

Rapport d'impact environnemental du projet Zefiro

2022

*Analyse du Cycle de Vie comparative
de deux solutions de gobelets*

VINCI Airports

Pour Lyon Saint-Exupéry (LYS)


**LYON
AÉROPORT**

VINCI 
AIRPORTS



Rapport d'Analyse du Cycle de Vie du projet Zefiro

I. Aspects généraux	2
1. Objet du rapport, structure et terminologie employée	2
2. Date du rapport	3
II. Contexte et objectifs de l'étude	3
1. Contexte	3
2. Objectifs de l'étude	4
III. Champ de l'étude et Unité Fonctionnelle	5
1. Les systèmes étudiés	5
2. Cadre de l'étude	5
3. Unité Fonctionnelle et flux de référence.....	6
4. Catégories d'impacts environnementaux choisis.....	7
5. Limites de l'étude	8
IV. Inventaire du cycle de vie (ICV)	8
1. Données et hypothèses sur la phase de fabrication	9
2. Données et hypothèses sur la phase de distribution	9
3. Données et hypothèses sur la phase d'utilisation.....	10
4. Données et hypothèses sur la phase de fin de vie	10
V. Evaluations environnementales.....	11
1. Gobelets jetables.....	11
2. Gobelets <i>Milubo</i>	13
VI. Comparaison.....	14
VII. Interprétation des résultats et conclusion	15

I. Aspects généraux

1. Objet du rapport, structure et terminologie employée

1.1. Objet du rapport

Ce document constitue le rapport de l'étude d'« Analyse du cycle de vie du projet *Zefiro* de réemploi de gobelets dans l'aérogare de Lyon Saint-Exupéry ». Il vise à comparer l'impact environnemental du système de contenants pour boissons actuellement mis en place à celui visé par le projet.

1.2. Structure du rapport

Cette étude a été réalisée en interne par VINCI Airports dans le cadre d'une demande d'aide de financement à l'ADEME. Elle a été réalisée avec la base de données **Base IMPACTS®** de l'ADEME et son outil associé de calcul des impacts environnementaux : **Bilan Produit**.

L'analyse ainsi que le présent rapport ont été structurés selon trois grandes étapes suivantes :

- Tout d'abord, la situation existante, c'est-à-dire les gobelets actuellement vendus, a été analysée à partir des données du fournisseur ;
- Ensuite, l'analyse s'est portée sur la situation projetée, avec l'évaluation de l'impact des futurs gobelets sur la base des données récupérées auprès des fournisseurs sélectionnés ;
- Enfin, une comparaison des impacts entre chacune des situations a été réalisée.

Ce rapport est structuré de la manière suivante :

- Une présentation des aspects généraux de l'étude et des généralités reprenant les éléments suivants :
 - Objectifs de l'étude ;
 - Champ de l'étude (systèmes considérés et méthode utilisée) ;
 - Données et hypothèses prises pour l'obtention de l'ICV (Inventaire du Cycle de Vie).
- Une explication détaillée des évaluations environnementales effectuées ainsi qu'une analyse des limites de l'étude ;
- Une comparaison des deux systèmes choisis précédemment afin d'en tirer une conclusion sur le plus vertueux des deux ;
- Une conclusion avec les axes d'approfondissement de l'étude.

Dans un but de respect de la méthodologie propre à une étude ACV, ce rapport s'appuie notamment sur le rapport « Analyse du Cycle de Vie de dispositifs de réemploi ou réutilisation (B to C) d'emballages ménagers en verre » rédigé par l'ADEME en Octobre 2018¹.

1.3. Terminologie employée

L'importance de la définition des termes employés est d'autant plus grande que la confusion est présente dans le langage courant entre deux noms au centre de l'étude : le réemploi et la réutilisation. Si l'on reprend les définitions issues de l'article L.541-1-1 du Code de l'Environnement :

- Le « **réemploi** » correspond à « 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. »

¹ https://www.fnb-info.fr/medias/fichiers/etude_ademe_reemploi.pdf

- La « **réutilisation** » correspond quant à elle à « toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont utilisés de nouveau. »

Ainsi la différence majeure réside dans le fait que lors du réemploi les « substances, matières ou produits » en fin d'usage ne passent pas par le statut de déchets. Enfin, le terme de « **collecteurs** » désigne les contenants spécifiques mis à disposition des passagers au sein de l'aérogare de Lyon Saint-Exupéry dans lesquels ces derniers sont priés de bien vouloir déposer leurs gobelets.

2. Dates de l'analyse, du rapport et du projet

L'étude a été réalisée en amont du lancement du projet et finalisée durant le troisième trimestre 2021. Le présent rapport associé a été rédigé courant décembre 2021. Enfin, le projet Zefiro sera initié fin février 2022 avec une phase test d'une durée de 4 mois (120 jours).

II. Contexte et objectifs de l'étude

1. Contexte

La gestion des déchets est une préoccupation grandissante pour l'ensemble des pays du monde et davantage encore pour les pays développés ayant une surconsommation, entre autres, de produits à usage unique. La France ne fait pas exception et agit dans le sens de l'amélioration de la gestion des déchets mais aussi de la prévention des déchets. Le programme national de prévention des déchets pour la période 2014-2020 en est une bonne preuve et vise entre autres à « développer, lorsqu'il est pertinent, le système de l'emballage consigné en vue d'un réemploi ».

