

EMBALLAGES INDUSTRIELS : EVALUATION ENVIRONNEMENTALE, ECONOMIQUE ET SOCIALE DE L'INTERET COMPARE ENTRE REUTILISATION ET USAGE UNIQUE

EMBALLAGES CONSIGNES EN CAFES HOTELS ET RESTAURANTS

Synthèse

Juin 2010

Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par RDC-Environnement
(Contrat n°0802 C0078)

Coordination technique : Sylvain PASQUIER et Evelyne LAURENT, ADEME Angers
Service Filières REP et Recyclage, Direction Consommation Durable et Déchets

Remerciements :

Cette étude a été suivie par un comité de pilotage réunissant des pouvoirs publics, des fabricants d'emballage, des conditionneurs, des représentants de la distribution et des filières de matériaux. Le comité a en particulier fourni des données et explications et validé les conclusions de cette synthèse, au vu du travail d'analyse effectué par RDC-Environnement.

L'ADEME en bref

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer et du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Elle participe à la mise en oeuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en oeuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

<http://www.ademe.fr>

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Sommaire

RESUME	4
I. CADRE DE L'ETUDE.....	6
Contexte	6
Objectifs.....	6
Public cible.....	6
Champ d'analyse.....	6
II. METHODOLOGIE	7
II.A. Déroulement de l'étude et source des données.....	7
II.B. Méthodologie de l'analyse environnementale	7
III. ANALYSE TECHNIQUE ET DONNEES RETENUES.....	10
III.A. Enseignements de l'analyse technique.....	10
III.A.1. Répartition des emballages par type de boissons	10
III.A.2. Lieux de conditionnement des boissons	10
III.A.3. Distribution des boissons	10
III.B. Données retenues dans le cas de base	11
IV. RESULTATS DE L'ANALYSE ENVIRONNEMENTALE	12
IV.A. Impacts environnementaux de chaque système d'emballage	12
IV.A.1. Méthodologie d'analyse et présentation des résultats	12
IV.A.2. Impacts des bouteilles en verre réutilisables	13
IV.A.3. Impacts des bouteilles en verre à usage unique	14
IV.A.4. Impacts des bouteilles en PET à usage unique	15
IV.A.5. Impacts des fûts acier réutilisables	16
IV.A.6. Impacts des fûts PET à usage unique	17
IV.B. Différentiels d'impact environnementaux par couple de systèmes d'emballage	18
IV.B.1. Clé de lecture des analyses de différentiels d'impact.....	18
IV.B.2. Différentiel d'impact entre bouteilles verre réutilisables et verre à usage unique.....	19
IV.B.3. Différentiel d'impact entre bouteilles verre réutilisables et bouteilles en PET à usage unique.....	20
IV.B.4. Différentiel d'impact entre fût acier réutilisable et fût PET à usage unique	21
IV.C. Analyse plus approfondie du différentiel d'impact entre bouteilles verre réutilisables et PET... ..	22
IV.C.1. Clé de lecture des graphiques en plages de pertinence.....	22
IV.C.2. Hiérarchisation des paramètres influençant le différentiel bouteilles verre réutilisables / PET	22
IV.C.3. Plages de pertinence sur l'indicateur effet de serre pour l'emballage de 1000L d'eau	23
IV.C.4. Plages de pertinence sur l'indicateur effet de serre pour l'emballage de 1000L de softs.....	24
IV.C.5. Plages de pertinence selon d'autres indicateurs	25
IV.C.6. Conclusion sur la pertinence comparée des bouteilles en verre réutilisables et en PET.....	25
IV.D. Analyse plus approfondie du différentiel d'impact entre fûts acier réutilisables et PET	27
IV.D.1. Clé de lecture des graphiques en plages de pertinence.....	27
IV.D.2. Hiérarchisation des paramètres influençant le différentiel fûts acier réutilisables / PET	27
IV.D.3. Plages de pertinence pour l'emballage de 1000L de bière	27
IV.D.4. Conclusion sur la pertinence comparée des fûts acier réutilisables et PET usage unique	28
NOTE DE REVUE CRITIQUE	30

Résumé

L'étude réalisée est une évaluation de l'intérêt comparé entre réutilisation et usage unique des emballages utilisés dans les circuits des Cafés Hôtels et Restaurants (CHR). Elle a été commanditée par l'ADEME et réalisée par RDC-Environnement.

L'étude analyse la pertinence d'emballages réutilisables et à usage unique en circuit CHR selon trois axes: technique, environnemental, et économique. Les emballages sont comparés deux à deux :

	Emballage réutilisable	Emballage à usage unique
Comparaison 1	bouteille verre consignée	bouteille verre à usage unique
Comparaison 2	bouteille verre consignée	bouteille PET à usage unique
Comparaison 3	Fût acier consigné	Fût PET à usage unique

Les résultats environnementaux, évalués par une analyse ACV conforme aux normes ISO 14040 et 14044, ont fait l'objet d'une revue critique. Les données retenues sont issues d'une analyse technique préalable et ont été soumises à la validation des experts du comité de revue critique.

Les impacts environnementaux des systèmes d'emballages sont fortement dépendants de plusieurs paramètres clés, qui sont notamment les distances d'approche entre le conditionneur et l'entrepôt distributeur, le mode de transport d'approche (routier / ferroviaire), le poids des emballages à usage unique, le nombre d'utilisations des emballages réutilisables et le taux de collecte sélective des emballages dans les CHR.

Pour les hypothèses réalisées et les champs de valeurs considérés dans le cas de base, **la comparaison des impacts environnementaux entre les différents systèmes d'emballages utilisés en CHR donne les résultats suivants :**

- Le conditionnement de boissons (bière, eau, jus) en bouteilles en verre consigné pour les cafés hôtels et restaurants a toujours un impact environnemental inférieur au verre à usage unique sur les indicateurs d'impact principaux. Le verre consigné est ainsi en moyenne moins impactant de 50% pour l'indicateur « effet de serre » et de 50% pour l'« eutrophisation ».
- Pour la comparaison entre bouteilles en verre réutilisables et en PET à usage unique, le résultat dépend des valeurs de cinq paramètres clés. Les résultats pour l'indicateur « effet de serre » sont résumés dans le tableau ci-dessous suivant les caractéristiques du système PET (collecte sélective ou non / poids des bouteilles selon les boissons) et du transport (moyen / distance d'approche). *A noter que la distance moyenne d'approche pour le transport d'eaux et de softs en France est comprise entre 300 et 450 km.*

Résultat de la comparaison entre verre réutilisable et PET à usage unique pour l'indicateur effet de serre	Bouteille PET triée sélectivement (à 100%)		Bouteille PET non triée sélectivement	
	Bouteille PET légère (type « eau »)	Bouteille PET lourde (type « softs »)	Bouteille PET légère (type « eau »)	Bouteille PET lourde (type « softs »)
Transport d'approche camion	0 à 200 km			
	200 à 400 km			
	400 à 700 km			
	>700 km			
Transport d'approche train	0 à 1200 km			



Situation où la bouteille en PET est la meilleure alternative

Situation peu discriminante

Situation où la bouteille en verre réutilisable est la meilleure alternative

- Pour la comparaison entre fûts métalliques consignés et fûts PET à usage unique, le résultat dépend des valeurs de trois paramètres clés : distance d'approche, moyen de transport, et masse de PET dans les fûts à usage unique. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous dans le cas des fûts de contenance 30 litres.

La délimitation de ces plages de pertinence évolue en faveur des fûts acier dans le cas de l'analyse de fûts de 20 litres, car la masse d'emballage nécessaire pour le transport d'un même volume de boisson est alors supérieure, ce qui joue plus fortement sur le bilan du fût PET.

A noter que la distance moyenne d'approche pour le transport de bière en France est de 450 km.

Résultat de la comparaison entre fûts métalliques consignés et fûts PET à usage unique (contenance 30L)

	Effet de serre		Eutrophisation		Acidification	
	PET 300g	PET 700g	PET 300g	PET 700g	PET 300g	PET 700g
Transport d'approche camion						
0 à 200 km	■	■	■	■	■	■
200 à 400 km	■	■	■	■	■	■
400 à 600 km	■	■	■	■	■	■
600 à 800 km	■	■	■	■	■	■
>800 km	■	■	■	■	■	■
Transport d'approche train						
0 à 1000 km	■	■	■	■	■	■



■ Situation où le fût en PET à usage unique est la meilleure alternative
 ■ Situation peu discriminante
 ■ Situation où le fût en acier réutilisable est la meilleure alternative

I. Cadre de l'étude

Contexte

La directive 94/62/CE modifiée sur les emballages et les déchets d'emballages fixe des objectifs de recyclage et valorisation des déchets d'emballages, tout en laissant aux Etats Membres le choix des dispositions à mettre en œuvre. Concernant la réutilisation, la directive ne comporte pas d'objectifs, mais laisse la possibilité aux Etats Membres de « favoriser, conformément au traité, les systèmes de réutilisation des emballages qui sont susceptibles d'être réutilisés sans nuire à l'environnement. »

En France, au-delà des objectifs de recyclage et de valorisation atteints en 2007, le Grenelle de l'Environnement a confirmé les objectifs prioritaires de prévention et de recyclage des emballages.

Par ailleurs, de nombreux acteurs de la chaîne logistique sont engagés dans des démarches environnementales et cherchent à optimiser leurs solutions logistiques d'un point de vue environnemental tout en limitant leurs coûts.

Dans ce cadre, la question de la comparaison entre l'utilisation d'emballages réutilisables et d'emballages à usage unique pour l'industrie est un enjeu clé. C'est pourquoi l'ADEME a choisi de mener une étude visant dans ce domaine à aider les entreprises dans leurs choix.

Objectifs

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'intérêt comparé entre réutilisation et usage unique des emballages industriels sur les plans technique, environnemental, économique, et social.

L'étude doit permettre de mettre au point une approche méthodologique pour l'évaluation de l'impact environnemental de systèmes de réutilisation. Cette méthodologie sera appliquée à 10 segments (trio produit / emballage / circuit) sur lesquels seront identifiés les jeux de paramètres pour lesquels l'une des deux solutions (usage unique ou réutilisation) apparaît comme plus intéressante.

Il s'agit d'aller au-delà des résultats classiques d'une Analyse du Cycle de vie via :

- l'analyse préalable de la pertinence technique des systèmes étudiés,
- la présentation des résultats d'analyse sous forme de plages de pertinence permettant de mettre en évidence la pertinence des différents systèmes d'emballage en fonction des valeurs de paramètres influents.

L'étude a donné lieu à un rapport d'analyse environnementale et un rapport d'analyse économique et sociale. Cependant, les résultats d'analyse du rapport portant sur les aspects sociaux et économiques ne sont pas considérés comme suffisamment robustes et complets pour pouvoir être repris dans la synthèse de l'étude.

Public cible

Cette étude est commanditée par l'ADEME. Elle a été jugée conforme aux ISO 14040 et 14044 ; les hypothèses, données et modélisations correspondent bien au but et au champ de l'étude, et les conclusions sont raisonnables en tenant compte des incertitudes sur les résultats.

L'étude fera l'objet d'une mise en ligne, et d'une valorisation auprès de l'ensemble des acteurs concernés, notamment industriels, pouvoirs publics, et bureaux d'études.

Champ d'analyse

Les 10 segments à étudier ont été choisis avec le comité de pilotage en fonction de l'intérêt et de la faisabilité d'étudier la réutilisation sur ces segments.

La présente synthèse présente l'analyse menée sur les emballages consignés dans les circuits logistiques des cafés hôtels et restaurants (deux premiers segments d'étude).

Produit	Circuit logistique	Emballage usage unique	Emballage réutilisable
Boissons (bière, softs, eau minérale, jus)	Café Hôtels Restaurants	Bouteille verre Bouteille PET	Bouteille verre consignée
Bière	Café Hôtels Restaurants	Fût plastique	Fût métal consigné

Note : le cas des bouteilles en PET réutilisables n'a pas été étudié.

II. Méthodologie

II.A. Déroulement de l'étude et source des données

La première phase de l'étude a consisté en une analyse technique des systèmes d'emballages à étudier, dans trois objectifs :

- décrire avec précision chaque système d'emballage (usage unique ou réutilisation) pour chacun des segments. En particulier, bien identifier les points communs et les différences tout au long de la chaîne logistique ;
- aider à définir une check-list de points d'attention à analyser préalablement à tout choix de système d'emballages ;
- choisir les systèmes qui seront étudiés en éliminant, le cas échéant, les systèmes techniquement non viables.

L'analyse environnementale et économique a alors été menée sur les systèmes identifiés.

