secondaire de données si connue
Source secondaire Lien	Lien vers cette source secondaire
Source secondaire Date de publication	Date de publication fournie par la source secondaire
Commentaires	Reprend de nombreux ajouts permettant de mieux comprendre, appréhender et utiliser le facteur d'émission



□ **9 sources primaires** ont été utilisées pour extraire les données, pour un total de 253 enregistrements :

- ADEME Base Carbone (82 enregistrements)
- ADEME Base Impacts (102 enregistrements)
- European Aluminium (20 enregistrements)
- FEDEREC ¹ (2 enregistrements)
- ICA ² (1 enregistrements)
- IZA ³ (4 enregistrements)
- Plastics Europe (29 enregistrements)
- SRP ⁴ (8 enregistrements)
- worldsteel (5 enregistrements)

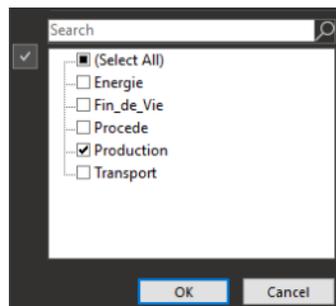
¹ Fédération Professionnelle des Entreprises du Recyclage

² International Copper Association

³ International Zinc Association

⁴ Syndicat national des Régénérateurs de matières Plastiques

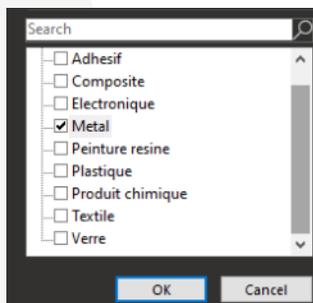
1 Filtrer la catégorie recherchée avec l'attribut « Catégorie »



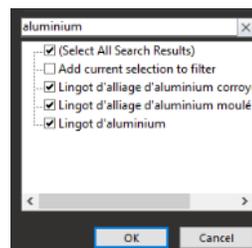
4 Vérifier que les activités couvertes correspondent au besoin dans « Frontières du système », « Activités couvertes Détails », « Allocations », « Périmètre géographique », « Inclusion des infrastructures »

id	Catégorie	Sous-catégorie	Nom	Vierge ou Recyclé	Vierge-Recyclé Précisions	Unité de référence	FE (kg CO2 eq. / unité de référence)	Périmètre géographique	Périmètre géographique Précisions	Frontières du système	Activités couvertes Détails	Allocations Type
77	Production	Metal	Lingot d'aluminium	Vierge		kg	8,6	Monde	Aluminium consommé en Europe	cradle-to-gate	Extraction de la bauxite, production d'alumine, production d'anodes, électrolyse, coulage en lingot, transports amonts	Aucune
78	Production	Metal	Lingot d'aluminium	Vierge		kg	6,7	Europe	Aluminium produit en Europe	cradle-to-gate	Extraction de la bauxite, production d'alumine, production d'anodes, électrolyse, coulage en lingot, transports amonts	Aucune

2 Filtrer l'étape avec l'attribut « Sous-catégorie »



3 Sélectionner l'activité exacte recherchée avec l'attribut « Nom » (il est possible de rechercher directement sans filtrer)



6 Utiliser le FE pour son calcul d'empreinte carbone « produit ». À noter : les valeurs représentent uniquement les émissions de GES d'origine fossile.

5 Si besoin d'informations complémentaires, consulter les sources primaire et secondaire. Les commentaires reprennent de nombreux ajouts permettant de mieux comprendre, appréhender et utiliser le FE.

Deloitte.

PFA

FILIÈRE
AUTOMOBILE
& MOBILITÉS

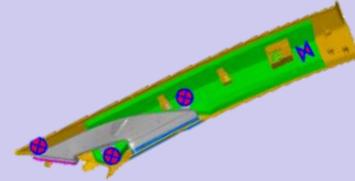
Cas d'étude

Démonstration du calcul d'empreinte carbone « produit »
et utilisation de la base de données PFA pour 4 cas d'étude

Sommaire : cas d'études



**Cas d'étude #1 :
siège automobile**



**Cas d'étude #2 :
montant de baie**



**Cas d'étude #3 :
renfort doublure**



**Cas d'étude #4 :
essieu arrière**



Évaluation de l'empreinte carbone d'un siège automobile

Objectifs :

- Obtenir un ordre de grandeur de **l'empreinte carbone** d'un siège automobile premium en cuir
- **Communiquer** l'empreinte carbone à son/ses client(s)
- Identifier des **pistes d'amélioration** sur les matières premières (cuir/textile, métal, plastique) et leurs mode de production (par ex. consommation d'énergie)



À noter : ce cas d'étude a été élaboré avec la collaboration de Forvia, que nous remercions. Il s'agit d'un cas fictif, qui ne reflète pas un produit réel : toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

En utilisant le **Guide Méthodologique** et la **Base de Données** de facteurs d'émission, comment évaluer l'empreinte carbone « cradle-to-gate » de ce produit ?



Cas d'étude #1 : siège automobile

Unité fonctionnelle et flux de référence



Cas d'étude fictif



Objectifs :

- Evaluer l'empreinte carbone d'un siège automobile premium en cuir
- Communiquer l'empreinte carbone à son client
- Identifier les pistes d'améliorations selon leurs matières premières (cuir / textile, métal, plastique) et leurs mode de production (par ex. consommation d'énergie)

Unité fonctionnelle :

Assurer une certaine assise dans un véhicule avec des performances X et une durée de vie Y

Flux de référence :

Un siège en cuir premium répondant à tous les critères de l'UF

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

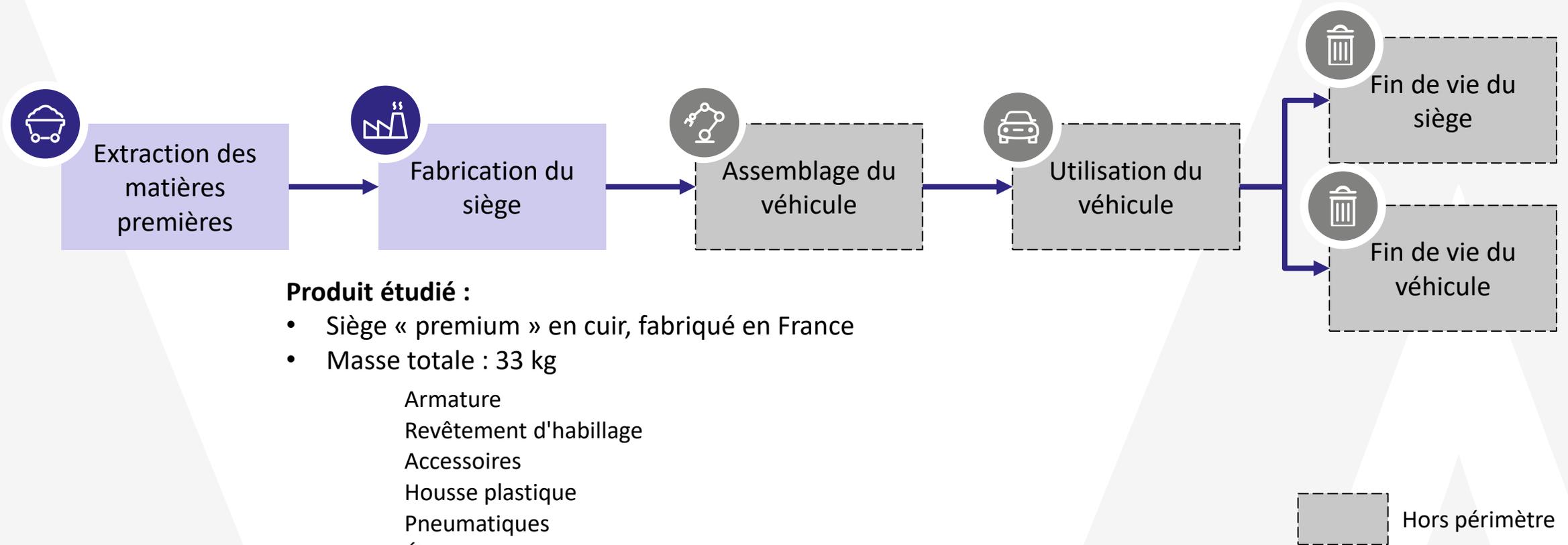


Cas d'étude #1 : siège automobile

Frontières du système



Cas d'étude fictif



Produit étudié :

- Siège « premium » en cuir, fabriqué en France
- Masse totale : 33 kg

Armature
Revêtement d'habillage
Accessoires
Housse plastique
Pneumatiques
Électriques
Rembourrage
Sécurité

Analyse « **du berceau à la sortie d'usine** » (cradle-to-gate)

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #1 : siège automobile

Données d'activités



Cas d'étude fictif



Extraction des matières premières



Fabrication du siège



- Matériaux :

Armature	17 kg
Revêtement d'habillage	1.7 kg
Accessoires	2.1 kg
Housse plastique	3.7 kg
Pneumatiques	0.2 kg
Électriques	3.1 kg
Rembourrage	3.6 kg
Sécurité	1.6 kg

- Distance d'approvisionnement : 2 900 km
- Mode de transport : routier par camion

- Lieu de fabrication : France
- Consommation d'électricité : 200 kWh / siège
- Déchets de fabrication : 1 kg / siège

Toutes les données sont des **données primaires**

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

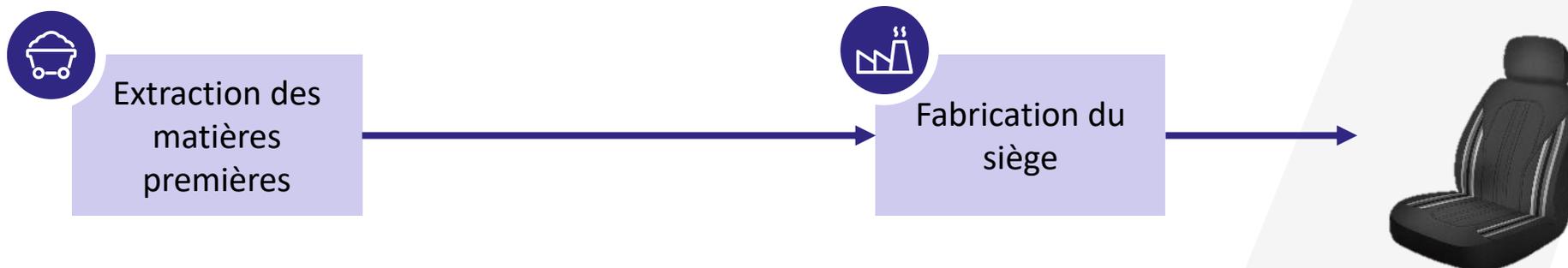
#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #1 : siège automobile

Facteurs d'émission



Cas d'étude fictif



Activité	Facteur d'émission (FE)	Source
Armature	3,5 kg éq. CO2 / kg	Fournisseur
Revêtement d'habillage	26,3 kg éq. CO2 / kg	Fournisseur
Accessoires	7,1 kg éq. CO2 / kg	Fournisseur
Housse plastique	3,0 kg éq. CO2 / kg	Fournisseur
Pneumatiques	9,3 kg éq. CO2 / kg	Fournisseur
Électriques	3,0 kg éq. CO2 / kg	Fournisseur
Rembourrage	3,6 kg éq. CO2 / kg	Fournisseur
Sécurité	3,5 kg éq. CO2 / kg	Fournisseur
Transport camion rigide 20-26 t	0,14 kg éq. CO2 / tkm	ADEME Base Carbone

Activité	Facteur d'émission (FE)	Source
Consommation d'électricité – mix moyen France	0,057 kg éq. CO2 / kWh	ADEME Base Carbone
Traitement des déchets	1,8 kg éq. CO2 / kg	ADEME Base Carbone

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #1 : siège automobile

Empreinte carbone totale



Cas d'étude fictif

Matières premières	Armature	17,0 kg	✘	3,5 kg éq. CO ₂ / kg	≡	59,7 kg éq. CO ₂	+
	Revêtement d'habillage	1,7 kg	✘	26,3 kg éq. CO ₂ / kg	≡	44,8 kg éq. CO ₂	+
	Accessoires	2,1 kg	✘	7,1 kg éq. CO ₂ / kg	≡	14,9 kg éq. CO ₂	+
	Housse plastique	3,7 kg	✘	3,0 kg éq. CO ₂ / kg	≡	11,2 kg éq. CO ₂	+
	Pneumatiques	0,2 kg	✘	9,3 kg éq. CO ₂ / kg	≡	1,9 kg éq. CO ₂	+
	Électriques	3,1 kg	✘	3,0 kg éq. CO ₂ / kg	≡	9,3 kg éq. CO ₂	+
	Rembourrage	3,6 kg	✘	3,6 kg éq. CO ₂ / kg	≡	13,1 kg éq. CO ₂	+
	Sécurité	1,6 kg	✘	3,5 kg éq. CO ₂ / kg	≡	5,6 kg éq. CO ₂	+
	Transport camion	96,7 tkm	✘	0,14 kg éq. CO ₂ / tkm	≡	13,1 kg éq. CO ₂	+
Fabrication	Consommation d'électricité	196,7 kWh	✘	0,057 kg éq. CO ₂ / kWh	≡	11,2 kg éq. CO ₂	+
	Traitement des déchets	1,0 kg	✘	1,8 kg éq. CO ₂ / kg	≡	1,8 kg éq. CO ₂	+
=						186 kg éq. CO₂	

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #1 : siège automobile

Interprétation et exploitation des résultats



Cas d'étude fictif



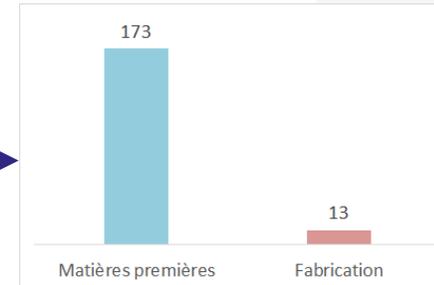
Extraction des matières premières

173 kg éq. CO₂

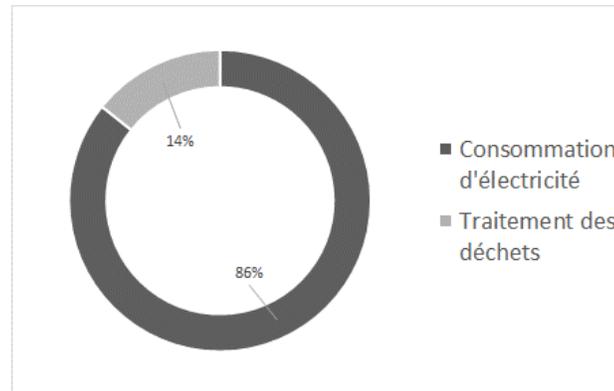
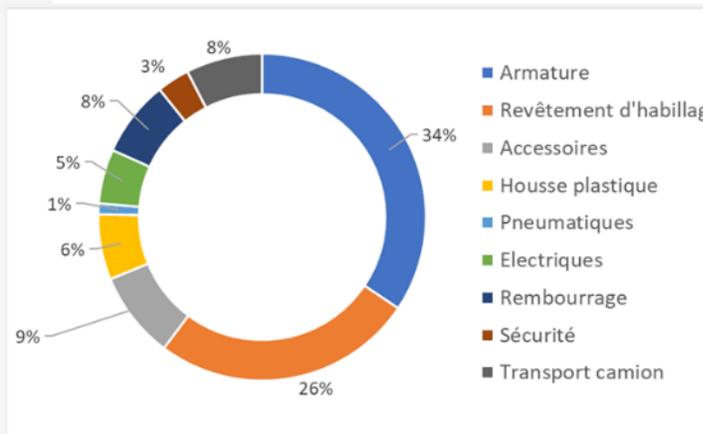


Fabrication du siège

13 kg éq. CO₂



186 kg éq. CO₂



- Les matières premières contribuent ~93% à l'empreinte carbone totale :
 - Les plus gros contributeurs sont la structure ainsi que le recouvrement
- La fabrication contribue ~7% à l'empreinte carbone totale

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

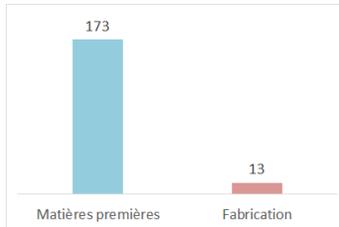
Cas d'étude #1 : siège automobile

Usages envisagés

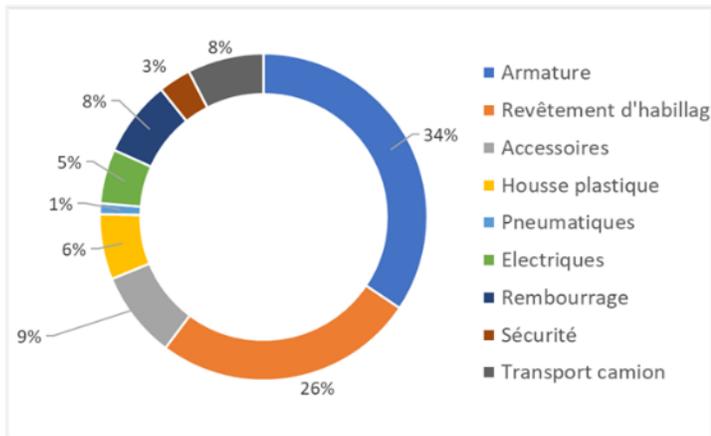


Cas d'étude fictif

Empreinte carbone Siège premium



186 kg éq. CO₂



Usage interne

- Identification des leviers de réduction de l'empreinte carbone du produit, par exemple :
 - Textiles et plastiques alternatifs (recyclés ou biosourcés),
 - Structure en métal recyclé,
 - Approvisionnement en matériaux locaux

Usage externe

- Fournir une empreinte carbone robuste à son client

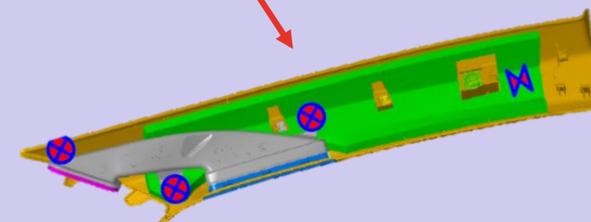
À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Évaluation de l'empreinte carbone d'un montant de baie

Objectifs :

- Obtenir un ordre de grandeur de **l'empreinte carbone** de la production d'un montant de baie principalement en plastique
- **Communiquer** l'empreinte carbone à son/ses client(s)
- Identifier des **pistes d'amélioration** sur les matières premières (plastique, métal) et leurs mode de production (par ex. consommation d'énergie)

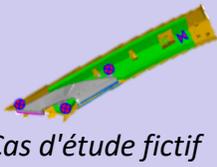


À noter : ce cas d'étude a été élaboré avec la collaboration d'Eurostyle Systems, que nous remercions. Il s'agit d'un cas fictif, qui ne reflète pas un produit réel : toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

En utilisant le **Guide Méthodologique** et la **Base de Données** de facteurs d'émission, comment évaluer l'empreinte carbone « cradle-to-gate » de ce produit ?

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Récolter toutes les données nécessaires pour l'évaluation



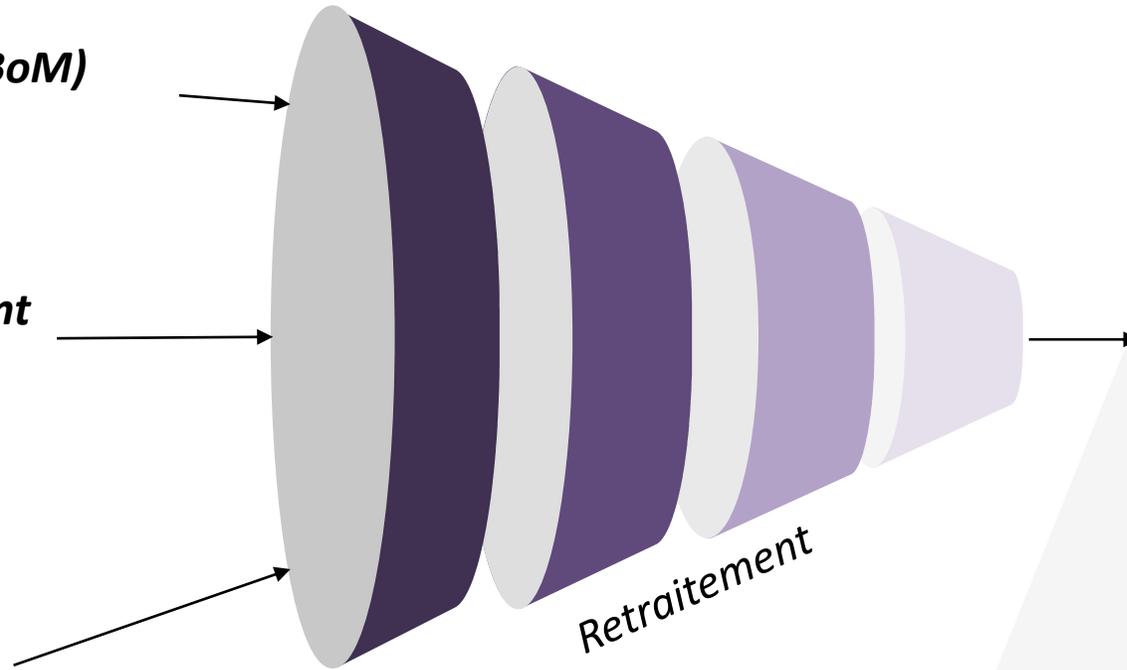
Cas d'étude fictif

L'approche retenue pour le cas d'étude se base sur des **données d'activité primaires existantes** du fabricant

**Bill of Materials (BoM)
du produit**

**Données de
logistique en amont
du site de
production**

**Données globales
du site de
production**



**Jeu de données représentatives de
la production d'un seul produit :**

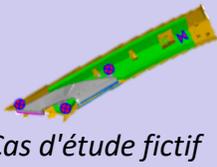
- **Consommations d'énergie et de matières**
- **Émissions de GES et de déchets**

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

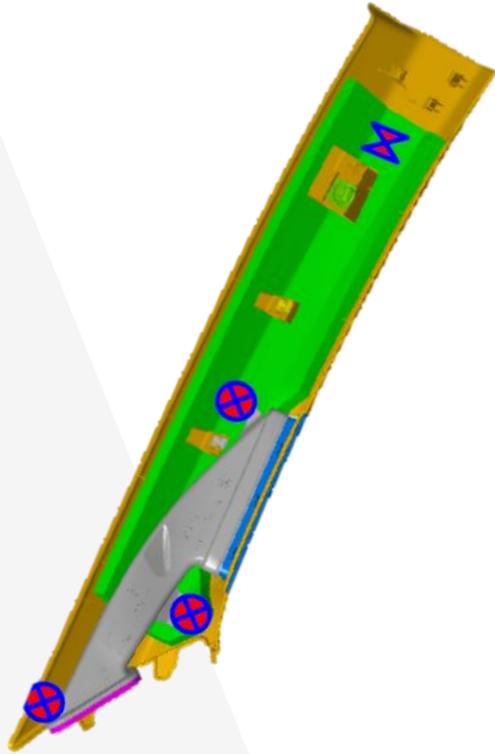
#1. Siège #2. **Montant de baie** #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Données issues de BoM (Bill of Materials) du produit



La Bill of Materials (BoM) du produit fabriqué sur un site en France est la suivante :



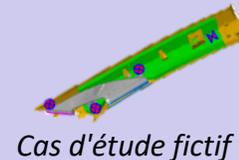
Composant	Matière	Quantité	Unité	Proportion
Garniture montant baie	P/E-I-TD15	283	g	74%
Grille aération	PC+ABS	14	g	7%
Conduit aération	PEHD	14	g	15%
Agrafe métal	C67S CR	56	g	< 1%
Agrafe airbag	PA66	1	g	< 1%
Feutre	PES+PP	3	g	3%
Total		383	g	100%

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Collecter des données logistiques et des données au niveau « site »



Approvisionnement en matières premières et en produits semi-finis :

