

# ÉVALUATION COMPARATIVE DES CYCLES DE VIE DE DIFFERENTS EMBALLAGES RIGIDES POUR DU BEURRE

RAPPORT FINAL D'ÉVALUATION DE CYCLES DE VIE



Donnons ensemble une nouvelle vie à nos produits.



## COMMISSAIRE DE L'ÉTUDE ACV :

Aya EL GUENNOUNI  
Cheffe de projet éco-conception CITEO

## CONTACTS EVEA :

Mathieu SOUHIL  
Chef de projet ACV et éco-conception

Anthony ZIDANE  
Chef de projet ACV et éco-conception

Laurence BECK  
Chef de projet RSE et éco-conception

\*ACV conformément aux normes internationales ISO 14040, ISO 14044 et ISO 14071  
Document finalisé et approuvé le 25/01/2024

## 2 TABLE DES MATIÈRES

3	GUIDE DE LECTURE .....	8
4	1 INTRODUCTION .....	9
5	1.1 ASPECTS GÉNÉRAUX.....	9
6	1.2 OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....	10
7	1.2.1 LES RAISONS DE LA RÉALISATION DE L'ÉTUDE .....	10
8	1.2.2 L'APPLICATION ET LE PUBLIC VISÉS .....	11
9	2 CHAMP D'APPLICATION DE L'ÉTUDE.....	12
10	2.1 SYSTÈMES DE PRODUITS À ÉTUDIER.....	12
11	2.2 LES FONCTIONS DES SYSTÈMES DE PRODUITS ET DE L'UNITÉ FONCTIONNELLE .....	13
12	2.2.1 L'UNITÉ FONCTIONNELLE .....	13
13	2.3 MÉTHODOLOGIE UTILISÉE .....	13
14	2.4 LES LIMITES DU SYSTÈME .....	14
15	2.4.1 DÉLIMITATION DES FRONTIÈRES DU SYSTÈME .....	14
16	2.5 PROCÉDURES D'ATTRIBUTION .....	18
17	2.6 CATÉGORIES D'IMPACT ET MÉTHODOLOGIE CONNEXE RETENUE .....	20
18	2.6.1 ENSEMBLE DE CATÉGORIES D'IMPACT .....	20
19	2.6.2 INDICATEUR COMPLEMENTAIRE – CUMULATIVE ENERGY DEMAND .....	22
20	2.6.3 REGROUPEMENTS DES CATEGORIES D'IMPACTS .....	23
21	2.7 LIMITES.....	25
22	2.8 EXIGENCES EN MATIÈRE DE DONNÉES ET DE QUALITÉ DES DONNÉES .....	26
23	2.8.1 Exigences en matière de données .....	26
24	2.8.2 Exigences en matière de QUALITÉ des données.....	26
25	2.9 ANALYSE DE SENSIBILITÉ.....	29
26	2.10 TYPE DE REVUE CRITIQUE .....	29
27	3 INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE .....	31
28	3.1 – Composants et matériaux des emballages primaires par structures .....	31
29	3.1.1 Hypothèses generiques.....	31
30	3.1.2 S7 - Rigide PP .....	32
31	3.1.3 S8 - Pot carton/PE .....	33
32	3.1.4 S9 - Pot inox réemployé 11x.....	35
33	3.1.5 Tableau récapitulatif des structures primaires .....	35
34	3.2 – Composants et matériaux des emballages Industriels et Commerciaux (EIC) par structures.....	36
35	3.2.1 EIC d'approvisionnement entre usine de production et usine de conditionnement (Rigides).....	37
36	3.2.2 EIC d'approvisionnement entre usine de conditionnement et lieux de vente.....	38
37	3.3 MATÉRIAUX ET PROCÉDÉS DE FABRICATION SPÉCIFIQUES .....	39

38	3.3.1	Carton ondulé avec un % de contenu RECYCLÉ {RER} .....	39
39	3.3.2	Fin de vie, Bois, Procédé de recyclage, R2 = X% {RER}   CFF, S .....	43
40	3.3.3	Fin de vie des scraps de production .....	43
41	3.3.4	Electricity, medium voltage {FR}   market for electricity, medium voltage - Scénario 2030 – EVEA .....	44
42	3.3.5	Impression nitrocellulosique - {RER} – EVEA .....	44
43	3.3.6	Métallisation par PVD - Tous métaux - {RER} – EVEA .....	45
44	3.3.7	Polyethylene low density film recycled R1=50% {RER} - EVEA CFF .....	46
45	3.3.8	Steel, chromium, recycled 100% {RER}   market   EVEA CFF .....	47
46	3.3.9	SPECIFIQUE A LA STRUCTURE 7 – BIO-POLYPROPYLENE 2nd GENERATION .....	47
47	3.3.10	SPECIFIQUE A LA STRUCTURE 9 – REEMPLOI DU POT ACIER ANOXYDABLE .....	49
48	3.4	TRANSPORTS D'APPROVISIONNEMENT .....	51
49	3.4.1	DES MATIERES PREMIERES VERS LES USINES DE FABRICATION ET/OU DES USINES DE	
50		FABRICATION DES COMPOSANTS VERS USINES DE FABRICATION DES STRUCTURES .....	51
51	3.4.2	DES USINES DE FABRICATION DES STRUCTURES PRIMAIRES VERS LES USINES DE	
52		CONDITIONNEMENT .....	51
53	3.4.3	DES USINES DE CONDITIONNEMENT VERS LES LIEUX DE VENTE .....	51
54	3.5	FIN DE VIE .....	54
55	3.5.1	SCÉNARIO DE FIN DE VIE .....	55
56	3.5.2	APERÇU DE LA FIN DE VIE .....	55
57	3.5.3	FIN DE VIE PAR RÉGION : RECYCLAGE .....	56
58	3.5.4	FIN DE VIE PAR RÉGION : VALORISATION ÉNERGÉTIQUE .....	58
59	3.5.5	FIN DE VIE PAR RÉGION : ÉLIMINATION .....	60
60	4	ÉVALUATION DE L'IMPACT DU CYCLE DE VIE ET INTERPRÉTATIONS .....	62
61	4.1	CATÉGORIES D'IMPACTS SÉLECTIONNÉES .....	62
62	4.2	ÉVALUATION COMPARATIVE .....	64
63	4.2.1	COMPARAISON SUR LA BASE DE L'UNITÉ FONCTIONNELLE .....	64
64	4.2.2	POTENTIELS TRANSFERTS D'IMPACTS ENTRE LES SOLUTIONS .....	65
65	4.3	DÉTAILS PAR ÉTAPES DU CYCLE DE VIE .....	66
66	4.4	FOCUS SUR LES MATIERES PREMIERES ET LA FABRICATION DE L'EMBALLAGE PRIMAIRE des	
67		DIFFERENTES STRUCTURES .....	72
68	4.4.1	ANALYSES DE SENSIBILITES .....	75
69	4.5	SPECIFIQUE RIGIDES REMPLOI – ANALYSES DE SENSIBILITE .....	80
70	4.5.1	Nombre de rotations du pot inox .....	84
71	4.5.2	Distance entre les lieux de vente, de collecte, de lavage et de conditionnement du beurre .....	84
72	4.5.3	Poids du pot inox .....	86
73	4.5.4	Scénarios en faisant varier L'ensemble Des différents paramètres cités précédemment .....	87
74	4.6	FOCUS SUR LA FIN DE VIE DE L'EMBALLAGE PRIMAIRE des DIFFERENTES STRUCTURES .....	89
75	4.6.1	ANALYSES DE SENSIBILITES .....	92

76	4.7	INDICATEUR COMPLEMENTAIRE - CUMULATIVE ENERGY DEMAND .....	94
77	4.8	SYNTHESES DES INTERPRETATIONS AVANT CONCLUSION .....	95
78	4.8.1	RIGIDES .....	95
79	5	CONCLUSIONS .....	96
80	5.1	CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES RÉSULTATS ET LES INTERPRETATIONS.....	96
81	5.1.1	CONCLUSIONS SUR LES RIGIDES: .....	96
82	5.2	CONTRIBUTION DES ÉTAPES DU CYCLE DE VIE ET DES COMPOSANTS DU PRODUIT .....	98
83	5.3	PRINCIPALES LIMITES DE L'ETUDE .....	99
84	5.4	RECOMMANDATIONS D'ECOCONCEPTION (LISTE NON EXHAUSTIVE) .....	99
85	6	AVIS DE REVUE CRITIQUE .....	100
86	7	ANNEXES .....	100
87	7.1	REVIEW CRITIQUE RAPPORT FINAL.....	100
88	7.2	GRAPHIQUES.....	107
89	7.3	TABLEAUX DE RESULTATS .....	108
90	8	BIBLIOGRAPHIE.....	122
91			

92 **LISTE DES FIGURES**

93 Figure 1 Schéma simplifié du cycle de vie (EVEA, 2023) ..... 15

94 Figure 2 Cycle de vie détaillé des structures rigides, avec une partie spécifique au réemploi du pot inox de la S9 ..... 16

95

## 96 LISTES DES TABLEAUX

97	Tableau 1 Caractéristiques générales des structures rigides étudiées.....	10
98	Tableau 2 Critères d'exclusion à l'intérieur des frontières du système .....	18
99	Tableau 3 Liste des indicateurs de catégorie d'impact sélectionnés pour l'évaluation .....	22
100	Tableau 4 Facteurs de normalisation et de pondération des 16 indicateurs des catégories d'impact pour le calcul du score unique PEF, selon la méthode EF3.1.....	25
102	Tableau 5 Description des niveaux de fiabilité des hypothèses pour l'ICV .....	28
103	Tableau 6 Description de l'évaluation de la qualité des données.....	29
104	Tableau 7 ICV de la structure n°7, Packaging primaire.....	33
105	Tableau 8 ICV de la structure n°8, Packaging primaire.....	34
106	Tableau 9 ICV de la structure n°9, Packaging primaire.....	35
107	Tableau 10 EIC de l'usine de production des structures primaires vers l'usine de conditionnement du beurre.....	38
108	Tableau 11 EIC de l'usine de conditionnement du beurre vers les lieux de vente, identique pour toutes les structures.....	39
109	Tableau 12 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER}   Production de recyclage   Cut-Off, U.....	41
110	Tableau 13 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER}   Production vierge   Cut-Off, U.....	42
111	Tableau 14 ICV pour Corrugated cardboard recycled R1= [X]% EVEA CFF .....	43
112	Tableau 15 Fin de vie, Bois, Procédé de recyclage, R2 = X% {RER}   CFF, S .....	43
113	Tableau 16 Inventaire des données pour le procédé de finition impression nitrocellulosique {RER} – 1kg .....	45
114	Tableau 17 Inventaire des données pour le procédé de métallisation {RER} – 1 m2.....	46
115	Tableau 18 Inventaire des données pour PEBD avec 50% de matières recyclées mécaniquement – 1 kg .....	46
116	Tableau 19 Inventaire des données pour Steel, chromium, recycled 100% {RER}   market   EVEA CFF – 1 kg.....	47
117	Tableau 20 Inventaire des données pour Bio-PP à partir de tall-oil – 1 kg .....	48
118	Tableau 21 Inventaire de cycle de vie pour le réemploi du pot inox pour la S9.....	51
119	Tableau 22 Donnée de transport, entre usine de conditionnement et lieux de vente.....	51
120	Tableau 23 Valeur de la charge effective calculée (Poids Camion) pour chaque structure (beurre contenu, packaging primaire et EIC vers Lieux de ventes).....	52
122	Tableau 24 Données ecoinvent et ADEME utilisées pour le transport par camion.....	53
123	Tableau 25 Composants des structures primaires considérés comme recyclables.....	55
124	Tableau 26 Données sur la fin de vie par typologie de matériaux, en France, en 2030.....	56
125	Tableau 27 Données CFF pour les matériaux contenant un pourcentage de recyclé .....	57
126	Tableau 28 Inventaire des processus de recyclage pour les emballages primaires, secondaires et tertiaires par région .....	58
127	Tableau 29 Inventaires de récupération d'énergie par région .....	58
128	Tableau 30 Données de production d'énergie nette utilisées pour la récupération d'énergie par région .....	59
129	Tableau 31 Inventaire des processus de valorisation énergétique en France.....	60
130	Tableau 32 Inventaire de processus enfouissement en France .....	61
131	Tableau 33 Contribution de chaque indicateur d'impact au score unique de chaque produit.....	63
132	Tableau 34 Comparaison des impacts des structures S7 et S8, selon les 16 indicateurs et le score unique .....	66
133	Tableau 35 Impacts des structures sur tout le cycle de vie des structures rigides, selon le score unique, les 16 indicateurs du PEF et le CED.....	96
135		

## 136 LISTE DES GRAPHIQUES

137	Graphique 1 Masses des structures rigides primaires en fonction de leur composition.....	36
138	Graphique 2 Comparaison des impacts du cycle de vie des structures rigides entre elles, sur la base de l'unité fonctionnelle, en score unique, sur les 6 indicateurs majoritaires et les indicateurs restants .....	64
140	Graphique 3 Comparaison des impacts du cycle de vie des structures rigides entre elles, sur la base de l'unité fonctionnelle, sur l'indicateur changement climatique .....	65
142	Graphique 4 Comparaison des structures rigides entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le score unique .....	68
143	Graphique 5 Comparaison des structures rigides entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le score unique (affichage des impacts selon la différence absolue avec la S8 – Pot carton/PE pris comme référence, selon les étapes du cycle de vie) .....	69
145	Graphique 6 Comparaison des structures rigides entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le changement climatique ....	70
146	Graphique 7 Comparaison des structures rigides entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le changement climatique (affichage des impacts selon la différence absolue avec la S8 – Pot carton/PE pris comme référence, selon les étapes du cycle de vie).....	71
148	Graphique 8 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, en fonction de la matière première et de l'étape de production, pour les rigides, selon le score unique .....	73
150	Graphique 9 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, en fonction de l'étape des matières premières et de la production, pour les rigides, selon le changement climatique .....	74
152	Graphique 10 Impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie, pour les rigides, selon le score unique .....	76
153	Graphique 11 Impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie, pour les rigides, selon le changement climatique .	76
154	Graphique 12 Taux de croisement des impacts environnementaux sur le CDV global, avec un taux de perte de beurre pour la solution la moins impactante, selon le score unique .....	78
156	Graphique 13 Taux de croisement des impacts environnementaux sur le CDV global, avec un taux de perte de beurre pour la solution la moins impactante, selon le changement climatique .....	79
158	Graphique 14 Impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie, pour les structures rigides, avec l'ajout d'une version de la S8 ayant un taux de rebut de +20%, selon le score unique .....	80
160	Graphique 15 Impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie, pour les structures rigides, avec l'ajout d'une version de la S8 ayant un taux de rebut de +20%, selon le changement climatique .....	81
162	Graphique 16 Point de croisement des impacts environnementaux sur le CDV global, selon le % de réduction de la masse de la S7, comparé aux deux autres structures rigides, selon le score unique .....	82
164	Graphique 17 Point de croisement des impacts environnementaux sur le CDV global, selon le % de réduction de la masse de la S7, comparé aux deux autres structures rigides, selon le changement climatique .....	83
166	Graphique 18 Variation du nombre de rotations du pot inox, selon le score unique .....	84
167	Graphique 19 Variation de la distance entre les lieux, pour le pot inox, selon le changement climatique. ....	85
168	Graphique 20 Variation de la distance entre les lieux, pour le pot inox, selon le changement climatique. ....	85
169	Graphique 21 Variation du nombre de rotations du pot inox, selon le score unique. ....	86
170	Graphique 22 Variation du nombre de rotations du pot inox, selon le changement climatique.....	86
171	Graphique 23 Combinaison de différents paramètres issus des précédentes AS sur le réemploi, pour le score unique .....	88
172	Graphique 24 Combinaison de différents paramètres issus des précédentes AS sur le réemploi, pour le changement climatique .....	88
173	Graphique 25 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, lors de l'étape de fin de vie, pour les rigides, selon le score unique .....	90
175	Graphique 26 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, lors de l'étape de fin de vie, selon le changement climatique .....	91
177	Graphique 27 Variation du taux de recyclage des structures, selon le changement climatique.....	93
178	Graphique 28 CED pour les structures rigides .....	94
179	Graphique 29 Comparaison des impacts du cycle de vie des structures rigides entre elles, sur la base de l'unité fonctionnelle, en score unique et pour les 16 indicateurs du PEF .....	107
181		
182		
183		
184		
185		
186		
187		
188		

189  
190  
191  
192  
193

## 194 **GUIDE DE LECTURE**

---

195 LECTURE :

196 Dans le rapport suivant, 2,53E-06 doit être lu comme suit  $2,53 \times 10^{-6}$ .

197

198 ABREVIATIONS :

CFF	Formule de l'empreinte circulaire
CTUh	Unité toxique comparative pour l'homme
EF	Empreinte environnementale (Environmental Footprint)
FDV	Fin de vie
ILCD	Système international de référence pour les données du cycle de vie
PIC	Emballages industriels et commerciaux
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
JRC	Joint Research Centre
FU	Unité fonctionnelle
ACV	Analyse du cycle de vie
ICV	Inventaire du cycle de vie
EICV	Évaluation des impacts du cycle de vie
PEBD	Polyéthylène basse densité
LHV	Faible pouvoir calorifique
COVNM	Composés organiques volatils non méthaniques
PEF	Empreinte environnementale du produit
PEFCR	Empreinte environnementale du produit Règles de la catégorie
PP	Polypropylène
OMM	Organisation météorologique mondiale
REP	Responsabilité Elargie du Producteur
RVM	Reverse Vending Machine
ACV	Analyse de cycle de vie
NC/S	Nombre de composants par structures

199

## 201 1.1 ASPECTS GÉNÉRAUX

202 CITEO est une entreprise privée à but non lucratif, spécialisée dans le recyclage des emballages  
203 ménagers et des papiers graphiques, selon le concept de « Responsabilité élargie du producteur »  
204 (REP). Cela permet aux entreprises du secteur de déléguer cette obligation à éco-organisme agréé  
205 par l'État, en l'occurrence CITEO. L'activité de CITEO est donc réglementée par un agrément d'État.

206

207 CITEO a mandaté EVEA afin de réaliser une analyse de cycle de vie (ACV) comparative sur des  
208 emballages pour du beurre, ces emballages étant considérés comme rigides.

209

210 Les objectifs de cette ACV sont :

211 1) D'identifier la structure rigide optimale pour les emballages de beurre en tenant compte des  
212 différents enjeux du cycle de vie complet des structures, tout en analysant des solutions qui  
213 soient recyclables d'ici 2030. En effet, la réglementation impose d'avoir des structures  
214 recyclables d'ici 2030 sous peine de ne pas pouvoir être mises sur le marché.

215

216 2) De permettre à CITEO de construire un appel à projets pour accompagner ses clients à mettre  
217 en marché des emballages de beurre recyclables, avec une étude ACV comme outil d'aide à  
218 la décision. à projets

219 3) Les résultats, interprétations et conclusions issus de cette étude peuvent être communiqués  
220 au grand public par CITEO.

221

222 CITEO est activement impliqué pour faire évoluer les metteurs en marché vers une réduction des  
223 impacts des emballages sur divers enjeux tels que le changement climatique entre autres.

224

225 Les structures rigides qui sont analysées dans cette étude sont différents types de  
226 pots/opercules/couvercles avec des compositions variables, utilisées pour protéger du beurre contenu  
227 dans des emballages rigides. CITEO souhaite donc identifier la meilleure solution rigide, et connaître  
228 les enjeux environnementaux liés aux emballages rigides de beurre d'une manière générale, afin de  
229 mettre en place un appel à projets qui se base sur les résultats de cette ACV. Cet appel à projets aura  
230 pour but d'accompagner les metteurs en marché de beurre à reconcevoir leurs emballages et à  
231 imaginer les emballages de futur, tout en prenant en compte les coûts environnementaux liés à ces  
232 structures. A date, il n'est pas prévu par CITEO que la finalité de cette étude serve à moduler l'éco-  
233 contribution appliquée aux différentes solutions d'emballages qui seraient plus ou moins impactantes  
234 selon l'ACV.

235

236 Dans cette étude, certaines structures rigides étudiées sont déjà sur le marché et d'autres ne sont  
237 qu'au stade de prototype.

238

239 Par conséquent, CITEO souhaite donc comparer 3 structures rigides entre elles, dont les  
240 caractéristiques générales sont présentées dans le Tableau 1 ci-dessous. La dernière colonne reprend  
241 les composants de chaque structure qui sont considérées comme recyclables et les autres éléments  
242 qui ne le sont pas. La structure S9, est une solution de réemploi, par opposition aux structures S7 et  
243 S8, qui sont considérées à usage unique.

244

245 Cette étude ACV est réalisée par anticipation de l'interdiction des emballages de beurre par la PPWR.  
 246 En effet, l'une des obligations notables que la PPWR va apporter est d'augmenter le seuil minimal de  
 247 matière à récupérer au recyclage à 70% contrairement à 50% aujourd'hui.  
 248

Structures	Nom	Détails	Masse (g)	Aptitude au recyclage de l'emballage
S7	Pot PP	Pot PP Couvercle PP Opercule alu / PE / papier non collé	18,350	Oui
S8	Pot carton	Carton 80% / PEBD 20% Opercule	18,450	Oui
S9	Pot inox / 11 rotations	Pot inox réemployé (contenant de l'inox recyclé PCR) – 11 rotations Opercule alu / PE / papier / PE – Pas de rotation Couvercle PP – Pas de rotation	14,590g pour 11 rotations	Oui*

249 Tableau 1 Caractéristiques générales des structures rigides étudiées

250  
 251 \* le pot inox n'est pas considéré dans la filière emballages ménagers mais dans une filière EIC

252  
 253 Par conséquent, l'objectif de cette étude est de mesurer la réduction potentielle des impacts  
 254 environnementaux de ces structures rigides afin de permettre la communication des résultats de l'ACV  
 255 et des recommandations sur les meilleures pistes d'éco-conception.

256

## 257 1.2 OBJECTIF DE L'ÉTUDE

### 258 1.2.1 LES RAISONS DE LA RÉALISATION DE L'ÉTUDE

259 CITEO a commissionné la réalisation de cette ACV, qui a été réalisée par EVEA.

260 L'étude consiste à réaliser une analyse comparative du cycle de vie de différentes solutions rigides  
 261 pour des emballages de beurre, dont les caractéristiques principales sont présentées dans le Tableau  
 262 1.

263

264 L'objectif est de quantifier les impacts environnementaux de chaque structure, à périmètre identique,  
 265 pour le même service fourni, en vue d'identifier la meilleure des structures.

266

267 L'objectif final de l'étude est également de permettre à CITEO de communiquer les résultats de l'ACV  
 268 au consommateur, et à ses clients (qui sont les industriels fabricant et utilisant des emballages en vue  
 269 de vendre du beurre sur le marché).

270

271 Cette étude a donc pour un de ses objectifs de partager publiquement des résultats d'ACV  
 272 comparatives entre les différentes structures rigides, destinée à être divulguées au grand public, et  
 273 notamment repris via un appel à projets à projets.

274

275 Pour communiquer avec le grand public, **il est nécessaire de rédiger un rapport d'ACV comparatif**  
276 **complet, assorti d'une procédure de revue critique de cette ACV.** Le groupe d'experts qui a  
277 procédé à la revue critique est expliqué en Section 2.10.

278

279 Les clients et acteurs du marché des emballages du beurre, notamment en France, sont impliqués  
280 dans cette étude afin de garantir la pertinence des données d'entrées, des structures étudiées et des  
281 résultats.

## 282 1.2.2 L'APPLICATION ET LE PUBLIC VISÉS

### 283 1.2.2.1 OBJECTIFS DE COMMUNICATION

284 L'objectif de cette étude est d'utiliser les résultats de l'impact environnemental pour la communication  
285 interne et externe :

286

287 **En interne**, le rapport détaillé ainsi que la présentation des résultats peuvent être utilisés pour  
288 sensibiliser et informer les clients et acteurs du marché du beurre. Ce document peut également servir  
289 d'outil d'aide à la décision pour les lignes directrices de conception des futurs emballages.

290 La communication interne est basée sur l'adéquation du projet avec les objectifs d'éco-conception de  
291 CITEO (notamment la recyclabilité effective en 2030).

292

293 **En externe**, CITEO s'appuiera sur ce rapport pour communiquer les avantages environnementaux  
294 potentiels de la meilleure structure identifiée par rapport aux autres ; au public du monde entier  
295 (principalement français) par le biais d'un appel à projets.

296 La communication externe proposée est basée sur des affirmations comparatives concernant les  
297 principales réductions d'impacts liés à la conception de la meilleure structure identifiée.

298

### 299 1.2.2.2 DES PRÉCISIONS SUR LA COMMUNICATION DE LA RÉDUCTION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

300 Chaque produit fabriqué a un impact sur son environnement, et donc des impacts environnementaux  
301 qui peuvent varier en fonction des zones de productions considérées. Certaines conceptions auront  
302 des impacts plus faibles que d'autres, ce qui peut se traduire par des impacts environnementaux  
303 globalement plus faibles que d'autres solutions. La réduction des impacts par rapport à autres  
304 structures, est ainsi identifiée (en % notamment), et représente ce que l'on appellera la **réduction**  
305 **potentielle de l'impact environnemental**.

306

307 La réduction d'impact entre les différentes structures (comparées deux à deux), si elle est exprimée  
308 en %, sera d'autant plus grande que certaines étapes identiques pour toutes les solutions auront été  
309 exclues (phase d'utilisation, conditionnement...).

310 Pour rappel, comme pour les éléments de communication, si l'ensemble du cycle de vie avait été  
311 modélisé, la réduction de l'écart d'impact serait nécessairement moindre en relatif car plus d'éléments  
312 auraient été compris dans l'étude et donc des valeurs d'impacts en valeur absolue qui auraient été  
313 plus grandes.

314

315 Sur la base de notre expérience, l'écart relatif entre deux solutions (pour un indicateur ou bien pour le  
316 score unique), peut-être significatif à partir de 3% dans certains cas, et peut ne pas être significatif à  
317 partir de 10 %. En effet, en fonction des produits étudiés, du périmètre établi, du détail de la collecte  
318 des données, et des flux qui sont modélisés, l'interprétation des différences relatives d'impacts est à  
319 voir au cas par cas.

320

321 En d'autres termes, il n'est pas possible de définir un % d'écart à partir duquel nous pouvons valider  
322 une significativité sans faire d'analyses de l'incertitude poussées.  
323 Il est important de rappeler que les différences peuvent être plus simplement interprétées pour un  
324 même flux élémentaire, et que ces différences (de quelques points de %) sont significatives si elles se  
325 font sur la quantité d'un même flux élémentaire.

326  
327 En effet, il est important de noter qu'à ce jour, il n'existe pas de consensus scientifique sur une  
328 différence significative minimale (sur un indicateur ou sur un score unique) permettant d'affirmer qu'un  
329 produit est plus vertueux qu'un autre sur un indicateur particulier.

330  
331 De plus, pour l'indicateur Ecotoxicité, eau douce, la différence entre les valeurs absolues de 2 produits  
332 ou substances doit être supérieure à  $10^4$ . Si ce critère n'est pas rempli, les conclusions ne sont ni  
333 fiables ni pertinentes pour cet indicateur d'impact. Le facteur  $10^4$  du rapport USETox<sup>i</sup> s'applique à la  
334 comparaison de deux substances, mais moins à l'évaluation du cycle de vie (car ce seuil s'applique à  
335 une comparaison absolue et non à une comparaison relative). C'est pourquoi EVEA propose  
336 arbitrairement de ne pas se concentrer sur cet indicateur. Si des valeurs sont présentées dans le  
337 rapport, cela sera à titre d'information uniquement.

338  
339 Il est nécessaire de garder à l'esprit que les indicateurs des catégories d'impact n'ont pas le même  
340 niveau de robustesse selon la Commission européenne<sup>vi</sup>. Par exemple, l'écotoxicité de l'eau douce,  
341 l'utilisation des ressources non-fossiles, l'utilisation de l'eau et l'utilisation des sols sont des indicateurs  
342 dont la robustesse est la plus faible dans le panel d'indicateurs sélectionnés. La robustesse des  
343 indicateurs peut être trouvée dans le Tableau 3 ci-dessous.

344  
345 Il convient également de garder à l'esprit que pour les indicateurs d'utilisation des terres et de l'eau,  
346 une limitation spécifique doit être expliquée afin de mieux interpréter ces indicateurs. Ces indicateurs  
347 comportent des incertitudes, car l'étude n'a pas régionalisé les flux à l'échelle locale, mais a pris des  
348 valeurs globales des flux mondiaux. Par conséquent, comme les flux n'ont pas été régionalisés, l'étude  
349 ne peut pas montrer des impacts plus importants si l'eau utilisée ou les terres utilisées dans une zone  
350 locale ont plus ou moins d'impact (par exemple, dans une zone désertique avec peu de terres et  
351 d'accès à l'eau).

## 352 **2 CHAMP D'APPLICATION DE L'ÉTUDE**

---

### 353 **2.1 SYSTÈMES DE PRODUITS À ÉTUDIER**

354 Les produits étudiés dans cette ACV sont donc des emballages rigides de beurre, pour une contenance  
355 de 250g. Le Tableau 1 résume les conceptions de chacune des solutions rigides afin de bien identifier  
356 et comprendre ce qui est inclus dans chaque structure.

357  
358 Les descriptions techniques de chacune de solutions sont détaillées dans la Section 3, avec une sous-  
359 section spécifique pour chaque structure.

360  
361 Il est important de noter qu'une partie dédiée aux emballages industriels et commerciaux (EIC), qui  
362 sont les emballages secondaires et tertiaires de chacune des structures, est présentée plus bas, car  
363 considérée identique pour toutes les structures. Les EIC pour les rigides sont expliqués en détail en  
364 Section 3.2.1.