Pour chaque donnée ont été recherchées des données primaires et/ou secondaires :

- Les sources de données primaires sont collectées auprès d'acteurs de terrain dans les secteurs concernés (fabricants d'emballages et leurs fournisseurs, industriels conditionneurs, distributeurs, cafés hôtels et restaurants) et d'organisations professionnelles. Elles ont été collectées par l'envoi de questionnaires détaillés et par prise de contact directe.
- Les sources de données secondaires sont reprises de bases de données ACV de référence : Ecolvent principalement, ainsi que des données collectées par RDC dans le cadre d'autres études. A noter que l'étude a utilisé les données d'inventaire disponibles en début d'année 2010 et n'ont pas pu intégrer notamment les mises à jour publiées en avril 2010 par PlasticsEurope sur les données d'inventaire de production du PET grade bouteille.

Le logiciel RangeLCA développé par RDC-Environnement permet d'analyser les données en intégrant automatiquement l'analyse de sensibilité des paramètres. Ce concept se traduit par l'utilisation de plages de valeurs pour rendre compte de la variabilité des situations (ex : plastiques collectés sélectivement ou non) et des incertitudes sur les données.

Cela a permis de se focaliser sur la recherche des données clés selon un processus itératif en 3 étapes successives :

- 1ère étape : remplissage complet des inventaires à partir des bases de données et d'hypothèses conservatrices. Par une première analyse, on détermine les données et les procédés ayant l'impact le plus important sur les résultats, pour lesquels la recherche de données devra être plus poussée.
- 2e étape : recherche de données pour les flux élémentaires principaux, pour les procédés clés. Nouvelle analyse, plus fine, des procédés ayant un impact important sur les résultats.
- 3e étape : recherche complémentaire de données et analyse finale.

II.B. Méthodologie de l'analyse environnementale

Présentation de la méthodologie d'Analyse de Cycle de Vie

La méthodologie générale utilisée dans cette étude est la méthodologie ACV, qui permet d'évaluer les impacts environnementaux sur tout le cycle de vie des emballages de leur production jusqu'à leur fin de vie. Cette méthodologie est décrite dans les normes ISO14040:2006 et ISO14044:2006.

Les calculs ont été réalisés avec RangeLCA, le logiciel de calcul développé par RDC-Environnement.

Indicateurs d'impact environnemental

Les impacts environnementaux des systèmes étudiés sont exprimés et comparés selon 8 indicateurs d'impact dans le rapport complet. Dans le cadre de cette synthèse, les résultats sont présentés pour les quatre indicateurs les plus robustes et dont les impacts sont les plus significatifs :

CATEGORIE D'IMPACT	UNITE	SOURCE DU FACTEUR DE CARACTERISATION
Effet de serre	g éq. CO ₂	IPCC (2007) sur 100 ans (comprend le CO ₂ fossile et le CO ₂ biomasse (capté et émis))
Acidification de l'atmosphère	g éq. SO ₂	CML (2004) – basé sur Hauschild & Wenzel (1998)
Eutrophisation de l'eau et de l'air	g éq. PO ₄	CML 2004 – basé sur Heijungs (1992) et Huijbregts (2000-2001)
Déchets finaux mis en CSDU	kg	Quantité de déchets ultimes mis en décharge en fin de vie

Les quatre autres indicateurs étudiés sont la destruction de la couche d'ozone, la consommation d'énergie non renouvelable, les minéraux et la consommation d'eau.

Les résultats sur ces indicateurs ne sont pas repris dans la synthèse pour les raisons suivantes :

- Les indicateurs « dégradation de la couche d'ozone » et « consommation d'eau » manquent de robustesse.
- L'indicateur « consommation de minéraux » présente des impacts relatifs très faibles après normalisation
- L'indicateur « énergie non renouvelable » présente des résultats et des variations très similaires à ceux de l'indicateur « effet de serre ».

Unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle correspond à la fonction qui est remplie par les différents produits étudiés. Cette fonction doit être la même pour tous les produits afin de permettre une comparaison objective des performances.

L'unité fonctionnelle choisie pour cette étude est la mise à disposition de 1000 L de boissons via le réseau des cafés hôtels et restaurants en France (depuis la production de la boisson jusqu'au lieu de consommation).

Frontières du système : procédés inclus

Les phases à prendre en compte dans l'analyse ont été déterminées en fonction de leur contribution relative aux indicateurs d'impact considérés, conformément aux critères d'inclusion proposés par la norme ISO 14044.

Les phases du cycle de vie prises en compte dans l'analyse sont les suivantes :

- Production de l'emballage principal : production de la bouteille seule ou du fût, production et transport des matériaux constitutifs des emballages primaires, fabrication et acheminement des emballages primaires vers le conditionneur ;
- Production autres : fabrication et transport des bouchons et étiquettes, des emballages de livraison et de palettisation ;
- Remplissage, lavage ;
- Distribution Approche : transport du producteur au distributeur (entrepôt ou grande surface) ;
- Distribution finale : transport du distributeur vers le cafetier (distribution via entrepôt ou cash and carry) ;
- Retour des emballages réutilisables vides jusque chez l'embouteilleur
- Fin de vie : fin de vie de l'emballage primaire, des accessoires et des emballages de livraison et de palettisation.

Frontières du système : procédés exclus

Les étapes suivantes ont été exclues du champ de l'étude sur avis des commanditaires de l'étude :

- Les consommations des usines pour le chauffage, l'éclairage et la sanitation des équipements...
- La colle des étiquettes et la production des colorants
- Les emballages de transport des matières de conditionnement de la bouteille (bouchons, étiquettes,...).
- L'éclairage, le chauffage des différents lieux de vente
- Le refroidissement des boissons sur le lieu de vente
- Les pollutions accidentelles qui sont souvent difficiles à distinguer des émissions produites en temps normal et ne sont prises en compte dans cette étude.

Modélisation de la réutilisation

La modélisation du cycle de vie des emballages re-remplissables implique de bien comprendre et connaître les besoins en achats d'emballages neufs. Ces achats sont répartis entre un stock de départ et un ensemble d'achats cumulés pour le renouvellement des emballages.

Le renouvellement des emballages est lié à la détermination du nombre de réutilisations des emballages réutilisables. Ce paramètre clé est calculé en tenant compte de trois paramètres fondamentaux :

- La durée de vie du parc (années) avant renouvellement
- Le nombre de rotations par an
- Le taux de retour des emballages réutilisable par rotation (%) qui représente, sur l'ensemble des emballages utilisés, la part d'emballages qui reviennent et qui sont réutilisés au bout d'une rotation (une fois comptabilisées les pertes par vol ou casse).

III. Analyse technique et données retenues

III.A. Enseignements de l'analyse technique

III.A.1. Répartition des emballages par type de boissons

L'analyse a porté sur différents types d'emballages existant sur le marché pour la livraison de boissons en circuits Cafés Hôtels et Restaurants (CHR)

Après analyse, les systèmes retenus pour l'étude sont les suivants :

Boisson	Emballage usage unique	Emballage réutilisable
Bière	Bouteille verre (33 cL)	Bouteille verre consignée (33 cL)
Eaux	Bouteille verre (50 cL) Bouteille PET (50 cL)	Bouteille verre consignée (50 cL)
Softs	Bouteille PET (50 cL)	Bouteille verre consignée (33 cL)
Jus	Bouteille verre (25 cL)	Bouteille verre consignée (25 cL)
Bière	Fût PET avec poche intérieure (20 et 30 L)	Fût acier consigné (20 et 30 L)

A noter que les formats des petites bouteilles ne sont pas les mêmes selon les types de boissons.

Les fûts acier existent aussi en volumes 50L, mais les fûts PET ne se déclinent pas en 50L.

Actuellement, il existe peu de fournisseurs de fûts en PET.

III.A.2. Lieux de conditionnement des boissons

Hormis pour la bière, la grande majorité des boissons distribuées en France est conditionnée en France. Pour la bière, 33% et 10% des volumes conditionnés respectivement en fûts et en bouteilles sont importés de Belgique.

III.A.3. Distribution des boissons

Deux systèmes de distribution coexistent pour l'approvisionnement en boissons des cafés hôtels et restaurants : la distribution via les entrepositaires et la distribution via les distributeurs et les « cash and carry ». L'étude prend en compte les deux types de distribution :

La distribution via des entrepositaires (80 à 95% des cas) s'effectue en 2 temps :

- Un trajet d'approche entre le conditionneur et l'entrepositaire, qui s'effectue au moyen d'un semi-remorque de 24 tonnes de charge utile. L'utilisation du fret ferroviaire est également envisagée. Les distances d'approche moyennes sont de 400 km.
- Un trajet final de l'entrepositaire au CHR, qui s'effectue en camion de plus petit gabarit le plus généralement des camions de 6 t. Le remplissage d'un camion est fonction de la durée de la tournée. Une tournée a une distance comprise entre 0 et 120 km et permet de livrer une dizaine d'établissements CHR.

La distribution via les distributeurs et les « cash and carry » s'effectue en deux temps :

- Un trajet d'approche entre le conditionneur et l'entrepôt du magasin de cash and carry, qui s'effectue en semi-remorque en général de 24 tonnes. L'utilisation du fret ferroviaire est également envisagée. Les distances d'approche moyennes sont de 400 km.
- Un trajet final effectué par le cafetier lui-même, en général au moyen d'une camionnette. La distance qui sépare le cafetier d'un tel distributeur est de 5 à 50 km.

III.B. Données retenues dans le cas de base

L'ensemble des données utilisées dans l'étude a fait l'objet d'une vérification par un comité de revue critique composé d'experts matériaux et de spécialistes des circuits CHR.

Ce chapitre présente les plages de valeurs considérées dans le cas de base pour les paramètres les plus influents. Sauf spécifications contraires, l'ensemble des graphiques présentés dans cette synthèse est réalisé pour ce cas de base.

Poids des emballages :	Bière	Eaux	Softs	Jus
Poids Bouteille verre réutilisable	210 à 315 g (33cL)	320 à 400 g (50 cL)	210 à 350 g (33cL)	160 à 300 g (25 cL)
Poids Bouteille verre usage unique	185 à 315 g (33cL)	280 à 375 g (50 cL)	/	140 à 250 g (25 cL)
Poids Bouteille PET usage unique	/	11 à 18 g (50 cL)	20 à 28 g (50 cL)	/
Poids Fût acier réutilisable	5,3 à 8,7 kg (fût 20L) 10 kg (fût 30L)	/	/	/
Poids Fût PET à usage unique	PET : 0,2 à 0,5 kg (fût 20L) 0,3 à 0,7 kg (fût 30L) Carton : 0,480 kg (fût 20L) 0,720 kg (fût 30L)	/	/	/

Les données de poids utilisées pour les bouteilles PET sont des valeurs correspondant à des bouteilles existantes à l'heure actuelle. Dans le cas des bouteilles en verre réutilisable, les valeurs inférieures des fourchettes ont été abaissées afin de prendre en compte des valeurs prospectives, correspondant aux possibilités techniques actuelles.

Les données utilisées pour les fûts PET correspondent aux solutions de fûts identifiées dans le cadre de l'étude. Les fûts étudiés comportent un élément d'emballage en carton qui a été pris en compte en tant qu'emballage secondaire.

Nombre d'utilisations des emballages réutilisables :

	Bouteilles verre	Fûts acier
Durée de vie du parc (années)	6 à 20	20 à 30
Nombre de rotations par an	2 à 3	4,5 à 4,8
Taux de retour (%)	86 % à 98 % (moyenne : 92%)	99%
Soit : nombre d'utilisations¹	5 à 30 (moyenne : 9,2)	47,5 à 58,8 (moyenne : 53,5)

Moyen de transport pour la distance d'approche : 20% train, 80% camion.

Remarque : L'utilisation du train est un scénario en partie prospectif, mais le fret ferroviaire existe au départ de certaines usines de production, et la plupart des brasseurs et entrepositaires sont équipés pour un transport rail.

Distances de distribution :	Distance du trajet d'approche (km)	Distance du trajet final (km)	Trajet de retour
Bière	De 0 à 1000 km (moyenne à 447 km)	Approvisionnement par entrepositaires (80 à 95% des cas) : 0 à 120 km. Approvisionnement en « cash and carry » (5 à 20% des cas) : 5 à 50 km.	Les emballages consignés (soit ceux qui effectuent réellement un trajet de retour) suivent les mêmes trajets retour que les emballages plein, tant en distance d'approche qu'en distance finale.
Eau, softs, jus	De 0 à 1200 km Dans les histogrammes pour lesquels on doit fixer la distance de transport, on utilise la valeur moyenne française : 400 km)		

Taux de collecte sélective du verre à usage unique : 70 % en moyenne

Taux de collecte sélective de l'acier : 100%

Taux de collecte sélective du PET : 30 % pour les bouteilles, 0% pour les fûts

Allocation des bénéfices du recyclage du PET : 50 / 50.²

¹ Calcul effectué sur la base des paramètres durée de vie, nombre de rotations et taux de retour, et prenant en compte à la fois la constitution du parc de départ et le renouvellement des non-retours.

