
Méthodologie pour le calcul des économies de déchets et d'émissions de gaz à effet de serre**Substitution de solutions à usage unique par une solution réutilisable****MD24 – Version 1.1****Valideur : EBP**

Les méthodologies font partie intégrante du Standard genevois d'évaluation des économies d'énergie, d'émissions de CO₂, de déchets et d'eau. Pour la détermination des économies de déchets et de réduction des émissions de gaz à effet de serre, chaque Projet ou Plan d'Actions doit utiliser une méthodologie approuvée selon les exigences du Standard genevois d'évaluation.

Les méthodologies s'appliquent tant aux Projets qu'aux Actions incluses dans un Plan d'Actions. Le présent document précise dans quels cas l'utilisation de cette méthodologie est préconisée.

Table des matières

A. Introduction.....	2
1. Description.....	2
2. Domaines et conditions d'application	2
3. Sources	2
4. Définitions.....	2
B. Calcul des économies de déchets et d'émissions de gaz à effet de serre pour les contenants alimentaires.....	4
1. Limites du système et prise en compte des effets interactifs.....	4
2. Méthode de calcul des économies et hypothèses	4
Annexe 1 : valeurs par défaut (conditions/paramètres pour contenants en verre type bouteille ou pot)	12

A. Introduction

1. Description

Cette méthodologie permet de comptabiliser les économies (ou gains environnementaux) résultant des actions de substitution d'objets à usage unique par un objet de même fonctionnalité ou ayant une fonctionnalité supérieure et qui soit réutilisable plusieurs fois (par exemple la substitution de contenants alimentaires jetables par un contenant réutilisable, ou la substitution de langes à usage unique par un linge réutilisable, etc.).

Chacune de ces actions a pour résultante d'éviter l'extraction de ressources, leur transformation, les transports et le traitement en filière de fin de vie d'un produit à usage unique.

Ce document est destiné aux porteurs de programme, aux vérificateurs des économies ainsi qu'à toute autre personne intéressée.

2. Domaines et conditions d'application

Les objets à usage unique concernés sont notamment les suivants : bouteilles en verre, pots en verre, bouteilles en PET, emballages en carton, pailles jetables, langes à usage unique.

3. Sources

Concernant les facteurs d'émission et scénarii pour les emballages alimentaires :

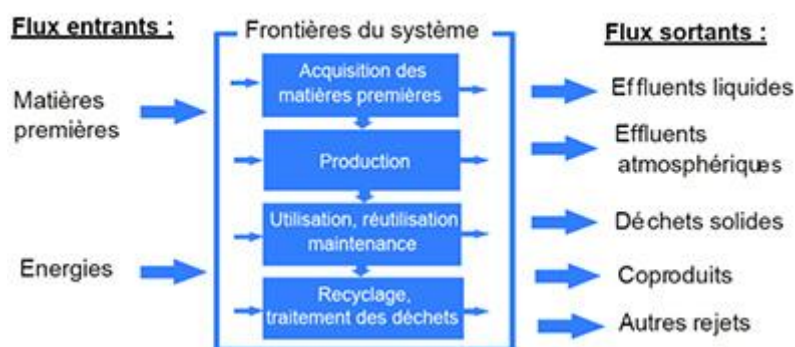
- Outil de couplage denrées-emballages, Quantis, 2021.

Concernant les bouteilles en verre :

- [ACV de la bouteille en verre consigne 75cl Alsace – Deroche Consultants – 2009](#)
- [Analyse de 10 dispositifs de réemploi réutilisation d'emballages ménagers en verre – ADEME – 2018](#)

4. Définitions

- *Cycle de vie* : le cycle de vie d'un produit (bien, service ou procédé) correspond à sa vie du « berceau à la tombe » ; extraction des matières premières énergétiques et non énergétiques nécessaires à la fabrication du produit, production, distribution, utilisation, collecte et élimination vers les filières de fin de vie ainsi que toutes les phases de transport.
- *Flux* : On appelle « flux » tout ce qui entre dans la fabrication du produit et tout ce qui sort en matière de pollution. Parmi les flux entrants, on trouve, par exemple, ceux des matières et de l'énergie : ressources, eau, pétrole, gaz. Quant aux flux sortants, ils peuvent correspondre aux déchets, émissions gazeuses, liquide rejeté, etc.