365

366 Chaque structure est utilisée et appliquée pour 250g de beurre contenu, selon l'unité fonctionnelle qui  
367 est décrite dans la prochaine section. Il y'a une seule exception, pour la structure S8, dont toutes les  
368 informations et poids ont été partagés pour 230g de beurre conditionné, et non 250g. Un rapport de  
369 250/230 a été appliqué pour se ramener à l'unité fonctionnelle de référence.

370  
371 Aucun schéma, croquis ou image des structures n'est présenté dans le rapport.

## 372 **2.2 LES FONCTIONS DES SYSTÈMES DE PRODUITS ET DE L'UNITÉ** 373 **FONCTIONNELLE**

### 374 2.2.1 L'UNITÉ FONCTIONNELLE

375 Comme cette étude vise à comparer différentes structures entre elles, une unité de référence doit être  
376 définie. Il s'agit de l'unité fonctionnelle, qui permet de comparer les produits sur la base du même  
377 service fourni.

378  
379 L'unité fonctionnelle choisie pour toutes les structures rigides, pour cette ACV est la suivante :

380  
381 **" Emballer 250 g de beurre dans un emballage rigide ".**

382  
383 La définition de chaque terme de l'unité fonctionnelle est donnée ci-dessous :

384 **Emballer** : Être capable de contenir une quantité précise dans son espace ou son volume, de protéger  
385 son contenu lors d'un transport, d'un stockage, et d'une dégradation de son contenu dans le temps  
386 (dans le cadre d'un produit alimentaire qui est contenu).

387 **250 g de beurre** : Quantité de beurre contenu, en grammes

388 **Emballage rigide** : Emballage considéré pour protéger le beurre selon la définition d'« **Emballer** ».

389  
390 ***A noter que cette unité fonctionnelle, ne prend pas en compte de notion de performance de***  
391 ***propriété barrière, ni de notion de temporalité. En effet, les propriétés fonctionnelles et***  
392 ***barrières des solutions étudiées peuvent différer, mais n'ont pas été introduites dans l'étude.***  
393 ***Une analyse de sensibilité a été menée sur la perte de beurre en contrepartie puisque, si***  
394 ***différence il y a, elle se répercutera sur ce paramètre.***

## 395 **2.3 MÉTHODOLOGIE UTILISÉE**

396 Cette étude est réalisée selon les principes et cadres définis par la norme ISO 14040 (AFNOR, 2006)<sup>ii</sup>  
397 et ISO 14044 (AFNOR, 2006)<sup>iii</sup> qui présentent les exigences pour la réalisation d'une analyse du cycle  
398 de vie des produits.

399  
400 Le chapitre suivant présentant l'analyse du cycle de vie a été rédigé par la Commission européenne  
401 (EUROPEAN COMMISSION, 2019)<sup>iv</sup>.

402  
403 La méthodologie de l'analyse du cycle de vie s'articule en **quatre phases distinctes mais**  
404 **interdépendantes** car, tout au long de l'étude, des retours d'expérience fréquents sont nécessaires,  
405 ce qui rend l'approche générale itérative. Sa pratique est désormais normalisée par la série ISO 14040.

406

- **PHASE 1** - Définition des objectifs et du champ d'application

407 Dans la phase de définition des **objectifs et de la portée**, les objectifs de l'étude sont définis, à savoir  
408 l'application prévue, les raisons de la réalisation de l'étude et le public visé. Les principaux choix

409 méthodologiques sont faits à ce stade, en particulier la définition exacte de l'unité fonctionnelle,  
410 l'identification des limites du système, l'identification des procédures, les catégories d'impact étudiées  
411 et les modèles d'évaluation de l'impact sur le cycle de vie (LCIA) utilisés, ainsi que l'identification des  
412 exigences en matière de qualité des données.

413                   • **PHASE 2** - Analyse de l'inventaire du cycle de vie (ICV)

414 La phase d'**inventaire du cycle de vie (ICV)** comprend la collecte de données et la procédure de  
415 calcul pour la quantification des intrants et des extrants du système étudié. Les intrants et les extrants  
416 concernent l'énergie, les matières premières et autres intrants physiques, les produits et coproduits et  
417 les déchets, les émissions dans l'air/l'eau/le sol et d'autres aspects environnementaux. Les données  
418 collectées concernent les processus de premier plan (par exemple, pour un bien de consommation, la  
419 fabrication et l'emballage d'un produit) et les processus d'arrière-plan (par exemple, pour un bien de  
420 consommation, la production d'électricité et de matériaux achetés). Les données sont validées et mises  
421 en relation avec les unités de processus et les unités fonctionnelles.

422                   • **PHASE 3** - Évaluation des impacts du cycle de vie (EICV)

423 Dans la phase d'**évaluation des impacts du cycle de vie (EICV)**, les résultats de l'ICV sont associés  
424 à des catégories d'impact environnemental et à des indicateurs. Pour ce faire, on utilise des méthodes  
425 d'évaluation de l'impact du cycle de vie qui, premièrement, classent les émissions dans des catégories  
426 d'impact et, deuxièmement, les caractérisent par des unités communes afin de permettre la  
427 comparaison.

428                   • **PHASE 4** - Interprétation

429 Enfin, dans la **phase d'interprétation**, les résultats de l'ICV et de l'EICV sont interprétés conformément  
430 à l'objectif et au champ d'application définis. Cette étape comprend des contrôles d'exhaustivité, de  
431 sensibilité et de cohérence. L'incertitude et la précision des résultats obtenus sont également abordées  
432 au cours de cette étape.

433

434 Deux concepts sont essentiels pour répondre à ces normes. En effet, l'ACV est basée sur :

435                   • L'approche multi-étapes, qui permet de prendre en compte plusieurs étapes du cycle de vie  
436 défini dans la phase 1. Les étapes du cycle de vie considérées sont décrites dans le chapitre  
437 "3.3.1 Délimitation des frontières du système",

438 L'approche multicritère caractérisée par un panel d'impacts environnementaux choisi en phase 1 afin  
439 de rendre compte des impacts environnementaux du système étudié de la manière la plus holistique  
440 possible.

## 441 **2.4 LES LIMITES DU SYSTÈME**

### 442 2.4.1 DÉLIMITATION DES FRONTIÈRES DU SYSTÈME

443 L'étude réalisée est dite "du berceau à la tombe" : elle prend en compte les étapes du cycle de vie des  
444 différents produits étudiés, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à leur fin de vie.

445

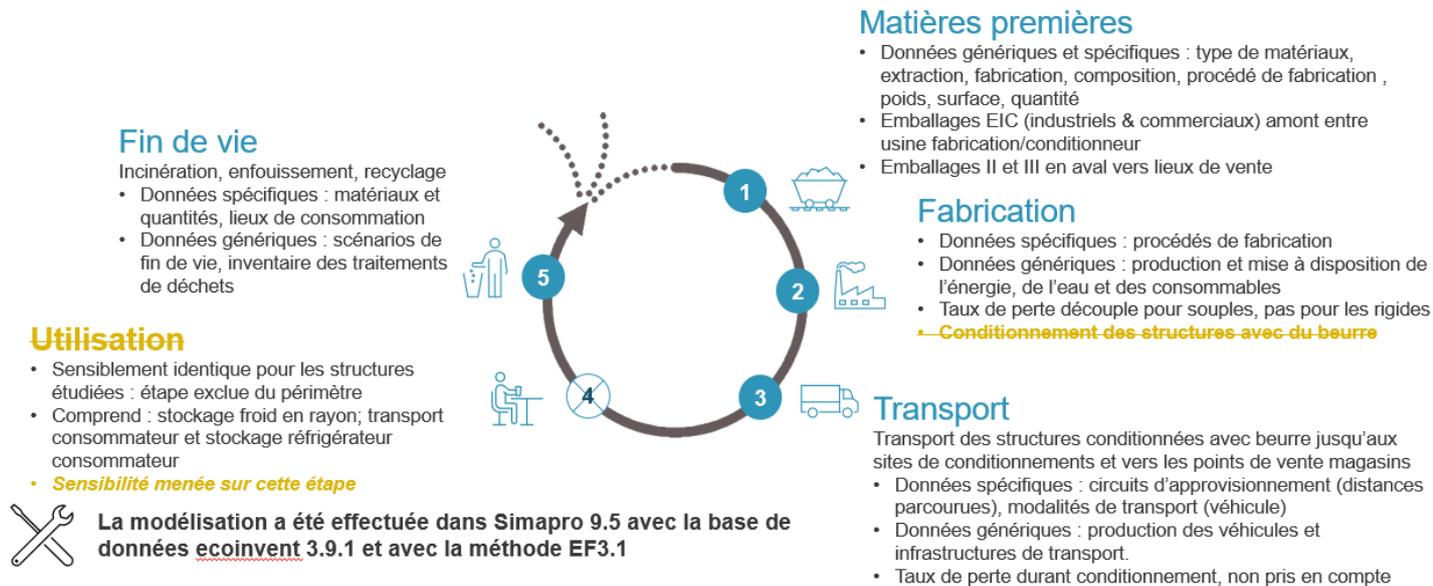
446 Les principales étapes du cycle de vie étudiées dans cette ACV sont les suivantes :

- 447                   • Matières premières
- 448                   • Fabrication
- 449                   • Distribution
- 450                   • Utilisation
- 451                   • Fin de vie

452

453 Pour une meilleure compréhension, Figure 1 présente les principales étapes du cycle de vie (y compris  
454 la phase d'utilisation) d'un produit ci-après :

455



456

457

458

**Figure 1 Schéma simplifié du cycle de vie (EVEA, 2023)**

459

460 Le cycle de vie du beurre, ainsi que son conditionnement, ne sont pas pris en compte, l'étude portant  
461 ici sur les emballages de beurre et non la production de beurre. **Cependant, une analyse de**  
462 **sensibilité sur le taux de perte de beurre a été réalisée afin de mettre en contexte et via une**  
463 **vision globale, les résultats d'ACV des emballages par rapport aux impacts du beurre.**

464

465 La phase d'utilisation, qui comprend les sous-étapes de stockage froid en rayon, le transport du  
466 consommateur vers son domicile, et stockage réfrigérateur consommateur, ne sont pas pris en  
467 compte car supposée identique pour chaque solution. Les dimensions de chaque structure rigides sont  
468 supposées les mêmes, ce qui n'induit donc pas de différences sur le stockage en rayon par exemple.

469

470 En ce qui concerne la fin de vie, les paramètres sélectionnés pour la fin de vie des rebuts et des  
471 déchets d'emballage sont adaptés en fonction des zones géographiques où les déchets ont été  
472 générés, dans le cas de cette étude, en Europe. Dans ce rapport, le terme "rebut" fait référence aux  
473 déchets industriels produits lors de la fabrication de différents composants. Par exemple, lors du  
474 moulage par injection des matières plastiques, les pièces non conformes aux exigences de qualité  
475 sont considérées comme des pièces rejetées, également appelées rebuts. Expliqué en Section 3, les  
476 rebuts ont été appliqués pour tous les types de matériaux.

477

478 Toutes les autres hypothèses et remarques complémentaires sont détaillées dans l'ICV à la Section 3.

479

480 L'année de validité des données est 2023. La collecte des données date de 2023 et est considérée  
481 comme une donnée primaire.

482

483 Les résultats de cette étude sont cohérents et pertinents sur une période arbitraire de 7 ans, jusqu'en  
484 2030, et tant que la conception des différentes structures réelles mises sur le marché, restent fidèles  
485 et identiques aux structures définies dans cette étude, et au cours de la période donnée.

486

487 La Figure 2 ci-dessous illustre toutes les étapes du cycle de vie incluses dans la définition du système,  
 488 pour la structure S9 considérée comme réemployable.

Légende		<b>Pour les structures rigides (+ partie spécifique réemploi)</b>		
Non inclus		Matières premières		
Spécifique réemploi S9		Eau - Minerais - Pétrole - Sable - Bois - Ressources organiques		
Inclus	Transport et approvisionnement Taux de rebut Déchets industriels	Structures emballages	EIC	
		Aluminium, LDPE, Charge minérale, Papier, PET, Acier inox, PP, Opercule, Adhésifs, Carton, Coating et revêtements - Provenance EUROPE	Carton ondulé, film LDPE, palettes bois - Provenance EUROPE	
Etapes du cycle de vie		Fabrication		
		Fabrication de chacun des composants - EUROPE		
		Processus de finition de certains composants - EUROPE		
		Fabrication des EIC		
		Assemblage des composants		
		Fabrication du beurre, et conditionnement	Emballages industriels et commerciaux	
		Distribution		
		Distribution des structures conditionnée avec du beurre, vers les lieux de vente		
		Utilisation		
		Stockage froid en rayon sur les lieux de vente, le transport du consommateur vers son domicile, et stockage réfrigérateur consommateur		
		Etape spécifique au réemploi		
		Retour des pots inox par les consommateurs (potentiel lavage au domicile, puis transport vers lieu de collecte)		
		Collecte via Reverse Vending Machine (RVM) (Prise en compte du taux de retour)		
		Emballages + Transport vers lieu de lavage (Prise en compte du taux de casse)		
		Lavage (Prise en compte du taux de casse)		
Emballages + Transport vers usine de conditionnement				
Fin de vie				
Recyclage - Incinération - Enfouissement (En fonction de la zone de vente du produit)				

489  
 490 **Figure 2 Cycle de vie détaillé des structures rigides, avec une partie spécifique au réemploi**  
 491 **du pot inox de la S9**

492 Concernant les limites du système géographique, tous les composants des structures, que ce soit pour  
 493 l'emballage primaire ou bien pour les emballages industriels et commerciaux des structures  
 494 (emballages secondaires et tertiaires), sont considérés comme fabriqués en EUROPE.

495 Les données ont été collectées via CITEO, qui a organisé la collecte de données avec ses clients, soit  
 496 des metteurs sur le marché du beurre, soit, directement les fournisseurs d'emballages pour le beurre  
 497 (qui livrent donc les metteurs sur le marché).

498  
 499 **CRITÈRES D'EXCLUSION**

500 Les critères de coupure sont calculés pour rendre transparente l'exclusion de certains éléments des  
 501 limites du système. L'évaluation de l'exclusion de certains éléments doit se faire au regard d'au moins  
 502 trois critères : le critère de masse, le critère d'énergie et le critère d'impact sur l'environnement.

503 Néanmoins, dans cette étude, aucun critère de coupure n'a été calculé, mais les critères d'exclusion  
 504 utilisés à l'intérieur des limites du système sont détaillés dans le tableau ci-dessous. Néanmoins, la

505 procédure de coupure est appliquée dans les processus d'arrière-plan provenant de la base de  
506 données ecoinvent.

507

508 Le modèle d'écosystème utilisé est "Allocation, cut-off by classification" ce modèle de système de  
509 coupure est basé sur l'approche du contenu recyclé, ou de la coupure. Dans ce modèle, les déchets  
510 relèvent de la responsabilité du producteur ("pollueur-payeur"), et il existe une incitation à utiliser des  
511 produits recyclés, qui sont disponibles sans charge (cut-off). De plus amples informations sont  
512 disponibles sur le site web ecoinvent (ECOINVENT, 2022)<sup>y</sup>. Cependant, la Circular Footprint Formula  
513 expliquée en Section 2.5 est utilisée dans le cas du recyclage et des matériaux contenant de la matière  
514 recyclée. Pour résumer, il n'y a pas de cut-off pour la partie fin de vie car la CFF est utilisée  
515 (comprenant le recyclage, l'incinération et la mise en décharge).

516

517 Le Tableau 2 ci-dessous illustre les critères d'exclusion à l'intérieur des frontières du système. La 2<sup>ème</sup>  
518 colonne reprend les impacts qui ne sont pas considérés quantitativement, via une description  
519 qualitative de ces impacts, ainsi que la 3<sup>ème</sup> expliquant les justifications de l'exclusion de critères.

HORS PERIMETRE	IMPACT DE L'EXCLUSION SUR L'ÉTUDE	JUSTIFICATION
<b>Champ d'application du produit</b>	NA	Pas de différenciation car le type de produit contenu dans les emballages est identique pour toutes les structures
<b>Champ d'application de l'assemblage</b>	Les processus d'assemblage des composants des différentes structures n'ont pas été évalués. Est considéré ici le fait d'assembler via une colle ou un procédé, les différents matériaux. Cela peut entraîner une faible consommation d'énergie et d'électricité, des pertes de matériaux, ainsi que de consommables, dont les impacts ne sont pas pris en compte dans cette étude.	L'assemblage des différents composants pour les différentes structures n'a pas été pris en compte, cela a été écarté du périmètre dès le début de l'étude.
<b>Fabrication du beurre et conditionnement</b>	La production de beurre a de nombreux impacts liés à la partie amont, notamment à travers l'élevage de bovins. Prendre en compte ce scope aurait entraîné de forte consommation d'intrants agricoles, d'énergie et d'électricité, ainsi que de consommables, dont les impacts ne sont pas pris en compte dans cette étude, néanmoins ces impacts pour 250g de beurre auraient été bien plus élevés que pour un emballage de beurre de 250g.	Pas de différenciation car le beurre est identique pour les différentes solutions étudiées.  En outre, la quantité requise par l'unité fonctionnelle dans le système comparé est supposée similaire.  Enfin, l'objectif de l'étude est de réaliser l'ACV de l'emballage et non du produit.  Une analyse de sensibilité sur le calcul des impacts de pertes de beurre a été réalisé en Section 4.4.1
<b>Développement de produits, échantillons et articles promotionnels</b>	Les impacts du développement des produits, des prototypes, des échantillons, des articles promotionnels, qui comprennent la consommation de matériaux et d'énergie, ne sont pas pris en compte dans cette étude.	L'emballage du produit est le seul sujet de l'étude. Ces éléments ne font pas la différence entre les différentes solutions étudiées.
<b>Fin de vie des déchets de fabrication, de finition et d'assemblage</b>	Le traitement en fin de vie des déchets comprend le recyclage, la valorisation énergétique et la mise en décharge, dont les impacts ne sont pas pris en compte dans l'étude.	Le traitement en fin de vie des déchets industriels (de fabrication et de finition) n'a pas été pris en compte dans cette étude, hormis pour les plastiques pour lesquels les données de rendement lors de l'utilisation d'un procédé présents dans les données ecoinvent, ont été utilisées.
<b>Résidus de beurre perturbateurs du recyclage de certains matériaux</b>	Cette hypothèse (qui est aussi une limite de l'étude) souhaite rappeler	Les échanges avec CITEO ont amené à la conclusion que la quantité de beurre

	que les résidus de beurre peuvent être considérés comme des perturbateurs de certains flux de recyclage, notamment du papier, si le beurre est présent en trop grande quantité, ou bien, s'il est imprégné dans les fibres. L'étude considère que les résidus de beurre ne sont pas des perturbateurs du recyclage des flux de matière.	résiduel, et la potentielle pénétration dans les fibres, n'a pas d'importance pour le recyclage du papier carton. Cependant aucune preuve ou rapport n'a été partagé.
<b>Efficiences et performances des propriétés barrières et de conservation</b>	L'efficacité et les performances des propriétés barrières et de conservation des différentes structures, n'a pas été considérée dans cette étude. L'hypothèse est que toutes les structures ont un même taux de conservation (et donc un même taux de perte de beurre).  Si les différences de propriétés barrières de chaque structure avaient été considérées, les impacts des structures auraient été significativement et drastiquement augmentés de par les impacts du beurre qui aurait été perdu. Cela aurait nuancé les conclusions faites en Section 5.1.	Cet aspect n'était pas l'objet de cette étude ACV.
<b>Consommation d'énergie et d'eau</b> Entrepôts et magasins de vente	NA	Ces bâtiments ne sont pas spécifiques à la vente du beurre, leur impact est donc réparti sur l'ensemble des produits qui y sont stockés, tout type de produit et marques confondues. De même, ces éléments ne font pas de différence entre les deux conceptions.

520 **Tableau 2 Critères d'exclusion à l'intérieur des frontières du système**

521 Tous les détails spécifiques et les hypothèses formulées pour l'inventaire ont été détaillés dans la  
522 Section 3.  
523

524 **2.5 PROCÉDURES D'ATTRIBUTION**

525 Parfois, les processus du cycle de vie d'un produit génèrent des produits multiples ou des coproduits.  
526 Des processus de recyclage peuvent également être mis en œuvre, générant des matières premières  
527 secondaires. Dans ce cas, il convient de déterminer les règles d'attribution des coproduits et du  
528 recyclage.  
529

530 Des données de base ont été utilisées pour les procédés impliquant des coproduits (fabrication de  
531 produits chimiques, fabrication de pâte et de papier, raffinage du pétrole, etc.) Pour ces procédés, la  
532 base de données ecoinvent 3.9 Allocation, Cut-off (ecoinvent, 2022)<sup>v</sup> a été utilisée, de sorte que les  
533 règles d'allocation de cette base de données sont donc appliquées à ces procédés. L'allocation est  
534 principalement économique. La procédure de coupure permet de définir les allocations pour les  
535 impacts environnementaux générés par les processus de recyclage (tous les impacts  
536 environnementaux générés pendant le processus de recyclage sont alloués à la matière première  
537 secondaire) et les processus de récupération d'énergie (la production de chaleur ou d'électricité n'est  
538 pas prise en compte dans les processus d'incinération). Cependant, le paragraphe suivant explique  
539 les changements apportés à la modélisation du recyclage et de la récupération d'énergie qui ne suivent  
540 pas l'allocation d'ecoinvent.

541

## 542 **Recyclage, matériaux recyclés et récupération d'énergie pour l'incinération :**

543 Le recyclage est un processus multifonctionnel qui permet le traitement des déchets et la production  
544 de matières premières secondaires.

545 Les données d'ecoinvent 3.9 ont été adaptées pour respecter les recommandations du PEF. Ainsi, la  
546 formule de l'empreinte circulaire (2013)<sup>vi</sup> (CFF) a été utilisée pour l'emballage primaire, l'emballage  
547 secondaire et la fin de vie de l'emballage tertiaire.

548

549 Le CFF est une méthode recommandée par la Commission européenne qui permet de définir les  
550 allocations pour les impacts environnementaux générés par les processus de recyclage et de  
551 récupération d'énergie.

552

553 L'équation de la FCE est la suivante :

$$554 \quad (1 - R_1) \times E_v + R_1 \times \left( A \times E_{Recycled} + (1 - A) \times \frac{Q_{Sin}}{Q_p} \times E_v \right) + R_2 \times (1 - A) \times \left( E_{RecycledEoL} - \frac{Q_{Sout}}{Q_p} \times E_v^* \right) + R_3 \times (1$$
$$555 \quad - B) \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,heat} \times E_{SE,heat} - LHV \times X_{ER,elec} \times E_{SE,elec}) + (1 - R_2 - R_3) \times E_D$$

556

### 557 **Paramètres :**

- 558 •  $R_1$  Il s'agit de la proportion de matériaux entrant dans la production qui ont été recyclés à partir d'un système  
559 antérieur.
- 560 •  $R_2$  Il s'agit de la proportion de matériaux contenus dans le produit qui seront recyclés (ou réutilisés) dans un système  
561 ultérieur.  $R_2$  doit donc prendre en compte les inefficacités des processus de collecte et de recyclage (ou de  
562 réutilisation).  $R_2$  est mesuré à la sortie de l'usine de recyclage.
- 563 •  $R_3$  Il s'agit de la proportion de la matière du produit qui est utilisée pour la récupération d'énergie en fin de vie.
- 564 •  $X_{ER,heat}$  et  $X_{ER,elec}$  l'efficacité du processus de récupération d'énergie pour la chaleur et l'électricité.
- 565 •  $LHV$  Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) de la matière contenue dans le produit et utilisée pour la récupération  
566 d'énergie.
- 567 •  $Q_{Sin}$  la qualité du matériau secondaire entrant, c'est-à-dire la qualité du matériau recyclé au point de substitution  
568 (entre 0 et 1).
- 569 •  $Q_{Sout}$  qualité des matières secondaires sortantes, c'est-à-dire la qualité des matières recyclées au point de  
570 substitution (entre 0 et 1).
- 571 •  $Q_p$  qualité de la matière première, c'est-à-dire qualité de la matière vierge (entre 0 et 1).

### 572 **Facteurs d'allocation :**

- 573 •  $A$  Le facteur de répartition des charges et des crédits entre le fournisseur et l'utilisateur de matériaux recyclés.
- 574 •  $B$  Facteur d'affectation des procédés de valorisation énergétique : il s'applique aussi bien aux charges qu'aux crédits.

### 575 **Stocks :**

- 576 •  $E_{Recycled}$  Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant du processus  
577 de recyclage des matériaux recyclés (réutilisés), y compris les processus de collecte, de tri et de transport.
- 578 •  $E_{RecycledEoL}$  Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant du  
579 processus de recyclage en fin de vie, y compris les processus de collecte, de tri et de transport.
- 580 •  $E_v$  Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant de l'acquisition et du  
581 prétraitement de matières vierges.
- 582 •  $E_v^*$  Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant de l'acquisition et du  
583 prétraitement de matériaux vierges supposés être remplacés par des matériaux recyclés.
- 584 •  $E_{ER}$  Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant du processus de  
585 valorisation énergétique (par exemple, incinération avec récupération d'énergie, mise en décharge avec  
586 récupération d'énergie, ...).
- 587 •  $E_{SE,heat}$  et  $E_{SE,elec}$  : émissions spécifiques et ressources consommées (par unité fonctionnelle) qui auraient été  
588 générées par la source d'énergie de substitution spécifique, respectivement la chaleur et l'électricité.
- 589 •  $E_D$  émissions spécifiques et ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant de l'élimination des déchets  
590 à la fin de la durée de vie du produit analysé, sans récupération d'énergie

591

## 593 2.6 CATÉGORIES D'IMPACT ET MÉTHODOLOGIE CONNEXE RETENUE

### 594 2.6.1 ENSEMBLE DE CATÉGORIES D'IMPACT

595 Le choix de la méthode d'évaluation de l'impact du cycle de vie a été fait en concertation entre EVEA  
596 et CITEO, afin de répondre au mieux aux objectifs de l'étude, à savoir :

- 597 • Refléter les enjeux représentatifs du système étudié : la consommation d'énergie pour produire  
598 les emballages primaires, secondaires et tertiaires, l'impact sur l'air, l'eau et le sol des  
599 processus de fabrication et de finition des emballages, l'impact des processus de transport et  
600 de fin de vie.
- 601 • Pour garantir la lisibilité (nombre réduit d'indicateurs d'impact car seuls les plus pertinents  
602 seront sélectionnés pour cette étude, en l'occurrence le changement climatique)
- 603 • Permettre l'accessibilité à un public d'experts (indicateurs d'impact) mais aussi à un public non  
604 expert (indicateurs d'inventaire et traduction des indicateurs d'impact CO<sub>2</sub> en particulier).

605  
606 La méthode de l'**Environmental Footprint 3.1** (EF 3.1) (EUROPEAN COMMISSION, 2019)<sup>vi</sup> a été  
607 choisie car elle est recommandée par le Joint Research Center (JRC) de la Commission européenne.  
608

609 Tableau 3 ci-dessous présente les 16 indicateurs de la méthode de référence ainsi que leurs méthodes  
610 originales et leur robustesse issue d'un mélange scientifique et citoyen. Les indicateurs d'impact  
611 potentiel, les explications et les références proviennent du Guide PEF (Manfredi & et al, 2012)<sup>vii</sup> et  
612 peuvent y être consultés, les méthodes LCIA recommandées par défaut proviennent des Supporting  
613 information to the characterization factors of recommended EF Life Cycle Impact Assessment method  
614 report (Fazio & et al., 2018)<sup>viii</sup> et la robustesse des indicateurs provient de l'ILCD Handbook (Pant & et  
615 al., 2011)<sup>ix</sup>.