Composant	Matière	Quantité	Unité	Distance	Unité	Mode
Garniture montant baie	P/E-I-TD15	283	g	1 400	km	Camion
Grille aération	PC+ABS	14	g	1 000	km	Camion
Conduit aération	PEHD	14	g	600	km	Fluvial
Agrafe métal	C67S CR	56	g	770	km	Camion
Agrafe airbag	PA66	1	g	1 300	km	Camion
Feutre	PES+PP	3	g	1 800	km	Avion
Total		383	g	-	-	-

Fabrication du produit avec les données globales du site :

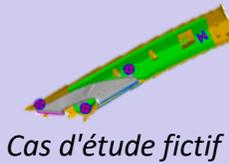
Activité	Quantité	Unité
Consommation de Gaz naturel	1E+06	kWh
Consommation de GPL	7E+04	kg
Consommation d'électricité	1E+07	kWh
Déchets de plastique	2E+05	kg
Déchets mixtes	9E+04	kg

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Considérer mes pertes de production



La Bill of Materials (BoM) du produit :

Composant	Matière	Quantité	Unité
Garniture montant baie	P/E-I-TD15	283	g
Grille aération	PC+ABS	14	g
Conduit aération	PEHD	14	g
Agrafe métal	C67S CR	56	g
Agrafe airbag	PA66	1	g
Feutre	PES+PP	3	g
Total		383	g

3% de pertes

Les quantités de matière réellement consommées en entrée de mon site de production :

Composant	Matière	Quantité	Unité
Garniture montant baie	P/E-I-TD15	293	g
Grille aération	PC+ABS	29	g
Conduit aération	PEHD	58	g
Agrafe métal	C67S CR	1	g
Agrafe airbag	PA66	3	g
Feutre	PES+PP	12	g
Total		396	g

Exemple

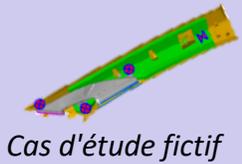
$$\text{Garniture montant de baie} = 283[g] / (1 - 0,03) = 293[g]$$

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Considérer les transports de mes matières premières



Approvisionnement en matières premières et en produits semi-finis :

Composant	Matière	Quantité	Unité
Garniture montant baie	P/E-I-TD15	293	g
Grille aération	PC+ABS	29	g
Conduit aération	PEHD	58	g
Agrafe métal	C67S CR	1	g
Agrafe airbag	PA66	3	g
Feutre	PES+PP	12	g



Distance	Unité	Mode
1 400	km	Camion
1 000	km	Camion
600	km	Fluvial
770	km	Camion
1 300	km	Camion
1 800	km	Avion

Exemple

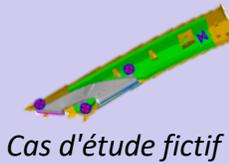
$$\text{Garniture} = \frac{293 [g] \times 1400 [km]}{1\,000\,000} = 0,410 [tkm]$$

Composant	Matière	Quantité	Unité	Mode
Garniture montant baie	P/E-I-TD15	0,410	tkm	Camion
Grille aération	PC+ABS	0,029	tkm	Camion
Conduit aération	PEHD	0,035	tkm	Fluvial
Agrafe métal	C67S CR	0,001	tkm	Camion
Agrafe airbag	PA66	0,004	tkm	Camion
Feutre	PES+PP	0,022	tkm	Avion

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Allouer mes données « sites » à mon produit



Les données sites de fabrication :

Activité	Quantité	Unité
Consommation de Gaz naturel	1E+06	kWh
Consommation de GPL	7E+04	kg
Consommation d'électricité	1E+07	kWh
Déchets de plastique	2E+05	kg
Déchets mixtes	9E+04	kg

Exemple

Les données allouées à un produit « type » :

Activité	Quantité	Unité
Consommation de Gaz naturel	7E-02	kWh
Consommation de GPL	4E-03	kg
Consommation d'électricité	6E-01	kWh
Déchets de plastique	9E-03	kg
Déchets mixtes	5E-03	kg

Allocation
massique

$$\text{Electricité site} \times \frac{\text{Poids du produit}}{\text{Masse totale transformée sur site}} = 10^7 [\text{kWh}] \times \frac{0,38 [\text{kg}]}{7\,000\,000 [\text{kg}]} = 0,7 [\text{kWh}]$$

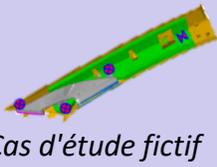
A noter : dans ce cas, la fabrication du produit en question est considérée comme étant représentative de la production moyenne d'un produit sur le site. D'autres cas demandant d'affiner cette allocation pourrait se présenter lorsque, par exemple, un produit nécessite des étapes spécifiques très énergivores par rapport aux autres produits.

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

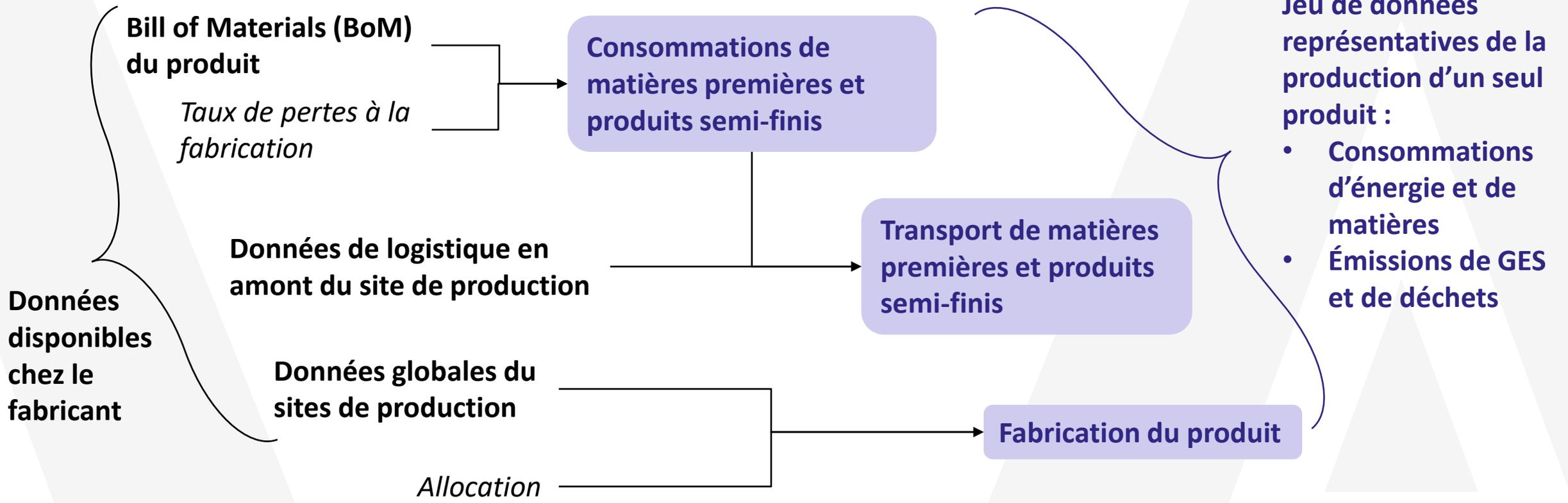
#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Synthèse des données nécessaires pour l'évaluation



L'approche retenue pour le cas d'étude se base sur des **données d'activité primaires existantes** du fabricant

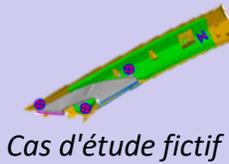


À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Identifier les facteurs d'émission : matières premières



Approvisionnement en matières premières et produits semi-finis :

Composant	Matière	Facteur d'émission
Garniture montant baie	P/E-I-TD15	P/E-I
Grille aération	PC+ABS*	PC (granulé)
		ABS (granulé)
Conduit aération	PEHD	PEHD (granulé)
Agrafe métal	C67S CR	Bobine d'acier laminée à chaud
Agrafe airbag	PA66	PA66 (granulé)
Feutre	PES+PP*	PES
		PP (granulé)

Exemple

Exemple

Rechercher les facteurs d'émission dans la **Base de Données PFA**

Catégorie	Sous-catégorie	Nom	Vierge ou Recyclé	Vierge-Recyclé Précisions	Unité de référence	FE (kg CO2 eq. / unité de référence)	Périmètre géographique
Production	Plastique	Polystyrène expansé, granulés (EPS)	Vierge		kg	2,4	Europe
Production	Plastique	Polycarbonate, granulés (PC)	Vierge		kg	3,4	Europe
Production	Plastique	Polyéthylène basse densité, granulés (PEBD)	Vierge		kg	1,9	Europe

Catégorie	Sous-catégorie	Nom	Vierge ou Recyclé	Vierge-Recyclé Précisions	Unité de référence	FE (kg CO2 eq. / unité de référence)	Périmètre géographique
Production	Metal	Acier, rouleaux, à revêtement organique pour EEE	Vierge et Recycle	50% recyclé	kg	2,2	Europe
Production	Metal	Acier inoxydable, rouleaux, laminés à froid (304) pour EEE	Vierge et Recycle	50% recyclé	kg	4,7	Europe
Production	Metal	Acier, fil machine pour EEE	Vierge et Recycle	50% recyclé	kg	1,9	Monde
Production	Metal	Ferraille d'acier	Recycle		kg	1,6	Monde
Production	Metal	Profilé d'acier	Vierge		kg	1,6	Monde
Production	Metal	Bobine d'acier laminée à chaud	Vierge		kg	2,3	Monde

*A noter : une répartition de 50%/50% entre les 2 matières est supposée

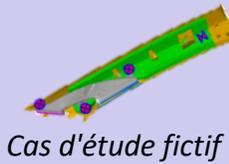


À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Facteurs d'émissions non disponibles



Cas d'étude fictif

Approvisionnement en matières premières et produits semi-finis :

Composant	Matière	Facteur d'émission	Valeur	Unité	Source
Garniture montant baie	P/E-I-TD15	P/E-I non disponible			
Grille aération	PC+ABS*	PC (granulé)	3,4	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe
		ABS (granulé)	3,1	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe
Conduit aération	PEHD	PEHD (granulé)	1,8	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe
Agrafe métal	C67S CR	Bobine d'acier laminée à chaud	2,35	kg CO ₂ éq / kg	WorldSteel
Agrafe airbag	PA66	PA66 (granulé)	6,4	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe
Feutre	PES+PP*	PES non disponible			
		PP (granulé)	1,63	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe

Que faire quand le facteur d'émission n'est pas disponible ?

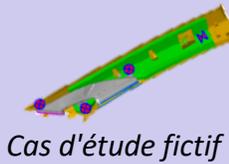
*A noter : une répartition de 50%/50% entre les 2 matières est supposée

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Utiliser des « proxy » pour éviter les manques de données



Approvisionnement en matières premières et produits semi-finis :

Composant	Matière	Facteur d'émission	Valeur	Unité	Source
Garniture montant baie	P/E-I-TD15	PP comme proxy (granulé)	1,63	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe
Grille aération	PC+ABS*	PC (granulé)	3,4	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe
		ABS (granulé)	3,1	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe
Conduit aération	PEHD	PEHD (granulé)	1,8	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe
Agrafe métal	C67S CR	Bobine d'acier laminée à chaud	2,35	kg CO ₂ éq / kg	WorldSteel
Agrafe airbag	PA66	PA66 (granulé)	6,4	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe
Feutre	PES+PP*	PC comme proxy (granulé)	3,4	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe
		PP (granulé)	1,63	kg CO ₂ éq / kg	Plastics Europe

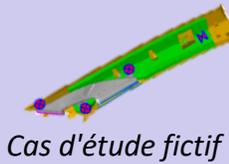
*à noter : une répartition de 50%/50% entre les 2 matières est supposée

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Comment considérer les procédés de transformation de matière ?



Approvisionnement en matières premières et produits semi-finis :

Composant	Matière	Facteur d'émission	Transformation
Garniture montant baie	P/E-I-TD15	Injection moulage	Sur site
Grille aération	PC+ABS	Injection moulage	Fournisseur
Conduit aération	PEHD	Injection moulage	Fournisseur
Agrafe métal	C67S CR	Laminage à froid (acier)	Fournisseur
Agrafe airbag	PA66	Injection moulage	Fournisseur
Feutre	PES+PP	Extrusion	Fournisseur

Rechercher les facteurs d'émission dans la Base de Données PFA

Exemple

Exemple

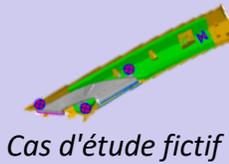
Catégorie	Sous-catégorie	Nom	Vierge ou Recyclé	Vierge-Recyclé Précisions	Unité de référence	FE (kg CO2 eq. / unité de référence)	Périmètre géographique
Procede	Metal	Laminage à froid - Métaux type acier, inox, alliage titane...	NC		kg	0,025	Europe
Procede	Metal	Laminage à froid - Métaux type aluminium, cuivre, magnésium...	NC		kg	0,00065	Europe
Procede	Metal	Laminage à chaud - Métaux type acier, inox, alliage titane...	NC		kg	0,2	Europe

Catégorie	Sous-catégorie	Nom	Vierge ou Recyclé	Vierge-Recyclé Précisions	Unité de référence	FE (kg CO2 eq. / unité de référence)	Périmètre géographique
Procede	Metal	Moulage - Métaux type acier, inox, alliage titane...	NC		kg	0,58	Monde
Procede	Metal	Moulage - Métaux type aluminium, cuivre, magnésium...	NC		kg	0,41	Monde
Procede	Plastique	Moulage par injection - Plastique	NC		kg	1,9	Europe

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Transformation des matières, éviter le double comptage



Transformation des matières premières en produits semi-finis :

Composant	Matière	Facteur d'émission	Valeur	Unité	Source
Garniture montant baie	P/E-I-TD15	<i>N/A (transformé sur site)**</i>	0,00	kg CO ₂ éq / kg	-
Grille aération	PC+ABS	Moulage par injection – plastique	0,97	kg CO ₂ éq / kg	ADEME Base Impacts
		Moulage par injection – plastique	0,97	kg CO ₂ éq / kg	ADEME Base Impacts
Conduit aération	PEHD	Moulage par injection – plastique	0,97	kg CO ₂ éq / kg	ADEME Base Impacts
Agrafe métal	C67S CR	Laminage à froid (acier)	0,03	kg CO ₂ éq / kg	ADEME Base Impacts
Agrafe airbag	PA66	Moulage par injection – plastique	0,97	kg CO ₂ éq / kg	ADEME Base Impacts
Feutre	PES+PP	Extrusion – plastique	0,44	kg CO ₂ éq / kg	ADEME Base Impacts
		Extrusion – plastique	0,44	kg CO ₂ éq / kg	ADEME Base Impacts

****** La matière en question est directement transformée sur le site. L'énergie associée à cette transformation est donc comptabilisée par les consommations globales du site, et donc dans l'étape de fabrication du produit. Pour **éviter le double comptage**, il ne faut donc pas ajouter les émissions liées à la transformation ici.

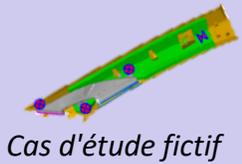
Pour les autres matières, celles-ci sont transformées chez le fournisseur et sont acheminées jusqu'au site de production en tant que produits semi-finis.

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Trouver les facteurs d'émissions liés au transport



Composant	Mode	Facteur d'émission	Valeur	Unité	Source
Garniture montant baie	Camion	Transport en camion (chargé à 50%)	0,16	kg CO ₂ éq / tkm	ADEME Base Impacts
Grille aération	Camion	Transport en camion (chargé à 50%)	0,16	kg CO ₂ éq / tkm	ADEME Base Impacts
Conduit aération	Fluvial	Transport fluvial par pousseur 2300t	0,07	kg CO ₂ éq / tkm	ADEME Base Impacts
Agrafe métal	Camion	Transport en camion (chargé à 50%)	0,16	kg CO ₂ éq / tkm	ADEME Base Impacts
Agrafe airbag	Camion	Transport en camion (chargé à 50%)	0,16	kg CO ₂ éq / tkm	ADEME Base Impacts
Feutre	Avion	Transport aérien court-courrier	1,60	kg CO ₂ éq / tkm	ADEME Base Impacts

Exemple

Exemple

Catégorie	Sous-catégorie	Nom	Vierge ou Recyclé	Vierge-Recyclé Précisions	Unité de référence	FE (kg CO ₂ eq. / unité de référence)	Périmètre géographique
Transport	Routier	Transport en camion (chargé à 100%)	NC		tkm	0,089	Europe
Transport	Routier	Transport en camion (chargé à 20%)	NC		tkm	0,36	Europe
Transport	Routier	Transport en camion (chargé à 50%)	NC		tkm	0,16	Europe

Catégorie	Sous-catégorie	Nom	Vierge ou Recyclé	Vierge-Recyclé Précisions	Unité de référence	FE (kg CO ₂ eq. / unité de référence)
Transport	Fluvial	Transport fluvial par automoteur 600-1,000 t	NC		tkm	0,11
Transport	Fluvial	Transport fluvial par pousseur 2300t	NC		tkm	0,067

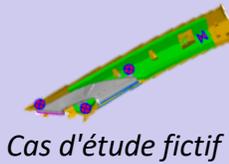


À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

- #1. Siège
- #2. Montant de baie
- #3. Renfort doublure
- #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

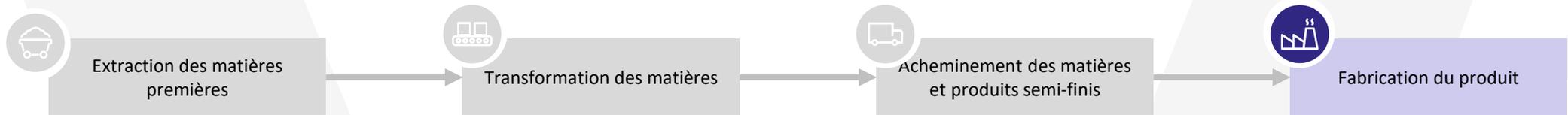
Trouver les facteurs d'émissions liés à la fabrication du produit



Activité	Facteur d'émission	Valeur	Unité	Source
Consommation de Gaz naturel	Gaz naturel mix moyen - consommation	0,23	kg CO ₂ éq / kWh PCI	ADEME Base Carbone
Consommation de GPL	GPL pour véhicule routier	3,45	kg CO ₂ éq / kg	ADEME Base Carbone
Consommation d'électricité	Électricité - mix moyen - consommation	0,057	kg CO ₂ éq / kWh	ADEME Base Carbone
Déchets de plastique	Incinération de déchets plastiques autres et complexes	2,655	kg CO ₂ éq / kg	ADEME Base Carbone
Déchets mixtes	Incinération de déchets plastiques autres et complexes	2,655	kg CO ₂ éq / kg	ADEME Base Carbone

Exemple

Catégorie	Sous-catégorie	Nom	Vierge ou Recyclé	Vierge-Recyclé Précisions	Unité de référence	FE (kg CO ₂ eq. / unité de référence)	Périmètre géographique
Energie	Gaz	Gaz naturel mix moyen - consommation	NC		GJ PCI	63	France
Energie	Gaz	Gaz naturel mix moyen - consommation	NC		GJ PCS	57	France
Energie	Gaz	Gaz naturel mix moyen - consommation	NC		kWh PCI	0,23	France
Energie	Gaz	Gaz naturel mix moyen - consommation	NC		kWh PCS	0,21	France

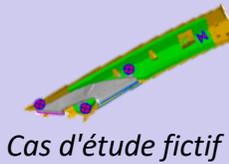


À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Empreinte carbone « produit » totale



Extraction des matières premières

Composant	Matière	Quantité	Unité	FE	Unité	Empreinte carbone	Unité
Garniture montant baie	PE-I-TD15	0,29	kg	1,63	kg CO ₂ éq / kg	0,48	kg CO ₂ éq
Grille aération	PC	0,01	kg	3,4	kg CO ₂ éq / kg	0,05	kg CO ₂ éq
Grille aération	ABS	0,01	kg	3,1	kg CO ₂ éq / kg	0,04	kg CO ₂ éq
Conduit aération	PEHD	0,06	kg	1,8	kg CO ₂ éq / kg	0,10	kg CO ₂ éq
Agrafe métal	C67S CR	0,00	kg	2,35	kg CO ₂ éq / kg	0,00	kg CO ₂ éq
Agrafe airbag	PA66	0,00	kg	6,4	kg CO ₂ éq / kg	0,02	kg CO ₂ éq
Feutre	PES	0,01	kg	3,4	kg CO ₂ éq / kg	0,02	kg CO ₂ éq
Feutre	PP	0,01	kg	1,63	kg CO ₂ éq / kg	0,01	kg CO ₂ éq
Total						0,7	kg CO₂ éq

Transformation des matières premières en produits semi-finis

Composant	Matière	Quantité	Unité	FE	Unité	Empreinte carbone	Unité
Garniture montant baie	PE-I-TD15	0,293	kg	0,00	kg CO ₂ éq / kg	0E+00	kg CO ₂ éq
Grille aération	PC	0,014	kg	0,97	kg CO ₂ éq / kg	1E-02	kg CO ₂ éq
Grille aération	ABS	0,014	kg	0,97	kg CO ₂ éq / kg	1E-02	kg CO ₂ éq
Conduit aération	PEHD	0,058	kg	0,97	kg CO ₂ éq / kg	6E-02	kg CO ₂ éq
Agrafe métal	C67S CR	0,001	kg	0,03	kg CO ₂ éq / kg	3E-05	kg CO ₂ éq
Agrafe airbag	PA66	0,003	kg	0,97	kg CO ₂ éq / kg	3E-03	kg CO ₂ éq
Feutre	PES	0,006	kg	0,44	kg CO ₂ éq / kg	3E-03	kg CO ₂ éq
Feutre	PP	0,006	kg	0,44	kg CO ₂ éq / kg	3E-03	kg CO ₂ éq
Total						0,1	kg CO₂ éq

Acheminement des matières premières et produits semi-finis

Composant	Transport	Distance	Unité	FE	Unité	Empreinte carbone	Unité
Garniture montant baie	Camion	1400	km	0,16	kg CO ₂ éq / tkm	6E-02	kg CO ₂ éq
Grille aération	Camion	1000	km	0,16	kg CO ₂ éq / tkm	2E-03	kg CO ₂ éq
Grille aération	Camion	1000	km	0,16	kg CO ₂ éq / tkm	2E-03	kg CO ₂ éq
Conduit aération	Bateau	600	km	0,07	kg CO ₂ éq / tkm	7E-04	kg CO ₂ éq
Agrafe métal	Camion	770	km	0,16	kg CO ₂ éq / tkm	1E-04	kg CO ₂ éq
Agrafe airbag	Camion	1300	km	0,16	kg CO ₂ éq / tkm	5E-04	kg CO ₂ éq
Feutre	Avion	1800	km	1,60	kg CO ₂ éq / tkm	2E-02	kg CO ₂ éq
Feutre	Avion	1800	km	1,60	kg CO ₂ éq / tkm	2E-02	kg CO ₂ éq
Total						0,1	kg CO₂ éq

Fabrication du produit

Données produit	Activité	Quantité	Unité	FE	Unité	Empreinte carbone	Unité
Consommation	Gaz naturel	7E-02	kWh	0,2	kg CO ₂ éq / kWh PCI	0,02	kg CO ₂ éq
Consommation	GPL	4E-03	kg	3,5	kg CO ₂ éq / kg	0,01	kg CO ₂ éq
Consommation	Electricité	6E-01	kWh	0,1	kg CO ₂ éq / kWh	0,03	kg CO ₂ éq
Déchets	Plastique	9E-03	kg	2,7	kg CO ₂ éq / kg	0,02	kg CO ₂ éq
Déchets	Déchets mixtes	5E-03	kg	2,7	kg CO ₂ éq / kg	0,01	kg CO ₂ éq
Total						0,1	kg CO₂ éq

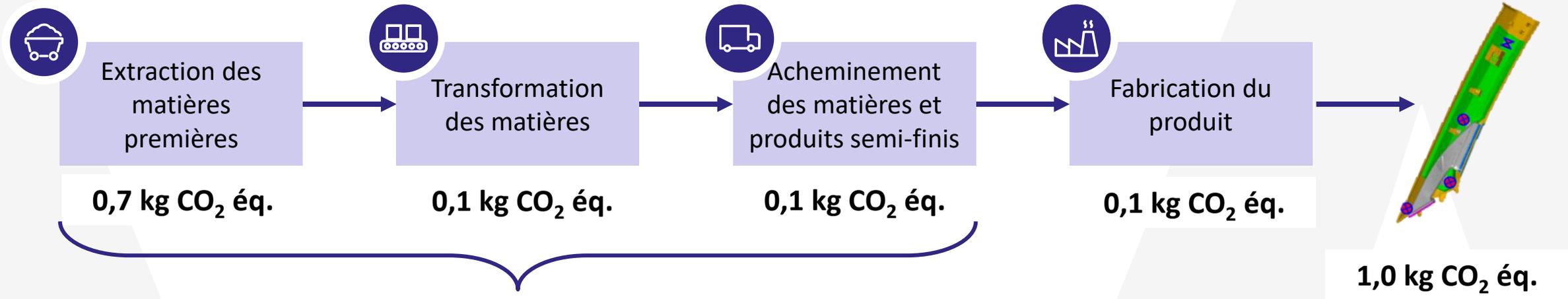
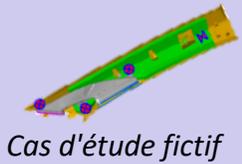
Total : ≈1 kg CO₂ éq / produit

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

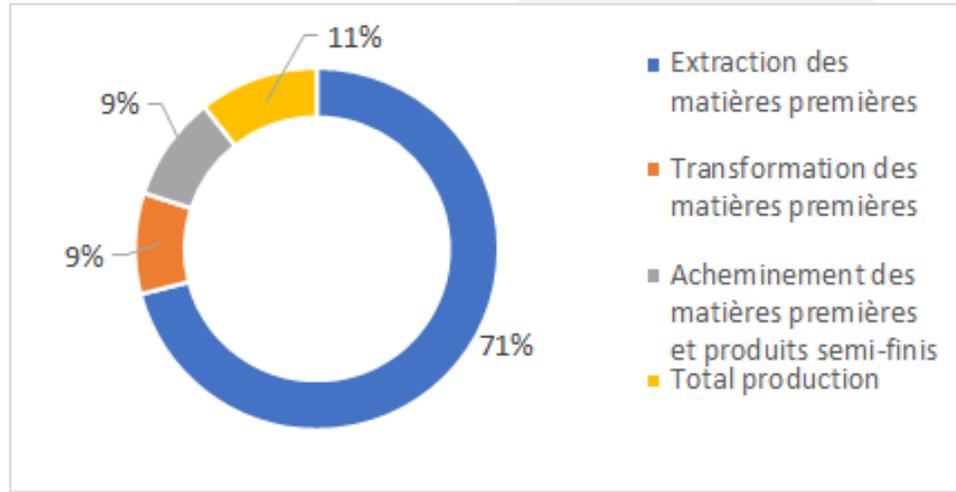
#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Interpréter et exploiter les résultats



Total matières premières :
0,9 kg CO₂ éq.