IV. Résultats de l'analyse environnementale

IV.A. Impacts environnementaux de chaque système d'emballage

Selon les types de boissons, les systèmes d'emballages étudiés sont :

- Bouteille verre consigné (bière, jus, softs, eaux)
- Bouteille verre à usage unique (bière, jus, eaux)
- Bouteille PET à usage unique (softs, eaux)
- Fût acier consigné (bière)
- Fût PET à usage unique (bière)

IV.A.1. Méthodologie d'analyse et présentation des résultats

Pour chaque type de conditionnement sont présentés les éléments suivants :

- A. **Une analyse des impacts environnementaux par phase.** L'analyse est présentée par des histogrammes qui présentent, pour les quatre indicateurs choisis, la répartition des impacts environnementaux entre les phases du cycle de vie où ils ont lieu (total : 100% des impacts positifs), selon les 7 phases définies au paragraphe II.B. Ils présentent également, en négatif, l'ordre de grandeur des impacts évités dans certaines phases du cycle de vie.
- B. **Un tableau présentant les trois paramètres du modèle qui influencent le plus l'impact environnemental du système d'emballage.** L'identification de ces paramètres clés est menée selon un processus itératif :
 - Le logiciel Range LCA prend en compte l'ensemble des variabilités des paramètres présentées au chapitre III.B. Le logiciel calcule alors le coefficient de corrélation entre les valeurs des paramètres et les valeurs des résultats. Le paramètre déterminé comme le plus influent est celui qui a le plus fort coefficient de corrélation avec les résultats.
 - Une fois ce paramètre identifié, il est fixé (sur la valeur moyenne) pour s'abstraire de sa variabilité et rechercher, de proche en proche, les autres paramètres influents.
- C. **Un graphique présentant la sensibilité des résultats obtenus selon le paramètre le plus influent sur l'indicateur « effet de serre ».**

A noter que pour un même matériau d'emballage, les résultats sont très homogènes pour les différentes boissons et volumes. Les résultats présentés dans cette première partie ne sont donc pas distingués en fonction de la boisson conditionnée dans les bouteilles ou du volume des fûts.

IV.A.2. Impacts des bouteilles en verre réutilisables

A) Présentation des impacts environnementaux par phase

Répartition par phase des bilans environnementaux
des bouteilles en verre réutilisables

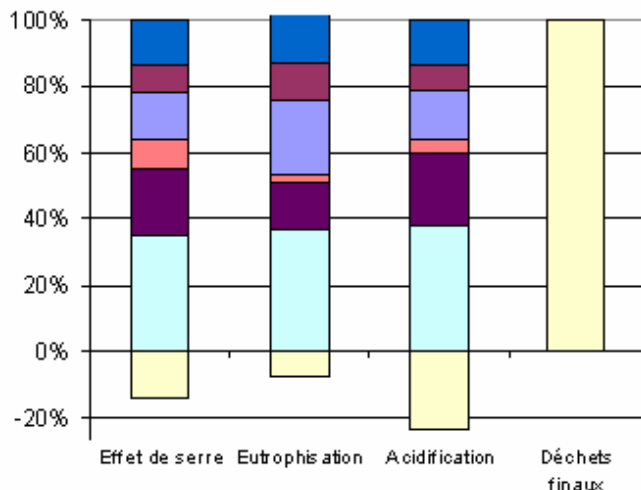


Figure 1 : Répartition par étape du cycle de vie des impacts pour la bouteille verre réutilisable

- Production de la bouteille
- Production autres
- Remplissage - lavage
- Distribution approche
- Distribution finale
- Retour
- Fin de vie

La phase « Production de l'emballage principal » représente environ 35% des impacts malgré la réutilisation des emballages. Les transports (distribution + retour) sont importants et représentent un total d'environ 30 à 40 % des impacts totaux pour l'effet de serre. Enfin, la fin de vie représente un bénéfice environnemental car la plupart des bouteilles (stock) sont recyclées.

A noter les impacts des étapes du cycle de vie spécifiques au système réutilisables (production des caisses de transport, retour des emballages, lavage) qui additionnés représentent 30 à 40% des impacts totaux.

B) Présentation des paramètres les plus influents sur le bilan environnemental du système

Tableau 1 : Paramètres les plus influents pour chaque catégorie d'impact du système verre réutilisable

	Effet de serre	Eutrophisation	Acidification	Déchets finaux
1	Distance d'approche	Distance d'approche	Distance d'approche	Nb d'utilisations bouteilles
2	Nb d'utilisations bouteille	Moyen de transport	Moyen de transport	Taux de collecte sélective verre
3	Moyen de transport	Nb d'utilisations bouteilles	Nb d'utilisations bouteilles	Masse des bouteilles

C) Sensibilité des résultats obtenus pour l'effet de serre selon le paramètre le plus influent

Effet de serre en fonction de la distance d'approche

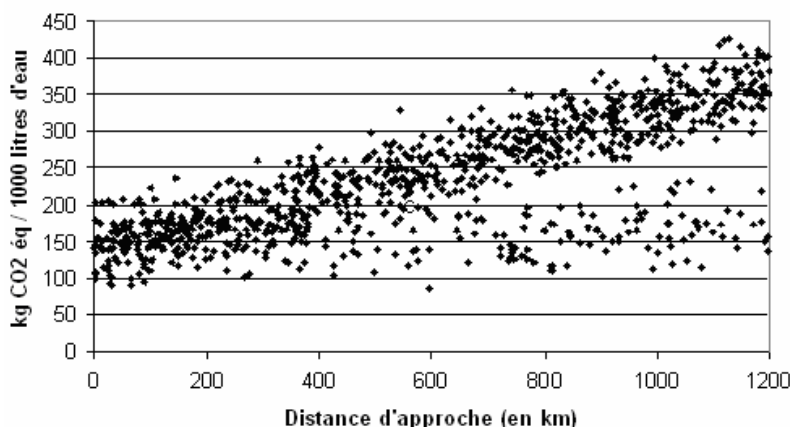


Figure 2 : Influence de la distance d'approche pour la catégorie effet de serre

La représentation de l'indicateur « effet de serre » en fonction de la distance d'approche montre une grande sensibilité des résultats à la valeur de ce paramètre, les valeurs allant de 100 à 400 kg CO₂ eq. pour des distances d'approche de 0 à 1200 km. On voit se distinguer deux droites de points, correspondant aux situations où le transport d'approche se fait par train ou par camion.

IV.A.3. Impacts des bouteilles en verre à usage unique

A) Présentation des impacts environnementaux par phase

Répartition par phase des bilans environnementaux
des bouteilles en verre à usage unique

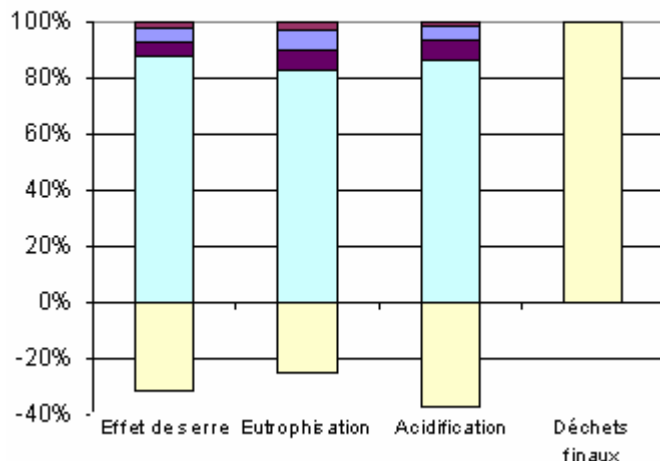


Figure 3 : Répartition par étape du cycle de vie des impacts pour la bouteille verre à usage unique

- Production de la bouteille
- Production autres
- Remplissage
- Distribution approche
- Distribution finale
- Fin de vie

Pour l'effet de serre, l'eutrophisation, et l'acidification, la phase Production de l'emballage principal est très importante : elle représente plus de 80 % des impacts. Le transport représente une part bien plus faible des impacts totaux que pour le verre réutilisable.

B) Présentation des paramètres les plus influents sur le bilan environnemental du système

Tableau 2 : Paramètres les plus influents pour chaque catégorie d'impact du système verre usage unique

	Effet de serre	Eutrophisation	Acidification	Déchets finaux
1	Taux de collecte sélective verre	Taux de collecte sélective verre	Taux de collecte sélective verre	Taux de collecte sélective verre
2	Masse des bouteilles	Distance d'approche	Masse des bouteilles	Masse des bouteilles
3	Distance d'approche	Masse des bouteilles	Distance d'approche	Masse des films d'emballage

C) Sensibilité des résultats obtenus pour l'effet de serre selon le paramètre le plus influent

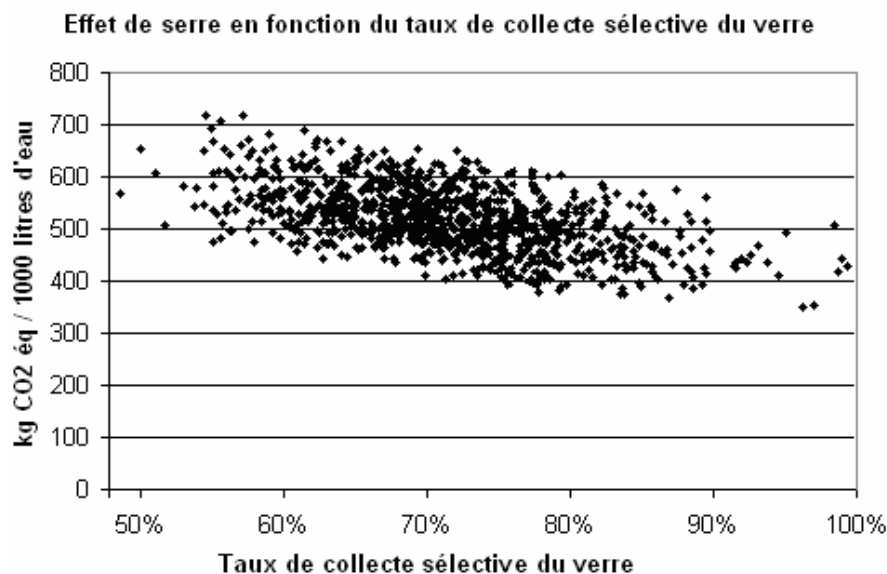


Figure 4: Influence du taux de collecte sélective du verre pour la catégorie effet de serre

La représentation de l'indicateur « effet de serre » en fonction du taux de collecte sélective du verre montre une sensibilité importante des résultats à la valeur de ce paramètre, les valeurs moyennes allant de 700 à 400 kg CO₂ eq. pour des taux de collecte sélective de 50 à 100%.

IV.A.4. Impacts des bouteilles en PET à usage unique

A) Présentation des impacts environnementaux par phase

Répartition par phase des bilans environnementaux des bouteilles en PET

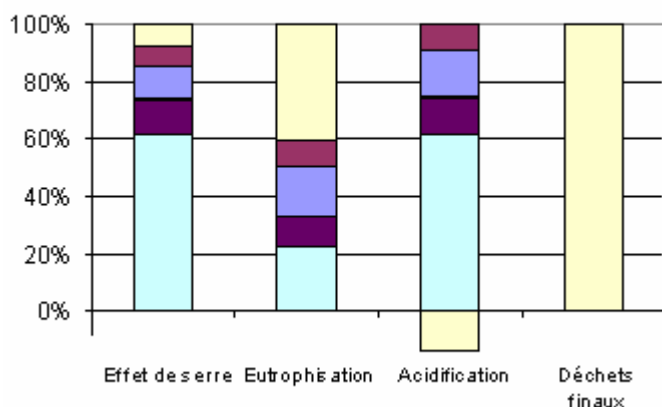


Figure 5 : Répartition par étape du cycle de vie des impacts pour la bouteille PET à usage unique

- Production de la bouteille
- Production autres
- Remplissage
- Distribution approche
- Distribution finale
- Fin de vie

Pour l'effet de serre, la phase Production de l'emballage principal est très importante : elle représente 60 % des émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie. Les transports sont également impactants (au total, 20 % des émissions). Enfin, la fin de vie est impactante car le taux de collecte sélective moyen est faible (30%) et l'allocation des bénéfices du recyclage est de 50/50. L'incinération émet plus de gaz à effet de serre que le recyclage ne permet d'en éviter.

Pour l'eutrophisation, c'est la phase de fin de vie des emballages qui contribue le plus, du fait des émissions d'ammonium liées au procédé de mise en CSDU de PET³ de la base de données utilisée.