Le contexte législatif national sur cette question est surtout marqué par la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (TECV), et la loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC). Le réemploi, notamment des emballages, y figure comme l'une des priorités à mettre en place afin de minimiser le besoin en ressources naturelles nécessaires lors de la fabrication. L'on peut citer notamment le décret n°2021-517 du 29 avril 2021 (ou décret « 3R ») et son objectif de réduction, d'ici fin 2025, de 20% de la mise sur le marché d'emballages en plastique à usage unique dont au moins 50% doit être obtenu par recours au réemploi.

Cette législation se répercute évidemment sur les entreprises concernées (fabricants d'emballage, producteurs, distributeurs, acteurs des déchets...) mais peut aussi être prise en compte dans les stratégies environnementales de toute entreprise. Ainsi, VINCI Airports, dans le cadre de la révision de sa politique environnementale **Airpact** en 2019, a défini 5 grands objectifs d'ici 2030 dont un concerne le présent projet : l'atteinte de zéro déchets en décharges et l'augmentation de la valorisation matière. La prévention des déchets est donc l'une des grandes priorités de l'entreprise tout comme, implicitement, la lutte contre le plastique à usage unique. C'est dans le cadre de cette ambition environnementale, que VINCI Airports a souhaité mettre en place un projet fort et exemplaire, démontrant sa volonté à être un acteur de l'économie circulaire. Et pour que ce projet soit suffisamment impactant, VINCI Airports a décidé de le mettre en œuvre sur le plus gros aéroport de son réseau en France, l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry. L'objectif général du projet désormais intitulé **Zefiro** est la suppression de tous les plastiques à usage unique de l'aérogare de Lyon Saint-Exupéry.

*N.B. : Zefiro vient du latin Zephyrum qui a ensuite donné zero en italien. Ce terme désigne le vide. C'est la raison pour laquelle nous l'avons choisi : en prévenant la production de déchets, nous visons le vidage de nos poubelles, le **zéro** plastique à usage unique.*

Afin de comprendre les difficultés liées à une substitution totale des emballages à usages uniques, il a préalablement été défini de commencer sur un seul type de produit : les gobelets à usage unique distribués dans les restaurants et cafés du terminal de l'aéroport.

2. Objectifs de l'étude

Dans un tel contexte législatif et interne à l'entreprise, la création de projets tels que *Zefiro* est évidemment la bienvenue mais celle-ci reste conditionnée au gain environnemental global qu'il génère. En effet, il est important de prendre en compte les impacts de l'ensemble des phases de cycle de vie du produit que l'on veut substituer et de comparer ces impacts à ceux du produit substitué. C'est l'objet de l'étude présentée ici.

Cette étude, et plus particulièrement ce rapport, ont donc pour but final de décider si la mise en place d'un système de gobelets réemployables est viable sur le plan environnemental comparé à la solution déployée actuellement avec le plastique à usage unique. Le plastique à usage unique peut présenter certains avantages environnementaux : son poids, sa caractéristique hygiénique, et selon sa composition, sa recyclabilité grandissante.

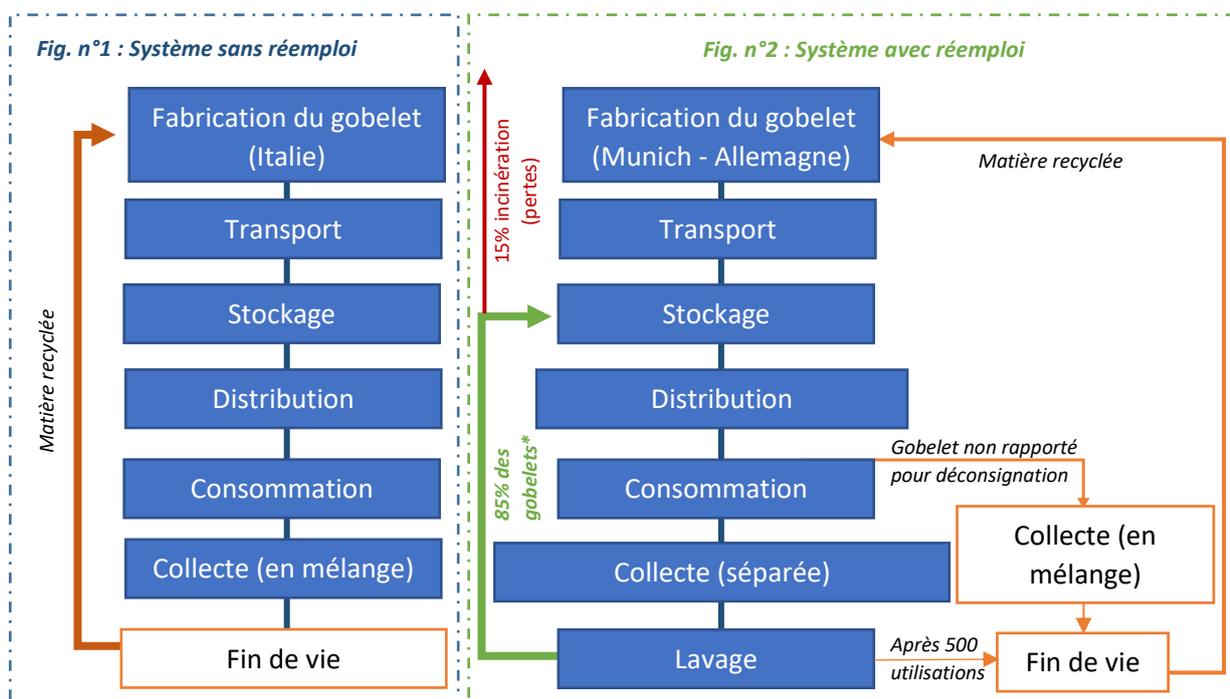
III. Champ de l'étude et Unité Fonctionnelle

1. Les systèmes étudiés

Dans le cadre de cette étude, deux systèmes sont comparés :

- Le système que l'on appellera « *Jetable* », c'est-à-dire des gobelets non-réutilisables faits d'un mix de papier-carton et de polyéthylène (une résine thermoplastique) ;
- Le système dit « *Réemployable* », c'est-à-dire des gobelets faits de polypropylène que l'on va pouvoir remettre en circulation un grand nombre de fois.