616

Indicateurs	Indicateurs (English)	Unités	Explications	Défaut recommandé LCIA méthode	Robustesse (I pour les catégories les plus robustes, III pour les moins robustes)
Changement climatique	Climate Change	Kg CO <sub>2</sub> eq.	It relates to the capacity to influence changes in the global average surface-air temperature and subsequent change in various climate parameters and their effects, such as storm frequency and intensity, rainfall intensity and frequency of flooding, etc. due to human activities, including the use of fossil fuels.	Baseline model of 100 years of the IPCC (based on IPCC 2013)	I
Appauvrissement de la couche	Ozone depletion	Kg CFC11 eq.	EF impact category that accounts for the degradation of stratospheric ozone due to emissions of ozone-depleting substances, for example long-lived chlorine and bromine containing gases (e.g. CFCs, HCFCs, Halons).	Steady-state ODPs as in (WMO 1999)	I
Rayonnement ionisant	Ionising radiation	kBq U-235 eq.	EF impact category that accounts for the adverse health effects on human health caused by radioactive releases.	Human health effect model as developed by Dreicer et al. 1995 (Frischknecht et al, 2000)	II

Formation d'ozone photochimique	Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq.	EF impact category that accounts for the formation of ozone at the ground level of the troposphere caused by photochemical oxidation of Volatile Organic Compounds (VOCs) and carbon monoxide (CO) in the presence of nitrogen oxides (NOx) and sunlight. High concentrations of ground-level tropospheric ozone damage vegetation, human respiratory tracts and manmade materials through reaction with organic materials.	LOTOS-EUROS (Van Zelm et al, 2008) as applied in ReCiPe 2008	II
Particules	Particulate matter	kg PM2.5 eq.	EF impact category that accounts for the adverse health effects on human health caused by emissions of Particulate Matter (PM) and its precursors (NOx, SOx, NH3)	PM model recommended by UNEP (UNEP 2016)	I
Toxicité humaine, non cancéreuse	Human toxicity, non-cancer	CTUh	EF impact category that accounts for the adverse health effects on human beings caused by the intake of toxic substances through inhalation of air, food/water ingestion, penetration through the skin insofar as they are related to cancer.	USEtox model (Rosenbaum et al, 2008)	II/III
Toxicité humaine, cancer	Human toxicity, cancer	CTUh	EF impact category that accounts for the adverse health effects on human beings caused by the intake of toxic substances through inhalation of air, food/water ingestion, penetration through the skin insofar as they are related to non-cancer effects that are not caused by particulate matter/respiratory inorganics or ionising radiation.	USEtox model (Rosenbaum et al, 2008)	II/III
Acidification	Acidification	molc H+ eq.	EF impact category that addresses impacts due to acidifying substances in the environment. Emissions of NOx, NH3 and SOx lead to releases of hydrogen ions (H+) when the gases are mineralised. The protons contribute to the acidification of soils and water when they are released in areas where the buffering capacity is low, resulting in forest decline and lake acidification.	Accumulated Exceedance (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	II
Eutrophication des eaux douces	Eutrophication, freshwater	kg P eq.	Nutrients (phosphorus) from sewage outfalls accelerate the growth of algae and other vegetation in water. The degradation of organic material consumes oxygen resulting in oxygen deficiency and, in some cases, fish death. Eutrophication translates the quantity of substances emitted into a common measure expressed as the oxygen required for the degradation of dead biomass.	EUTREND model (Struijs et al, 2009) as implemented in ReCiPe	II
Eutrophication marine	Eutrophication, marine	kg N eq.	Nutrients (phosphorus) from sewage outfalls accelerate the growth of algae and other vegetation in water. The degradation of organic material consumes oxygen resulting in oxygen deficiency and, in some cases, fish death. Eutrophication translates the quantity of substances emitted into a common measure expressed as the oxygen required for the degradation of dead biomass.	EUTREND model (Struijs et al, 2009) as implemented in ReCiPe	II
Eutrophication terrestre	Eutrophication, terrestrial	mol N eq.	Fertilised farmland accelerate the growth of algae and other vegetation in water. The degradation of organic material consumes oxygen resulting in oxygen deficiency and, in some cases, fish death. Eutrophication translates the quantity of substances emitted into a common measure expressed as the oxygen required for the degradation of dead biomass.	Accumulated Exceedance (Seppälä et al. 2006, Posch et al, 2008)	II
Ecotoxicité, eau douce	Ecotoxicity, freshwater	CTUe	EF impact category that addresses the toxic impacts on an ecosystem, which damage individual species and change the structure and function of the ecosystem. Ecotoxicity is a result of a variety of different toxicological mechanisms caused by the release of substances with a direct effect on the health of the ecosystem.  <b>Warning:</b> To be significant, the difference between 2 products has to be more than 10 <sup>4</sup> on this indicator (USETOX, 2018)	USEtox model, (Rosenbaum et al, 2008)	II/III

Utilisation des sols	Land use	Pt	EF impact category related to use (occupation) and conversion (transformation) of land area by activities such as agriculture, roads, housing, mining, etc. Land occupation considers the effects of the land use, the amount of area involved and the duration of its occupation (changes in quality multiplied by area and duration). Land transformation considers the extent of changes in land properties and the area affected (changes in quality multiplied by the area).	Soil quality index based on LANCA (Beck et al. 2010 and Bos et al. 2016)	III
Utilisation de l'eau	Water use	m3 depriv.	EF impact category that addresses use of water.  The availability of water resources is a key issue, a source of economic and geopolitical tension in many parts of the world. Most water consumption comes from watersheds that are already under extreme water stress.	Available WATER REMaining (AWARE) in UNEP, 2016	III
Utilisation des ressources, minéraux et métaux	Resource use, and minerals, metals	kg Sb eq.	EF impact category that addresses use of minerals and metals.  The pressure on these resources such as: minerals, metals, rare earths... is increasing, and the decrease in reserves is creating economic and geopolitical tensions. The use of these resources can lead to a decrease in available reserves.	ADP for mineral and metal resources, based on van Oers et al. 2002 as implemented in CML, v. 4.8 (2016).	III
Utilisation des ressources fossiles	Resource use, fossils	MJ	EF impact category that addresses use of energy.  The production and distribution of energy, whatever its form (electricity, gas, coal or other), uses energy resources, generates emissions and requires means of transport and distribution. Energy consumption is therefore responsible for environmental impacts.	ADP for energy carriers, based on van Oers et al. 2002 as implemented in CML, v. 4.8 (2016).	III

617 **Tableau 3 Liste des indicateurs de catégorie d'impact sélectionnés pour l'évaluation**

618

619 Pour ce rapport, seuls les indicateurs les plus pertinents pour les produits étudiés seront sélectionnés  
620 et analysés en détail, les résultats de tous les indicateurs seront disponibles dans les annexes. La  
621 méthode de sélection des indicateurs peut être par exemple basée sur les indicateurs qui contribuent  
622 à 80% du score unique et sur les indicateurs d'intérêt principal dans la stratégie de CITEO. Les détails  
623 des indicateurs choisis sont décrits dans le LCIA à la Section 4.

624

625 Pour cette étude, les indicateurs d'impact ont été choisis parmi la méthode de l'empreinte  
626 environnementale 3.1 proposée ci-dessus. Pour affiner l'interprétation, une sélection d'indicateurs est  
627 faite en fonction de leur pertinence sur l'impact des deux produits.

628

629 Les indicateurs d'impact contribuant à plus de 80% de l'impact cumulé sur le score unique ont été  
630 retenus. Cette méthode de choix des indicateurs d'impact est décrite dans le document d'orientation  
631 du PEFCEP proposé par la Commission européenne (Fazio & et al., 2018)<sup>viii</sup>. La méthodologie de  
632 regroupement des scores uniques est présentée dans la section 2.6.3 ci-dessous.

633

### 634 2.6.2 INDICATEUR COMPLEMENTAIRE – CUMULATIVE ENERGY DEMAND

635

636 L'indicateur appelé Cumulative Energy Demand (CED), dans sa version 1.07, constitue un outil  
637 essentiel pour évaluer de manière exhaustive l'impact énergétique global d'un produit ou d'un  
638 processus sur l'ensemble de son cycle de vie. L'indicateur CED mesure la consommation cumulative  
639 d'énergie tout au long des différentes étapes, de l'extraction des matières premières à la fabrication,  
640 la distribution, l'utilisation et enfin, la gestion des déchets.

641

642 L'indicateur CED vise à fournir une représentation précise et actualisée des besoins énergétiques liés  
643 à la réalisation d'un bien ou d'un service. En considérant les diverses sources d'énergie impliquées

644 (fossiles et renouvelables), CED 1.07 offre une perspective holistique permettant de comparer les  
645 impacts énergétiques relatifs de différentes alternatives. En utilisant cet indicateur, les entreprises,  
646 chercheurs et décideurs peuvent prendre des décisions informées visant à minimiser la consommation  
647 énergétique et à promouvoir des pratiques plus durables tout au long du cycle de vie des produits.

648

649 L'indicateur CED est utilisé dans la Section 4.7.

650 *2.6.2.1 Carbone biogénique et méthane biogénique pour le carton et papier*

651

652 ecoinvent considère le flux de dioxyde de carbone biogénique avec la substance spécifique "dioxyde  
653 de carbone biogénique" pour la méthode EF 3.1 sur le changement climatique comme un facteur de  
654 caractérisation de 0 pour cette substance. La substance "dioxyde de carbone" a un facteur de  
655 caractérisation de 1.

656

657 ecoinvent considère le flux de dioxyde de carbone biogénique avec la substance spécifique "méthane,  
658 biogénique" pour la méthode EF 3.1 sur le changement climatique avec un facteur de caractérisation  
659 de 27 pour cette substance. La substance "méthane" a un facteur de caractérisation de 29,8.

660

661 En d'autres termes, on suppose qu'aucune absorption de CO<sub>2</sub> biogénique n'est considérée comme  
662 une émission de carbone biogénique en fin de vie. Un bilan neutre est donc supposé : l'élimination et  
663 l'émission de CO<sub>2</sub> ne sont pas prises en compte, et des facteurs de caractérisation (0:0) sont utilisés  
664 pour le CO<sub>2</sub> biogénique.

665

## 666 2.6.3 REGROUPEMENTS DES CATEGORIES D'IMPACTS

667 La méthode de l'empreinte environnementale 3.1 (EF 3.1) recommandée par le PEF est utilisée pour  
668 les ACV harmonisées. Elle est composée de 16 indicateurs d'impact détaillés ci-dessus.

669 La modélisation d'un système par l'analyse du cycle de vie permet d'inventorier les substances  
670 absorbées et émises par ce système. La méthode d'évaluation des impacts traduit ces flux en impacts  
671 via des indicateurs et une caractérisation. Pour une approche plus approfondie, avec la nécessité d'une  
672 vision globale des impacts environnementaux, des facteurs de normalisation et de pondération  
673 peuvent être appliqués aux indicateurs des catégories d'impacts.

674

### 675 **CARACTÉRISATION :**

676 Dans la méthode EF 3.1, chaque indicateur est défini par une liste de flux de substances contribuant  
677 à l'impact qu'il caractérise, tandis que chaque flux est associé à un facteur de caractérisation,  
678 permettant de traduire le flux dans l'unité dans laquelle l'indicateur est exprimé. Par exemple, un  
679 kilogramme de méthane équivaut à 29,8 kg de CO<sub>2</sub> pour l'indicateur Changement climatique, qui est  
680 son facteur de caractérisation : 1kg de CH<sub>4</sub> = 29,8 kg CO<sub>2</sub> eq.

681

### 682 **NORMALISATION :**

683 Dans la méthode EF3.1, les résultats par indicateur d'impact peuvent être normalisés, c'est-à-dire  
684 ramenés à une référence commune en divisant les résultats de la caractérisation par les émissions  
685 d'un habitant moyen du monde sur une année (voir le [Tableau 4](#)). Les résultats normalisés sont donc  
686 sans unité.

687

### 688 **PONDÉRATION :**

689 Dans la méthode EF3.1, les scores d'impact normalisés sont multipliés par un facteur de pondération  
690 associé à l'indicateur afin d'obtenir un score unique regroupant les indicateurs d'impact. Ce score

691 unique est exprimé en points (Pt), un point équivalant à l'impact annuel moyen d'une personne dans  
692 le monde.

693 Ces pondérations sont calculées à l'aide de deux méthodes combinées à poids égal :

- 694 - L'avis d'un panel de citoyens et d'un panel d'experts en ACV qui ont répondu à un questionnaire
- 695 dans lequel il leur était demandé d'attribuer des points à différentes catégories d'impact.
- 696 - Une approche hybride basée sur la robustesse des indicateurs d'impact et le jugement
- 697 d'experts.

698

#### 699 SCORE UNIQUE :

700 Pour obtenir un score unique, les résultats caractérisés dans chacune des 16 catégories d'impact sont  
701 normalisés puis pondérés.

702 La normalisation consiste à diviser les résultats caractérisés par des facteurs de normalisation  
703 (correspondant à l'impact d'une personne moyenne dans le monde sur une année). Les résultats  
704 normalisés sont multipliés par les facteurs de pondération pour obtenir un score unique, donné en  
705 Points (Pt.).

706

707 Il est nécessaire de garder à l'esprit que la construction des facteurs fiables repose sur des biais et  
708 des méthodologies spécifiques à la méthode EF3.1, multipliant les incertitudes sur le résultat d'un  
709 score unique. **Ainsi, le résultat d'une comparaison à score unique ne montre qu'une tendance.**  
710 L'un de ses principaux objectifs est d'aider à la prise de décision en ayant une vision globale des  
711 impacts via un seul indicateur. **Il est nécessaire de prendre en compte les autres indicateurs lors**  
712 **de l'analyse des résultats. Le score unique n'est pas destiné à la communication externe.**

713

INDICATEURS D'IMPACT	UNITÉS	FACTEURS DE NORMALISATION	FACTEURS DE PONDÉRATION
Changement climatique	kg CO2 eq	1,32 <sup>E</sup> -04	21,06%
Appauvrissement de la couche d'ozone	kg CFC-11 eq	1,91 <sup>E</sup> +01	6,31%
Toxicité humaine, cancer	CTUh	5,80 <sup>E</sup> +04	2,13%
Toxicité humaine, non cancéreuse	CTUh	7,77 <sup>E</sup> +03	1,84%
Particules	impact des maladies	1,68 <sup>E</sup> +03	8,96%
Rayonnement ionisant	kBq U235 eq	2,37 <sup>E</sup> -04	5,01%
Formation d'ozone photochimique	kg d'éq. COVNM	2,45 <sup>E</sup> -02	4,78%
Acidification	mol H+ eq	1,80 <sup>E</sup> -02	6,20%
Eutrophisation terrestre	mol N eq	5,66 <sup>E</sup> -03	3,71%
Eutrophisation des eaux douces	kg P eq	6,2 <sup>E</sup> -01	2,80%
Eutrophisation marine	kg N eq	5,1 <sup>E</sup> -02	2,96%
Utilisation des sols	Pt	1,22 <sup>E</sup> -06	7,94%
Ecotoxicité, eau douce	CTUe	1,76 <sup>E</sup> -05	1,92%
Utilisation de l'eau	m3 eau eq	8,72 <sup>E</sup> -05	8,51%
Utilisation des ressources, fossiles	MJ	1,54 <sup>E</sup> -05	?
Utilisation des ressources, minéraux et métaux	kg Sb eq	1,57 <sup>E</sup> +01	7,55%

## 716 **2.7 LIMITES**

717 Il est important de noter que cette étude présente plusieurs limites. Celles-ci découlent des limites du  
718 système défini, des données utilisées, des hypothèses formulées et de la méthodologie intrinsèque de  
719 l'ACV.

720

### 721 **Limites du système**

722 Plusieurs processus ont été exclus des limites du système. Parmi ces processus, nous aimerions attirer  
723 l'attention sur certains d'entre eux :

724

- 725 • La fabrication de beurre a été exclue des limites du système en raison de la nature non  
726 différenciée de cette étape en fonction des solutions étudiées. Toutefois, la fabrication du  
727 beurre peut avoir des impacts importants sur le cycle de vie du produit, plus importantes encore  
728 que l'impact de l'emballage. Dans une perspective d'éco-conception des produits de CITEO et  
729 de cohérence avec les recommandations de l'affichage environnemental, cette étape pourrait  
730 être étudiée dans les futures ACV afin d'avoir le périmètre global beurre et emballage.  
731 Toutefois, une analyse de sensibilité sur la perte de beurre a été menée afin d'évaluer les  
732 augmentations d'impacts en fonction de la perte de beurre des différentes structures.

733

### 734 **Limites des données**

735

736 Outre l'utilisation des données génériques d'ecoinvent qui peuvent être assimilées à des moyennes  
737 sur les matériaux et sur les différents processus de fabrication, de transport, de fin de vie..., plusieurs  
738 hypothèses ont été formulées pour modéliser les processus unitaires qui composent le cycle de vie  
739 des différentes structures. Toutes ces hypothèses sont référencées dans l'ICV à la Section 3. Des  
740 incertitudes peuvent subsister concernant certaines données spécifiques (surfaces de finition, taux de  
741 recyclage, composition des matières premières, distance de transport pour l'approvisionnement ou la  
742 distribution, la fin de vie des produits par exemple).

743

744 Les données qui semblent être les moins robustes que d'autres sont celles liées au réemploi de la  
745 solution S9, sur toute l'étape de réemploi (collecte, transport, lavage, réapprovisionnement vers l'usine  
746 de conditionnement). Les données sont basées sur un scénario hypothétique de CITEO, à la base  
747 appliquée pour des contenants en verre, dont les consommations ont été ajustées pour des contenants  
748 en acier inox/aluminium. En tout cas, la robustesse des données utilisées pour chaque structure est  
749 précisée dans la Section 3.

750

### 751 **Limites intrinsèques**

752 Les valeurs numériques des impacts sont des valeurs d'impacts potentiels et non des valeurs réelles.  
753 Elles permettent d'évaluer l'impact potentiel relatif des différentes conceptions à comparer entre elles,  
754 mais ne reflètent pas les dépassements de seuils, les marges de sécurité ou les risques.

755

## 756 2.8 EXIGENCES EN MATIÈRE DE DONNÉES ET DE QUALITÉ DES 757 DONNÉES

### 758 2.8.1 EXIGENCES EN MATIERE DE DONNEES

759 La méthodologie utilisée pour sélectionner les données a consisté à collecter les données directement  
760 via CITEO, qui a ensuite collecté les données auprès de ses clients : d'abord par le biais d'un entretien  
761 général, puis de manière détaillée grâce à un dossier de collecte rempli par les clients. Les masses de  
762 données d'activité, les matières premières, les processus de fabrication, les processus de finition, les  
763 plans de palettisations avec le « Pour Combien » ainsi que les déchets sont fournis par CITEO par  
764 l'intermédiaire de ses clients. Les données secondaires proviennent de la base de données générique  
765 ecoinvent 3.9 cut-off.

766  
767 Pour les données manquantes, une recherche bibliographique a d'abord été effectuée, puis, si aucune  
768 information n'était trouvée, les données d'une collection spécifique d'un fournisseur ont été  
769 sélectionnées. Pour les autres données manquantes, des hypothèses ont été formulées.

770

### 771 2.8.2 EXIGENCES EN MATIERE DE QUALITÉ DES DONNEES

#### 772 2.8.2.1 Facteurs temporels

773 Toutes les données recueillies auprès de CITEO et de ses adhérents/fournisseurs datent de l'année  
774 2023. La base de données ecoinvent 3.9.1 utilisée a été publiée en décembre 2022.

#### 775 2.8.2.2 Zone géographique

776 Les données relatives à la fabrication et à la finition de l'emballage primaire ont été collectées dans la  
777 zone EUROPE

778 Les données relatives à la fabrication et à la finition de l'emballage secondaire ont été collectées dans  
779 la zone EUROPE

780 Les deux peuvent être considérés comme représentatifs de la réalité. Les détails sont précisés dans  
781 l'ICV à la section 3.

782 Il n'existe pas de données sur l'origine des fournisseurs d'emballages tertiaires pour  
783 l'approvisionnement et la distribution, c'est pourquoi des hypothèses globales ont été prises, comme  
784 détaillé dans la Section 3.

785

786 Les données sont cohérentes avec le champ d'application du système défini à la Section 2.4.

787

788 L'alignement entre les données primaires et les données de base a été effectué selon cette procédure  
789 :

790 - Lorsque les données sont géographiquement représentatives de l'EUROPE, les données  
791 géographiques de base {RER} ont été utilisées. Si elles ne sont pas disponibles, les données  
792 {GLO} ont été utilisées. Si elles ne sont pas disponibles, les données {RoW} ont été utilisées.

793

794 Le choix des données {GLO} ou {RoW} a une portée géographique plus large et est donc moins adapté  
795 aux données primaires recherchées.

796

#### 797 2.8.2.3 Fiabilité de la source

798 Pour chaque étape du cycle de vie, la spécification des sources des données utilisées est indiquée ci-  
799 dessous. Les **données spécifiques** sont celles fournies par CITEO et les clients via une collecte de

800 données spécifiques ; les données **semi-spécifiques (ou également appelées proxy)** sont des  
801 données extrapolées à partir des données fournies par CITEO et les clients ou à partir d'une recherche  
802 bibliographique ; les **données génériques** sont des données provenant de la base de données  
803 ecoinvent.

804

805 Lorsqu'ils sont disponibles, les ensembles de données "Marché pour" sont utilisés par défaut. Les  
806 ensembles de données "Production" sont utilisés parce que les ensembles de données "Marché pour"  
807 n'existent pas pour des matériaux spécifiques.

808

#### 809 MATIÈRES PREMIÈRES → FABRICATION :

##### 810 **Emballage primaire ; et emballages industriels et commerciaux (secondaire et tertiaire) :**

811

###### ○ *Données spécifiques*

812

- Masses et types de matériaux utilisés

813

- Lieu de fabrication, de finition et de conditionnement

814

- Scénarios des processus de fabrication, de finition et de conditionnement

815

- Surfaces de finition

816

- Types de transport d'approvisionnement et distances entre les usines de

817

fabrication et les sites de conditionnement

818

- Déchets pour les processus de fabrication, de finition et de conditionnement

819

###### ○ *Données génériques ou semi-spécifiques (données adaptées à partir d'hypothèses spécifiques ou de recherches bibliographiques) :*

820

- Stocks de matières

821

- Stocks des procédés de fabrication, de finition et de conditionnement

822

- Inventaires des transports

823

#### 824 DISTRIBUTION :

825

###### ○ *Données spécifiques :*

826

- Types de transport utilisés par le marché

827

- Distances moyennes selon les zones considérées dans le périmètre

828

###### ○ *Données génériques ou semi-spécifiques (données adaptées à partir d'hypothèses spécifiques ou de recherches bibliographiques) :*

829

- Stocks de matériaux d'emballage

830

- Stocks manufacturiers

831

- Inventaires des transports

832

- Masses de l'emballage tertiaire

833

#### 834 FIN DE VIE :

835

###### ○ *Données spécifiques :*

836

- Taux de recyclage, de mise en décharge et d'incinération, à partir de sources  
bibliographiques ou d'étude de marché via CITEO.

837

###### ○ *Données génériques ou semi-spécifiques (données adaptées à partir d'hypothèses spécifiques ou de recherches bibliographiques) :*

838

- Inventaires du recyclage, de la mise en décharge et de l'incinération

839

#### 840 2.8.2.4 Niveaux de fiabilité

841 En cas de données manquantes de la part des clients de CITEO, des recherches bibliographiques ont  
842 été menées pour étayer les hypothèses. Deux niveaux de fiabilité ont été identifiés pour évaluer  
843 l'exactitude des hypothèses formulées pour l'inventaire du cycle de vie.

844

848 Tableau 5 ci-dessous décrit les niveaux de fiabilité utilisés pour évaluer l'hypothèse formulée dans la  
 849 Section 3. Par soucis de lecture et de lisibilité du rapport, des acronymes TF, F, FF et PF sont utilisés.

	Niveau de fiabilité	Description
1	Très fiable – TF	Les hypothèses sont basées sur des sources très fiables, telles que des projets antérieurs ou des recherches bibliographiques solides.
2	Fiable – F	Les hypothèses sont basées sur des données approximatives : les hypothèses sont maximisantes / désavantageuses afin d'éviter une sous-estimation des impacts.
3	Faible fiabilité – FF	Les hypothèses sont basées sur des données approximatives : les effets que ces données ont sur les impacts ne sont pas connus et aucun moyen n'est mis en place pour les prévenir.
4	Pas fiable – PF	Les hypothèses sont fondées sur des données non fiables, non reconnues, des hypothèses ou des estimations non vérifiées : le niveau de fiabilité est insuffisant pour répondre aux exigences.

850 **Tableau 5 Description des niveaux de fiabilité des hypothèses pour l'ICV**

851 Dans la Section 3 le niveau de fiabilité de chaque hypothèse a été détaillé à la fin de la description.

852 *2.8.2.5 Complétude*

853 Les données collectées pour les différentes structures ne sont peut-être pas totalement  
 854 représentatives de toutes les solutions du marché considéré.

855 Cependant, la collecte de données pour une structure provient d'un seul fournisseur pour chaque  
 856 structure, et non pas d'une moyenne pour le marché considéré, sur une période adéquate qui aurait  
 857 été nécessaire pour compenser les fluctuations normales. En effet, les données sont collectées par  
 858 des clients de CITEO qui produisent ou produiront les produits étudiés dans cette ACV. Le système  
 859 n'est pas complet car certaines étapes ont été exclues des limites, cependant il reste suffisamment  
 860 représentatif. Les étapes exclues sont détaillées à la Section 2.4.

861 *2.8.2.6 Représentativité technologique*

862 Les données utilisées pour les processus sont des données génériques provenant de la base de  
 863 données ecoinvent 3.9. Les détails sont précisés dans l'ICV à la Section 3.

864

865 *2.8.2.7 Aperçu des exigences en matière de qualité des données*

866

867 Le Tableau 6 ci-dessous résume l'évaluation de la qualité des données selon les critères PEF<sup>x</sup>  
 868 (précision, représentativité temporelle, géographique, temporelle et technologique) avec une note de  
 869 1 (Très bonne qualité - répond au critère à un degré très élevé, sans besoin d'amélioration) à 5 (Très  
 870 mauvaise - ne répond pas au critère, une amélioration substantielle est nécessaire).

871

Stade du cycle de vie	Précision	Représentativité géographique	Représentativité temporelle	Représentativité technologique
<b>Matières premières</b>	<b>2</b> Évalué par les clients de CITEO, non vérifié	<b>1</b> Informations spécifiques	<b>1</b> Collecté en 2023	<b>1</b> Informations spécifiques aux structures et à leurs EIC respectifs
<b>Production des structures</b>	<b>2</b> Évalué par les clients de CITEO, non vérifié	<b>1</b> Informations spécifiques	<b>1</b> Collecté en 2023	<b>2</b> Données relatives à l'usine qui ne produit pas seulement le [produit] spécifique étudié
<b>Distribution</b>	<b>2</b> Évaluation par [le client] non vérifiée en externe	<b>1</b> Informations spécifiques	<b>1</b> Collecté en 2023	<b>1</b> Informations spécifiques

<b>Fin de vie</b>	<b>3</b> Sur la base de la littérature	<b>2</b> Périmètre géographique adapté	<b>2</b> Dernière statistique disponible pour 2021 5 (cf. analyses de sensibilités)  <b>2</b> Taux prospectif 2030 <i>Voir Section 3.5 pour les sources</i>	<b>2</b> Statistique pour les déchets solides municipaux non spécifiques au produit étudié
-------------------	---	---	---	---

872 **Tableau 6 Description de l'évaluation de la qualité des données**

## 873 **2.9 ANALYSE DE SENSIBILITÉ**

874 Des analyses de sensibilité sur le calcul ont été réalisées, soit pour consolider les résultats et vérifier  
875 que la variation de certaines données d'entrée ne conduit pas à des conclusions différentes, soit pour  
876 évaluer les leviers potentiels de réduction de l'impact environnemental.

877

878 Pour les structures rigides, les analyses de sensibilités menées sont les suivantes :

- 879 - Modification des données génériques pour un matériau (bio PP à partir de tall oil)
- 880 - Modification du taux de recyclage des produits en fin de vie (comparaison baseline taux  
881 prospectif en 2030 versus taux réels de CITEO 2021)
- 882 - Différentiel de taux de gaspillage de beurre lors de l'usage (entre la meilleure et la moins bonne  
883 structure rigide)
- 884 - Nombre de rotations pour la structure réemployable
- 885 - Distance parcourue lors des différentes étapes du réemploi
- 886 - Poids de l'emballage réemployable
- 887 - Impact de résidus de beurres dans un procédé de recyclage (papier/carton et  
888 plastiques) avec traitement des eaux de lavages

889

890 Ces analyses sont présentées dans le LCIA à la section 4.

## 891 **2.10 TYPE DE REVUE CRITIQUE**

892 Pour répondre aux recommandations des normes ISO 14040, ISO 14044 et ISO 14071, compte tenu  
893 des objectifs de communication susmentionnés, l'ACV des structures est soumise à un revue critique  
894 externe par un examinateur.

895 CITEO a confié la mission de revue critique à RDC :

- 896 - Panel : Bernard De Caevel [bernard.decaevel@rdcenvironment.be](mailto:bernard.decaevel@rdcenvironment.be)

897

898 La conclusion de la revue critique est détaillée dans la section 6.

899

900 Le processus de revue critique d'un rapport ISO 14040 et 14044 sur l'analyse du cycle de vie (ACV)  
901 d'un produit implique une évaluation complète du rapport par un expert indépendant afin de s'assurer  
902 que l'étude répond aux normes établies par l'ISO. Le processus d'examen évalue la qualité globale du  
903 rapport, notamment l'exactitude et l'exhaustivité des données, la méthodologie utilisée et la validité  
904 des conclusions. L'examineur évalue également la transparence et l'objectivité du rapport et s'assure  
905 que l'étude respecte les lignes directrices énoncées dans les normes ISO 14040 et 14044.

906 Un premier rapport (appelé V1) a été soumis à l'évaluateur qui l'a lu, puis a compilé les remarques et  
907 les commentaires dans un rapport disponible en annexe. Les éditeurs de ce rapport ont pris en compte  
908 ces commentaires et ont apporté les modifications nécessaires pour proposer une deuxième version

909 du rapport (appelée V2) qui sera relue une dernière fois avant d'être soumise à l'examineur, qui  
910 émettra ensuite un avis final de revue critique, disponible en fin de rapport.  
911

## 912 3 INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE

913 La section suivante décrit brièvement les structures étudiées et l'ensemble des données et des  
914 hypothèses utilisées pour les modéliser.

915

916 Toutes les données incluses dans les frontières du système ont été traitées : les ICV suivants  
917 permettent de considérer chaque donnée nécessaire à la modélisation du système étudié de manière  
918 spécifique ou générique (en complément d'hypothèses si besoin).

919

920 Les données utilisées proviennent de la base de données ecoinvent 3.9.

921 La légende des couleurs ci-dessous a été utilisée dans les tableaux de cette section pour en faciliter  
922 la compréhension.

923

924 En **orange gras**, une donnée a été créée par EVEA dans des projets antérieurs ou basée sur la  
925 bibliographie. L'inventaire de cycle de vie (ICV) de ces données spécifiques sont spécifiés dans la  
926 Section 3.3.

927

928 Le contenu recyclé et la fin de vie des emballages primaires, industriels et commerciaux (secondaires  
929 et tertiaires) sont pris en compte selon la formule de l'empreinte circulaire (CFF) (cf. Section 2.5).