B) Présentation des paramètres les plus influents sur le bilan environnemental du système

Tableau 3 : Paramètres les plus influents pour chaque catégorie d'impact du système PET usage unique

	Effet de serre	Eutrophisation	Acidification	Déchets finaux
1	Distance d'approche	Distance d'approche	Distance d'approche	Masse des bouteilles
2	Taux de collecte sélective PET	Moyen de transport	Moyen de transport	Taux de collecte sélective PET
3	Masse des bouteilles	Masse des bouteilles	Masse des bouteilles	Masse des bouchons/films

C) Sensibilité des résultats obtenus pour l'effet de serre selon le paramètre le plus influent

Effet de serre en fonction de la distance d'approche

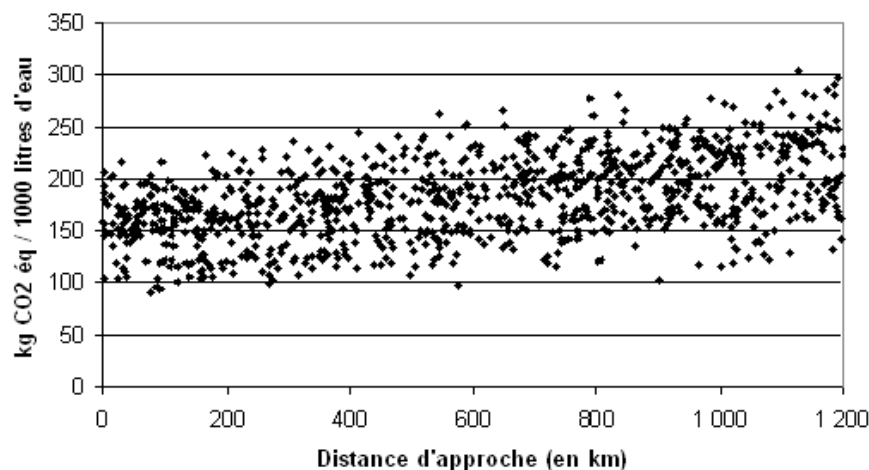


Figure 6 : Influence de la distance d'approche pour la catégorie effet de serre

La représentation de l'indicateur « effet de serre » en fonction de la distance d'approche montre une sensibilité importante des résultats à la valeur de ce paramètre, les valeurs moyennes allant de 150 à 230 kg CO₂ eq. pour des distances de transport de 0 à 1200 km.

³ Source : Base de donnée Ecolinvent 2.0
ADEME

IV.A.5. Impacts des fûts acier réutilisables

A) Présentation des impacts environnementaux par phase

Répartition par phase des bilans environnementaux des fûts en acier

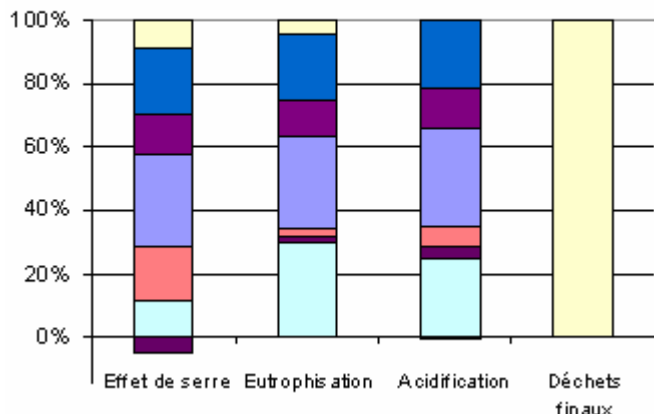


Figure 7 : Répartition par étape du cycle de vie des impacts pour le fût acier réutilisable

- Production du fût
- Production autres
- Remplissage - lavage
- Distribution approche
- Distribution finale
- Retour
- Fin de vie

Le transport joue un rôle prépondérant dans le cycle de vie des fûts en acier (plus de la moitié des impacts). La phase de production a un impact réduit (seulement 10 à 30%) du fait du grand nombre de réutilisations.

A noter les impacts des phases du cycle de vie spécifiques à la réutilisation (lavage, transport retour), qui contribuent pour 20 à 30% des impacts totaux.

B) Présentation des paramètres les plus influents sur le bilan environnemental du système

Tableau 4 : Paramètres les plus influents pour chaque catégorie d'impact du système fût acier réutilisable

	Effet de serre	Eutrophisation	Acidification	Déchets finaux ⁴
1	Distance d'approche	Distance d'approche	Distance d'approche	Masse des bouchons HDPE
2	Moyen de transport	Moyen de transport	Moyen de transport	Utilisation de palette
3	Distance de tournée	Distance de tournée	Distance de tournée	-

C) Sensibilité des résultats obtenus pour l'effet de serre selon le paramètre le plus influent

Effet de serre en fonction de la distance d'approche

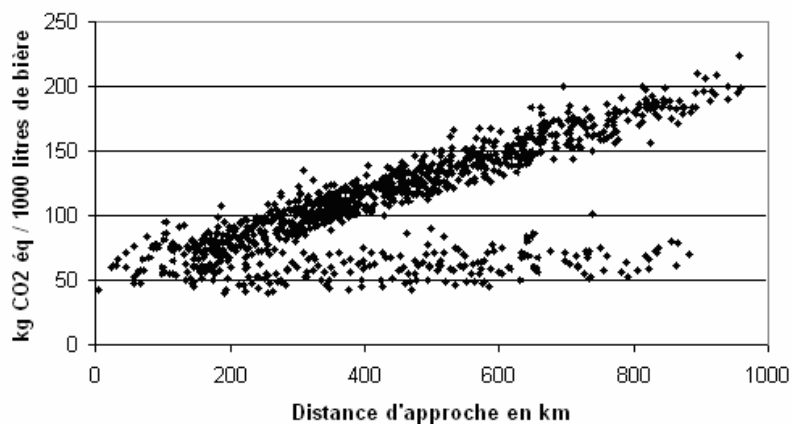


Figure 8 : Influence de la distance d'approche pour la catégorie effet de serre dans le cas de fûts acier de 30 litres

La représentation de l'indicateur « effet de serre » en fonction de la distance d'approche montre une sensibilité importante des résultats à la valeur de ce paramètre, les valeurs moyennes allant de 50 à 220 kg CO₂ eq. pour des distances d'approche de 0 à 1000 km.

Sur le graphique, on voit se distinguer deux droites de points, qui représentent les situations où le transport d'approche se fait par train ou par camion.

⁴ Les paramètres « masse des fûts » et « taux de recyclage de l'acier » n'apparaissent pas comme des paramètres influents car on a considéré un taux de recyclage de 100%.
ADEME

IV.A.6. Impacts des fûts PET à usage unique

A) Présentation des impacts environnementaux par phase

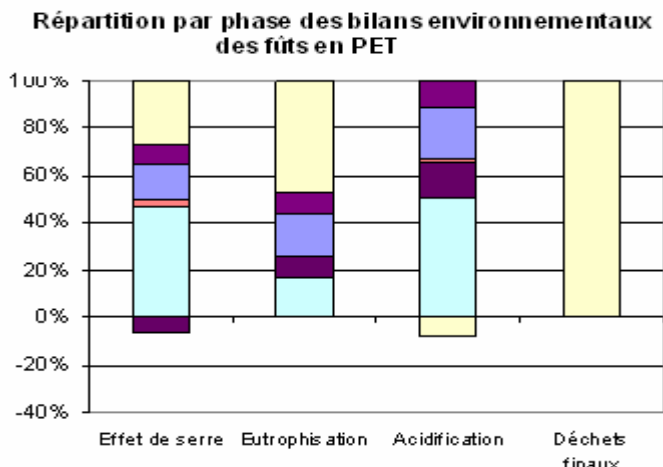


Figure 9 : Répartition par étape du cycle de vie des impacts pour le fût PET usage unique

- Production du fût
- Production autres
- Remplissage
- Distribution approche
- Distribution finale
- Fin de vie

Pour l'effet de serre, la phase production de l'emballage représente 40% à 50% des émissions pour les fûts étudiés. La fin de vie est également un poste conséquent, aussi impactant que le transport, ce qui est dû au fait qu'en cas de base les fûts sont considérés comme non recyclés.

La fin de vie devient le principal contributeur à l'eutrophisation, ce qui est dû à la mise en décharge des fûts en PET (PET et carton) après leur utilisation.

B) Présentation des paramètres les plus influents sur le bilan environnemental du système

Tableau 5 : Paramètres les plus influents pour chaque catégorie d'impact système fût PET usage unique

	Effet de serre	Eutrophisation	Acidification	Déchets finaux
1	Masse de PET	Distance d'approche	Distance d'approche	Masse de PET
2	Distance d'approche	Taux de recyclage carton	Masse de PET	Taux de recyclage carton
3	Distance de tournée	Masse de PET	Moyen de transport	Taux d'incorporation de PET recyclé dans le fût

C) Sensibilité des résultats obtenus pour l'effet de serre selon le paramètre le plus influent

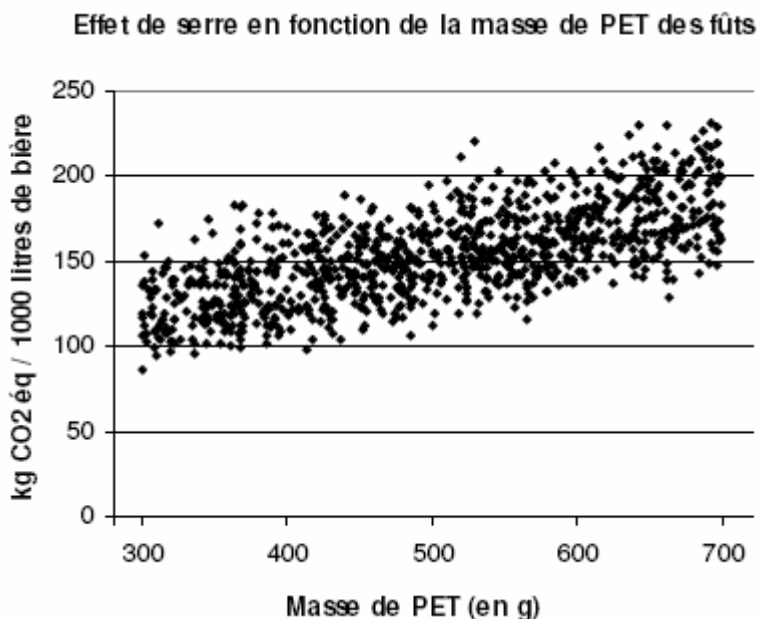


Figure 10 : Influence de la masse de PET des fûts pour la catégorie effet de serre dans le cas des fûts PET de 30 litres

La représentation de l'indicateur « effet de serre » en fonction de la masse des fûts PET montre une sensibilité importante des résultats à la valeur de ce paramètre, les valeurs moyennes allant de 125 à 200 kg CO₂ eq. pour des masses de PET des fûts de 300 à 700g.

IV.B. Différentiels d'impact environnementaux par couple de systèmes d'emballage

Selon les types de boissons, les systèmes à comparer seront :

Bouteille verre consigné versus verre à usage unique (bière, jus, eaux)

Bouteille verre consigné versus PET à usage unique (softs, eaux)

Fût acier consigné versus PET à usage unique (bière)

A noter que le cas de la bouteille PET réutilisable n'a pas été étudié.

IV.B.1. Clé de lecture des analyses de différentiels d'impact

Comment lire les graphes deltas ?

Le logiciel RangeLCA permet d'obtenir des graphes présentant le différentiel d'impact entre deux systèmes d'emballage, ce qui élimine la variabilité commune (ex : la variabilité des distances de transport).

Le graphe qui en résulte, appelé "graphe delta", reprend en ordonnée la différence d'impact environnemental généré par les deux systèmes étudiés.

- **Si la différence est positive, le système d'emballage réutilisable génère moins d'impact environnemental que le système d'emballage à usage unique.**
- **Inversement, si la différence est négative c'est le système d'emballage à usage unique qui génère moins d'impact.**

Il est alors possible de déterminer les paramètres qui influencent le plus la comparaison des impacts de deux systèmes d'emballage : ce sont ceux qui causent le différentiel d'impact le plus important.

Pour chaque type de conditionnement sont présentés les éléments suivants :

- A) **Un tableau présentant les paramètres impactant le plus le différentiel d'impact environnemental** entre les deux solutions d'emballages, sur les différents indicateurs.
- B) **Un graphique représentant le différentiel d'impact entre les deux systèmes d'emballages pour l'indicateur « effet de serre »**. Les résultats sont présentés avec en abscisse une analyse de sensibilité sur le paramètre le plus impactant sur le différentiel.
- C) **Une conclusion** permettant d'évaluer le différentiel d'impact entre les deux systèmes d'emballages.

L'analyse sur les bouteilles est présentée uniquement pour le cas du conditionnement d'eau plate, car il s'agit de la boisson pour laquelle les trois systèmes de conditionnement sont envisagés.

L'ensemble de ces analyses a également été mené pour le conditionnement en bouteilles des autres boissons (jus, softs, bière).

Les résultats obtenus sont globalement très proches :

- *On retrouve les mêmes paramètres influents pour l'analyse des systèmes d'emballages pour les autres boissons. L'ordre d'influence de ces paramètres ne change que légèrement d'une boisson à l'autre.*
- *Les conclusions sur la pertinence relative des différents systèmes d'emballage ne sont pas modifiées.*

L'analyse sur les fûts est présentée pour le cas de fûts de contenance 30L. L'analyse menée sur les fûts de contenance 20L donne les mêmes conclusions.