Ces deux systèmes correspondent aux situations pré- et post- implantation du projet Zefiro. Les données utilisées sont celles fournies par les marques partenaires du projet (un commerce vendant des gobelets jetables, et le fournisseur des nouveaux gobelets réemployables). Nous pourrions donc schématiser les deux systèmes de la façon suivante :



* Le chiffre de 85% correspond au taux de retour des gobelets estimé. Il est estimé en effet que dans 15% des cas, le client ne déposera pas correctement son gobelet dans le collecteur dédié. Ces 15% seront alors incinérés avec d'autres déchets.

Figure 1 : Schéma synthétique des deux systèmes de distribution de boissons comparés

2. Cadre de l'étude

Le cycle de vie d'un produit se décompose en quatre grandes étapes : sa fabrication, sa distribution/emballage, son utilisation et sa fin de vie. L'outil choisi (**Bilan Produit** de l'ADEME) permet ainsi de rentrer un certain nombre de données pour chacune de ses étapes et d'obtenir une évaluation des étapes les plus impactantes selon différents impacts (que l'on détaillera plus tard).

Chaque donnée utilisée est issue de fiches techniques produits des fournisseurs et la véracité de ces informations n'ont ainsi pas été remises en cause. Nous avons choisi l'un des commerces présents dans l'aéroport comme témoin pour son gobelet à usage unique « classique ». La différence d'impact avec d'autres gobelets issus d'autres commerces ne serait donc pas significative.

Dans la suite du présent rapport, le commerce partenaire choisi pour analyser son gobelet sera dénommée « **la marque partenaire** ».

Compte tenu des informations obtenues de cette marque partenaire, notre étude porte sur la comparaison de gobelets d'une contenance de 20cl. Les conclusions pourront cependant être extrapolées à toute autre contenance de gobelet tant que la comparaison se fait entre deux gobelets de même fonction et de même contenance.

Un autre acteur ayant un impact direct sur le projet est le prestataire ménage de l'aéroport. Ce dernier aura pour mission la réussite opérationnelle et logistique du projet avec notamment le nettoyage des gobelets. Il est un acteur clé du projet puisque c'est celui qui, au jour le jour, devra assurer l'approvisionnement des stocks de gobelets, leur propreté, le vidage des collecteurs, etc. Les données utilisées correspondent à ce titre au lave-vaisselle sélectionné et utilisé par ce prestataire.

Concernant la fin de vie, les données retenues pour les taux de recyclage et de valorisation sont celles issues du reporting environnemental de l'aéroport.

3. Unité Fonctionnelle et flux de référence

3.1. Unité fonctionnelle

Lors d'une Analyse de Cycle de Vie (ACV), il est essentiel de définir une Unité Fonctionnelle (UF) grâce à laquelle sont précisées les fonctions identifiées du produit. Celle-ci a donc pour rôle de fournir une référence par rapport à laquelle les intrants et les extrants seront définis et normalisés afin de pouvoir comparer des résultats d'une ACV. L'unité fonctionnelle retenue dans le cadre de cette étude est la suivante :

Contenir 20cl d'une boisson chaude (maximum 100°C) une fois par jour pendant 4 mois (120 jours)

Figure 2 : Unité fonctionnelle choisie pour l'ACV

3.2. Flux de référence

La définition du flux de référence est une étape préalable à l'ACV également très importante. Le flux de référence indique le nombre de produits nécessaires pour répondre à l'unité fonctionnelle. Concrètement, les impacts environnementaux relatifs à un produit sont multipliés par le flux de référence pour calculer les impacts environnementaux de l'unité fonctionnelle. C'est donc un coefficient s'exprimant sans unité devant être un nombre réel positif.

A ce stade, le raisonnement mené a été le suivant : pour répondre à l'unité fonctionnelle, il sera nécessaire d'utiliser 120 gobelets jetables, là où 1 seul gobelet réemployable sera nécessaire. Pour rappel, la donnée fournisseur des gobelets en polypropylène indique une réutilisation possible jusqu'à 500 fois (des études sont actuellement en cours pour voir si ce chiffre peut être revu à la hausse).

Les valeurs prises pour le flux de référence (que l'on notera FR) de chaque système sont donc les suivantes :

- Système de gobelets jetables : **FR = 120** ;
- Système de gobelets réemployables: **FR = 1**.