930

931 Les prochaines sections contiennent la description des composants et matériaux d'emballages selon :

- 932 • Les packagings primaires
- 933 • Leurs EIC entre l'usine de production et l'usine de conditionnement
- 934 • Leurs EIC entre l'usine de conditionnement et les lieux de vente

### 935 3.1 – COMPOSANTS ET MATERIAUX DES EMBALLAGES PRIMAIRES PAR 936 STRUCTURES

#### 937 3.1.1 HYPOTHÈSES GENERIQUES

938 Pour des questions de lisibilité et de clarté, des hypothèses s'appliquant à chacune des structures sont  
939 expliquées ci-dessous une seule fois afin d'alléger la lecture des prochains tableaux et se focaliser sur  
940 les hypothèses propres à chacune des structures.

941

Composant [6]	Masse totale (g)	Nbr composant / structure (NC/S)	Matériau	Masse (g) [2]	R1 (%) [4]	R2(%) [4]	Donnée matériau [1] [5]	Donnée procédé [1] [5]	Procédé scrap (%) [3]	Données Assemblage & Finition
---------------	------------------	----------------------------------	----------	---------------	------------	-----------	-------------------------	------------------------	-----------------------	-------------------------------

942

943 [1] Pour les matières premières, les données "market for" ont été utilisées, qui comprennent un  
944 transport d'approvisionnement moyen pour la géographie considérée ainsi qu'une moyenne  
945 des données de production de matières premières qui reflètent la réalité industrielle du marché.  
946 Pour la géographie considérée, les données "RER" ont été utilisées car les fournisseurs de  
947 matières premières sont situés en Europe. Si les données "RER" ne sont pas disponibles, les  
948 données "GLO" ont été sélectionnées. Pour les procédés de fabrication, seules les données  
949 "RER" ont été sélectionnées sauf contre-indication pour une structure en particulier (TF)

950 [2] La quantité de matière incluse dans la colonne "Masse (g)" ne comprend pas la quantité de  
951 rebut, celui-ci est ajouté séparément avec le ratio spécifique dans la colonne "Taux de rebut de  
952 fabrication, de finition ou d'assemblage". (TF)

- 953 [3] Les clients n'ont pas fourni de taux de rebut (scrap) de leurs différents processus de fabrication.  
954 Des taux de rebut génériques à la transformation des plastiques ont pu être utilisés depuis les  
955 données d'inventaire de transformation des plastiques présent dans ecoinvent. Pour le  
956 processus d'injection plastique, le taux de rebut appliqué est issu de la base de données  
957 ecoinvent, à savoir 0,6%. Pour le processus d'extrusion, le taux de rebut appliqué est issu de  
958 la base de données ecoinvent, à savoir 2,4%. Pour les l'aluminium, des pertes lors du procédé  
959 de transformation sont déjà pris en compte dans la donnée process matière appelé (1,2% pour  
960 le sheet rolling, aluminium). Pour l'acier inox embouti, aucun rebut taux de scrap n'est compris  
961 dans les données de matière ou bien de procédé, aucun taux de scrap n'a été rajouté. Pour le  
962 papier, un taux de rebut de 1% a été appliqué (valeur partagée par un fabricant confidentiel),  
963 qui correspond aux pertes de découpe entre la bobine fille et le paterne final de l'emballage  
964 primaire des solutions identifiées. Aucun taux de scrap n'est appliqué à la découpe entre la  
965 bobine mère et la bobine fille, car jugé très faible et négligeable. Sur la fabrication des matières  
966 de papier (kraft et greaseproof) et des cartons, un taux de rebut compris dans les données est  
967 déjà appliqué. (F)
- 968 [4] Les facteurs R1 et R2 sont expliqués dans la CFF, dans la Section 3.3. (TF)
- 969 [5] La donnée matériau et donnée procédé sont les données d'ecoinvent appelées pour le  
970 composant. (TF)
- 971 [6] Chaque composant ou matériau de composant approvisionné avec le même scénario identique  
972 pour chaque composant, à savoir 300 km en camion selon la donnée « Transport, freight, lorry  
973 16-32 metric ton, EURO4 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 |  
974 Cut-off, S ». De ce fait, ce procédé est appelé pour chaque composant, pour 300km et pour la  
975 masse du composant concerné.

976

977 **Pour chacune des structures développées ci-dessous, voici leur source des données et**  
978 **description complémentaire :**

- 979 • Tous les composants, les données relatives aux matériaux, les processus de fabrication et de  
980 finition sont dérivés des données issues des clients de CITEO.
- 981 • Les processus de fabrication et de finition du sont réalisés en EUROPE, s'en suit le 1<sup>er</sup>  
982 conditionnement dans les premiers EIC afin d'être approvisionné vers l'usine de  
983 conditionnement de beurre.
- 984 • La structure est ensuite envoyée par transport camion, dans une usine de conditionnement où  
985 elle est utilisée pour conditionner le beurre, en EUROPE.
- 986 • Le 2<sup>ème</sup> conditionnement de la structure avec son beurre a lieu dans les deuxièmes EIC,  
987 lesquels sont transportés vers les lieux de vente en camion réfrigéré, cette étape se passe en  
988 EUROPE.
- 989 • Il est important de noter que les palettes en bois sont supposées être utilisées 25 fois (F). Les  
990 cartons et les films ne sont pas considérés comme réutilisés (F).

### 991 3.1.2 S7 - RIGIDE PP

992 Le Tableau 7 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie de l'emballage primaire de la structure  
993 7, composée par un pot en PP, avec un opercule multicouche et un couvercle en PP, pour un poids  
994 total de 18,35g pour l'unité fonctionnelle de 250g.

995 Cette structure est considérée comme étant potentiellement recyclable en 2030.

996

997

998

999

1000

1001

Composant	Masse totale (g)	NC/S	Materiau	Masse (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Pot PP	11,0300	1	PP copolymère	11,0300	0,0%	55,0%	Polypropylene, granulate {GLO} market for polypropylene, granulate   Cut-off, S	Injection moulding {GLO} market for injection moulding   Cut-off, S	0,6%
Couvercle PP	6,6100	1	PP copolymère	6,6100	0,0%	55,0%	Polypropylene, granulate {GLO} market for polypropylene, granulate   Cut-off, S	Injection moulding {GLO} market for injection moulding   Cut-off, S	0,6%
Opercule	0,7100	1	Prélaquage	0,0075	0,0%	0,0%	Impression nitrocellulosique - {RER} - EVEA	NA	0,0%
		1	Aluminium	0,1657	0,0%	0,0%	Aluminium, primary, ingot {IAI Area, EU27 & EFTA} market for aluminium, primary, ingot   Cut-off, S	Sheet rolling, aluminium {RER} sheet rolling, aluminium   Cut-off, S	1,2%
		1	PEBD	0,1130	0,0%	0,0%	Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for polyethylene, low density, granulate   Cut-off, S	Extrusion, plastic film {GLO} market for extrusion, plastic film   Cut-off, S	2,4%
		1	Papier kraft blanc	0,3296	0,0%	0,0%	Kraft paper {RER} market for kraft paper   Cut-off, S	Procédé de fabrication compris dans la donnée matériau	Compris dans la donnée procédé
		1	PEBD	0,0942	0,0%	0,0%	Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for polyethylene, low density, granulate   Cut-off, S	Extrusion, plastic film {GLO} market for extrusion, plastic film   Cut-off, S	2,4%

1002 **Tableau 7 ICV de la structure n°7, Packaging primaire.**

1003 3.1.3 S8 - POT CARTON/PE

1004 Le Tableau 8 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie de l'emballage primaire de la structure  
1005 8, composée par un pot en carton laminé d'un film PEBD, avec un couvercle de la même composition,  
1006 et un opercule multicouche, **pour un poids total de 18,45g pour l'unité fonctionnelle de 230g.**  
1007 Cette structure est considérée comme étant potentiellement recyclable en 2030.

Composant	Masse totale (g)	NC/S	Matériau	Masse (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Pot Carton/PEBD	13,8000	1	Carton plat (80%)	11,0400	0,0%	85,0%	Solid bleached and unbleached board carton {RER}  solid bleached and unbleached board carton production   Cut-off, S	Procédé de fabrication compris dans la donnée matériau	0,6%
			PEBD (20%)	2,7600	0,0%	0,0%	Polyethylene, low density, granulate {GLO}  market for polyethylene, low density, granulate   Cut-off, S	Extrusion, plastic film {GLO}  market for extrusion, plastic film   Cut-off, S	2,4%
Couvercle Carton/PEBD	4,0000	1	Carton plat (80%)	3,2000	0,0%	85,0%	Solid bleached and unbleached board carton {RER}  solid bleached and unbleached board carton production   Cut-off, S	Procédé de fabrication compris dans la donnée matériau	0,0%
			PEBD (20%)	0,8000	0,0%	0,0%	Polyethylene, low density, granulate {GLO}  market for polyethylene, low density, granulate   Cut-off, S	Extrusion, plastic film {GLO}  market for extrusion, plastic film   Cut-off, S	2,4%
Opércule	0,6500	1	Laquage 1%	0,0065	0,0%	0,0%	Impression nitrocellulosique - {RER} - EVEA	Procédé de fabrication compris dans la donnée matériau	0,0%
		1	Aluminium 78%	0,5070	0,0%	0,0%	Aluminium, primary, ingot {IAI Area, EU27 & EFTA}  market for aluminium, primary, ingot   Cut-off, S	Sheet rolling, aluminium {RER}  sheet rolling, aluminium   Cut-off, S	1,2%
		1	PEBD 21%	0,1365	0,0%	0,0%	Polyethylene, low density, granulate {GLO}  market for polyethylene, low density, granulate   Cut-off, S	Extrusion, plastic film {GLO}  market for extrusion, plastic film   Cut-off, S	2,4%

Tableau 8 ICV de la structure n°8, Packaging primaire.

1010 3.1.4 S9 - POT INOX REEMPLOYE 11X

1011 Le Tableau 9 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie de l'emballage primaire de la structure  
 1012 9, composée par un pot en acier inoxydable, considéré comme étant réemployé 11 fois, dans le  
 1013 scénario de base, avec le même opercule et le même couvercle que pour la S7. Le poids total de cette  
 1014 structure est de 87,32g pour l'unité fonctionnelle de 250g, sans considération du réemploi du pot  
 1015 inoxydable. **En comptant 11 réemplois du pot inoxydable uniquement, le poids de la structure**  
 1016 **passé à 14,59g par utilisation.**

1017

Composant	Masse totale (g)	NC/S	Matériau	Masse (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Pot Inox	80,0000	1	Acier inox 100%PCR	11,0300	0,0%	80,8%	Steel, chromium, recycled 100% {RER} market   EVEA CFF	Deep drawing, steel, 650 kN press, automode {RER}   deep drawing, steel, 650 kN press, automode   Cut-off, S	0,6%
Couvercle PP	6,6100	1	PP copolymère	6,6100	0,0%	55,8%	Polypropylene, granulate {GLO}   market for polypropylene, granulate   Cut-off, S	Injection moulding {GLO}   market for injection moulding   Cut-off, S	2,4%
Opercule	0,7100	1	Prélaquage	0,0075	0,0%	0,0%	Impression nitrocellulosique - {RER} - EVEA	NA	0,0%
		1	Aluminium	0,1657	0,0%	0,0%	Aluminium, primary, ingot {IAI Area, EU27 & EFTA}   market for aluminium, primary, ingot   Cut-off, S	Sheet rolling, aluminium {RER}   sheet rolling, aluminium   Cut-off, S	1,2%
		1	PEBD	0,1130	0,0%	0,0%	Polyethylene, low density, granulate {GLO}   market for polyethylene, low density, granulate   Cut-off, S	Extrusion, plastic film {GLO}   market for extrusion, plastic film   Cut-off, S	0,0%
		1	Papier kraft blanc	0,3296	0,0%	0,0%	Kraft paper {RER}   market for kraft paper   Cut-off, S	Procédé de fabrication compris dans la donnée matériau	Compris dans la donnée procédé
		1	PEBD	0,0942	0,0%	0,0%	Polyethylene, low density, granulate {GLO}   market for polyethylene, low density, granulate   Cut-off, S	Extrusion, plastic film {GLO}   market for extrusion, plastic film   Cut-off, S	2,4%

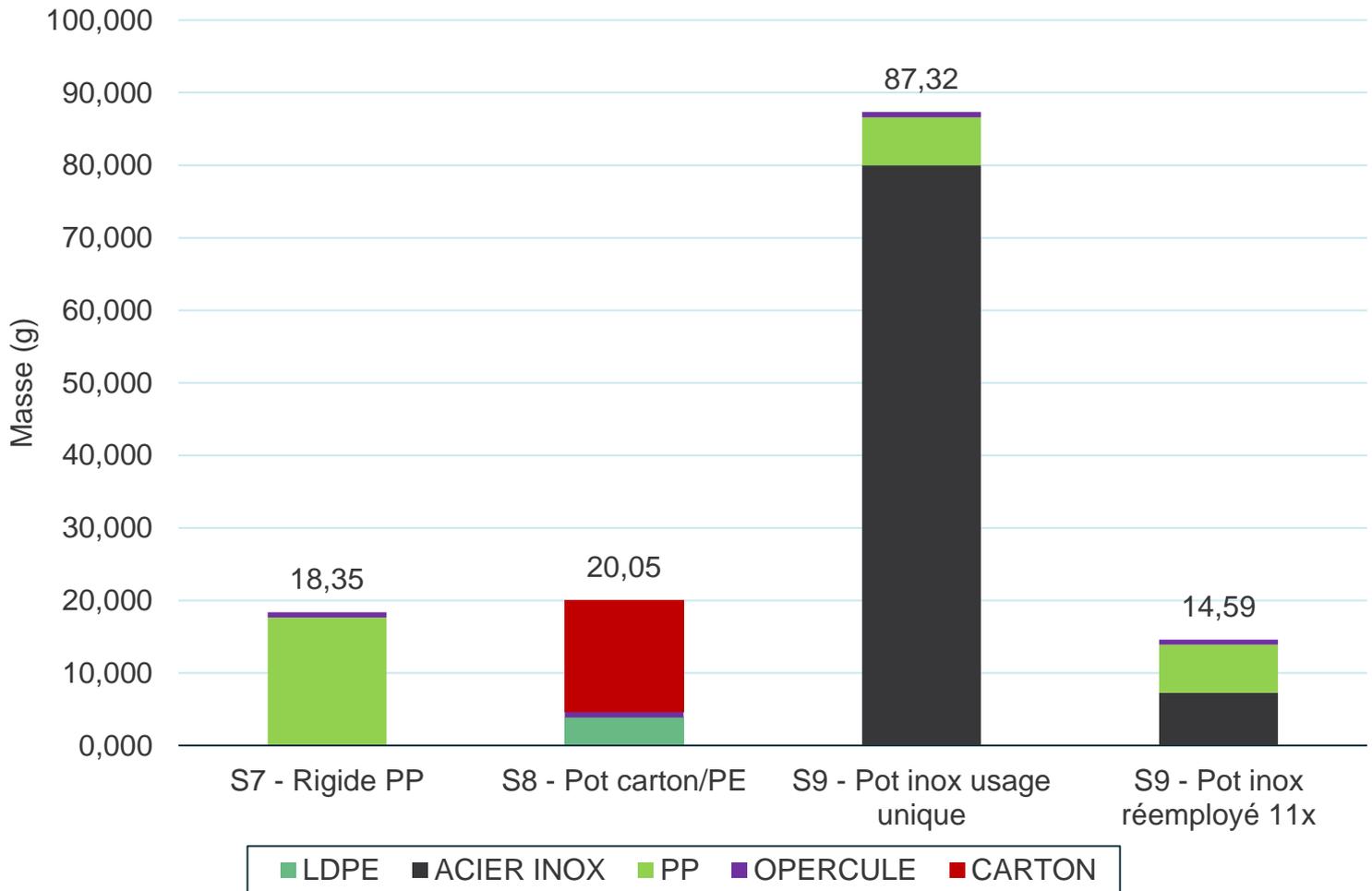
1018 **Tableau 9 ICV de la structure n°9, Packaging primaire.**

1019 3.1.5 TABLEAU RECAPITALIF DES STRUCTURES PRIMAIRES

1020

1021 Afin d'avoir une vision globale des différences entre les structures primaires et notamment des masses  
 1022 en jeu, le Graphique 1 reprend la composition et masses de chaque structure primaire.

1023

**Graphique 1 Masses des structures rigides primaires en fonction de leur composition**

1026 La S7 – Rigide PP est la structure qui a la masse la plus faible des rigides, suivi de près par la S8 –  
 1027 Pot carton/PE. Enfin, la solution S9 – Pot inox, a un poids très élevé dans le cas d'un usage unique.  
 1028 Dans le cas d'un réemploi du pot de la S9, avec 11 rotations, le poids ramené à l'unité fonctionnel  
 1029 passe à 14,59g.

### 1030 3.2 – COMPOSANTS ET MATERIAUX DES EMBALLAGES INDUSTRIELS 1031 ET COMMERCIAUX (EIC) PAR STRUCTURES

1032 Pour des questions de lisibilité et de clarté, des hypothèses s'appliquant à chacune des structures sont  
 1033 expliquées ci-dessous une seule fois afin d'alléger la lecture des prochains tableaux et se focaliser sur  
 1034 les hypothèses propres à chacune des structures.

1035

Composant [7]	Masse totale (g)	Nbr composant / structure (NC/S)	Matériau	Masse (g) [2]	R1 (%) [5]	R2(%) [5]	Donnée matériau [1] [6]	Donnée procédé [1] [6]	Procédé scrap (%) [3]	Données Assemblage & Finition [4]	Assemblage scrap (%) [3]
---------------	------------------	----------------------------------	----------	---------------	------------	-----------	-------------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------------------	--------------------------

1036

1037 [1] Pour les matières premières, les données "market for" ont été utilisées, qui comprennent un  
 1038 transport d'approvisionnement moyen pour la géographie considérée ainsi qu'une moyenne  
 1039 des données de production de matières premières qui reflètent la réalité industrielle du marché.  
 1040 Pour la géographie considérée, les données "RER" ont été utilisées car les fournisseurs de  
 1041 matières premières sont situés en Europe. Si les données "RER" ne sont pas disponibles, les

1042 données "GLO" ont été sélectionnées. Pour les procédés de fabrication, seules les données  
 1043 "RER" ont été sélectionnées sauf contre-indication pour une structure en particulier (TF)  
 1044 [2] La quantité de matière incluse dans la colonne "Masse (g)" ne comprend pas la quantité de  
 1045 rebut, celui-ci est ajouté séparément avec le ratio spécifique dans la colonne "Taux de rebut de  
 1046 fabrication, de finition ou d'assemblage". (TF)  
 1047 [3] Les clients n'ont pas fourni de taux de rebut (scrap) de leurs différents processus de fabrication.  
 1048 Des taux de rebut spécifiques à la transformation des plastiques ont pu être utilisés depuis les  
 1049 données d'inventaire de transformation des plastiques présent dans ecoinvent, cependant pour  
 1050 les matériaux hors plastiques, aucun taux de rebut n'a été appliqué. Pour le processus  
 1051 d'injection, le taux de rebut appliqué est issu de la base de données ecoinvent, à savoir 0,6%.  
 1052 Pour le processus d'extrusion, le taux de rebut appliqué est issu de la base de données  
 1053 ecoinvent, à savoir 2,4%. (F)  
 1054 [4] Comme les clients de CITEO n'ont pas fourni de données sur ce processus de finition des  
 1055 différentes structures, deux procédés partagés par CITEO ont été appliqués sur chacune des  
 1056 structures : Impression nitrocellulosique et flexographie sur une surface de 162mm x 225mm  
 1057 (recto). La quantité d'impression nitrocellulosique peut varier en fonction des structures et est  
 1058 explicité dans les ICV, cependant, la flexographie est identique pour chacune des structures.  
 1059 Cette donnée est développée dans la Section 3.3 (TF). Les processus de finition des structures  
 1060 sont considérés comme ayant lieu sur le même lieu de fabrication de ces structures (TF).  
 1061 Hormis l'impression nitrocellulosique et la flexographie, aucune autre finition n'est considérée  
 1062 dans l'étude. (F)  
 1063 [5] The R1 et R2 factor is explained in the CFF, in the Section 3.3. (TF)  
 1064 [6] La donnée matériau et donnée procédé sont les données d'ecoinvent appelées pour le  
 1065 composant. (TF)  
 1066 [7] Chaque composant ou matériau de composant approvisionné avec le même scénario identique  
 1067 pour chaque composant, à savoir 300 km en camion selon la donnée « Transport, freight, lorry  
 1068 16-32 metric ton, EURO4 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 |  
 1069 Cut-off, S ». De ce fait, ce procédé est appelé pour chaque composant, pour 300km et pour la  
 1070 masse du composant concerné.

1071 3.2.1 EIC D'APPROVISIONNEMENT ENTRE USINE DE PRODUCTION ET USINE DE  
 1072 CONDITIONNEMENT (RIGIDES)

1073 Des emballages industriels et commerciaux (EIC) sont nécessaires pour transporter les structures  
 1074 primaires vers les usines de conditionnement de beurre. Pour ce faire, pour chaque structure primaire  
 1075 rigide, chaque composant (pot, couvercle, opercule), est approvisionné via une palette spécifique à  
 1076 chaque composant, qui est détaillé dans le Tableau 10. Chaque composant est donc approvisionné  
 1077 par palette spécifique, qui contient uniquement des caisses en carton et un film étirable en PEBD.

Palettes pour composant du pack primaire	Masse totale (g)	NC	Composant	Matériau	Masse unitaire (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Palette pour: S7 : Pot PP S8 : Pot Carton/PEBD	17200	20/palette 1260 pot/caisse	Caisse en carton	Carton ondulé	860	77%	85,0%	Corrugated cardboard recycled R1=77% - EVEA CFF	Procédé de fabrication compris dans la donnée matériau	Compris dans la donnée procédé
S9 : Pot inox	150	1/palette	Film PE étirable 11 microns	PEBD R1=50%	150	50%	40,0%	Polyethylene low density film recycled R1=50% {RER} - EVEA CFF	Extrusion, plastic film {GLO} market for extrusion, plastic film   Cut-off, S	2,4%

	25000	NA	<b>Palette bois EURO</b>	Bois	25000	0%	30,0%	EUR-flat pallet {RER}   market for EUR-flat pallet   Cut-off, S	NA	0,0%
<b>Palette pour:</b>  <b>S7 et S9 : Couverture PP</b>  <b>S8 : Couverture Carton/PEBD</b>	13760	16/palette 1656 couv/caisse	<b>Caisse en carton</b>	Carton ondulé	860	77%	85,0%	<b>Corrugated cardboard recycled R1=77% - EVEA CFF</b>	Procédé de fabrication compris dans la donnée matériau	Compris dans la donnée procédé
	150	1/palette	<b>Film PE étirable 11 microns</b>	PEBD R1=50%	150	50%	40,0%	<b>Polyethylene low density film recycled R1=50% {RER} - EVEA CFF</b>	Extrusion, plastic film {GLO}   market for extrusion, plastic film   Cut-off, S	2,4%
	25000	NA	<b>Palette bois EURO</b>	Bois	25000	0%	30,0%	EUR-flat pallet {RER}   market for EUR-flat pallet   Cut-off, S	NA	0,0%
<b>Palette pour:</b>  <b>S7 et S9 : Opercule</b>  <b>S8 : Opercule</b>	17200	20/palette 50 000 oper/caisse	<b>Caisse en carton</b>	Carton ondulé	860	77%	85,0%	<b>Corrugated cardboard recycled R1=77% {RER} - EVEA CFF</b>	Procédé de fabrication compris dans la donnée matériau	Compris dans la donnée procédé
	150	1/palette	<b>Film PE étirable 11 microns</b>	PEBD R1=50%	150	50%	40,0%	<b>Polyethylene low density film recycled R1=50% {RER} - EVEA CFF</b>	Extrusion, plastic film {GLO}   market for extrusion, plastic film   Cut-off, S	2,4%
	25000	NA	<b>Palette bois EURO</b>	Bois	25000	0%	30,0%	EUR-flat pallet {RER}   market for EUR-flat pallet   Cut-off, S	NA	0,0%

**Tableau 10 EIC de l'usine de production des structures primaires vers l'usine de conditionnement du beurre.**

1078  
1079

1080 3.2.2 EIC D'APPROVISIONNEMENT ENTRE USINE DE CONDITIONNEMENT ET LIEUX  
1081 DE VENTE

1082

1083 Des emballages industriels et commerciaux (EIC) sont nécessaires pour transporter les structures  
1084 primaires des usines de conditionnement de beurre (structures contenant donc du beurre), vers les  
1085 lieux de vente du beurre. Pour ce faire, chaque structure avec son beurre, est conditionné dans une  
1086 caisse en carton, plusieurs cartons sont ensuite mis sur une palette qui est finalement protégée avec  
1087 un film PEBD, comme détaillé dans le Tableau 11. **Ces EIC sont identiques pour toutes les**  
1088 **structures.**

1089

1090

1091

1092

1093

1094

1095

1096

1097

Composant	Nbr composant / palette	Masse totale (g)	Masse unitaire (g)	Matériau	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Carton/Caisse américaine n°1	20 structures 1 avec beurre, dans une caisse 120 caisse/palette	4640	232	Carton ondulé	100%	85,0%	Corrugated cardboard recycled R1=100% {RER} - EVEA CFF	Procédé de fabrication compris dans la donnée matériau	Compris dans la donnée procédé
Film PE étirable 11 microns	1/palette	150	550	PEBD R1=50%	50%	40,0%	Polyethylene low density film recycled R1=50% {RER} - EVEA CFF	Extrusion, plastic film {GLO} market for extrusion, plastic film   Cut-off, S	2,4%
Palette bois EURO	NA	25000	25000	Bois	0%	30,0%	EUR-flat pallet {RER} market for EUR-flat pallet   Cut-off, S	NA	0,0%

1098 **Tableau 11 EIC de l'usine de conditionnement du beurre vers les lieux de vente, identique**  
1099 **pour toutes les structures.**

### 1100 3.3 MATÉRIAUX ET PROCÉDÉS DE FABRICATION SPÉCIFIQUES

1101 Les données créées pour les matériaux, les procédés de finition et de fabrication suivants sont  
1102 énumérés ci-dessous. Certaines données seront utilisées plus loin dans le rapport (notamment la fin  
1103 de vie de certains matériaux), mais sont néanmoins présentées ici.

- 1104
- 1105 **Corrugated cardboard recycled R1=77% {RER} - EVEA CFF**  
1106 **Corrugated cardboard recycled R1=100% {RER} - EVEA CFF**  
1107 **Fin de vie, bois – EVEA CFF**  
1108 **Fin de vie des scraps de production**  
1109 **Electricity, medium voltage {FR} market for electricity, medium voltage - Scénario 2030 –**  
1110 **EVEA**  
1111 **BIO-POLYPROPYLENE 2nd GENERATION - EVEA**  
1112 **Impression nitrocellulosique - {RER} - EVEA**  
1113 **Métallisation par PVD - Tous métaux - {RER} - EVEA**  
1114 **Polyethylene low density film recycled R1=50% {RER} - EVEA CFF**  
1115 **Steel, chromium, recycled 100% {RER} market | EVEA CFF**  
1116 **SPECIFIQUE A LA STRUCTURE 9 – REEMPLOI DU POT ACIER ANOXYDABLE**  
1117

#### 1118 3.3.1 CARTON ONDULE AVEC UN % DE CONTENU RECYCLÉ {RER}

1119 3.3.1.1 Boîte en carton ondulé {RER} Production via recyclage | Cut-Off, U

1120 La production de recyclage de boîtes en carton ondulé n'existe pas dans la base de données ecoinvent.  
1121 Par conséquent, une nouvelle donnée a été créée sur la base des données "**Corrugated board box**  
1122 **{RER} production | Cut-off, U**".

1123  
1124 Une boîte en carton ondulé est composée de deux cartons de couverture et d'une pièce de cannelure,  
1125 qui sont collés ensemble pour former la boîte en carton ondulé.

- 1126
- 1127 Pour la partie moyenne de la cannelure ondulée :
- 1128 - Le procédé équivalent vierge disponible est la donnée "*Containerboard, fluting medium {RER} cardboard production, fluting medium, **semi-chimique***"
  - 1129 - Le processus d'équivalent recyclé disponible est la donnée "*Containerboard, fluting medium {RER} cardboard production, fluting medium, **recyclé***"

- 1130
- 1131
- 1132
- 1133 Pour les parties des tableaux de bord plat :
- 1134 - Le procédé équivalent vierge disponible est la donnée "*Containerboard, linerboard {RER} cointainerboard, linerboard, **kraftliner***"
- 1135

1136 - Le processus de recyclage disponible est la donnée "*Containerboard, linerboard {RER}|*  
 1137 *containerboard production, linerboard, testliner*".

1138  
 1139 Par conséquent, pour modéliser une boîte en carton ondulé avec un pourcentage personnalisé de  
 1140 contenu recyclé, on peut modéliser une boîte en carton ondulé vierge ou avec contenu recyclé en  
 1141 ajustant le pourcentage de chaque sous-processus énuméré ci-dessus.

1142  
 1143 La donnée "*Containerboard, fluting medium {RER}| market for containerboard, fluting medium| Cut-off,*  
 1144 *U*" est remplacée par "*Containerboard, fluting medium {RER}| containerboard production, fluting*  
 1145 *medium, recycled | Cut-off, U*" et la donnée "*Containerboard, linerboard {RER}| market*  
 1146 *containerboard, linerboard| Cut-off, U*" par "*Containerboard, linerboard {RER}| containerboard*  
 1147 *production, linerboard, testliner | Cut-off, U*".

1148  
 1149 Le Tableau 12 ci-dessous présente les données d'inventaire pour la **production de carton ondulé**  
 1150 **{RER} recyclé**. Seuls les intrants et les extrants de la technosphère sont présentés ici, les autres  
 1151 intrants de la nature et les émissions restent inchangés. **En gras**, les modifications apportées par  
 1152 EVEA au processus ecoinvent.