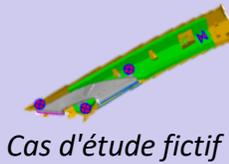
La majorité des impacts sur le réchauffement climatique provient des matières premières

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

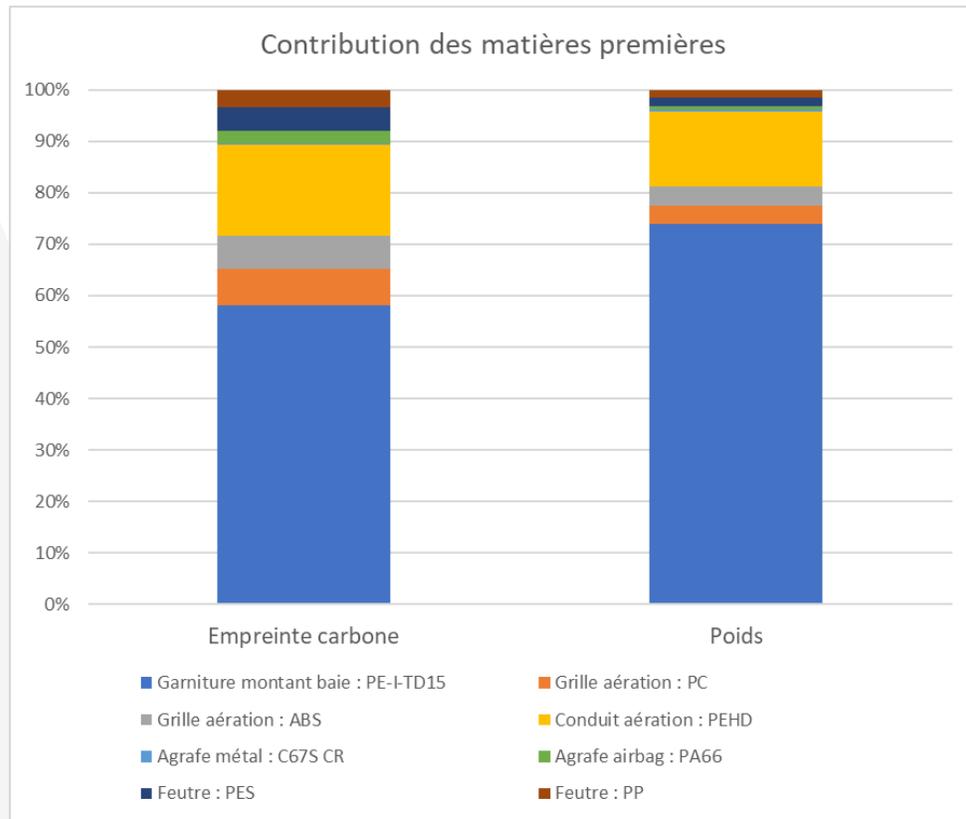


Cas d'étude #2 : montant de baie (ébénisterie)

Interpréter et exploiter les résultats : se focaliser sur une étape



Il est possible de se focaliser sur le contributeur majoritaire de l'empreinte carbone « produit » :



La majorité des impacts provient de la garniture du montant de baie, car ce composant constitue également la majorité (75%) du poids du produit.

L'impact de chaque composant est proche d'être proportionnel à son poids.

Rappel : le FE sélectionné pour le P/E-I-TD15 de la garniture était un **proxy**. Pour une future empreinte carbone « produit », un FE plus représentatif de la matière pourrait être recherché ou identifié.

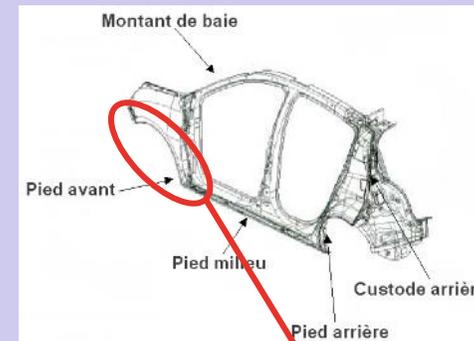
À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Évaluation de l'empreinte carbone d'un renfort doublure pied avant

Objectifs :

- Obtenir un ordre de grandeur de **l'empreinte carbone** de la production d'un renfort pied avant issu du process de découpe/emboutissage et assemblage par soudure
- **Communiquer** l'empreinte carbone à son/ses client(s)
- Identifier des **pistes d'amélioration** sur les matières premières (acier) et leurs mode de production (par ex. consommation d'énergie)



À noter : ce cas d'étude a été élaboré avec la collaboration de SNOP, que nous remercions. Il s'agit d'un cas fictif, qui ne reflète pas un produit réel : toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

Cas d'étude #3 : renfort doublure pied avant

Données issues de BoM (Bill of Materials) du produit

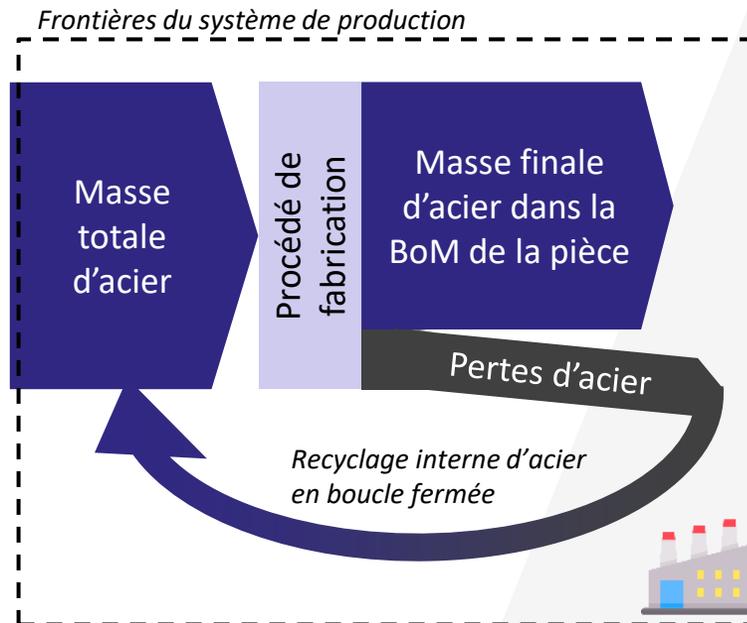


La Bill of Materials (BoM) du produit fabriqué sur un site en France est la suivante :



Composant	Matière	Quantité	Unité	Proportion
Renfort inférieur	Acier 20% recyclé interne	0,8	kg	48%
Renfort supérieur	Acier 50% recyclé externe	0,8	kg	48%
Ecrous	Acier vierge	1,1	kg	4%
Total		1,6	kg	100%

L'acier recyclé désigné « externe » provient d'un fournisseur extérieur au fabricant, c'est-à-dire cet acier est acheté par le site.



L'acier recyclé désigné « interne » est issu d'une boucle de recyclage interne de pertes de fabrication au sein du site. Cette approche est fictive et uniquement utilisée à titre illustratif.

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude #3 : renfort doublure pied avant

Considérer la matière recyclée en interne sur mon site



Cas d'étude fictif

Note importante sur la nature réaliste du cas :

- Le cas d'une boucle de recyclage interne d'acier sur un site d'emboutissage n'est, dans les faits, pas très réaliste. En effet, l'acier ne peut pas se recycler en interne au sein d'un site d'emboutissage puisqu'il faut une aciérie pour recycler de l'acier.
- La boucle de recyclage interne n'est donc seulement démontrée ici à titre purement illustratif, et pour expliquer la mécanique de calcul.
- Il serait plus réaliste d'intégrer des boucles internes de recyclage pour des produits en plastique, ou pour des produits chimiques par exemple.

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière



Cas d'étude #3 : renfort doublure pied avant

Considérer la matière recyclée en interne sur mon site



Dans ce cas, les quantités de matières premières en entrée sont connues :

Composant	Matière	Quantité	Unité	Proportion
Renfort inférieur	Acier 20% recycle interne	1,0	kg	36%
Renfort supérieur	Acier 50% recycle externe	1,6	kg	62%
Ecrous	Acier vierge	0,1	kg	3%
Total		2,7	kg	100%

Il est nécessaire de détailler les différentes matières pour le calcul d'empreinte carbone :

Composant	Matière	Quantité	Unité	Proportion
Renfort inférieur	Acier vierge	0,8	kg	29%
Renfort inférieur	Acier recyclé int.	0,2	kg	7%
Renfort supérieur	Acier vierge	0,8	kg	31%
Renfort supérieur	Acier recyclé ext.	0,8	kg	31%
Ecrous	Acier vierge	0,1	kg	3%
Total		2,7	kg	100%

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

Cas d'étude # 3 : renfort doublure pied avant

Considérer les transports de mes matières premières



Approvisionnement en matières premières et en produits semi-finis :

Composant	Matière	Quantité	Unité
Renfort inférieur	Acier vierge	0,8	kg
Renfort inférieur	Acier recyclé int.	0,2	kg
Renfort supérieur	Acier vierge	0,8	kg
Renfort supérieur	Acier recyclé ext.	0,8	kg
Ecrous	Acier vierge	0,1	kg



Distance	Unité	Mode
Camion	500	Camion
Camion	0	Camion
Camion	500	Camion
Camion	500	Camion
Camion	3500	Camion



Composant	Matière	Quantité	Unité	Mode
Renfort inférieur	Acier vierge	0,4	tkm	Camion
Renfort inférieur	Acier recyclé int.	0,0	tkm	Camion
Renfort supérieur	Acier vierge	0,4	tkm	Camion
Renfort supérieur	Acier recyclé ext.	0,4	tkm	Camion
Ecrous	Acier vierge	0,2	tkm	Camion

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière



Cas d'étude # 3 : renfort doublure pied avant

Considérer les étapes de fabrication



Dans ce cas, les données de fabrication pour la fabrication d'un seul produit sont déjà connues :

Activité	Quantité	Unité
Consommation de GPL	0,001	kg
Consommation d'électricité, dont l'utilisation : <ul style="list-style-type: none">• du pont roulant,• de la presse d'emboutissage,• des chariots, et• de la machine de soudure.	0,7	kWh
Déchets d'acier	1,1	kg
Proportion des déchets recyclés en interne	20%	%
Distance de transport par camion des déchets d'acier non recyclés en interne (<i>hypothèse</i>)	50	km
Scénario de fin de vie des déchets d'acier	Recyclés par prestataire externe	-

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude # 3 : renfort doublure pied avant

Identifier les facteurs d'émissions



Les facteurs d'émission applicables sont les suivants (issus de la base de données PFA) :

Matières premières

Composant	Matière	FE	FE (kg éq. CO ₂ /kg)
Renfort inférieur	Acier vierge	Bobine d'acier laminée à chaud	2,35
Renfort inférieur	Acier recyclé int.	N/A (non comptabilisé)	0,00
Renfort supérieur	Acier vierge	Bobine d'acier laminée à chaud	2,35
Renfort supérieur	Acier recyclé ext.	Acier ou fer blanc recyclé	0,938
Ecrous	Acier vierge	Bobine d'acier laminée à chaud	2,35

Transformation des matières premières

Composant	Matière	FE	FE (kg éq. CO ₂ /kg)
Renfort inférieur	Acier vierge	N/A (transformé sur site)	0,00
Renfort inférieur	Acier recyclé int.	N/A (transformé sur site)	0,00
Renfort supérieur	Acier vierge	N/A (transformé sur site)	0,00
Renfort supérieur	Acier recyclé ext.	Laminage à froid (métal à impact élevé)	0,03
Ecrous	Acier vierge	Laminage à froid (métal à impact élevé)	0,03

Approvisionnement des matières premières

Activité	FE (kg éq. CO ₂ /tkm)
Transport par camion 20-26 t	0,14

Fabrication du produit

Activité	FE	Valeur FE	Unité
Consommation d'électricité	Electricité - 2021 - mix moyen - consommation, France cont.	0,06	kg éq. CO ₂ /kWh
Consommation de GPL	GPL pour véhicule routier	3,5	kg éq. CO ₂ /kg
Transport des déchets	Transport par camion 20-26 t	0,14	kg éq. CO ₂ /tkm
Traitement en externe des déchets (recyclage)	Acier ou fer blanc recyclé	0,938	kg éq. CO ₂ /kg

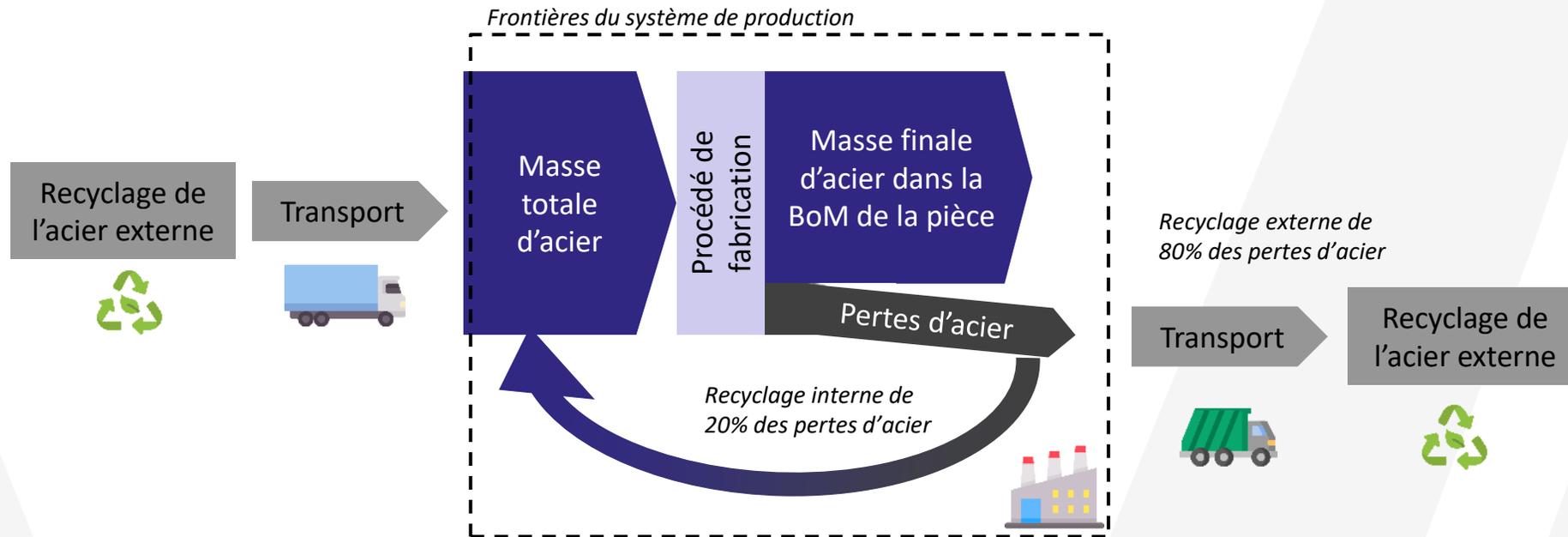
À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

Cas d'étude # 3 : renfort doublure pied avant

Comptabiliser le recyclage et la matière recyclée



Dans ce cas, il y a du recyclage d'acier à plusieurs niveaux : en approvisionnement matière, au sein du site de production, ainsi qu'en aval du site de production :



1/ Quelle méthode utiliser pour comptabiliser ce recyclage ?

> Voir [Fiche méthodologique concernée](#)

2/ Quel sera l'influence du choix de la méthode sur les résultats de l'empreinte carbone ?

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude # 3 : renfort doublure pied avant

Comptabiliser le recyclage et la matière recyclée



Quel est l'influence du choix de la méthode sur le résultats de l'empreinte carbone ?

Méthode « Cut-off »



Légende

Activité incluse

Activité exclue

Matières premières

Composant	Matière	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Renfort inférieur	Acier vierge	1,8
Renfort inférieur	Acier recyclé int.	0,0
Renfort supérieur	Acier vierge	1,9
Renfort supérieur	Acier recyclé ext.	0,8
Écrous	Acier vierge	0,2
Total		4,6

Transformation des matières premières

Composant	Matière	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Renfort inférieur	Acier vierge	0,0
Renfort inférieur	Acier recyclé int.	0,0
Renfort supérieur	Acier vierge	0,0
Renfort supérieur	Acier recyclé ext.	0,02
Écrous	Acier vierge	0,0
Total		0,02

Approvisionnement des matières premières

Activité	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Transport par camion (total)	0,2

Fabrication du produit

Activité	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Consommation de GPL	5E-03
Consommation d'électricité	4E-02
Transport des déchets	6E-03
Traitement en externe des déchets (recyclage)	0,0
Substitution d'acier vierge	0,0
Total	0,05

Total produit
≈ 4,9 kg éq. CO₂

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude # 3 : renfort doublure pied avant

Comptabiliser le recyclage et la matière recyclée



Quel est l'influence du choix de la méthode sur le résultats de l'empreinte carbone ?

Méthode « Boucle fermée »



Matières premières

Composant	Matière	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Renfort inférieur	Acier vierge	1,8
Renfort inférieur	Acier recyclé int.	0,0
Renfort supérieur	Acier vierge	1,9
Renfort supérieur	Acier recyclé ext.	0,0
Écrous	Acier vierge	0,2
Total		3,9

Transformation des matières premières

Composant	Matière	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Renfort inférieur	Acier vierge	0,0
Renfort inférieur	Acier recyclé int.	0,0
Renfort supérieur	Acier vierge	0,0
Renfort supérieur	Acier recyclé ext.	0,02
Écrous	Acier vierge	0,0
Total		0,02

Approvisionnement des matières premières

Activité	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Transport par camion (total)	0,2

Fabrication du produit

Activité	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Consommation de GPL	5E-03
Consommation d'électricité	0,04
Transport des déchets	6E-03
Traitement en externe des déchets (recyclage)	0,2
Substitution d'acier vierge	-0,5
Total	-0,2

Total produit
≈ 3,9 kg éq. CO₂

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude # 3 : renfort doublure pied avant

Comptabiliser le recyclage et la matière recyclée



Quel est l'influence du choix de la méthode sur le résultats de l'empreinte carbone ?

Méthode « CFF »



Matières premières

Matière	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Acier vierge	3,9
Acier recyclé ext.	1,7
Total	5,6

Paramètres de la CFF utilisés :

A=0,2 (par défaut pour l'acier)

B=1

R₁=0,33*

R₂=1

R₃=0

Q_{s in}/Q_p = Q_{s out}/Q_p=1 (par défaut pour l'acier)

*R₁ représente la proportion nette d'acier recyclé externe consommée dans le produit total.

Transformation des matières premières

Composant	Matière	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Renfort inférieur	Acier vierge	0,0
Renfort inférieur	Acier recyclé int.	0,0
Renfort supérieur	Acier vierge	0,0
Renfort supérieur	Acier recyclé ext.	0,02
Écrous	Acier vierge	0,0
Total		0,02

Approvisionnement des matières premières

Activité	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Transport par camion (total)	0,2

Fabrication du produit

Activité	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)
Consommation de GPL	5E-03
Consommation d'électricité	0,04
Transport des déchets	6E-03
Traitement en externe des déchets (recyclage)	0,2
Substitution d'acier vierge	-0,8
Total	-0,6

Total produit
≈ 5,2 kg éq. CO₂

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

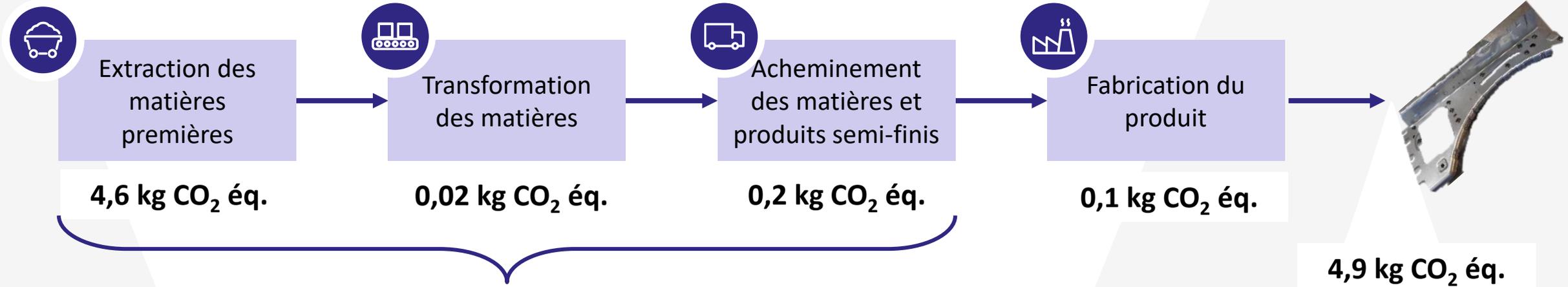
#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière

Cas d'étude # 3 : renfort doublure pied avant

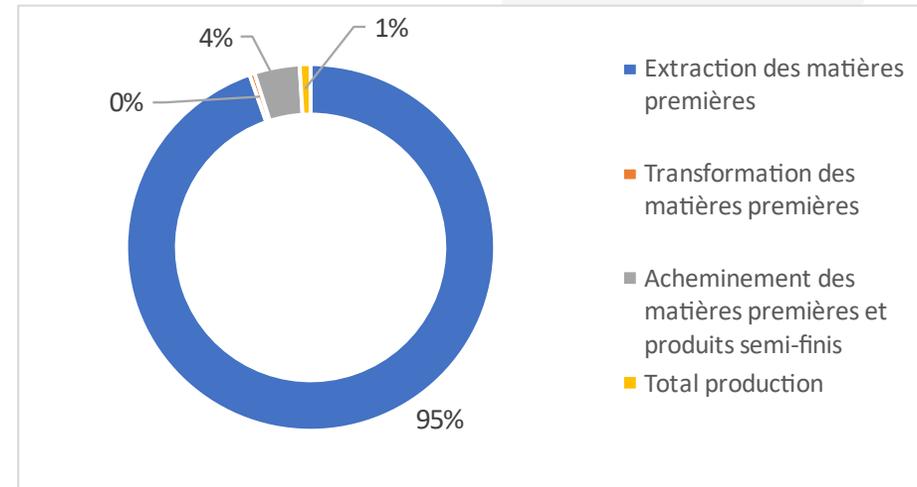
Interpréter et exploiter les résultats en « Cut-off »



Rappel : la méthode de comptabilisation de matière recyclé et de recyclage préconisée par la PFA est la méthode « Cut-off »



Total matières premières :
4,8 kg CO₂ éq.



