

RÉEMPLOI DES EMBALLAGES ET ALTERNATIVES AUX EMBALLAGES PLASTIQUES À USAGE UNIQUE

Revue bibliographique des ACV
sur les emballages et
contenants pour la restauration

Rapport de la Tâche 2

Janvier
2022



EXPERTISES

REMERCIEMENTS

L'équipe projet remercie les acteurs ayant répondu aux sollicitations, ce qui a permis la réalisation de cette étude.

Par ailleurs, les membres du comité de suivi ainsi que les organisations ayant contribué à l'identification de références existantes sont chaleureusement remerciés.

CITATION DE CE RAPPORT

Alice GUEUDET, Marianne GUIOT, Sylvain PASQUIER, Florian PARISOT, ADEME, Chloé DEVAUZE, In Extenso Innovation Croissance, 2021. Réemploi des emballages et alternatives aux emballages plastiques à usage unique – Revue bibliographique des ACV sur les emballages et contenants pour la restauration - Rapport de la Tâche 2. 49 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne <https://librairie.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 le 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.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 2020AC000050

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : In Extenso Innovation Croissance

Coordination technique - ADEME : Marianne GUIOT avec les contributions de Alice GUEUDET, Florian PARISOT, Sylvain PASQUIER et Adeline PILLET.

Direction/Service : DSREP/ DEC

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	
ABSTRACT	
1. CONTEXTE DE LA TACHE 2	7
1.1. Objectifs de l'étude	7
1.2. Objectifs du livrable.....	7
2. METHODE MISE EN ŒUVRE	9
2.1. Périmètre de la revue bibliographique.....	9
2.1.1. Périmètre géographique et temporel.....	9
2.1.2. Périmètre relatif aux couples produits / emballages ciblés.....	10
2.1.3. Périmètre relatif aux étapes du cycle de vie.....	10
2.1.4. Périmètre relatif aux catégories d'impacts couvertes	10
2.2. Revue bibliographique.....	10
2.3. Évaluation de la qualité et robustesse des documents.....	11
2.4. Sélection des publications et fiche d'analyse détaillée.....	13
3. SELECTION RETENUE POUR L'ANALYSE DETAILLEE	15
3.1. Caractérisation des publications retenues	15
3.2. Récapitulatif des principales caractéristiques de la sélection	17
4. ANALYSE COMPAREE	20
4.1. Comparaison entre emballages réemployables et emballages à usage unique.....	20
4.1.1. Comparaison entre bouteilles pour boisson à usage unique et réemployables	21
4.1.1.1. Comparaison entre bouteilles en verre à usage unique et réemployables (#1A)....	21
4.1.1.2. Comparaison entre bouteilles réemployables en verre et emballages à usage unique en autres matériaux (#1B).....	22
4.1.1.3. Enseignements complémentaires concernant les étapes les plus impactantes et les indicateurs	23
4.1.2. Comparaison entre caisses à usage unique et réemployables.....	24
4.1.2.1. Comparaison entre caisses en plastique à usage unique et réemployables (#1A). 24	
4.1.2.2. Comparaison entre caisses réemployables en plastique et caisses à usage unique en carton (#1B).....	24
4.1.2.3. Enseignements complémentaires concernant les étapes les plus impactantes et les indicateurs	25
4.1.3. Comparaison entre palettes à usage unique et réemployables	25
4.1.3.1. Comparaison entre palettes en plastique à usage unique et réemployables (#1A) 26	
4.1.3.2. Comparaison entre palettes en plastique réemployables et palettes en bois à usage unique (#1B).....	26
4.1.3.3. Enseignements complémentaires concernant les étapes les plus impactantes et les indicateurs	27
4.1.4. Comparaison entre fût pour boisson à usage unique en plastique et réemployable en acier (#1B)	27

4.1.5. Comparaison entre cuve de produits pharmaceutiques à usage unique et réemployable en plastique (#1A)	27
4.1.6. Comparaison entre enveloppe de e-commerce à usage unique et réemployable (#1A et 1B)	28
4.2. Comparaison entre emballages à usage unique composés de différents matériaux (dont plastique).....	28
4.2.1. Comparaison entre emballages pour boisson à usage unique.....	29
4.2.1.1. Comparaison entre brique alimentaire et bouteilles en plastique ou en verre à usage unique	29
4.2.1.2. Comparaison entre bouteille en verre à usage unique et brique alimentaire ou bouteille plastique ou aluminium à usage unique (#2).....	30
4.2.2. Comparaison entre palette en plastique et en bois à usage unique (#2)	31
4.2.3. Comparaison entre caisse en plastique et en carton à usage unique (#2)	32
4.2.4. Comparaison entre pot pour bébé en plastique et en verre à usage unique (#2).....	32
4.2.5. Comparaison entre bouchon en liège, en plastique ou en aluminium à usage unique (#2)	33
4.3. Comparaison entre différents contenants pour la restauration.....	33
4.3.1. Comparaison entre contenants réemployables et à usage unique (#3-1a et #3-1b)	34
4.3.1.1. Vaisselle (hors gobeletterie).....	34
4.3.1.1.1. Comparaison entre de la vaisselle réemployable plastique ou en verre avec de la vaisselle à usage unique en plastique ou autres matériaux (#3-1a et 3-1b).....	34
4.3.1.1.2. Enseignements complémentaires concernant les étapes les plus impactantes et les pistes d'amélioration	35
4.3.1.2. Gobeletterie	36
4.3.1.2.1. Comparaison entre gobelet plastique réemployable avec gobelet à usage unique en plastique (#3-1a)	36
4.3.1.2.2. Comparaison entre gobelet plastique réemployable avec gobelet à usage unique ou réemployables en autres matériaux (#3-1b et #3-2)	37
4.3.1.2.3. Comparaison entre tasse réemployable en céramique ou acier avec gobelet à usage unique en carton (#3-1b)	37
4.3.1.2.4. Enseignements complémentaires concernant les étapes les plus impactantes et les pistes d'amélioration	38
4.3.2. Comparaison entre contenants (hors gobeletterie) à usage unique composés de différents matériaux (#3-2).....	38
4.3.3. Comparaison dans le cas spécifique de trajets en avion (#3-1b).....	40
5. CONCLUSION / PERSPECTIVES.....	41
GLOSSAIRE	43
6. ANNEXES	44
6.1. Compléments méthodologiques sur la revue bibliographique	44
6.1.1. Collecte de données sur des sites internet et par sollicitation directe.....	44
6.1.2. Recherche systématique sur des moteurs de recherche	44
6.2. Compléments méthodologiques sur l'évaluation de la qualité et robustesse des documents.....	45
6.3. Compléments sur la caractérisation des documents entrant dans le périmètre de l'étude.....	46
INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES.....	47

RÉSUMÉ

La Loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC), promulguée le 10 février 2020, fixe des objectifs ambitieux portant sur la réduction des emballages à usage unique (en particulier plastiques), et sur le réemploi et la réutilisation des emballages. Elle préconise de prendre en compte la performance environnementale des emballages dans le cadre de ces évolutions. C'est dans ce contexte que l'ADEME a souhaité mener une revue bibliographique d'analyses de cycle de vie (ACV) comparatives, afin d'identifier si certaines solutions d'emballages ou de contenants pour la restauration sont plus pertinentes que d'autres d'un point de vue environnemental, et sous quelles conditions ; et de déterminer quelles étapes du cycle de vie d'un emballage ou contenant pour la restauration sont les plus contributives, afin d'orienter les pistes d'amélioration pour les prochaines années.

Les travaux présentés dans ce rapport portent sur une sélection d'ACV comparatives suivant trois approches : comparaison d'emballages à usage unique à des emballages réemployés ; comparaison d'emballages en plastique à usage unique à des emballages à usage unique composés d'autres matériaux ; et comparaison de contenants pour la restauration en plastique à usage unique à des contenants réemployables ou à des contenants à usage unique composés d'autres matériaux. Parmi les 138 documents identifiés, 39 ont été sélectionnés afin d'être analysés plus en détail, selon des critères de robustesse méthodologique, de représentativité temporelle et de diversité des emballages couverts.

Les enseignements doivent être considérés avec prudence, tenant compte de l'utilisation des résultats au-delà du cadre de l'étude initial. Dans certains cas de figure, l'analyse comparée permet de dégager de grandes tendances par types de produits / emballages, et suivant les matériaux comparés même si les résultats sont à considérer avec précaution en raison du faible nombre d'études existantes. Par exemple, il y a consensus sur une meilleure performance environnementale des bouteilles en verre réemployables par rapport à des bouteilles en verre à usage unique.

Il convient donc d'analyser ces résultats en prenant en compte les éventuelles différences entre les études, notamment concernant :

- Les choix méthodologiques relatifs au périmètre, aux hypothèses de modélisation et aux allocations. Par exemple, les derniers kilomètres de distribution ne sont pris en compte que dans une étude, pour laquelle ils représentent un impact significatif ;
- Les valeurs considérées pour quantifier des paramètres clés : le nombre de réemplois, les distances parcourues, et le mix énergétique par exemple ;
- Les différents indicateurs étudiés ou méthodes de caractérisation.

Par ailleurs, les étapes qui ressortent comme clés en termes de contribution à l'évaluation de l'impact environnemental des emballages et contenants pour la restauration sont le transport, la fin de vie et le lavage (pour une réutilisation ou un réemploi). À noter que certaines étapes sont moins bien modélisées que d'autres, ou en tout cas qu'il y a de plus grandes disparités entre publications.

Enfin, il convient de rappeler que les méthodologies ACV actuelles ne permettent pas de couvrir de manière robuste certaines thématiques comme la biodiversité et la pollution marine liée à la dispersion de déchets (notamment plastiques) dans l'environnement. De même, la plupart des ACV retenues n'incluent pas d'éléments prospectifs (mises sur le marché de matériaux innovants, massification des tonnages, etc.) ou les conséquences d'une mise à l'échelle (par exemple, hausse de la demande pour certains matériaux).

ABSTRACT

The French anti-waste and circular economy law (known as the AGEC law), enacted on February 10th, 2020, sets ambitious targets for the reduction of single-use packaging, particularly plastic packaging, and for the development of the reuse of packaging. It recommends taking into account environmental performance of packaging to guide these developments. In this context, ADEME wished to carry out a bibliographical review of life cycle analysis (LCA) to identify whether certain packaging solutions or certain containers for the catering industry are more relevant than others from an environmental point of view, and under what conditions; also, which life cycle steps of a packaging or container for the catering industry are the most contributory to this environmental performance in order to guide improvement in the coming years.

The work exposed in this report focuses on a selection of environmental assessment studies which compare different packaging or different catering containers following three approaches: comparison of single-use packaging with reusable packaging; comparison of single-use plastic packaging with single-use packaging made of other materials; and comparison of single-use plastic catering containers with reusable catering containers or with single-use catering containers made of other materials. Of the 138 documents identified, 39 were selected for further analysis, based on criteria of methodological robustness, temporal representativeness and diversity of packaging covered.

The findings must be considered with caution, taking into account the use of these results beyond the scope of each source. In some cases, broad trends may be identified by product/packaging type and by material compared through comparative analysis of the selected LCAs, even if the results must be used with care, considering the small number of existing studies. For example, there is consensus that reusable glass bottles have better environmental performance than single-use glass bottles.

In view of the diversity of the comparisons, these results should be analysed with care due to major differences between the studies, in particular concerning:

- The methodological choices relating to the scope, modelling assumptions and allocations. For example, the last few kilometres of the distribution stage are only taken into account in one study, for which it represents a significant impact.
- The values considered to quantify key parameters: the results are sensitive to the number of reuses, the distances travelled, and the energy mix for example.
- The different indicators studied or impact assessment methodologies.

The key stages in terms of contribution to the environmental impact of packaging and catering containers are transport, end-of-life and washing (for reuse or reutilisation). It should be noted that some stages are less well modelled than others, or at least that there are greater disparities between publications.

Finally, it should be noted that current LCA methodologies do not allow for robust coverage of certain issues such as biodiversity and marine pollution linked to waste littering (particularly plastic). Similarly, most of the LCAs selected do not include forward-looking elements (marketing of innovative materials, massification of tonnages, etc.) or the consequences of scaling up (for example, increased demand for certain materials).

1. Contexte de la Tâche 2

1.1. Objectifs de l'étude

La Loi anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC)¹, promulguée le 10 février 2020, fixe des objectifs ambitieux portant sur la réduction des emballages à usage unique, en particulier sur les emballages plastiques, et sur le développement du réemploi et de la réutilisation des emballages. Cette loi s'inscrit plus largement dans le cadre de la transposition du paquet Économie circulaire² européen.

L'étude lancée par l'ADEME vise à fournir des éléments de compréhension et de décision dans la mise en œuvre de la loi AGECE. Elle a pour but de réaliser un état des lieux du réemploi ou de la réutilisation des emballages, d'une part, et d'identifier et analyser les alternatives possibles aux emballages plastiques à usage unique, d'autre part. Elle porte sur l'ensemble des emballages, ménagers, industriels et commerciaux, mis sur le marché en France (produits conditionnés plus vendus en France, et produits emballés importés).

Les objectifs de la mission, combinant une approche technique, environnementale et sanitaire, sont les suivants :

1. Dresser un benchmark international des dispositifs de réemploi ou réutilisation et/ou de substitution des emballages plastiques à usage unique (tâche 1) ;
2. Effectuer une revue bibliographique des analyses de cycle de vie sur les emballages et sur les contenants pour la restauration (tâche 2, qui fait l'objet du présent livrable) ;
3. Etat des lieux du réemploi des emballages en France (tâche 3) ;
4. Identifier et analyser les alternatives les plus pertinentes aux emballages plastiques à usage unique, en tenant compte des impacts techniques, environnementaux et sanitaires (tâche 4) ;

Les résultats des tâches 1 et 2 visent à alimenter les réflexions des tâches suivantes. En particulier, les résultats de la tâche 2 permettront d'identifier si certaines solutions d'emballages d'une part ou de contenants pour la restauration d'autre part sont plus pertinentes que d'autres d'un point de vue environnemental, et suivant quels paramètres clés. Les besoins en travaux complémentaires seront également répertoriés, par exemple si certains des emballages en tâches 3 ou 4 ne sont pas couverts dans les évaluations environnementales comparatives identifiées à l'issue de la revue de littérature de la tâche 2.

Dans le cadre de cette étude, les contenants pour la restauration, qui ne font pas l'objet d'une définition réglementaire spécifique, ont été regardés de manière différenciée par rapport aux emballages.

1.2. Objectifs du livrable

Dans ce contexte, la tâche 2 vise à recenser, évaluer et analyser les travaux d'évaluation environnementale comparant différents emballages, d'une part, et différents contenants pour la restauration, d'autre part.

La revue bibliographique a permis d'identifier des évaluations environnementales comparant différentes options d'emballages et de contenants pour la restauration :

- L'usage d'emballages à usage unique vs réemployés-réutilisés [objectif #1], en distinguant le cas où la comparaison est faite entre emballages avec un même matériau (1a) ou avec des matériaux différents (1b) ;
- L'usage d'emballages plastique à usage unique vs emballage à usage unique avec un autre matériau [objectif #2] ;
- L'usage de contenants pour la restauration en plastique vs l'usage de contenants pour la restauration en un autre matériau à usage unique ou réemployable/réutilisable [objectif #3],

¹ LOI n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire.

² Directive (UE) 2018/851 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 modifiant la directive 2008/98/CE relative aux déchets, accompagnée entre autres de la Directive (UE) 2018/852 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 modifiant la directive 94/62/CE relative aux emballages et aux déchets d'emballages

en distinguant le cas où la comparaison est faite entre contenants à usage unique (3.1a) ou réutilisables avec un même matériau (3.1b), avec des matériaux différents, ou uniquement entre contenants à usage unique (avec des matériaux différents) (3.2).

L'équipe projet a proposé à l'ADEME une sélection de publications (entre 35 et 50) à analyser plus en profondeur. Ce choix a été effectué sur la base de la typologie des emballages et contenants (représentatifs de la situation française), de la date de publication, et de la robustesse méthodologique de la référence (évaluée en fonction de critères définis au préalable et validés avec l'ADEME). Ces éléments sont présentés en chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

L'analyse approfondie de cette sélection de références a permis de réaliser des fiches dédiées (voir document séparé nommé « annexe »), et d'en faire une analyse comparée présentée en chapitre 3 de ce rapport. Les résultats de cette analyse visent à identifier les paramètres et caractéristiques permettant la réduction des impacts environnementaux des emballages et de déterminer les meilleurs systèmes d'emballages parmi ceux ensuite étudiés dans la tâche 4.

Enfin, le chapitre 0 présente de premières conclusions et rappelle le lien avec la suite des travaux à mener dans le cadre de cette mission.

Un glossaire est également inclus en fin de rapport. Il inclut notamment la définition de la réutilisation et du réemploi, deux dispositifs étudiés dans le cadre de l'étude. Il est important de noter que dans ce rapport, le terme de « réemploi » est privilégié pour faciliter la lecture ; il doit cependant être entendu comme « réemploi et/ou réutilisation ».

Les résultats présentés dans ce livrable doivent être mis en perspective du contexte global de l'étude, et tout particulièrement des travaux encore à venir dans le cadre des tâches 3 et 4.

2. Méthode mise en œuvre

Les travaux mis en œuvre pour la tâche 2 ont démarré par un **recensement des évaluations environnementales** comparant différents emballages ou différents contenants pour la restauration, et entrant dans le **périmètre défini au préalable des recherches** (géographique et temporel, couples produits / emballages ciblés, étapes du cycle de vie, catégories d'impact couvertes). Ces éléments sont présentés en sections 2.1 et 2.2. La revue bibliographique a permis d'identifier un total de 138 publications, ainsi que 10 projets supplémentaires pour lesquels aucun support n'a pu être récupéré (confidentialité des résultats, projets toujours en cours).

Sur ces 138 publications, après lecture approfondie, certaines ont été jugées hors périmètre de la revue bibliographique : pas de comparaison entre produits répondant aux objectifs de l'étude (par exemple, comparaison entre plusieurs emballages plastique à usage unique, ou ACV portant sur un unique emballage) ; résultats d'évaluation environnementale très succincts, par exemple issus d'autres travaux (et sans analyse ou précisions méthodologiques). Par ailleurs, parmi les nombreux documents datant d'avant 2010, seuls ceux identifiés comme faisant référence, ou portant sur des typologies d'emballages / produits peu représentées dans les documents plus récents, ont été retenus. Ce sont donc 82 publications qui ont été retenues, à l'issue de la revue bibliographique, pour **caractérisation et évaluation de la robustesse méthodologique**, suivant les critères présentés en section 2.3.

Sur la base de ces éléments, l'équipe projet a proposé une **sélection de publications**, discutée et adaptée pour correspondre aux besoins de l'étude et de l'ADEME. Le choix des publications à analyser en détail a été fait de façon à être le plus représentatif possible de la diversité des emballages / produits étudiés (avec toutefois un focus sur les bouteilles), à favoriser les publications jugées les plus robustes d'un point de vue méthodologique, et les plus récentes.

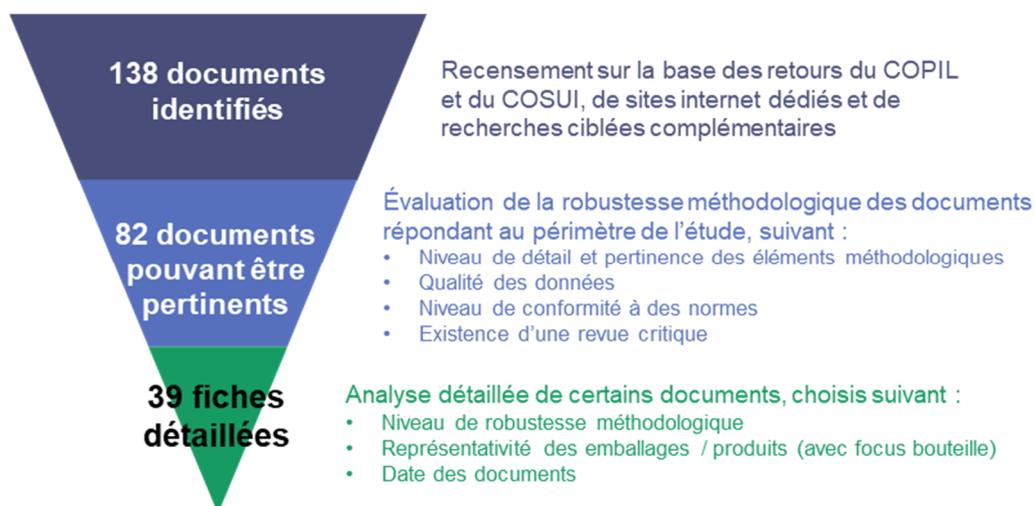


Figure 1 : Méthode mise en œuvre pour la sélection des 39 publications

2.1. Périmètre de la revue bibliographique

2.1.1. Périmètre géographique et temporel

L'étude bibliographique est réalisée sur la période **2010-2020**, afin de n'identifier que les travaux les plus récents et pertinents. Cependant, certaines publications datant des années 2000 ont été identifiées lors des recherches, et ajoutées au fichier de reporting.