- *Analyse du cycle de vie (ACV)* : Qu'il s'agisse d'un bien, d'un service, voire d'un procédé, l'analyse du cycle de vie (ACV) recense et quantifie, tout au long de la vie des produits, les flux physiques de matière et d'énergie associés aux activités humaines. Elle en évalue les impacts potentiels puis interprète les résultats obtenus en fonction de ses objectifs initiaux. Sa robustesse est fondée sur une double approche : l'approche cycle de vie et l'approche multicritères. Elle est encadrée par des normes internationales (série des normes ISO 1404x) et bénéficie de travaux d'harmonisation menés à un niveau international (ILCD¹) et européen (PEF²).
- *Nombre de cycles d'utilisation* : désigne le nombre de cycles d'utilisation d'un produit réutilisable mesuré pendant une période donnée.
- *Nombre de cycles d'utilisation actuellement constaté* : désigne la moyenne des cycles d'utilisation d'un produit réutilisable à un instant donné (par exemple, à l'instant du sondage ou de l'étude).
- *Réemploi* : Toute opération par laquelle des objets qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus.
- *Recyclage* : Toute opération de valorisation matière des déchets aux fins de produire des matières premières secondaires. Cela n'inclut pas la valorisation énergétique ni la conversion pour utilisation de la matière comme combustible.
- *Effet interactif* : Tout effet sur la durée de vie du produit ou sur les économies, induit par le Plan d'action ou l'Action se produisant au-delà du périmètre considéré.
- *Produit à usage unique* : Produit destiné à n'être utilisé qu'une seule fois avant sa mise au rebut dans une filière de traitement de déchet (avec ou sans recyclage).
- *Bouteille de circulation* : bouteille renforcée destinée à être réemployée.

¹ International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Provisions and Action Steps

(<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC58190>)

² European Platform on Life Cycle Assessment

(<https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.xhtml>)

B. Calcul des économies de déchets et d'émissions de gaz à effet de serre pour les contenants alimentaires

1. Limites du système et prise en compte des effets interactifs

Les hypothèses prises en compte dans le cadre cette méthodologie pour les contenants alimentaires (ci-après « contenants ») sont les suivantes :

- i. Les facteurs d'émissions liés aux transports des contenants à usage unique et des contenants réutilisables sont considérés comme identiques. Cette hypothèse est conservatrice car les transports d'approvisionnement des objets jetables sont effectués sur des distances supérieures que pour les boucles locales de réutilisation des objets réutilisables, limitées à l'échelle cantonale. De plus, l'impact généré par les transports en comparaison à l'impact généré par la production est limité. La différence d'impact généré par le transport des objets réutilisables, souvent plus lourds (ex. épaisseur de verre supérieure pour une bouteille réutilisable que pour une bouteille en verre perdu) est très inférieure à l'impact généré par la production. Or les effets de la production sont inclus dans les facteurs d'émission de la matière.
- ii. Tous les contenants constitués de matériaux recyclables terminent leur vie dans la filière de recyclage.
- iii. Les émissions de gaz à effets de serre liées aux trajets des consommateurs entre le point de vente et leur domicile, ainsi qu'entre leur domicile et l'éco-point sont considérés comme négligeables.

2. Méthode de calcul des économies et hypothèses

Par facilité de langage, Produit désigne selon l'Action un emballage, un contenant ou un consommable (ex. paille, serviette,...)

i. Scénario de référence

Le scénario de référence est le scénario linéaire qui considère les hypothèses suivantes :

- La masse du Produit peut être :
 - Soit la masse réelle, déterminée lors de l'Action par la pesée de l'emballage ;
 - Soit la masse constatée sur le marché, ou masse par défaut (cf. Annexe 1), lorsque la masse réelle du Produit n'est pas connue.
- L'impact des étapes de production, de distribution et de fin de vie du Produit est directement proportionnel à la masse du Produit et calibré selon son unité dimensionnelle (ml, m2, m3, L, kg).