La plupart des impacts sur le réchauffement climatique provient des matières premières

À noter : ce cas d'étude ne reflète pas un produit réel, toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

#1. Siège #2. Montant de baie #3. Renfort doublure #4. Essieu arrière



Évaluation de l'empreinte carbone d'un essieu arrière

Objectifs :

- Obtenir un ordre de grandeur de **l'empreinte carbone** de la production d'un essieu arrière
- Identifier des **pistes d'action** pour réduire l'impact environnemental de l'essieu
- **Communiquer** l'empreinte carbone à son/ses client(s)



À noter : ce cas d'étude a été élaboré avec la collaboration de la FIM et du CETIM, que nous remercions. Il s'agit d'un cas fictif, qui ne reflète pas un produit réel : toutes les valeurs sont fictives et données à titre d'exemple

Cas d'étude #4 : essieu arrière

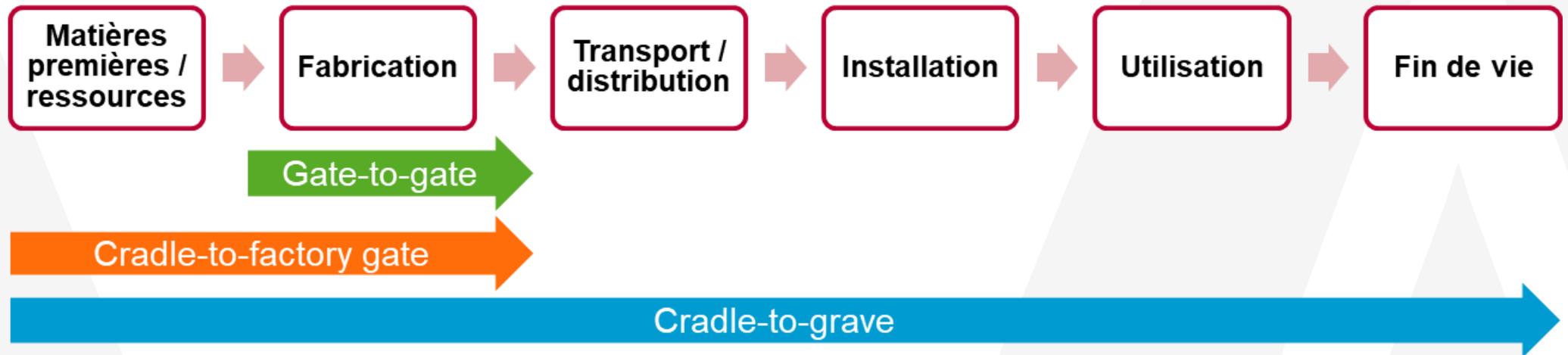
Principes



Cas d'étude fictif

Périmètre d'étude

1 **Champ de l'étude**
Définition des objectifs, du périmètre de l'étude, de l'unité fonctionnelle



Cas d'étude #4 : essieu arrière

Définition du champ de l'étude



Cas d'étude fictif

1

Champ de l'étude

Définition des objectifs, du périmètre de l'étude, de l'unité fonctionnelle

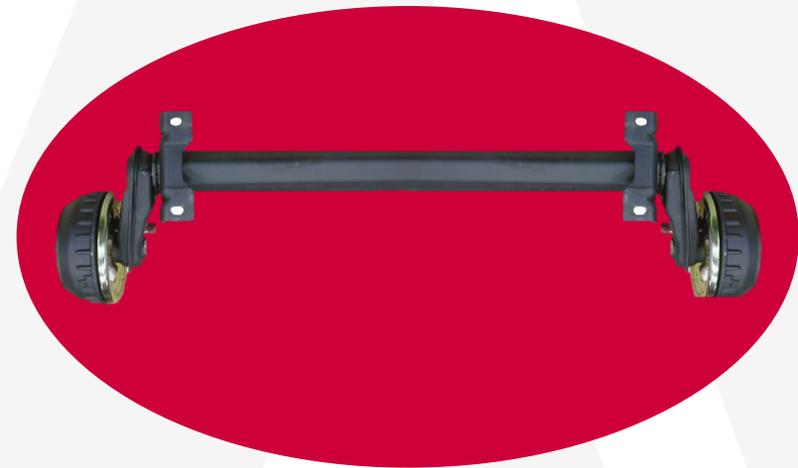


Objectifs:

- Obtenir un ordre de grandeur de l'**empreinte carbone** d'un essieu arrière
- Identifier les **pistes d'action** pour réduire l'impact environnemental de l'essieu
- **Communiquer** l'empreinte carbone à son/ses clients

Unité fonctionnelle: Supporter 2 roues pendant Z années.

Flux de référence: 1 essieu arrière



Périmètre d'étude: Cradle-to-gate



Cas d'étude #4 : essieu arrière

Inventaire du cycle de vie – Approvisionnement en matières premières

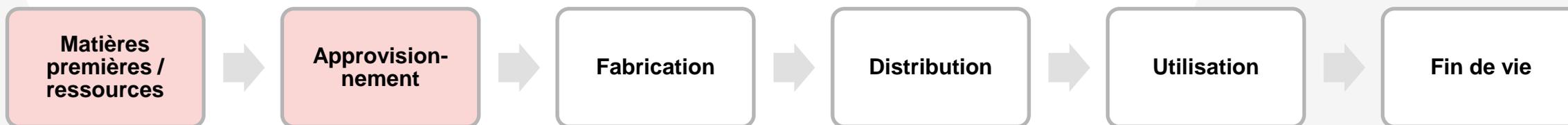


Cas d'étude fictif

2

Inventaire du Cycle de Vie

Quantification des flux entrants et sortants à chaque étape du cycle de vie



Matériaux:

Acier	71 kg
Fonte	39 kg
Peinture	0,8 kg
Huile lubrifiante	0,3 kg

Approvisionnement:

Lieux principaux: France, Europe, Asie

Mode de transport: Camion, Camion + bateau



Cas d'étude #4 : essieu arrière

Inventaire du cycle de vie – Fabrication

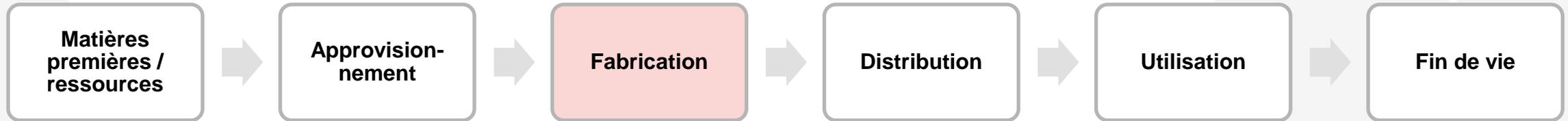


Cas d'étude fictif

2

Inventaire du Cycle de Vie

Quantification des flux entrants et sortants à chaque étape du cycle de vie



Fabrication

- *Lieu de fabrication:* France
- *Procédés:* tournage, perçage, fraisage, zingage, tréfilage, soudage, emboutissage à la presse, forgeage



#1. Siège

#2. Montant de baie

#3. Renfort doublure

#4. Essieu arrière

Cas d'étude #4 : essieu arrière

Evaluation des impacts - Généralités



Cas d'étude fictif

3

Évaluation des Impacts

Calcul des impacts environnementaux



Données d'activité	×	Facteurs d'émission	=	Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)	
Donnée d'activité 1	×	Facteur d'émission 1	=	Émissions de GES 1	
Donnée d'activité 2	×	Facteur d'émission 2	=	+	Émissions de GES 2
Donnée d'activité 3	×	Facteur d'émission 3	=	+	Émissions de GES 3
Donnée d'activité 4	×	Facteur d'émission 4	=	+	Émissions de GES 4
			=	Empreinte carbone totale du produit	



Cas d'étude #4 : essieu arrière

Evaluation des impacts - Calcul



Cas d'étude fictif

Matières premières

Fabrication

Données d'activité	✕	Facteurs d'émission *	▬	Empreinte carbone
Acier – 71 kg	✕	1,86 kg éq. CO2/ kg	▬	17,9 kg éq. CO2
Fonte – 39 kg	✕	1,55 kg éq. CO2/ kg	▬	8,02 kg éq. CO2
Peinture – 0,8 kg	✕	2,84 kg éq. CO2/ kg	▬	0,25 kg éq. CO2
Huile lubrifiante – 0,3 kg	✕	0,85 kg éq.CO2/kg	▬	0,006 kg éq.CO2
Tournage Fonte – 1,26 kg	✕	3,28 kg éq.CO2/kg enlevé	▬	4,10 kg éq. CO2
Tournage Acier – 4,21 kg	✕	3,69 kg éq.CO2/kg enlevé	▬	15,5 kg éq. CO2
Emboutissage à la presse – 0,10 kg	✕	0,31 kg éq CO2/kg	▬	0,03 kg éq. CO2
Fraisage – 0,17 kg	✕	3,7 kg éq.CO2/kg enlevé	▬	0,63 kg éq. CO2
Perçage fonte – 0,3 kg	✕	3,03 kg éq.CO2/kg enlevé	▬	0,91 kg éq. CO2
Tournage cnc – 0,03 kg	✕	4,34 kg éq.CO2/kg enlevé	▬	0,13 kg éq. CO2
Soudage à l'arc – 0,1 m	✕	0,12 kg éq.CO2/m	▬	0,12 kg éq. CO2
Forgeage – 1,6 kg	✕	1,08 kg éq. CO2/kg	▬	1,73 kg éq. CO2
Σ				49,2 kg éq. CO2

3
Évaluation des Impacts
Calcul des impacts environnementaux



Cas d'étude #4 : essieu arrière

Evaluation des impacts – Représentation des résultats

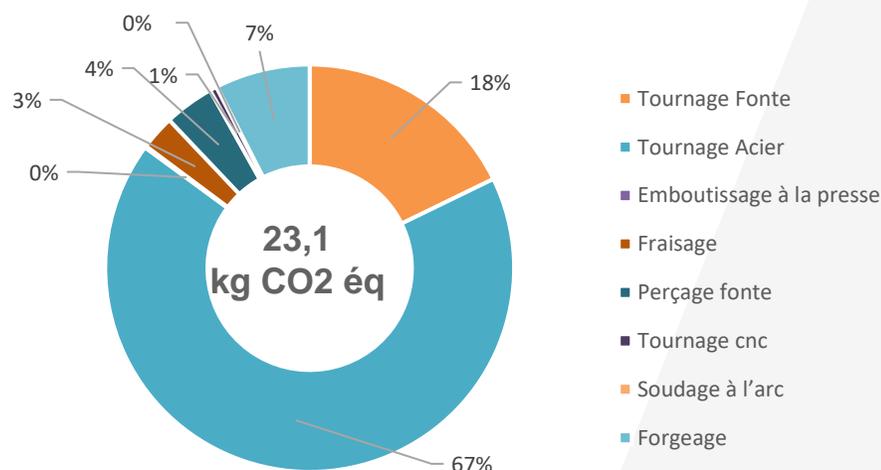
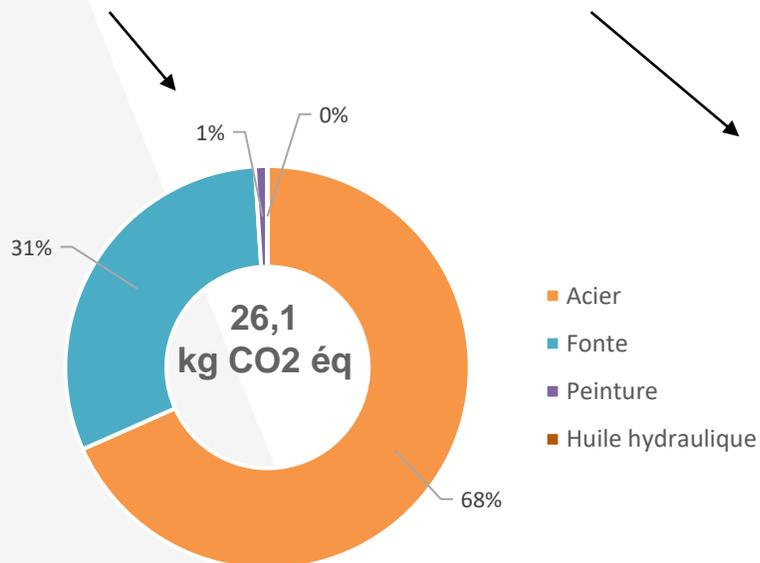


Cas d'étude fictif

4

Interprétation

Validation des hypothèses
Identification de l'origine des impacts



Empreinte carbone de l'essieu

49,2 kg CO2 éq





4

Interprétation

Validation des hypothèses
Identification de l'origine des impacts



Que faire des résultats d'empreinte carbone « produit »
une fois que nous les avons exploités?

LES COMMUNIQUER

En interne

- Permet aux équipes d'identifier les leviers d'actions environnementales
- Support de communication entre les services afin de mettre en place ces leviers

En externe

- Réponse à un cahier des charge client
- Communication aux clients de l'empreinte carbone produit
- Communication publique, sur le site internet ou les emballages des produits
- Argument commercial



Deloitte.

PF | FILIÈRE
AUTOMOBILE
& MOBILITÉS

**Points d'attention vis-à-vis de
la méthodologie**

L'approche d'évaluation de l'empreinte carbone « produit » présente plusieurs intérêts dont celui d'être une approche simplifiée qui permet de faire un premier pas vers l'évaluation de la performance environnementale de ses produits.

Cependant, cette méthode présente également ses limites, qui doivent être soulignées :

Évaluation focalisée « carbone »



L'approche empreinte carbone « produit » fournit uniquement une vision de l'impact potentiel sur le réchauffement climatique. D'**autres impacts** tels que l'épuisement des ressources, l'acidification et l'utilisation des sols par exemple devraient être considérés pour une vision plus globale de la performance environnementale des produits.

Une **approche multicritère type ACV**, peut être mise en œuvre pour évaluer la performance environnementale des produits de façon plus systémique.

Variabilité des résultats



Les résultats obtenus par l'étude **dépendent fortement** des points suivants :

- Objectifs,
- Périmètre,
- Choix méthodologiques,
- Hypothèses,
- Données utilisées.

Le changement d'une de ces variables induira une variation des résultats obtenus.

Les comparaisons d'empreintes carbone « produit » entre elles sont donc à prendre avec très grande précaution.

Qualité des données



La qualité des données utilisées pour l'évaluation dépend de leur **précision** ainsi que de leur **représentativité temporelle, géographique et technologique**.

Une qualité dégradée de données fournira une empreinte carbone moins fiable et de moindre qualité générale.

En fonction des données disponibles au moment de l'évaluation de l'empreinte carbone, **une approche itérative est préférable afin d'améliorer la finesse et la qualité des données**. Ceci permettra d'améliorer la qualité globale de l'évaluation.

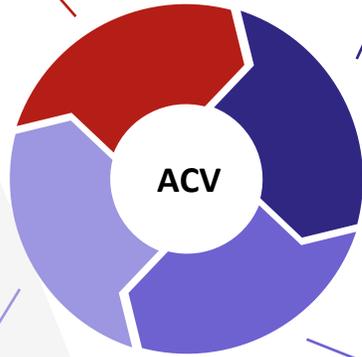
Pour aller plus loin

L'analyse du cycle de vie (ACV)



Points d'attention

La méthode la plus **scientifiquement robuste et reconnue** à l'international



Approche multicritère qui permet d'intégrer plusieurs impacts dans l'analyse de performance environnementale

Approche cadrée par une série de normes et de référentiels, notamment l'ISO 14040 et 14044, ainsi que la méthodologie du Product Environmental Footprint (PEF) recommandée par la Commission Européenne

Méthode qui peut notamment être utilisée lors d'une démarche d'**écoconception de produits**

Outils*	Bases de données*	Coût
	 ELCD : European LCA Database	Gratuit
	 Sphera / GaBi	Licence
	 ecoinvent	Licence
	 Argonne Lab	Gratuit
	 ADEME Base Impacts	Gratuit
	 OpenLCA Nexus Platform	Gratuit

*À noter : liste non-exhaustive d'outils et bases de données ACV



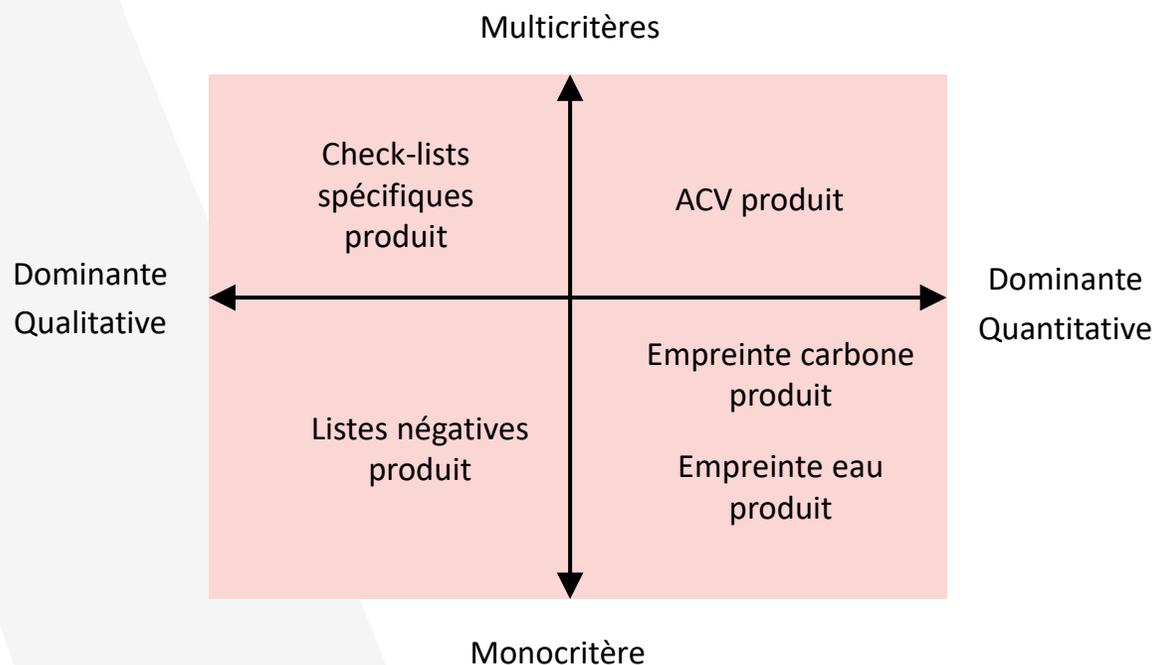
Pour aller plus loin

Autres méthodes d'évaluation environnementale

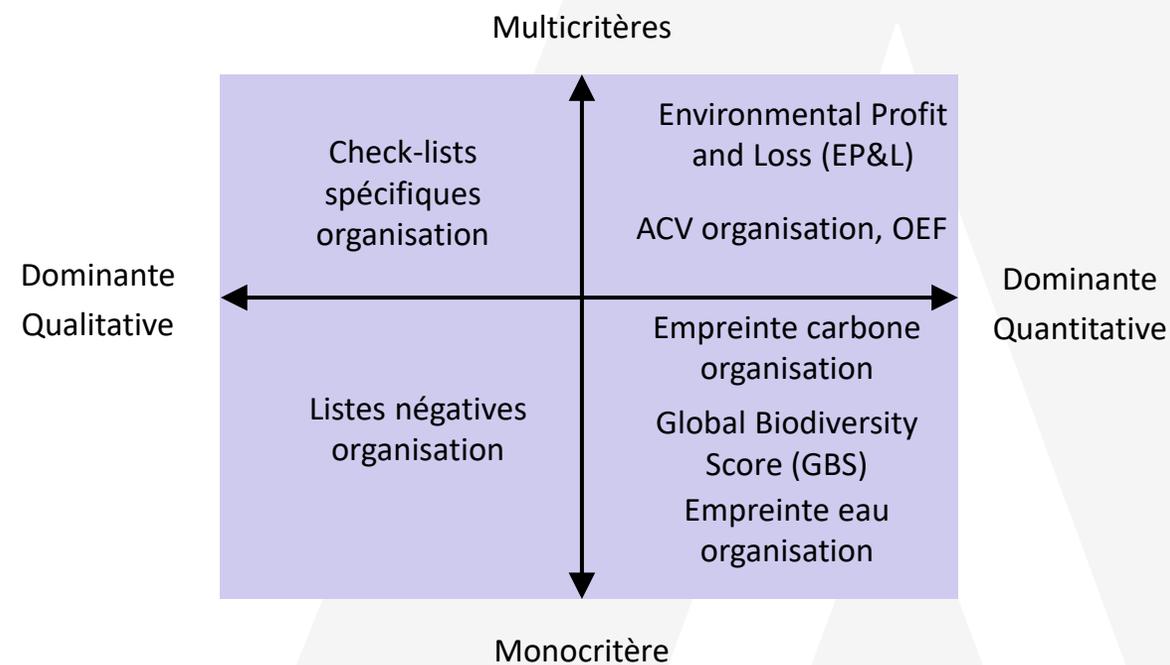


Points d'attention

Évaluation environnementale produit



Évaluation environnementale organisation



Deloitte.

PF

FILIÈRE
AUTOMOBILE
& MOBILITÉS

Fiches méthodologiques





Méthodes
d'allocation



Assemblage
du véhicule



Comptabilisation
des pertes à
la fabrication



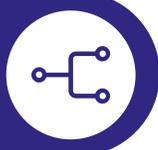
Utilisation
du véhicule



Comptabilisation de
la réutilisation ou
du réemploi



Déchets et
coproduits



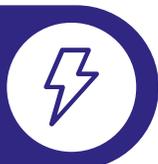
Fin de vie
des produits



Carbone biogénique



Consommation
d'électricité



Comptabilisation de
matière recyclée
et de recyclage



Comment évaluer les consommations d'énergie et de consommables, ainsi que les émissions et la production de déchets pour un seul produit ?

La méthode à utiliser dépend des données à disposition. 2 types d'approches peuvent être distinguées :

Option 1 : approche « bottom-up »

Le fabricant connaît les consommations et les déchets pour le produit en question.

Par exemple pour la consommation d'électricité, le fabricant connaît :

- La puissance nominale de la machine / de l'atelier de fabrication, et
- Le temps moyen de fabrication d'un produit.

La consommation se calcule alors ainsi :

$$Conso_{elec_{produit\ i}} = Puissance\ nominale \times Temps\ de\ fabrication$$

$$Exemple : Conso_{elec_{produit\ i}} = 39 [kW] \times 5 [h] \approx 200 kWh$$

***Attention :** l'approche « top-down » est une approximation qui risque d'inclure certaines activités non-attribuables (chauffage, éclairage etc), en fonction du périmètre de la consommation énergétique.

Option 2 : approche « top-down »*

Le fabricant connaît :

- Les consommations, les émissions et la productions déchets du site de fabrication au global
- Le volume de production totale de produits sur le site
- Le volume de production du produit faisant l'objet de l'analyse

La consommation peut donc se calculer en effectuant une **allocation** :

$$Conso_{produit\ i} = Conso_{site} \times \frac{Production_{produits\ i}}{Production\ totale_{produits}}$$

En fonction des données disponibles sur les volumes de production et de leur pertinence, l'allocation peut être :

- Physique (**massique, surfacique, volumique, énergétique**, etc)
- **Économique** (même si cette allocation peut engendrer des biais. Les référentiels privilégient l'allocation physique).