Les recherches de la revue bibliographique sont effectuées sur un périmètre **international**, et couvrent des **emballages et contenants pour la restauration représentatifs ou proches de ceux existant aujourd'hui sur le marché français**. Les études prospectives, ou les références étudiant des alternatives innovantes et non encore mises sur le marché, ont également été recensées.

2.1.2. Périmètre relatif aux couples produits / emballages ciblés

Le périmètre des recherches est limité aux publications qui permettent de répondre aux trois objectifs de cette tâche, indiqués pour rappel ci-dessous :

- Emballage réemployé ou réutilisé à la place de l'usage unique (dont plastique) (objectif #1) : sont distingués le cas où la comparaison est faite entre emballages avec un même matériau (1a) ou avec des matériaux différents (1b) ;
- Alternative à du plastique dans des emballages à usage unique (objectif #2) ;
- Alternative à un contenant de restauration en plastique (objectif #3) : sont distingués le cas où la comparaison est faite entre contenants à usage unique ou réutilisables avec un même matériau (3.1a), avec des matériaux différents (3.1b), ou uniquement entre contenants à usage unique (avec des matériaux différents) (3.2).

Sont considérés les emballages (et contenants pour la restauration) représentatifs de ceux existant aujourd'hui sur le marché français. Les recherches sur les emballages ont été effectuées pour des emballages **ménagers** (alimentation, boisson, nettoyage et entretien, produits de soin, emballages de service et d'expédition, etc.) et **industriels et commerciaux (palettes, bacs, etc.)**.

Il peut s'agir d'**emballages primaires**, mais aussi **secondaires et tertiaires** (pour les emballages industriels). À noter que les recherches ont porté en priorité sur des emballages, mais quelques publications portant sur des composants d'emballage ont également été identifiées (par exemple, bouchons de bouteille). Concernant les contenants pour la restauration, la comparaison s'est parfois faite entre sets incluant d'autres éléments tels que des couverts.

Les études portant uniquement sur une comparaison entre différents emballages plastiques (par exemple entre différentes résines) à usage unique n'entrent pas dans le périmètre des recherches : la comparaison doit inclure *a minima* un emballage composé de matériaux excluant le plastique ou un emballage en plastique réemployable.

Les différents termes employés dans le cadre de ce rapport sont définis dans un **glossaire**.

2.1.3. Périmètre relatif aux étapes du cycle de vie

Les recherches ont porté sur des études couvrant l'ensemble du cycle de vie des produits / emballages, suivant une approche en **cradle to grave** (c'est-à-dire comprenant les étapes depuis l'extraction des matériaux nécessaire à la fabrication des emballages, les phases de fabrication et d'utilisation, jusqu'à la phase de traitement en fin de vie des emballages).

La phase de fabrication des matériaux a un poids important dans les résultats. Par ailleurs, une attention particulière a été portée aux choix de modélisation de la fin de vie, en raison de leur influence significative sur les résultats globaux. Les études utilisant une méthode d'allocation liée à une approche **attributionnelle de l'ACV (approche la plus répandue qui considère faibles les conséquences sur les marchés du déploiement du produit ou service étudié)** ont été priorisées, ainsi que les publications présentant une analyse de sensibilité ou d'incertitudes.

Les études portant sur une seule étape du cycle de vie (par exemple une étape de fabrication, ou le recyclage) n'ont pas été recherchées.

2.1.4. Périmètre relatif aux catégories d'impacts couvertes

Les recherches ont porté sur les références présentant des résultats sur les **indicateurs d'Analyse de Cycle de Vie (ACV)** : changement climatique, émissions de particules, acidification, consommation d'eau, déplétion des ressources fossiles, etc. Quelques études portant sur les impacts sur la **biodiversité** ou traitant des **enjeux sanitaires** (potentiellement utiles pour alimenter la Tâche 4) ont également été recensées.

2.2. Revue bibliographique

La stratégie de recherche bibliographique a été construite en cohérence avec le périmètre de la revue bibliographique, et prévue en plusieurs temps :

- **Mobilisation du comité de pilotage et du comité de suivi** pour transmettre toute la littérature pertinente en leur possession / connaissance ;
- **Consultation d'organisations (publiques ou privées) compétentes** sur la question des emballages plastiques et des enjeux environnementaux associés, et plus particulièrement d'entités actives sur l'évaluation environnementale d'emballages ;
- **Recherche de littérature complémentaire** sur des moteurs de recherche, ciblée et spécifique, afin de s'assurer de l'exhaustivité du corpus constitué précédemment et le compléter si besoin.

Des compléments méthodologiques sur ces différentes étapes sont décrits en annexe, section 6.1.

Le protocole de revue bibliographique a été défini de façon à collecter **des références permettant de répondre notamment aux questions suivantes** :

Quel est l'impact :

- des alternatives réemployables pour le **remplacement du carton (à usage unique)** dans les chaînes logistiques ? (objectif #1)
- des bouteilles **verres réemployables** par rapport à des bouteilles verres à usage unique ? (objectif #1) (*impact des distances de transport, mutualisation, standardisation des contenants, etc.*)
- du **remplacement de contenants plastiques** à usage unique par du carton, du métal, du verre à usage unique (objectif #2) ou réemployé (objectif #1) ?
- du **papier** en remplacement du plastique dans la restauration ? (objectif #3)
- de l'utilisation de **contenants à usage unique en bois** en remplacement du plastique dans la restauration ? (objectif #3)
- de l'utilisation de **contenants réemployables en inox ou en verre** en remplacement du plastique dans la restauration ? (objectif #3)

Pour rappel, un total de 138 publications a été identifié lors des recherches, ou grâce à la mobilisation du comité de pilotage et du comité de suivi. Seules 82 publications ont été considérées comme entrant dans le périmètre de l'étude, les autres étant écartées car ne répondant pas à l'un des trois objectifs de l'étude, parce que les résultats étaient trop succincts, ou que les études étaient trop anciennes.

2.3. Évaluation de la qualité et robustesse des documents

L'évaluation de la qualité des publications a été conduite pour les 82 publications retenues, avec pour objectif de ne sélectionner que les plus robustes et les plus pertinentes pour la suite de l'analyse. Leur robustesse méthodologique a été évaluée selon les critères suivants :

- Niveau de **détail et pertinence** des éléments méthodologiques
- **Qualité des données** (données primaires ou issues de bases de données, représentativité, etc.)
- Niveau de **conformité à des normes** ou méthodologies de référence (ISO, ILCD, PEF)
- Existence d'une **revue critique**

Un système de notation sur 15 points a été proposé et validé par l'ADEME, pour évaluer chaque référence selon ces critères. Le détail de cette notation est présenté en annexe, section 6.2.

La figure ci-dessous présente la note globale de robustesse des 82 publications, et quelques éléments issus de cette évaluation sont présentés ci-après.

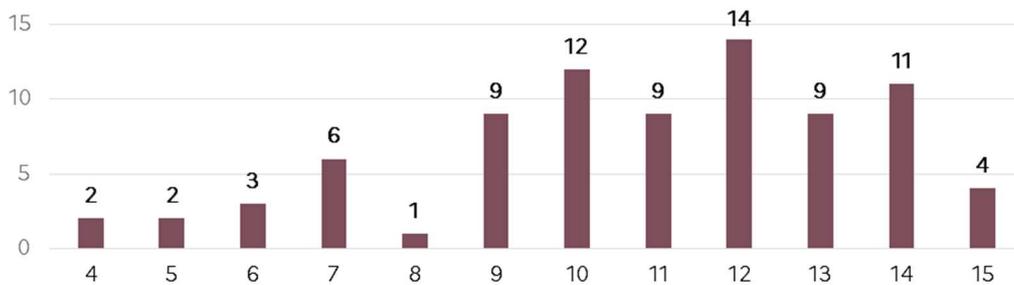


Figure 2 : Note globale de robustesse des documents évalués (total = 82)

Évaluation du niveau de détail et de la pertinence des éléments méthodologiques

Parmi les 82 publications évaluées, environ un tiers (29 publications – 18 sélectionnées pour analyse détaillée) fournissent une unité fonctionnelle détaillée, tandis que plus de la moitié (49 publications, soit 60 %) en donne une version simplifiée. Seules 4 références n'indiquent pas l'unité fonctionnelle, et n'ont pas été retenues dans la sélection pour analyse détaillée (notes finales entre 4 et 6).

La quasi-totalité (81 publications) précise les étapes du cycle de vie couvertes au cours de l'étude, et suit une approche cradle-to-grave (i.e. de l'extraction des matières premières utilisées dans les emballages au traitement en fin de vie). Seule une publication ne précise pas explicitement ces éléments (mais semble aussi suivre cette approche) ; elle n'est pas retenue dans la sélection pour analyse détaillée (note finale à 7 sur 15). Les choix de modélisation des impacts associés au recyclage sont précisés dans 52 publications ; les principaux sont :

- **Méthode des stocks** (Allocation 0:100) : selon la méthode des stocks, les impacts évités par le recyclage du matériau sont alloués à 100 % à l'étape de production en cas d'incorporation de matière recyclée et à 0 % à l'étape de fin de vie en cas de recyclage de la matière ;
- **Allocation 50:50** : les impacts évités par le recyclage sont alloués à 50 % à l'étape de production en cas d'incorporation de matière recyclée et à 50 % à l'étape de fin de vie en cas de recyclage de la matière ;
- **Allocation suivant la CFF** (Circular Footprint Formula du PEF européen) : les impacts évités par le recyclage sont alloués entre l'étape de production et l'étape de fin de vie selon différents paramètres ;
- **Impacts évités** (Extension des frontières / Allocation 100:0) : selon cette méthode, les impacts évités par le recyclage sont alloués à 0 % à l'étape de production et à 100 % à l'étape de fin de vie en cas de recyclage de la matière.

La méthode d'allocation 50:50 est utilisée par 10 publications (dont 6 dans la sélection pour analyse détaillée). 18 publications utilisent la méthode des impacts évités (dont 10 dans la sélection), tandis que 13 se basent sur la méthode des stocks (dont 6 dans la sélection). Une seule publication utilise une allocation suivant la CFF (ce qui s'explique par le fait que cette méthode soit récente).

Parmi les 82 publications dont la robustesse a été évaluée, la grande majorité étudie les impacts comparés d'options d'emballages sur au moins deux catégories d'impact. Le changement climatique est couvert par la totalité des publications (sauf une, s'intéressant à un indicateur de charge environnementale) ; cinq références ne portent que sur cette catégorie, parmi lesquelles deux ont fait l'objet d'une fiche détaillée (note globale à 10 et 12).

Évaluation de la qualité des données

La quasi-totalité des références (81) indique la source des données utilisées. Au total, 69 publications combinent l'utilisation de données primaires (à différents niveaux) et de bases de données (secondaires), tandis que les 12 autres utilisent uniquement des bases de données. Parmi ces dernières, trois ont fait l'objet d'une fiche détaillée (note globale entre 9 et 10).

L'équipe projet s'est également intéressée aux informations relatives à la représentativité (géographique, temporelle, technologique) des données : 20 publications n'en font pas mention (dont quatre pour lesquelles une fiche a été réalisée, avec une robustesse évaluée entre 9 et 10), 36 en donnent une

description simplifiée (dont 20 ont fait l'objet d'une fiche, avec une note globale entre 9 et 13) et 26 l'évaluent de façon détaillée (dont 15 ont fait l'objet d'une fiche, avec une note globale entre 11 et 15).

Parmi les publications dont la robustesse a été évaluée, 62 références incluent une analyse de sensibilité (majorité des occurrences) et/ou d'incertitude (cas moins fréquent). Il s'agit de 35 des publications pour lesquelles une fiche détaillée a été réalisée.

Évaluation du niveau de conformité à des normes et existence d'une revue critique

Le critère relatif à la conformité à des normes n'a pas été discriminant dans l'évaluation. Enfin, 38 publications parmi les 82 évaluées (soit 46 %) ont fait l'objet d'une revue critique ; dont 18 ont fait l'objet d'une fiche d'analyse détaillée.

2.4. Sélection des publications et fiche d'analyse détaillée

Sur la base des travaux de caractérisation des publications et d'évaluation de leur robustesse méthodologique, l'équipe projet a proposé une sélection de 39 publications, discutée et adaptée pour correspondre aux besoins de l'ADEME.

Le choix des publications à analyser en détail a été fait de façon à **favoriser les publications jugées les plus robustes** d'un point de vue méthodologique, **et les plus récentes**. Le niveau de robustesse des publications étant représentatif, dans la plupart des cas, du niveau de détails sur les résultats et les choix méthodologiques, ce point a été un critère clé. Ainsi, aucune publication présentant une note globale en dessous de 9 (sur 15) n'a été retenue dans la sélection.

Par ailleurs, l'équipe projet s'est attachée à proposer une **sélection représentative de la diversité des emballages / produits étudiés** (afin d'alimenter autant que possible les tâches suivantes de l'étude). Ainsi, certaines catégories d'emballage / produit peu représentées ont été volontairement incluses dans la sélection : conserve (1 fiche), pot (1), bouchon (1, même s'il s'agit d'un élément d'emballage), et barquette (2 occurrences). D'autres catégories ont été exclues : boîte d'œuf (1 publication, non retenue car jugée insuffisamment robuste), flacon (1 publication, dont le niveau de détail des résultats n'était pas suffisant), et tambour (1 publication, considérée comme portant sur un emballage trop spécifique).

À noter que les **bouteilles** sont davantage représentées dans les publications retenues que les autres types d'emballages / produits, du fait d'une demande particulière de l'ADEME sur le sujet.

Enfin, des contrôles ont été effectués sur la totalité des 39 publications sélectionnées, afin de s'assurer qu'un paramètre n'était pas excluant, et que leur choix était justifié lorsque la robustesse était plus faible ou la date de publication datant d'avant 2010. Par ailleurs, certains documents n'ont pas été sélectionnés car la version à disposition de l'équipe n'était pas suffisamment complète.

Parmi les publications sélectionnées, dont la note de robustesse est de 9 ou 10 (11 références), le choix a été justifié par le fait que la catégorie d'emballage / produit était peu représentée (par exemple, gobelets, palettes, emballages pour l'aviation, étude sur le vrac), que la publication portait spécifiquement sur le périmètre national, ou pour des raisons méthodologiques (par exemple, proposition d'un indicateur relatif aux déchets maritimes).

Parmi les publications sélectionnées datant d'avant 2010 (6 références, les plus anciennes datant de 2008), le choix a été justifié par le fait que la catégorie d'emballage / produit était peu représentée (bouchon de bouteille), ou que la robustesse de la publication était bonne (entre 12 et 14).

Pour chacune des 39 publications retenues, une fiche détaillée a été réalisée (voir liste en section 3.2). Les différentes fiches sont regroupées au sein d'un rapport séparé (hormis celles portant sur des documents confidentiels), pour en faciliter la lecture.

Le contenu de chaque fiche suit le format suivant :

- **Principales caractéristiques du document** : auteur ; année ; zone géographique visée ; type de document ; revue critique ; objectifs de l'étude (et lien avec les objectifs de l'analyse comparée) ;
- **Description des systèmes** : périmètre de l'étude ; type d'emballages couverts ; matériaux couverts ; description ;

- **Points clés de méthodologie** : unité fonctionnelle ; frontières du système ; paramètres clés ;
- **Points clés de résultats et comparaison** ;
- **Analyse critique** : conclusions et discussions de l'auteur ; limites, points d'attention et besoins de travaux complémentaires ;
- **Annexe**, regroupant les précisions sur la méthodologie (catégories d'impact, sources et représentativité des données, choix méthodologiques) et les résultats (compléments le cas échéant, et résultats de l'analyse de sensibilité et de l'analyse d'incertitude).

3. Sélection retenue pour l'analyse détaillée

3.1. Caractérisation des publications retenues

Parmi les publications retenues, la majorité (soit 29 publications) sont des rapports détaillés, et le reste des articles scientifiques.

La Figure 3 présente la zone géographique couverte par les documents retenus. Le périmètre géographique de la majorité des publications retenues (27 publications) concerne la France, un autre État membre de l'Union européenne, ou tout le périmètre européen. 11 publications portent sur un périmètre géographique hors Europe.

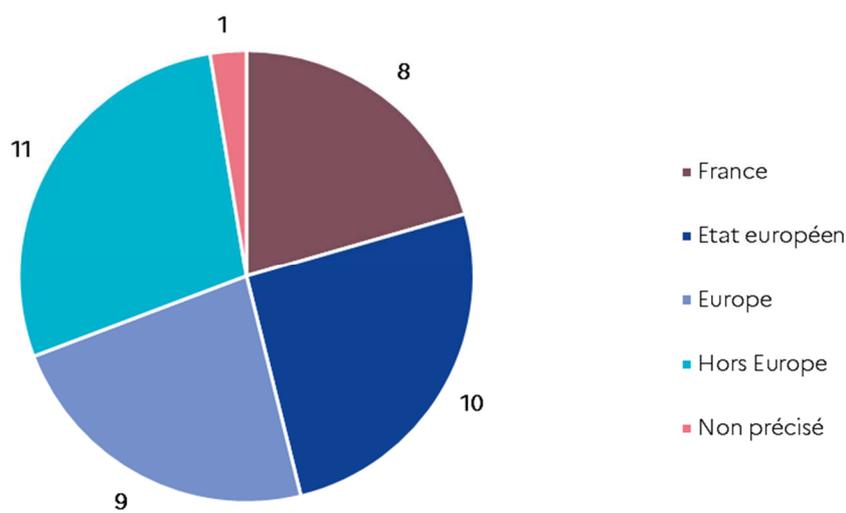


Figure 3 : Zone géographique couverte par les documents retenus (total = 39)

Environ les deux tiers des publications retenues portent sur des emballages hors contenants pour la restauration, qu'il s'agisse d'emballages ménagers (14 documents) ou industriels (12 documents). Les 13 documents restants concernent des contenants pour la restauration.

La répartition par type (primaire / secondaire / tertiaire) et nature d'emballage étudié dans les publications est présentée dans la Figure 4 ci-dessous. Il est à noter que certaines publications traitent de plusieurs typologies d'emballages, et donc que la somme des publications de cette figure est supérieure au nombre total de publications retenues (39). **Les définitions des emballages sont rappelées dans le glossaire en fin de rapport.**

Les emballages hors contenants pour la restauration les plus représentés au sein des documents retenus sont les bouteilles (9 publications) et les caisses (6 publications). Les publications portant sur des bouteilles portent sur tout type de bouteilles, ou plus spécifiquement pour la bière, le lait, le vin, etc. Les documents évaluant des caisses distinguent, dans certains cas, le produit transporté (fruits/légumes ou poissons).

Les palettes sont traitées dans 3 publications, et plusieurs autres types d'emballages sont également couverts, dans une moindre mesure (enveloppe, pot, barquettes pour l'achat de produits type jambon, emballages associés au vrac ; etc.).

Concernant les contenants pour la restauration, sont distinguées les publications traitant de la vaisselle hors gobeletterie (13 publications) et de la gobeletterie (3 publications). À noter que la vaisselle regroupe différents emballages et contenants : assiettes, pièces de vaisselle (couverts, paille, etc.), boîtes type Tupperware, etc.