1153

Matériau créé par EVEA	
Boîte en carton ondulé {RER} Production de recyclage   Cut-off, U - 1 kg	
Inputs	Quantité (kg)
Acrylic varnish, without water, in 87.5% solution state {RER}  market for acrylic varnish, without water, in 87.5% solution state   Cut-off, U	4,80E-04
Borax, anhydrous, powder {GLO}  market for   Cut-off, U	8,90E-04
Diesel, low sulphur {RER}  market group for   Cut-off, U	1,96E-04
Electricity, medium voltage {RER}  market group for   Cut-off, U	7,05E-02(kWh)
Ethylene vinyl acetate copolymer {RER}  market for ethylene vinyl acetate copolymer   Cut-off, U	3,57E-04
<b>Containerboard, fluting medium {RER}  containerboard production, fluting medium, recycled   Cut-off, U</b>	<b>4,86E-01</b>
Heavy fuel oil {RER}  market group for   Cut-off, U	4,93E-04
Light fuel oil {RER}  market group for   Cut-off, U	6,09E-04
<b>Containerboard, linerboard {RER}  containerboard production, linerboard, testliner   Cut-off, U</b>	<b>6,19E-01</b>
Liquefied petroleum gas {CH}  market for   Cut-off, U	5,65E-04
Maize starch {GLO}  market for   Cut-off, U	1,64E-02
Natural gas, low pressure {CH}  market for   Cut-off, U	1,96E-02(m3)
Packaging box factory {RER}  construction   Cut-off, U	5,44E-11(p)
Printing ink, offset, without solvent, in 47.5% solution state {RER}  market for printing ink, offset, without solvent, in 47.5% solution state   Cut-off, U	9,10E-04
Tap water {RER}  market group for   Cut-off, U	2,36E-01
Waste paperboard, sorted {GLO}  waste paperboard, sorted, Recycled Content cut-off   Cut-off, U	-1,00E-01
Wood chips, dry, measured as dry mass {RER}  market for   Cut-off, U	6,66E-04
Outputs	Quantité (kg)
Sludge from pulp and paper production {CH}  market for sludge from pulp and paper production   Cut-off, U	3,51E-07

Sludge from pulp and paper production {Europe without Switzerland}   market for sludge from pulp and paper production   Cut-off, U	4,75E-04
Waste mineral oil {CH}   market for waste mineral oil   Cut-off, U	6,13E-07
Waste mineral oil {Europe without Switzerland}   market for waste mineral oil   Cut-off, U	2,65E-05
Waste paint {CH}   market for waste paint   Cut-off, U	1,07E-06
Waste paint {Europe without Switzerland}   market for waste paint   Cut-off, U	4,58E-04

1154 **Tableau 12 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER} | Production de**  
1155 **recyclage | Cut-Off, U**

1156 3.3.1.2 Boîte en carton ondulé {RER} | Production vierge | Cut-off, U

1157 La production de boîtes en carton ondulé vierge n'existe pas dans la base de données ecoinvent. Par  
1158 conséquent, une nouvelle donnée a été créée sur la base des données "**Corrugated box {RER} |**  
1159 **production | Cut-off, U**".

1160 Une boîte en carton ondulé est composée de deux cartons de couverture et d'une pièce de cannelure,  
1161 qui sont collés ensemble pour former la boîte en carton ondulé.

1162 Pour la partie moyenne de la cannelure :

- 1165 - Le procédé équivalent vierge disponible est la donnée "*Containerboard, fluting medium {RER} | production de carton, fluting medium, **semi-chimique***"
- 1167 - Le processus d'équivalent recyclé disponible est la donnée "*Containerboard, fluting medium {RER} | production de carton, fluting medium, **recyclé***"

1168 Pour les parties des tableaux de bord :

- 1171 - Le procédé équivalent vierge disponible est la donnée "*Containerboard, linerboard {RER} | production de carton pour conteneurs, linerboard, **kraftliner***"
- 1173 - Le processus de recyclage disponible est la donnée "*Containerboard, linerboard {RER} | containerboard production, linerboard, **testliner***".

1174 Ainsi, pour modéliser une boîte en carton ondulé avec un pourcentage personnalisé de contenu  
1175 recyclé, on peut modéliser une boîte en carton ondulé vierge ou avec contenu recyclé en ajustant le  
1176 pourcentage de chaque sous-processus énuméré ci-dessus.

1177 La donnée "*Containerboard, fluting medium {RER} | market for containerboard, fluting medium | Cut-off, U*"  
1178 est remplacée par "*Containerboard, fluting medium {RER} | containerboard production, fluting medium, **semichemical** | Cut-off, S*" et la donnée "*Containerboard, linerboard {RER} | market containerboard, linerboard | Cut-off, U*" par "*Containerboard, linerboard {RER} | containerboard production, linerboard, **kraftliner** | Cut-off, S*".

1185 Le Tableau 13 ci-dessous présente les données d'inventaire pour la **production vierge de boîte en**  
1186 **carton ondulé {RER}**. Seuls les intrants et les extrants de la technosphère sont présentés ici, les  
1187 autres intrants provenant de la nature et des émissions restent inchangés. **En gras**, les modifications  
1188 apportées par EVEA au processus ecoinvent.

1190

Matériel créé par EVEA	
Boîte en carton ondulé {RER}   Production vierge   Cut-off, U - 1 kg	
Inputs	Quantité (kg)
Acrylic varnish, without water, in 87.5% solution state {RER}   market for acrylic varnish, without water, in 87.5% solution state   Cut-off, U	4,80E-04

Borax, anhydrous, powder {GLO}  market for   Cut-off, U	8,90E-04
Diesel, low sulphur {RER}  market group for   Cut-off, U	1,96E-04
Electricity, medium voltage {RER}  market group for   Cut-off, U	7,05E-02(kWh)
Ethylene vinyl acetate copolymer {RER}  market for ethylene vinyl acetate copolymer   Cut-off, U	3,57E-04
<b>Containerboard, fluting medium {RER}  containerboard production, fluting medium, semichemical   Cut-off, S</b>	<b>4,86E-01</b>
Heavy fuel oil {RER}  market group for   Cut-off, U	4,93E-04
Light fuel oil {RER}  market group for   Cut-off, U	6,09E-04
<b>Containerboard, linerboard {RER}  containerboard production, linerboard, kraftliner   Cut-off, S</b>	<b>6,19E-01</b>
Liquefied petroleum gas {CH}  market for   Cut-off, U	5,65E-04
Maize starch {GLO}  market for   Cut-off, U	1,64E-02
Natural gas, low pressure {CH}  market for   Cut-off, U	1,96E-02(m3)
Packaging box factory {RER}  construction   Cut-off, U	5,44E-11(p)
Printing ink, offset, without solvent, in 47.5% solution state {RER}  market for printing ink, offset, without solvent, in 47.5% solution state   Cut-off, U	9,10E-04
Tap water {RER}  market group for   Cut-off, U	2,36E-01
Waste paperboard, sorted {GLO}  waste paperboard, sorted, Recycled Content cut-off   Cut-off, U	-1,00E-01
Wood chips, dry, measured as dry mass {RER}  market for   Cut-off, U	6,66E-04
<b>Outputs</b>	<b>Quantité (kg)</b>
Sludge from pulp and paper production {CH}  market for sludge from pulp and paper production   Cut-off, U	3,51E-07
Sludge from pulp and paper production {Europe without Switzerland}   market for sludge from pulp and paper production   Cut-off, U	4,75E-04
Waste mineral oil {CH}  market for waste mineral oil   Cut-off, U	6,13E-07
Waste mineral oil {Europe without Switzerland}   market for waste mineral oil   Cut-off, U	2,65E-05
Waste paint {CH}  market for waste paint   Cut-off, U	1,07E-06
Waste paint {Europe without Switzerland}   market for waste paint   Cut-off, U	4,58E-04

1191 **Tableau 13 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER}| Production vierge |**  
1192 **Cut-Off, U**

1193 3.3.1.3 Carton ondulé avec un pourcentage de recyclé {RER}

1194 Les données de production pour le carton ondulé vierge et recyclé étant maintenant créées, il est  
1195 possible d'appliquer la CFF pour obtenir les **Corrugated cardboard recycled R1=77% EVEA CFF**  
1196 et **Corrugated cardboard recycled R1=100% - EVEA CFF.**, "CARTON, utilisés dans l'ICV des  
1197 structures primaires, ainsi que dans certains de leurs ICV.

1198  
1199 Le Tableau 14 ci-dessous présente les données d'inventaire pour le **Corrugated cardboard recycled**  
1200 **R1= [X] % EVEA CFF** avec R1 le pourcentage de matière recyclée contenu dans le carton.

1201

Matériel créé par EVEA	
CARTON ONDULÉ AVEC [X]% DE RECYCLÉ {RER} - 1kg	
Entrées	Quantité (kg)
Boîte en carton ondulé {RER}  Production vierge   Cut-Off, U [2]	$(1-R1) + (R1*(1-A) * Q_{Sin}/Q_p)$

1202 **Tableau 14 ICV pour Corrugated cardboard recycled R1= [X]% EVEA CFF**1203 **Hypothèse :**

1204 [1] Matériau recyclé

1205 [2] Matière vierge

1206

1207 **Paramètres :** R1 = X qui varie en fonction du pourcentage de matière première recyclée, A = 0,2 ;1208 Qsin/Qp = 0,85 (extrait des paramètres de la COMMISSION EUROPÉENNE. *Annexe C.*)

1209

## 1210 3.3.2 FIN DE VIE, BOIS, PROCEDE DE RECYCLAGE, R2 = X% {RER} | CFF, S

1211 La fin de vie du bois n'existe pas en tant que processus avec la formule CFF dans ecoinvent, qui plus

1212 est, il n'est pas possible d'aborder une quantité spécifique de processus de recyclage (R2).

1213 Une donnée a été créée à l'aide de la formule CFF, dans le Tableau 15.

1214

La fin de vie créée par EVEA, processus de recyclage	
Fin de vie, Bois, Procédé de recyclage, R2 = X% {RER}   CFF, S	
Entrées	Quantité (kg)
Sawnwood, softwood, raw, dried (u=20%) {Europe without Switzerland}   sawnwood production, softwood, raw, dried (u=20%)   Cut-off, S [2]	$((1-A)*R2*Q_{Sout}/Q_p)/540$
Wood chips, from post-consumer wood, measured as dry mass {CH}   treatment of waste wood, post-consumer, sorting and shredding   Cut-off, S [1]	$(1-A)*R2$

1215 **Tableau 15 Fin de vie, Bois, Procédé de recyclage, R2 = X% {RER} | CFF, S**

1216

1217 **Hypothèse :**

1218 [1] Matériau recyclé

1219 [2] Matière vierge

1220

1221 **Paramètres :** R2 = X ; A = 0,8 ; Qsin/Qp = 1.

1222 540 est la densité du bois, qui peut être trouvée dans la documentation des données ecoinvent

1223 "Sawnwood, softwood, raw, dried (u=20%) {Europe without Switzerland} | sawnwood production,

1224 softwood, raw, dried (u=20%) | Cut-off, S"

1225 La fin de vie relatif à l'incinération et l'enfouissement sont expliquées en Section 3.5.

1226

## 1227 3.3.3 FIN DE VIE DES SCRAPS DE PRODUCTION

1228 **Source des données et description complémentaire :**

- 1229
- 1230 • Toutes les données relatives au conditionnement sont dérivées des données de CITEO.
  - 1231 • En raison du manque de données provenant des fournisseurs de CITEO, des pourcentages de scraps/déchets de production ont été considérés pour tous les matériaux. Les pourcentages de scrap sont issus des informations générales des données ecoinvent. Ces scraps sont considérés comme étant recyclés avec un taux de recyclage de la même valeur que les déchets ménagers en reprenant les mêmes taux définis dans la Section 3.5.
  - 1234 • Pas de scrap/déchets liés au conditionnement du beurre dans les structures, considéré comme nul même si dans la réalité ce n'est pas le cas. Il n'a pas été possible de connaître cette valeur et elle n'est pas différenciante pour l'étude.
- 1236
- 1237

1238 3.3.4 ELECTRICITY, MEDIUM VOLTAGE {FR}| MARKET FOR ELECTRICITY, MEDIUM  
 1239 VOLTAGE - SCÉNARIO 2030 – EVEA

1240 La donnée “Electricity, high voltage {FR}| market for | cut off, U” est présente par défaut dans ecoinvent,  
 1241 cependant elle ne prend pas en compte des prospections de mix électrique français en 2030.

1242

1243 RTE France, à travers son rapport Bilan prévisionnel long terme « Futurs énergétiques 2050 »<sup>xi</sup>  
 1244 entrevoit une évolution du mix électrique français, avec la répartition suivante :

1245

Filières de production	Part de la production d’ici 2030
Nucléaire	60%
Thermique à combustible fossile	3%
Hydraulique	11%
Eolien	15%
Solaire	11%

1246

1247 Pour tous les scénarios de fin de vie, lié à l’incinération et à la revalorisation énergétique, le scénario  
 1248 de mix électrique français 2030 a été utilisé. Pour les analyses de sensibilité sur la recyclabilité avec  
 1249 les taux 2021, pour la fin de vie liée à l’incinération et à la revalorisation énergétique, la donnée de  
 1250 base ecoinvent « *Electricity, medium voltage {FR}| market for electricity, medium voltage | Cut-off, U* »

1251

1252 De ce fait, pour le scénario 2030, la donnée « *Electricity, medium voltage {FR}| market for electricity,*  
 1253 *medium voltage | Cut-off, U* » a été adaptée avec la répartition 2030 présentée dans le tableau  
 1254 précédent. Cette donnée dépend de deux autres sous-données eco-invent « *Electricity, high voltage*  
 1255 *{FR}| market for | cut off, U* » et « *Electricity, medium voltage {FR}| electricity voltage transformation*  
 1256 *from high to medium voltage | Cut-off, U* », elles aussi adaptées pour tenir compte d’un scénario 2030.

1257 3.3.5 IMPRESSION NITROCELLULOSIQUE - {RER} – EVEA

1258 Le procédé d’impression nitrocellulosique n’est pas disponible sur ecoinvent, une donnée créée par  
 1259 EVEA a dû être utilisée pour modéliser ce procédé de finition.

1260

1261 Les deux références bibliographiques utilisées sont les suivantes :

1262

1263 <https://en.wikipedia.org/wiki/Nitrocellulose>

1264 <https://www.naturalspublishing.com/files/published/xyw3c32z825c89.pdf>

1265

1266 **Cependant, cette donnée de procédé nitrocellulosique ne prend pas en compte les intrants et**  
 1267 **sortants du procédés en lui-même, mais uniquement la matière nitrocellulosique nécessaire au**  
 1268 **dépôt. (F)**

1269

1270 Le Tableau 16 récapitule l’ICV utilisé pour modéliser le procédé de finition. Les valeurs de cellulose,  
 1271 d’acide critique et sulfurique ont été adaptés à partir de la bibliographie, selon un procédé de synthèse  
 1272 chimique.

1273

Matériel créé par EVEA	
Impression Nitrocellulosique {RER}   Cut-off, U - 1 kg	
Inputs	Quantity
Resources	

Water, cooling, unspecified natural origin, GLO	0,024 m3
<b>Materials/fuels</b>	
Cellulose fibre {RoW}  market for cellulose fibre   Cut-off, S	0,53 kg
Nitric acid, without water, in 50% solution state {RoW}  market for nitric acid, without water, in 50% solution state   Cut-off, S	0,556 kg
Chemical factory, organics {GLO}  market for chemical factory, organics   Cut-off, S	4,00E-10 p
Sulfuric acid {RoW}  market for sulfuric acid   Cut-off, S	0,864 kg
<b>Electricity/heat</b>	
Electricity, medium voltage {GLO}  market group for electricity, medium voltage   Cut-off, S	1,2 MJ
Heat, from steam, in chemical industry {RoW}  market for heat, from steam, in chemical industry   Cut-off, S	2 MJ
<b>Ouputs</b>	
<b>Emissions to air</b>	
Carbon dioxide	0 kg
Carbon dioxide, biogenic	0,0349 kg
Water/m3	0,0093 m3
Nitric acid	0,00111 kg
<b>Emissions to water</b>	
Water, GLO	0,0147 m3
Nitric acid	0,00278 kg
Sulfuric acid	0,00432 kg

1274 **Tableau 16 Inventaire des données pour le procédé de finition impression nitrocellulosique**  
1275 **{RER} – 1kg**

### 1276 3.3.6 METALLISATION PAR PVD - TOUS METAUX - {RER} – EVEA

1277 La donnée de procédé de métallisation présente sur ecoinvent « Selective coat, copper sheet, physical  
1278 vapour deposition {DE}| selective coating, copper sheet, physical vapour deposition | Cut-off, U » n'est  
1279 pas utilisable en tant que tel, car ce procédé est appliqué dans le cas d'un dépôt de cuivre.

1280

1281 Cette donnée a été reprise par EVEA, de façon à adapter la donnée pour de la métallisation aluminium,  
1282 uniquement au niveau des consommations d'eau et d'énergie. La consommation d'aluminium est  
1283 gérée dans l'ICV des structures car la quantité déposée n'est pas identique dans les différentes  
1284 structures.

1285

1286 [1] La donnée de consommation électrique pour 1m2 est une donnée spécifique confidentielle  
1287 issue d'un projet avec un fabricant de film métallisés en aluminium. (F).

1288

1289 Cette donnée adaptée reprend donc le procédé de métallisation, adaptée à la région RER, sans le  
1290 type de matière, ni la quantité de matière déposée sur une surface. L'ICV est expliqué dans le Tableau  
1291 17.

1292  
1293  
1294  
1295  
1296

Matériel créé par EVEA	
Métallisation par PVD - Tous métaux - {RER} – EVEA - 1 m2	
Inputs	Quantity
Resources	
Water, unspecified natural origin, DE	-0,007236 m3
Water, unspecified natural origin, RER	0,007236 m3
Materials/fuels	
Selective coat, copper sheet, physical vapour deposition {DE}  selective coating, copper sheet, physical vapour deposition   Cut-off, U	1 m2
Electricity, medium voltage {DE}  market for electricity, medium voltage   Cut-off, U	-1,2 kWh
Electricity, medium voltage {RER}  market group for electricity, medium voltage   Cut-off, U [1]	0,0247 kWh
Silica sand {GLO}  market for silica sand   Cut-off, U	-0,00089 kg
Titanium dioxide {RER}  market for titanium dioxide   Cut-off, U	-0,001 kg
Outputs	Quantity
Emissions to water	
Water, DE	-0,0061506 m3
Water, RER	0,0061506 m3

1297 **Tableau 17 Inventaire des données pour le procédé de métallisation {RER} – 1 m2**

1298 3.3.7 POLYETHYLENE LOW DENSITY FILM RECYCLED R1=50% {RER} - EVEA CFF

1299 Les données de PEBD recyclé mécanique sur ecoinvent ne permettent pas d'avoir un pourcentage  
1300 spécifique de contenu en matières recyclées, et ne suivent pas la CFF. La collecte de donnée indique  
1301 que le film PEBD utilisé pour gerbage des palettes contient 50% de matières recyclées  
1302 mécaniquement. Une donnée spécifique a été créée pour répondre à ce besoin.

1303  
1304 L'ICV d'une matière PEBD avec 50% de recyclé est expliqué dans le Tableau 18.  
1305

Matériel créé par EVEA	
PEBD POLYETHYLENE LOW DENSITY FILM RECYCLED R1=50% {RER} - EVEA CFF – 1 KG	
Inputs	Quantity (kg)
Polyethylene, low density, granulate {RER}  polyethylene production, low density, granulate   Cut-off, S [2]	$(1-R1) + (R1*(1-A) * Q_{Sin}/Q_p) = 0,5+0,188 = 0,688$
Polyethylene, low density, granulate {RER}  polyethylene production, low density, granulate   Cut-off, S [1]	$R1*A = 0,25$
Transport, freight train {GLO}  market group for transport, freight train   Cut-off, S	0,2887 (tkm)
Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market group for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, S	0,4504 (tkm)
Transport, freight, sea, container ship {GLO}  market for transport, freight, sea, container ship   Cut-off, S	0,5248 (tkm)

1306 **Tableau 18 Inventaire des données pour PEBD avec 50% de matières recyclées**  
1307 **mécaniquement – 1 kg**

1308 Hypothèse :

1309 [1] Matériau recyclé

1310 [2] Matière vierge

1311

1312 Paramètres :  $R1 = 0,50$  ;  $A = 0,5$  ;  $Q_{sin}/Q_p = 0,75$  (extrait des paramètres de la COMMISSION  
1313 EUROPÉENNE, annexe C).

### 1314 3.3.8 STEEL, CHROMIUM, RECYCLED 100% {RER}| MARKET | EVEA CFF

1315 Les données d'acier inox avec 100% de matière recyclée n'est pas disponible sur ecoinvent, et celles  
1316 disponibles ne permettent pas d'avoir un pourcentage spécifique de contenu en matières recyclées, et  
1317 ne suivent pas la CFF. Une donnée spécifique a été créée pour répondre à ce besoin.

1318

1319 L'ICV de l'acier inox avec 100% de recyclé est expliqué dans le Tableau 19.

1320

Matériel créé par EVEA	
STEEL, CHROMIUM, RECYCLED 100% {RER}  MARKET   EVEA CFF – 1 KG	
Inputs	Quantity (kg)
Steel, chromium steel 18/8 {RER}  steel production, electric, chromium steel 18/8   Cut-off, S [2]	$(1-R1) + (R1*(1-A) * Q_{sin}/Q_p) = 0+0,8 = 0,8$
Steel, low-alloyed {Europe without Switzerland and Austria}  steel production, electric, low-alloyed   Cut-off, S [1]	$R1*A = 0,2$
Transport, freight train {GLO}  market group for transport, freight train   Cut-off, S	0,2887 (tkm)
Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}  market group for transport, freight, lorry, unspecified   Cut-off, S	0,4504 (tkm)
Transport, freight, sea, container ship {GLO}  market for transport, freight, sea, container ship   Cut-off, S	0,5248 (tkm)

1321 **Tableau 19 Inventaire des données pour Steel, chromium, recycled 100% {RER}| market |**  
1322 **EVEA CFF – 1 kg**

1323 Hypothèse :

1324 [1] Matériau recyclé

1325 [2] Matière vierge

1326

1327 Paramètres :  $R1 = 1$  ;  $A = 0,8$  ;  $Q_{sin}/Q_p = 1$  (extrait des paramètres de la COMMISSION  
1328 EUROPÉENNE, annexe C)

### 1329 3.3.9 SPECIFIQUE A LA STRUCTURE 7 – BIO-POLYPROPYLENE 2ND GENERATION

1330 Dans le cadre d'une analyse de sensibilité sur la provenance et l'origine des matières premières pour  
1331 certaines structures, une donnée de Bio-PP à partir de tall-oil, a été créée, car non accessible  
1332 directement dans ecoinvent.

1333

1334 L'inventaire de cycle de vie de cette donnée, créée par EVEA, provient d'une source confidentielle  
1335 couplée à de la bibliographie. Les éléments qui composent l'ICV sont présentés dans le Tableau 20

1336

Matériel créé par EVEA	
Bio-PP à partir de tall-oil - EVEA - 1 kg	
Inputs	Quantity
<b>Resources technosphere (materials)</b>	
Water, cooling, unspecified natural origin, Europe without Switzerland	0,048 m3

<b>Renewable diesel {FN} hydrotreatment of tall oil EVEA</b> (cf Tableau suivant)	1,05 kg
<b>Resources technosphere (heat, electricity)</b>	
Chemical factory {GLO}  market for chemical factory   Cut-off, S	8,0E-10 kg
Electricity, medium voltage {RER}  market group for electricity, medium voltage   Cut-off, S	2,4 MJ
Heat, district or industrial, other than natural gas {RER}  treatment of coal gas, in power plant   Cut-off, S	4 MJ
<b>Outputs</b>	<b>Quantity</b>
<b>Emissions to water</b>	
Ethylene	5,26 g
Water, RER	2*14,7 m3
<b>Emissions to air</b>	
Ethylene	2,11 g
Water/m3	2*9,3 g
Carbon dioxide, biogenic	2*141 g

1337

**Tableau 20 Inventaire des données pour Bio-PP à partir de tall-oil – 1 kg**

1338

<b>Matériel créé par EVEA</b>		
<b>Renewable diesel {FN} hydrotreatment of tall oil EVEA – 1kg</b> (utilize pour Bio-PP from tall-oil)		
	<b>Affectation</b>	<b>Quantity</b>
<b>Renewable diesel {FN} hydrotreatment of tall oil EVEA – 1kg</b>	90,5%	1 kg
Biogasoline EVEA	7,3%	0,025 kg
Propane EVEA	2,2%	0,072 kg
<b>Inputs</b>		<b>Quantity</b>
<b>Resources technosphere (materials)</b>		
Water, cooling, unspecified natural origin, Europe without Switzerland		4,6E-6 m3
Water, process, unspecified natural origin/kg		0,025 kg
<b>Resources technosphere (heat, electricity)</b>		
Pitch {GLO}  tall oil refinery operation   Cut-off, S		1,191 kg
Hydrogen, liquid {RER}  market for hydrogen, liquid   Cut-off, S		0,012 kg
Electricity, medium voltage {FI}  market for electricity, medium voltage   Cut-off, S		0,107 MJ
Heat, from steam, in chemical industry {RER}  market for heat, from steam, in chemical industry   Cut-off, S		0,029 MJ
<b>Outputs</b>		<b>Quantity</b>
<b>Emissions to air</b>		
Carbon dioxide, biogenic		0,009 kg
Carbon dioxide, fossil		0,048 kg
<b>Outputs from the technosphere</b>		
Wastewater, average {CH}  market for wastewater, average   Cut-off, S		1,13E-4

1339

### 1340 3.3.10 SPECIFIQUE A LA STRUCTURE 9 – REEMPLOI DU POT ACIER ANOXYDABLE

1341 La structure 9, est composée d'un pot acier inoxydable réemployable, et d'un couvercle/opercule à  
1342 usage unique. Dans le scénario de la structure 9, il a été considéré un taux de rotation équivalent à 11  
1343 rotations (soit 10 réemplois) selon la formule suivante :

1344

1345 
$$\text{Nombre de rotations} = 1 / (\text{txnonretour} + \text{txcasse} \times (1 - \text{txnonretour}))$$

1346

1347 Avec :

1348 • txnonretour, le taux de non retour d'un emballage par le consommateur

1349 ○ La valeur de 5% a été choisie

1350 • txcasse, le taux de casse d'un emballage lors du cycle de réemploi (lors du lavage par exemple)

1351 ○ La valeur de 5% a été choisie

1352

1353 Le nombre de rotations théorique étant égal à 10,2, l'arrondie à la valeur supérieure amène à 11  
1354 rotations.

1355

1356 L'inventaire de cycle de vie du réemploi est expliqué dans le Tableau 21 ci-dessous, avec les 4 sous-  
1357 étapes associées au réemploi.

1358

1359 Lors de la première utilisation (=1 rotation), l'ensemble du cycle de vie du pot inox est appelé 1 fois  
1360 pour répondre à l'unité fonctionnelle, et les étapes liées au réemploi ne sont pas appelées.

1361 Ensuite, à chaque rotation supplémentaire, la boucle de réemploi est en marche. De ce fait, à chaque  
1362 nouvelle rotation du pot inox, le cycle de vie complet du couvercle et de l'opercule à usage unique sont  
1363 appelés.

1364

1365 Cependant, pour le pot inox, la boucle de réemploi étant activée, le cycle de vie est modifié et appelle  
1366 donc une fois les étapes de matières premières, de fabrication, d'approvisionnement vers l'usine de  
1367 conditionnement, puis le transport vers les lieux de vente, et appelle la valeur égale au « **Nombre de  
1368 rotations du pot inox S9 – 1** » pour les étapes liées au réemploi. A la fin du réemploi, quand le pot  
1369 inox arrive en fin de vie, la fin de vie est appelée une seule fois.

1370

1371 Les données utilisées pour le réemploi sont basées sur 2 études, la première étant l'étude CITEO  
1372 REMUNA (source confidentielle) visant à déployer le réemploi, et l'étude de réemploi BERNY (étude  
1373 réalisée avec EVEA, confidentielle) sur le réemploi de contenant en aluminium, notamment pour les  
1374 données relatives au lavage de ces contenants.