- Le Produit jeté après la consommation des denrées alimentaire (Produit 1) est remplacé par le même Produit neuf (Produit 2) et ainsi de suite (Produit K).
- On considère l'ensemble **N** des Produits dans le périmètre de l'Action.
- Acronymes :
 - **PUU** : Produit à Usage Unique.
 - **FdV** : Fin de Vie.



$$I_{linéaire} = N * [FE_{ProdPUU} + (FE_{T1} + FE_{T2}) + FE_{FdVPUU}]$$

Variables :

$I_{linéaire}$ [tCO₂ eq.] : impact du modèle linéaire.

N [unité de produit] : nombre de Produits livrés au conditionneur sur la période observée de l'Action.

$FE_{ProdPUU}$ [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié à la production d'un Produit à usage unique.

FE_{T1} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un Produit depuis l'usine de production jusqu'au conditionnement.

FE_{T2} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un Produit conditionné depuis le conditionnement jusqu'au point de vente.

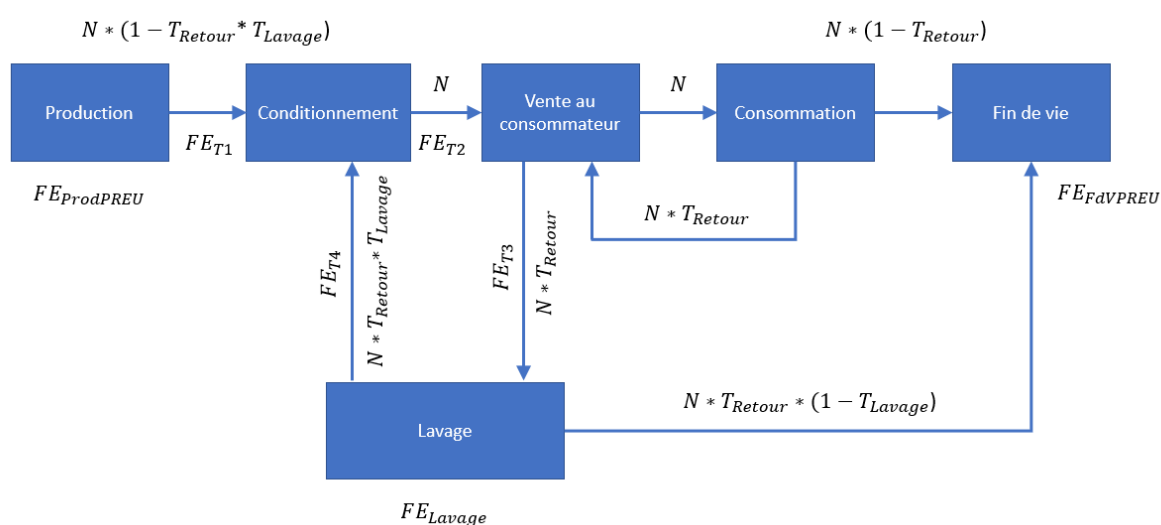
FE_{FdVPUU} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié à la fin de vie d'un Produit à usage unique.

ii. Scénario de Projet

Le scénario de Projet est le scénario circulaire qui considère les hypothèses suivantes :

- La masse du Produit peut être :
 - Soit la masse réelle, déterminée lors de l'Action par la pesée du Produit ;
 - Soit la masse constatée sur le marché, ou masse par défaut (cf. Annexe 1), lorsque la masse réelle du Produit n'est pas connue.

- L'impact des étapes de production, de distribution et de fin de vie du Produit est directement proportionnel à la masse du Produit et calibré selon son unité dimensionnelle (ml, m2, m3, L, kg).
- Le réemploi considère que le Produit dont le consommateur de la denrée alimentaire se défait est fonctionnel et est utilisé pour un autre cycle (par un autre consommateur ou par le même consommateur) en substitution du même Produit à usage unique neuf. Le nombre de cycle d'utilisation est déterminé :
 - Soit lors de l'Action selon le nombre effectif de cycles constaté ;
 - Soit par une valeur par défaut lorsque le nombre de cycles n'est pas connu (cf. Annexe 1).