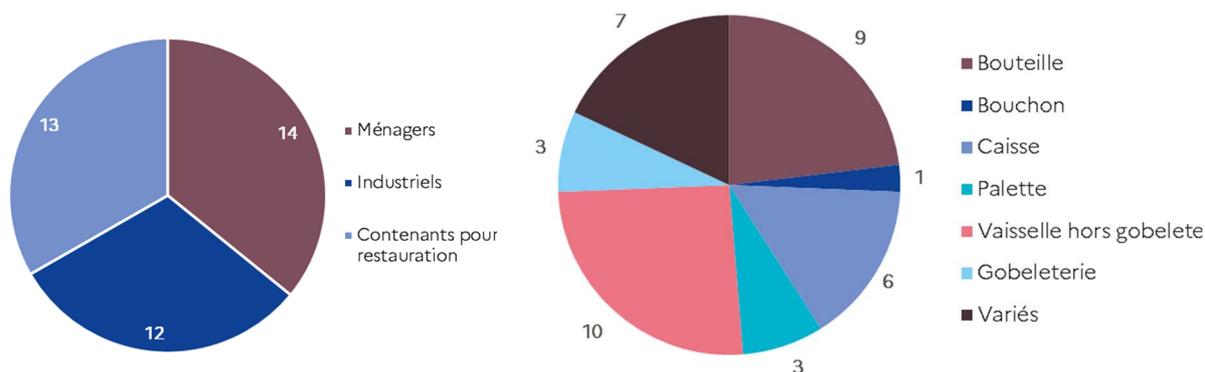


Figure 4 : Type (à gauche) et nature (à droite) d'emballages dans les documents retenus (total = 39)

La Figure 5 illustre les différentes typologies de matériaux étudiés dans les documents retenus. Il est à noter que la grande majorité des publications traitent de plusieurs matériaux (notamment, critère requis pour l'objectif #2), et donc que la somme des publications de cette figure est supérieure au nombre total de publications retenues (39).

La grande majorité des publications retenues (37 documents) compare au moins un emballage en plastique à une alternative avec ou sans plastique. Les autres matériaux les plus étudiés parmi ceux constituant les emballages sont le carton (18), le verre (13), et les métaux tels que l'acier et l'aluminium (respectivement 10 et 8 documents), ainsi que le bois (5 documents – notamment pour les palettes) et le papier (6 documents – par exemple le papier kraft).

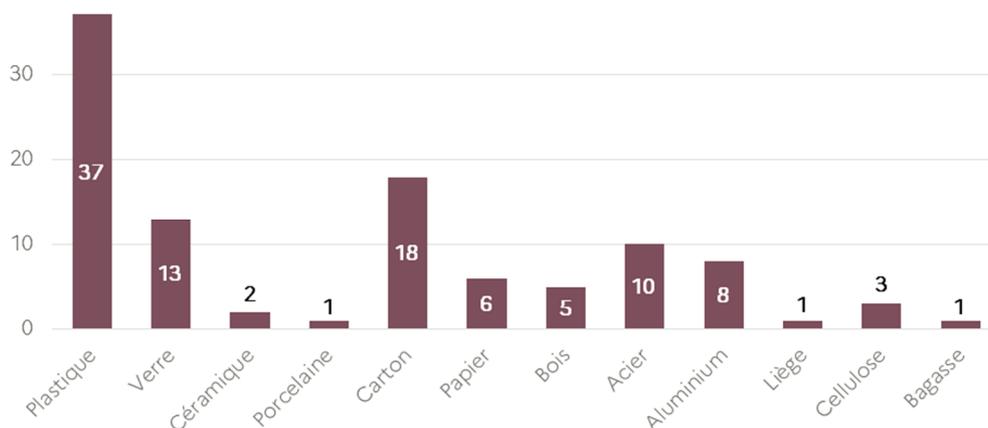


Figure 5 : Matériaux couverts dans les fiches détaillées (total = 39)

Enfin, les documents ont également été caractérisés selon les objectifs de l'étude auxquels ils permettent de répondre. La Figure 6 présente le nombre de publications traitant des différents objectifs (certaines publications traitant plusieurs objectifs), suivant les différents scénarios rappelés ci-dessous :

- Objectif #1 : L'usage d'emballages (hors contenants pour la restauration) à usage unique vs réemployés-réutilisés, en distinguant le cas où la comparaison est faite entre emballages avec un même matériau [objectif #1A] ou avec des matériaux différents [objectif #1B] ;
- Objectif #2 : L'usage d'emballages (hors contenants pour la restauration) plastique à usage unique vs emballage à usage unique avec un autre matériau ;
- Objectif #3 : L'usage de contenants pour la restauration en plastique vs l'usage de contenants pour la restauration en un autre matériau à usage unique ou réemployable/réutilisable, en distinguant le cas où la comparaison est faite entre contenants à usage unique ou réemployables

avec un même matériau [objectif #3-1a], avec des matériaux différents [objectif #3-1b], ou uniquement entre contenants à usage unique (avec des matériaux différents) [objectif #3-2].

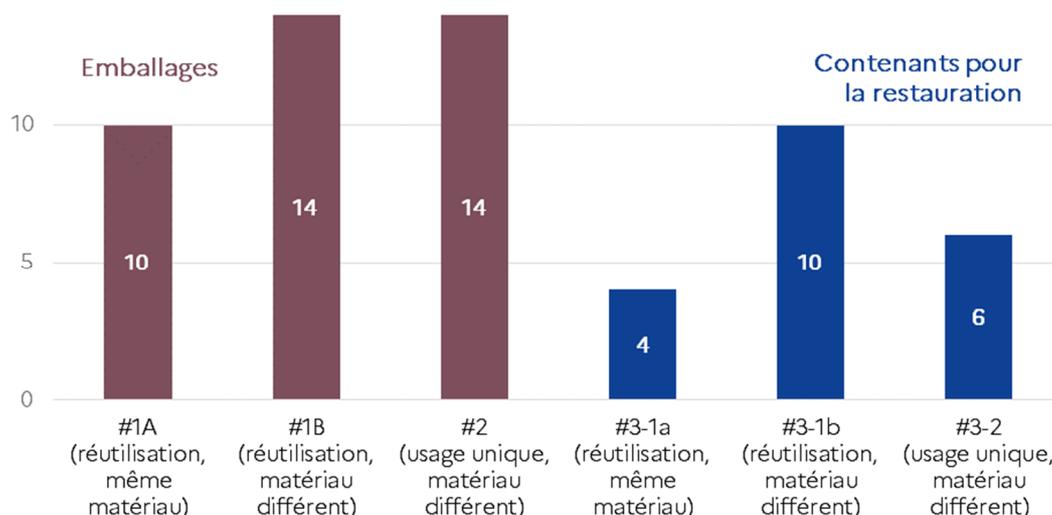


Figure 6 : Objectifs étudiés dans les documents retenus (à gauche, emballages ; à droite, contenants pour la restauration) (total = 39)

La majorité des documents (24 au total) ne traite que d'un seul des objectifs de l'étude. Par exemple, parmi les 10 documents comparant des emballages à usage unique et réemployables composés d'un même matériau (objectif #1A), quatre portent uniquement sur cet objectif ; les autres comparent également des emballages à usage unique et réemployables composés de différents matériaux (objectif #1B) et des emballages à usage unique en plastique ou un autre matériau (objectif #2).

Par ailleurs, tels que les objectifs sont définis, il n'y a donc pas d'étude portant à la fois sur des contenants pour la restauration et des emballages. On retrouve pour les contenants pour la restauration, la même distinction (1a, 1b, 2) que pour les emballages.

3.2. Récapitulatif des principales caractéristiques de la sélection

Les principales caractéristiques des 39 publications retenues sont présentées dans le tableau ci-dessous. Une fiche détaillée est réalisée pour chacune d'entre elles, disponible au sein d'un rapport séparé (hormis les six portant sur des documents confidentiels, identifiés par un astérisque sur le numéro de fiche).

Les scénarios de comparaison sont numérotés tels que présentés en section 3.1.

Pour les études portant sur les contenants pour la restauration, deux cas de figure sont distingués : le « set de vaisselle », pour lequel les résultats présentés de façon agrégée pour l'ensemble du set, parfois avec différents matériaux ; et la « vaisselle », pour laquelle les résultats portent sur un contenant spécifiquement.

Tableau 1 : Liste et principales caractéristiques des documents faisant l'objet d'une fiche détaillée

Numéro de fiche	Année	Scénario de comparaison	Type d'emballage couvert	Détail	Matériaux couverts
Fiche 1	2018	#1A	Ménagers	Bouteille	Verre
Fiche 2	2018	#1B, #2	Ménagers	Bouteille	Verre, plastique (PET, PET/PA), carton (doublé de plastique ou d'aluminium)
Fiche 3	2010	#1A, #1B	Industriels	Bouteille, fût	Verre, acier, plastique (PET)
Fiche 4	2015	#1A, #1B, #2	Ménagers	Bouteille (bière)	Verre, aluminium, plastique (PET)
Fiche 5	2020	#1A, #1B, #2	Ménagers	Bouteille (lait)	Verre, plastique (PET)

Numéro de fiche	Année	Scénario de comparaison	Type d'emballage couvert	Détail	Matériaux couverts
Fiche 6	2013	#1A, #1B, #2	Ménagers	Bouteille (vin)	Verre, plastique (PET), carton (doublé de plastique)
Fiche 7	2020	#1A	Ménagers	Bouteille	Verre
Fiche 8	2011	#2	Ménagers	Bouteille	Plastique (PEHD), carton (doublé d'aluminium)
Fiche 9	2020	#2	Ménagers	Bouteille	Plastique (PET, PEHD), carton (doublé de plastique), verre, aluminium, acier
Fiche 10	2008	#2	Ménagers	Bouchon	Liège, plastique (PEBD/PEHD/PP), aluminium/plastique
Fiche 11	2011	#2	Industriels	Caisse (poisson)	Plastique (PSE, PP), carton (doublé de plastique)
Fiche 12*	2011	#1B	Industriels	Caisse (fruits/légumes)	Plastique (PP/PE), carton
Fiche 13	2019	#1A	Industriels	Caisse	Plastique (PP)
Fiche 14	2016	#1B	Industriels	Caisse (fruits/légumes)	Plastique (PP), carton
Fiche 15	2019	#1B	Industriels	Caisse	Plastique (PP), carton
Fiche 16*	2020	#1B	Industriels	Caisse	Plastique (PE), carton/plastique
Fiche 17	2020	#1B, #2	Industriels	Palette	Bois, plastique (PEHD)
Fiche 18	2017	#1B	Industriels	Palette	Plastique (PEHD, mix déchets), bois
Fiche 19*	2018	#1A, #1B, #2	Industriels	Palette	Plastique (PP, PE), bois
Fiche 20	2017	#3-1b, #3-2	Contenants pour la restauration	Set de vaisselle	Plastique (PSX, PP, PS, PSE, PLA), carton (doublé de plastique), bagasse, carton, céramique, verre, acier
Fiche 21	2017	#3-1a, #3-1b, #3-2	Contenants pour la restauration	Vaisselle (contenant)	Plastique (PP, PET, PLA, PS/PSE), verre/plastique, acier/plastique, carton, carton (doublé d'aluminium)
Fiche 22*	2013	#3-1b	Contenants pour la restauration	Vaisselle (contenant)	Aluminium, plastique (PP)
Fiche 23	2017	#3-2	Contenants pour la restauration	Set de vaisselle	Plastique (PLA, PS, PSC, PP, Mater-Bi), papier
Fiche 24	2011	#3-2	Contenants pour la restauration	Vaisselle (gobelet, assiette, coquille)	Plastique (PSE, PLA), carton (doublé de plastique ou de cire), cellulose moulée
Fiche 25	2019	#3-2	Ménagers	Vaisselle (couverts, assiette, paille, touillette)	Plastique (PP, PS), papier, bois
Fiche 26*	2020	#3-1b	Contenants pour la restauration	Vaisselle (contenant)	Plastique (PET, PP, PLA, Tritan), aluminium, carton (doublé de plastique)
Fiche 27	2017	#3-1b	Contenants pour la restauration	Set de vaisselle	Plastique (PP, PS, PLA), porcelaine, acier, verre, carton, papier
Fiche 28	2019	#3-1b	Contenants pour la restauration	Set de vaisselle	Plastique (ABS, PS, PP, PEBD), aluminium, acier, papier, cellulose
Fiche 29	2018	#3-1a, #3-1b, #3-2	Contenants pour la restauration	Vaisselle (contenant)	Plastique (PP, XPS), aluminium

Numéro de fiche	Année	Scénario de comparaison	Type d'emballage couvert	Détail	Matériaux couverts
Fiche 30	2013	#3-1a, #3-1b	Contenants pour la restauration	Gobeletterie	Plastique (PP, PLA), verre, acier, aluminium
Fiche 31	2009	#3-1a	Contenants pour la restauration	Gobeletterie	Plastique (PP, PET)
Fiche 32	2014	#3-1b	Contenants pour la restauration	Gobeletterie	Plastique (PP, PC), carton (doublé de plastique), céramique, acier
Fiche 33	2018	#1A	Industriels	Containers pour vrac	Plastique (PEHD), acier, bois/plastique/acier
Fiche 34	2009	#2	Ménagers	Pot	Verre, plastique (PP)
Fiche 35	2008	#2	Ménagers	Vrac, barquette, conserve	Plastique (PS, PEHD), acier
Fiche 36	2008	#2	Ménagers	Vrac, barquette, papier	Plastique (PS/PE, PVC/PE), papier (doublé de plastique)
Fiche 37	2020	#1A, #A2	Industriels	Enveloppe	Plastique (PP, PEBD), carton, papier kraft
Fiche 38	2015	#1B, #2	Ménagers	Vrac, sachet	Plastique (PP, PEBD/PP, PEBD), carton, cellulose/plastique, carton/plastique, plastique/papier
Fiche 39*	2021	#3-1b	Contenants pour la restauration	Set de vaisselle	Plastique (PP), carton (doublé de plastique)

4. Analyse comparée

Les enseignements présentés dans ce chapitre s'appuient sur une consolidation des résultats d'études identifiées et estimées comme respectant les normes existantes sur la réalisation des ACV. Toutes les références parmi celles sélectionnées n'ont pas fait l'objet d'une revue critique (au sens de l'ISO), et les travaux menés dans le cadre de la présente étude n'ont pas visé à s'y substituer, d'autant que les références ne communiquent pas toutes avec le même niveau de détail sur la robustesse ou les limites pouvant découler de certains choix méthodologiques, des hypothèses retenues, les sources de données utilisées ou de la définition du périmètre.

Une analyse croisée des résultats a été réalisée sur la base des 39 publications retenues, avec pour objectifs d'identifier les étapes du cycle de vie, paramètres et caractéristiques contribuant majoritairement à réduire les impacts environnementaux des emballages et de contenants et de déterminer s'il est possible de dégager des tendances en faveur de meilleures alternatives au plastique à usage unique.

Dans certains cas de figure, **il est possible de dégager quelques grandes tendances** par types de produits / emballages (par exemple bouteilles), et suivant les matériaux comparés (par exemple verre ou plastique). **Il convient cependant d'analyser ces résultats en prenant en compte les éventuelles différences entre les études, notamment concernant :**

- Les choix méthodologiques relatifs au périmètre (étapes prises en compte dans les frontières du système), mais aussi aux hypothèses de modélisation (par exemple de transport des emballages réemployables) et des choix d'allocation (en particulier concernant les impacts liés à la fin de vie des emballages, voir présentation des principaux en section 2.3).
- Les valeurs considérées pour quantifier des **paramètres clés** (par exemple le nombre de réemplois, les distances parcourues, etc.), qui sont parfois très variables entre différentes publications ;
- Les **différents indicateurs étudiés** (par exemple sur l'énergie, consommation d'énergie primaire incluant ou non les énergies renouvelables, déplétion en ressources fossiles) **ou méthodes de caractérisation** (par exemple sur les impacts de palettes à usage unique sur l'eutrophisation, CML 2002 et ReCiPe 2008 – voir section 4.1.3).

Enfin, il convient de rappeler que les méthodologies ACV actuelles ne permettent pas de couvrir de manière robuste certaines thématiques relatives aux impacts sur l'environnement en particulier les impacts sur la biodiversité, ainsi que la pollution marine liée à la dispersion de produits, notamment plastiques, dans l'environnement). Ces enjeux environnementaux sont majeurs et devraient être pris en considération dans les comparaisons entre différents types d'emballages.

Les enseignements présentés ci-après doivent être considérés avec prudence, en particulier en tenant compte du périmètre des études, du cadre méthodologique et des conditions d'extrapolation des résultats au-delà de cadre de l'étude initial.

4.1. Comparaison entre emballages réemployables et emballages à usage unique

À partir des publications retenues pour leur comparaison entre emballages réemployables et à usage unique, on peut dessiner quelques grandes tendances, notamment concernant les impacts sur le changement climatique, l'acidification, la toxicité, ou encore la déplétion des ressources (ces catégories d'impact ne sont cependant pas traitées dans toutes les publications, en dehors du changement climatique).

Ces tendances restent fortement dépendantes des paramètres clés de chaque cas de figure (par exemple, nombre de réemplois, distance entre le lieu de distribution et le lieu de lavage des emballages

réemployables, efficacité du lavage pour les emballages réemployables ; taux de recyclage et/ou taux d'incorporation de recyclé pour les emballages à usage unique ; masse relative des emballages comparés).

- Lorsque la comparaison est faite entre des emballages réemployables ou à usage unique composés des mêmes matériaux, et sous certaines conditions (valeurs des paramètres clés), les publications semblent concorder sur une plus grande pertinence environnementale de l'alternative réemployable face à l'usage unique (bouteilles pour boisson en verre, caisses en plastique, palettes en plastique). Il n'est cependant pas possible d'extrapoler ces résultats à tous les cas de figure, et à toutes les catégories d'impact.
- Pour les deux typologies d'emballages que sont les bouteilles pour boisson et les caisses, lorsque la comparaison est faite entre des emballages (réemployables vs. à usage unique) composés de différents matériaux, il ne semble pas possible de conclure sur la pertinence du scénario de réemploi par rapport à l'usage unique.

Pour d'autres emballages tels que les fûts pour boissons, les contenants pour produits pharmaceutiques en vrac, ou les enveloppes réemployables pour le e-commerce, les études concluent en faveur du scénario de réemploi par rapport à l'usage unique, sous certaines conditions (nombre d'utilisations, distances de transport entre deux utilisations, mode de transport, mais aussi en fonction des conditions de lavage pour les emballages soumis à des conditions sanitaires particulières comme les produits pharmaceutiques). En raison du faible nombre d'études existantes à ces sujets, ces résultats sont cependant à considérer avec précautions.

4.1.1. Comparaison entre bouteilles pour boisson à usage unique et réemployables

Un total de sept documents (fiches 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) parmi ceux retenus fait état d'une comparaison entre bouteille réemployable et bouteille à usage unique. À noter que les bouteilles réemployables étudiées sont uniquement en verre ; il n'y a pas dans les publications étudiées de bouteille réemployable en un autre matériau. Concernant les bouteilles à usage unique considérées, elles peuvent être constituées de verre, de plastique (PET), d'aluminium (canette ou bouteille), ou être des emballages en carton doublé de plastique ou d'aluminium (brique alimentaire).

4.1.1.1. Comparaison entre bouteilles en verre à usage unique et réemployables (#1A)

L'utilisation de bouteilles en verre réemployables présente des impacts plutôt inférieurs à la bouteille en verre à usage unique, notamment sur le changement climatique, l'acidification et la déplétion des ressources minérales et fossiles. Sur les indicateurs liés à l'eau (déplétion des ressources en eau, consommation d'eau), il semble plus difficile de conclure du fait des fortes incertitudes liées à ces indicateurs en ACV.

Les résultats de la comparaison entre bouteilles en verre à usage unique et réemployables dépendent de paramètres clés, en particulier le nombre de réemplois, les distances de transport (notamment entre le lieu de distribution et le lieu de lavage des bouteilles réemployables) et le poids des bouteilles. Les valeurs retenues pour ces paramètres restent très variables en fonction des études. Les performances de lavage (consommation d'eau, d'énergie) pourraient également être des paramètres clés, mais les informations à disposition ne permettent pas d'en étudier l'impact potentiel.