4. Catégories d'impacts environnementaux choisis

4.1. Sélection des catégories d'impacts

La qualité d'une ACV passe en grande partie par le choix de catégories d'impacts pertinents. Dans le cadre de cette étude, nous sommes limités par celles proposées par l'outil Bilan Produit qui propose toutefois un très large panel de catégories. Cette limite est donc à relativiser. D'autant plus que cet outil intègre l'approche dite « mid-point ». Cette approche est une analyse effectuée en 2011 par le JRC (Joint Research Center) de la Commission Européenne permettant d'avoir un indice clair sur le niveau de recommandation de chaque catégorie d'impact. En clair, certaines catégories d'impacts sont calculées avec une méthode qui laisse encore trop de place à l'incertitude, là où d'autres sont plus fiables. Il s'agit d'une échelle de I à III telle que :

- I : Méthode recommandée et satisfaisante
- II : Méthode recommandée mais nécessitant des améliorations
- III : Méthode recommandée mais devant être utilisée avec précaution

Il existe un quatrième niveau noté « Intérim » et défini ainsi : « Méthode la plus prometteuse mais encore trop peu mature pour être recommandée. » qui ne sera pas pris en compte ici. Nous ne nous consacrerons d'ailleurs qu'aux catégories d'impact impliquées dans les deux premiers indices (I et II). Ce qui correspond aux catégories rassemblées dans la **figure n°3** ci-dessous.

I : Méthode recommandée et satisfaisante		II : Méthode recommandée mais nécessitant des améliorations	
Changement climatique	kg éq. CO ₂	Eutrophisation eaux douces	kg éq. P
Particules	Incidence de maladie	Formation d'ozone photochimique	kg éq. COVNM
Appauvrissement de la couche d'ozone	kg éq. CFC 11	Acidification	mol éq. H+
		Eutrophisation terrestre	mol éq. N
		Eutrophisation marine	kg éq. N

Figure 3 : Tableau récapitulatif des catégories d'impact choisies pour l'analyse selon leur indice JRC

4.2. Définition des catégories d'impact

Cette partie vise à définir les catégories choisies et figurant dans le tableau en **figure n°3**.

I : Méthode recommandée et satisfaisante

- Changement climatique : Il s'agit d'un dommage écologique dont la méthode de calcul alloue à chaque substance un facteur de caractérisation permettant de calculer son potentiel de changement climatique sur une période de 100 ans. C'est l'effet de serre.
- Particules : Ici, il s'agit d'une forme de pollution de l'air sous forme de poussière d'origine organique ou minérale. Ces particules peuvent être toxiques, écotoxiques ou avoir un impact sanitaire.
- Appauvrissement de la couche d'ozone : Cet indicateur représente les émissions dans l'air de gaz participant à la destruction de la couche d'ozone stratosphérique qui bloque les rayons

Fig. n°3 : Tableau des catégories d'impacts retenus selon leur indice JRC et leurs unités

ultraviolets du soleil. Son appauvrissement est donc un dommage sur la santé humaine car elle peut conduire à des cancers.

II : Méthode recommandée mais nécessitant des améliorations

- Eutrophisation des eaux douces : Cet indicateur vise à quantifier l'apport excessif de nutriments dans un milieu aquatique. Cet enrichissement du milieu a pour conséquence une prolifération d'algues, qui entraîne des perturbations importantes de tout le système aquatique et notamment l'asphyxie des poissons.
- Formation d'ozone photochimique : Il s'agit de la formation d'ozone en basse altitude créant des problèmes (notamment respiratoire) pour la santé humaine.
- Acidification : Cet indicateur correspond à la quantité de dépôts d'acides sur le sol et dans l'eau dus aux activités humaines. Les gaz acidifiants sont par exemple le SO₂, le NO_x, ou le HCl. Cette acidification a des effets conséquents sur la faune et la flore.
- Eutrophisation terrestre : (Idem que pour les eaux douces mais dans un milieu terrestre) Ce type d'eutrophisation entraîne un déséquilibre écologique dans le développement des végétaux terrestres.
- Eutrophisation marine : (Idem que pour les eaux douces mais au niveau des littoraux).

5. Limites de l'étude

Cette étude ayant été réalisée via l'outil Bilan Produit de l'ADEME qui ne comporte pas toutes les fonctionnalités d'un logiciel d'ACV expert, les résultats obtenus sont nécessairement moins précis. L'outil permet cependant d'obtenir un ordre de grandeur suffisamment précis pour être exploitable.

Tout d'abord les limites liées directement à la méthodologie d'ACV de manière large font partie des limites nous concernant dans ce rapport, à savoir le fait qu'elle ne couvre que les aspects environnementaux mesurables et non pas les aspects tels que : l'impact sur les paysages, le bruit, les odeurs, le temps, la toxicité des produits émis. De plus, une ACV impose la prise d'hypothèses pour cadrer l'étude. Ces hypothèses peuvent être discutés mais l'ambition a toujours été de coller au plus proche de la réalité pour s'assurer du gain environnemental du projet.

Enfin, il existe des limites liées aux données utilisées. En effet, celles-ci ont été données par les fabricants et ne sont ainsi pas vérifiables.

IV. Inventaire du cycle de vie (ICV)

Cette partie du rapport vise à inventorier les entrants et les sortants de chaque phase du cycle de vie des deux produits en détaillant les données récoltées et les hypothèses prises.

	<i>Jetable</i>	<i>Réemployable</i>
Contenance gobelet (ml)	200	200
Poids gobelet (g)	8.3	26

Figure 4 : Tableau de présentation des données générales sur les gobelets

Il est à souligner à ce stade que le cycle de vie d'un gobelet jetable n'est évidemment pas le même que celui d'un gobelet réemployable. Toutes les données et hypothèses citées ci-après concernent un seul

gobelet, mais les valeurs d'impacts sont ensuite multipliées par le flux de référence. En l'occurrence les impacts d'un gobelet jetable sont multipliés par 120 par rapport à un gobelet de la marque Milubo.