Exemple d'une allocation massique pour la consommation d'électricité :

$$Conso_{elec_{produit\ i}} = 9\ 900 [kWh] \times \frac{330\ 000 [kg]}{16\ 830\ 000 [kg]} \approx 200 [kWh]$$

Un seul procédé de fabrication peut générer de multiples produits. Comment allouer les consommations d'énergie et de consommables, ainsi que la production de déchets à un seul des coproduits ?

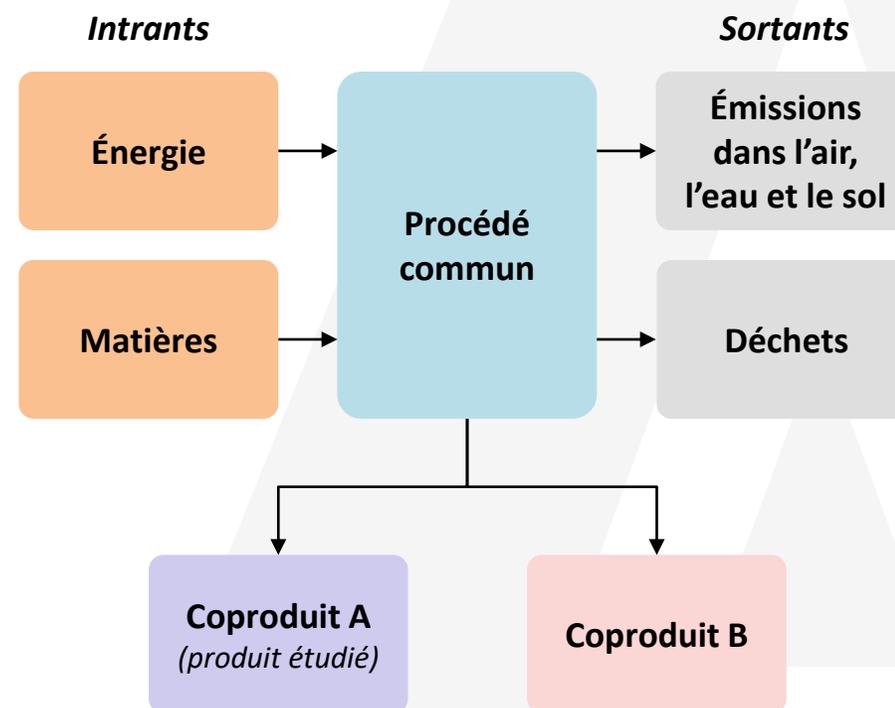
Désormais la « multi-fonctionnalité » du procédé est évoquée.

Ainsi, les flux d'énergie et de matière pour le procédé doivent être affectés aux différents coproduits.

Méthodes d'allocation dans les référentiels

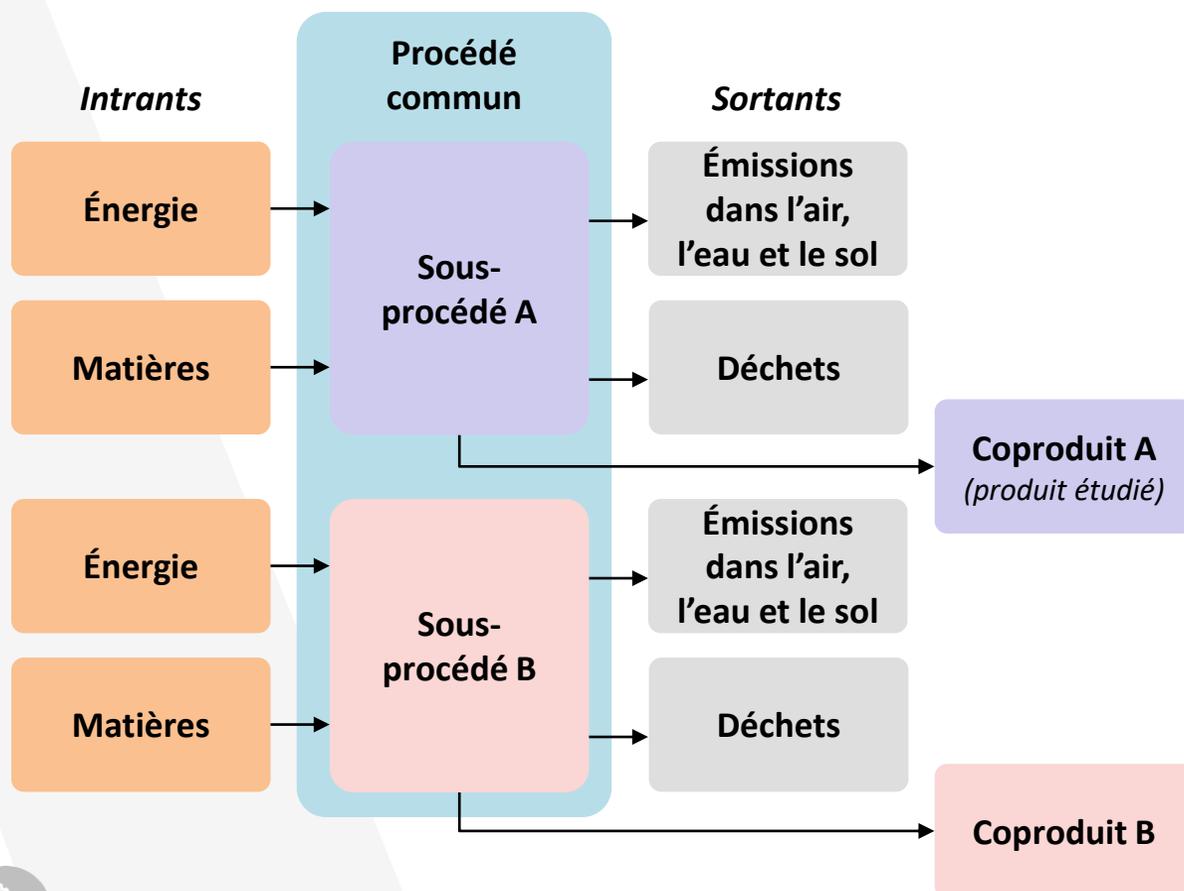
- Les référentiels ISO 14067, ISO 14044 et le GHG Protocol Product Standard prescrivent tous d'éviter l'allocation quand cela est possible. La hiérarchie des méthodes est ainsi :
 1. **Éviter l'allocation** en :
 - A. divisant le processus élémentaire à affecter en plusieurs sous-processus
 - B. étendant le système de produits pour y inclure les fonctions supplémentaires des coproduits
 - C. en redéfinissant l'UF pour inclure les coproduits et leurs fonctions*
 2. **Allocation** d'une manière qui reflète les **relations physiques** sous-jacentes existantes entre les coproduits
 3. **Allocation** par une relation entre les coproduits (e.g. **économique**)

**Méthode non abordée dans cette fiche méthodologique*



Un seul procédé de fabrication peut générer de multiples produits. Comment allouer les consommations d'énergie et de consommables, ainsi que la production de déchets à un seul des coproduits ?

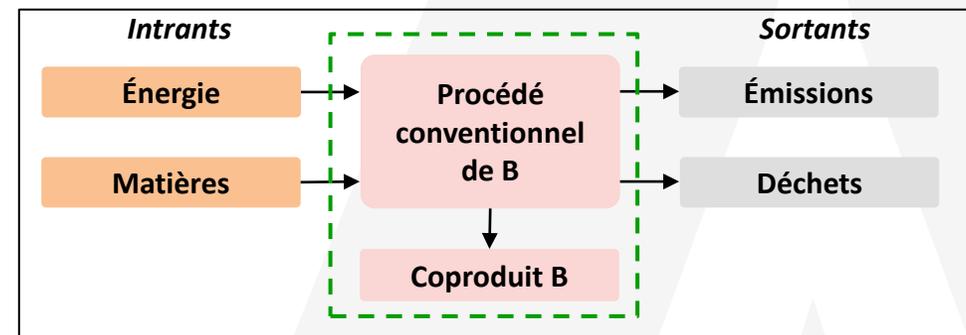
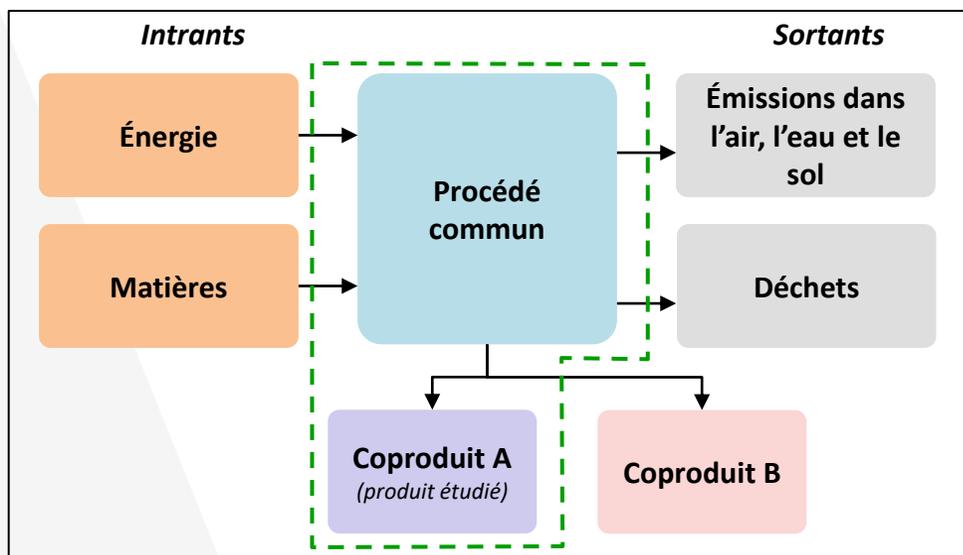
1A/ Éviter l'allocation par la subdivision du procédé



- La subdivision du procédé est utilisée pour **éviter l'allocation lorsqu'il est possible de diviser le procédé commun en deux ou en plusieurs procédés distincts**. La subdivision du procédé peut se faire par le biais d'un sous-mesurage des lignes de procédés spécifiques et/ou en utilisant des modèles d'ingénierie pour modéliser les entrées et les sorties du processus. Le procédé commun est désagrégé en sous-procédés qui produisent séparément les coproduits étudiés.
- La subdivision du procédé **doit être envisagée en premier lieu** et est souvent utilisée pour éviter d'effectuer une allocation, en particulier lorsqu'une seule matière est transformée en plusieurs produits.

Un seul procédé de fabrication peut générer de multiples produits. Comment allouer les consommations d'énergie et de consommables, ainsi que la production de déchets à un seul des coproduits ?

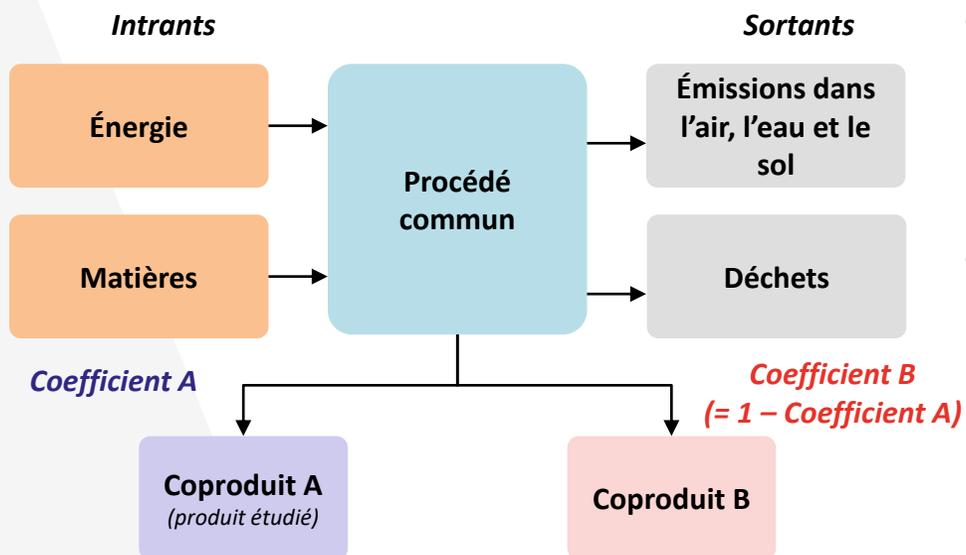
1B/ Éviter l'allocation par l'extension des frontières du système / substitution



- La méthode d'extension des frontières du système repose sur le principe de « substitution soustractive ». Ainsi, pour estimer la part du procédé commun à un coproduit, il est nécessaire de venir **substituer celle des autres coproduits en soustrayant les intrants et sortants d'un produit conventionnel similaire (ou équivalent)** voire d'un produit identique fabriqué par un autre système.
- Cette approche permet d'inclure les fonctions supplémentaires des coproduits. Cependant, l'approche peut être complexe à mettre en œuvre, et l'allocation s'avère souvent être une méthode plus simple.

Un seul procédé de fabrication produit plusieurs coproduits. Comment allouer les consommations d'énergie et de consommables, ainsi que la production de déchets à un seul des coproduits ?

2/ Allocation par une relation physique sous-jacente



- Lors de l'allocation physique, le facteur choisi doit **refléter le plus fidèlement possible la relation physique sous-jacente entre le produit, le coproduit, et les émissions et absorptions du procédé**. Par exemple, si la masse des extrants du procédé détermine la quantité d'émissions et d'absorptions, le choix d'un facteur de teneur énergétique ne fournira pas l'allocation la plus précise.
- Quelques exemples de facteurs d'allocation physiques :
 - Masse des produits et coproduits
 - Volume de la cargaison transportée
 - Teneur énergétique des coproduits
 - Nombre d'unités produites
 - Composition chimique

3/ Allocation par une autre relation

Dans le cas où aucune relation physique sous-jacente existe, il est possible d'effectuer une allocation économique, ou une autre allocation. **L'allocation économique** est l'allocation en fonction des valeurs économiques des produits à la **sortie du procédé commun**. Lorsque ni l'allocation physique ni l'allocation économique ne sont applicables, le facteur d'allocation peut s'appuyer sur des sources établies sectorielles, d'entreprises, d'universités ou d'autres sources de conventions et de normes. Dans le cas où aucune convention d'allocation n'existe, une entreprise peut faire des hypothèses sur le processus commun afin de choisir une méthode d'allocation.

Quelle méthode est la plus pertinente et dans quelle situation ?

Méthode	Quand utiliser la méthode ?	Avantages	Limites
1A/ Subdivision du procédé	<ul style="list-style-type: none"> Lorsqu'il est possible de diviser le procédé en plusieurs sous-procédés séparés, qui peuvent être évalués séparément 	<ul style="list-style-type: none"> Permet d'éviter l'allocation 	<ul style="list-style-type: none"> Il n'est pas toujours possible de diviser les procédés industriels de façon précise
1B/ Extension des frontières du système / substitution	<ul style="list-style-type: none"> Lorsque les émissions du coproduit peuvent être modélisées en utilisant un procédé ou produit similaire 	<ul style="list-style-type: none"> Permet d'éviter l'allocation 	<ul style="list-style-type: none"> Peut être difficile à comprendre et à mettre en œuvre
2/ Allocation par une relation physique sous-jacente	<ul style="list-style-type: none"> Lorsqu'il existe une relation physique sous-jacente entre les différents coproduits 	<ul style="list-style-type: none"> Facile à comprendre et à mettre en œuvre Permet de minimiser certains biais de l'allocation économique 	<ul style="list-style-type: none"> Implémentation d'une allocation en tant que telle
3/ Allocation par une autre relation	<ul style="list-style-type: none"> Lorsqu'il n'existe pas de relation physique sous-jacente entre les différents coproduits Lorsque la relation physique ne reflète pas précisément la contribution relative des émissions Lorsque des données concernant une relation physique ne sont pas ou peu disponibles 	<ul style="list-style-type: none"> Facile à comprendre et à mettre en œuvre Les données économiques peuvent être plus couramment disponibles 	<ul style="list-style-type: none"> L'allocation économique peut engendrer certains biais en raison de la faible corrélation entre les prix et les flux physiques L'allocation économique est tributaire de la volatilité des prix du marché Implémentation d'une allocation en tant que telle



Recommandation de la PFA

L'allocation basée sur des quantités physiques est à prioriser par rapport à l'allocation économique.

Bonne pratique

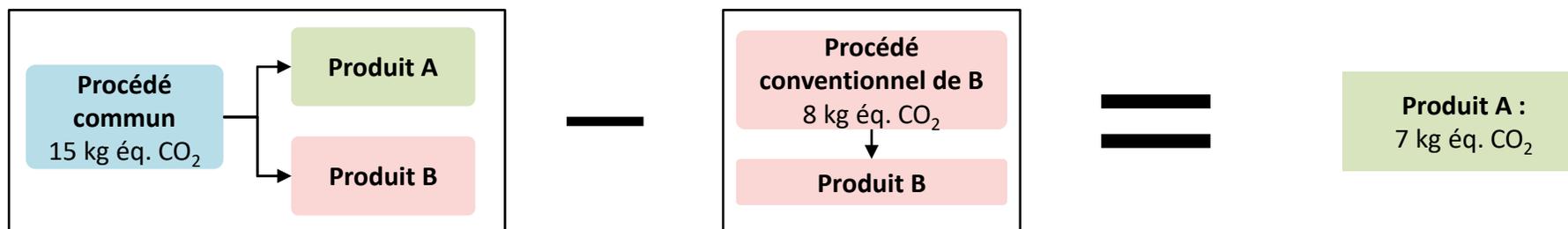
En communiquant les résultats d'empreinte carbone, préciser la méthode utilisée pour s'affranchir de la multifonctionnalité

Exemple de mise en pratique des différentes méthodes pour un procédé fictif

Procédé	Procédé commun Produits A & B*	Procédé conventionnel de Produit B
Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)	15	8

*pour 1 kg de Produit A sortant

1B/ Éviter l'allocation par l'extension des frontières du système / substitution



2/ Allocation par une relation physique sous-jacente

Allocation massique



3/ Allocation par une autre relation

Allocation économique



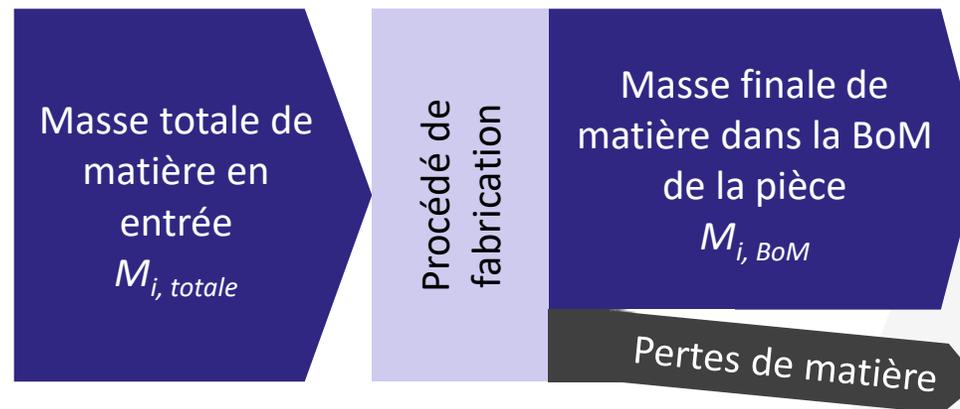
La fabrication d'une pièce engendre des pertes de matières premières. Comment les comptabiliser ?

1 Surconsommation de matières premières

Les pertes à la fabrication (ou les chutes de production) engendrent une **surconsommation de matières premières** par rapport aux quantités finales présentes dans la BoM (Bill of Materials), pour pouvoir fabriquer le produit fini.

Ci-dessous un exemple pour une matière donnée i :

$$M_{i,totale}[kg] = \frac{M_{i,BoM}[kg]}{1 - Taux_{pertes}} = \frac{M_{i,BoM}[kg]}{Rendement}$$



En fonction de l'étude, cette surconsommation peut être comptabilisée soit dans l'étape « Matières premières », soit dans « Fabrication ». Par exemple, la norme EN 15804+A2 pour les produits de construction dans le bâtiment la comptabilise dans l'étape « Matières premières ».

La fabrication d'une pièce engendre des pertes de matières premières. Comment les comptabiliser ?

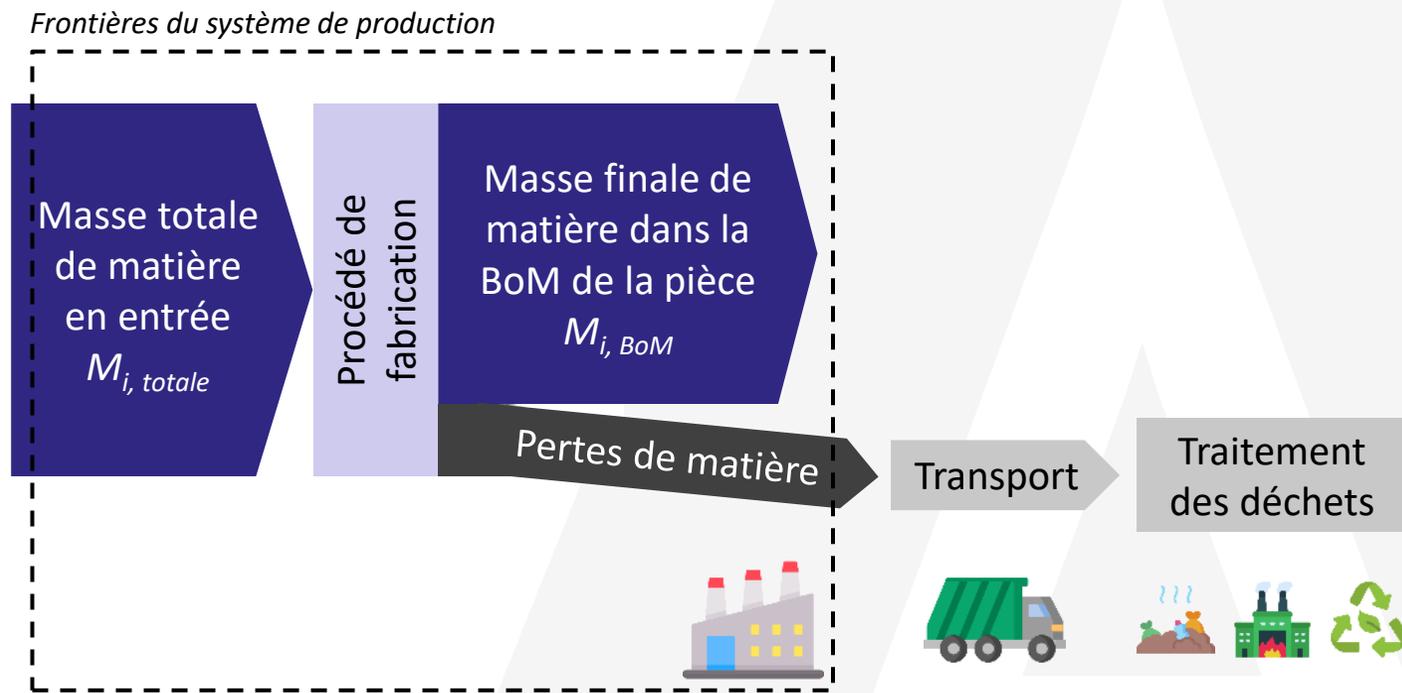
2 Traitement des pertes de matières premières

En approche cycle de vie d'un produit, tous les entrants et sortants d'un système sont comptabilisés.

Situation A : les pertes sont **des déchets** ou ne sont pas valorisés **au sein du site de production**

Les pertes ne sont pas recyclées en boucle fermée et elles sont considérées comme des **sortants du système**. Elles deviennent donc **des déchets de fabrication** qui sont éliminés en dehors du site de production. **Les impacts liés à l'élimination des déchets (transport + traitement) sont inclus dans l'évaluation produit** (cf. page « [Activités attribuables](#) » et les [recommandations de la PFA](#)).

Cf. Fiche méthodologique sur la [fin de vie](#) des déchets et des produits. Pour les déchets recyclés par un prestataire externe à destination d'autres acteurs, cf. fiche méthodologique sur la [comptabilisation du recyclage](#).