Parmi les études comparant des bouteilles en verre (usage unique et réemployable), et avec les hypothèses considérées, l'utilisation de bouteilles réemployables semble plus pertinente d'un point de vue environnemental que l'utilisation de bouteilles à usage unique (fiches 1, 3, 4, 5, 6 et 7, pour un total de 11 cas de comparaison), pour la majorité des catégories d'impact (notamment changement climatique, acidification, toxicité, déplétion des ressources minérales et fossiles). Les études retenues ne permettent pas de conclure sur la performance relative des deux systèmes sur les émissions de particules (pour un total de 4 cas de figure dans la fiche 1, l'écart n'est pas significatif) et sur la déplétion des ressources en eau (pour un total de 6 cas de figure dans la fiche 1, l'écart n'est pas significatif). À noter que sur la consommation d'eau, la bouteille en verre réemployable ressort dans la fiche 5 (sans revue critique)

comme moins consommatrice que celle à usage unique, du fait de l'eau requise lors de la fabrication de la bouteille et de l'emballage tertiaire (transport); les conclusions sur cet indicateur restent cependant à considérer avec précaution du fait des fortes incertitudes associées, et sans savoir s'il s'agit de consommation nette ou brute.

Les résultats de la comparaison entre bouteilles en verre à usage unique et réemployables dépendent fortement de la distance de transport entre le lieu de distribution et le lieu de lavage des bouteilles réemployables : la variation de ce paramètre est spécifiquement étudiée dans les fiches 1 et 7 (sous forme d'analyse de sensibilité). Dans la fiche 1, le réemploi apparaît pertinente pour des distances de transport entre site de lavage (où le conditionnement a lieu) et site de distribution (magasin) inférieures à 200 km pour un faible nombre d'utilisations (entre 3 et 13 selon le scénario); et pouvant monter à 1 000 km si le nombre d'utilisation est plus élevé (20 dans les deux scénarios considérés). Le constat est similaire suivant la fiche 7, où le réemploi reste pertinent pour des distances de transport entre site de lavage et site de distribution inférieures à 400 km (si 4 utilisations) ou à 800 km (si 30 utilisations). À noter que dans cette fiche, la livraison au consommateur est également prise en compte. Enfin, dans le cas où le lavage n'a pas lieu au site de conditionnement (transport supplémentaire à prendre en compte, suivant un scénario étudié dans la fiche 1), les distances de « bascule » sont plus faibles : entre 100 km (si 4 utilisations) et 300 km (si 20 utilisations). Ainsi, au-delà de cette distance, la pertinence de le réemploi va dépendre également de l'organisation des transports et de la distribution (notamment, taux de chargement et taux de retour à vide), du nombre d'utilisations de l'emballage réemployable, de la masse de l'emballage (et du taux de casse éventuel).

L'influence du nombre d'utilisations des bouteilles réemployables sur les résultats est étudiée en fiches 1 et 3 : le réemploi apparaît pertinent à partir de 1,55 à 20 utilisations, selon les cas étudiés – au-delà de 10 utilisations dans la majorité des cas.

La masse de la bouteille est un paramètre qui influe également les résultats (fiches 1, 3, 5, 6, 7) : c'est un enjeu fort de conception des bouteilles réemployables, afin d'allier robustesse (pour réduire le taux de casse et maximiser le nombre d'utilisations) et allègement (et ainsi réduire l'impact associé à la production et au transport). Parmi les études retenues, l'allègement du poids des bouteilles en verre est étudié uniquement dans le cas d'un usage unique, et permet dans ce cas-là une réduction significative des impacts sur l'ensemble des catégories d'impact (fiche 6); il serait nécessaire de prendre en compte l'impact de l'évolution du taux de casse lié à l'allègement dans le cas de bouteilles réemployables.

La forte variabilité des valeurs de ces paramètres clés (notamment le nombre d'utilisations et les distances de transport) montre qu'il est difficile d'identifier des valeurs précises à partir desquelles le réemploie bouteilles en verre est plus pertinente que l'usage unique de bouteilles en verre.

Le type de lavage des bouteilles réemployables est également un paramètre important (consommation d'eau en particulier, pour laquelle des paramètres optimaux permettent de réduire l'impact de systèmes réemployables, sans modification significative des résultats sur la totalité des indicateurs considérés). À noter que l'influence de la variation de la consommation d'énergie (consommations d'électricité, fioul et gaz associées au lavage) n'est pas étudiée dans les documents portant sur des bouteilles en verre réemployables. On peut cependant s'attendre à ce que le choix de l'énergie consommée, en particulier le mix électrique, joue de façon significative sur les résultats.

4.1.1.2. Comparaison entre bouteilles réemployables en verre et emballages à usage unique en autres matériaux (#1B)

Dans la comparaison entre une bouteille réemployable en verre avec une bouteille PET à usage unique, les publications ne s'accordent pas sur les résultats, pour les différentes catégories d'impact considérées. Par ailleurs les résultats dépendent des paramètres d'organisation et des caractéristiques des emballages (nombre de réutilisations, distance de transport, taux de recyclage et de recyclé)

La bouteille réemployable en verre présente des impacts plutôt équivalents ou supérieurs dans la comparaison avec la brique alimentaire et plutôt inférieurs dans la comparaison avec l'emballage aluminium. Ces enseignements reposant sur un nombre limité d'études seraient à consolider par des travaux complémentaires.

Concernant la comparaison avec un emballage PET à usage unique (fiches 2, 3, 5, 6), les publications ne s'accordent pas sur les résultats, pour les différentes catégories d'impact considérées. Ainsi dans le cas de l'impact sur le changement climatique, le système de réemploi est plus performant dans les trois cas de figure des fiches 2 et 6, moins performant dans les deux cas de figure de la fiche 5, et non conclusif dans le cas de la fiche 3. Les résultats dépendent notamment du nombre d'utilisations des bouteilles en verre (fiche 5), de la distance de transport entre les lieux d'utilisation et de lavage de la bouteilles réemployable (fiche 3), du niveau de recyclage des emballages en fin de vie (fiche 3) et du taux d'incorporation de matières premières de recyclage (fiche 3). À noter que sur les autres catégories d'impact considérées, les méthodes de caractérisation varient entre les publications (notamment sur la consommation d'énergie), rendant difficile toute comparaison de ces résultats.

Sur la comparaison avec une brique alimentaire (fiches 2, 6), la bouteille en verre réemployable présente des impacts équivalents ou supérieurs à ceux de l'emballage carton à usage unique (4 cas étudiés en fiches 2 et 6, les résultats variant selon la contenance de la brique alimentaire à usage unique considérée) pour la majorité des catégories d'impact considérées (notamment changement climatique, toxicité humaine, émissions de particules, déplétion des ressources minérales et fossiles et production de déchets). Ce n'est pas le cas pour l'indicateur relatif à l'utilisation des terres, pour lequel l'alternative réemployable est plus pertinente (2 cas étudiés en fiche 2) du fait de la comparaison à une brique alimentaire en carton, dont les impacts sur l'utilisation des terres sont plus élevés que pour d'autres matériaux. À noter que seul l'indicateur relatif au changement climatique est commun aux deux publications concernées (les résultats étant affichés pour les indicateurs midpoint dans la fiche 2, et pour les indicateurs endpoint dans la fiche 6).

Enfin, la bouteille en verre réemployable est plus pertinente qu'une alternative en aluminium à usage unique (canette ou bouteille, 2 cas étudiés en fiche 4), le résultat variant selon le mix électrique utilisé pour la production de l'aluminium.

4.1.1.3. Enseignements complémentaires concernant les étapes les plus impactantes et les indicateurs

Dans le cas des bouteilles à usage unique (plastique, verre, brique alimentaire), l'étape de production des bouteilles (comprenant les étapes amont d'extraction des ressources) est le principal contributeur aux impacts de ces emballages, pour la majorité des catégories d'impact. De par leur plus faible poids (en comparaison à des bouteilles en verre), la distribution des bouteilles en plastique et des briques alimentaires à usage unique n'est pas un contributeur significatif. Différentes pistes d'amélioration des performances environnementales de ces emballages sont étudiées, par exemple l'incorporation de matière première de recyclage (notamment pour les bouteilles en PET), ou encore l'amélioration des procédés de production (par exemple via le choix de la technologie de pasteurisation, mix énergétique utilisé, etc.). Cependant, ces paramètres ne semblent pas avoir d'influence significative sur les résultats de la comparaison avec un système réemployable en verre.

Les principaux contributeurs aux impacts des bouteilles en verre réemployables, en particulier sur le changement climatique, sont la phase de transport pour lavage/reconditionnement (fiches 2, 3 et 7) et le lavage (fiche 3), ainsi que dans un second temps les emballages de transport (fiches 3 et 6) et la production (fiches 3 et 5). La pertinence d'utiliser des bouteilles en verre réemployables est donc d'autant plus importante que les distances de transport entre les lieux de distribution et de lavage sont faibles (par exemple, avec un maillage géographique important de centres de lavage ou dans le cas de dispositifs déployés localement), que la masse des bouteilles est réduite tout en assurant un nombre d'utilisation élevé, et qu'il existe des dispositifs permettant d'assurer un taux de réemploi élevé, en particulier avec une incitation financière au retour (par exemple, avec un système de consigne pour réemploi). Le lavage des bouteilles réemployables, parce qu'il est une étape significativement contributrice (en particulier sur la consommation d'énergie et d'eau), pourrait être optimisé afin d'en réduire les impacts associés en priorisant les systèmes de lavage les plus efficaces (en termes de consommations d'électricité, eau, chaleur, soude pour le lavage, etc.). À noter que l'utilisation de produits chimiques pour le lavage, si elle semble bien prise en compte dans les références, ne fait pas l'objet d'une attention spécifique dans l'analyse des résultats. Ces pistes d'optimisation restent encore peu étudiées dans les publications dans le cas du lavage des bouteilles, et le sujet gagnerait à être approfondi pour fournir aux praticiens de l'ACV des plages de consommations moyennes et optimales.

Les indicateurs relatifs aux déchets générés sont peu étudiés parmi les publications retenues. La fiche 3 (avec revue critique) calcule un indicateur de production de déchets (basé sur le poids des déchets générés) : en raison de la masse relative d'une bouteille en verre (réemployable) et d'une bouteille en plastique (à usage unique), l'écart entre les deux emballages est non significatif.

La fiche 5 propose un nouvel indicateur de déchets maritimes (méthode d'évaluation à partir des paramètres suivants : quantité d'emballages abandonnés, valeur de l'incitation pour le retour des emballages, poids de l'emballage et capacité de dégradation de l'emballage dans l'environnement), l'emballage en PET présente des impacts supérieurs à ceux de la bouteille en verre réemployable (à noter que la robustesse de cet indicateur n'est pas évaluée). Il est important de noter que **cet indicateur ne prend pas en compte la nocivité potentielle associée à la dégradation de l'emballage plastique pour l'environnement**. La question des déchets n'est pas étudiée dans le cadre de la comparaison entre une bouteille réemployable en verre et une brique alimentaire à usage unique.

4.1.2. Comparaison entre caisses à usage unique et réemployables

Un total de cinq documents (fiches 12, 13, 14, 15, 16) parmi ceux retenus fait état d'une comparaison entre caisse réemployable et caisse à usage unique, utilisées pour le transport de primeurs ou de produits de la pêche. À noter que les caisses réemployables étudiées sont uniquement en plastique ; il n'y a pas de caisse réemployable en un autre matériau. Concernant les caisses à usage unique considérées, elles peuvent être constituées en carton ou en plastique (PP ou un mélange PSE / carton / PP alvéolé, le PSE représentant le principal matériau).

4.1.2.1. Comparaison entre caisses en plastique à usage unique et réemployables (#1A)

Le scénario de réemploi semble pertinent en comparaison à des caisses à usage unique en plastique concernant notamment les impacts sur le changement climatique. Ces enseignements reposant sur un nombre limité d'études seraient à consolider par des travaux complémentaires.

À noter que parmi les paramètres pouvant influencer les résultats, le nombre de réutilisations, le poids relatif des caisses à usage unique et réemployables, les distances de transport au lieu de lavage des caisses réemployables, ou encore le type de lavage associé sont cités.

Deux études comparent des caisses en plastique à usage unique et réemployables (fiches 13 et 16 – dans cette fiche, la caisse à usage unique est représentative d'une moyenne entre caisse en PSE, en carton ou en PP alvéolé), et considèrent que le scénario de réemploi est pertinent d'un point de vue environnemental en comparaison à des caisses à usage unique en plastique (à partir de trois utilisations des caisses dans la fiche 13, et pour 25 utilisations des bacs dans la fiche 16, sans information sur le nombre minimal d'utilisation). Le scénario de réemploi induit cependant des impacts plus élevés pour les indicateurs relatifs aux radiations ionisantes et l'écotoxicité (eaux douces – les résultats sur cet indicateur présentant cependant des incertitudes élevées en ACV), d'après la fiche 16. La fiche 13 ne permet pas de mettre en perspective ces éléments, les résultats de la comparaison entre caisses n'étant présentés que pour l'indicateur changement climatique. En plus du nombre d'utilisations de la caisse réemployable, plusieurs paramètres clés ressortent : le poids relatif des deux caisses (dans le cas de cette étude, l'écart de poids est de 60 % entre les deux caisses dans la fiche 13, et de 30 % dans la fiche 16), les distances de transport au centre de lavage (en particulier pour la catégorie relative aux émissions de particules fines) et le type de lavage (consommations d'eau et d'énergie).

4.1.2.2. Comparaison entre caisses réemployables en plastique et caisses à usage unique en carton (#1B)

Dans la comparaison entre une caisse réemployable en plastique avec une caisse à usage unique en carton, les résultats en termes de changement climatique et d'eutrophisation sont fortement dépendants des distances de transport entre deux utilisations. Par ailleurs, le scénario avec réemploi semble plus pertinent concernant les impacts sur l'acidification, l'émission de particules fines ou la déplétion de la couche d'ozone.

En plus des distances de transport, les résultats dépendent fortement du nombre d'utilisation des caisses réemployables, et du taux d'incorporation de recyclé dans les caisses carton à usage unique.

Dans les publications portant sur la comparaison entre caisses en plastique réemployables et caisses à usage unique en carton (fiches 12, 14, 15), les résultats varient en fonction des indicateurs d'impact considérés. Le nombre d'utilisation ressort toujours comme un paramètre clé pour les résultats de la comparaison.

Concernant les impacts sur le changement climatique, il n'y a pas de consensus en faveur du système de réemploi : il est plus pertinent que l'usage unique dans le cas des fiches 12 (dès 35 utilisations, voire moins selon les produits conditionnés) et 14 (dès 39,3 utilisations), mais pas dans le cas de la fiche 15 (24 utilisations considérées, les auteurs précisant que les résultats ne semblent pas changer même en augmentant le nombre d'utilisations jusque 40). Les résultats sont similaires concernant les impacts sur l'eutrophisation. Cela s'explique *a priori* par les distances de transport des caisses entre deux réutilisations, plus élevées dans le cas de la fiche 15 (entre 2 000 et 2 500 km entre le centre de collecte et le centre de lavage, auxquels s'ajoutent entre 500 à 1 100 km entre le centre de lavage et le producteur de fruits et légumes ; pour comparaison dans les fiches 12 et 14, la distance totale parcourue entre deux utilisations est autour de 600 km) ; à l'inverse, ce ne sont *a priori* pas les paramètres de lavage des caisses qui jouent sur les résultats (valeurs similaires entre les publications).

Concernant les impacts relatifs aux émissions de particules fines (étudiés en fiche 15) ainsi que sur l'acidification (fiches 12, 14 et 15) et la déplétion de la couche d'ozone (fiches 14 et 15), le système de réemploi ressort comme étant plus pertinent que le système à usage unique, à partir d'un certain nombre d'utilisations (entre 23 et 45 utilisations selon les cas de figure, suivant les fiches 12, 14 et 15).

Enfin, les publications ne font pas consensus concernant les résultats sur la consommation d'énergie et d'eau, ceci pouvant s'expliquer par des indicateurs couvrant différents périmètres (par exemple sur la consommation d'énergie : « primaire » ou « non renouvelable »), et différentes méthodes de caractérisation entre les publications.

4.1.2.3. Enseignements complémentaires concernant les étapes les plus impactantes et les indicateurs

Quelle que soit la composition des caisses à usage unique (carton ou plastique), la phase de production des caisses représente le principal contributeur aux impacts de ces emballages, pour les différentes catégories étudiées.

Les principaux contributeurs aux impacts des caisses en plastique réemployables sont la phase de production (fiches 12, 13 et 15), le reconditionnement (fiches 13 et 15) et le traitement en fin de vie des caisses (fiche 12), pour la majorité des catégories d'impact étudiées. La pertinence d'utiliser des caisses en plastique réemployables est donc d'autant plus importante que les distances de transport entre les lieux de distribution et de lavage sont faibles (par exemple, avec un maillage géographique important de centres de lavage), que les techniques de lavage sont performantes et que les caisses réemployables sont recyclées lorsqu'elles ne sont plus réutilisées.

4.1.3. Comparaison entre palettes à usage unique et réemployables

Trois documents (fiches 17, 18 et 19) parmi ceux retenus fournissent des résultats relatifs aux palettes réemployables, en plastique ou en bois, utilisées pour le transport de produits. Seule la fiche 19 vise à comparer une palette réemployable à une palette à usage unique. La fiche 17 permet d'analyser des résultats de comparaison entre ces deux scénarios, mais ce n'est pas l'objectif de la publication, qui porte plutôt sur la comparaison entre palettes réemployables composées de différents matériaux (tout comme la fiche 18). Les différents travaux fournissent cependant des résultats intéressants dans le cadre de cette étude.

4.1.3.1. Comparaison entre palettes en plastique à usage unique et réemployables (#1A)

L'utilisation de palettes réemployables ressort comme plus pertinente que des palettes à usage unique en plastique, pour les différentes catégories d'impacts considérées (changement climatique, acidification, eutrophisation, notamment). Les paramètres clés pouvant influencer les résultats sont les distances de transport entre deux utilisations, et le taux de recyclage de la palette à usage unique en fin de vie. Ces enseignements reposant sur une seule étude seraient à consolider par des travaux complémentaires.

Dans la fiche traitant de cette comparaison (fiche 19), les résultats sont en faveur du réemployable à partir de trois à six utilisations, selon les catégories d'impact. Cependant, la distance de transport avec le centre de reconditionnement est un paramètre clé, qui s'il est trop élevé, peut remettre en cause la pertinence de palettes réemployables (en particulier sur la consommation de ressources minérales et fossiles).

Par ailleurs, si l'on considère un taux de recyclage suffisamment élevé des palettes plastiques à usage unique (supérieur à 85 %), les palettes réemployables génèrent davantage de déchets ultimes que les palettes à usage unique en plastique. Cet indicateur prend également en considération le fait que les palettes à usage unique sont entièrement composées de plastique recyclé (PE), et les palettes réemployables seulement en partie (76 %). Ce résultat souligne l'importance dans les résultats du traitement en fin de vie, et plus particulièrement du taux de recyclage pour les emballages à usage unique.

À noter que le nombre d'utilisations est un paramètre important, mais le scénario de réemploi est plus pertinent dès un faible nombre d'utilisations, ce qui n'en fait pas un paramètre clé dans cette étude au regard des taux de réemploi généralement supérieurs des palettes réemployables en usage actuellement.

4.1.3.2. Comparaison entre palettes en plastique réemployables et palettes en bois à usage unique (#1B)

L'utilisation de palettes en plastique réemployables ressort comme plus pertinente que des palettes à usage unique en bois, pour les différentes catégories d'impacts considérées (changement climatique, acidification, eutrophisation, notamment). Ces enseignements reposant sur un nombre limité d'études seraient à consolider par des travaux complémentaires.

La comparaison entre palettes en plastique réemployables et palettes en bois à usage unique (fiches 17 et 19) fournit des conclusions similaires à celles décrites en section précédente, globalement en faveur du scénario de réemploi (à partir de trois à sept utilisations selon la catégorie d'impact – fiche 19).

Comme pour la comparaison à des palettes plastique à usage unique, les palettes réemployables en plastique ont des impacts plus faibles sur l'ensemble des catégories d'impact, en particulier sur les émissions de particules et la consommation d'énergie non renouvelable (dans les deux fiches). À noter que les émissions de particules générées par les palettes en bois (usage unique) en fiche 19 sont particulièrement élevées du fait du choix de modélisation de la fin de vie (70 % d'incinération des palettes en bois en plein air). Concernant l'utilisation des terres, les palettes réemployables sont plus pertinentes du fait de la comparaison à une palette en bois à usage unique, dont les impacts sur l'utilisation des terres sont plus élevés que pour d'autres matériaux.