1. Données et hypothèses sur la phase de fabrication

1.1. Gobelets de la marque partenaire

Très peu de données nous ont été communiquées concernant la phase de fabrication. Seules les matières composants les gobelets constituent une information essentielle pour l'élaboration de cette étude. Les gobelets sont ainsi faits d'un mix de papier-carton et de polyéthylène. Cependant, nous ne connaissons que le poids du mix papier-carton/polyéthylène du gobelet. Le poids de chacune de ces couches n'est pas communiquée. Nous prendrons donc l'hypothèse suivante² (sachant que l'ensemble pèse **8,3 g**) :

- Poids de la part de papier-carton du gobelet : **7,3 g** ;
- Poids de la part de polyéthylène : **1 g**.

1.2. Gobelets Milubo

Les gobelets *Milubo* sont faits entièrement de polypropylène sans BPA (bisphénol-A) dont le poids est indiqué en figure n°4 ci-précédemment.

2. Données et hypothèses sur la phase de distribution

2.1. Gobelets de la marque partenaire

L'unique donnée recueillie concernant le lieu de fabrication indique que ces gobelets sont produits en Italie. Afin d'obtenir une donnée chiffrée sur le kilométrage entre l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry et le lieu de fabrication nous sommes contraints d'émettre une hypothèse qui est très probablement une source d'erreur et qui, donc, pourra être revue : après étude rapide des sites de production de gobelets, il semble que Milan soit une piste plausible. Nous prendrons donc cette ville comme point de repère. La distance par la route entre l'aéroport et le site de fabrication est donc estimée à **500 km**.

Selon les données du fournisseur, les gobelets sont palettisés en 12 cartons de 1225 gobelets chacun, soit 14700 gobelets par palette. Il faut à présent déterminer la part de carton et de palette nécessaire au transport d'un seul gobelet. Sachant qu'une palette Europe pèse environ 25 kg et qu'un carton environ 0.5 kg :

- 1 gobelet utilise $\frac{1 \text{ gob} * 25 \text{ kg}}{14700 \text{ gob}} = \mathbf{1,7 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}$ de bois de palette ;
- 1 gobelet utilise $\frac{1 \text{ gob} * 0,5 \text{ kg}}{1225 \text{ gob}} = \mathbf{4,08 \cdot 10^{-4} \text{ kg}}$ de carton.

2.2. Gobelets Milubo

Milubo fabrique ses gobelets à Munich en Allemagne soit à **730 km** de l'aéroport LYS.

Selon ses données, les gobelets sont palettisés en 24 cartons de 560 gobelets chacun, soit 13440 gobelets par palette. En reprenant les mêmes valeurs de poids pour la palette Europe et le carton, on obtient ainsi les données suivantes :

² Sur la base d'un mix 88% de papier-carton, et d'une fine couche de polyéthylène (source : CITEO, <https://www.citeo.com/le-mag/les-gobelets-en-carton-se-trient-et-se-recyclent/>)

- 1 gobelet utilise $\frac{1 \text{ gob} * 25 \text{ kg}}{13440 \text{ gob}} = 1,86.10^{-3} \text{ kg}$ de bois de palette ;
- 1 gobelet utilise $\frac{1 \text{ gob} * 0,5 \text{ kg}}{560 \text{ gob}} = 8,93.10^{-4} \text{ kg}$ de carton.

3. Données et hypothèses sur la phase d'utilisation

3.1. Gobelets de la marque partenaire

S'agissant de gobelets jetables, il n'y a pas de données ni d'hypothèses spécifiques à détailler dans cette étape d'utilisation. Après consommation unique, le consommateur jettera directement le gobelet, il n'y a donc pas d'impact à ce stade.

3.2. Gobelets réemployables

Pour ce type de gobelets, en revanche, l'étape d'utilisation est essentielle à l'ACV car s'agissant de gobelets réemployables, une collecte séparée ainsi qu'un lavage ont lieu durant cette phase. Ainsi, cette étape consomme de l'électricité, de l'eau et du produit de nettoyage. Afin de déterminer les valeurs à utiliser, nous sommes partis des données des fabricants de lave-vaisselles qui sont prévus dans le projet. Enfin, il est à noter que du fait du choix de l'unité fonctionnelle et de son flux de référence, il est à prendre en compte à cette étape les 120 réutilisations du gobelet, c'est-à-dire également ses 120 lavages.

La densité d'un produit liquide étant estimé à 1,03 kg/m³, et en partant de la donnée du fabricant de lave-vaisselle qui estime que chaque cycle nettoie 50 gobelets avec 5 ml de produit lessiviel, on obtient donc :

$$\frac{1,03 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (1,5.10^{-5} \text{ m}^3)}{50 \text{ gob}} * 120 \text{ cycles} = 3,7.10^{-5} \text{ kg}$$

de liquide lessiviel nécessaire pour un seul gobelet.

N.B. : L'outil Base Impact de l'ADEME ne prend en compte que 4 décimales, or nous obtenons ici une donnée à 5 décimales. Par conséquent, pour éviter que l'outil prenne une valeur de 0 kg de produit lessiviel, nous prendrons la valeur 1,0.10⁻⁴ kg pour coller au plus près de la réalité. Cela est donc par essence, une source d'erreur de l'analyse (en défaveur du système réemployable).

Selon les données du fournisseur de lave-vaisselle, la puissance de celui-ci est de 8,90kW. Un cycle durant 5 minutes, soit 0,083 heures, cet équipement consomme :

$$8,9 * 0,083 = 0,73 \text{ kWh/cycle}$$

$$\frac{0,73 \text{ kWh/cycle}}{50 \text{ gob.}} = 0,0146 \frac{\text{kWh}}{\text{cycle/gob}}$$

Avec 120 cycles pour répondre à l'unité fonctionnelle cela donne une consommation de **1,752 kWh/gob.** pour la durée considérée de 120 jours.