La fabrication d'une pièce engendre des pertes de matières premières. Comment les comptabiliser ?

2 Traitement des pertes de matières premières

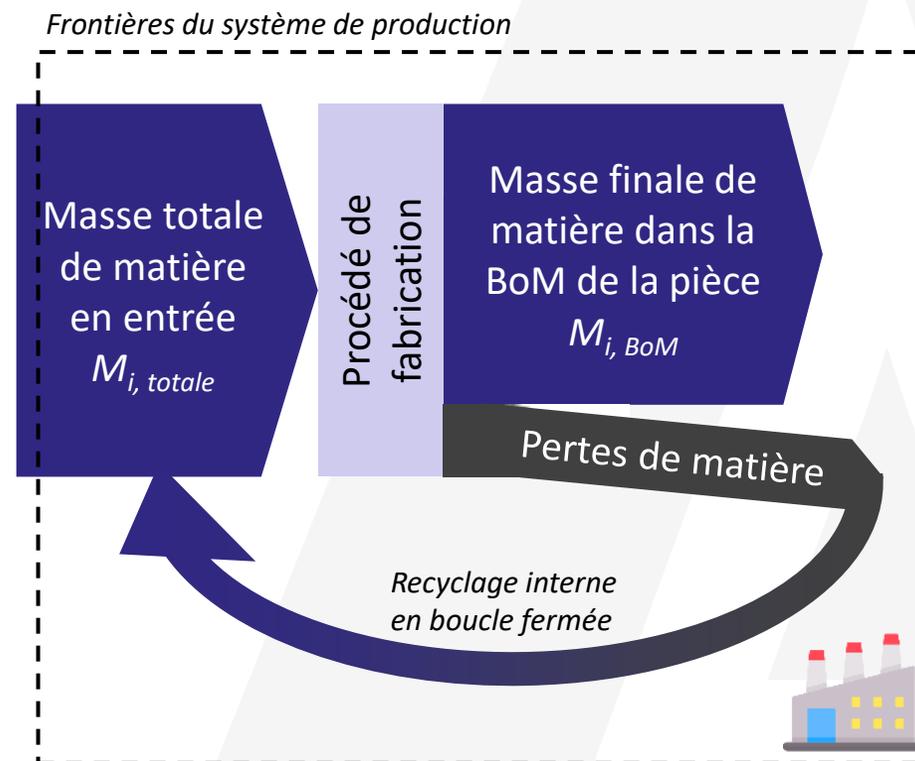
En approche cycle de vie d'un produit, tous les entrants et sortants d'un système sont comptabilisés.

Situation B : les pertes sont valorisées ou recyclées en boucle fermée au sein du site de production

Les pertes étant recyclées sur site en boucle fermée, elle **ne sont donc pas considérées comme étant des matières supplémentaires dans le bilan**, car elles ne sortent pas du système.

Les éventuels **traitements ou procédés appliqués à la matière avant sa réintégration dans la fabrication sont comptabilisés** (consommation d'énergie, de consommables, etc.).

Certains fabricants considèrent la matière recyclée en interne en tant qu'intrant de la composition de leur produit (matière première). Pour réconcilier cette comptabilisation avec l'approche cycle de vie, la quantité de matière recyclée « interne » est considérée comme matière sans aucun impact (càd le FE = 0 kg éq. CO₂).



La fabrication d'une pièce engendre des pertes de matières premières. Comment les comptabiliser ?

2 Traitement des pertes de matières premières

En approche cycle de vie d'un produit, tous les entrants et sortants d'un système sont comptabilisés.

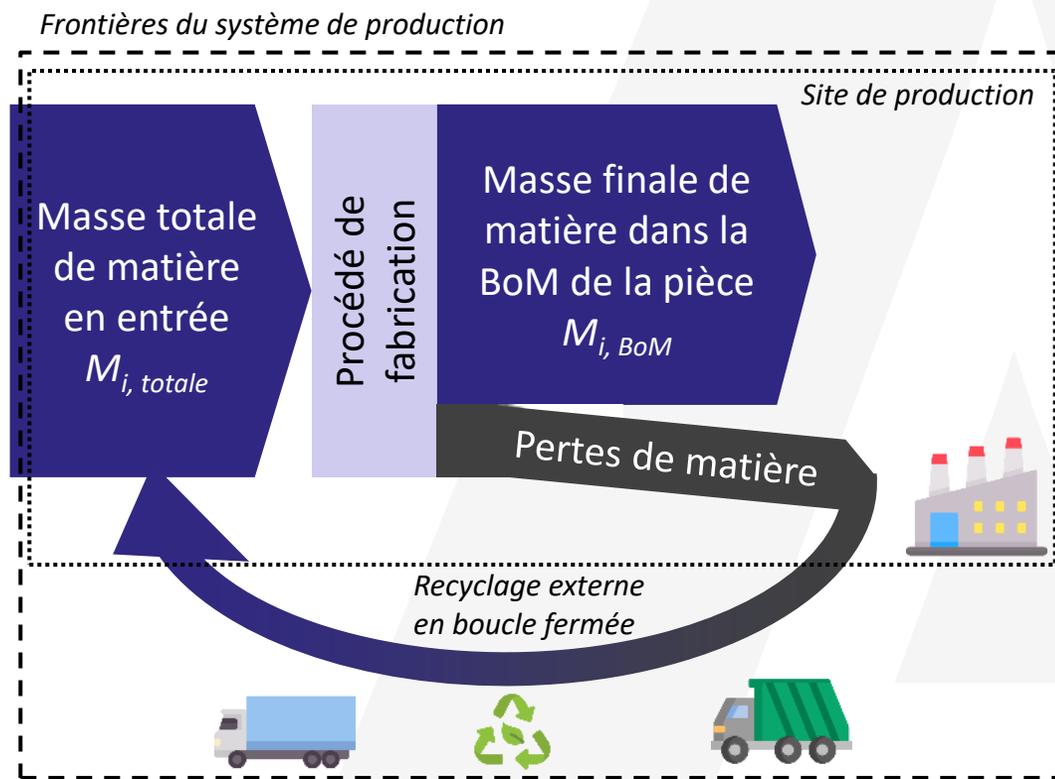
Situation C : les pertes sont valorisées ou recyclées en boucle fermée par un recycleur externe

Les pertes étant recyclées par un recycleur externe en boucle fermée, elle **ne sont donc pas considérées comme étant des matières supplémentaires dans le bilan**, car elles ne sortent pas du système.

Cependant, **les étapes liés au recyclage en externe doivent être prises en compte** : transport jusqu'au recycleur, entrants pour le procédé(s) de recyclage, et transport du recycleur jusqu'au site.

Voir « [Situation B](#) » pour intégrer la matière recyclée entrante dans le bilan.

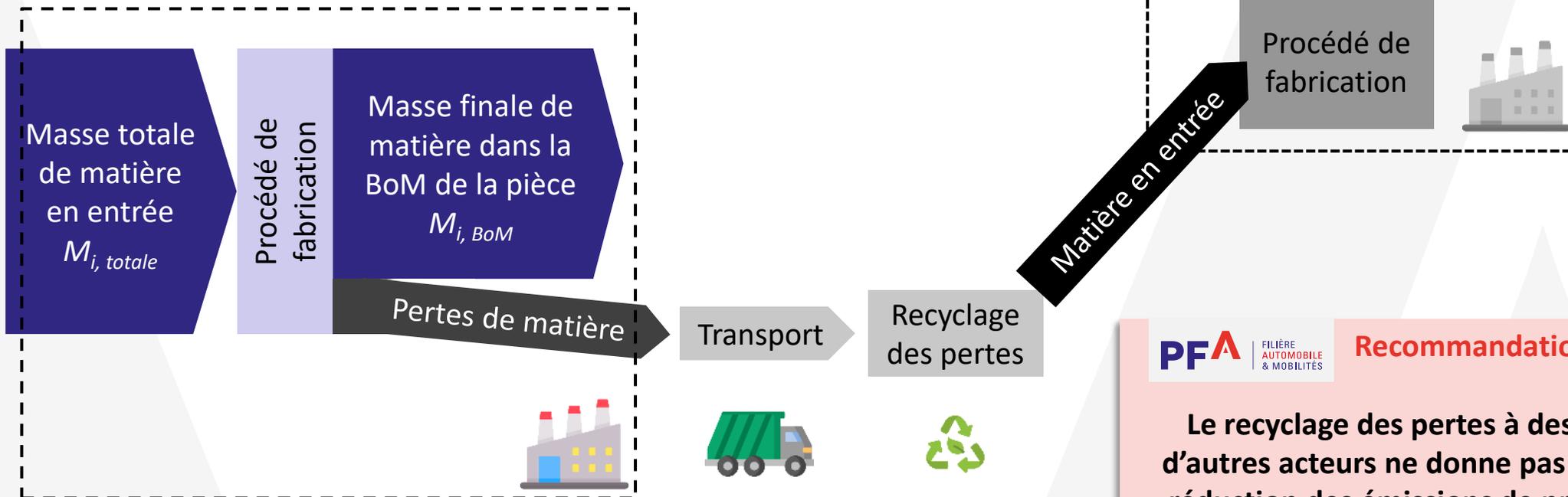
À noter : dans le cas où le fabricant s'approvisionne en déchets issus de pertes d'un autre fabricant (boucle ouverte), cf. fiches méthodologiques sur les [déchets et coproduits](#) et la [matière recyclée](#).



La fabrication d'une pièce engendre des pertes de matières premières. Comment les comptabiliser ?

3 Mise à disposition de matières à recycler chez un autre acteur Cf. Fiche méthodologique sur la [matière recyclée et le recyclage](#)

Frontières du système de production



PFA FILIÈRE AUTOMOBILE & MOBILITÉS

Recommandation de la PFA

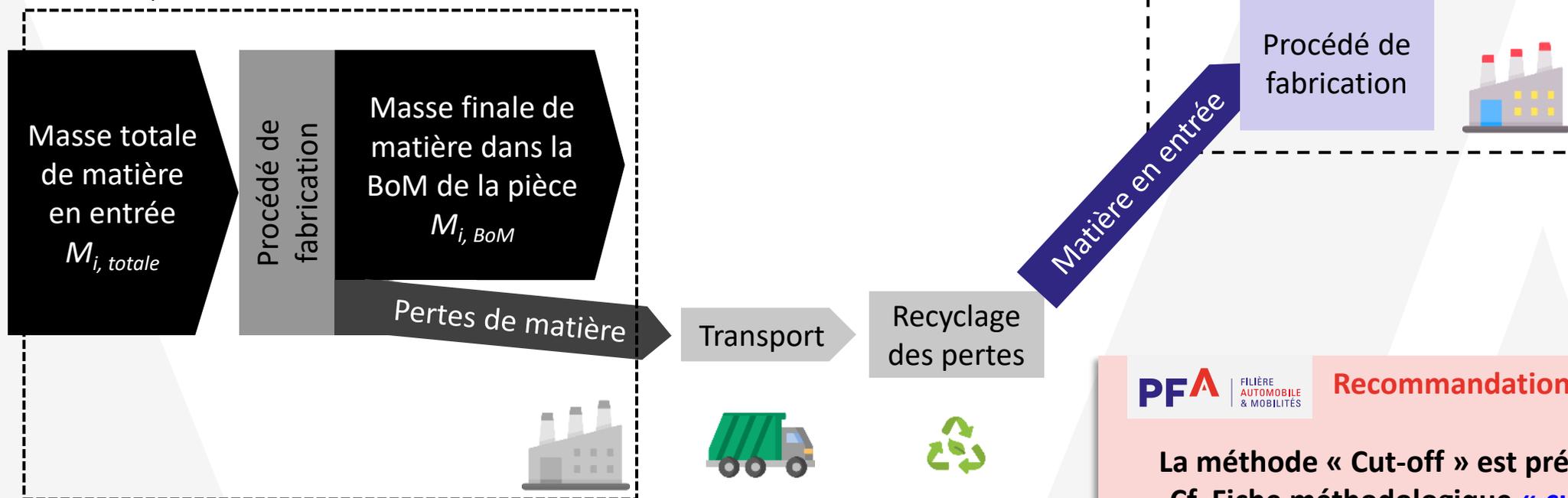
Le recyclage des pertes à destination d'autres acteurs ne donne pas lieu à une réduction des émissions de production.

La fabrication d'une pièce engendre des pertes de matières premières. Comment les comptabiliser ?

4 Approvisionnement en pertes issues d'un autre acteur

Cf. Fiches méthodologiques sur les [déchets et coproduits](#) et la [matière recyclée](#).

Autre site de production d'un autre acteur





Définitions issues des différents référentiels

Coproduit

- **ISO 14067** : « l'un ou l'autre de deux produits ou plus provenant du même procédé unitaire ou du même système de produits »
- **GHG Protocol Product Standard** : « un produit sortant du procédé commun qui a une valeur en tant qu'intrant dans le cycle de vie d'un autre produit »

VS

Déchet

- **ISO 14067** : « les substances ou objets que le détenteur a l'intention ou l'obligation d'éliminer »
- **GHG Protocol Product Standard** : « un sortant d'un procédé qui n'a pas de valeur économique »

- Au-delà des définitions issues des différents référentiels d'évaluation d'empreinte carbone produit, **la définition d'un déchet est surtout réglementaire et propre à chaque pays ou zone géographique.**
- Pour pouvoir utiliser un déchet comme matière première, la notion de **sortie de statut de déchet (SSD)** s'applique. Cette définition est également **réglementaire, propre à chaque pays ou zone géographique, et propre à chaque matériau.**
- Ces définitions peuvent **évoluer dans le temps** en fonction des évolutions de marché, technologiques, et réglementaires.



Définitions issues de la législation française

Ordonnance n° 2010-1579 du 17 décembre 2010 portant diverses dispositions d'adaptation au droit de l'Union européenne dans le domaine des déchets

Déchet : toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire

Recyclage : toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. Les opérations de valorisation énergétique des déchets, celles relatives à la conversion des déchets en combustible et les opérations de remblaiement ne peuvent pas être qualifiées d'opérations de recyclage

Valorisation : toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, y compris par le producteur de déchets

Élimination : toute opération qui n'est pas de la valorisation même lorsque ladite opération a comme conséquence secondaire la récupération de substances, matières ou produits ou d'énergie

Code de l'environnement : Article D541-12-11

Les critères de **sortie du statut de déchet** incluent :

- a) Les déchets autorisés utilisés en tant qu'intrants pour l'opération de valorisation ;
- b) Les procédés et techniques de traitement autorisés ;
- c) Les critères de qualité applicables aux matières issues de l'opération de valorisation qui cessent d'être des déchets, conformément aux normes applicables aux produits, y compris, si nécessaire, les valeurs limites pour les polluants ;
- d) Les exigences pour les systèmes de gestion, conformément à l'article D. 541-12-14 ;
- e) L'exigence d'une attestation de conformité, conformément à l'article D. 541-12-13.

Code de l'environnement : Article L541-4-3

I. - **Un déchet cesse d'être un déchet** après avoir été traité et avoir subi une opération de valorisation, notamment de recyclage ou de préparation en vue de la réutilisation, s'il remplit l'ensemble des conditions suivantes :

- la substance ou l'objet est utilisé à des fins spécifiques ;
- il existe une demande pour une telle substance ou objet ou elle répond à un marché ;
- la substance ou l'objet remplit les exigences techniques aux fins spécifiques et respecte la législation et les normes applicables aux produits ;
- son utilisation n'aura pas d'effets globaux nocifs pour l'environnement ou la santé humaine.

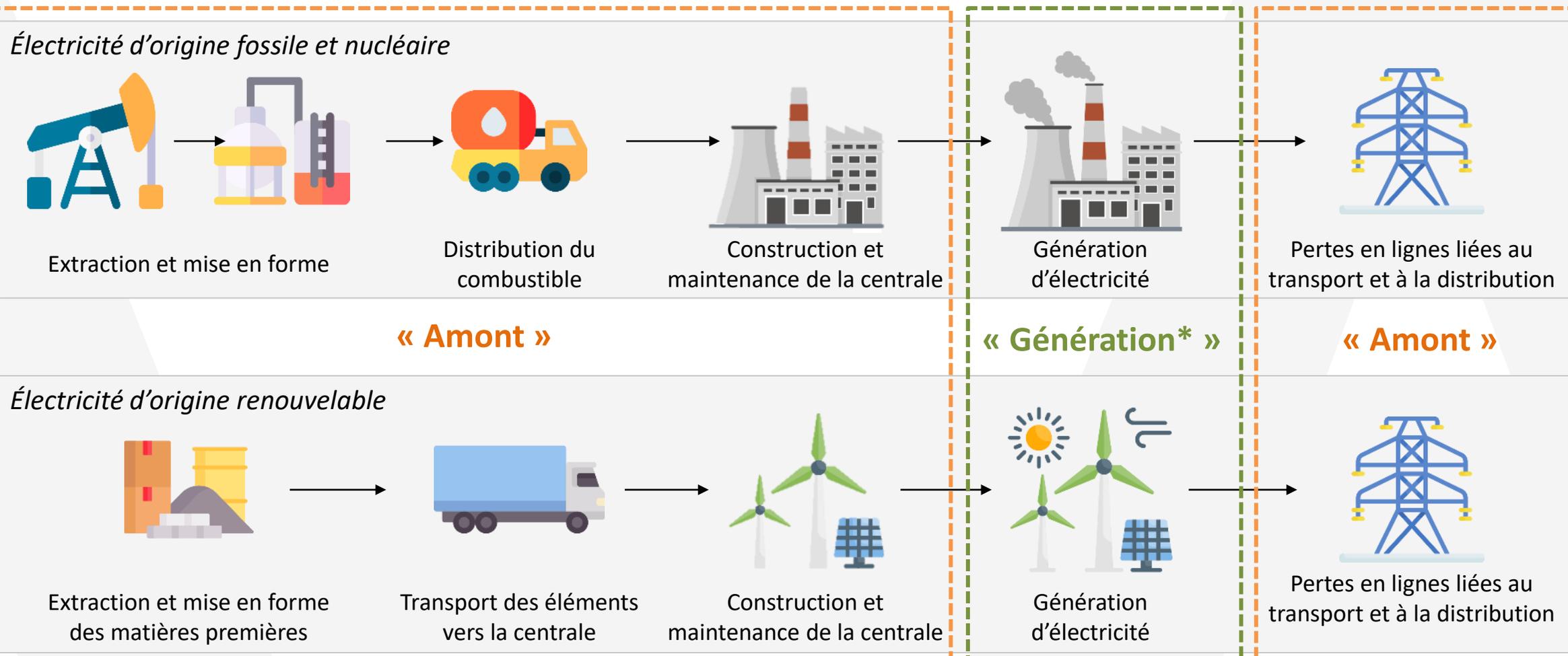
II. - Les objets ou composants d'objets qui sont devenus des déchets et qui font l'objet d'une opération de préparation en vue de la réutilisation pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus sont réputés remplir l'ensemble des conditions mentionnées au I du présent article, dès lors qu'ils respectent la législation et les normes applicables aux produits. Ils cessent alors d'être des déchets à l'issue de l'opération de préparation en vue de la réutilisation.

Consommation d'électricité (1/3)



Fiches méthodologiques

La production d'électricité est généralement divisée en 2 parties : « **Génération** » et « **Amont** » (production et distribution). Toute ces étapes peuvent être prises en compte dans le facteur d'émission de l'électricité :



*Par convention, les émissions de GES lors de la phase de génération d'électricité d'origine renouvelable sont nulles.





Les différents mix électriques

Mix électrique moyen de réseau

L'électricité produite dans un pays donné, toutes origines confondues. Cette électricité du réseau se verra conventionnellement affecter le contenu moyen en gaz à effet de serre de la consommation électrique effectuée dans le pays.

En général, les facteurs d'émission du mix électrique moyen d'un pays comptabilisent les imports et les exports d'électricité en plus de l'électricité produite dans le pays.

Source : ADEME Base Carbone

Mix électrique résiduel

Le mix résiduel d'électricité d'un pays désigne les sources d'approvisionnement en électricité qui ne sont pas couvertes par des garanties d'origine (ou d'autres mécanismes de traçabilité fiables).

Source : [Legifrance](#)

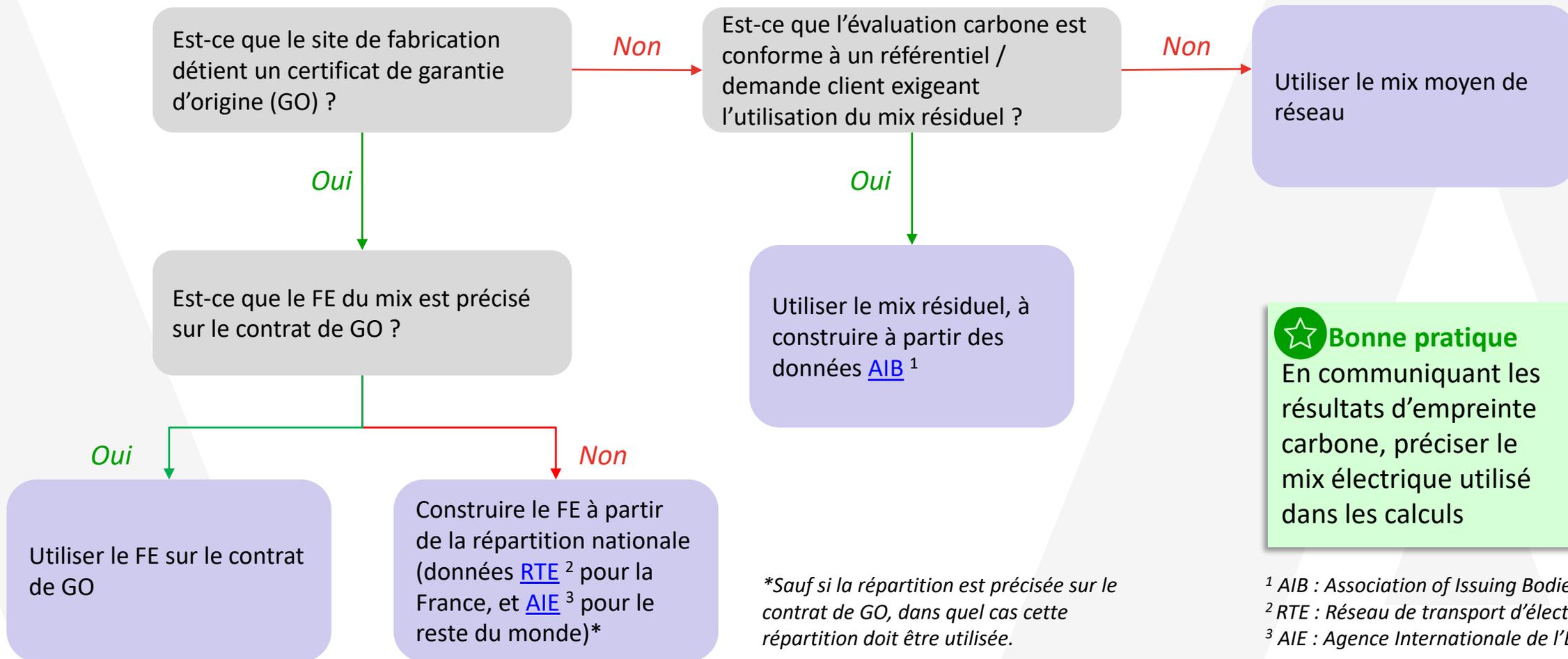
Mix électrique Garantie d'Origine (GO)

Une garantie d'origine est un document électronique servant uniquement à prouver au client final qu'une part ou une quantité déterminée d'énergie a été produite à partir de sources renouvelables ou par cogénération.

Source : [Legifrance](#)



Logigramme du choix de mix électrique



¹ AIB : Association of Issuing Bodies

² RTE : Réseau de transport d'électricité

³ AIE : Agence Internationale de l'Énergie

Un équipementier de rang 1 (*Tier 1*) fabrique des produits qui seront par la suite intégrés par un OEM au sein d'un véhicule. Comment comptabiliser l'assemblage du véhicule, ramené à une seule pièce / un seul composant ?