1375

1376

1377

1378

1379

1380

1381

1382

1383

1384

1385

1386

1387

## Inventaire de cycle de vie pour le réemploi du pot inox pour la S9

### Sous-étape 1 : Collecte du pot en fin de vie

**Commentaire : Cette étape représente la collecte du pot en fin de vie, via une Reverse Vending Machine, dans un hyper ou supermarché. N'est pas considéré le déplacement des consommateurs jusqu'au centre.**

Intrants	Quantité	Commentaire
Steel, chromium steel 18/8 {GLO}  market for steel, chromium steel 18/8   Cut-off, S	$312/(7*365*214)=5,7E-4$ kg	Durée de vie de la machine RVM de déconsignation (en nombre de réutilisation pour un emballage), machine de consignation d'une durée de vie de 7 ans. Utilisation en Hyper et Super. Valeur par défaut 214 emb/jour (pire cas - super- de nb contenants/jour)  La machine est modélisée via une approche de prorata de masse, l'acier inoxydable étant considéré comme le composant majoritaire, et est approximé à 312kg.
Electricity, medium voltage {FR}  market for electricity, medium voltage   Cut-off, S	13,5 kg	Consommations lors de l'utilisation du distributeur (machine RVM), <b>ramené à une unité d'emballage.</b> Prise en compte de conso lors de la veille de la machine.
Tap water {Europe without Switzerland}  market for tap water   Cut-off, S	0,002 Wh	

### Sous-étape 2 : Transport vers Centre de lavage

**Commentaire : Cette étape représente le transport des pots en inox collectés (avec des caisses palettes en polypropylène), vers le centre de lavage.**

Inputs	Quantité	Commentaire
Transport	$300*((0,080*261+49)*40)= 838,6$ tkm	Transport de 261 pots inox S9 (80g) par caisse palette, 40 caisses de 49kg sur une distance de 300km (scénario de base)
Caisse palette - Matière polypropylène "Polypropylene, granulate {GLO}  market for polypropylene, granulate   Cut-off, S"	$(49/10)/261=0,019$ kg	Durée de vie d'une caisse palette en polypropylène, de 10 cycle soit 9 réutilisations. Une caisse palette pèse 49 kg et peut contenir 261 emballages pot inox S9.
Caisse palette - Fin de vie de la caisse en polypropylène Scénario de Fin de Vie avec R2=0%, en 2030 {FR - ADEME compliant}  EVEA CFF	$(49/10)/261=0,019$ kg	

### Sous-étape 3 : Tri et lavage

**Commentaire : Cette étape représente le tri et lavage des pots inox dans un centre.**

Inputs	Quantité	Commentaire
Steel, chromium steel 18/8 {GLO}  market for steel, chromium steel 18/8   Cut-off, S	$52000/(15*4,510E7)$	Conso de la machine de lavage en centre de tri et lavage La machine pour le lavage est en acier, elle pèse 52 tonnes et elle a une durée de vie de 15 ans avec 45 100 000 emballages lavés par an
Electricity, medium voltage {FR}  market for electricity, medium voltage   Cut-off, S	0,016 kWh	
Tap water {Europe without Switzerland}  market for tap water   Cut-off, S	80g	Données issues de l'étude BERNY, consommation d'eau, d'électricité, et de détergents, pour laver un contenant.
Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for sodium hydroxide, without water, in 50% solution state   Cut-off, S	0,1g	
Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {GLO}  market for sodium hydroxide, without water, in 50% solution state   Cut-off, S	0,1g	
Potassium hydroxide {GLO}  market for potassium hydroxide   Cut-off, S	0,1g	

### Sous-étape 4 : Conditionnement dans des EIC pour approvisionnement vers Usine de conditionnement du beurre

**Commentaire : Cette étape représente le conditionnement des pots inox lavés, dans des EIC identiques (approvisionnés à part) que ceux qui ont servis à approvisionner l'usine de conditionnement du beurre, puis, l'étape de transport vers cette usine.**

Inputs	Quantité	Commentaire
EIC pour le pot Inox, vers l'Usine de conditionnement Section 3.2.2, Tableau 19, première partie du tableau, hypothèse d'utilisation d'EIC identiques.	1p	Les EIC utilisés pour approvisionner le pot inox en sortie de centre de lavage (boucle de réemploi), sont considérés identiques à ceux utilisés entre l'usine de fabrication vers l'usine de conditionnement de beurre (premier usage du pot).
300 km en camion selon la donnée « Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4   Cut-off, S »	300km	Transport entre centre de lavage et usine de conditionnement de beurre.

1388 **Tableau 21 Inventaire de cycle de vie pour le réemploi du pot inox pour la S9**

### 1389 3.4 TRANSPORTS D'APPROVISIONNEMENT

#### 1390 3.4.1 DES MATIERES PREMIERES VERS LES USINES DE FABRICATION ET/OU DES 1391 USINES DE FABRICATION DES COMPOSANTS VERS USINES DE FABRICATION 1392 DES STRUCTURES

1393 Comme expliqué dans les sections générales des ICV des structures primaires et leurs EIC  
1394 correspondant, chaque matière première des composants est considérée comme approvisionné de la  
1395 même façon :

- 1396
- 1397 • Chaque composant ou matériau de composant approvisionné avec le même scénario identique  
1398 pour chaque composant, à savoir 300 km en camion selon la donnée « Transport, freight, lorry  
1399 16-32 metric ton, EURO4 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 |  
1400 Cut-off, S ». De ce fait, ce procédé est appelé pour chaque composant, pour 300km et pour la  
1401 masse du composant concerné.
- 1402

#### 1403 3.4.2 DES USINES DE FABRICATION DES STRUCTURES PRIMAIRES VERS LES 1404 USINES DE CONDITIONNEMENT

1405 Une fois que les structures primaires sont conditionnées dans leurs EIC en direction de l'usine de  
1406 conditionnement, le transport décrit ci-dessous est appliqué :

- 1407
- 1408 • 300 km en camion selon la donnée « Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER}|  
1409 market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 | Cut-off, S »
- 1410

#### 1411 3.4.3 DES USINES DE CONDITIONNEMENT VERS LES LIEUX DE VENTE

1412 Une fois que le beurre est conditionné dans les structures primaires, celles-ci sont conditionnées dans  
1413 de nouveaux EIC en direction des lieux de vente, et un transport paramétré selon la charge d'un  
1414 camion, est décrit ci-dessous et est appliqué.

1415

Camion (25T)	Données personnalisées tenant compte des effets des taux de chargement des camions sur la consommation de carburant.
	Basé sur les données : "transport, fret, camion >32 tonnes métriques, EURO5 RER" et "transport, fret, camion avec réfrigération, congélation GLO". [1]

1416 **Tableau 22 Donnée de transport, entre usine de conditionnement et lieux de vente**

1417 [1] La consommation de carburant d'un camion étant largement dépendante de la charge qu'il  
1418 transporte, une fiche de transport paramétrée prenant en compte la charge effective a été  
1419 utilisée, pour chaque structure. La charge effective du camion dépend de l'optimisation du plan

1420 de palettisation et est donc spécifique à chaque emballage. La valeur de la charge effective  
 1421 calculée pour chaque emballage est reprise dans la dernière colonne du Tableau 23. Le beurre  
 1422 étant transporté dans des camions réfrigérés, nous avons également inclus l'impact de la  
 1423 réfrigération dans les données. Les paragraphes suivants détaillent la construction du transport  
 1424 paramétré.

	S7	S8	S9
<b>Poids total (produit + emballage I, II et III) (kg)</b>	0,283	0,291	0,359
<b>Nbr structures par palette</b>	2400	2400	2400
<b>Poids palette (T)</b>	679,5	697,3	862,6
<b>Nombre Palette / camion</b>	33	33	<b>28</b>
<b>Poids camion (T)</b>	22,4	23,0	24,2
<b>Poids max (25 Tonnes réfrigéré)</b>	25	25	25
<b>Taux de chargement</b>	90%	92%	97%
<b>Nbr structures par camion</b>	79200	79200	<b>67200</b>

1425 **Tableau 23 Valeur de la charge effective calculée (Poids Camion) pour chaque structure**  
 1426 **(beurre contenu, packaging primaire et EIC vers Lieux de ventes)**

1427 3.4.3.1 *TRANSPORT AVEC CONSOMMATION DE CARBURANT EN FONCTION DE LA CHARGE*

1428 3.4.3.1.1.1 *INTRODUCTION*

1429  
 1430 Le calcul des impacts du transport routier de marchandises avec des données moyennes calculées  
 1431 par t.km n'est pas toujours satisfaisant. L'objectif ici est de proposer un modèle de données de  
 1432 transport adaptatif en fonction de la charge du camion et de son retour à vide, basé sur les données  
 1433 de transport routier ecoinvent, tout en gardant une certaine simplicité d'utilisation.

1434 3.4.3.1.2 *CONSTRUCTION DES DONNÉES DE TRANSPORT*

1435  
 1436 Afin de construire les données de transport, il a été nécessaire de déterminer un modèle de  
 1437 consommation et d'émission spécifique à un chargement de camion. Le taux de retour à vide a été  
 1438 déterminé comme un trajet de camion avec un chargement nul.

1439 Les ensembles de données ecoinvent pour le transport par camion sont donnés en [t.km] et prennent  
 1440 en compte un chargement moyen (connu) incluant un taux de retour à vide moyen. Un résumé des  
 1441 hypothèses ecoinvent pour le transport routier est disponible dans le Tableau 24

1442  
 1443  
 1444

Catégorie de camion (ecoinvent)	Charge moyenne (t) (facteur de charge moyen ecoinvent)	Charge utile/charge maximale admissible (ADEME)[1]	Taux de retour à vide [2]	Poids du véhicule + charge moyenne (t)
---------------------------------	--	--	---------------------------	--

3.5t – 7.5t	0.98	4.00	0,17	4.98
7.5t – 16t	3.29	9.79	0,17	9.29
16 – 32t	5.79	16.00	0,17	15.79
> 32t	15.96	25.00	0,17	29.96

1445 **Tableau 24 Données ecoinvent et ADEME utilisées pour le transport par camion.**

1446

1447 [1] Bilan Carbone V6

1448 [2] EcoTransIT World: Methodology and Data – Update July 31th, 2011

1449

1450 Objectif : Décomposer le déplacement d'un camion chargé en trois termes :

1451 - Déplacement du camion vide

1452 - Déplacement du chargement

1453 - Déplacement du camion vide lié au retour à vide (TRAV).

1454

1455 La formule suivante est alors utilisée :

1456

1457  $TruckTravel(loaded) = TruckTravel(empty) + TruckTravel(loaded) + TruckTravel(empty\ return)$

1458

#### 1459 3.4.3.1.3 UTILISATION DE LA MÉTHODE COPPERT III

1460

1461 La méthode COPPERT III<sup>xii</sup> a été utilisée pour déterminer l'impact de la charge seule par rapport à

1462 l'impact d'un camion vide. L'influence de la charge sur la consommation de carburant et les émissions

1463 de combustion suit la formule suivante :

1464 
$$LCe_{HOT;i,j,k} = e_{HOT;i,j,k} \times [1 + 2 \times LCorr_i \times \frac{LP - 50}{100}]$$

1465 Avec :

1466 -  $LCe_{HOT;i,j,k}$  : facteur d'émission d'un polluant i [g/km] d'un véhicule de la catégorie j corrigé

1467 -  $e_{HOT;i,j,k}$  : facteur d'émission d'un polluant i [g/km] d'un véhicule de la catégorie j, pour un taux de  
1468 charge de 50 %

1469 -  $LP$  : charge du véhicule [%]

1470 -  $LCorr_i$  : facteur de correction de la charge polluante i.

1471

1472 Cette formule est utilisée et appliquée pour chaque émission/consommation dans l'ensemble de

1473 données ecoinvent pour laquelle un facteur d'émission peut être calculé.

1474

#### 1475 3.4.3.1.4 APPLICATION AUX DONNÉES ECOINVENT

1476 À partir des données ecoinvent, la valeur de chaque flux correspondant au camion vide (c'est-à-dire

1477 sans chargement) a été déterminée. Chaque valeur de flux a ensuite été déconstruite et reconstruite.

1478 Pour ce faire, les émissions et la consommation liées au camion vide ont d'abord été dissociées de

1479 celles spécifiques au camion plein.

1480

1481 Afin de calculer la valeur de flux liée au camion vide, les données ERR et charge transportée des

1482 données ecoinvent ont été recalculées car elles ne sont pas fournies dans la documentation ecoinvent.

1483 Ce travail nous a permis de décomposer la valeur du flux lié au camion vide, à la charge moyenne

1484 ecoinvent, à l'ERR ecoinvent et à la charge maximale ecoinvent.

1485

1486 Ce travail a ensuite été appliqué à la valeur du flux relatif au camion plein (et donc à la charge). Enfin,  
1487 les valeurs de flux relatives au camion vide et au camion plein ont été combinées pour reconstituer le  
1488 trajet d'un camion chargé. Cette manipulation a permis de faire varier le taux de retour à vide réel et la  
1489 charge réelle transportée.

1490

1491 Pour la partie réfrigération, la donnée "Operation, reefer, cooling {GLO}| market for operation, reefer,  
1492 cooling | Cut-off, U R134 only" a été appelée dans les mêmes quantités que pour les transports  
1493 frigorifiques ecoinvent que dans "Transport, freight, lorry with reefer, cooling {GLO}| transport, freight,  
1494 lorry with reefer, cooling | Cut-off, U".

1495

#### 1496 3.4.3.1.5 LIMITES D'UTILISATION

1497 Cette méthode présente de nombreuses limites puisqu'elle ne peut être appliquée qu'aux flux pour  
1498 lesquels des facteurs de correction sont disponibles. Néanmoins, la consommation de carburant étant  
1499 un élément important des données de transport, son influence sur les impacts est importante.

1500

1501 La méthodologie est tirée de COPPERT III, qui est assez ancien, mais elle améliore la précision des  
1502 impacts du transport par camion d'ecoinvent, qui sont plus récents.

1503

1504 La méthode doit être utilisée principalement pour évaluer au mieux les impacts d'un chargement de  
1505 camion sur la consommation de carburant, car l'influence du transport et en particulier du chargement  
1506 sur le transport est importante pour l'ACV en question.

## 1507 **3.5 FIN DE VIE**

1508 Les emballages primaires, secondaires et tertiaires, ainsi que les emballages d'approvisionnement et  
1509 de distribution sont considérés comme aboutissant dans le flux de déchets municipaux où ils peuvent  
1510 être triés pour être recyclés ou envoyés pour un traitement final (mise en décharge ou incinération).

1511

1512 La fin de vie des emballages primaires des structures est décrit selon le Tableau 25. Les éléments  
1513 surlignés en vert sont considérés comme recyclables, en 2030, dans le bac de tri. La fin de vie associée  
1514 à ces éléments recyclables sera donc un taux de recyclabilité, et le taux résiduel restant sera partagé  
1515 avec le taux d'incinération et d'enfouissement projeté sur 2030. Les éléments non surlignés en vert  
1516 sont donc considérés non recyclables, leur fin de vie sera partagée avec le taux d'incinération et  
1517 d'enfouissement projeté sur 2030.

1518

1519

1520

1521

1522

1523

1524

1525

1526

1527

1528

1529

Solution	Type	Nom	Détails
S7	Rigide	Pot PP	Pot PP Couvercle PP Opercule alu/PE/papier non collé
S8	Rigide	Pot carton	Pot et Couvercle composés de Carton à 80% et de PEBD à 20% Opercule
S9	Rigide Réemploi	Pot inox / 11 rotations	Pot inox réemployé (contenant de l'inox recyclé PCR) – 11 rotations Opercule alu / PE/ Papier / PE – Pas de rotation Couvercle PP – Pas de rotation

1530 **Tableau 25 Composants des structures primaires considérés comme recyclables**

1531

1532 Pour le pot inox réemployé, sa fin de vie n'est pas prévue dans le bac jaune de tri. Cependant, lors  
1533 de son retour dans une boucle de réemploi, dans le cas où le pot est déclassé, le puller peut trier ces  
1534 pots et les orienter vers le bon recycleur. De ce fait, le pot inox, en fin de vie (peu importe son  
1535 nombre de rotation), est considéré comme recyclable.

1536 Les 2 types d'EIC sont considérés comme recyclés, car les boîtes en carton monomatériau peuvent  
1537 facilement suivre les flux de recyclage du papier carton. Pour les films en PEBD, qui sont collectés par  
1538 les industriels lors de la chaîne de valeurs, ils sont considérés comme recyclables et recyclés avec le  
1539 même taux que le PE filière souple projetée en 2030.

1540

### 1541 3.5.1 SCÉNARIO DE FIN DE VIE

#### 1542 **Source des données et description complémentaire :**

- 1543 • Il a été supposé que toutes les structures et leurs EIC respectifs finissent leur vie sur le  
1544 marché ciblé, à savoir le marché français. (TF)
- 1545 • Toutes les données de fin de vie, pour le scénario de base, soit en 2030, les données d'un  
1546 rapport de l'ADEME<sup>xiii</sup> « Evaluation environnementale de la consigne pour réemploi des  
1547 emballages en France », et du rapport « Emballages ménagers : Quelles trajectoires  
1548 prévisionnelles pour 2030 ? Point presse – 15 mai 2023 » de CITEO<sup>xiv</sup>. Les sources  
1549 bibliographiques sur lesquelles se base le rapport de l'ADEME, sont accessibles au sein du  
1550 rapport en question.
- 1551 • Toutes les données de fin de vie, pour l'analyse de sensibilité, les données proviennent de  
1552 CITEO 2021<sup>xv</sup> pour les taux de recyclage relatifs à la France.

### 1553 3.5.2 APERÇU DE LA FIN DE VIE

1554 Le Tableau 26 ci-dessous reprend les données en pourcentage de fin de vie en France. Les deux  
1555 premières lignes considèrent les taux d'incinérations (valorisation énergétique) et d'enfouissement,  
1556 dans le cas où un matériau n'est pas recyclé. Pour les matériaux, un taux de recyclage est appliqué,  
1557 et le taux résiduel restant non recyclé sera partagé avec le taux d'incinération et d'enfouissement.

Matériau	% de fin de vie	France
Matériau non recyclable (2030)	% de valorisation énergétique (incinération)	90%
	% d'enfouissement	10%
Papier	% de recyclage	85%
	% de valorisation énergétique (incinération)	13,5%
	% d'enfouissement	1,5%
Carton plat	% de recyclage	85%
	% de valorisation énergétique (incinération)	13,5%
	% d'enfouissement	1,5%
Carton ondulé	% de recyclage	85%
	% de valorisation énergétique (incinération)	13,5%
	% d'enfouissement	1,5%
Bois palette	% de recyclage	30%
	% de valorisation énergétique (incinération)	54%
	% d'enfouissement	6%
Aluminium	% de recyclage	60%
	% de valorisation énergétique (incinération)	36%
	% d'enfouissement	4%
Acier inox	% de recyclage	80%
	% de valorisation énergétique (incinération)	18%
	% d'enfouissement	2%
PP Rigide	% de recyclage	55%
	% de valorisation énergétique (incinération)	40,5%
	% d'enfouissement	4,5%
PP Souple	% de recyclage	21%
	% de valorisation énergétique (incinération)	71,1%
	% d'enfouissement	7,9%
PEBD (ménager)	% de recyclage	40%
	% de valorisation énergétique (incinération)	45%
	% d'enfouissement	5%
Adhésifs, Coating, Finitions	% de recyclage	0%
	% de valorisation énergétique (incinération)	90%
	% d'enfouissement	10%

1559 **Tableau 26 Données sur la fin de vie par typologie de matériaux, en France, en 2030.**

1560 Pour le taux % de recyclage du PEBD pour les films de palette, le taux du PEBD (ménager) a été  
1561 appliqué. En réalité, le taux spécifique de recyclage des films palette en PEBD est supérieur à 40%  
1562 (s'approchant de 90%), cependant cet élément de l'étude n'a pas été modifié entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup>  
1563 itération, car il n'est pas différenciant entre les solutions ; le plan de palettisation est identique pour  
1564 toutes les solutions, et il est très minoritaire dans l'ensemble des impacts du cycle de vie.

1565 **3.5.3 FIN DE VIE PAR RÉGION : RECYCLAGE**1566 **3.5.3.1 Données CFF**

1567 Le Tableau 27 ci-dessous présente l'inventaire et les paramètres du cycle de vie des matériaux qui  
1568 contiennent un pourcentage de recyclé.

1569

Matériau	A	Qsout/Qp
Plastique (PEBD)	0,5	0,75
Acier	0,2	1
Papier/Carton	0,2	1

1571 3.5.3.2 *Recyclage des produits finis*

1572 Le Tableau 28 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie du processus de recyclage pour les  
1573 matériaux compris dans les emballages primaires ainsi que leurs EIC correspondant.

1574 Pour chaque matériau, la donnée de procédé de recyclage est explicitée, ainsi que deux taux de  
1575 recyclage. Le premier taux R2 est repris du Tableau 26 (taux de recyclabilité en 2030). Le deuxième  
1576 taux R2 est utilisé dans le cadre d'une analyse de sensibilité, avec les taux réels CITEO explicités en  
1577 Section 3.5.1.

1578

Matériau	Modélisation du recyclage	France
Papier	Donnée de procédé de recyclage	Graphic paper, 100% recycled {RER}  graphic paper production, 100% recycled   Cut-off, S
	R2 2030	85%
	R2 2021	68,9%
Carton plat	Donnée de procédé de recyclage	White lined chipboard carton {RER}  white lined chipboard carton production   Cut-off, S
	R2 2030	85%
	R2 2021	68,9%
Carton ondulé	Donnée de procédé de recyclage	Boîte en carton ondulé {RER}  production   Cut-off, U 100% recyclé [2]
	R2 2030	85%
	R2 2021	68,9%
Bois palette	Donnée de procédé de recyclage	FIN DE VIE, BOIS, R2 = X% {RER}   CFF, S
	R2 2030	30%
	R2 2021	7,1%
Aluminium	Donnée de procédé de recyclage	Aluminium scrap, post-consumer, prepared for melting {RER}  treatment of aluminium scrap, post-consumer, by collecting, sorting, cleaning, pressing   Cut-off, S
	R2 2030	60%
	R2 2021	36,7%
Acier inox	Donnée de procédé de recyclage	Steel, low-alloyed {Europe without Switzerland and Austria}  steel production, electric, low-alloyed   Cut-off, S
	R2 2030	80%
	R2 2021	80,8%
PP Rigide	Donnée de procédé de recyclage	Polyethylene, high density, granulate, recycled {CH}  polyethylene production, high density, granulate, recycled   Cut-off, S [1]
	R2 2030	55%
	R2 2021	55,8%
PP Souple	Donnée de procédé de recyclage	Polyethylene, high density, granulate, recycled {CH}  polyethylene production, high density, granulate, recycled   Cut-off, S [1]
	R2 2030	21%
	R2 2021	0%
PEBD Souple	Donnée de procédé de recyclage	Polyethylene, low density, granulate, recycled {CH}  polyethylene production, low density, granulate, recycled   Cut-off, S
	R2 2030	40%
	R2 2021	6,2%
Adhésifs, Coating, Finitions, PET non recyclable [3]	Donnée de procédé de recyclage	NA
	R2 2030	NA

Matériau	Modélisation du recyclage	France
	R2 2021	NA

1579  
1580  
1581

**Tableau 28 Inventaire des processus de recyclage pour les emballages primaires, secondaires et tertiaires par région**

1582 **Hypothèses :**

- 1583 [1] Comme il n'y a pas de données spécifiques pour le recyclage mécanique du PP au sein  
1584 d'ecoinvent, une hypothèse a été faite sur ce processus de recyclage étant similaire aux  
1585 données sur le polyéthylène recyclé. (F)  
1586 De même, CITEO indique que le flux de recyclage du PP souple à l'avenir, sera un flux recyclé  
1587 par un procédé de recyclage chimique. Ce type de procédé n'existant pas à l'échelle industrielle  
1588 et donc non présent dans ecoinvent, une approximation par un recyclage mécanique a été faite.  
1589 (FF). Cette approximation amène avec certitude, à sous-estimer l'impact de la fin de vie de la  
1590 solution souple, car le recyclage chimique sera surement plus impactant et énergivore que le  
1591 recyclage mécanique.
- 1592 [2] Le procédé de recyclage du carton ne figure pas dans la base de données ecoinvent. EVEA a  
1593 créé de nouveaux processus de recyclage du carton en adaptant les données ecoinvent. Les  
1594 détails de ces modifications sont disponibles dans la Section 3.3. (F)
- 1595 [3] Ces composants/éléments n'ont pas vocation à être recyclés, et sont considérés comme  
1596 incinérés et/ou enfouis selon les tableaux des Sections 3.5.4 et 3.5.5. (F)  
1597

1598 **3.5.4 FIN DE VIE PAR RÉGION : VALORISATION ÉNERGÉTIQUE**

1599 **3.5.4.1 Récupération d'énergie**

1600 Le Tableau 29 ci-dessous présente les données utilisées pour la récupération d'énergie, en France.  
1601

Type d'énergie	Récupération d'énergie
	France
Electricité 2030	Electricity, medium voltage {FR}  market for electricity, medium voltage - Scénario 2030 - EVEA
Electricité 2021	Electricity, medium voltage {FR}  market for electricity, medium voltage   Cut-off, S
Chaleur	Heat, central or small-scale {FR ADEME} Cut-off S   EVEA

1602 **Tableau 29 Inventaires de récupération d'énergie par région**

1603  
1604 **Hypothèses :**

1605  
1606 Lors de l'incinération, l'électricité et l'énergie thermique peuvent être récupérées en fonction de  
1607 l'efficacité de l'incinérateur.  
1608 Pour évaluer l'énergie récupérée, nous appliquons la formule suivante donnée par la formule de  
1609 l'empreinte circulaire (CFF) recommandée par la Commission européenne :

1610  
1611 
$$\text{Electricity recovered} = \text{Part of material incinerated} * LHV * X_{ER,elec}$$
  
1612 
$$\text{Heat recovered} = \text{Part of material incinerated} * LHV * X_{ER,heat}$$

1613  
1614 PCI : Pouvoir calorifique inférieur (MJ/kg)  
1615  $X_{ER,elec}$  : efficacité du processus de récupération d'énergie sur le site d'incinération pour l'électricité

1616 XER<sub>heat</sub> : efficacité du processus de récupération d'énergie sur le site d'incinération pour la chaleur

1617

1618 Le Tableau 30 ci-dessous présente les données de récupération de l'efficacité énergétique utilisées

1619 pour la récupération d'énergie et récupération d'électricité, en France.

1620

1621

1622

	Efficacité de la récupération d'énergie en France [1]		
	LHV (MJ/kg)	XER, elec	XER, chaleur
Papier	14,12	0,11	0,268
Carton plat	15,92	0,11	0,268
Carton ondulé	15,92	0,11	0,268
Bois palette	14,0	0,11	0,268
Aluminium (sous forme de film)	12,8	0,11	0,268
Acier inox	0	0,11	0,268
PP Rigide	32,78	0,11	0,268
PP Souple	32,78	0,11	0,268
PEBD Souple	42,47	0,11	0,268
Adhésifs, Coating, Finitions, PET non recyclable	30,79	0,11	0,268

1623 **Tableau 30 Données de production d'énergie nette utilisées pour la récupération d'énergie par**  
1624 **région**

1625 **Hypothèse :**

1626 [1] Le référentiel ADEME pour l'ACV comparative des emballages<sup>xvi</sup> donne une valeur de XER<sub>elec</sub>  
1627 et XER<sub>heat</sub> spécifique au territoire français. Ces deux valeurs ont été retenues pour la France  
1628 et l'Europe. (TF)

1629 [2] Les taux de récupération pour la production d'électricité et de chaleur sont indiqués dans la  
1630 documentation du processus d'incinération dans la base de données ecoinvent. Voir la  
1631 Section 3.5.4.2 pour les détails des procédés d'incinération sélectionnés. (TF)

1632

1633 3.5.4.2 Valorisation énergétique du produit final

1634

1635 **Hypothèses générales :**

- 1636 • Les pourcentages de déchets entrant dans le flux enfouissement sont détaillés à la Section
- 1637 3.5.2.

1638

1639 Le Tableau 31 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie des différents processus de  
1640 valorisation énergétique des matériaux, en France.

1641

1642 Les taux R3 pour 2030 et 2021, sont calculés par cette formule :  $tx\_inc*(1-R2)$

1643

Matériau	Modélisation de la valorisation énergétique	France
Papier	Donnée de procédé de valorisation énergétique	Waste graphical paper {CH}  treatment of waste graphical paper, municipal incineration   Cut-off, S
Carton plat	Donnée de procédé de valorisation énergétique	Waste paperboard {CH}  treatment of waste paperboard, municipal incineration   Cut-off, S
Carton ondulé	Donnée de procédé de valorisation énergétique	Waste paperboard {CH}  treatment of waste paperboard, municipal incineration   Cut-off, S
Bois palette	Donnée de procédé de valorisation énergétique	Waste wood, untreated {CH}  treatment of waste wood, untreated, municipal incineration   Cut-off, S
Aluminium	Donnée de procédé de valorisation énergétique	Scrap aluminium {CH}  treatment of scrap aluminium, municipal incineration   Cut-off, S
Acier inox	Donnée de procédé de valorisation énergétique	Scrap steel {CH}  treatment of scrap steel, municipal incineration   Cut-off, S
PP Rigide	Donnée de procédé de valorisation énergétique	Waste polypropylene {CH}  treatment of waste polypropylene, municipal incineration   Cut-off, S
PP Souple	Donnée de procédé de valorisation énergétique	Waste polypropylene {CH}  treatment of waste polypropylene, municipal incineration   Cut-off, S
PEBD Souple	Donnée de procédé de valorisation énergétique	Waste polyethylene {CH}  treatment of waste polyethylene, municipal incineration   Cut-off, S
Adhésifs, Coating, Finitions, PET non recyclable	Donnée de procédé de valorisation énergétique	Waste plastic, mixture {CH}  treatment of waste plastic, mixture, municipal incineration   Cut-off, S

1644

**Tableau 31 Inventaire des processus de valorisation énergétique en France**

1645 Pour information, la donnée Scrap steel {CH}| treatment of scrap steel, municipal incineration | Cut-off,  
1646 S " n'inclut pas de l'extraction de matière issues des mâchefers avec un potentiel recyclage de ces  
1647 matières, car l'acier inox est difficile à extraire par effet magnétique. Cette matière issue des  
1648 mâchefers, si recyclée, est d'une qualité bien moindre par rapport à celle requise pour la création  
1649 d'emballages alimentaires.

1650 3.5.5 FIN DE VIE PAR RÉGION : ÉLIMINATION

1651 **Hypothèses générales :**

1652 • Les pourcentages de déchets destinés au flux enfouissement sont détaillés à la Section 3.5.2.

1653

1654 Le Tableau 32 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie des différents matériaux mis en  
1655 décharge en France, pris en compte dans le scénario enfouissement.