Enfin, chaque cycle consomme environ 8 litres d'eau, selon le fabricant, pour 50 gobelets :

$$\frac{8 \text{ l}}{50 \text{ gob}} * 120 \text{ cycles} = 0,16 \frac{\text{l}}{\text{gob}} * 120 \text{ cycles} = 19,2 \text{ l}$$

d'eau pour la durée considérée.

4. Données et hypothèses sur la phase de fin de vie

4.1. Gobelets de la marque partenaire

Afin d'obtenir un résultat le plus proche possible de la réalité du terrain de l'aéroport lyonnais, les données utilisées sont celles issues du reporting environnemental de 2019 sur cette aérograre

concernant le taux de valorisation des déchets non-dangereux (ici en l'occurrence le plastique et le carton).

On obtient ainsi les données suivantes :

- Taux de recyclage : 35.6% ;
- Taux d'incinération : 64.4% ;
- Taux de mise en décharge : 0%.

De plus, lors de la fin de vie du gobelet, une collecte et un transport jusqu'au centre de valorisation a lieu. Ce centre de traitement des déchets se trouve à **14 km** de l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry.

4.2. Gobelets *Milubo*

La fin de vie du produit *Milubo* est beaucoup moins souvent atteinte du fait de sa réemployabilité. Cependant lorsque celui-ci finit par être jeté soit du fait d'une erreur du consommateur soit du fait de la dégradation du gobelet (utilisable jusqu'à 500 fois), ce dernier est renvoyé au fournisseur qui assurera un taux de recyclage de 100% du produit reçu. Or, il existe un taux de perte estimé à 15% du fait, par exemple, du dépôt du gobelet dans une poubelle classique par le consommateur. Cela implique une incinération à hauteur de 15% à prendre en compte.

Ainsi les taux suivants seront utilisés :

- Taux de recyclage : **85%** ;
- Taux d'incinération : **15%** ;
- Taux de mise en décharge : 0%.

En revanche, ce renvoi à l'industriel présente l'inconvénient d'avoir à cette étape une collecte très énergivore du fait du transport retour en camion. Il faut évidemment renseigner cet élément dans l'outil et ajouter de nouveau **730 km** de trajet en camion. A noter qu'à moyen terme, nous viserons des filières de valorisation de polypropylène plus proches afin d'éviter cette source de pollution liée au transport retour du gobelet.

V. Evaluations environnementales

Cette partie vise à renseigner les résultats obtenus via l'outil **Bilan Produit** de l'ADEME et tels qu'ils sont obtenus. La phase de comparaison et discussion viendra ensuite.

1. Gobelets jetables

Les tableaux en **figure n°5 et 6** ci-dessous fournissent les résultats de l'analyse environnementale effectuée pour l'ensemble du cycle de vie d'un gobelet jetable selon chacune des catégories d'impact choisies (Indices JRC I & II).

Catégorie d'impact	Classification	Total	Unité
Changement climatique	I	9.7e-1	kg éq. CO2
Particules	I	3.2e-8	incidence de maladie
Appauvrissement de la couche d'ozone	I	6.5e-8	kg éq. CFC 11

Figure 5 : Résultats chiffrés de l'ACV d'un gobelet jetable pour chaque catégorie d'impact d'indice JRC I

Catégorie d'impact	Classification	Total	Unité
Eutrophisation eaux douces	II	6.9e-5	kg éq. P
Formation d'ozone photochimique	II	2.9e-3	kg éq. COVNM
Acidification	II	2.1e-3	mol éq. H+
Eutrophisation terrestre	II	5.6e-3	mol éq. N
Eutrophisation marine	II	7.3e-4	kg éq. N

Figure 6 : Résultats chiffrés de l'ACV d'un gobelet jetable pour chaque catégorie d'impact d'indice JRC II

Les figures n°7 et 8 ci-dessous représentent quant à elles graphiquement l'impact de chaque étape du cycle de vie du gobelet jetable sur les différentes catégories d'impact choisies.

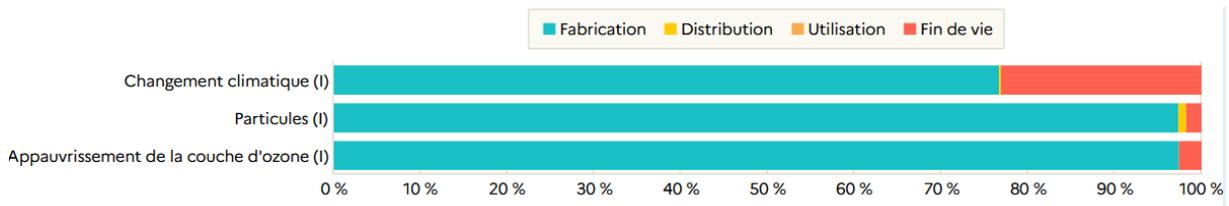


Figure 7 : Graphique de l'impact de chaque phase du cycle de vie d'un gobelet jetable pour les catégories classifiées I