Comme pour la comparaison entre palettes en plastique à usage unique et réemployables, le nombre d'utilisations est un paramètre important, mais le scénario de réemploi est plus pertinent dès un faible nombre d'utilisations, ce qui n'en fait pas un paramètre clé dans cette étude au regard des taux de réemploi généralement supérieurs des palettes réemployables en usage actuellement. réemployabl

Par ailleurs, les distances de trajet entre deux utilisations semblent avoir une influence moindre que pour d'autres types de produits / emballages. En effet, les résultats restent en faveur de la palette réemployable même lorsque les distances entre deux utilisations sont plus importantes faute d'un maillage suffisant de sites de reconditionnement dédiés (fiche 17).

4.1.3.3. Enseignements complémentaires concernant les étapes les plus impactantes et les indicateurs

Les principaux contributeurs aux impacts des palettes à usage unique sont la production de l'emballage et le mode de traitement en fin de vie (fiche 19), pour la majorité des catégories étudiées. Dans le cas des palettes réemployables, la phase de distribution et la production de l'emballage contribuent à la majorité des impacts considérés (fiches 17 et 19). Ainsi, l'utilisation de palettes réemployables est d'autant plus pertinente que la distance au site de reconditionnement est faible (avec un maillage territorial fin des sites) et que le nombre d'utilisations est élevé. À l'inverse, le choix entre les différents types de traitement des palettes en bois avant utilisation (pour éliminer de potentiels parasites et améliorer les performances mécaniques du matériau) ne semble pas avoir une influence significative sur les résultats de la comparaison (fiche 17).

L'influence de la fin de vie n'est pas étudiée directement dans les publications. Cependant, les résultats de la fiche 18 montrent que la fin de vie des palettes en bois influence les résultats ; le recyclage et l'incinération en fin de vie générant des impacts plus élevés que le stockage.

À noter que la fiche 18 compare des palettes en plastique recyclé avec des palettes en plastique « classiques » (PEHD, dont 15 % recyclé), et en bois. L'étude semble indiquer que la palette en plastique recyclé ressort comme ayant des impacts environnementaux globalement moindres (y compris sur le changement climatique et la santé humaine) que les autres types de palettes, pour un nombre d'utilisations identique entre les palettes (même scénario d'usage). Par ailleurs, dans le cas des palettes en bois réemployables, la contribution à l'occupation des terres varie fortement selon le type de gestion (durable ou non) des forêts. Bien que l'étude ne précise pas le nombre d'utilisations (les résultats sont ramenés à un trajet), et ne fasse pas varier celui-ci, cela met en avant l'importance des matériaux utilisés (et leur provenance) dans les palettes réemployables.

4.1.4. Comparaison entre fût pour boisson à usage unique en plastique et réemployable en acier (#1B)

Le système de réemploi apparaît comme plus pertinent que le système de fût à usage unique pour la majorité des catégories d'impact étudiées (changement climatique, acidification, consommation des ressources, notamment). Ces enseignements reposant sur une seule étude seraient à consolider par des travaux complémentaires.

La publication étudiée en fiche 3 (2010, revue critique) fait une comparaison entre des fûts contenant des boissons, réemployables (acier) et à usage unique (plastique). Elle conclut sur la pertinence environnementale du système de réemploi (pour la majorité des catégories d'impact – 53,5 utilisations considérées, fixe dans l'étude) lorsque les emballages sont transportés en camion sur des distances de moins de 400 km, ou en train. En plus des distances et du mode de transport, la masse des fûts joue également sur les résultats. Par ailleurs, les auteurs concluent que le choix de modélisation des impacts associés au recyclage a une influence sur les résultats de la comparaison (en utilisant la méthode des stocks plutôt que par allocation 50:50, le fût réemployable est pertinent si les distances en camion sont inférieures à 150 km).

Dans le cas du fût en PET à usage unique, la production de l'emballage représente la principale contribution aux impacts. Il s'agit de la distribution dans le cas du fût en acier réemployable, tandis que la production de l'emballage en acier a un impact réduit du fait du taux élevé de réemploi.

4.1.5. Comparaison entre cuve de produits pharmaceutiques à usage unique et réemployable en plastique (#1A)

Pour le transport de produits pharmaceutiques en vrac, le scénario de réemploi semble pertinent en comparaison à des contenants à usage unique en plastique, pour la majorité des catégories d'impact étudiées (notamment changement climatique, émission de particules fines, déplétion de ressources minérales et fossiles). Ces enseignements reposant sur une seule étude seraient à consolider par des travaux complémentaires.

La publication (fiche 33, 2018, sans revue critique) portant sur des contenants pour le transport de produits pharmaceutiques en vrac compare des conteneurs en plastique de type cuves de transport, réemployables et à usage unique. Dans les conditions considérées, le document conclut sur la pertinence environnementale du système de réemploi, à partir de deux utilisations, pour la majorité des catégories d'impact considérées. Ces résultats dépendent cependant du niveau de nettoyage requis entre deux utilisations et de la quantité de produits de nettoyage associés (en fonction du taux de résidus chimiques dans les contenants après usage), ainsi que du taux de refus des contenants lors de leur reconditionnement (également fonction du taux de résidus chimiques).

Dans le cas du contenant réemployable, les plus forts impacts du reconditionnement découlent du transport et de la gestion en fin de vie des emballages rejetés. Une meilleure gestion de ces phases (meilleur maillage territorial des sites de reconditionnement et suppression des produits chimiques solides avant envoi au reconditionnement) permettrait de réduire les impacts associés.

4.1.6. Comparaison entre enveloppe de e-commerce à usage unique et réemployable (#1A et 1B)

La pertinence d'utiliser une enveloppe réemployable en comparaison à des emballages à usage unique en plastique ou autres matériaux (carton ou en papier kraft) dépend fortement du nombre de réutilisations (et donc du taux de perte chez le client). Ces enseignements reposant sur une seule étude seraient à consolider par des travaux complémentaires.

La publication analysée en fiche 37 (2020, sans revue critique) présente les résultats de la comparaison entre des enveloppes de e-commerce réemployables (en plastique) ou à usage unique (en plastique, en carton ou en papier kraft). Les auteurs concluent que la pertinence d'une enveloppe réemployable dépend fortement du taux de perte chez le client (part des clients qui ne renvoient pas l'enveloppe réemployable), et donc du nombre maximal d'utilisations possibles du colis réemployable. Ainsi, avec un taux de retour de 100% donc sans perte client, la solution réemployable (PP) est plus pertinente que ses alternatives à usage unique, qu'il s'agisse d'une enveloppe kraft (à partir de 8 à 50 utilisations, selon les catégories d'impact), carton (à partir de 1 à 7 utilisations, selon les catégories d'impact et le format du colis), ou plastique (LDPE – à partir de 5 à 16 utilisations, selon les catégories d'impact et le format du colis ; sauf sur la consommation de ressources minérales, pour laquelle l'enveloppe plastique à usage unique présente toujours un impact plus faible quel que soit le nombre d'utilisations de la solution réemployable).

Avec un taux de perte de 10 % (i.e. si 90 % des enveloppes sont effectivement réceptionnées pour réemploi en combinant le taux de retour, les enveloppes non collectées, le taux de pertes, etc.), soit pour 10 utilisations en moyenne, le colis réemployable reste plus pertinent qu'un emballage en carton, mais pas qu'une enveloppe kraft : cela dépend des catégories d'impact considérées, et du format considéré (pour la comparaison à une enveloppe plastique).

Les auteurs notent que pour améliorer l'empreinte environnementale du colis réemployable, il faudrait réduire le taux de perte, incorporer des matières recyclées, optimiser les étiquettes (poids, dimension, réutilisation), et produire les emballages en France ou en Europe (impact plus faible que si produit en Chine, en l'occurrence).

4.2. Comparaison entre emballages à usage unique composés de différents matériaux (dont plastique)

Ne sont considérés dans cette section que des emballages à usage unique. **À noter qu'en raison du faible nombre d'études existantes sur la comparaison entre emballages à usage unique composés de différents matériaux, dont le plastique, les résultats présentés sont à considérer avec précaution.** Cela s'applique y compris aux résultats de comparaison entre emballages pour boisson, car les documents analysés (6 au total) ne comparent pas tous les mêmes matériaux. Par ailleurs, les impacts environnementaux varient selon le type de résine plastique considérée, et il est souvent difficile de dégager des tendances qui soient applicables à tous les plastiques.

Lorsque la comparaison est faite entre des emballages pour boisson à usage unique, les bouteilles en verre semblent être moins performantes que les briques alimentaires, ou les bouteilles en plastique ou en

aluminium sur la majorité des catégories d'impact considérées, en raison de la forte consommation d'énergie requise pour la fabrication du verre, et du poids de l'emballage (impact sur la phase de transport). C'est également la conclusion de l'étude comparant des pots d'aliments pour nourrisson en verre et en plastique. Au vu des emballages considérés dans les publications (et notamment des formats d'emballage étudiés), les briques alimentaires semblent être plus pertinentes que les bouteilles en plastique ou les canettes en aluminium, hormis en termes d'impact sur l'utilisation des terres sur les catégories d'impact étudiées. Le format des emballages étant un paramètre clé, qui joue sur la pertinence environnementale relative des emballages, ces résultats ne sont donc pas généralisables à tous types d'emballages pour boisson.

Dans le cas de bouchons de bouteille de vin, le liège reste l'alternative la plus intéressante, en comparaison à des bouchons en plastique ou en aluminium.

Enfin, il ne semble pas possible de conclure dans le cas d'une comparaison entre palettes à usage unique (plastique vs. bois) ou entre caisses à usage unique (plastique vs. carton). Ces emballages peuvent cependant être réutilisés, et la comparaison dans ces cas de figure est proposée en sections 4.1.2 et 4.1.3.

4.2.1. Comparaison entre emballages pour boisson à usage unique

Un total de six documents (fiches 2, 4, 5, 6, 8, 9) parmi ceux retenus fait état d'une comparaison entre emballages à usage unique, composées de différents matériaux : verre, plastique (PET, PEHD, biosourcé), brique alimentaire en carton (doublé de plastique ou d'aluminium), et aluminium (canette, considérée néanmoins dans la comparaison avec la bouteille). Les études portent sur différents types de boissons : produits laitiers, jus et nectars, eau, bière, vin. Il convient de noter que **les matériaux comparés ne sont pas les mêmes entre les différents documents, ce qui limite la robustesse de d'analyse comparée** ci-après.

4.2.1.1. Comparaison entre brique alimentaire et bouteilles en plastique ou en verre à usage unique

Parmi les alternatives à usage unique aux bouteilles en plastique, la brique alimentaire présente des impacts majoritairement plus faibles que ceux de la bouteille en verre à usage unique notamment sur le changement climatique, les émissions de particules, la déplétion des ressources minérales et fossiles. La comparaison entre brique alimentaire et bouteille en plastique est également en faveur de la brique concernant les impacts sur le changement climatique, ou encore l'eutrophisation aquatique ; pour d'autres catégories d'impact, les résultats dépendent non seulement du matériau composant l'emballage, mais aussi du format de l'emballage (notamment, la quantité d'emballage ramenée à une unité de volume de boisson). Dans tous les cas, il faut noter que le carton des briques alimentaires génère des impacts plus élevés en termes d'utilisation des sols.

Cette comparaison entre bouteilles en plastique, brique alimentaire et bouteille en verre à usage unique est étudiée dans les fiches 6 et 9. La brique alimentaire n'est pas comparée à une bouteille en aluminium. Plus généralement, et suivant les formats étudiés, la brique alimentaire semble être également une alternative intéressante à la bouteille en plastique d'un point de vue environnemental, pour la majorité des catégories d'impact étudiées (fiches 2, 6, 8 et 9) : c'est tout particulièrement le cas concernant les impacts sur le changement climatique (sauf dans un cas de figure en fiche 9, pour l'eau plate, sur lequel les impacts sont équivalents). Cet emballage induit cependant des impacts plus élevés en termes d'utilisation des terres (approvisionnement en fibres de bois pour la production de carton, d'autant plus élevé s'il y a changement d'occupation des sols, dans le cas où les forêts ne sont pas gérées durablement). Les publications ne s'accordent pas sur la performance environnementale relative des emballages carton et plastique pour boissons sur certaines catégories d'impact dont les méthodologies présentent de fortes incertitudes (déplétion des ressources en eau, toxicité humaine, écotoxicité notamment), et qui sont plutôt des indicateurs secondaires concernant la brique alimentaire (fiche 6 – indicateurs ressortant peu après normalisation). Ainsi sur l'eau, la bouteille plastique est plus pertinente que la brique alimentaire suivant les fiches 2 et 8 (indicateurs respectivement déplétion des ressources d'eau douce et potentiel de prélèvements d'eau), mais il n'est pas possible de conclure suivant les fiches 6 et 9 (cela dépend notamment de la résine plastique considérée – fiche 6).

Enfin, le format la brique alimentaire (étudié en fiche 2 – formats 1L et 1,5L) semble également être un critère pouvant jouer sur la pertinence comparée de cet emballage : le passage à un format plus grand

permet de réduire la quantité d'emballage requise pour une même quantité de produit. Ainsi, la brique alimentaire de 1,5L génère des impacts équivalents ou inférieurs à des bouteilles en PET (en fonction de leur format également), sur l'acidification, l'eutrophisation (terrestre), les émissions de particules fines, ou encore l'oxydation photochimique – lorsque ces impacts sont ramenés à une même unité fonctionnelle (volume de boisson mis à disposition sur le point de vente). Ce raisonnement ne peut cependant être extrapolé à des produits avec un format trop différent ; et les résultats peuvent également dépendre de paramètres d'optimisation du transport (par exemple s'il est possible de transporter un plus grand volume de produit sur une même palette, selon le format de l'emballage). , notamment sur l'oxydation photochimique et l'eutrophisation (aquatique). Pour d'autres catégories d'impact (par exemple le changement climatique ou l'eutrophisation aquatique), l'écart entre les emballages dépend trop du type de matériau.

Les principaux contributeurs aux impacts sur le changement climatique de la brique alimentaire sont l'étape de production (en particulier la barrière d'aluminium, pour les impacts relatifs à l'acidification et à la toxicité humaine et écotoxicité) de l'emballage primaire et des emballages de transport. Parmi les pistes d'amélioration des impacts relatifs à l'utilisation de briques alimentaires, sont mentionnés le choix de la barrière entre le carton et le liquide (par exemple, choisir du plastique biosourcé permet d'abaisser les impacts sur le changement climatique mais augmente les impacts sur les autres catégories – fiche 9), la masse des emballages et le taux de recyclage des produits en fin de vie.

4.2.1.2. Comparaison entre bouteille en verre à usage unique et brique alimentaire ou bouteille plastique ou aluminium à usage unique (#2)

Les résultats des études identifiées comparant les impacts entre une bouteille verre à usage unique et son alternative en brique alimentaire ou plastique ou aluminium ne permettent pas de conclure de manière générale sur la plus grande pertinence environnementale d'une des options. Sur une partie des impacts (changement climatique, santé humaine notamment) le verre apparaît comme une alternative moins pertinente. Sur d'autres impacts (consommation de ressource, qualité des écosystèmes), les conclusions sont divergentes entre les études.

Ainsi, parmi les alternatives à usage unique aux bouteilles en plastique, la bouteille en verre apparaît comme une alternative moins performante que des emballages équivalents en carton (fiches 6 et 9) ou en plastique (fiches 4, 5 et 6), ou que des canettes en aluminium (fiche 4), sur le changement climatique et la santé humaine (et les catégories d'impact midpoint correspondantes). Il ne semble pas y avoir de consensus entre bouteille plastique et en verre concernant la consommation de ressources, ce qui peut s'expliquer par le recours à différentes méthodes de caractérisation des impacts (« Ressources » suivant IMPACT 2002+ dans la fiche 4 – bouteille PET plus performante ; « Ressources naturelles » suivant ReCiPe v1.02 dans la fiche 6 – bouteille PET moins performante ; « Déplétion des ressources fossiles » suivant ReCiPe Midpoint dans la fiche 5 – bouteille PET moins performante). Le constat est similaire pour les résultats relatifs à la qualité des écosystèmes, les auteurs concluant sur une moindre performance de la bouteille PET (fiche 6) ou sur l'impossibilité de conclure (fiche 4). À noter qu'un indicateur relatif aux déchets maritimes générés est proposé (fiche 5), sur lequel la bouteille en verre à usage unique est plus impactante que son équivalent en plastique ; l'indicateur ne prend notamment pas en compte la nocivité potentielle associée à la dégradation de l'emballage plastique ni un risque d'abandon dans l'environnement qui pourrait être différent entre les emballages.

Par ailleurs, une des publications (fiche 6) analyse que même si la bouteille en verre à usage unique présente des impacts moindres qu'une brique alimentaire sur les catégories relatives à l'utilisation des terres et l'eutrophisation aquatique, cela ne semble pas altérer la comparaison après pondération (sur les indicateurs endpoint), en défaveur de la bouteille en verre à usage unique.

Enfin, le format de l'emballage est un paramètre important, en ce qu'il peut jouer sur quantité d'emballage requise pour fournir au consommateur le même volume ou poids d'un produit, et sur l'optimisation du transport (notamment le nombre de produits transportés sur une palette). Ainsi, la fiche 4 s'intéresse à une bouteille en aluminium représentative d'un scénario prospectif, d'un poids supérieur à la canette en aluminium (respectivement 43 g et 14 g, à comparer à une bouteille en verre de 200 g environ) pour une capacité équivalente (autour de 340 mL). La canette en aluminium à usage unique ressort comme plus pertinente qu'une bouteille en verre ou en aluminium à usage unique, *a priori* à la fois

de par le moindre poids de l'emballage, mais aussi de la possibilité de transporter davantage de canettes par rapport à des bouteilles (environ 50 % en plus dans la fiche 4).

L'étape de production est le principal contributeur aux impacts des bouteilles en verre à usage unique, de par la forte consommation d'énergie requise pour fabriquer du verre (changement climatique, consommation de ressources fossiles), mais également pour la production de matériaux auxiliaires (bouchon en acier, notamment pour les impacts sur la toxicité humaine) et des emballages secondaires et tertiaires (le transport de ces bouteilles requérant des protections). Par ailleurs, la distribution est un contributeur important en raison du poids plus élevé des bouteilles (en comparaison à d'autres matériaux). Ces différents impacts peuvent être réduits par l'allègement de la bouteille en verre, sans modifier toutefois les résultats de la comparaison à des bouteilles à usage unique en d'autres matériaux.

À noter qu'une piste de réduction des impacts relatifs à l'utilisation d'emballages en aluminium est la production locale de l'aluminium, lorsque le mix électrique national permet de réduire certains des impacts (fiche 4 – notamment s'il est moins carboné).

4.2.2. Comparaison entre palette en plastique et en bois à usage unique (#2)

La palette à usage unique en bois génère de moindres impacts que la palette à usage unique en plastique sur le changement climatique et l'acidification. Cependant, l'impact de cette palette sur l'occupation des terres est plus élevé du fait de l'utilisation de bois (et d'autant plus que les forêts dont il est issu ne sont pas gérées durablement). Ces enseignements reposant sur un nombre limité d'études seraient à consolider par des travaux complémentaires

Deux documents (fiches 17 et 19) parmi ceux retenus sur les palettes (en plastique ou en bois uniquement) pour le transport de produits fournissent des résultats relatifs dans le cadre d'une utilisation limitée à une occurrence. Il ne s'agit cependant pas de l'objectif principal de ces publications, qui porte plutôt sur la comparaison entre palettes réemployables composées de différents matériaux (fiche 17), ou entre palette réemployable et palette à usage unique (fiche 19). Ces différents travaux fournissent cependant des résultats intéressants dans le cadre de cette étude.

Ainsi, l'utilisation d'une palette en bois (usage unique) génère des impacts moindres sur le changement climatique et l'acidification (d'après les deux fiches). Cependant, la palette en bois induit des impacts plus forts sur l'occupation des terres (d'autant plus élevé s'il y a changement d'occupation des sols, dans le cas où les forêts ne sont pas gérées durablement).