Ci-dessous une proposition de méthode utilisant une **allocation temporelle** de l'assemblage de la pièce par rapport au véhicule.

$$\frac{\text{Temps}_{\text{assemblage pièce}}}{\text{Temps}_{\text{assemblage véhicule}}} \times \text{Consommation énergétique}_{\text{assemblage d'un véhicule}} \times FE_{\text{énergie du lieu de fabrication}}$$

Attention : précédentes évaluations environnementales ont démontré que cette étape a souvent une contribution négligeable pour un véhicule. Il est donc possible de l'exclure de l'évaluation, en particulier pour une seule pièce.

La consommation énergétique peut être une moyenne pour un véhicule assemblé dans une usine. Les consommations de tout type d'énergie (électricité, gaz, fioul, etc) doivent être considérées.

Le FE de la consommation d'électricité et de gaz dépend de la zone géographique.

Un équipementier de rang 1 (*Tier 1*) fabrique des produits qui seront par la suite intégrés au sein d'un véhicule. Comment comptabiliser la phase d'utilisation du véhicule, ramenée à une seule pièce / un seul composant ?



Recommandation de la PFA : phase d'utilisation pour un système (1/2)

Le plus souvent, il s'agit d'évaluer les impacts d'un système alternatif par rapport à ceux du système de référence (monté sur un véhicule aux caractéristiques définies).

Pour ce faire, il faudra en priorité obtenir de la part du constructeur l'écart de consommation entre le véhicule équipé du système alternatif et le véhicule de référence.

En l'absence de données spécifiques au véhicule étudié, le tableau ci-dessous peut être utilisé :

Consommation WLTC ¹	Véhicule Thermique Essence	Véhicule Électrique
Écart	Ecart en l/100 km	Ecart en kWh/100 km
Masse : +10 kg sans adaptation GMP ²	+ 0,016	+ 0,028
SCx ³ : + 10/1000 m ²	+ 0,024	+ 0,10
Pneus : +1 kg / t veh ⁴	+0,099	+ 0,45
Conso Elec 12v : +100 w	+ 0,066	+ 0,26

¹ WLTC : Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure

² GMP : Groupe motopropulseur

³ Le SCx est le coefficient de traînée aérodynamique multiplié par la surface frontale exposée à l'air (en mètre carré)

⁴ Le coefficient de résistance au roulement (CRR) caractérise les pertes hystérétiques du pneu, qui représentent une des principales contributions à l'efficacité énergétique du pneu. Il correspond à la force de résistance au roulement (FRR) rapportée à la charge portée par le pneu, et s'exprime en kg/t. L'écart de consommation est rapporté à un véhicule moyen : il ne faut pas multiplier la valeur par la masse supposée du véhicule.

Un équipementier de rang 1 (*Tier 1*) fabrique des produits qui seront par la suite intégrés au sein d'un véhicule. Comment comptabiliser la phase d'utilisation du véhicule, ramenée à une seule pièce / un seul composant ?

Recommandation de la PFA : phase d'utilisation pour un système (2/2)

L'évaluation de la phase d'usage d'un système (équipement, pièce ou composant) dans l'absolu s'appuiera sur la règle présentée ci-dessous en prenant en référence l'absence de système :

$$\frac{Poids_{pièce} [kg]}{Poids_{réf} [10 kg]} \times \frac{Consommation\ véhicule [L/100km]}{[100 km]} \times \boxed{\text{Kilométrage parcouru [km]}} \times FE_{utilisation\ du\ carburant} [kg\ éq\ CO_2/L]$$

↓

Segment	Kilométrage (km)	Durée de vie
SEGMENT A	150 000	15 ans
SEGMENT B		
SEGMENT C	225 000	
SEGMENT D		
SEGMENT E	270 000	
SEGMENT F		
CDV / VAN1-VAN2	270 000 / 300 000	

Le traitement des produits en fin de vie peut s'effectuer par :



Incinération*,



Enfouissement, appelé également stockage,



Recyclage (cf. [fiche méthodologique](#) concernée).

- Les impacts environnementaux d'un produit en fin de vie dépendent du **mode de traitement** (élimination par incinération ou enfouissement) ainsi que des **matériaux qui composent ce produit** (plastique, acier, aluminium, etc.).
- Pour comptabiliser la fin de vie d'un produit, il faut associer un facteur d'émission à chacune des matières constituantes et du mode de traitement associé.

Empreinte carbone des produits en fin de vie

Exemple pour un Produit Z

30 kg polypropylène	X	FE _{incinération PP}
27 kg polyéthylène	X	FE _{enfouissement PE}
15 kg ABS	X	FE _{incinération ABS}
1 kg électroniques	X	FE _{enfouissement DEEE}

Ce calcul nécessite **la connaissance du scénario de fin de vie de chaque pièce, et chaque matière dans cette pièce.**

**A noter : la récupération d'énergie lors de l'incinération peut être comptabilisée différemment en fonction des approches de fin de vie > voir la [fiche méthodologique](#) sur le recyclage.*



Fin de vie des déchets de production

Le mode de traitement de chaque déchet de production doit être comptabilisé. Si le mode de traitement n'est pas connu, il est possible de faire une hypothèse :

- soit conservatrice (par exemple 100% incinération),
- soit basée sur les données nationales moyennes de traitement des déchets (en France, se référer à l'ADEME).

Fin de vie des déchets de produits finis (véhicules et pièces)

La Directive 2000/53/CE du 18 septembre 2000 sur les Véhicule Hors d'Usage (VHU) fixe les taux de recyclage et de valorisation des VHU, avec les taux suivants depuis 2015 :

- 95% de réutilisation et valorisation en masse du VHU,
- comprenant un minimum de 85 % de réutilisation et de recyclage en masse du VHU.

Hypothèses sur la fin de vie des VHU par filière matière

En France, la filière de responsabilité étendue du producteur (REP) de véhicules hors d'usage (VHU) permet de recueillir quelques données sur la fin de vie de chaque matériau présent dans un véhicule. Le rapport de l'ADEME « [Automobiles – Données 2019](#) » recueille notamment les scénarios de fin de vie actuels de tous les matériaux présents dans les VHU.



Recommandation de la PFA : fin de vie des VHU par filière matière

Les filières de fin de vie à considérer sont spécifiées dans le tableau suivant (à partir de la décomposition des matériaux des VHU proposée dans la norme ISO 22628) :

Matériaux	Composants	Norme ISO 22628	Filière de fin de vie à considérer par défaut
Composants et fluides	Tous fluides	Réutilisable ou recyclable	Recyclé
	Batterie 12V	Réutilisable ou recyclable	Recyclé
	Filtres à huile	Réutilisable ou recyclable	Recyclé
	Réservoir GPL	Réutilisable ou recyclable	Recyclé
	Réservoir GNC	Réutilisable ou recyclable	Recyclé
	Pneumatiques	Réutilisable ou recyclable	Recyclé
	Catalyseurs	Réutilisable ou recyclable	Recyclé
Métaux ferreux et non ferreux		Recyclable	Recyclé
Polymères		Recyclable ou valorisable	Polyolefines : Recyclé Autres : Incinéré
Élastomères		Recyclable ou valorisable	Incinéré
Verre		Recyclable	Recyclé
MONM (Organique Naturelle Modifiée)		Recyclable ou valorisable	Recyclé
Autres		Recyclable, valorisable ou indéfini	Mise en décharge



Les définitions clés de l'ADEME

Procédé de recyclage

« Toute opération de valorisation par laquelle les déchets sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins.

Le recyclage est un procédé multifonctionnel, car il constitue à la fois un mode de traitement de déchets et un mode de production de ressources. »

Recyclage en boucle fermée

« Utilisation de la matière première de recyclage pour un usage et une destination identiques sans perte fonctionnelle de la matière. »

Exemple : recyclage d'une bouteille PET en bouteille PET, recyclage du verre d'emballage en verre d'emballage, recyclage d'enrobés routiers dans la fabrication de nouveaux enrobés, etc.

Recyclage en boucle ouverte

« Utilisation de la matière de recyclage pour une destination différente, mais en substitution d'une matière première vierge. »

Exemple : recyclage d'une bouteille PET en fibre polaire, recyclage du papier en produit d'isolation, etc.

Source : ADEME : [Le recyclage](#)





Les définitions clés de la norme ISO 14021

Matériau récupéré (pour valorisation)

« Matériau qui aurait autrement été éliminé comme déchet ou utilisé pour la valorisation énergétique, mais qui, au lieu de cela, a été collecté et récupéré (pour valorisation) comme matériau entrant, à la place d'une nouvelle matière première, dans un procédé de recyclage ou de fabrication. »

Matériau recyclé

« Matériau régénéré à partir d'un matériau récupéré (pour valorisation) au moyen d'un procédé de fabrication, et transformé en produit final ou en composant destiné à être intégré à un produit. »

Matériau « pré-consommateur »

« Matériau détourné du flux de déchets pendant un procédé de fabrication. Est exclue la réutilisation de matériaux tels que ceux issus du retraitement, du rebroyage ou les résidus générés pendant un procédé donné et pouvant être récupérés (pour valorisation) au sein de ce même procédé qui les a générés. »

> Les pertes de fabrication recyclées en interne au sein d'un système de production ne sont pas considérées comme un matériau recyclé.

Matériau « post-consommateur »

« Matériau généré par les ménages ou par les installations commerciales, industrielles ou institutionnelles dans leur rôle d'utilisateur final du produit qui ne peut plus servir à l'usage pour lequel il a été conçu. Ceci comprend les retours de matériau de la chaîne de distribution. »

Contenu recyclé

« Proportion, en masse, de matériau recyclé dans un produit ou un emballage. Seuls les matériaux « pré-consommateurs » et « post-consommateurs » doivent être considérés comme un contenu recyclé. »

Comment comptabiliser le recyclage et les matières recyclées pour un produit ?

Méthode « Cut-off », ou « 100/0 », ou « contenu recyclé », ou « méthode des stocks »

La méthode « **Cut-off** » attribue les impacts du recyclage de la matière au cycle de vie qui utilise cette matière recyclée. Cette méthode peut être utilisée dans des situations en **boucle ouverte** qui comprennent des entrées de matières recyclées et des sorties de matières recyclables / à recycler.

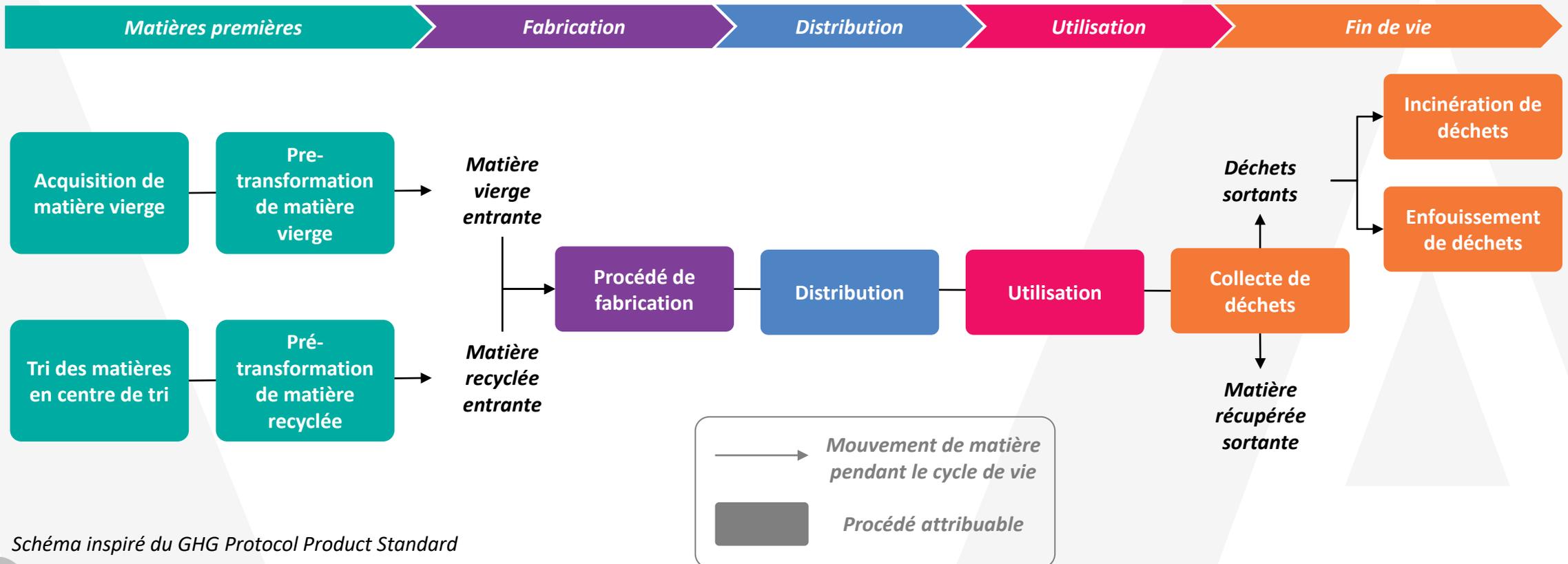


Schéma inspiré du GHG Protocol Product Standard



Comment comptabiliser le recyclage et les matières recyclées pour un produit ?

Méthode « boucle fermée », ou « 0/100 », ou « approche fin de vie », ou « approche de substitution de la recyclabilité »

La méthode « **boucle fermée** » attribue les impacts du recyclage à la fin de vie du produit étudié. Son nom provient de **l'hypothèse que la matière recyclée est utilisée pour remplacer une matière vierge ayant les mêmes propriétés intrinsèques**. Dans cette méthode, aucun impact lié au recyclage n'est alloué à un autre système de produit. Cependant, la création de matières recyclables entraîne la substitution de matières vierges et des impacts associés à leur fabrication.

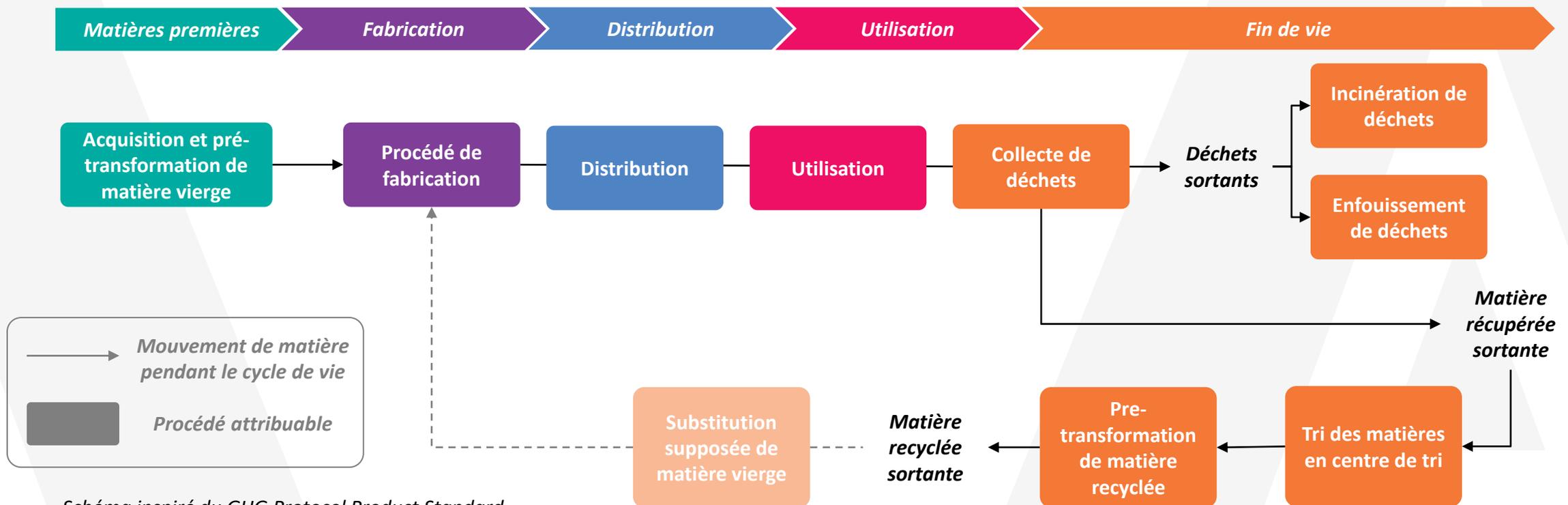


Schéma inspiré du GHG Protocol Product Standard





Comment comptabiliser le recyclage et les matières recyclées pour un produit ?

Méthode « Circular Footprint Formula (CFF) » (formule d'empreinte circulaire)

La CFF a été développée par la Commission Européenne dans le cadre du PEF. Elle vise à intégrer les aspects des différentes approches de comptabilisation en fin de vie, en combinaison avec les caractéristiques propres aux matériaux et au marché (telles que la dégradation des matériaux et les taux de recyclage propres à chaque pays). La formule combine trois parties liées à la matière, l'énergie, et l'élimination :

Matière

$$(1 - R_1)E_V + R_1 \times \left(A \times E_{\text{recycled}} + (1 - A)E_V \times \frac{Q_{\text{Sin}}}{Q_P} \right) + (1 - A)R_2 \times \left(E_{\text{recyclingEoL}} - E_V^* \times \frac{Q_{\text{Sout}}}{Q_P} \right)$$

Impacts de la production de la matière vierge Impacts de la matière recyclée entrante Impacts du procédé de recyclage, moins le crédit pour la matière vierge évitée

Énergie

$$(1 - B)R_3 \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,heat} \times E_{SE,heat} - LHV \times X_{ER,elec} \times E_{SE,elec})$$

Impacts du procédé de valorisation énergétique, moins le crédit pour l'énergie primaire évitée

Élimination

$$(1 - R_2 - R_3)E_D$$

Impacts de l'élimination des déchets restants (par incinération et/ou enfouissement)

Pour la définition précise de chaque terme ainsi qu'une explication détaillée sur l'application de la CFF, se référer à :

- Recommandation (UE) [2021/2279](#) de la Commission du 15 décembre 2021 relative à l'utilisation de méthodes d'empreinte environnementale pour mesurer et indiquer la performance environnementale des produits et des organisations sur l'ensemble du cycle de vie, Annex 1
- Les [formations de la Commission Européenne sur le PEF](#), dont 2 formations sur la CFF





Quelle méthode est la plus pertinente et dans quelle situation ?

Méthode « Cut-off »

- Lorsque le **produit contient des intrants recyclés**, mais qu'aucun recyclage n'a lieu en aval.
- Lorsque le **marché des matières recyclées est saturé** (i.e., toutes les matières récupérées ne sont pas utilisées comme matière recyclée entrante, l'offre dépasse la demande) et il est donc nécessaire d'orienter le marché vers l'utilisation de ces matières recyclées.
- Lorsque le **contenu en matière recyclée du produit est directement influencé par les activités de l'entreprise**, et que, par conséquent, l'entreprise a le contrôle de la quantité de matières recyclées qu'elle doit se procurer.
- Lorsque la **période d'utilisation du produit est longue et/ou très incertaine** et, par conséquent, la quantité de matières recyclées en fin de vie est également très incertaine.

Méthode « boucle fermée »

- Lorsque le **contenu en matière recyclée du produit est inconnu** parce que ce dernier est impossible à distinguer de la matière vierge sur le marché.
- Lorsque le **marché des matières recyclées n'est pas saturé** (i.e., toutes les matières récupérées sont utilisées comme de la matière recyclée entrante, la demande dépasse l'offre) et il est donc nécessaire d'orienter le marché vers la mise à disposition de matière recyclée.
- Lorsque la **durée de la phase d'utilisation du produit est courte et/ou bien connue**.

Méthode « CFF »

- Lorsque une **méthode compréhensive et harmonisée combinant matière, énergie et élimination** est requise pour l'étude.
- Lorsque l'étude doit être **conforme aux règles du PEF**.
- Lorsque l'étude doit **répondre aux recommandations et exigences au niveau européen**.



Recommandation de la PFA

La méthode « Cut-off » est préconisée



Bonne pratique

En communiquant les résultats d'empreinte carbone, préciser la méthode de comptabilisation de matière recyclée et de recyclage utilisée





Comment comptabiliser les éventuelles émissions « évitées », « crédits » ou « bénéfiques » grâce au recyclage de matière et la valorisation énergétique lors de l'incinération ?

La méthode utilisée définit la comptabilisation de ces émissions « évitées » ou « crédits ».

Qu'est-ce qu'une « émission évitée » ou un « crédit » ?

- Mettre à disposition de la matière à recycler, ou s'approvisionner en matière recyclée, **permettrait d'éviter la production de matière vierge**. La matière recyclée se substituerait à la matière vierge.
 - *Par exemple : utiliser 1 kg d'acier 100% recyclé permettrait d'éviter de produire 1 kg d'acier vierge.*
- Un déchet incinéré dans un incinérateur avec valorisation énergétique produit de l'énergie (électricité et/ou chaleur) qui est par la suite mise à disposition sur le réseau. La valorisation du déchet **permettrait donc d'éviter de la production d'énergie**.
 - *Par exemple : incinérer 1 kg de déchets plastiques permettrait de générer 3 MJ d'électricité, ce qui permettrait d'éviter la production de 3 MJ d'électricité du réseau.*
- Dans ce cas, **les « émissions évitées » font référence aux émissions potentiellement évitées par la valorisation de matière en fin de vie**. Dans l'évaluation d'empreinte carbone produit, il est possible de les attribuer au produit en question en tant que « crédits » ou « bénéfiques », c'est-à-dire des émissions négatives ajoutées au total de l'empreinte carbone du produit. En revanche, cela dépend de la méthode retenue.

 **Bonne pratique**
En communiquant les résultats d'empreinte carbone, préciser la méthode de comptabilisation de matière recyclée et de recyclage utilisée

Attention : le concept d'« émissions évitées » à l'échelle d'une organisation ou un secteur fait l'objet de plusieurs débats. Voir la [fiche technique de l'ADEME](#) à ce propos.



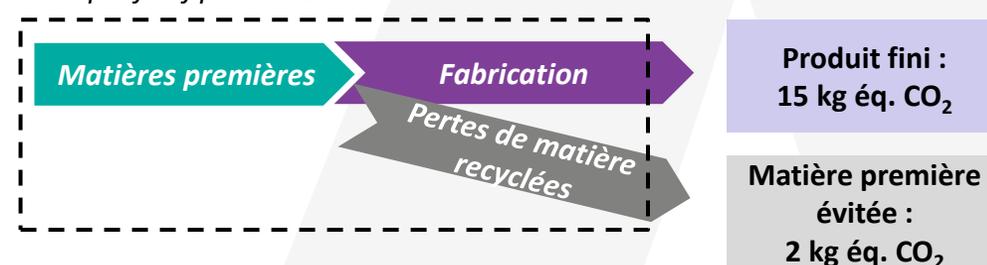


Comment comptabiliser les éventuelles émissions « évitées » ou « crédits » grâce au recyclage de matière et la valorisation énergétique lors de l'incinération ?

La méthode utilisée définit la comptabilisation de ces émissions « évitées » ou « crédits ».

Méthode	Les « crédits » sont-ils inclus dans l'évaluation totale ?	Est-il possible de mentionner les « crédits » séparément ?	Exemple de présentation des résultats totaux (lié au schéma ci-contre)
« Cut-off »	Exclus	Oui, mais il n'est pas possible de les combiner au total	Total : 15 kg éq. CO ₂ Émissions évitées : 2 kg éq. CO ₂
« Boucle fermée »	Inclus	Oui, en les mentionnant car combinés au total	Total : 15-2 = 13 kg éq. CO ₂ Dont émissions évitées : 2 kg éq. CO ₂
« CFF »	Inclus	Non, car déjà inclus dans l'évaluation totale par la formule dédiée	Total : 15-2 = 13 kg éq. CO ₂

Exemple fictif pour une évaluation « du berceau à la sortie d'usine »



★ Bonne pratique

En fonction de la méthode retenue, préciser les émissions « évitées » séparément



Recommandation de la PFA

Aucun « crédit » lié au recyclage ou à la production d'énergie par l'incinération ne doit être pris en compte (méthode « Cut-off »).