Le scénario de Projet, est composé par 2 phases :

- a) Première mise sur le marché des Produits réutilisables
- b) Réutilisation successive des Produits réutilisables

Chacune des phases est décrite ci-dessous.

a) Phase de première mise sur le marché des Produits réutilisables

Des produits réutilisables sont mis sur le marché pour la première fois. Une partie d'entre eux est récupérée et le solde est en filière de fin de vie. Il n'y pas de cycle de lavage à ce stade.

$$I_{circulaire_0} = N * [FE_{ProdPREU} + (FE_{T1} + FE_{T2}) + (1 - T_{Retour}) * FE_{FdVPREU}]$$

Variables :

$I_{circulaire_0}$ [tCO₂ eq.] : impact de la première mise sur le marché des produits réutilisables.

N [unité de produit] : Nombre de produits livrés au producteur sur la période observée de l'Action.

$FE_{ProdPREU}$ [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié à la production d'un produit réutilisable.

FE_{T1} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un produit non-conditionné depuis l'usine de production jusqu'au producteur.

FE_{T2} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un produit conditionné depuis le producteur jusqu'au point de vente.

T_{Retour} [%] : taux de retour des produits réutilisables = nombre de produits vendus qui sont ensuite collectés en vue d'être réemployés.

$FE_{FdVPREU}$ [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié à la fin de vie d'un produit réutilisable.

b) Phase de Réutilisation successive des Produits réutilisables

b.1) premier cycle de lavage

On considère que le nombre de produits livrés au producteur sur la période observée de l'Action (N) est constant. On introduit les variables intermédiaires $N_{ProdNeuf}$ et $N_{ProdLavé}$ qui sont respectivement la quantité de produits neufs et la quantité de produits lavés livrés au producteur. On aura donc :

$$N = N_{ProdLavé} + N_{ProdNeuf}.$$

Le nombre de produits lavés dépend du taux de retour ainsi que du taux de lavage. On peut donc exprimer la quantité de produits lavés comme :

$$N_{ProdLavé} = N * T_{retour} * T_{lavage}.$$

En combinant les deux équations, on obtient :

$$N_{ProdNeuf} = N * (1 - T_{retour} * T_{lavage}).$$

L'impact du premier cycle de lavage peut être modélisé comme ci-dessous. Nous faisons l'hypothèse simplificatrice que l'impact du transport aller-retour des produits vers le centre de lavage est prépondérant par rapport aux transports locaux entre le centre de conditionnement, le point de vente et le client.

$$\begin{aligned} I_{circulaire_1} = & N_{ProdNeuf} * [FE_{ProdPREU} + (FE_{T1} + FE_{T2})] \\ & + N_{ProdLavé} * [FE_{lavage} + (FE_{T3} + FE_{T4})] \\ & + [N * (1 - T_{retour}) + N * T_{retour} * (1 - T_{lavage})] * FE_{FdVPREU} \end{aligned}$$

En remplaçant les variables $N_{ProdNeuf}$ et $N_{ProdLavé}$ on obtient :

$$\begin{aligned} I_{circulaire_1} = & N * (1 - T_{retour} * T_{lavage}) * [FE_{ProdPREU} + (FE_{T1} + FE_{T2})] \\ & + N * T_{retour} * T_{lavage} * [FE_{lavage} + (FE_{T3} + FE_{T4})] \\ & + N * (1 - T_{retour}) * FE_{FdVPREU} + N * T_{retour} * (1 - T_{lavage}) * FE_{FdVPREU} \end{aligned}$$

En développant l'équation on obtient :

$$I_{circulaire_1} = N * [FE_{ProdPREU} + (FE_{T1} + FE_{T2}) + (1 - T_{retour}) * FE_{FdVPREU}] \\ + N * T_{retour} * T_{lavage} * [FE_{lavage} + (FE_{T3} + FE_{T4}) - FE_{ProdPREU} - (FE_{T1} + FE_{T2})] \\ + N * T_{retour} * (1 - T_{lavage}) * FE_{FdVPREU}$$

La première partie de l'équation n'est autre que $I_{circulaire_0}$, ce qui donne :

$$I_{circulaire_1} = I_{circulaire_0} \\ + N * T_{retour} * T_{lavage} * [(FE_{lavage} - FE_{ProdPREU}) + (FE_{T3} + FE_{T4} - FE_{T1} - FE_{T2})] \\ + N * T_{retour} * (1 - T_{lavage}) * FE_{FdVPREU}$$