L'utilisation de la palette bois est plus pertinente que la palette plastique pour d'autres indicateurs, mais qui sont étudiés dans une seule des deux publications (et dont les résultats sont à lire avec précaution, du fait des fortes incertitudes associées aux méthodes) : radiations ionisantes, déplétion des ressources en eau et des ressources minérales fossiles (fiche 19) ; écotoxicité et toxicité humaine (fiche 17). À l'inverse, selon la fiche 19, les impacts de la palette bois sont plus élevés en termes d'émissions de particules fines ; cependant, ces résultats sont à lire avec beaucoup de précautions car directement liés aux scénarios de fin de vie : dans cette étude la palette bois est incinérée à l'air libre à 70 %, tandis que la palette en plastique est entièrement mise en décharge

Les documents divergent concernant la comparaison sur l'eutrophisation, ce qui peut s'expliquer en raison des différentes méthodes de caractérisation employées (CML 2002 en fiche 17, ReCiPe 2008 en fiche 19). La fiche 19 calcule également un indicateur relatif aux déchets ultimes, pour lequel la palette en plastique et celle en bois contribuent de façon équivalente. Cependant, il convient de noter que cet indicateur ne prend pas en compte la nocivité associée à la dégradation du plastique en fin de vie (palette en plastique mise en décharge à 100 % suivant cette référence).

Quel que soit le matériau composant la palette, les principaux contributeurs aux impacts de ces emballages sont la phase de production et le traitement en fin de vie (fiche 19, au vu des spécificités sur la modélisation de la fin de vie précisée ci-avant). Une meilleure gestion de la fin de vie des palettes en bois (orientation privilégiée vers le recyclage), un approvisionnement certifié de forêt durable permettraient de réduire les impacts comparés des palettes en bois à usage unique par rapport à celles en plastique. À l'inverse, le traitement des palettes en bois avant utilisation (bien que moins utiles dans un cas d'usage unique) ne semble pas avoir une influence significative sur les résultats de la comparaison (fiche 17).

4.2.3. Comparaison entre caisse en plastique et en carton à usage unique (#2)

Dans la comparaison entre une caisse en plastique et une caisse en carton, toutes deux à usage unique, la pertinence d'une option par rapport à l'autre dépend fortement du type de résine plastique utilisé, mais aussi des distances de transport et du poids relatif des caisses (qui joue sur le transport). Les résultats de la publication ne permettent pas de conclure sur la performance environnementale relative de caisses à usage unique en carton par rapport à des caisses à usage unique en plastique.

La publication étudiée en fiche 11 (2011, revue critique) fait une comparaison entre des caisses à usage unique, en plastique (PP ou PSE) ou en carton (avec une couche de plastique PEBD ou PE), utilisées pour le transport de produits de la pêche. Les résultats dépendent des catégories d'impact considérées, des distances entre le port côtier et le lieu de vente (par exemple, distances plus élevées pour le transport de saumon depuis le Danemark à un marché parisien), ainsi que de la résine employée pour les caisses en plastique (PP ou PSE).

Sur le changement climatique, la caisse en carton présente une performance équivalente à celle d'une (ou des deux) caisse(s) en plastique ; sauf dans le cas d'une utilisation sur le marché espagnol, où sa performance est dégradée par rapport aux caisses en plastique (*a priori* en raison de la fin de vie des caisses en carton, dont 25 % sont destinées à l'enfouissement en Espagne, vs. 3 % en France). Sur la déplétion des ressources fossiles, les impacts sont équivalents entre caisse en carton et caisse en plastique ; sauf dans l'un des cas considérés (saumon danois destiné à la France), où la caisse en carton est relativement moins lourde que la caisse en plastique. Concernant les impacts sur la consommation en eau et l'eutrophisation, les caisses en plastique sont plus performantes quel que soit le scénario de commercialisation.

Parmi les pistes d'amélioration relatives à l'utilisation de caisses à usage unique, l'allègement de la caisse (réduisant les impacts lors du transport notamment) est un enjeu clé, ainsi que l'amélioration des procédés de fabrication (en particulier pour la transformation du PSE, sur laquelle des analyses de sensibilité sont réalisées – vu l'importance de cette étape sur les résultats, les données seraient à actualiser). Par ailleurs, dans le cas de caisses en carton en fin de vie, éviter leur enfouissement permet également de réduire les impacts de ces emballages, notamment sur le changement climatique (le carton mis en décharge émettant des GES et en particulier du méthane, à fort potentiel de réchauffement climatique, dont seul 70% est brûlé). Ce constat n'est pas applicable aux caisses en plastique en fin de vie, pour lesquelles l'enfouissement est associé à une séquestration du carbone (en comparaison notamment à l'incinération).

4.2.4. Comparaison entre pot pour bébé en plastique et en verre à usage unique (#2)

Les résultats de l'étude identifiée comparant les impacts entre un pot en verre à usage unique et son alternative en plastique seraient à actualiser avec des données plus récentes pour permettre de conclure de manière générale sur la plus grande pertinence environnementale d'une des deux options.

La fiche 34 (2009, revue critique) fait une comparaison entre un pot en plastique (PP) et un pot en verre, tous deux à usage unique. Sur une majorité de catégories d'impact (changement climatique, consommation d'énergie primaire, émissions de particules fines, acidification), le verre apparaît comme une alternative moins pertinente.

Concernant les impacts sur la consommation d'eau et l'émission de radiations ionisantes (mix électrique fortement nucléaire), l'écart entre les deux emballages est trop faible au vu des incertitudes associées à ces deux indicateurs.

La meilleure performance du pot en plastique sur les quatre catégories d'impact mentionnées plus haut (changement climatique, consommation d'énergie primaire, émissions de particules fines, acidification) s'explique par la différence de masse (plastique plus léger), la production des emballages (très énergivore pour le bocal en verre), le procédé de pasteurisation (moins énergivore pour le pot en plastique) et le traitement en fin de vie (impacts évités par la valorisation énergétique du pot plastique en fin de vie en CSR). Vu l'importance de la phase de production sur les résultats, ceux-ci seraient à actualiser avec des données plus récentes.

4.2.5. Comparaison entre bouchon en liège, en plastique ou en aluminium à usage unique (#2)

Le bouchon en liège apparaît comme l'alternative la plus performante par rapport aux deux autres types de bouchons (plastique et aluminium), sur la majorité des catégories d'impact considérées (changement climatique, consommation d'énergie primaire non renouvelable, acidification notamment); il induit cependant une plus forte consommation d'eau. Par ailleurs, les impacts relatifs à l'eutrophisation sont similaires entre les bouchons en liège et en aluminium. Ces enseignements reposant sur une seule étude seraient à consolider par des travaux complémentaires.

La fiche 10 (2008, revue critique) compare des bouchons de bouteille de vin en liège à des bouchons en aluminium ou en plastique, tous à usage unique. À noter que le bouchon en liège induit une plus forte consommation d'eau que les deux autres bouchons de par la production du liège, et de la capsule en plastique entourant le bouchon (non présente pour le bouchon en aluminium).

À noter que les auteurs prennent en compte la capture et le stockage de carbone biogénique dans le bouchon, malgré sa faible durée de vie, considérant que le carbone capté par le chêne (et dans le liège), sur un temps plus long, est rendu possible par les activités de production de bouchons. La non prise en compte de la capture de carbone en phase de production ne semble pas affecter la meilleure performance du bouchon en liège sur le changement climatique, en comparaison aux autres bouchons.

La comparaison entre les bouchons en plastique et aluminium reste à lire avec précaution, n'étant pas l'objectif principal de la publication. En termes d'impact sur le changement climatique, le bouchon en plastique semble présenter une meilleure performance que le bouchon en aluminium; il en est de même pour les impacts sur l'acidification. La comparaison est en faveur du bouchon en aluminium concernant la consommation d'eau.

Pour la majorité des catégories d'impact considérées, la mise en bouteille est le principal contributeur aux impacts du bouchon en liège, du fait de la capsule en plastique; suivie de la production (en particulier sur la consommation d'eau). Pour les autres bouchons, c'est la production des matières premières qui contribue le plus aux impacts. Parmi les pistes de réduction de ces impacts, peuvent être considérés le choix des résines (pour le bouchon en plastique; mais aussi pour les deux autres, soit dans le bouchon lui-même ou la capsule entourant le bouchon), ainsi que l'incorporation de matière première de recyclage.

4.3. Comparaison entre différents contenants pour la restauration

Sont considérées dans cette section les publications faisant état d'une comparaison entre contenants (y compris gobelets) en plastique et contenants en d'autres matériaux, à usage unique ou réemployable, pour la restauration. Un certain nombre d'études s'intéressent à un ensemble de vaisselle, i.e. constitué d'un contenant alimentaire, mais aussi de couverts / pailles / etc. Il n'est pas toujours possible d'extraire des résultats qui soient applicables uniquement aux contenants. De plus, plusieurs études modélisent un contenant ou une vaisselle « moyens », i.e. modélisés pour être représentatifs de différents matériaux. Cela limite donc fortement la comparabilité des résultats issus des différentes études.

Au vu des éléments analysés, il n'est pas possible de dégager des tendances sur la pertinence environnementale de différents contenants ou éléments de vaisselle, à usage unique ou réemployables, en plastique ou d'autres matériaux. Parmi les axes d'analyse qu'il serait intéressant d'approfondir, on peut citer : l'influence des matériaux (y compris selon les types de résines plastiques); le type de restauration (sur place ou à emporter, cette information pouvant jouer sur la masse des emballages); le nombre de réutilisations (dans le cas de la comparaison entre usage unique et réemployable); le type de lavage (sur place, centralisé, par le consommateur – par exemple fiche 27; et/ou requérant un séchage complémentaire au lavage; et/ou devant prendre en compte des contraintes sanitaires supplémentaires, pour certains contenants réemployables); une comparaison portant sur les contenants uniquement, puis élargie à un ensemble de vaisselle (dont contenant – voir fiche 26); mais aussi le type d'application (aliments chauds ou froids; et les caractéristiques attendues de l'emballage: isolant, micro-ondable, etc. – voir fiche 21).

4.3.1. Comparaison entre contenants réemployables et à usage unique (#3-1a et #3-1b)

4.3.1.1. Vaisselle (hors gobeletterie)

Un total de sept documents (fiches 20, 21, 22, 26, 27, 28, 29) parmi ceux retenus fait état d'une comparaison entre contenant pour la restauration réemployable et à usage unique, en plastique ou autre matériau. À noter que certaines publications élargissent le périmètre de la comparaison pour y inclure différents éléments composant une vaisselle complète (y compris couverts, gobelets, etc.). De plus, plusieurs études modélisent un contenant ou une vaisselle « moyens », i.e. modélisé pour être représentatif de différents matériaux. Cela limite donc fortement la comparabilité des résultats issus des différentes études.

Un focus sur les gobelets (réemployable et à usage unique) est par ailleurs fait en section 4.3.1.2.

4.3.1.1.1. *Comparaison entre de la vaisselle réemployable plastique ou en verre avec de la vaisselle à usage unique en plastique ou autres matériaux (#3-1a et 3-1b)*

Dans le cas de vente à emporter, le contenant réemployable en plastique est plus pertinent que son alternative à usage unique en plastique notamment sur le changement climatique, mais le résultat est plus contrasté en comparaison à un contenant en aluminium à usage unique sur ce même indicateur (pas de convergence entre les publications). Les résultats dépendent notamment du nombre d'utilisation de l'emballage réemployable et du type de résine plastique du contenant. Ces enseignements reposant sur un nombre limité d'études seraient à consolider par des travaux complémentaires.

Le contenant réemployable en verre apparaît plus pertinent que son alternative plastique à usage unique sur plusieurs catégories d'impact, mais génère une consommation d'eau plus élevée du fait de l'étape de lavage. Ces enseignements reposant sur une seule d'étude seraient à consolider par des travaux complémentaires.

Parmi les études comparant des contenants en plastique, et avec les hypothèses considérées, l'utilisation de contenants réemployables en plastique semble plus pertinente d'un point de vue environnemental que l'utilisation de contenants à usage unique en plastique (fiches 21 et 29), pour la majorité des catégories d'impact (notamment changement climatique, acidification et déplétion des ressources fossiles). Le nombre d'utilisations à partir duquel le réemployable est plus pertinent varie selon les résines plastiques comparées et les catégories d'impact, entre 3 à 39 utilisations.

Cependant, dans le cas d'un emballage à usage unique biosourcé (PLA), l'une des deux études indique que les plages de valeurs utilisées ne permettent de conclure en faveur d'un des contenants sur le changement climatique.

L'utilisation d'un contenant en plastique (PP) réemployable est généralement plus pertinente qu'un contenant en aluminium à usage unique (fiches 21, 22 et 29 – cas de la vente à emporter), à partir d'un nombre d'utilisations variable : entre 11 et 16 utilisations selon les catégories d'impact considérées (fiche 29 – 2018, sans revue critique). Dans la fiche 21 (2017, sans revue critique), les résultats sont plus contrastés sur les impacts sur le changement climatique : les plages de valeurs utilisées dans la publication ne permettent pas de conclure en faveur d'un des contenants.

De plus, le contenant en plastique réemployable est a priori moins intéressant que d'emballer un aliment dans une feuille en aluminium (par exemple sur le changement climatique, l'eutrophisation, la déplétion des ressources abiotiques), par exemple pour la consommation d'un plat froid (fiche 22 – 2013, revue critique). Les impacts sont similaires entre le contenant plastique et la feuille aluminium sur la formation d'ozone photochimique et la déplétion de la couche d'ozone.

La fiche 39 (2021, revue critique) porte sur la comparaison entre un set de vaisselle entièrement en plastique (PP, 100 utilisations) réemployable et en papier carton (doublé de plastique PE) à usage unique,

dans le cas de la vente sur place en restauration rapide. L'utilisation de vaisselle en papier carton complexé à usage unique semble plus pertinente que la vaisselle réemployable sur plusieurs catégories d'impact, notamment le changement climatique, les émissions de particules fines, la déplétion des ressources fossiles ou la consommation d'eau. À l'inverse, la vaisselle réemployable présente des impacts plus faibles sur les radiations ionisantes, l'eutrophisation (eau douce), et la déplétion des ressources minérales.

Plusieurs paramètres peuvent jouer sur la pertinence relative des deux sets : l'efficacité des équipements de lavage et séchage (consommations d'eau et d'énergie, en fonction du type d'équipement) fait varier les impacts de la vaisselle réemployable. Par ailleurs, le choix du mix électrique joue sur les deux systèmes : mix électrique du pays où les matériaux constituant les emballages à usage unique sont produits (dans le cas de la pâte à papier vierge, Finlande avec un mix électrique moins carboné que le mix européen), et du pays où les systèmes sont mis en place (jouant sur les impacts associés à la phase de lavage pour la vaisselle réemployable ; et sur les impacts évités associés au recyclage pour la vaisselle à usage unique – mix européen considéré dans l'étude pour les deux cas). L'étude fait également varier le nombre d'utilisations de la vaisselle réemployable, sans influence sur les résultats de la comparaison (sur les impacts sur le changement climatique, même avec 143 utilisations, le système à usage unique reste plus pertinent).

À noter que cette étude prend en compte une étape de séchage complémentaire au lavage dans le cas de la vaisselle réemployable en plastique : le séchage contribue à augmenter la consommation d'énergie du lavage de 30 %, mais n'est pas modélisée dans les autres références retenues. Par ailleurs, du fait de l'influence sur les résultats du mix électrique, l'applicabilité de ces résultats dans le cas de système mis en place en France est a priori limitée.

Les autres publications (fiches 20, 26 et 27) rendent difficile l'analyse par type de matériau, du fait d'une composition de contenant moyennée (entre différents matériaux) ou parce que des éléments de vaisselle composés de plusieurs matériaux sont considérés. Par exemple, la fiche 26 compare un contenant plastique réemployable à un contenant à usage unique moyenné en bagasse, carton pelliculé, PLA, aluminium, PP et PET, et pulpe de bois.

Pour les contenants et vaisselles considérés dans ces trois publications, les auteurs concluent en faveur des systèmes réemployables, sur la majorité des catégories d'impact, et pour un nombre de réutilisation très variable (à partir de 17 à 150 utilisations – la variabilité entre ces valeurs étant plus forte entre publications qu'entre indicateurs). Les systèmes réemployables induisent cependant une plus large consommation en eau (étudié uniquement en fiche 27 – en particulier dans le cas d'une utilisation de lave-vaisselle type convoyeur, fonctionnant en continu, plutôt que de lave-vaisselle à cycle), et des impacts *a priori* similaires aux systèmes à usage unique sur la qualité des écosystèmes (étudié uniquement en fiche 20 – sans explication complémentaire). Les contenants réemployables semblent d'autant plus performants qu'ils sont composés de résine PS ou PP (fiche 20).

Concernant l'utilisation de contenants en verre réemployable, la publication étudiée en fiche 21 (2017, sans revue critique) indique que l'utilisation d'un tel contenant (allégé, et avec une logistique réduite pour le lavage) est généralement plus pertinente qu'un contenant en plastique à usage unique, mais induit une consommation d'eau plus élevée. Avec les hypothèses prises par les auteurs, le nombre d'utilisation à partir duquel le réemployable est plus pertinent varie entre 20 (changement climatique, en comparaison à un emballage en PP, PET ou PSE) et 40 (acidification, en comparaison à un emballage en PET ou PLA). Le nombre d'utilisation, la masse relative des emballages et le choix de logistique sont donc des paramètres clés, qui influent les résultats.

4.3.1.1.2. Enseignements complémentaires concernant les étapes les plus impactantes et les pistes d'amélioration

Dans le cas des contenants à usage unique, la phase de fabrication reste le principal contributeur aux impacts : par exemple dans le cas de l'aluminium, du fait de la forte consommation énergétique requise pour produire de l'aluminium primaire. La fin de vie, en fonction du scénario considéré, joue également un rôle important dans les résultats : le recyclage des contenants permet d'améliorer leur performance environnementale (en particulier lorsque les impacts évités par le recyclage sont pris en compte).

Pour les contenants réemployables, la phase de lavage (consommations d'énergie et d'eau, mais aussi de produits chimiques pour le lavage sur les impacts sur l'eutrophisation) est un contributeur important, en particulier sur la consommation d'eau (jusqu'à 95 % des impacts de certains contenants, fiche 21). Un lavage en lave-vaisselle permet donc de réduire les impacts associés à cette étape par rapport à un lavage à la main. Concernant la contribution des phases de transport entre deux utilisations, cela dépend du type de restauration et de lavage associé : dans le cas de restauration sur place, le lavage sur site (et en lave-vaisselle) permet de réduire les impacts associés à cette étape. Dans certains cas (pour des matériaux spécifiques comme certaines résines plastiques – fiche 26), la phase de production est un contributeur significatif.

Les pistes d'amélioration des impacts de contenants réemployables incluent également la hausse du nombre d'utilisations, l'allègement des contenants et éléments de vaisselle, qui jouent sur les impacts associés aux transports et à la fabrication ; ainsi que les taux de casse et de pertes (fiche 26, peu étudiés dans les autres fiches).

4.3.1.2. Gobeletterie

Trois documents (fiches 30, 31 et 32) parmi ceux retenus font état d'une comparaison entre gobelets réemployables et à usage unique, dont certains en plastique. Les gobelets réemployables étudiés peuvent être en plastique (PP, PC), en céramique, en verre ou représentatif d'une composition moyenne (mélange entre acier et plastique). Les gobelets à usage unique considérés sont en plastique (PP, PLA, PET) ou en carton (doublé de plastique).

4.3.1.2.1. *Comparaison entre gobelet plastique réemployable avec gobelet à usage unique en plastique (#3-1a)*

Pour l'organisation d'évènements, le gobelet réemployable en plastique est plus pertinent que son alternative à usage unique en plastique notamment sur le changement climatique, mais semble induire une plus forte consommation d'eau et des impacts plus élevés en termes d'eutrophisation. Les résultats dépendent de paramètres clés tels que le nombre d'utilisation des gobelets réemployables, la distance avec le site de lavage, ainsi que le scénario en fin de vie des gobelets. Ces résultats sont cependant à considérer avec précaution, en raison du nombre élevé d'utilisations de gobelets réemployables pris en compte dans les études, donc représentatifs d'une consommation avec un faible taux de perte des gobelets réemployables lors des évènements (moins de 4 %).