1656

Matériau	Modélisation de l'élimination	France
Papier	Donnée de procédé enfouissement	Waste graphical paper {CH}   treatment of waste graphical paper, sanitary landfill   Cut-off, S
Carton plat	Donnée de procédé enfouissement	Waste paperboard {CH}   treatment of waste paperboard, sanitary landfill   Cut-off, S
Carton ondulé	Donnée de procédé enfouissement	Waste paperboard {CH}   treatment of waste paperboard, sanitary landfill   Cut-off, S
Bois palette	Donnée de procédé enfouissement	Waste wood, untreated {CH}   treatment of waste wood, untreated, sanitary landfill   Cut-off, S
Aluminium	Donnée de procédé enfouissement	Waste aluminium {CH}   treatment of waste aluminium, sanitary landfill   Cut-off, S
Acier inox	Donnée de procédé enfouissement	Scrap steel {CH}   treatment of scrap steel, inert material landfill   Cut-off, S
PP Rigide	Donnée de procédé enfouissement	Waste polypropylene {CH}   treatment of waste polypropylene, sanitary landfill   Cut-off, S
PP Souple	Donnée de procédé enfouissement	Waste polypropylene {CH}   treatment of waste polypropylene, sanitary landfill   Cut-off, S
PEBD Souple	Donnée de procédé enfouissement	Waste polyethylene {CH}   treatment of waste polyethylene, sanitary landfill   Cut-off, S
Adhésifs, Coating, Finitions, PET non recyclable	Donnée de procédé enfouissement	Waste plastic, mixture {CH}   treatment of waste plastic, mixture, sanitary landfill   Cut-off, S

1657

**Tableau 32 Inventaire de processus enfouissement en France**

## 1658 **4 ÉVALUATION DE L'IMPACT DU CYCLE DE VIE ET** 1659 **INTERPRÉTATIONS**

---

1660 Les impacts sur l'environnement sont évalués à l'aide de la méthode de calcul présentée à la Section  
1661 2.6. La section suivante présente et compare les impacts du cycle de vie des structures rigides entre  
1662 elles.

1663 Cette section est définie en plusieurs parties qui sont les suivantes :

- 1664 • Catégorie d'impacts sélectionnées
- 1665 • Comparaison du Cycle de Vie complet sur les catégories d'impacts sélectionnées
- 1666 • Comparaison de deux étapes du cycle de vie
  - 1667 ○ Matières premières et fabrication + Analyses de sensibilité
  - 1668 ○ Fin de vie des structures, packaging primaire
- 1669 • Cas spécifique du réemploi pour les structures rigides + Analyses de sensibilité

1670 Pour des soucis de lisibilité et lecture, uniquement les graphes sont présentés dans le rapport. Les  
1671 tableaux et données ayant servis à construire les graphes seront présentés dans un fichier excel  
1672 annexé au rapport (Section 7.3).

### 1673 **4.1 CATÉGORIES D'IMPACTS SÉLECTIONNÉES**

1674 Pour cette étude, les indicateurs d'impact ont été choisis parmi la méthode de l'empreinte  
1675 environnementale proposée par le Centre commun de recherche de la Commission européenne. Les  
1676 16 indicateurs proposés par cette méthode sont décrits dans la Section 2.6.

1677

1678 Compte tenu des résultats de l'analyse LCIA sur la méthode EF 3.1 (Score unique) selon le Tableau  
1679 33 ci-dessous, les indicateurs d'impact contribuant à plus de 80% de l'impact cumulé sur le score  
1680 unique auraient pu être choisis, cependant, l'indicateur sur le changement climatique a été  
1681 principalement sélectionné pour la suite du rapport, pour des raisons de demande de CITEO et de ses  
1682 clients. Les valeurs pour les 15 autres indicateurs sont présentées dans l'annexe excel (Section 7.3).  
1683 Le score unique est aussi présenté par moment, cependant aucune communication au grand public  
1684 ne peut être réalisée sur cet indicateur. Enfin, certains résultats seront présentés avec l'indicateur  
1685 CED.

1686

1687 Cette méthode de choix des indicateurs d'impact (80% de l'impact cumulé sur le score unique) est  
1688 décrite dans le document d'orientation PEFCR proposé par la Commission européenne (Fazio & et al.,  
1689 2018)<sup>viii</sup>.

1690

1691

1692

1693

1694

1695

1696

Catégorie d'impacts	S7 - Rigide PP	S8 - Pot carton/ PE	S9 - Pot inox R11x
<b>Changement climatique</b>	36%	35%	30%
Appauvrissement de la couche d'ozone	0%	0%	0%
Rayonnement ionisant	0%	0%	2%
<b>Formation d'ozone photochimique</b>	5%	5%	4%
<b>Particules fines</b>	9%	11%	10%
Toxicité humaine. non cancérigène	1%	2%	2%
Toxicité humaine. cancer	1%	1%	4%
<b>Acidification</b>	5%	5%	4%
<b>Eutrophisation. eau douce</b>	5%	6%	4%
Eutrophisation. marine	2%	2%	2%
Eutrophisation. terrestre	2%	3%	2%
Ecotoxicité. eau douce	2%	2%	2%
Utilisation des sols	0%	1%	0%
Utilisation de l'eau	1%	2%	1%
<b>Utilisation des ressources. fossiles</b>	27%	21%	22%
Utilisation des ressources. minéraux et métaux	4%	3%	10%
<b>Total en % pour les 6 premiers indicateurs contributeurs</b>	87%	84%	75%

1697 **Tableau 33 Contribution de chaque indicateur d'impact au score unique de chaque produit**

1698 Les cellules colorées en vert/jade représentent les indicateurs qui contribuent le plus au score  
1699 unique des différents structures. Il s'agit de contributeurs majeurs, calculés de manière cumulative,  
1700 du contributeur le plus élevé au contributeur le plus faible, jusqu'à atteindre une contribution minimale  
1701 de 80%. Ces indicateurs sont au nombre de 6.

1702

1703 En première position, le Changement climatique

1704 En deuxième position, l'Utilisation des ressources, Fossiles

1705 En troisième position, l'émissions de Particules fines

1706 Et sur les 3 positions suivantes : la Formation d'ozone photochimique, l'Eutrophisation. eau douce et  
1707 l'Acidification.

1708

1709 En ce qui concerne la S9, l'indicateur d'Utilisation des ressources non renouvelables ; minéraux et  
1710 métaux est un des indicateurs majeurs de la part l'utilisation du pot en acier inoxydable.

1711

1712 Pour la suite de l'étude, les résultats seront présentés selon les catégories d'impacts les plus  
1713 pertinentes, à savoir parfois avec le score unique décomposé selon les 6 indicateurs majoritaires, soit  
1714 parfois sur le changement climatique.

1715

## 1716 4.2 ÉVALUATION COMPARATIVE

### 1717 4.2.1 COMPARAISON SUR LA BASE DE L'UNITÉ FONCTIONNELLE

1718

1719 Pour déterminer quelle structure génère le moins d'impacts sur l'environnement, chaque structure sera  
1720 comparée sur la base de l'unité fonctionnelle, en tenant compte de toutes les étapes du cycle de vie  
1721 (rappel Section 2.2.1).

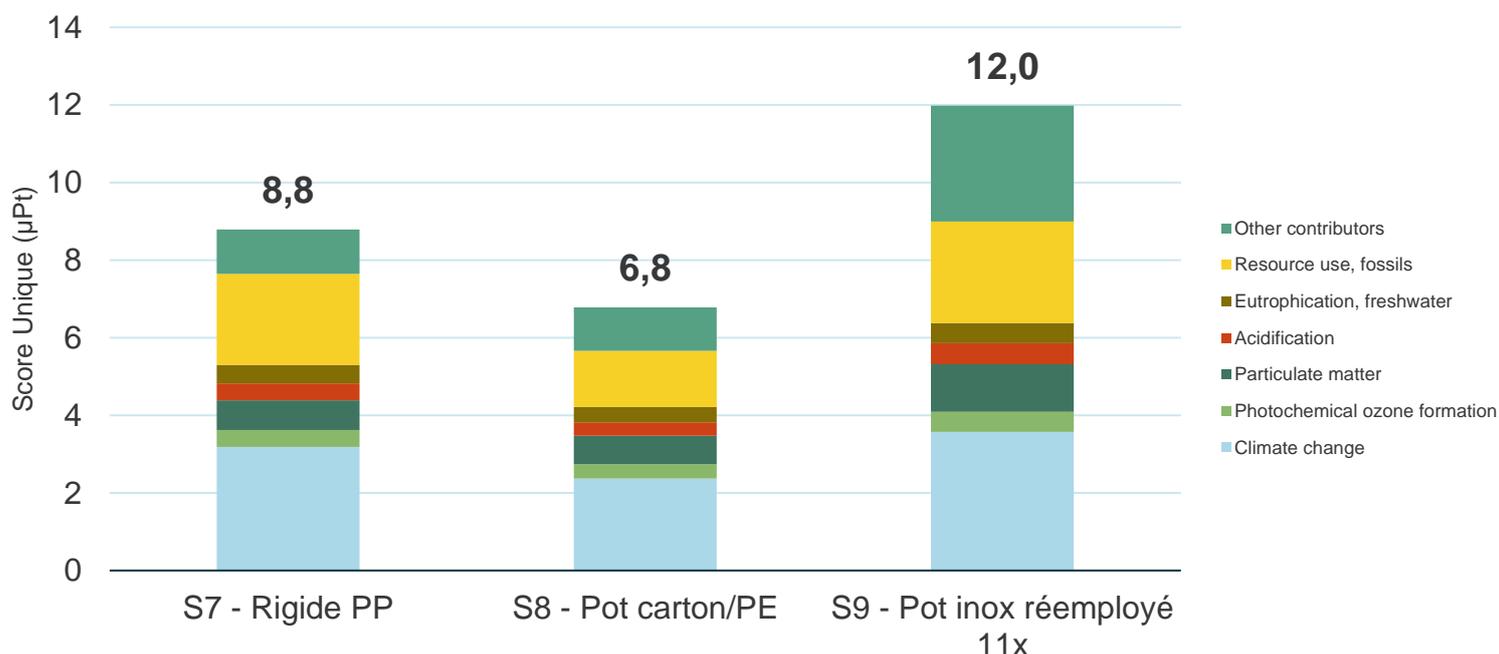
1722

1723 Les résultats basés sur l'unité fonctionnelle sont présentés dans le Graphique 2 suivant.

1724 En annexe, le Graphique 29 reprend les 16 indicateurs (avec la décomposition des 10 autres  
1725 indicateurs contributeurs)

1726

1727



1729 **Graphique 2 Comparaison des impacts du cycle de vie des structures rigides entre elles, sur**  
1730 **la base de l'unité fonctionnelle, en score unique, sur les 6 indicateurs majoritaires et les**  
1731 **indicateurs restants**

1732 Le Graphique 2 compare les structures rigides entre elles, selon le score unique, en détaillant les 6  
1733 indicateurs majoritaires et les 10 autres indicateurs regroupés ensemble.

1734

1735 la solution S8 – Pot carton/PE se positionne en meilleure position sur le score unique avec 6,8µPt,  
1736 suivi par la S7 – Rigide PP à 8,8µPt, et enfin la S9 avec le pot inox réemployé 11x à 12µPt.

1737

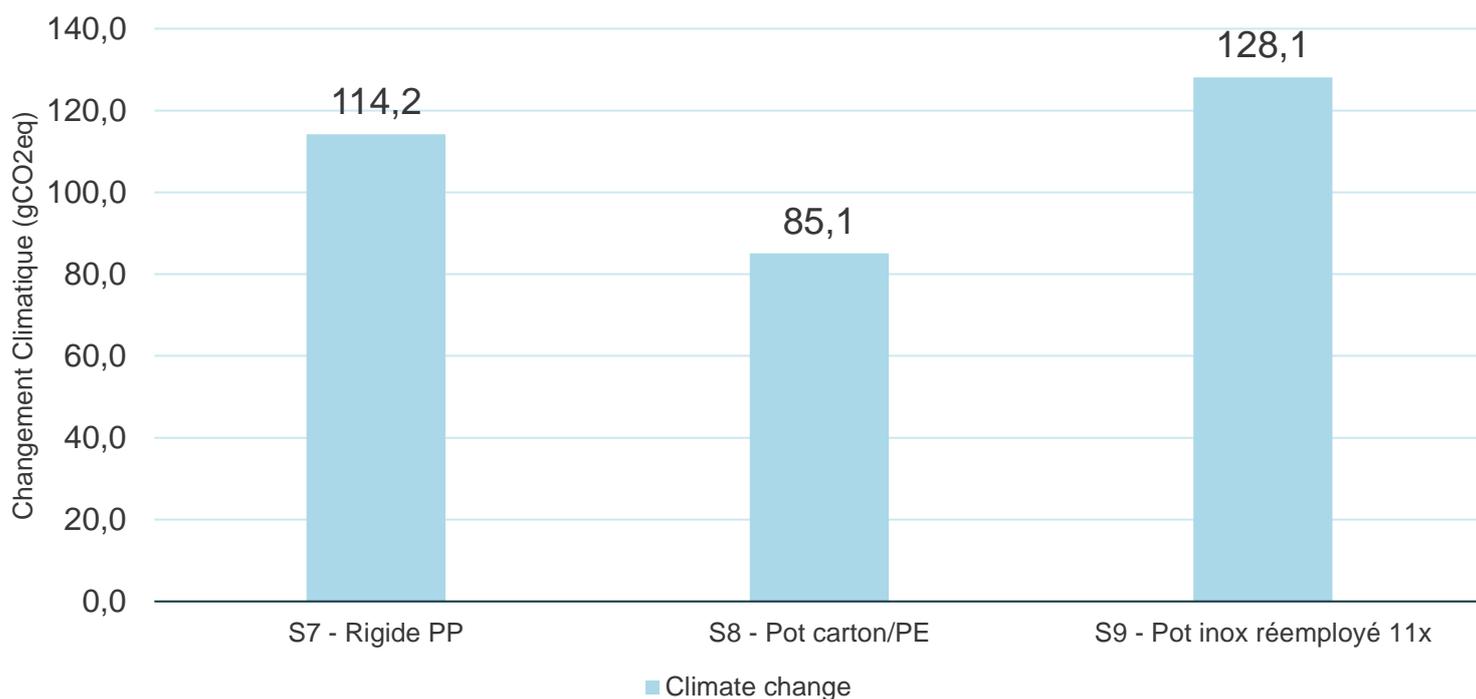
1738 Les différences entre les solutions à usage unique et réemployables sont importantes dans les  
1739 configurations de scénarios et d'hypothèses actuelles, ce qui amène la S9 en dernière position.  
1740 Ensuite, entre les structures rigides à usage unique, la différence relative entre la S7 et la S8 étant de  
1741 22%.

1742

1743 Sur le changement climatique (Graphique 3), les écarts sont significatifs entre les structures rigides.  
1744 L'écart absolu entre la S7 et la S8 est de 29gCO<sub>2</sub>eq soit 25% d'écart relatif, en faveur de la S8.

1745

1746 Afin de mieux distinguer les différences, c'est-à-dire les étapes différenciantes entre les structures, la  
 1747 Section 4.4. comporte les **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et **Graphique 7** permettant d'aller  
 1748 dans ce détail.



1750 **Graphique 3 Comparaison des impacts du cycle de vie des structures rigides entre elles, sur la**  
 1751 **base de l'unité fonctionnelle, sur l'indicateur changement climatique**

1752 Cette première partie sur les résultats permet dans un premier temps de montrer que la solution  
 1753 réemployable, dans les conditions d'hypothèses de l'étude, ne rivalise pas à date avec les solutions  
 1754 rigides à usage unique. Des analyses de sensibilité sur les paramètres de réemploi seront proposés  
 1755 dans la suite de cette étude. Ensuite, les différences entre la S7 et la S8 sont suffisamment importantes  
 1756 pour être significatives, et formuler une première conclusion sur les performances environnementales  
 1757 de la S8 qui sont meilleures que celles de la S7. Des analyses de sensibilité viendront confirmer ou  
 1758 nuancer ce constat dans la suite de l'étude.

1759  
 1760 En annexe, le Graphique 29 reprend les 16 indicateurs (avec la décomposition des 10 autres  
 1761 indicateurs contributeurs)  
 1762

#### 1763 4.2.2 POTENTIELS TRANSFERTS D'IMPACTS ENTRE LES SOLUTIONS

1764

Catégorie de dommages	Unité	S7 - Rigide PP	S8 - Pot carton/PE	ER S8/S7
Score unique	µPt	8,8	6,8	-23%
<b><u>Climate change</u></b>	kg CO2 eq	1,1E-01	8,5E-02	-26%
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,4E-09	1,7E-09	17%
Ionising radiation	kBq U-235 eq	9,9E-04	2,0E-03	102%
<b><u>Photochemical ozone formation</u></b>	kg NMVOC eq	3,7E-04	3,2E-04	-15%
<b><u>Particulate matter</u></b>	disease inc.	5,1E-09	4,9E-09	-5%

Human toxicity, non-cancer	CTUh	8,1E-10	7,7E-10	-5%
Human toxicity, cancer	CTUh	4,0E-11	4,4E-11	11%
<b>Acidification</b>	mol H+ eq	3,9E-04	3,1E-04	-22%
<b>Eutrophication, freshwater</b>	kg P eq	2,7E-05	2,3E-05	-15%
Eutrophication, marine	kg N eq	1,1E-04	9,6E-05	-10%
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	9,8E-04	8,3E-04	-15%
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	4,4E-01	3,9E-01	-11%
Land use	Pt	1,3E-01	1,0E+00	661%
Water use	m3 depriv.	1,6E-02	1,9E-02	23%
<b>Resource use, fossils</b>	MJ	1,8E+00	1,1E+00	-38%
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	2,7E-07	2,0E-07	-27%

1765 **Tableau 34 Comparaison des impacts des structures S7 et S8, selon les 16 indicateurs et le**  
1766 **score unique**

1767 Sur tous les indicateurs majoritaires, et certains indicateurs non majoritaires, le S8 est en effet  
1768 significativement meilleure que la S7 avec notamment une réduction relative des impacts sur le  
1769 Changement Climatique de -26%. Néanmoins, des transferts d'impacts (au nombre de 5), sont  
1770 observés sur des indicateurs non majoritaires, notamment sur l'indicateur Utilisation et Occupation des  
1771 sols (Land Use), où un très fort transfert d'impact est observé avec un écart relatif de +661% en  
1772 défaveur de la S8, principalement dû à l'utilisation de papier et de carton dans la structure.

1773 Il y a donc un enjeu sur la disponibilité ou non de la ressource bois en quantité suffisante (Land Use)  
1774 pour tous les usages envisagés en 2030. Si une compétition pour l'usage est observée avec une  
1775 forte augmentation de la demande en bois/papier, d'autres utilisateurs potentiels du bois en seront  
1776 privés et devront prendre d'autres matières, par exemple en se tournant vers les énergies fossiles,  
1777 ou bien, il pourrait y avoir une hausse de la déforestation (contrôlée et non-contrôlée).

### 1778 4.3 DÉTAILS PAR ÉTAPES DU CYCLE DE VIE

1779 Bien qu'il semble y avoir des différences significatives d'impacts environnementaux entre les  
1780 différentes structures rigides, il est important de noter que les systèmes ont un impact sur  
1781 l'environnement.

1782 À cette fin, nous détaillons ci-dessous l'impact, étape par étape, de chaque produit, au cours de leur  
1783 cycle de vie respectif.

1784 Les étapes du cycle de vie prises en compte sont détaillées sont les suivantes :

1785 **Matières premières** : Comprend l'extraction et la première production/première transformation des  
1786 matières premières (plastiques, métaux, etc.).

1787 **Fabrication** : Comprend les processus de transformation des matériaux en composants (injection,  
1788 extrusion, travail du métal) ainsi que les déchets de production quand il y en a. La fin de vie des déchets  
1789 de production n'est pas prise en compte dans l'étude en raison du manque de données (excepté pour  
1790 les plastiques).

1791 **Finition** : Comprend les processus de finition des composants

1792 **MP/FABRICATION** : Concerne les **matières premières**, la **fabrication** et la **finition** des composants  
1793 de l'**emballage primaire**.

1794 **EIC Prod° vers Condi°** : Il s'agit des **matières premières**, de l'**approvisionnement et de la**  
1795 **fabrication** des EIC utilisés pour transporter les structures entre l'usine de fabrication et l'usine de  
1796 conditionnement de beurre.  
1797

1798 **FDV EIC Prod° vers Condi°** : Il s'agit de la fin de vie des précédents EIC cités, fin de vie répartie entre  
1799 du recyclage, de l'incinération et de l'enfouissement.

1800 **TRP Prod° vers Condi°** : Comprend le transport des structures **primaires** et de leurs EIC Prod° vers  
1801 Condi°, depuis le site de fabrication jusqu'à l'usine de conditionnement de beurre.

1802 **EIC Condi° vers LDV** : Il s'agit des **matières premières**, de l'**approvisionnement et de la fabrication**  
1803 des EIC utilisés pour transporter les structures entre l'usine de conditionnement de beurre et les lieux  
1804 de vente.

1805 **FDV EIC Condi° vers LDV** : Il s'agit de la fin de vie des précédents EIC cités, fin de vie répartie entre  
1806 du recyclage, de l'incinération et de l'enfouissement.

1807 **TRP Condi° vers LDV** : Comprend le transport des structures **primaires** et de leurs EIC Condi° vers  
1808 LDV, depuis l'usine de conditionnement de beurre jusqu'aux lieux de vente. Le transport comprend  
1809 aussi le beurre de 250g conditionné.

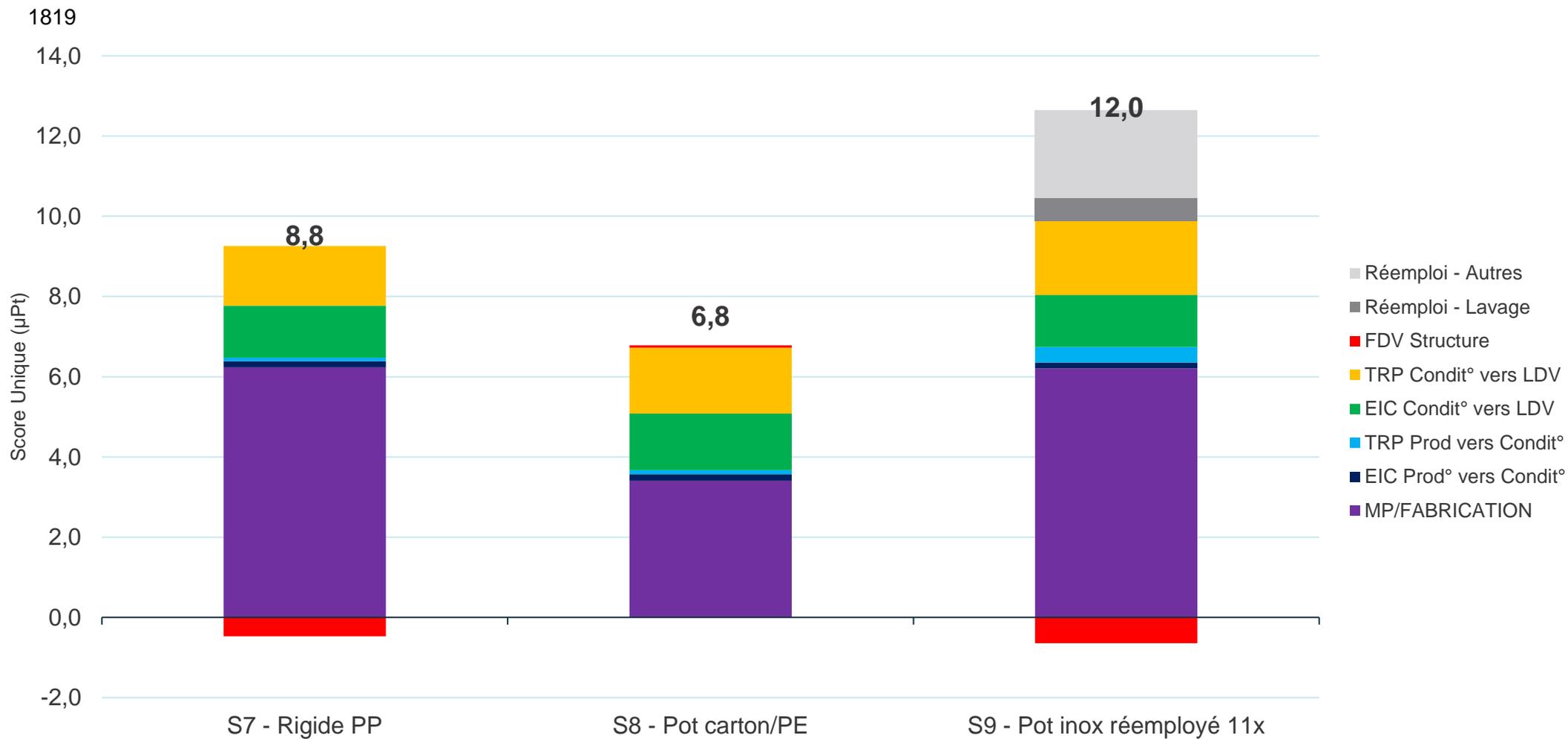
1810 **Fin de vie structure primaire** : Il s'agit de la fin de vie des structures primaires, fin de vie répartie  
1811 entre du recyclage, de l'incinération et de l'enfouissement.

1812 **Spécifique réemploi - Lavage** : Il s'agit de la sous étape de lavage au sein de l'étape de réemploi  
1813 pour le pot inox S9.

1814 **Spécifique réemploi - Autres** : Il s'agit de toutes les autres sous étapes comprises au sein de  
1815 l'étape de réemploi pour le pot inox S9.

1816

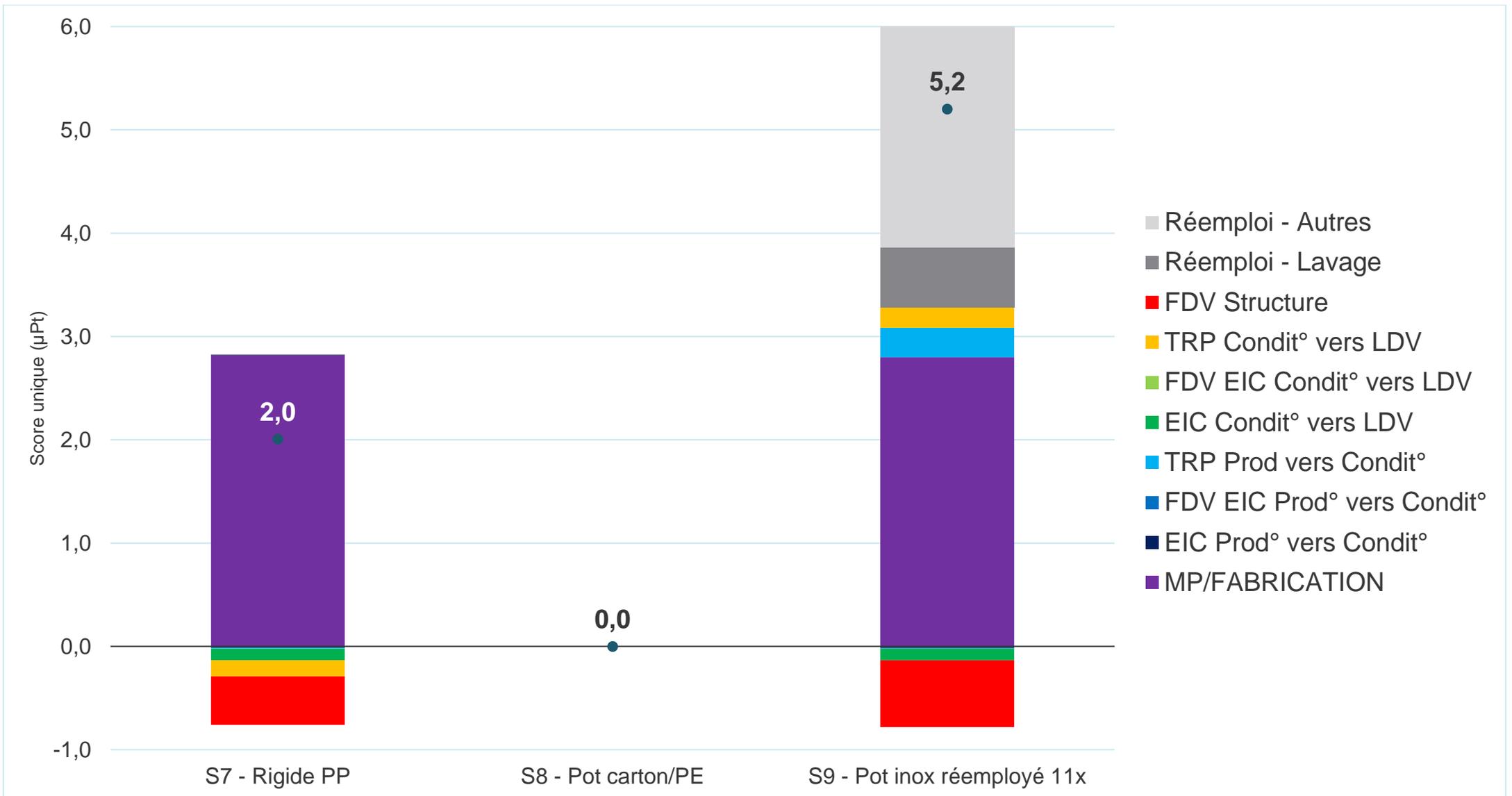
1817 Les Graphique 4 et Graphique 5 montrent la contribution de chaque étape du cycle de vie des  
1818 structures rigides, selon le score unique et le changement climatique.