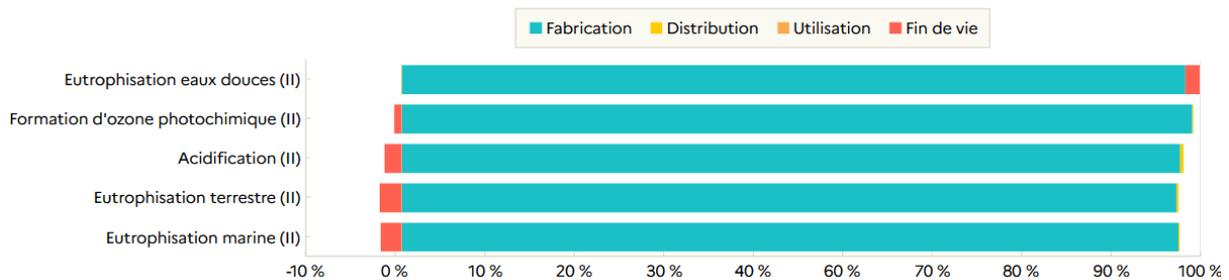


Figure 8 : Graphique de l'impact de chaque phase du cycle de vie d'un gobelet jetable pour les catégories classifiées II

On peut ainsi faire les observations suivantes :

- Les étapes de fabrication et fin de vie sont de très loin les plus impactantes, quelle que soit la catégorie d'impact sélectionnée. C'est même systématiquement la fabrication qui génère le plus de pollution.
- L'utilisation n'a bien évidemment aucune incidence sur l'environnement puisqu'il s'agit simplement d'une consommation d'une boisson. Attention : l'impact de la boisson en elle-même (production du café par exemple, distribution, etc) ne rentre pas en compte dans cette étude.
- La phase de « Distribution » a un impact négligeable dans le cycle de vie du gobelet avec un impact maximum de 0,896% sur la catégorie des particules.
- L'étape de fin de vie permet des « bénéfices environnementaux » sur l'acidification et les eutrophisations terrestres et marines grâce aux taux de valorisation notamment du papier et du carton présent dans la composition du gobelet. Attention : Ces bénéfices sont à relativiser, le meilleur déchet étant celui que l'on ne produit pas.

2. Gobelets Milubo

Les tableaux en **figure n°9 et 10** ci-dessous fournissent les résultats de l'analyse environnementale effectuée pour l'ensemble du cycle de vie d'un gobelet réemployable fabriqué par *Milubo* selon chacune des catégories d'impact choisies (Indices JRC I & II). Pour rappel, les données obtenues correspondent à 120 réutilisations (pour répondre à l'unité fonctionnelle), mais ce type de gobelet peut être réutilisé plus de quatre fois plus. Ainsi, l'impact pourrait même être revu à la baisse.

Catégorie d'impact	Classification	Total	Unité
Changement climatique	I	3.1e-1	kg éq. CO2
Particules	I	1.1e-8	incidence de maladie
Appauvrissement de la couche d'ozone	I	1.9e-9	kg éq. CFC 11

Figure 9 : Résultats chiffrés de l'ACV d'un gobelet réemployable pour chaque catégorie d'impact d'indice JRC I

Catégorie d'impact	Classification	Total	Unité
Eutrophisation eaux douces	II	5.0e-6	kg éq. P
Formation d'ozone photochimique	II	7.7e-4	kg éq. COVMN
Acidification	II	7.7e-4	mol éq. H+
Eutrophisation terrestre	II	1.7e-3	mol éq. N
Eutrophisation marine	II	2.1e-4	kg éq. N

Figure 10 : Résultats chiffrés de l'ACV d'un gobelet réemployable pour chaque catégorie d'impact d'indice JRC II

Pour chacune de ces catégories, la part d'impact de chaque phase du cycle de vie est différente. Les graphiques en **figures n°11 et 12** illustrent cette répartition.

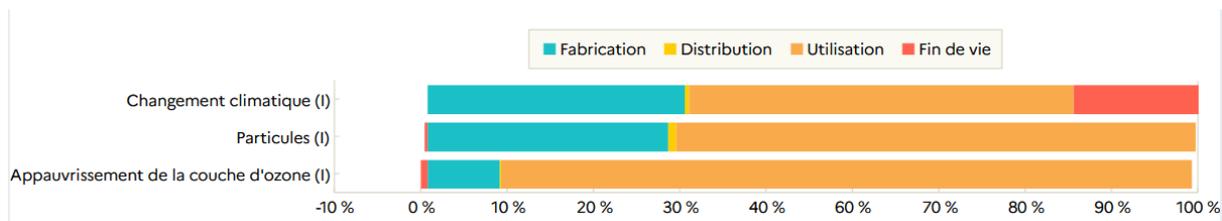


Figure 11 : Graphique de l'impact de chaque phase du cycle de vie d'un gobelet réemployable pour chaque catégorie d'impact d'indice JRC I

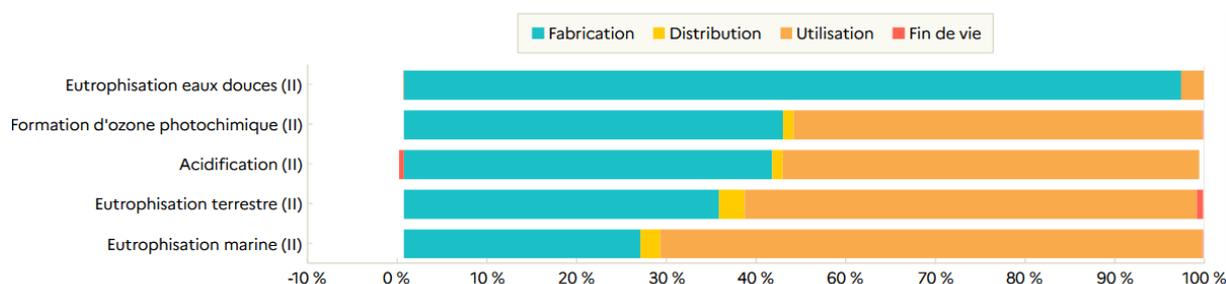


Figure 12 : Graphique de l'impact de chaque phase du cycle de vie d'un gobelet réemployable pour chaque catégorie d'impact d'indice JRC II