IV.B.2. Différentiel d'impact entre bouteilles verre réutilisables et verre à usage unique

A) Présentation des paramètres les plus influents sur le différentiel d'impact environnemental

Tableau 6 : Paramètres les plus influents sur le différentiel entre verre réutilisable et verre à usage unique pour chaque catégorie d'impact

Effet de serre	Eutrophisation	Acidification	Déchets finaux
Taux de collecte sélective du verre	Taux de collecte sélective du verre	Taux de collecte sélective du verre	Taux de collecte sélective du verre

B) Différentiel d'impact entre les deux systèmes d'emballages pour l'indicateur « effet de serre », en fonction du paramètre le plus influent

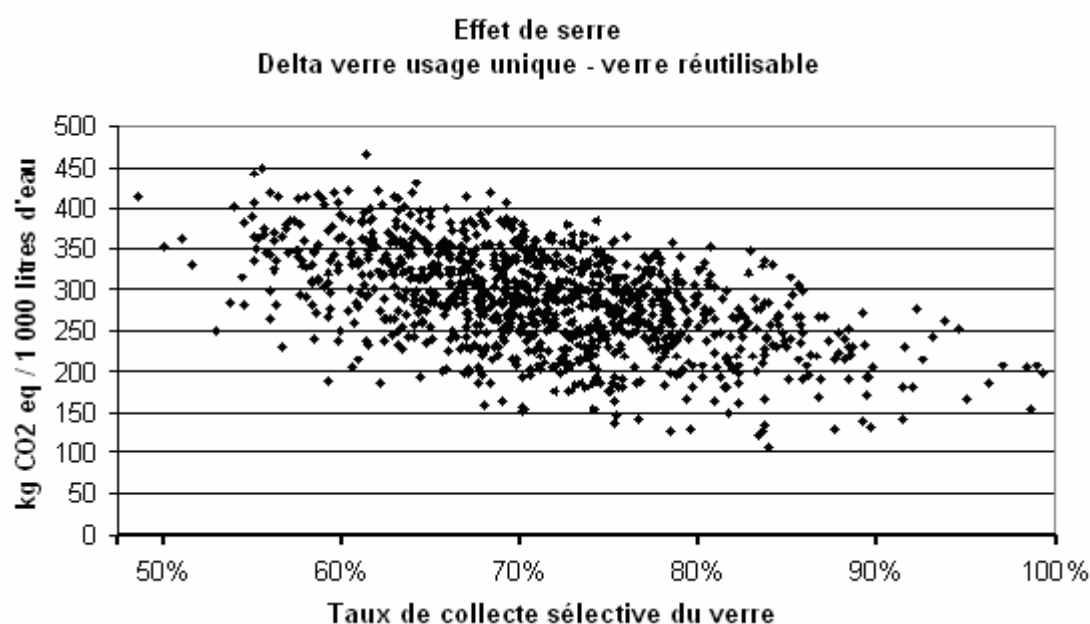


Figure 11 : Graphe delta verre usage unique – verre réutilisable en fonction du taux de collecte sélective du verre

Le différentiel est toujours positif, correspondant au fait que la distribution en bouteilles en verre consignées émet toujours moins de gaz à effet de serre pour les hypothèses et les champs de valeur considérés dans cette étude.

Le bénéfice environnemental varie entre 100 et 450 kg de CO₂ équivalent selon la valeur des paramètres hors variabilité commune. A titre indicatif, les fourchettes d'émissions de chacun des systèmes sont comprises :

- Entre 100 et 450 kg de CO₂ équivalent pour le verre réutilisable
- Entre 350 et 700 kg de CO₂ équivalent pour le verre à usage unique

Les résultats sont similaires pour tous les indicateurs d'impact étudiés, à part pour la consommation de ressources minérales qui dépend fortement du taux de collecte sélective du verre considéré (verre à usage unique moins impactant que le verre consigné pour des taux de collecte sélective supérieurs à 90%).

C) Conclusion

Pour les hypothèses et les champs de valeurs considérés dans cette étude, pour l'ensemble des indicateurs d'impact principaux, le conditionnement en bouteilles en verre consigné pour les cafés hôtels et restaurants a toujours un impact environnemental inférieur au verre à usage unique.

IV.B.3. Différentiel d'impact entre bouteilles verre réutilisables et bouteilles en PET à usage unique

A) Présentation des paramètres les plus influents sur le différentiel d'impact environnemental

Tableau 7 : Paramètres les plus influents sur le différentiel entre verre réutilisable et PET à usage unique pour chaque catégorie d'impact

Effet de serre	Eutrophisation	Acidification	Déchets finaux
Distance d'approche	Distance d'approche	Distance d'approche	Nb d'utilisations bouteilles

B) Différentiel d'impact entre les deux systèmes d'emballages pour l'indicateur « effet de serre », en fonction du paramètre le plus influent

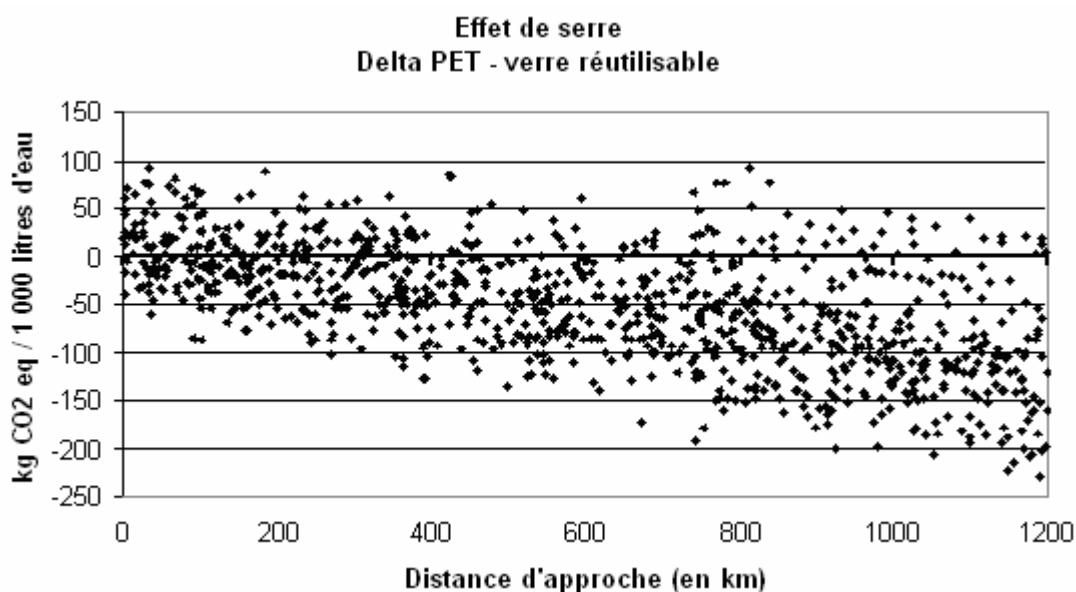


Figure 12 : Graphe delta PET usage unique – verre réutilisable pour la catégorie effet de serre, en fonction de la distance d'approche

La valeur du différentiel est tantôt positive, tantôt négative. Pour les hypothèses et les champs de valeurs considérés dans ce rapport, aucun des deux systèmes n'est donc systématiquement meilleur que l'autre pour l'indicateur « effet de serre ».

La comparaison des deux systèmes présente des résultats compris entre – 225 et + 100 kg CO₂ équivalent selon la valeur des paramètres hors variabilité commune. A titre indicatif, les fourchettes d'émissions de chacun des systèmes sont comprises :

- Entre 100 et 450 kg de CO₂ équivalent pour le verre réutilisable
- Entre 100 et 300 kg de CO₂ équivalent pour le PET à usage unique

Cette tendance se retrouve pour tous les indicateurs d'impact principaux (eutrophisation, acidification et production de déchets).

Sur les autres indicateurs en revanche, le bilan est en faveur du conditionnement en bouteilles PET à usage unique pour les champs de valeurs considérés dans le cas de base.

C) Conclusion partielle

Le différentiel d'impact entre bouteille verre consignée et bouteille PET à usage unique est positif ou négatif selon les valeurs de paramètres considérées. Il convient donc de procéder à une analyse plus fine de ce différentiel, pour tenir compte simultanément de plusieurs paramètres influents.

Cette analyse est présentée en partie IV.C.

IV.B.4. Différentiel d'impact entre fût acier réutilisable et fût PET à usage unique

A) Présentation des paramètres les plus influents sur le différentiel d'impact environnemental

Tableau 8 : Paramètres les plus influents sur le différentiel entre fûts acier réutilisables et fûts PET à usage unique pour chaque catégorie d'impact

Effet de serre	Eutrophisation	Acidification	Déchets finaux
Distance d'approche	Distance d'approche	Distance d'approche	Masse de PET

B) Différentiel d'impact entre les deux systèmes d'emballages pour l'indicateur « effet de serre », en fonction du paramètre le plus influent

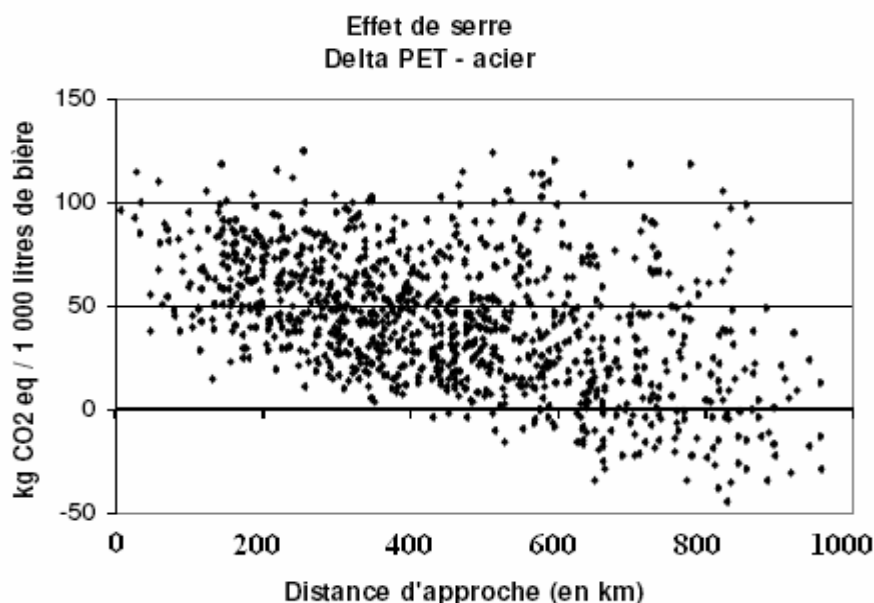


Figure 13 : Graphe delta fûts PET 30 litres – fûts acier 30 litres pour la catégorie effet de serre, en fonction de la distance d'approche

La valeur du différentiel est tantôt positive, tantôt négative. Le fût acier est systématiquement une meilleure alternative par rapport au fût PET pour des distances de transport inférieures à 400 km. En revanche la conclusion n'est pas tranchée pour des distances d'approche supérieures, ce qui nécessite d'analyser la situation en fonction d'autres paramètres.

Sur l'indicateur effet de serre, la comparaison des deux systèmes présente des résultats compris entre - 50 et + 125 kg CO2 équivalent selon la valeur des paramètres hors variabilité commune. A titre indicatif, les fourchettes d'émissions de chacun des systèmes sont comprises :

- Entre 40 et 220 kg de CO2 équivalent pour les fûts acier
- Entre 90 et 230 kg de CO2 équivalent pour les fûts en PET

Les résultats sont similaires pour l'indicateur d'impact eutrophisation, mais différent fortement pour les deux autres indicateurs principaux :

- Acidification : bilan généralement en faveur du fût PET
- Déchets : bilan toujours en faveur du fût acier réutilisable pour les champs de valeurs considérés.

C) Conclusion partielle

Le différentiel d'impact entre fût métal consigné et fût PET à usage unique est positif ou négatif selon les valeurs de paramètres considérées. Il convient donc de procéder à une analyse plus fine de ce différentiel, pour tenir compte simultanément de plusieurs paramètres influents. Cette analyse est présentée en partie IV.D.

IV.C. Analyse plus approfondie du différentiel d'impact entre bouteilles verre réutilisables et PET

IV.C.1. Clé de lecture des graphiques en plages de pertinence

Comment lire les graphiques en plages de pertinence ?

La réalisation de graphiques en plages de pertinence permet de présenter les résultats de la comparaison en fonction de l'évolution conjointe de deux paramètres.

Son but est d'identifier, pour un jeu de deux paramètres donnés, dans quels cas le système réutilisable présente un intérêt environnemental par rapport au système à usage unique.

A noter que ces graphes ne permettent pas de visualiser le différentiel d'impact entre les 2 systèmes.

Chaque point correspond au résultat obtenu pour un jeu de paramètres. Pour les valeurs de paramètres considérées, le modèle permet de calculer si l'impact environnemental est inférieur pour le PET (« avantage PET » : point bleu) ou pour le verre réutilisable (« avantage verre réutilisable » : point vert).