La comparaison entre des gobelets réemployables et à usage unique, en plastique, utilisés dans des évènements (fiches 30 et 31), apparaît en faveur du scénario de réemploi au vu des hypothèses considérées par les auteurs (entre 10 à 18 utilisations selon les catégories d'impact dans la fiche 30, et pour 50 à 150 utilisations dans la fiche 31 – les auteurs n'ayant pas modélisé un plus faible nombre d'utilisations). Par ailleurs, l'utilisation de gobelets réemployables (PP) ou à usage unique en plastique biosourcé (PLA) génère des impacts similaires sur le changement climatique, dans le cas d'un approvisionnement durable du PLA.

Les résultats sont similaires pour d'autres catégories d'impact comme l'acidification et la consommation des ressources ; cependant, l'analyse comparée reste limitée car les indicateurs ne sont pas les mêmes entre les publications, hormis sur le changement climatique. Par ailleurs, l'utilisation de gobelets plastique réemployables semble induire une plus forte consommation d'eau que les gobelets à usage unique, et des impacts plus élevés en termes d'eutrophisation (fiche 30), en raison du lavage (en machine).

Les résultats dépendent de paramètres clés tels que le nombre d'utilisation des gobelets réemployables (avec des valeurs qui varient fortement entre les deux publications) et la distance avec le site de lavage (fiche 31), mais également du scénario en fin de vie des gobelets (en particulier à usage unique – fiche 30). L'incorporation de matière recyclée peut également contribuer à réduire les impacts environnementaux du gobelet, mais ne semble pas remettre en cause la pertinence comparée des scénarios réemployable et à usage unique (fiche 31 – hormis pour un taux d'incorporation de 90 %, dans le cas du PET). Enfin, dans le cas d'un gobelet en plastique biosourcé, les impacts environnementaux de la production du plastique peuvent contribuer de façon significative, notamment si l'approvisionnement contribue à la déforestation.

4.3.1.2.2. *Comparaison entre gobelet plastique réemployable avec gobelet à usage unique ou réemployables en autres matériaux (#3-1b et #3-2)*

Le gobelet réemployable en plastique est plus pertinent que son alternative à usage unique en carton complexé notamment sur le changement climatique, la santé humaine (indicateur endpoint) et la consommation des ressources. Concernant les impacts sur la consommation d'eau et la qualité des écosystèmes (indicateur endpoint), le type de lavage du gobelet réemployable semble être déterminant (gobelet réemployable plus pertinent avec l'utilisation d'un lave-vaisselle que pour un lavage à la main).

Par ailleurs, le gobelet réemployable en plastique est plus pertinent qu'une tasse réemployable en verre (en particulier pour un faible nombre d'utilisations), mais les conclusions sont plus contrastées en comparaison à une tasse réemployable en céramique ou acier. Sur cette comparaison également, les résultats dépendent fortement du type de lavage (à la main ou non, notamment).

Ces enseignements reposant sur un nombre limité d'études seraient à consolider par des travaux complémentaires.

La fiche 32 présente une comparaison entre une tasse en plastique réemployable et gobelet papier (doublé de plastique) à usage unique. L'utilisation de tasses en plastique réemployables est plus pertinente que l'utilisation de gobelets en carton à usage unique en termes de changement climatique, santé humaine (indicateur endpoint) et consommation des ressources, et ce à partir de 50 à 230 utilisations (en fonction du type de résine plastique composant la tasse, et de si le gobelet à usage unique est accompagné ou non d'un couvercle).

Cependant, en raison d'un lavage moins efficace lorsqu'il est fait à la main, l'utilisation d'une tasse en plastique (lavée par le consommateur) induit une consommation d'eau et des impacts sur la qualité des écosystèmes qui sont similaires voire plus élevés que ceux d'un gobelet à usage unique en carton. À noter que ces résultats dépendent fortement du type de lavage (consommation d'eau, d'énergie et de savon) : si le lavage des tasses réemployables était effectué en lave-vaisselle industriel, la tasse en plastique réemployable serait plus performante sur ces deux indicateurs également. Cela représente donc un axe d'amélioration important pour limiter les impacts associés au lavage des tasses réemployables.

Les gobelets en plastique réemployables sont également comparés à des tasses réemployables en d'autres matériaux (verre, céramique, acier), dans deux des études analysées (fiches 30 et 32). L'utilisation d'un gobelet en plastique (PP) réemployable ressort comme plus pertinente qu'une tasse en verre (fiche 30, lavage industriel dans les deux cas). Plus le nombre d'utilisations augmente, plus les deux gobelets présentent des performances environnementales similaires (à partir de 60 utilisations), notamment sur le changement climatique, l'eutrophisation et la consommation de ressources naturelles non renouvelables ; le gobelet en plastique reste moins impactant en termes d'acidification et moins consommateur en eau.

Par ailleurs, il n'est pas possible de conclure sur la comparaison entre gobelet en plastique réemployable et tasse en acier (500 utilisations en moyenne, lavée par le consommateur à la main) ou en céramique (500 utilisations en moyenne, détenue par un professionnel et lavée en machine) de la fiche 32. Sur le changement climatique, la consommation de ressources, et la santé humaine (indicateur endpoint), les performances sont similaires. Sur la qualité des écosystèmes et la consommation d'eau, le type de lavage n'est pas identique entre ces scénarios, alors qu'il joue fortement sur les résultats : la tasse avec lavage industriel (céramique) est plus pertinente que la tasse avec lavage à la main (plastique ou acier).

4.3.1.2.3. *Comparaison entre tasse réemployable en céramique ou acier avec gobelet à usage unique en carton (#3-1b)*

L'utilisation d'une tasse réemployable en céramique lavée en lave-vaisselle professionnel est plus pertinente que l'utilisation d'une tasse réemployable en acier lavée par le consommateur, ou que d'un gobelet à usage unique en carton. Ici encore, le type de lavage de la tasse réemployable (en machine ou à la main) est déterminant, ainsi que le nombre d'utilisations de ces tasses. Ces enseignements reposant sur une seule d'étude seraient à consolider par des travaux complémentaires.

L'étude analysée en fiche 32 compare également des gobelets ne contenant pas de plastique, en l'occurrence une tasse en céramique réemployable, une tasse en acier réemployable, et un gobelet papier (doublé de plastique) à usage unique. L'utilisation de la tasse en céramique réemployable (500 utilisations en moyenne, détenue par un professionnel) est l'alternative la plus performante sur les différentes catégories d'impact (endpoint) considérées, en comparaison à une tasse en acier (500 utilisations en moyenne, lavée par le consommateur et lavée à la main) ou à un gobelet à usage unique. Par ailleurs, en raison d'un lavage moins efficace lorsqu'il est fait à la main, l'utilisation d'une tasse détenue par le consommateur induit une consommation d'eau et des impacts sur la qualité des écosystèmes qui sont similaires voire plus élevés que ceux d'un gobelet à usage unique en carton.

À nouveau, le nombre d'utilisations est un paramètre clé : en comparaison au gobelet à usage unique, les tasses réemployables (lavée en machine pour la tasse céramique, lavée à la main pour la tasse acier) sont plus performantes en moyenne à partir de 210 à 270 utilisations (en fonction du matériau, et de si le gobelet à usage unique est accompagné ou non d'un couvercle).

4.3.1.2.4. Enseignements complémentaires concernant les étapes les plus impactantes et les pistes d'amélioration

Dans l'ensemble, les principaux contributeurs aux gobelets réemployables sont l'étape de lavage (fiches 30 et 32) et le transport des gobelets jusqu'au site de lavage (fiche 30). La réduction des impacts associés à l'utilisation de gobelets réemployables passe donc par un allègement des contenants, mais aussi la mise en place d'un système de lavage de proximité, optimisé (à la fois en termes de consommation d'eau et d'énergie). Par ailleurs, favoriser le taux de retour des gobelets lorsqu'ils ne sont pas détenus par le consommateur (par exemple via un système de consigne), est un paramètre important qui influe sur le nombre moyen d'utilisations que l'on peut attendre d'un contenant réemployable.

Concernant les gobelets à usage unique, plastique ou carton, c'est la phase de production de ces emballages (et des couvercles éventuels) qui reste le principal contributeur. Les pistes d'amélioration de leurs impacts couvrent donc l'allègement des contenants, mais aussi l'amélioration des procédés de fabrication (mix énergétiques, origine des matériaux, etc.).

4.3.2. Comparaison entre contenants (hors gobeleterie) à usage unique composés de différents matériaux (#3-2)

L'analyse comparée des impacts de contenants et vaisselle en plastique à usage unique pour la restauration et leurs alternatives (à usage unique) en d'autres matériaux ne permet pas de conclure sur la pertinence environnementale d'une des deux options. Les résultats semblent dépendre du type de résine plastique considérée, mais également des scénarios de fin de vie (recyclage, compost, incinération, enfouissement). Du fait de la variabilité de ces caractéristiques entre les différentes publications, la comparabilité des résultats reste donc limitée.

Six documents (fiches 20, 21, 23, 24, 25 et 29) parmi ceux retenus font état d'une comparaison entre contenant à usage unique, en plastique ou autre matériau. Comme pour la comparaison entre contenants réemployables et contenants à usage unique, certaines publications élargissent le périmètre de la comparaison pour y inclure différents éléments composant une vaisselle complète (y compris couverts, gobelets, etc.). Par ailleurs, plusieurs études modélisent un contenant ou une vaisselle « moyens », i.e. modélisé pour être représentatif de différents matériaux. Cela limite donc fortement la comparabilité des résultats issus des différentes études.

Un seul document (fiche 24) compare des gobelets à usage unique en plastique et en un autre matériau (ici, carton), dont les résultats sont similaires à ceux pour des assiettes ou boîte sandwich. Les résultats sont inclus dans l'analyse ci-dessous, sans distinction particulière. À noter également que l'étude analysée en fiche 30 compare des gobelets plastique composés de résines distinctes (PP, PLA) ; et la fiche 32 présente dans l'analyse de sensibilité des résultats comparés entre gobelets papier-PE et gobelets compostables ou en plastique PSE (pas d'interprétation détaillée des résultats associés).

Comparaison entre contenants ou vaisselle en plastique à usage unique et ses alternatives en carton ou en cellulose à usage unique

Dans le cas d'une comparaison de contenant ou de vaisselle en plastique à usage unique avec une alternative en carton ou en cellulose (fiches 21, 24 et 25), les publications ne s'accordent pas sur la performance relative des deux emballages. Les résines plastiques étudiées dans ces trois fiches sont diverses : PP, PET, PSE et PLA dans la fiche 21 ; PSE, PS et PLA dans la fiche 24 ; PP et PS dans la fiche 25). Dans le cas des vaisselles étudiées en fiche 25 (2019, sans revue critique) et 21 (2017, sans revue critique), l'alternative en carton est plus performante sur le changement climatique et la déplétion des ressources fossiles, mais c'est l'inverse sur les émissions de particules (fiche 25), la déplétion des ressources minérales (fiche 25) et la consommation d'eau (fiche 21). D'après la fiche 24 (2011, revue critique), les résultats sur le changement climatique semblent cependant fortement varier en fonction du scénario de décomposition des déchets carton en fin de vie (en cas de mise en décharge). Ainsi, lorsqu'une décomposition du carton est modélisée, c'est l'assiette ou la boîte sandwich en plastique (sauf PLA) la plus performante par rapport à son alternative en carton ou en cellulose. Sur les autres indicateurs considérés (consommation d'énergie et d'eau, déchets), les résultats vont dans le même sens. Le contenant en PLA est le plus impactant des options considérées, en particulier sur la consommation d'eau (du fait des pratiques d'irrigation pour la culture de maïs).

Comparaison entre contenants ou vaisselle en plastique à usage unique et ses alternatives biodégradables à usage unique

Dans le cas où la vaisselle plastique est comparée à une alternative biodégradable en conditions industrielles (fiches 20 et 23, respectivement avec des éléments fabriqués à partir de bagasse, de carton, PLA et amidon de maïs ; et des éléments en PLA), les deux publications ne s'accordent pas sur la performance relative des deux vaisselles. Cependant, les publications ne couvrent pas les mêmes résines plastiques, ni le même périmètre : en particulier, les résultats de la fiche 23 prennent également en compte les déchets alimentaires (dont une valorisation en compost est possible avec la vaisselle biodégradable en conditions industrielles). Ces résultats sont donc à considérer avec une grande précaution.

Comparaison entre contenants ou vaisselle en plastique à usage unique et son alternative en aluminium à usage unique

Enfin, la comparaison entre contenants à usage unique en plastique ou en aluminium (fiches 21 et 29) montre que les résultats semblent notamment dépendre du type de résine plastique considéré et du taux de recyclage du contenant en aluminium en fin de vie. La fiche 21 indique que sur le changement climatique et l'épuisement des ressources fossiles énergétiques, le contenant en aluminium est plus performant (par rapport à des résines PET, PP, PSE, PLA) du fait des impacts évités par le recyclage ; dans la fiche 29, il est plus performant qu'un contenant en résine PP, mais pas PS. Une autre explication de cet écart sur l'acidification pourrait être liée à l'utilisation de méthodes de caractérisation distinctes. Sur les autres catégories d'impact, les publications ne s'accordent pas non plus.

Comparaison entre contenants ou vaisselle en carton à usage unique et en aluminium à usage unique

Des contenants à usage unique en carton et en aluminium sont comparés dans une des publications analysées (fiche 21 – 2017, sans revue critique) : l'utilisation d'un contenant en aluminium présente des impacts comparables à l'utilisation d'un contenant en carton sur l'ensemble des catégories d'impact. À noter que sur la consommation d'eau, il est plus probable que le contenant en carton présente des impacts supérieurs à ceux du contenant en aluminium. À noter également que les impacts évités par le recyclage du contenant en aluminium en fin de vie contribuent de manière significative aux impacts du contenant en aluminium sur la plupart des catégories d'impact. Ces résultats pourraient donc varier en fonction du taux de recyclage considéré pour l'aluminium.

Comparaison entre autres éléments de vaisselle à usage unique

À noter que sur la comparaison d'autres éléments de vaisselle à usage unique (couverts, pailles et touillettes – fiche 25), les alternatives sans plastique (bois et papier) semblent générer des impacts moindres qu'avec du plastique, sur les catégories d'impact jugées majeures (ressortant après normalisation), sauf sur la catégorie d'impacts sur les émissions de particules (pas d'explication dans la publication – ce pourrait être dû aux émissions lors de l'incinération), et, dans le cas des assiettes, sur la déplétion des ressources minérales et fossiles (pas d'explication dans la publication – le choix d'une résine alternative comme le PP plutôt que le PS amenant à la conclusion inverse).

Enseignements complémentaires

La production des matériaux et des contenants reste le principal contributeur aux impacts des différents contenants et éléments de vaisselle à usage unique. Du fait de la diversité des produits (contenant pour la restauration rapide, boîte sandwich, assiette, éléments de vaisselle) et des matériaux utilisés (à la fois dans les produits, par exemple dans le cas d'un contenant carton doublé de plastique, mais aussi dans les choix de modélisation, pour refléter un contenant « moyen » ou de la vaisselle composée de différents éléments), il reste difficile d'identifier des pistes d'amélioration spécifiques. Dans le cas de matériaux biosourcés, on peut néanmoins constater qu'un approvisionnement durable permet de réduire les impacts environnementaux associés, notamment sur le changement climatique (gestion durable des forêts, fiche 25) et la consommation d'eau (irrigation du maïs utilisé pour le PLA, fiche 24).

4.3.3. Comparaison dans le cas spécifique de trajets en avion (#3-1b)

Dans le cas spécifique d'un trajet en avion, le paramètre clé reste le poids relatif des différents éléments composant la vaisselle (dont plastique). Par conséquent, la vaisselle réemployable est moins favorisée si elle est plus lourde que la vaisselle à usage unique, même avec un nombre d'utilisation élevée.

La fiche 28 (2019, sans revue critique) étudie les impacts d'une vaisselle à usage unique vs. réemployable dans le cas spécifique d'un trajet en avion ; les auteurs concluent que la vaisselle réemployable (composée de plastique et acier ; une alternative avec du bambou est également étudiée) n'est pas pertinente sur ce type d'usage. Un focus sur les couverts montre que la hausse du nombre d'utilisations et l'allègement des couverts en acier ne suffisent pas à les rendre aussi performants que des couverts jetables en plastique, plus légers. Dans ce cas de figure spécifique, la phase de vol est le principal contributeur aux impacts des éléments de vaisselle réemployables ; cela reste la phase de production, pour les éléments de vaisselle à usage unique. L'utilisation de matériaux légers et pouvant être réutilisés permettrait de réduire les impacts associés à ce service.

Le poids relatif de la vaisselle et des couverts est un donc paramètre clé, qui joue davantage sur la performance environnementale relative des éléments de vaisselle à usage unique que la nature des matériaux utilisés (dans la publication concernée, l'utilisation de couverts en bambou se fait au détriment du poids des couverts, qui génèrent donc plus d'impacts que l'utilisation de couverts en plastique notamment sur la toxicité, l'eutrophisation et l'occupation des terres).

5. Conclusion / Perspectives

La revue bibliographique menée dans le cadre de ces travaux a permis d'identifier un total de 82 publications entrant dans le périmètre de l'étude. Ces références portent sur un large panel de couples emballages / produits étudiés (bouteilles, palettes, caisses, contenants pour la restauration), et répondent aux différents objectifs de comparaison d'emballages fixés dans le cadre de l'étude (usage unique versus réemployable, alternatives aux emballages plastique à usage unique par un autre emballage à usage unique, ou alternative aux contenants de la restauration en plastique à usage unique). Par ailleurs, une grande variété de matériaux composant les emballages sont étudiés : plastiques (différentes résines), carton, verre, et certains métaux (acier, aluminium, etc.). D'autres matériaux innovants sont également étudiés dans un nombre plus réduit de publications, par exemple la bagasse, ou de nouvelles résines plastiques.

L'étude approfondie des 39 publications retenues a permis de faire une analyse comparée des différentes solutions d'emballages, en fonction du couple d'emballage / produit étudié, des matériaux étudiés, ainsi que des paramètres clés pouvant influencer sur le bilan environnemental comparé entre les alternatives (par exemple dans le cas des bouteilles réemployables : le nombre de réutilisations, les distances de transport entre le lieu de distribution et le lieu de lavage, les performances de lavage et le poids des bouteilles). Par ailleurs, cette analyse a permis d'identifier les étapes les plus contributrices aux impacts environnementaux des emballages, et les pistes d'optimisation associées. Ces éléments sont présentés par couple d'emballage / produit au chapitre 4 et permettront d'alimenter la tâche 4 (alternatives aux emballages plastiques à usage unique). Plusieurs constats peuvent être partagés sur les aspects méthodologiques dans les références.

Les étapes de transport semblent globalement bien étudiées au travers des différentes publications. Un certain nombre s'intéresse ainsi à la sensibilité des résultats et des comparaisons entre emballages en fonction des distances entre le centre de lavage et le centre de distribution (lorsque le lavage n'est pas réalisé sur place, comme c'est le cas pour certains contenants pour la restauration). Les choix de modélisation du transport sont souvent précisés, et notamment certains paramètres tels que le taux de chargement et de retour à vide. À l'inverse, la majorité des références ne prend pas en compte les derniers kilomètres (sauf exception, par exemple fiches 3 et 7), i.e. avec un moyen de transport de plus faible capacité pour parcourir les derniers kilomètres, par exemple en centre-ville. Cette étape peut néanmoins contribuer de façon significative aux impacts associés au transport (fiche 3). À noter que la majorité des références retenues prennent pour périmètre le centre de distribution ou le magasin, et non le consommateur final.

Concernant les étapes de lavage, il s'agit d'un contributeur important aux impacts des emballages réemployables. Les résultats sont fortement corrélés aux performances de lavage (notamment, en fonction de s'il s'agit d'un lavage à la main, en machine individuelle, en lave-vaisselle capot, ou externalisé ; de si une étape de séchage ou de décontamination supplémentaire est nécessaire ; etc.), et les paramètres de lavage (consommations d'eau, d'énergie par type d'énergie, de détergents / désinfectant etc.) restent peu communiqués dans les références. Par ailleurs, peu d'analyses de sensibilité sont réalisées sur les paramètres de lavage, et les plages de performance de ces paramètres (en fonction des différents modes de lavage évoqués plus haut) gagneraient à être plus largement communiqués dans les ACV.