Exemple de mise en pratique des différentes méthodes

Pour un produit fictif en plastique de contenu 20% recyclé, et un taux de recyclage de 30%

Étape du cycle de vie	Matière première vierge	Procédé de recyclage de la matière première	Fabrication	Distribution	Utilisation	Élimination des déchets en fin de vie	Procédé de recyclage du produit en FDV
Empreinte carbone (kg éq. CO ₂)	15	2	5	1	2	3	4

Méthode « Cut-off »



Méthode « boucle fermée » (en prenant 50% de recyclage en fin de vie)



Méthode « Circular Footprint Formula (CFF) » (en prenant les paramètres par défaut pour le plastique, sans valo. énergétique)



*Valeur liée aux facteurs A et Q_{sin}/Q_p

**Valeur liée aux facteurs A et Q_{sout}/Q_p (substitution de matière vierge)





Les définitions clés

En France, la loi (article L541-1-1 du Code de l'Environnement) distingue le **réemploi** et la **réutilisation**. La différence engendre notamment le **passage ou non par un statut de déchet**.

Réemploi

Toute opération par laquelle des substances, matières ou produits **qui ne sont pas des déchets** sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus.

Réutilisation

Toute opération par laquelle des substances, matières ou produits **qui sont devenus des déchets** sont utilisés de nouveau.

Il doit être souligné que dans la langue anglaise, le terme « *reuse* » est utilisé pour désigner ces 2 notions. Ces notions sont toujours en cours de discussion pour une meilleure harmonisation des pratiques de ce type de valorisation permettant de rester dans un régime « produit » et de ne pas entrer dans le régime « déchet »





Comment comptabiliser la réutilisation ou le réemploi d'un produit ?

Le sujet du réemploi ou de la réutilisation de produits en fin de vie est un sujet d'actualité en ACV mais qui n'est pas encore complètement mature. À ce jour, **il n'existe donc pas de consensus sectoriels**, à l'exception du secteur de la construction (souvent reconnu comme étant le secteur le plus mature en ce qui concerne l'analyse de la performance environnementale).

La norme EN 15804+A2 contient des règles précises sur la méthodologie à employer pour la réutilisation, et en France des règles sont précisées dans l'arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine. En revanche, **ces règles sont sujets à de possibles évolutions** à venir.

L'approche EN 15804+A2

- Dans la norme, **la réutilisation de produits est traitée comme le recyclage, c'est-à-dire en approche cut-off** où le point de coupure est défini par la Sortie de Statut de Déchet (SSD) du produit.
- Dans l'approche cut-off, les impacts des procédés de traitement en vue d'une réutilisation sont alloués aux « matières premières » du cycle de vie prochain.

Convention dans le bâtiment de l'arrêté du 4 août 2021

- Les **composants** (produits de construction ou équipements) **issus du réemploi ou d'une opération de réutilisation** (c'est-à-dire employés une nouvelle fois, pour un usage identique ou un nouvel usage, dans le même ou un autre bâtiment, sans retraitement hormis des opérations de reconditionnement, nettoyage ou réparation) **sont considérés comme n'ayant aucun impact**.
- Les valeurs des impacts pour tous les modules du cycle de vie sont donc nuls. Cependant, les impacts environnementaux des produits complémentaires nécessaires à la mise en œuvre des composants issus du réemploi ou de la réutilisation doivent être comptabilisés.

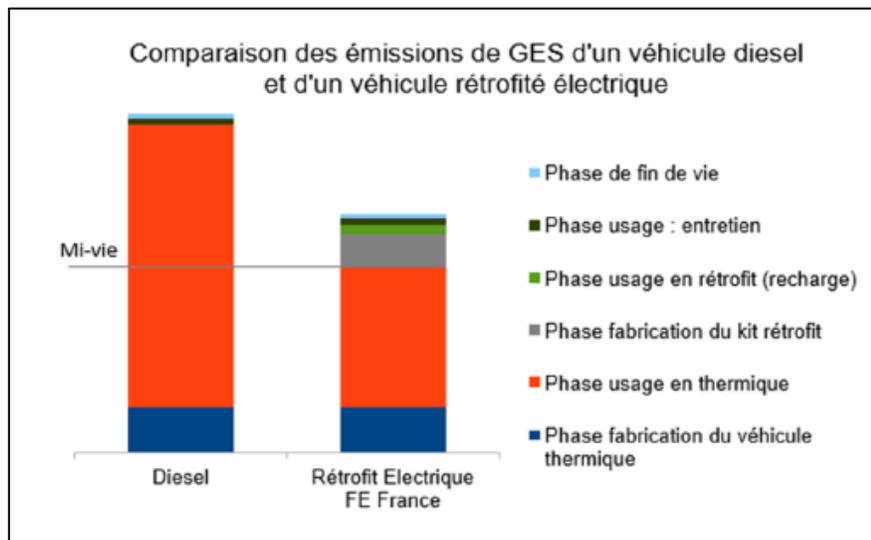


Comment comptabiliser le « rétrofit » d'un véhicule ?

Le « rétrofit » est une pratique qui permet de rénover les véhicules : ajout, modification ou restauration de systèmes vieillissants tout en maintenant l'usage initial du système. En particulier, le « rétrofit électrique » permet de convertir les véhicules thermiques en motorisation électrique à batterie ou à pile à combustible.

L'Étude « Rétrofit » de l'ADEME analyse notamment les impacts environnementaux d'un véhicule « rétrofité » en comparaison avec un véhicule électrique neuf ou d'occasion avec plusieurs scénarios.

La méthodologie et les hypothèses de calcul sont détaillées dans le rapport de l'étude, disponible sur le site de l'ADEME.



Source : [ADEME Étude « Rétrofit »](#)

Les impacts sur le réchauffement climatique sont généralement décomposés en 3 sous-indicateurs en fonction de l'origine des émissions de GES :

Réchauffement climatique d'origine fossile



Les émissions de GES issues de toute activité s'appuyant sur l'oxydation et/ou la réduction des carburants fossiles par le biais de leur transformation ou de leur dégradation (par exemple, combustion, fermentation, mise en décharge, etc.).

Réchauffement climatique d'origine biogénique



- Les émissions de GES dues à l'oxydation et/ou la réduction de la biomasse aérienne par le biais de sa transformation ou de sa dégradation (par exemple, combustion, fermentation, compostage, mise en décharge)
- La fixation de CO₂ contenu dans l'atmosphère par photosynthèse pendant la croissance de la biomasse – c'est-à-dire correspondant à la teneur en carbone des produits, biocarburants ou déchets végétaux en surface.

Réchauffement climatique lié à l'utilisation des sols et au changement d'affectation des sols (« LULUC* »)



Les fixations et émissions de GES dues aux variations des stocks de carbone causées par le changement d'affectation des sols et l'utilisation des sols.

*LULUC : Land use and land use change

L'impact total sur le réchauffement climatique est la somme des 3 sous-indicateurs. En revanche, **il est nécessaire de préciser les résultats de chaque sous-indicateur**. Cela s'applique également aux facteurs d'émission.

	Origine	Fossile	Biogénique	LULUC	Total
<i>Exemple</i>	Facteur d'émission de matériau fictif	15 kg équ. CO ₂	-3 kg équ. CO ₂	1 kg équ. CO ₂	13 kg équ. CO ₂

Définition : la teneur en carbone biogénique

- La teneur en carbone biogénique et en énergie d'un produit biosourcé qui entre dans le produit à partir de la nature est considéré comme une **propriété intrinsèque au matériau**.
- La teneur en carbone biogénique doit être calculée sur une base de matière sèche et sur la base de la teneur en carbone des différents composants du produit.

Exemple : une fibre de chanvre contenant 77% de cellulose, 10% d'hémicellulose, 2,9% de pectine et 6,8% de lignine a une teneur en carbone de 43,75%.

Comment comptabiliser le carbone biogénique à l'échelle produit ?

Approche « 0/0 »

Absorption de CO₂ biogénique non-comptabilisée

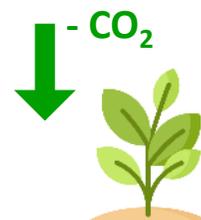


Émissions de CO₂ biogénique non-comptabilisées

Cette approche considère que les émissions de CO₂ en fin de vie d'un produit biosourcé sont équilibrées par une absorption équivalente de CO₂ lors de la croissance de la biomasse. L'absorption et les émissions de CO₂ biogénique ne sont donc pas comptabilisées.

Approche « -1/+1 »

Absorption de CO₂ biogénique par photosynthèse



Émissions de CO₂ biogénique en fin de vie

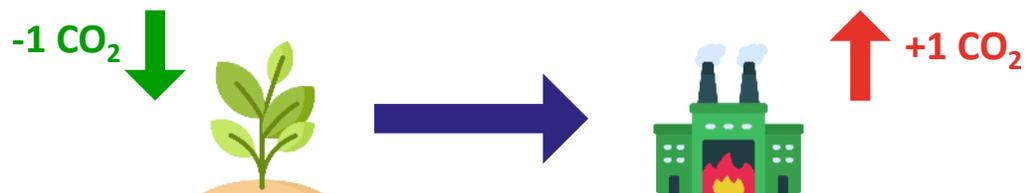
Cette approche trace tous les flux de CO₂ biogénique le long du cycle de vie. L'absorption ainsi que les émissions de CO₂ biogénique sont considérées.

Approche dynamique

Par rapport aux deux approches précédentes, la temporalité des émissions de carbone et l'influence des périodes de rotation liées à la croissance de la biomasse sont pris en compte.

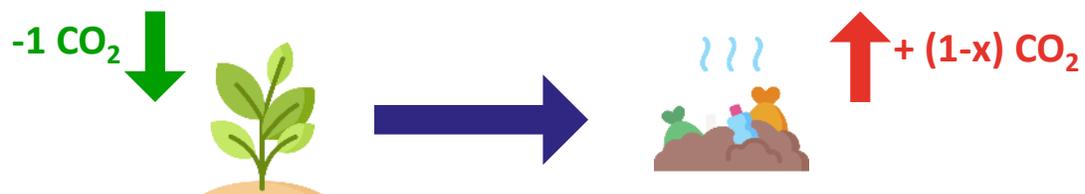
Les scénarios de fin de vie dans l'approche -1/+1

Incinération



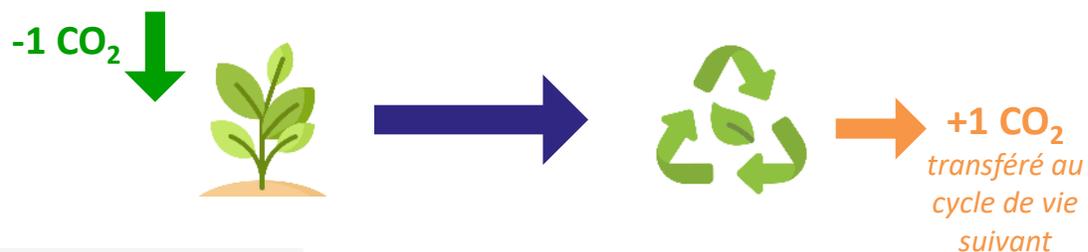
Quand un produit contenant du carbone biogénique est incinéré, le **carbone biogénique est entièrement émis (+1)** en fin de vie. La contribution à l'empreinte carbone est ainsi net zéro.

Enfouissement



Quand un produit contenant du carbone biogénique est enfouï, le **carbone biogénique peut être partiellement émis (+(1-x))** en fin de vie, en fonction des taux de dégradation de la matière. Dans le cas où le carbone est stocké de façon permanente, il n'y a aucune émission en fin de vie.

Recyclage ou réutilisation



Quand un produit contenant du carbone biogénique est recyclé ou réutilisé, le **carbone biogénique est entièrement transféré au cycle de vie prochain** (comme la teneur en carbone biogénique est intrinsèque au produit). La contribution à l'empreinte carbone est ainsi artificiellement net zéro.

Carbone biogénique (4/6)

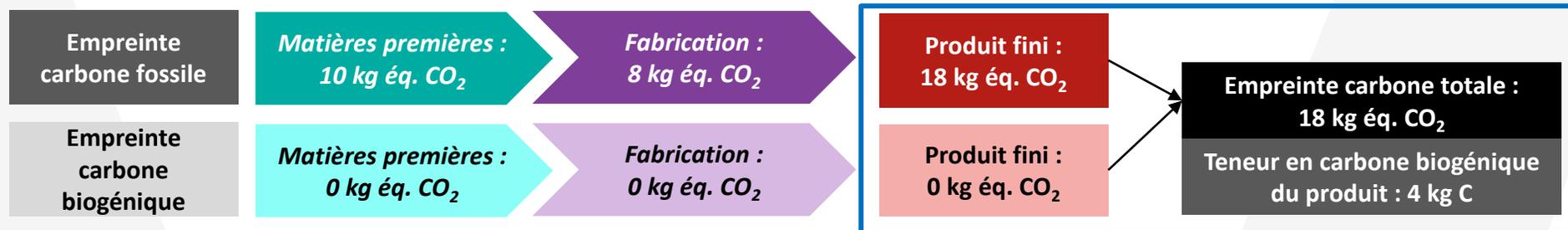


Exemple pour un matériau biosourcé fictif en cradle-to-gate

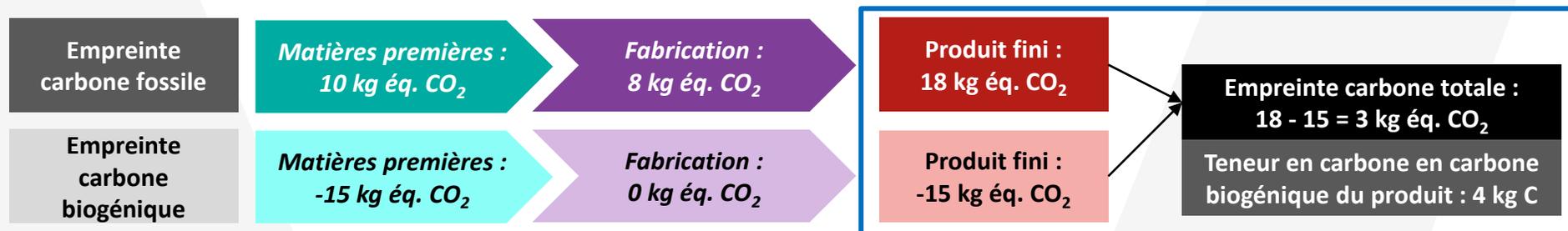
Étape du cycle de vie	Teneur en carbone biogénique des matières premières	Matières premières	Fabrication
Empreinte carbone fossile (kg éq. CO ₂)	-	10	8
Empreinte carbone biogénique (kg éq. CO ₂)	-	-15	-
Teneur en carbone biogénique (kg C)	4	-	-

$4 \text{ kg C} \times (44/12) = 15 \text{ kg CO}_2$

Approche 0/0



Approche -1/+1



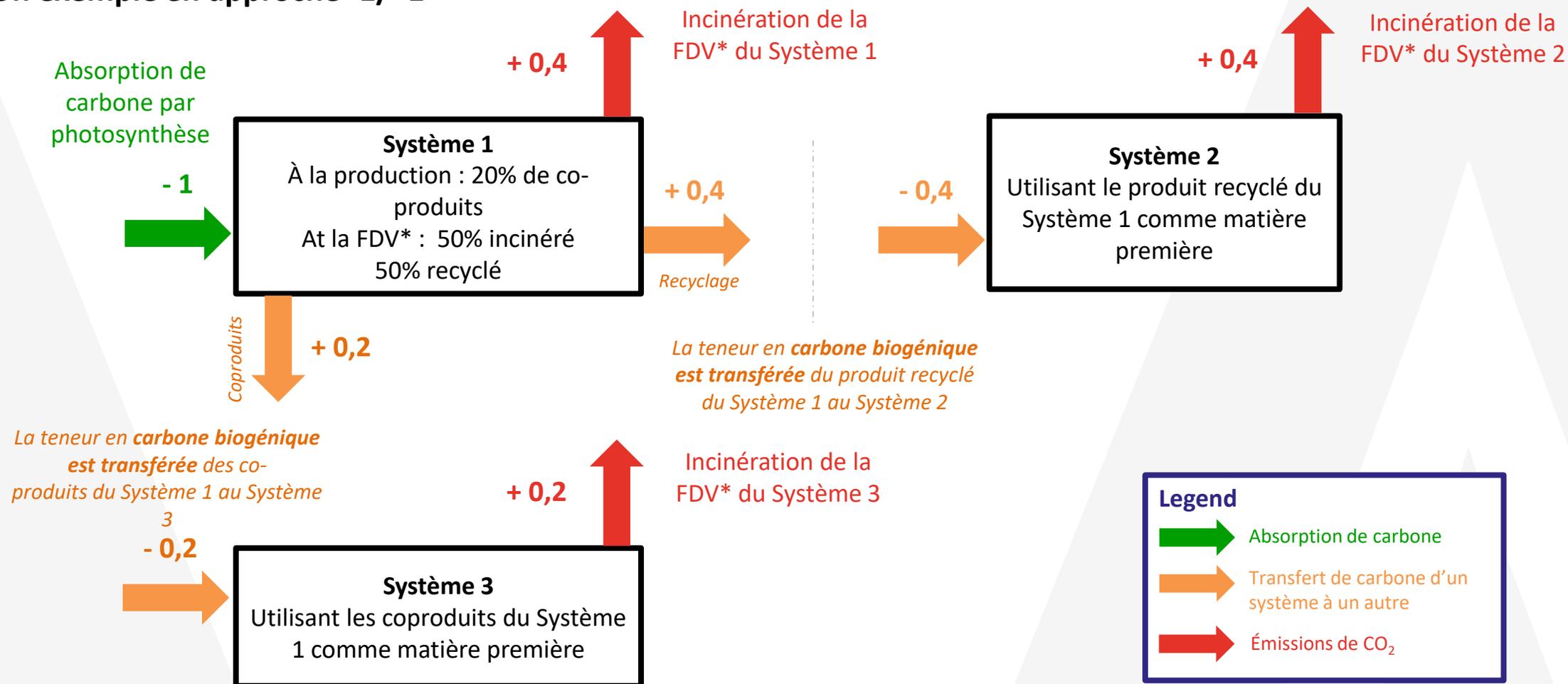
Éléments à communiquer aux utilisateurs du FE cradle-to-gate (par exemple les OEM)



Carbone biogénique (5/6)



Un exemple en approche -1/+1



*FDV = Fin de vie



Quelle approche est prescrite par quel référentiel ?

ISO 14067	-1/+1
PEF	0/0, avec indicateur réchauffement climatique biogénique séparé
GHG Protocol Product Standard	-1/+1
Base Carbone © de l'ADEME	-1/+1, avec émissions de CO ₂ b séparées
EN 15804+A2 (<i>règles pour les produits de construction</i>)*	-1/+1, avec indicateur réchauffement climatique biogénique séparé
EN 16485 (<i>règles pour les produits en bois et à base de bois pour l'utilisation en construction</i>)	-1/+1

*Il doit être souligné que dans le cadre de la réglementation RE2020 pour les bâtiments, les ACVs élaborées à l'échelle d'un bâtiment suivent l'approche dynamique.



Bonnes pratiques

- ✓ Pour assurer la cohérence entre les évaluations du carbone biogénique au niveau des produits et des organisations, la comptabilisation **des émissions au niveau des produits doit également être séparée entre le carbone fossile et le carbone biogénique.**
- ✓ Dans une approche « du berceau à la sortie d'usine », **la teneur en carbone biogénique du produit doit être spécifiée à la sortie d'usine**, car cette information peut être pertinente pour le reste de la chaîne de valeur.
- ✓ Dans une approche « du berceau à la sortie d'usine », l'utilisation de l'approche « -1/+1 » et l'indication de la teneur en carbone du produit à la porte donnent une vue d'ensemble de tous les flux de carbone biogénique et fournissent toutes les informations nécessaires à l'équipementier/l'OEM. Ce dernier peut en effet effectuer ses propres calculs sur la base des approches « -1/+1 » ou « 0/0 ».
- ✓ Si un produit utilise un déchet ou un coproduit de la biomasse et/ou un produit biosourcé comme matière première, **la teneur en carbone biogénique du déchet ou du coproduit est transférée au cycle de vie du produit.**

Deloitte.

PF | FILIÈRE
AUTOMOBILE
& MOBILITÉS

Références et contributeurs

Références citées dans le guide (1/2)



Références & contributeurs

Auteur	Année	Titre et lien
ADEME	2021	Automobiles : données 2019
ADEME	2021	Le recyclage
ADEME	2020	Emissions évitées, de quoi parle-t-on ?
ADEME	2021	Etude "retrofit"
ADEME	2021	Projet INCER-ACV : Incertitudes dans les méthodes d'évaluation des impacts environnementaux des filières de production énergétique par ACV
AIB	2021	European residual mix
AIE	2021	Countries and regions data
CEN	2019	NF EN 15804+A2 Contribution des ouvrages de construction au développement durable - Déclarations environnementales sur les produits - Règles régissant les catégories de produits de construction
Commission Européenne	2021	Recommandation (UE) n° 2021/2279 du 15/12/21 relative à l'utilisation de méthodes d'empreinte environnementale pour mesurer et indiquer la performance environnementale des produits et des organisations sur l'ensemble du cycle de vie
Commission Européenne	2011	International reference life cycle data system (ILCD) handbook
Commission Européenne et Ricardo	2020	Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA



Références citées dans le guide (2/2)



Références & contributeurs

Auteur	Année	Titre et lien
GHG Protocol	2011	GHG Protocol Product Standard
GHG Protocol	2004	GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard
GHG Protocol	2011	Quantitative Uncertainty Guidance
GHG Protocol	2011	Uncertainty Calculation Tool
IFPEN	2019	Analyse du cycle de vie (ACV) des véhicules fonctionnant au GNV et bioGNV
ISO	2018	ISO 14067:2018 Gaz à effet de serre — Empreinte carbone des produits — Exigences et lignes directrices pour la quantification
ISO	2006	ISO 14040:2006 Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Principes et cadre
ISO	2006	ISO 14044:2006 Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Exigences et lignes directrices
ISO	2018	ISO 14064-1:2018 Gaz à effet de serre — Partie 1: Spécifications et lignes directrices, au niveau des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions des gaz à effet de serre
ISO	2013	ISO/TR 14069:2013 Gaz à effet de serre — Quantification et rapport des émissions de gaz à effet de serre pour les organisations — Directives d'application de l'ISO 14064-1
ISO	2016	ISO 14021:2016 Marquage et déclarations environnementaux — Autodéclarations environnementales (Étiquetage de type II)
RTE	2022	éCO2mix - La production d'électricité par filière





Outils méthodologiques et normes existants dans le secteur de la Mécanique :

Auteur	Année	Titre et lien
ADEME, IPC, CETIM, IFTH	2022	Guide du recyclage et de l'écoconception des composites
CETIM	2014	Recyclage des matériaux
Altermaker	-	Outil (payant) Ecodesign Studio permettant de réaliser des ACV simplifiées conformes à la normes NF E 01-005
CEN	2020	NF EN 16524:2020 Produits mécaniques — Méthodologie de réduction des impacts environnementaux à la conception et au développement des produits
UNM	2014	FD E 01-008:2014 Produits mécaniques - Données environnementales
UNM	2018	XP E01-015 Produits mécaniques - Méthodologie pour l'évaluation de la conception des assemblages en vue du traitement pour leur recyclage en fin de vie (en 4 parties)

Autres liens utiles :

Auteur	Année	Titre et lien
ADEME	-	Outil Bilan Produit® (gratuit) permettant de réaliser des ACV simplifiées
ADEME	2022	Évaluation environnementale et écoconception : Outils et méthodes
ADEME	2022	Les enjeux de l'écoconception, les bénéfices pour l'entreprise, pour l'économie et l'environnement
EPD International System	-	Opérateur de programme pour les déclarations environnementales produit (DEP) conformes aux Règles de Catégorie de Produit (PCR)



Deloitte.

PF | FILIÈRE
AUTOMOBILE
& MOBILITÉS

Les acteurs suivants sont sincèrement remerciés pour leur contribution au kit d'évaluation d'empreinte carbone, que ce soit par les cas d'étude ou les retours sur la version provisoire :

Araymond
CETIM
Clufix
Delmont Group
Devillé Group
Elanova
Eurostyle Systems
Fédération Forge Fonderie
FIM
Forvia
Garret Motion
GPA

GRIS Group
Hutchinson
JTEKT
LISI Automotive
Renault Group
Saint-Jean Industries
Setforge
SOCAT
STELLANTIS
Valeo
Vernicolor
VT2i