On peut ainsi faire les observations suivantes :

- On remarque une plus grande diversité dans les phases du cycle de vie ayant un impact significatif sur l'environnement. En effet, si la phase de fabrication est toujours très importante, il semble que la phase d'utilisation soit majoritairement celle ayant le plus d'impact négatif. Seul son impact sur l'eutrophisation des eaux douces a une valeur inférieure à 49%. Cela est dû à sa réemployabilité nécessitant un nettoyage à chaque cycle impliquant consommation d'eau, et d'électricité.
- La phase de « Distribution » est toujours au second plan des impacts mais a tout de même son importance surtout pour l'eutrophisation terrestre (~3%). Elle n'est donc pas à négliger. Cela est dû au transport aller-retour depuis Munich (730 km).
- La fin de vie en revanche semble n'apporter aucun bénéfice environnemental malgré la recyclabilité à 100% des gobelets en polypropylène. Ceci est dû à l'impossibilité d'entrer des valeurs de valorisation manuellement dans l'outil. C'est également dû à un manque de données dans la base de données de l'ADEME. Par conséquent, un bénéfice environnemental devrait être présent sur la fin de vie des gobelets Milubo, et l'absence de ceux-ci reste inexpliquée. Il s'agit donc là d'une source d'erreur dans les résultats obtenus.

VI. Comparaison

Cette étape vise à mettre côte à côte les données collectées et obtenues précédemment afin de comparer l'efficacité environnementale de chacun de ces deux produits et conclure quant à l'intérêt environnemental du projet.

		Gobelets jetables	Gobelet réutilisable		Gain enviro	Variation (%)	
Dommages écologiques	I	Changement climatique	9,70E-01	3,10E-01	kg éq. CO2	6,60E-01	-68%
	II	Acidification	2,10E-03	7,70E-04	mol éq. H+	1,33E-03	-63%
	II	Eutrophisation eaux douces	6,90E-05	5,00E-06	kg éq. P	6,40E-05	-93%
	II	Eutrophisation terrestre	5,60E-03	1,70E-03	mol éq. N	3,90E-03	-70%
	II	Eutrophisation marine	7,30E-04	2,10E-04	kg éq. N	5,20E-04	-71%
Dommages sur la santé	I	Particules	3,20E-08	1,10E-08	incidence de maladie	2,10E-08	-66%
	I	Appauvrissement de la couche d'ozone	6,50E-08	1,90E-09	kg éq. CFC 11	6,31E-08	-97%
	II	Formation d'ozone photochimique	2,90E-03	7,70E-04	kg éq. COVNM	2,13E-03	-73%

Figure 13 : Tableau de présentation des résultats chiffrés de l'analyse ACV comparative et leur gain environnementale associé

La **figure n°13** ci-dessus illustre assez bien la différence d'impact entre les deux solutions répondant au même usage. En moyenne sur l'ensemble des indicateurs, l'impact environnemental de la solution de gobelets réutilisables est 75% plus faible que la solution avant-projet de gobelets jetables.

VII. Interprétation des résultats et conclusion

Les résultats obtenus montrent de façon assez évidente le gain environnemental que provoquerait le passage à la solution *Milubo*. Cependant tout n'est pas parfait et il est à considérer certains points avant la mise en application de la solution.

La remarque faite précédemment dans ce rapport concernant l'impact de la phase de fabrication vient renforcer un objectif qui avait déjà été énoncé : viser le réemploi optimum, soit à 100%. En effet, ici les gobelets sont considérés comme étant utilisés 120 fois. Or ceux-ci ont la caractéristique technique de pouvoir résister à beaucoup plus d'utilisations et de lavages. Le plus gros du travail consistera à s'assurer du bon taux de retour des gobelets afin de réduire le nombre de gobelets achetés et donc le nombre de gobelets fabriqués, emballés et transportés : cela mènera à un projet encore davantage vertueux pour l'environnement. Si les résultats (les gains environnementaux) sont d'ores-et-déjà évident, il ne faut cependant pas s'en accommoder. Il faudra veiller en permanence à permettre aux passagers de l'aéroport de pouvoir rendre facilement leur gobelet.

Outre la phase de fin de vie qu'il faudra surveiller pour la solution *Milubo*, un point négatif de cette dernière est son lieu de fabrication. Le transport prend en effet une place importante du projet. Viser la livraison de grandes quantités pour éviter les camions à moitié vide, ainsi que le taux de retour le plus haut possible pour minimiser les livraisons, et éventuellement, creuser la piste d'une production plus proche de l'aéroport sont une liste non-exhaustive des solutions qu'il faudra avoir en tête afin d'avoir un impact environnemental le plus faible possible sur l'ensemble du projet.

Une fois toutes ces données et points d'attentions notées et prises en compte, nous pouvons conclure que la solution du gobelet réemployable, collecté, nettoyé et remis en circulation au sein de l'aéroport réduit l'impact sur l'environnement par rapport à la solution du gobelet à usage unique fait d'un mix de papier-carton et de polyéthylène.