La fin de vie des emballages est prise en compte dans l'ensemble des références retenues, qu'il s'agisse de recyclage, incinération et/ou enfouissement. Le mode de traitement dépend du type de matériau, mais aussi du type de produit / emballage (notamment, s'il s'agit d'un emballage ménager ou industriel), etc. Le recyclage des emballages en fin de vie permet de réduire les impacts, lorsque la modélisation prend en compte les impacts évités (par la substitution à un matériau vierge) ; c'est en particulier le cas pour des emballages à usage unique en plastique ou en carton. Par ailleurs, la modélisation de l'enfouissement reste peu robuste, du fait de procédés encore mal documentés.

Peu d'analyses de sensibilité sont réalisées sur cette étape du cycle de vie ; il en est de même concernant l'incorporation de recyclé dans les emballages. À noter que les méthodes de prise en compte des impacts en fin de vie jouent sur les résultats de la comparaison entre deux emballages, lorsque sont considérés de forts taux de recyclage (notamment, avec la méthode des impacts évités) ou de forts taux d'incorporation (notamment, avec la méthode des stocks).

Par ailleurs, le format de l'emballage, s'il est peu étudié dans les références, peut avoir une influence sur les résultats : à la fois en termes de quantité d'emballage utilisée pour une même quantité de produit (par exemple, entre une brique alimentaire de 1L et de 1,5L, la quantité d'emballage ramenée à un même volume n'est pas la même) ; mais aussi d'un point de vue logistique, i.e. en termes de quantité de produit qui peut être transporté sur une palette (par exemple, si l'on compare une bouteille et une canette de même contenance). Les résultats des quelques publications étudiant différents formats d'emballages montrent que ces aspects doivent être pris en compte lorsque différents emballages sont comparés, au-delà de la comparaison entre matériaux.

Enfin, l'impact sur la biodiversité est très rarement traité dans les références étudiées bien que ce soit un enjeu environnemental majeur et particulièrement important dans le cas de comparaisons de systèmes d'emballages et de contenants. L'absence de consensus méthodologique sur cette question explique en grande partie ce constat. Les indicateurs d'impacts ACV n'ont pas été complétés par d'autres indicateurs même qualitatifs. Concernant les impacts sanitaires, plusieurs indicateurs permettent de refléter les enjeux associés, par exemple avec la toxicité humaine ; cependant, les méthodes (de caractérisation) actuelles sont jugées peu robustes, limitant la fiabilité des résultats associés. Par ailleurs, l'ACV va permettre de refléter les risques potentiels, identifiés sur l'ensemble du cycle de vie d'un système : par exemple, cette approche ne prend pas en compte les effets exponentiels et/ou les effets cocktails associés à l'exposition à certaines substances, en particulier lors de la phase d'utilisation.

Plus généralement, cette analyse a également mis en évidence les limites de cet exercice de comparaison des résultats. Les enseignements doivent être considérés avec prudence, tenant compte de l'utilisation des résultats au-delà du cadre de l'étude initial. Au regard de la diversité des comparaisons analysées, les résultats dépendent en effet fortement des valeurs des paramètres clés (par exemple les distances de transport pour certains emballages réemployables ; le taux d'incorporation de recyclé dans certains emballages à usage unique), des méthodologies et hypothèses retenues, et des systèmes étudiés. Les résultats de cette analyse ne peuvent donc être extrapolés à tout cas de figure et ne présument pas d'une extrapolation de ces conclusions à l'échelle nationale ou européenne. En effet, la mise en place de certains systèmes d'emballage à une large échelle pourrait modifier en conséquence les organisations logistiques actuelles (notamment pour les emballages réemployables, avec les étapes de lavage et de conditionnement), les mécanismes de marché (reports entre types d'emballage selon l'évolution des consommations et des comportements d'achats), les filières d'approvisionnement (augmentation de la demande en un matériau par exemple, nécessitant l'augmentation de la capacité de production de ce matériau et modifiant le mix technologique de production associé) ou les filières de traitement (développement de nouvelles filières de traitement rendu nécessaire par la massification de flux de déchets d'emballage). La prise en compte de ces conséquences majeures à grande échelle nécessitera d'utiliser une approche adaptée pour pouvoir évaluer avec pertinence l'impact environnemental de la solution d'emballage étudiée. Ainsi l'accompagnement d'évolutions importantes dans le domaine des emballages nécessitera à l'avenir de mener aussi des ACV conséquentielle.

Glossaire

Terme	Définition
ACV attributionnelle	Approche suivant laquelle sont considérés les impacts environnementaux potentiels qui peuvent être attribués à un système (par exemple un produit) sur son cycle de vie, comprenant l'amont de la chaîne de valeur, et l'aval avec l'utilisation du système et sa fin de vie.
ACV conséquentielle	Approche permettant d'évaluer les conséquences environnementales d'un changement apporté à un système (produit, service, système socioéconomique) sur une période de temps et un contexte socioéconomique donnés
Contenant	Boite ou réceptacle qui contient, retient ou enferme tout article à stocker ou à transporter (source : norme ISO 21067-1:2016).
Emballage	Tout objet, quelle que soit la nature des matériaux dont il est constitué, destiné à contenir et à protéger des marchandises (allant des matières premières aux produits finis), à permettre leur manutention et leur acheminement du producteur au consommateur ou à l'utilisateur, et à assurer leur présentation. Tous les articles « à jeter » utilisés aux mêmes fins doivent être considérés comme des emballages (source : article R543-43 du Code de l'environnement).
Emballage primaire	Emballage conçu de manière à constituer, au point de vente, un article destiné à l'utilisateur final ou au consommateur (source : directive 94/62/CE). <i>L'emballage primaire permet donc la vente d'un produit sous sa forme unitaire</i>
Emballage secondaire	Emballage conçu de manière à constituer, au point de vente, un groupe d'un certain nombre d'articles, qu'il soit vendu à l'utilisateur final ou au consommateur, ou qu'il serve seulement à garnir les présentoirs aux points de vente. Il peut être séparé des marchandises qu'il contient ou protège sans en modifier les caractéristiques (source : directive 94/62/CE).
Emballage tertiaire	Emballage conçu de manière à faciliter la manutention, le stockage et le transport d'un certain nombre d'articles ou d'emballages groupés en vue d'éviter leur manipulation physique et les dommages liés au transport. L'emballage de transport ne comprend pas les conteneurs de transport routier, ferroviaire, fluvial, maritime ou aérien (source : directive 94/62/CE).
Emballage ménager	Emballage d'un produit vendu ou remis gratuitement à un ménage, qui est mis sur le marché en vue de la consommation ou de l'utilisation du produit qu'il contient par un ménage (source : tiré de l'article R543-55 du Code de l'environnement). <i>Dans le cadre de cette étude, il est considéré que les emballages utilisés dans toutes les consommations hors domicile (restauration collective, Cafés, Hotels, Restaurants (CHR), nomades, etc.) font partie des emballages ménagers</i>
Emballage industriel et commercial (EIC)	Emballage qui n'est pas ménager, i.e. emballage lié aux activités industrielles (BtoB) et emballage de transport (source : ADEME)
Réemploi	Toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus (source : article L541-1-1 du Code de l'environnement). <i>Dans ce rapport, le terme de « réemploi » est privilégié pour faciliter la lecture ; il doit cependant être entendu comme « réemploi et/ou réutilisation »</i>
Réutilisation	Toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus des déchets sont utilisés de nouveau (source : article L541-1-1 du Code de l'environnement).

6. Annexes

6.1. Compléments méthodologiques sur la revue bibliographique

La revue bibliographique a été réalisée en se concentrant en priorité sur les entités pouvant disposer d'évaluations environnementales sur des emballages et contenants pour la restauration. En complément, des recherches ont été effectuées pour compléter la bibliographie déjà établie par l'équipe, notamment sur certains produits / emballages moins bien couverts.

6.1.1. Collecte de données sur des sites internet et par sollicitation directe

L'équipe projet s'est attachée à couvrir les sites internet susceptibles de mettre à disposition des documents relatifs à l'analyse comparée des impacts environnementaux d'emballages et de contenants pour la restauration. En complément, une vingtaine d'acteurs (éco-organismes, acteurs publics, industriels, cabinets réalisant des évaluations environnementales) ont été sollicités par mail pour demander un accès à des études non disponibles en ligne (si besoin en traitant les résultats de façon confidentielle).

Les sites internet d'entités réalisant des évaluations environnementales d'emballages (ou des revues critiques d'ACV) ont été ciblés en priorité, par exemple (par ordre alphabétique): CIRAIG ; Deloitte Développement Durable / Bio Intelligence Service ; Eeva ; Gingko 21 ; IFEU ; I Care & Consult ; Maki consulting ; Quantis ; RDC Environment. Peu d'entre elles communiquent cependant sur ces éléments (les rapports étant rarement publics). De même, un certain nombre d'industriels utilisant ou produisant des emballages, et ayant réalisé des évaluations environnementales dont l'équipe projet aurait connaissance, ont été contactés.

Parmi les autres acteurs compétents sur les emballages plastiques et/ou les enjeux environnementaux associés, les recherches ont porté sur les sites d'institutions publiques (régionales, nationales, européennes ou internationales) ; d'organismes privés (par exemple, CIRAIG, Citeo, Conseil national de l'emballage, fédérations nationales et européennes), associatifs (par exemple, WRAP UK, Zéro Waste France, Record, Alufoil, etc.) ; etc.

6.1.2. Recherche systématique sur des moteurs de recherche

Des recherches ont été effectuées sur des moteurs de recherche, de façon ciblée grâce à des combinaisons appropriées de mots-clés. La liste (non exhaustive) des principaux mots-clés utilisée est proposée ci-dessous :

Catégories	Exemples de mots-clés
Type d'approche = SET 1	<i>Life cycle assessment, comparative LCA, comparative assessment, environmental assessment, climate change assessment, water usage, alternative, comparison, compare, versus</i>
Produit = SET 2	<i>Packaging, pack, wrap, bottle, vial, container, tube, box, cup, jar, bucket, bag, sandwich outlet, pack, brick pack, brick, pallet, film</i>
Matériau = SET 3	<i>Plastic, wood, paper, paperboard, cardboard, glass</i>
Objectif = SET 4	<i>Single usage, single use, reuse, reusable, returnable, deposit, catering, restaurant, in store, food service, food delivery</i>

Tableau 2 : Liste (non exhaustive) de mots clés utilisés lors des recherches (anglais)

Les mots-clés ont été utilisés en anglais (orthographe anglaise et américaine) et en français pour couvrir la portée européenne / internationale de l'étude.

Les opérateurs booléens AND et OR ont été utilisés dans différents moteurs de recherche (Google, Google Scholar, Science Direct principalement), au travers de boucles spécifiques à chaque objectif. Ainsi, pour répondre à l'objectif #1, ont été considérées les publications mentionnant une utilisation à usage unique et un réemploi / réutilisation / consigne. Par exemple :

```
{ (« life cycle assessment » OR « comparative LCA » OR « environmental assessment »
OR « climate change assessment » OR « water usage » )
AND
(packaging OR bottle OR container OR wrap OR etc.)
AND
(“single usage” OR “single use”) AND (reuse OR deposit OR etc.) }
```

Une approche similaire a été observée pour les deux autres objectifs. Pour l'objectif #2, les recherches ont permis de couvrir les utilisations à usage unique (à l'exclusion des emballages réemployés / réutilisés), avec un focus sur d'autres alternatives matériaux). Pour l'objectif #3, ont été ciblés les documents faisant mention d'un usage en restauration, avec une approche similaire à celle appliquée pour l'objectif #1 (mention d'un emballage contenant du plastique), mais pouvant couvrir des études n'incluant pas une option à usage unique (plastique ou non).

6.2. Compléments méthodologiques sur l'évaluation de la qualité et robustesse des documents

Le tableau ci-dessous précise les critères et sous critères utilisés pour évaluer la qualité et la robustesse des documents identifiés.

Critère et sous critère	Niveaux et notes associées
Critère 1 : Niveau de détail et pertinence des éléments méthodologiques	Note sur 8
Définition claire de l'unité fonctionnelle (UF)	Non indiqué (0) / UF simplifiée (1) / UF détaillée (2)
Étapes du cycle de vie	Non indiqué (0) / Précisé (1)
Choix d'allocation sur la fin de vie	Non indiqué (0) / Précisé (1)
Catégories d'impact considérées	Une catégorie (0) / Plusieurs catégories (1)
Caractéristiques physiques des produits comparés	Non indiqué (0) / Présentation simplifiée (1) / Présentation détaillée (2)
Nombre de comparaisons effectuées	2 produits (0) / Plus de 2 produits (1)
Critère 2 : Qualité des données	Note sur 5
Source des données	Non indiqué (0) / Données issues de bases de données (1) / Données primaires (2)
Représentativité des données (géographique, temporelle, technologique)	Non indiqué (0) / Représentativité correcte (1) / Représentativité bonne (2)
Analyse « critique » (analyse de sensibilité, analyse d'incertitudes)	Non (0) / Oui (1)
Critère 3 : Conformité à des normes de référence	Note sur 1
Niveau de conformité à des normes ou méthodologies de référence (ISO, ILCD, PEF)	Pas d'information (0) / Suivant les normes existantes (1)
Critère 4 : Existence d'une revue critique	Note sur 1
Existence d'une revue critique	Non (0) / Oui (1)

Tableau 3 : Système de notation de la qualité et robustesse des documents

6.3. Compléments sur la caractérisation des documents entrant dans le périmètre de l'étude

La figure ci-dessous présente le type d'acteurs pour lesquels une analyse environnementale comparée d'emballages a été réalisée. Parmi les 82 publications entrant dans le périmètre de l'étude, 27 % (soit 22 publications) ont été rédigées par des universitaires, principalement au travers d'articles scientifiques. Les industriels (21 publications) et associations d'industriels (16 publications) sont à l'origine de 46 % soit 37 des publications entrant dans le périmètre de l'étude.

Les publications commanditées par des organismes publics représentant 18 % soit 15 publications. Dans un second temps, les références commanditées par des éco-organismes et des ONG représentant trois publications chacun. Enfin, deux publications ont été réalisées pour des cabinets de conseil.

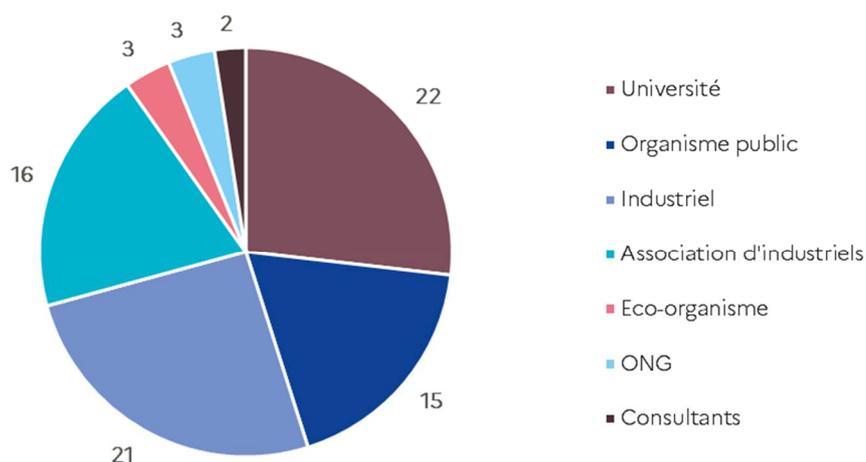


Figure 7 : Type d'acteurs ayant rédigé les documents entrant dans le périmètre de l'étude (total = 82)

La figure ci-dessous présente l'année de publication des documents entrant dans le périmètre de l'étude, et distingue en marron les publications pour lesquelles une fiche détaillée a été réalisée : les publications retenues sont postérieures à 2008. Cela s'explique par le périmètre temporel de la revue bibliographique, et la priorisation des publications plus récentes : ainsi qu'expliqué au chapitre 2, pour les références antérieures à 2010, seuls les documents portant sur des emballages / produits peu représentés, ou jugés comme des documents de référence, sont retenus pour la caractérisation.

Douze documents entrant dans le périmètre de l'étude sont antérieurs à 2010, montrant que la comparaison des impacts environnementaux de différents emballages (plastique vs. non plastique, à usage unique vs. à usage multiple) est un sujet qui émergeait dès les années 2000.

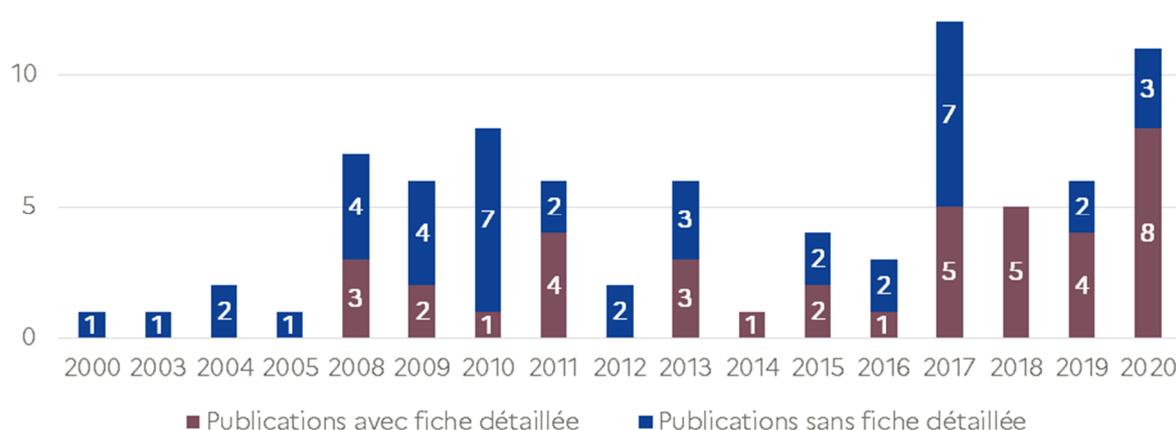


Figure 8 : Année de publication des documents entrant dans le périmètre de l'étude (total = 82)

INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX

Tableau 1 : Liste et principales caractéristiques des documents faisant l'objet d'une fiche détaillée.....	17
Tableau 2 : Liste (non exhaustive) de mots clés utilisés lors des recherches (anglais)	44
Tableau 3 : Système de notation de la qualité et robustesse des documents.....	45

FIGURES

Figure 1 : Méthode mise en œuvre pour la sélection des 39 publications.....	9
Figure 2 : Note globale de robustesse des documents évalués (total = 82)	12
Figure 3 : Zone géographique couverte par les documents retenus (total = 39)	15
Figure 4 : Type (à gauche) et nature (à droite) d'emballages dans les documents retenus (total = 39)	16
Figure 5 : Matériaux couverts dans les fiches détaillées (total = 39)	16
Figure 6 : Objectifs étudiés dans les documents retenus (à gauche, emballages ; à droite, contenants pour la restauration) (total = 39)	17
Figure 7 : Type d'acteurs ayant rédigé les documents entrant dans le périmètre de l'étude (total = 82).	46
Figure 8 : Année de publication des documents entrant dans le périmètre de l'étude (total = 82)	46

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, alimentation, déchets, sols, etc., nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



RÉEMPLOI DES EMBALLAGES ET ALTERNATIVES AUX EMBALLAGES PLASTIQUES À USAGE UNIQUE

Le présent rapport offre une analyse bibliographique des évaluations environnementales comparant des emballages et des contenants pour la restauration, distincts en termes de matériaux et/ou de systèmes de réemploi/réutilisation. L'objectif est de dégager de grandes tendances sur ces comparaisons et de déterminer les paramètres clés permettant d'identifier les solutions les plus pertinentes d'un point de vue environnemental.

Ces travaux permettent de disposer d'un socle de connaissance partagé pour mener par la suite des travaux de trajectoire d'évolution du réemploi et/ou de réduction de l'utilisation des plastiques pour les emballages et les contenants pour la restauration, afin d'atteindre les objectifs fixés par la loi AGEC et la loi Climat et Résilience.

Ce rapport fournit une analyse bibliographique des évaluations environnementales comparant différents emballages ou contenants pour la restauration, permettant de distinguer quelques grandes tendances sur les matériaux et les systèmes de réemploi ou de réutilisation.