→ **La prédominance de points verts ou bleus pour une plage de valeurs donnée permet de délimiter une plage de pertinence de l'un ou l'autre des emballages.**

On a défini une plage d'incertitude (points jaunes) lorsque le différentiel entre les 2 systèmes n'est pas significatif (<5% de la fourchette de valeurs entre valeur min et valeur max).

→ **Les zones où sont présents à la fois des points verts, bleus et jaunes sont des plages d'incertitude pour lesquelles il n'est pas possible de conclure sans considérer d'autres paramètres.**

Quels sont les graphiques présentés ?

Les graphiques présentés dans ce chapitre sont réalisés en fonction des paramètres qui influencent le plus fortement le différentiel sur lesquels les acteurs sont susceptibles de pouvoir jouer dans un système d'emballage et de logistique.

Chaque couple de graphiques présente l'analyse selon trois paramètres :

- Deux paramètres importants sont positionnés en abscisse et en ordonnée des graphiques ;
- D'autres paramètres peuvent être introduits en distinguant deux scénarios différenciants qui présentent l'influence du paramètre à ses deux bornes extrêmes de variation ;
- Tous les autres paramètres prennent les valeurs définies dans le cas de base.

IV.C.2. Hiérarchisation des paramètres influençant le différentiel bouteilles verre réutilisables / PET

Pour mener une analyse plus poussée, il s'agit de raisonner en fonction de l'évolution conjointe de plusieurs paramètres. Cette analyse nécessite de déterminer quels sont les paramètres qui influencent le plus le différentiel entre verre réutilisable et PET.

Tableau 9 : Paramètres les plus influents sur le différentiel entre verre réutilisable et PET à usage unique pour chaque catégorie d'impact

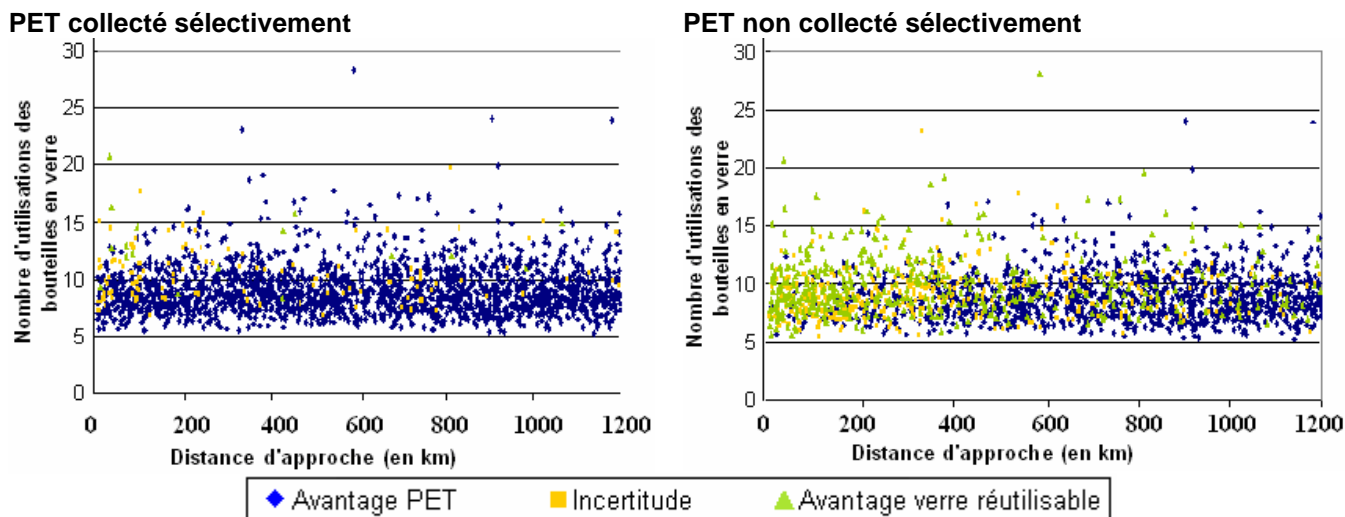
	Effet de serre	Eutrophisation	Acidification	Déchets finaux
1	Distance d'approche	Distance d'approche	Distance d'approche	Nb d'utilisations bouteilles
2	Nb d'utilisations bouteilles	Nb d'utilisations bouteilles	Nb d'utilisations bouteilles	Taux de collecte sélective du verre
3	Moyen de transport	Moyen de transport	Masse des bouteilles PET	Masse des bouteilles PET
4	Taux de collecte sélective du PET	Type de capsule ⁵	Moyen de transport	Masse des bouteilles verre

⁵ Comparaison entre une capsule acier et aluminium pour les bouteilles verre réutilisables
ADEME

IV.C.3. Plages de pertinence sur l'indicateur effet de serre pour l'emballage de 1000L d'eau

A) Différentiel d'effet de serre : scénario différenciant de la collecte sélective du PET

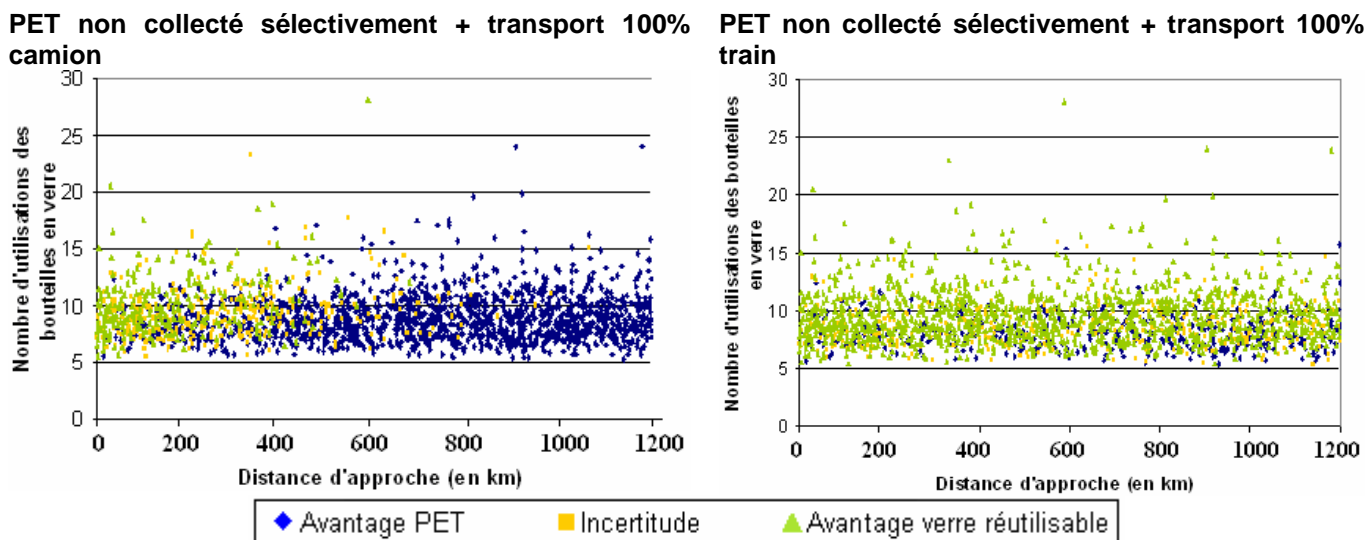
En cas de base, on considère un taux moyen de collecte sélective des bouteilles en PET de 30%. Pour analyser l'importance de ce paramètre, on étudie les situations extrêmes où les bouteilles en PET sont triées sélectivement ou non par le CHR (taux de collecte sélective respectivement de 100% ou 0%).



Lorsque le PET est collecté sélectivement par le CHR et recyclé, la présence quasi-exclusive de points bleus indique que la bouteille en PET présente un meilleur bilan effet de serre que la bouteille réutilisable en verre, quelles que soient les valeurs retenues pour les autres paramètres. En revanche, si le PET n'est pas recyclé, les conclusions ne sont pas si tranchées et notamment variables pour les longues distances (coexistence de points verts et bleus). La pertinence des bouteilles verre consignées ou PET dépend d'autres paramètres et l'analyse peut être affinée.

B) Différentiel d'effet de serre : scénario différenciant du moyen de transport d'approche

Pour approfondir l'analyse dans le cas où le PET n'est pas collecté sélectivement, on étudie l'influence du moyen de transport d'approche. Dans le cas de base, on considère 20% des trajets d'approche effectués en train et 80% en camion. On étudie ici les situations extrêmes où 100% des trajets d'approche sont effectués respectivement en camion ou en train.



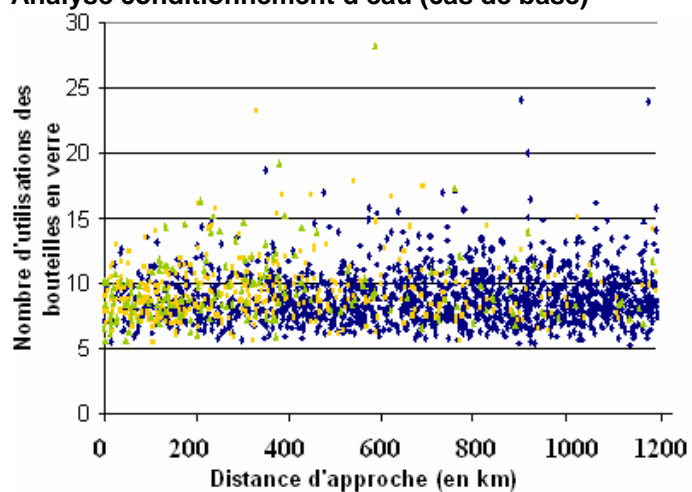
Ces deux graphiques présentent des situations relativement tranchées.

Si le transport d'approche est effectué en camion sur une grande distance (supérieure à 400 km), le bilan effet de serre est toujours meilleur pour la bouteille PET. L'utilisation d'un système de verre consigné devient intéressante pour une distance d'approche inférieure à 200 km, correspondant à une distribution régionale au sens large (quart nord-est, quart sud-est, ...), ou un trajet d'approche effectué en train.

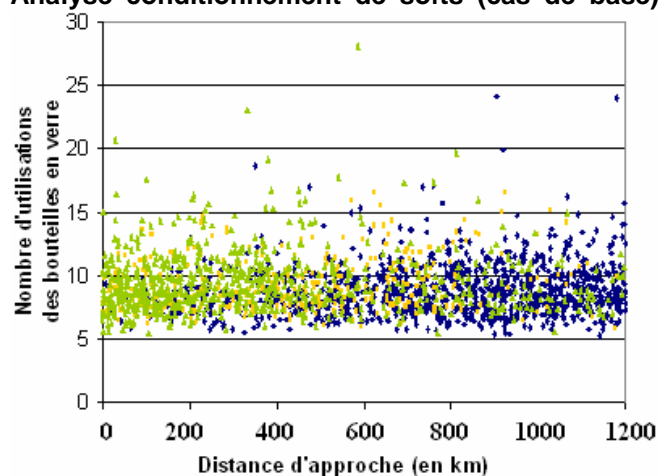
IV.C.4. Plages de pertinence sur l'indicateur effet de serre pour l'emballage de 1000L de softs

La même analyse a été menée sur le cas du conditionnement de softs.

Analyse conditionnement d'eau (cas de base)



Analyse conditionnement de softs (cas de base)



◆ Avantage PET ■ Incertitude ▲ Avantage verre réutilisable

Par rapport au cas de l'eau étudié au paragraphe précédent, le cas des softs est caractérisé par des poids de bouteilles PET supérieurs (rappel du cas de base : bouteilles de PET 50 cL de 11 à 18 g pour l'eau et de 20 à 28 g pour les softs).

Etant donnée l'importance de ce paramètre sur le bilan environnemental, les conclusions sont donc d'une manière générale plus défavorables aux bouteilles PET que dans le cas de l'eau.

Ainsi, même si les bouteilles en PET sont collectées sélectivement, il y a incertitude pour des distances d'approche courtes (<200 km) ou effectuées en train.

Si les bouteilles PET ne sont pas collectées sélectivement, la bouteille en verre réutilisable est plus pertinente jusqu'à une distance d'approche de 400 km. La bouteille en PET ne devient plus pertinente qu'à partir d'une distance d'approche de 700 km.

IV.C.5. Plages de pertinence selon d'autres indicateurs

La même analyse a été effectuée sur les autres indicateurs environnementaux. On retrouve l'importance des mêmes paramètres clés (distance d'approche, nombre d'utilisation des bouteilles, taux de recyclage du PET, moyen de transport, masse des bouteilles en PET).

Dans le cas de la distribution d'eau, la bouteille en PET présente un meilleur bilan environnemental que la bouteille en verre à partir de distances d'approche relativement courtes (dès 100 km pour l'acidification et l'eutrophisation).

Les bouteilles en PET génèrent généralement moins de déchets ultimes que les bouteilles en verre réutilisables, en particulier si le nombre de réutilisations des bouteilles en verre n'est pas élevé (< 10 réutilisations).

Dans le cas de la distribution de softs, le poids plus important des bouteilles PET augmente l'intérêt relatif des bouteilles en verre consignées.