On introduit la variable FE_Z :

$$FE_Z = [(FE_{lavage} - FE_{ProdPREU}) + (FE_{T3} + FE_{T4} - FE_{T1} - FE_{T2})]$$

Ce qui permet d'exprimer l'équation plus simplement :

$$I_{circulaire_1} = I_{circulaire_0} + N * T_{retour} * [T_{lavage} * FE_Z + (1 - T_{lavage}) * FE_{FdVPREU}]$$

$$\text{avec : } FE_Z = (FE_{lavage} - FE_{ProdPREU}) + (FE_{T3} + FE_{T4} - FE_{T1} - FE_{T2})$$

Variables :

$I_{circulaire_1}$ [tCO₂ eq.] : impact de la première boucle de réinjection des produits lavés dans le circuit.

$I_{circulaire_0}$ [tCO₂ eq.] : impact de la première mise sur le marché des produits réutilisables.

N [-] : Nombre de produits livrés au producteur.

T_{Retour} [%] : taux de retour des produits réutilisables = nombre de produits vendus qui sont ensuite collectés en vue d'être réemployés.

T_{Lavage} [%] : taux de produits lavés = produits collectés moins les pertes dues au processus de lavage (e.g. étiquette qui ne se décolle pas, contenant cassé, etc.).

FE_{Lavage} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au lavage d'un produit réutilisable.

$FE_{ProdPREU}$ [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié à la production d'un produit réutilisable.

FE_{T3} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un produit depuis le point de vente jusqu'au centre de lavage.

FE_{T4} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un produit depuis le centre de lavage jusqu'au producteur.

FE_{T1} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un produit non-conditionné depuis l'usine de production jusqu'au producteur.

FE_{T2} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un produit conditionné depuis le producteur jusqu'au point de vente.

b.2) cycles successifs de lavage

On observe que : $I_{circulaire_1} = I_{circulaire_2} = I_{circulaire_k}$

$$\rightarrow I_{circulaire} = I_{circulaire_0} + \sum_{k=1}^{K_{lavage}} I_{circulaire_k}$$

On introduit la variable K_{lavage} qui représente le nombre de lavage pris en compte pour un contenant avant que celui-ci ne quitte la boucle de réemploi pour rejoindre la filière de recyclage.

Variables :

$I_{circulaire}$ [tCO₂ eq.] : impact du modèle circulaire.

K_{lavage} [-] : nombre de cycle de lavage avant que le contenant ne reparte dans le circuit du recyclage.

iii. Calcul des économies de CO2

Depuis le scénario de référence et le scénario projet, le calcul des économies de CO2 est réalisé de la façon suivante :

$$I = I_{linéaire} - I_{circulaire}$$

$$= (I_{linéaire} - I_{circulaire_0}) + \sum_{k=1}^{K_{lavage}} (I_{linéaire} - I_{circulaire_k})$$

$$= (I_{linéaire} - I_{circulaire_0})$$

$$+ \sum_{k=1}^{K_{lavage}} (I_{linéaire} - I_{circulaire_0} - N * T_{retour} * [T_{lavage} * FE_Z + (1 - T_{lavage}) * FE_{FdVPREU}])$$

En développant l'équation on obtient :

$$I = N * [(FE_{ProdPUU} - FE_{ProdPREU}) + FE_{FdVPUU} - (1 - T_{retour}) * FE_{FdVPREU}] * (1 + K_{lavage})$$

$$- K_{lavage} * N * T_{retour} * [T_{lavage} * FE_Z + (1 - T_{lavage}) * FE_{FdVPREU}]$$

$$\text{avec : } FE_Z = (FE_{lavage} - FE_{ProdPREU}) + (FE_{T3} + FE_{T4} - FE_{T1} - FE_{T2})$$

Variables :

I [tCO₂ eq.] : économies de CO₂ = delta entre modèle linéaire et circulaire.

$FE_{ProdPUU}$ [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié à la production d'un produit à usage unique.

$FE_{ProdPREU}$ [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié à la production d'un produit réutilisable.

FE_{FdVPUU} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié à la fin de vie d'un produit à usage unique.

$FE_{FdVPREU}$ [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié à la fin de vie d'un produit réutilisable.

T_{Retour} [%] : taux de retour des produits réutilisables = nombre de produits vendus qui sont ensuite collectés en vue d'être réemployés.