Dans le cas d'un transport en train notamment, ce sont les bouteilles en verre réutilisables qui causent le moins d'impact d'eutrophisation, quelles que soient les autres valeurs de paramètres.

La solution PET usage unique reste cependant plus pertinente au-delà de distances d'approche en camion allant de 100 km (pour l'acidification) à 300 km (pour l'eutrophisation).

La comparaison sur l'indicateur de production de déchets ultimes est principalement fonction du nombre de réutilisation des bouteilles en verre et peut pencher en faveur de la bouteille en PET (< 8 réutilisations du verre) ou de la bouteille en verre (> 13 réutilisations).

IV.C.6. Conclusion sur la pertinence comparée des bouteilles en verre réutilisables et en PET

La pertinence comparée entre bouteilles en verre réutilisables et en PET à usage unique dépend des valeurs de cinq paramètres influents qui sont, dans l'ordre pour l'indicateur effet de serre, la distance d'approche, le nombre de réutilisations des bouteilles en verre, le moyen de transport considéré, le taux de collecte sélective du PET et la masse des bouteilles PET.

Les résultats sur l'indicateur effet de serre peuvent être résumés dans un tableau suivant les caractéristiques du système PET (Collecte sélective ou non / poids des bouteilles suivant les boissons) et du transport (moyen de transport et distance d'approche) :

	Bouteille PET triée sélectivement (à 100%)		Bouteille PET non triée sélectivement	
	Bouteille PET légère (type « eau »)	Bouteille PET lourde (type « softs »)	Bouteille PET légère (type « eau »)	Bouteille PET lourde (type « softs »)
Transport d'approche camion				
0 à 200 km	■	■	■	■
200 à 400 km	■	■	■	■
400 à 700 km	■	■	■	■
>700 km	■	■	■	■
Transport d'approche train				
0 à 1200 km	■	■	■	■



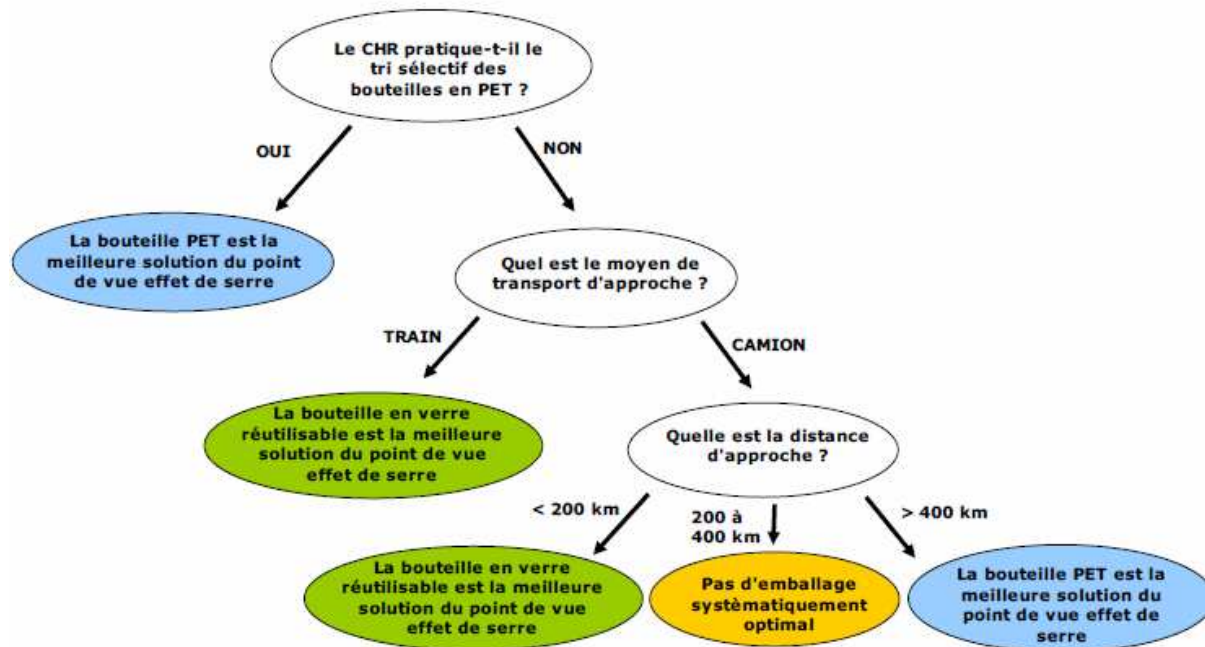
■ Situation où la bouteille en PET est la meilleure alternative

■ Situation peu discriminante

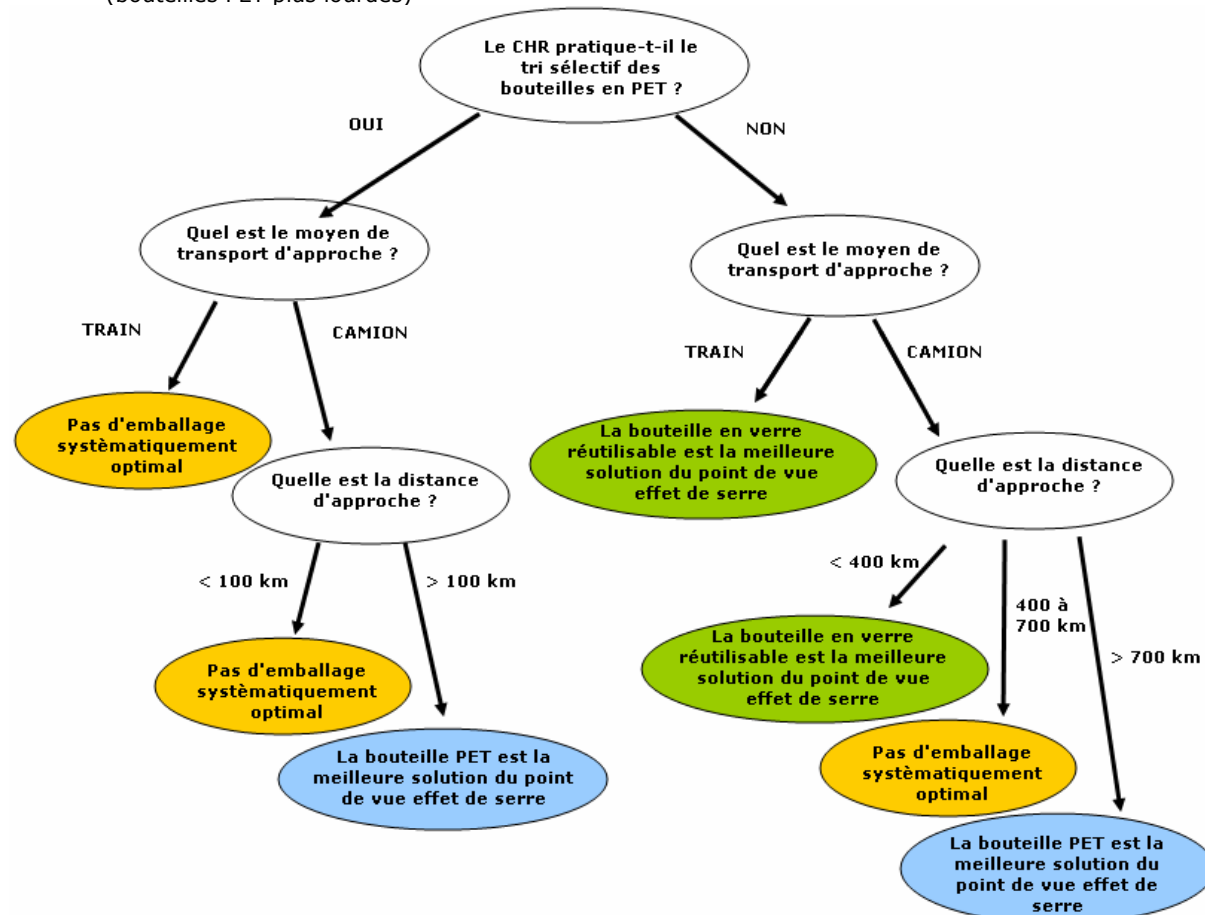
■ Situation où la bouteille en verre réutilisable est la meilleure alternative

Afin d'aider à la lecture de ce tableau, les résultats sur l'indicateur effet de serre sont également présentés ci-dessous sous forme d'arbres décisionnels.
L'ensemble des résultats, et notamment l'analyse sur les autres indicateurs, peut être retrouvé dans le rapport complet de l'étude.

1. Conclusions pour l'indicateur effet de serre dans le cas de l'emballage de 1 000 litres d'eau (bouteilles PET légères)



2. Conclusions pour l'indicateur effet de serre dans le cas de l'emballage de 1 000 litres de softs (bouteilles PET plus lourdes)



IV.D. Analyse plus approfondie du différentiel d'impact entre fûts acier réutilisables et PET

IV.D.1. Clé de lecture des graphiques en plages de pertinence

Voir point IV.C.1.

IV.D.2. Hiérarchisation des paramètres influençant le différentiel fûts acier réutilisables / PET

L'analyse nécessite de déterminer quels sont les paramètres qui influencent le plus le différentiel entre acier réutilisable et PET pour les indicateurs principaux sur lesquels les résultats ne sont pas tranchés.

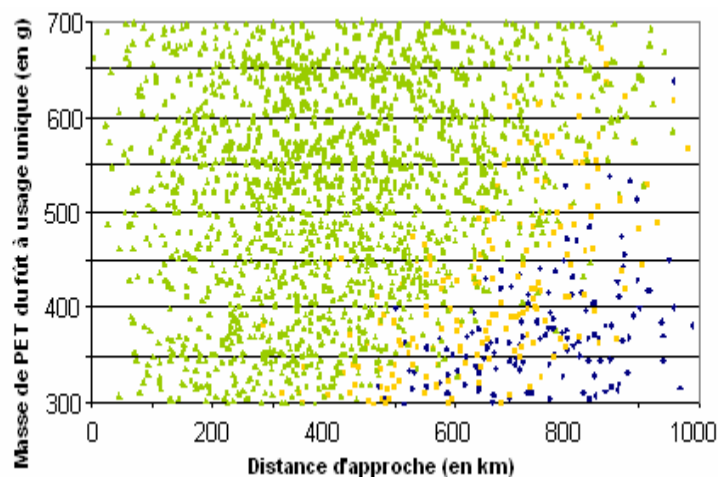
Tableau 10 : Paramètres les plus influents sur le différentiel entre fût acier réutilisable et PET à usage unique pour chaque catégorie d'impact

	Effet de serre	Eutrophisation	Acidification
1	Distance d'approche	Distance d'approche	Distance d'approche
2	Moyen de transport	Taux de collecte sélective du carton	Moyen de transport
3	Masse de PET	Moyen de transport	Masse de PET

Lorsque le transport d'approche est réalisé en train, le fût acier est systématiquement une meilleure alternative par rapport au fût PET, pour tous les indicateurs principaux. Seul le cas du transport d'approche par camion fait donc l'objet d'une analyse en plage de pertinence.

IV.D.3. Plages de pertinence pour l'emballage de 1000L de bière

A) Analyse pour l'effet de serre

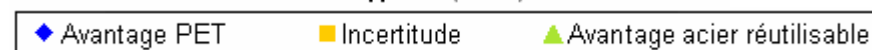


Pour une distance d'approche inférieure à 400 km, le fût réutilisable génère systématiquement moins d'émissions de gaz à effet de serre.

Au delà de 400 km, le résultat dépend de la combinaison entre la masse de PET et la distance d'approche.

Les cas favorables au fût à usage unique correspondent à :

- une distance d'approche longue
- une masse de PET limitée dans le fût à usage unique



B) Analyse pour les autres indicateurs

Pour l'eutrophisation et l'acidification les résultats sont moins marqués en faveur du fût réutilisable. Sur ces indicateurs, le fût à usage unique en PET est toujours la solution la plus pertinente pour des distances longues effectuées en camion (respectivement au-delà de distances d'approche de 800 et 600 km).

IV.D.4. Conclusion sur la pertinence comparée des fûts acier réutilisables et PET usage unique

La pertinence comparée entre fûts acier réutilisables et PET usage unique dépend de trois paramètres influents qui sont, dans l'ordre, la distance d'approche, le moyen de transport considéré, et la masse de PET dans les fûts à usage unique.

Les résultats pour les fûts de contenance 30 litres peuvent être résumés dans un tableau en fonction de ces paramètres :

	Effet de serre		Eutrophisation		Acidification	
	PET 300g	PET 700g	PET 300g	PET 700g	PET 300g	PET 700g
Transport d'approche camion						
0 à 200 km	■	■	■	■	■	■
200 à 400 km	■	■	■	■	■	■
400 à 600 km	■	■	■	■	■	■
600 à 800 km	■	■	■	■	■	■
>800 km	■	■	■	■	■	■
Transport d'approche train						
0 à 1000 km	■	■	■	■	■	■



Situation où le fût en PET à usage unique est la meilleure alternative

Situation peu discriminante

Situation où le fût en acier réutilisable est la meilleure alternative

Remarque 1 :

Ces plages de valeurs évoluent en faveur des fûts acier dans le cas de l'analyse de fûts de contenance 20 litres, car :

- Les impacts sont relativement constants pour les fûts acier : un plus faible volume de fût joue de façon limitée sur les phases de transport
- Les impacts sont en hausse pour les fûts à usage unique : les fûts de plus petit volume engendrent plus d'accessoires et d'emballage de transport que des fûts de 30 litres. Les phases de production et de fin de vie s'en trouvent affectées.

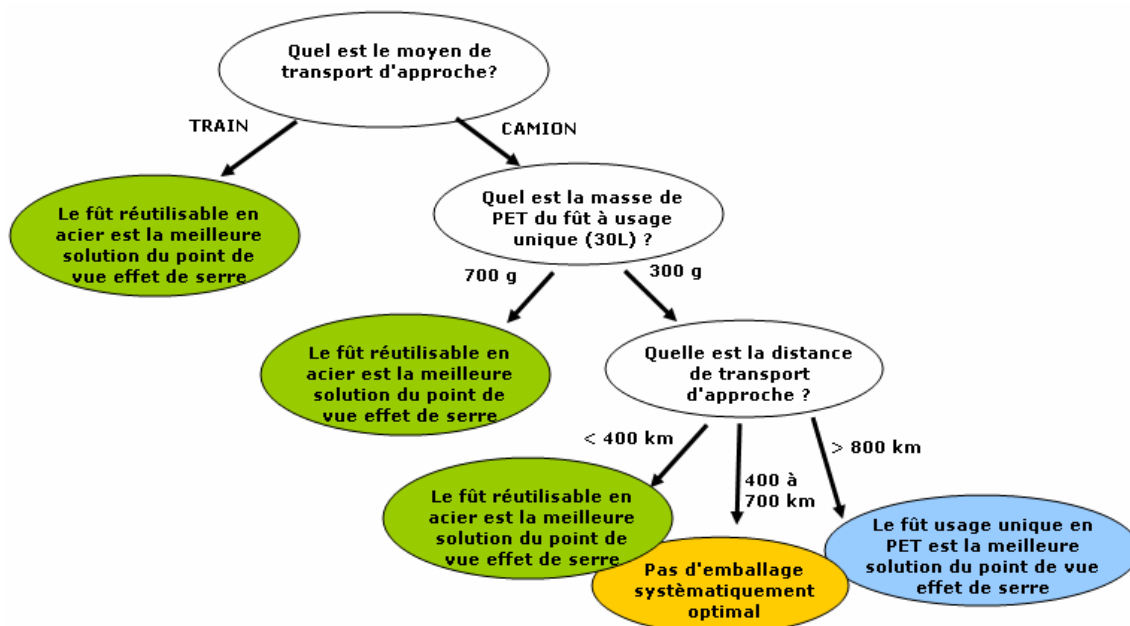
Ces informations sont détaillées dans le rapport complet et l'Annexe 5 Segment 2.

Remarque 2 :

A noter que les résultats sur les indicateurs principaux, plutôt en faveur du fût acier réutilisable, sont moins marqués dans le cas du développement du recyclage du PET des fûts ou du développement d'un fût PET sans suremballage carton.

Afin d'aider à la lecture de ce tableau, les résultats sur l'indicateur effet de serre sont également présentés ci-dessous sous forme d'arbres décisionnels.

L'ensemble des résultats, et notamment l'analyse sur les autres indicateurs, peut être retrouvé dans le rapport complet de l'étude.



Note de revue critique

Version définitive – juillet 2010

Revue critique coordonnée par Gingko 21

Introduction

Objectif

L'évaluation environnementale comparée des emballages industriels à usage unique et réutilisés, réalisée par RDC pour l'ADEME, a été soumise à une revue critique, dans l'objectif d'améliorer la qualité du rapport final et de renforcer la crédibilité des résultats. Cette procédure assure en particulier la conformité avec les normes de la série ISO 14040, qui exigent une revue critique en cas de publication d'analyse de cycle de vie comparée - ISO 14044 :2006, 6.1 dernier alinéa : dans le cas d'une « affirmation comparative destinée à être divulguée au public », la revue critique doit être réalisée par un « comité de parties intéressées ».

Comité de revue critique

Le comité de revue critique rassemble un expert en ACV, le commanditaire et les parties intéressées de l'étude :

- Olivier d'Erceville, Elipso
- Catherine Jung et Lionel Aboussouan, Arcelor Mittal
- Laurence Usunier, France Boissons
- Chloé Zylberbogen, Xavier Alberti, FNB
- Louis Delalande, Brasseurs de France
- Nicholas Harris, Fedeverre
- Evelyne Laurent, Sylvain Pasquier, ADEME, commanditaires,
- Hélène Teulon, Gingko 21, expert ACV.

Périmètre

Le processus de revue couvre les points suivants :

- une validation de la méthodologie de l'analyse de cycle de vie et une vérification de la conformité de l'étude avec les normes ISO14040 et ISO 14044,
- une vérification de la cohérence interne du rapport, notamment de la cohérence entre les résultats des calculs et les conclusions de l'étude, en regard des objectifs,
- une validation des hypothèses et données utilisées.

La revue des calculs d'analyse de cycle de vie reste la responsabilité de la société RDC. Elle doit être réalisée en interne par un expert indépendant de l'étude.

Déroulement

La revue critique s'est déroulée en deux tours :

- **1^{ère} tour** : les membres du comité de revue critique ont analysé un premier rapport d'étude, ils ont rédigé une liste de questions et commentaires qui a été transmise à RDC, RDC a apporté des réponses par écrit et a pu expliciter ces réponses lors d'une première réunion, un compte-rendu de cette réunion a été rédigé ;

- sur cette base, RDC a rédigé un second rapport intermédiaire, en intégrant les modifications convenues, et a réalisé de nouveaux calculs à partir des données modifiées ;
- **2nd tour**: les membres du comité de revue critique ont analysé cette seconde version du rapport, une réunion du comité a permis de discuter les points critiques, un compte-rendu de cette réunion a été rédigé ;
- une ultime modification a été demandée par le commanditaire pour ajuster les distances de transport aux données les plus récentes;
- RDC a réalisé les calculs sur la base des données convenues, et a rédigé le rapport d'étude final;
- Suite à une erreur portant sur les masses de PET des fûts en plastique dans une première version du document, l'ensemble des analyses et conclusions ont été revues pour tenir compte de cette modification. Le document a alors été soumis à une nouvelle validation du comité de revue critique.

Les membres du comité de revue critique ont porté un regard réellement critique sur l'étude, ils ont émis un grand nombre (275 !) de questions, commentaires et suggestions pour l'amélioration du rapport. Les échanges lors des réunions ont été constructifs.

Les discussions ont porté sur trois catégories de questions : la méthodologie d'ACV, les données et hypothèses retenues, et la présentation du rapport et des résultats.

Méthodologie d'ACV

L'étude respecte la méthodologie des ACV telle que décrite dans les normes de la série ISO 14040. La définition de l'unité fonctionnelle « la mise à disposition de 1000 litres de boisson via le réseau des cafés hôtels restaurants en France, depuis le lieu de production de la boisson jusqu'au lieu de consommation » appelle deux commentaires :

- les emballages retenus sont les plus significatifs sur le marché français, de sorte que pour les « soft drinks », l'étude compare des bouteilles en verre de 33cl et des bouteilles en PET de 50cl. Il y a une légère incohérence à ce niveau. L'unité fonctionnelle choisie consiste à comparer 3030 bouteilles de verre à 2 000 bouteilles en PET. Si la base de comparaison était l'unité de consommation, et non le volume de boisson, alors il faudrait comparer un nombre équivalent de bouteilles. Cela reviendrait à alourdir le bilan des bouteilles en PET de 50% en ajoutant 1030 bouteilles et leur contenu. Cela dit, la base de comparaison en volume fait sens, et dans ce cas, il faudrait considérer une bouteille virtuelle en PET de 33 cl. La masse unitaire des bouteilles serait a priori légèrement réduit, et un plus grand nombre de bouteilles serait considéré. La masse totale de PET de ces bouteilles « virtuelles » est très probablement incluse dans les intervalles de variation de la masse de PET dans les analyses de sensibilité.
- la boisson est exclue de l'unité fonctionnelle, cette hypothèse fait sens pour autant que les pertes de boisson soient équivalentes pour les différents types d'emballage, ou que leur impact soit négligeable par rapport à celui des emballages. Ce second point a été vérifié dans l'analyse des résultats.

Le choix de l'indicateur d'impact « Ressources minérales », mesuré en surplus énergétique, est atypique en France, où l'on utilise couramment un indicateur de ressources abiotiques, mesuré en kg éq. Sb. Cela dit, l'indicateur considéré, une fois normalisé, représente une contribution mineure à côté de celui de la consommation de ressources énergétiques.

L'indicateur de catégorie d'impact « déchets finaux » n'a pas pu être calculé sur l'intégralité du cycle de vie, du fait d'incohérences importantes dans les données sur les matériaux d'emballage. En conséquence, les résultats relatifs à cet indicateur ne représentent que la fin de vie des emballages. Etant donné le poids relatif de cet indicateur dans la normalisation des impacts, ce point mériterait un approfondissement ultérieur.

Une étape de normalisation a été ajoutée à l'analyse d'impact, sur l'avis du comité de revue critique.

Données et hypothèses retenues

Les données et hypothèses retenues sont jugées acceptables par les membres du comité de revue critique. Les discussions ont essentiellement porté sur

- la masse des bouteilles comparées ;
- le nombre de réutilisations des emballages réutilisables ;
- la modélisation et les distances de transports.

Les données confidentielles mentionnées dans le rapport ont été transmises sous couvert de contrat de confidentialité à l'expert ACV, qui a pu les comparer aux données de la littérature, aucune valeur aberrante n'a été relevée.

Pour les masses des bouteilles, une distribution uniforme des valeurs était proposée, elle a été retenue partout sauf pour les bouteilles d'eau en PET de 50cl, où la distribution suivante a été préférée : 70% entre 11 et 13g et 30% entre 14 et 18g.

Les masses des bouteilles existantes ne correspondent pas toujours aux bouteilles que l'on serait capable de produire aujourd'hui, en particulier pour les bouteilles en verre réutilisables du fait de la longue durée de vie des parcs de bouteilles. Pour éviter de surestimer les masses de bouteilles verre réutilisables, les fourchettes de valeurs ont été abaissées afin de prendre en compte des valeurs prospectives, correspondant aux possibilités techniques actuelles.

Une divergence demeure sur la modélisation du devenir des bouteilles en plastique mises en décharge : les professionnels de l'emballage plastique ont précisé que la valeur retenue dans la source Ecolnvent pour la dégradation des plastiques n'est pas cohérente avec l'échelle de temps utilisée pour le reste du rapport, ce qui conduit à surestimer la contribution à l'eutrophisation⁶.

Présentation du rapport et des résultats

Des améliorations sensibles ont pu être apportées au rapport pour en faciliter la lecture et accompagner le lecteur dans l'exploitation des graphes de résultats.

Le rapport demande un effort incompressible de lecture, du fait de la complexité dont il rend compte. Cependant, la démarche d'analyse rigoureuse et systématique conduit à des résultats pertinents. L'identification des paramètres clés met en lumière les points à analyser. L'usage successif des graphes dits « delta » et des plages de pertinence permet d'identifier quand c'est possible les combinaisons de paramètres pour lesquelles l'une ou l'autre des solutions considérées est plus pertinente du point de vue environnemental, et d'identifier les zones d'indécidabilité.

Les « arbres décisionnels » reprennent de façon synthétique les conclusions de ces analyses multicritères poussées.

Conclusion de la revue critique

Le comité de revue critique considère que le rapport d'étude, après modification, répond correctement aux objectifs de l'étude et qu'il est conforme aux exigences des normes ISO 14040 et 14044 :2006 relatives aux analyses de cycle de vie.

Le comité félicite RDC et l'ADEME pour l'ampleur du travail réalisé et pour la créativité dans l'analyse et la présentation des résultats, qui permet de rendre compte de la complexité de la question traitée. Le comité souligne la criticité de certains paramètres tels la masse des différents emballages, la durée de vie des bouteilles réutilisables, les distances et le type de transport. Le domaine de validité des conclusions de l'étude est borné par les hypothèses retenues dans le cas de base et les analyses de sensibilité.

Les résultats sont obtenus sur la base de données existantes : même dans les scénarios dits « prospectifs » envisagés dans les analyses de sensibilité, les données représentent des situations directement accessibles en 2010. Les résultats pourraient évoluer de façon significative avec les efforts de recherche des différents fournisseurs d'emballage, ou avec une modification des politiques de logistique ou de collecte sélective.

⁶ Elipso estime que cela conduit à surestimer cette contribution de 13.6 g Po4 eq.
Gingko 21