K_{lavage} [-] : nombre de cycle de lavage avant que le produit ne reparte dans le circuit du recyclage.

T_{Lavage} [%] : taux de produits lavés = produits collectés moins les pertes dues au processus de lavage (e.g. étiquette qui ne se décolle pas, contenant cassé, etc.).

FE_{Lavage} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au lavage d'un produit réutilisable.

FE_{T1} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un produit non-conditionné depuis l'usine de production jusqu'au producteur.

FE_{T2} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un produit conditionné depuis le producteur jusqu'au point de vente.

FE_{T3} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un produit depuis le point de vente jusqu'au centre de lavage.

FE_{T4} [tCO₂ eq./unité de produit] : facteur d'émission lié au transport d'un produit depuis le centre de lavage jusqu'au producteur.

Vérification pour le cas limite où aucun produit n'est réemployé, on a donc $T_{retour} = 0$ et $K_{lavage} = 0$ et on trouve :

$$I = N * [(FE_{ProdPUU} - FE_{ProdPREU}) + (FE_{FdVPUU} - FE_{FdVPREU})]$$

On retrouve le différentiel entre les produits à usage unique (avant) et les produits réutilisables (après).

iv. Calcul des économies de déchets

Chaque fois qu'un produit réutilisable est réutilisé, un produit à usage unique n'est pas envoyé dans la filière de fin de vie. Sur la période observée, la masse de déchets évitée M correspond à la quantité de produits livrés au conditionneur ($N * T_{retour} * T_{lavage}$) multiplié par la masse moyenne des produits à usage unique correspondant aux produits réutilisés (M_{moyPUU}).

$$M = N * T_{retour} * T_{lavage} * M_{moyPUU}$$

Variables :

M [t déchets] : économies de déchets.

N [unité de produit] : nombre de Produits livrés au conditionneur sur la période observée de l'Action.

T_{Retour} [%] : taux de retour des produits réutilisables = nombre de produits vendus qui sont ensuite collectés en vue d'être réemployés.

T_{Lavage} [%] : taux de produits lavés = produits collectés moins les pertes dues au processus de lavage (e.g. étiquette qui ne se décolle pas, contenant cassé, etc.).

M_{moyPUU} [t déchets] : masse moyenne des produits à usage unique correspondant aux produits réutilisés.

Par exemple, si une bouteille de bière à usage unique pèse 190 g et que son équivalent réutilisable pèse 225 g. Pour chaque bouteille réutilisée, on comptera une économie de déchet de 190 g.

Annexe 1 : valeurs par défaut (conditions/paramètres pour contenants en verre type bouteille ou pot)

Bouteilles en verre

1. Les masses moyennes des bouteilles réutilisables les plus représentatives sont les suivantes (références producteur : <https://www.univerre.ch/>) :
 - a. Bouteille « Fraîcheur » de 25 cl = 145 g
 - b. Bouteille « Long neck & Steinie » de 33 cl = 225 g
 - c. Bouteille « Bordelaise & Bourguignonne » 75 cl = 570 g
 - d. Bouteille « Fraîcheur » de 100 cl = 360 g
2. Les masses moyennes des bouteilles à usage unique « Fraîcheur », « Bordelaise » et « Bourguignonne » sont les mêmes qu'indiqué ci-dessus. Il s'agit de bouteilles à usage unique que l'on utilise pour le réemploi.
3. La masse moyenne d'une bouteille à usage unique « Long neck » est de 190 g.
4. La masse moyenne d'une bouteille à usage unique « Steinie » est la même que ci-dessus. Il s'agit par défaut d'une bouteille réutilisable.
5. Le nombre de cycle de lavage avant que la bouteille ne reparte dans le circuit du recyclage (K_{lavage}) dépend de nombreux facteurs. Selon l'étude de l'ADEME (A.3), il se situe entre 1 et 19. Une moyenne de 5 cycles réalisée par la filière Bout' à Bout' semble être une donnée solide, cette filière existe depuis 2016.

FE = masse du produit * facteur émission unitaire par kg.

Les facteurs d'émission sont indiqués dans le document « 202404_Facteurs d'émission CO2_2024_sansEC.pdf ».