**Graphique 4 Comparaison des structures rigides entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le score unique**

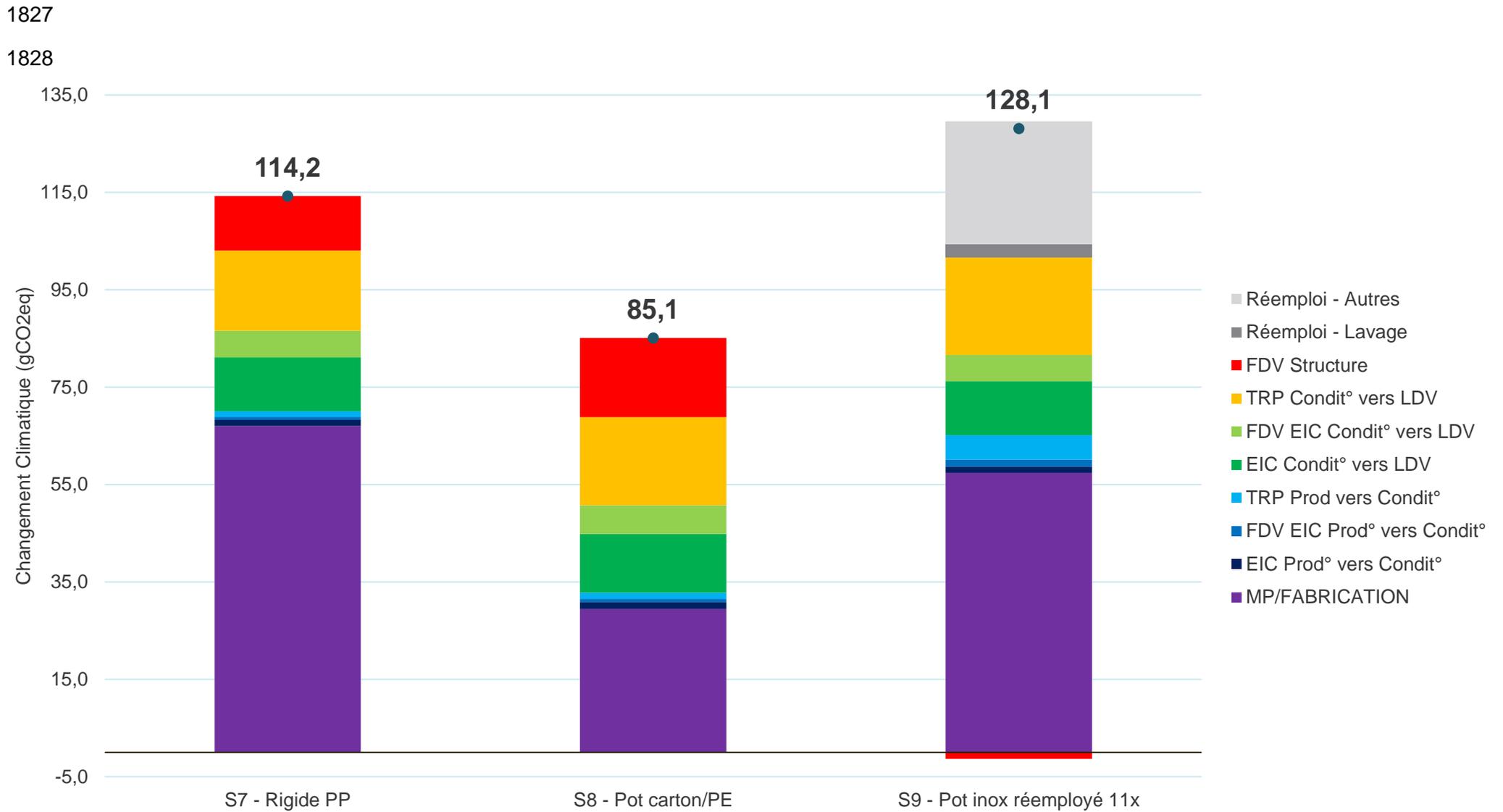
1821

1822



1824 **Graphique 5 Comparaison des structures rigides entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le score unique (affichage des impacts**  
 1825 **selon la différence absolue avec la S8 – Pot carton/PE pris comme référence, selon les étapes du cycle de vie)**

1826



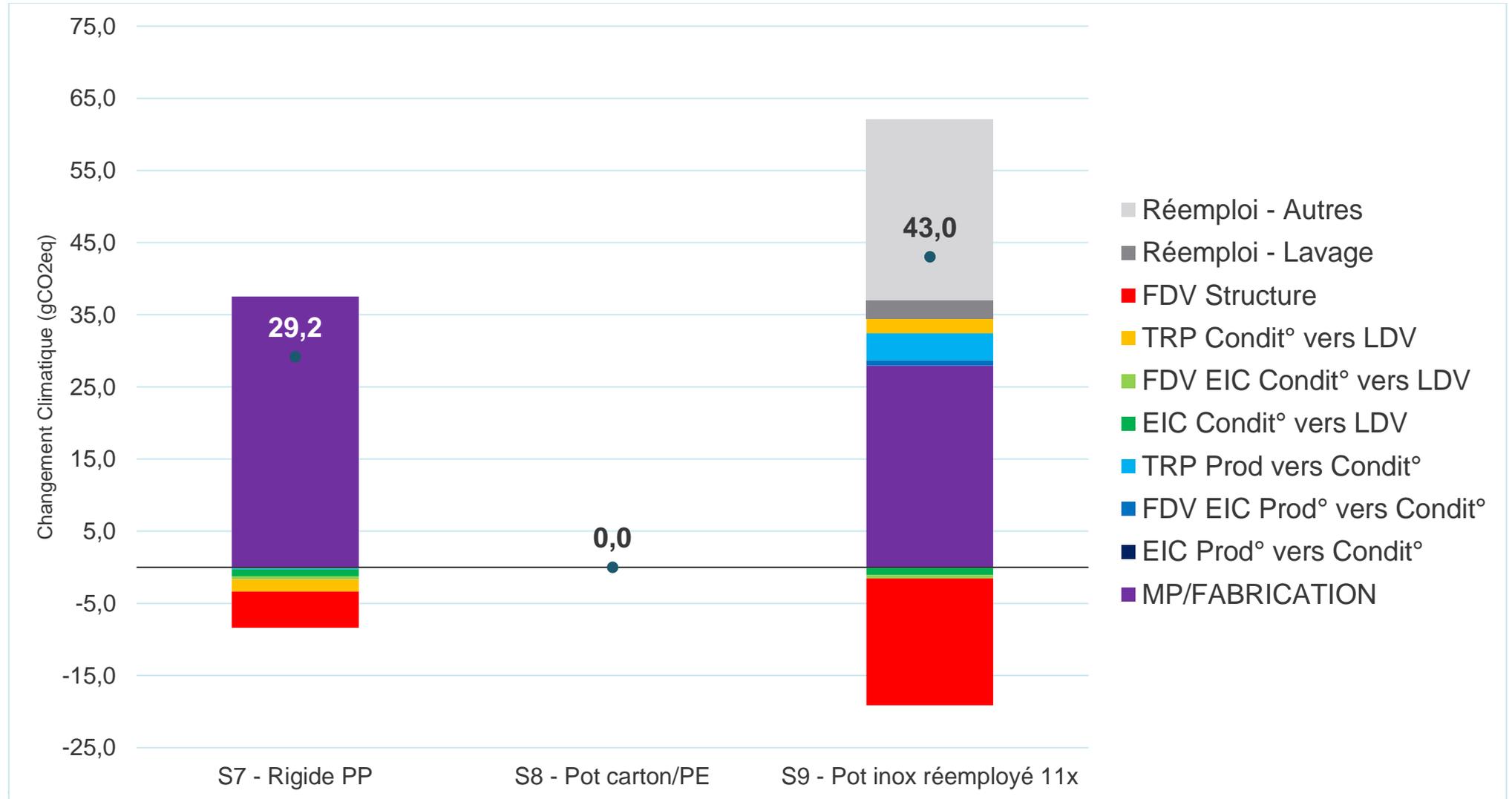
**Graphique 6 Comparaison des structures rigides entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le changement climatique**

1830

1831

1832

1833



1835 **Graphique 7 Comparaison des structures rigides entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le changement climatique (affichage des**  
 1836 **impacts selon la différence absolue avec la S8 – Pot carton/PE pris comme référence, selon les étapes du cycle de vie)**

1837 Pour les structures rigides, les impacts des différentes étapes du cycle de vie selon le score unique  
1838 PEF, nous montrent que :

- 1839 - L'étape liée aux **matières premières et à la fabrication des structures** est l'étape  
1840 différenciante et majoritaire en 1<sup>ère</sup> position. C'est notamment cette étape qui amène des  
1841 différences d'impacts entre les structures, au sein de l'ensemble du cycle de vie.
- 1842 - **Les étapes des EIC Condi° vers LDV** et le **TRP Réfrigéré de l'usine de conditionnement**  
1843 **vers LDV** sont les étapes qui participent majoritairement aux impacts de l'ensemble du cycle  
1844 de vie. Ces 2 étapes sont sensiblement identiques entre elles, et non différenciantes entre les  
1845 structures et arrivent en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> position.
- 1846 - Enfin, l'étape de **Fin de vie des Structures primaires** n'est pas majoritaires dans les impacts.
- 1847 - Les autres étapes du cycle de vie, selon le score unique, ne sont pas des étapes contributrices  
1848 aux impacts par rapport aux 3 premières citées.

1849  
1850 Selon le changement climatique, les observations faites précédemment sont plus nuancées tout en  
1851 suivant la même tendance :

- 1852 - L'étape de **Fin de vie des Structures primaires**, pour la S7 et S8, participe maintenant en  
1853 3<sup>ème</sup> position aux impacts sur le changement climatique derrière le **TRP Réfrigéré de l'usine**  
1854 **de conditionnement vers LDV**, ce qui n'est pas le cas pour la S9 pour laquelle la fin de vie  
1855 apporte des crédits d'impacts (impacts en négatifs) par rapport à toutes aux deux autres  
1856 structures.
- 1857 - L'étape de **FDV des EIC Condi° vers LDV** participe plus aux impacts sur le changement  
1858 climatique que pour le score unique, et arrive en 5<sup>ème</sup> position de façon plus marquée par  
1859 rapport aux autres indicateurs non-contributeurs qui restent minoritaires.

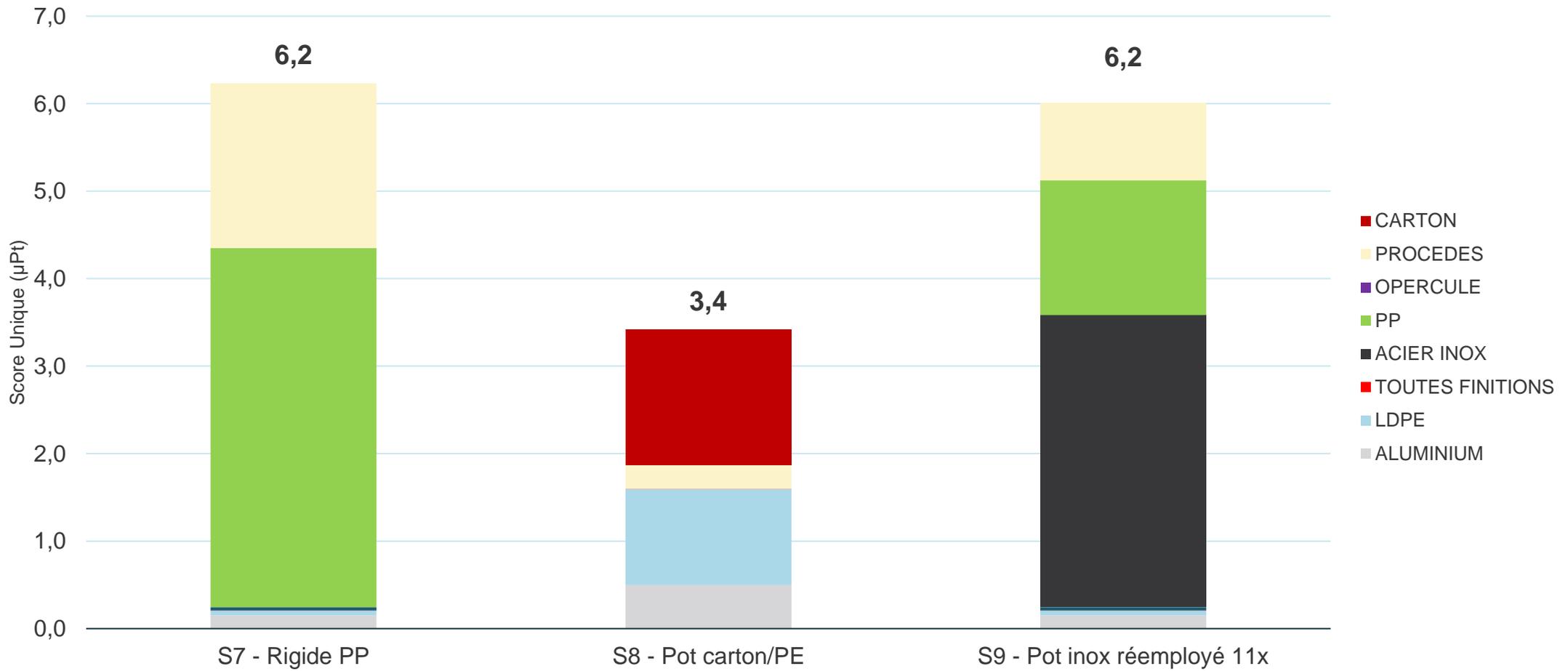
1860

## 1861 **4.4 FOCUS SUR LES MATIERES PREMIERES ET LA FABRICATION DE** 1862 **L'EMBALLAGE PRIMAIRE DES DIFFERENTES STRUCTURES**

1863 Pour les structures rigides, l'étape relative **aux matières premières et à la fabrication des structures**  
1864 est l'étape différenciante et majoritaire (en 1<sup>ère</sup> position) devant les **EIC Condi° vers LDV** et le **TRP**  
1865 **Condi° vers LDV**, qui sont identiques entre les structures en termes d'impacts.

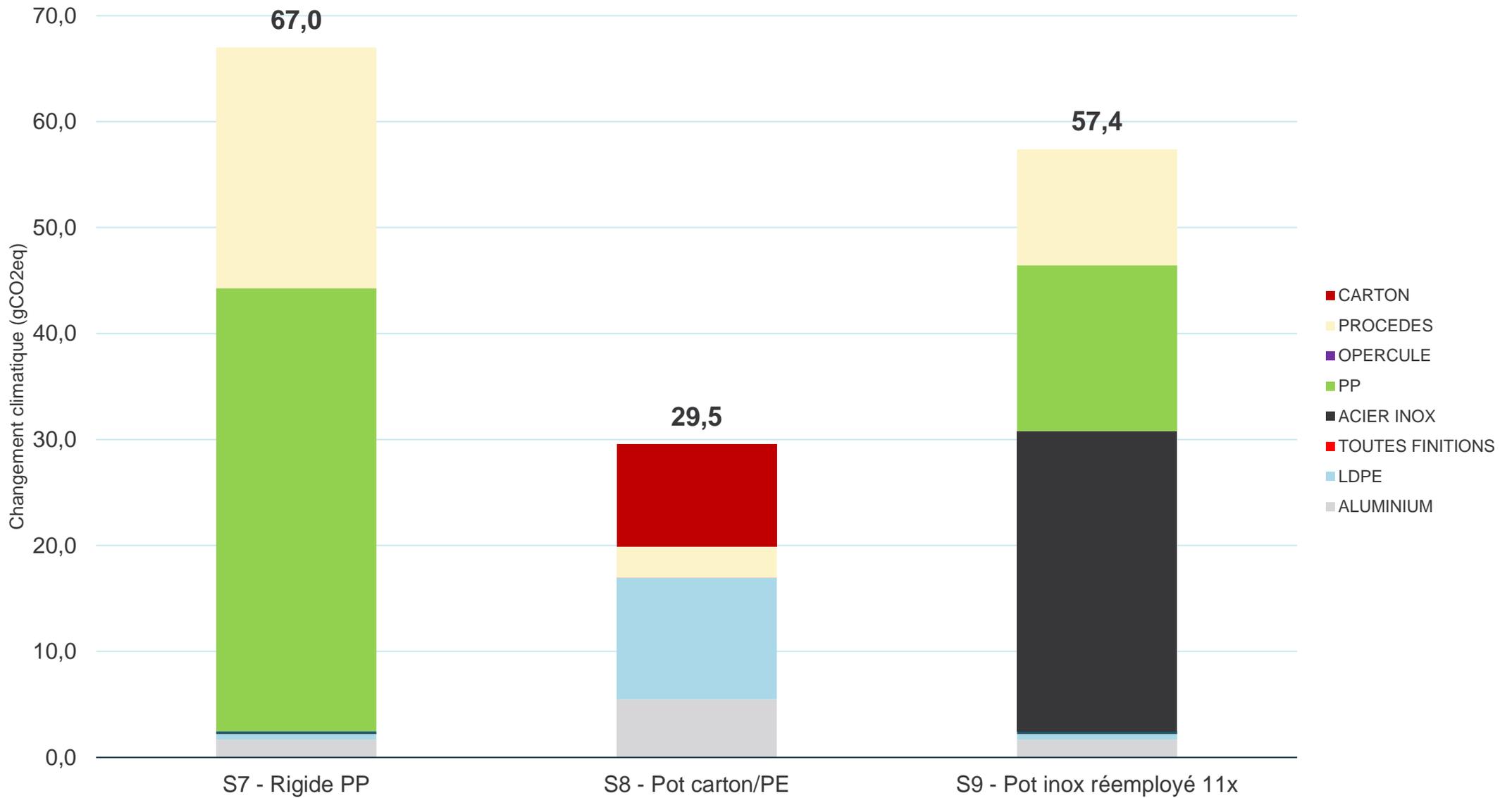
1866  
1867 Cette section de l'étude va donc comparer l'étape de **matières premières et à la fabrication des**  
1868 **structures** entre elles, et identifier les contributeurs à cette étape qui est différenciante entre les  
1869 structures.

1870  
1871 Les Graphique 8 et Graphique 9 montrent la contribution des matériaux et procédés, selon le score  
1872 unique et le changement climatique.



1874  
1875

**Graphique 8 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, en fonction de la matière première et de l'étape de production, pour les rigides, selon le score unique**



**Graphique 9 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, en fonction de l'étape des matières premières et de la production, pour les rigides, selon le changement climatique**

1879 En ce qui concerne l'analyse des structures rigides sur l'étape de **matières premières et de la**  
1880 **fabrication des structures**, selon le score unique :

- 1881 - La structure S8 a les impacts les moins élevés de moitié par rapport à la S7 et la S9, qui elles  
1882 ont des impacts similaires.
- 1883 - Pour la S7, les contributeurs majoritaires sont le PP ainsi que le procédé de transformation
- 1884 - Pour la S9, les contributeurs majoritaires sont le pot acier inox (dont les impacts ont été divisés  
1885 par 11, le nombre de rotations), suivi du PP et des procédés de transformations du PP  
1886 (correspondant au couvercle).
- 1887 - Pour la S8, les impacts du carton et du PEBD sont identiques, alors que la proportion de carton  
1888 est de 80% et celle du PEBD est de 20%. L'opercule étant plus épais pour cette solution, la  
1889 partie aluminium ressort pour que pour les 2 autres structures.
- 1890 - L'opercule, dans toutes les solutions, ne semble pas être un contributeur majoritaire.

1891  
1892 Selon le changement climatique, les observations faites précédemment sont similaires avec quelques  
1893 nuances :

- 1894 - La S7 passe en dernière position avec notamment les impacts des plastiques (PEBD) qui  
1895 restent majoritaires et supérieurs au pot S9 en acier inox.

#### 1896 4.4.1 ANALYSES DE SENSIBILITES

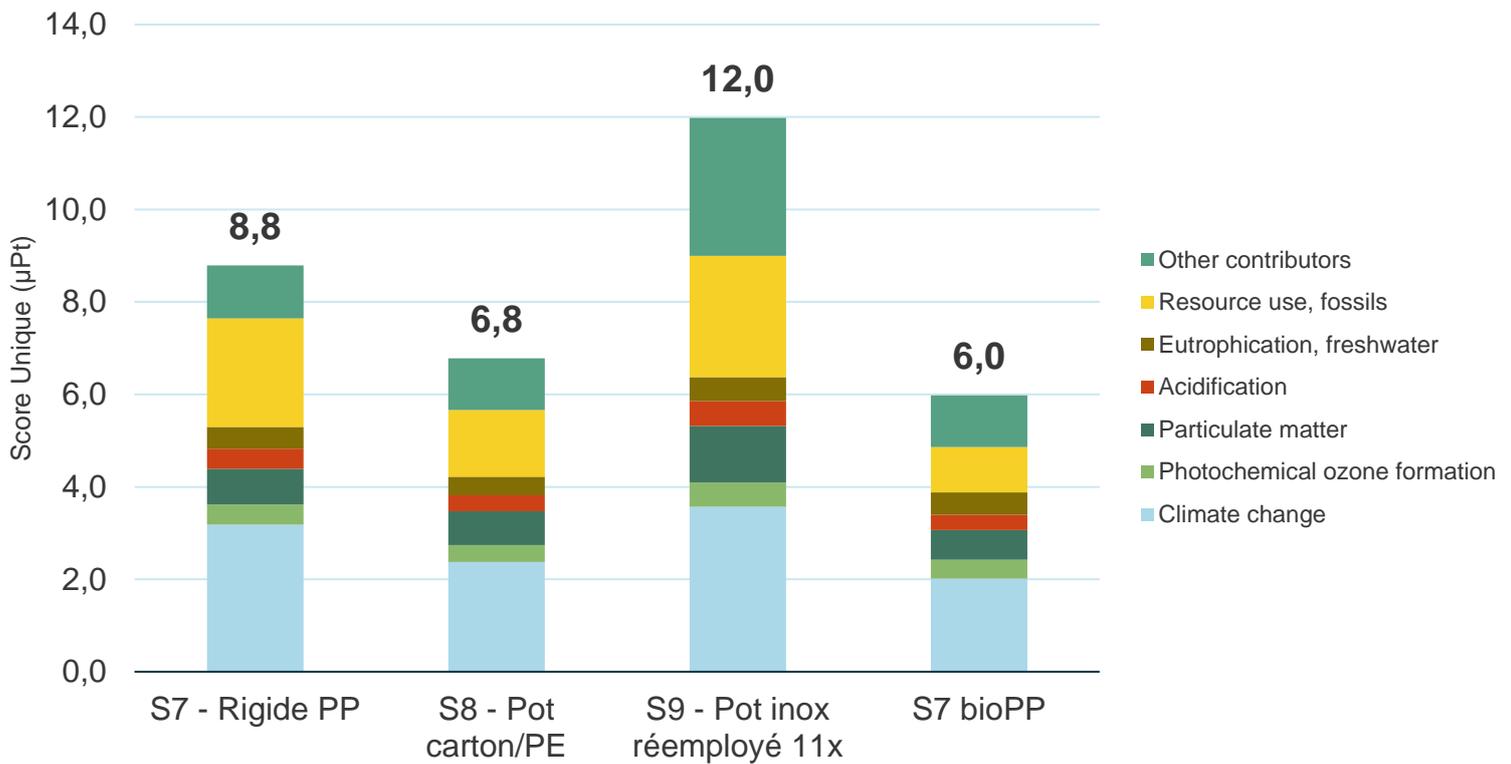
##### 1897 4.4.1.1 Remplacement par des matériaux bio-sourcés

1898 Des analyses de sensibilités ont été menées sur différentes étapes du cycle de vie afin de faire varier  
1899 certains paramètres d'entrée et d'analyser si les conclusions évoluent ou non.

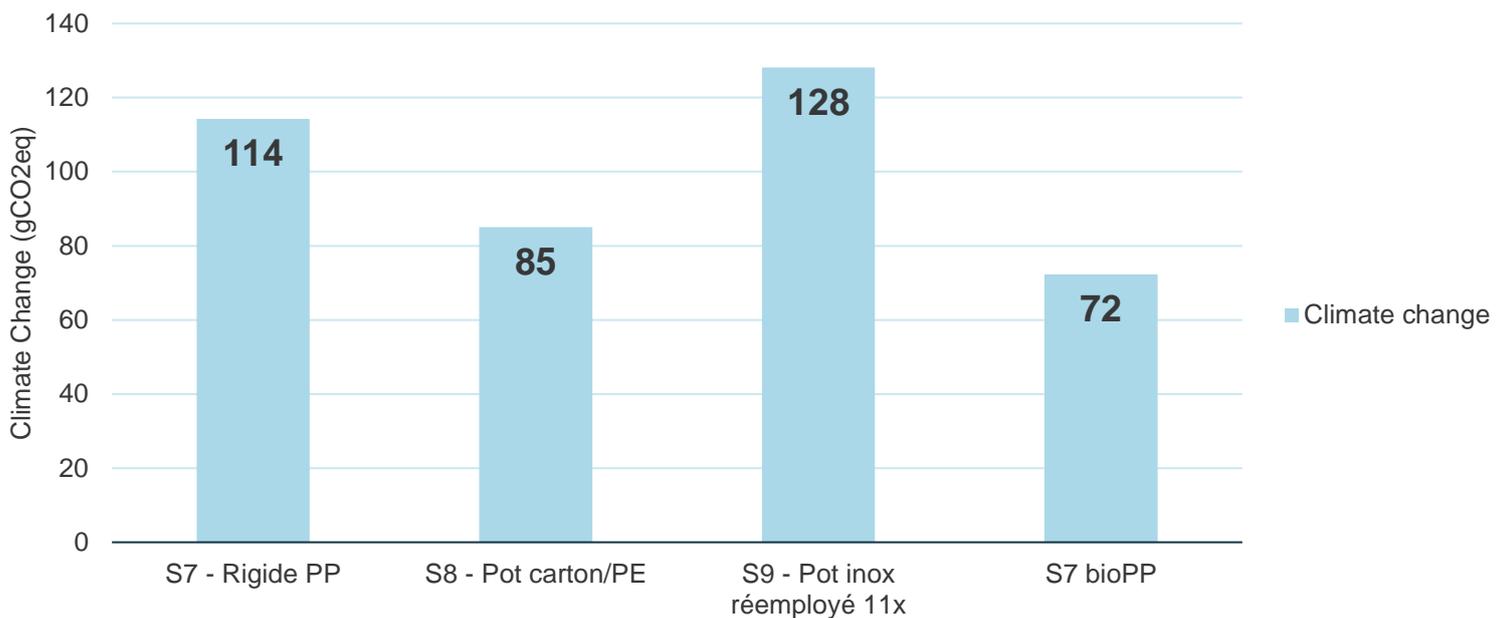
1900  
1901 Sur l'étape de **matières premières et de la fabrication des structures**, pour les structures rigides,  
1902 ces analyses de sensibilité ont été menées :

- 1903 - Intégration de matières biosourcées à 100% dans la structure S7, avec du Bio-PP, de seconde  
1904 génération (issu de tall-oil Section 3.3.9)

1905  
1906 Les Graphique 10 et Graphique 11 montrent la contribution selon le cycle de vie global, des structures  
1907 rigides, avec l'ajout d'une structure S7 en version bio-sourcé, selon le score unique et le changement  
1908 climatique.



1910 **Graphique 10 Impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie, pour les**  
 1911 **rigides, selon le score unique**



1913 **Graphique 11 Impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie, pour les**  
 1914 **rigides, selon le changement climatique**

1915

1916 L'analyse de sensibilité montre, pour la S7, que le changement d'un PP pétrosourcé vers une version  
 1917 biosourcée seconde génération à partir de co-produits de l'industrie forestière par exemple, amène  
 1918 une forte diminution globale des impacts sur le score unique, d'environ – 32%, ce qui est significatif.  
 1919 Le score unique pour la S7 biosourcé devient la structure avec le moins d'impacts selon le score  
 1920 unique, se plaçant devant la structure S8. De même, au regard du changement climatique, l'utilisation

1921 de biosourcé amène une réduction de cet indicateur d'environ – 35%. La solution biosourcée de  
1922 seconde génération pour les plastiques semble être une bonne solution environnementale dans notre  
1923 cas.

1924

1925 Cependant, il est important de noter que l'accès à ce type de matière est limité, et que les bienfaits  
1926 environnementaux de cette solution viennent du fait qu'un co-produit est valorisé. Cependant, cette  
1927 démarche ne peut faire abstraction des enjeux liés à la compétition pour l'accès aux déchets forestiers,  
1928 des ressources polyvalentes pouvant être exploitées dans diverses applications à visée écologiques  
1929 notamment. Ces déchets sont convoités pour la fabrication de combustibles solides de récupération  
1930 (CSR), de biocarburants, et pour la production directe de chaleur entre autres. L'analyse du cycle de  
1931 vie doit nécessairement prendre en compte cette concurrence, en évaluant les alternatives potentielles  
1932 et les impacts environnementaux associés. Une considération essentielle est la substitution des  
1933 déchets forestiers à d'autres applications, ce qui peut entraîner des implications significatives sur le  
1934 bilan environnemental global.

1935

1936 De plus, il est crucial d'intégrer dans le modèle les émissions évitées résultant de la non-incinération  
1937 des déchets, soulignant ainsi le potentiel de réduction des impacts environnementaux par la  
1938 valorisation de ces co-produits dans des applications à plus forte valeur ajoutée. En somme, la  
1939 complexité de cette transition vers une économie circulaire nécessite une approche holistique, prenant  
1940 en considération les multiples usages potentiels des déchets forestiers et les implications de leur  
1941 redirection vers des filières plus durables.

1942

1943 En ouverture sur cette analyse de sensibilité, dans le cas où la demande en bio-PP 2G (2<sup>nde</sup> génération)  
1944 augmente dans le futur, il y'a un risque de perdre des gains environnementaux associés au choix de  
1945 cette matière dans le cadre d'un emballage, dans le cas où la ressource serait produite spécifiquement  
1946 pour du bioPP 2G.

#### 1947 4.4.1.2 Différentiel de taux de gaspillage de beurre

1948 Au sein du cycle de vie complet du produit, l'une des limites de l'étude rappelée en Section 2.4 est le  
1949 fait d'avoir exclu le beurre du périmètre (fabrication et usage), ainsi que de ne pas avoir pris en compte  
1950 les potentielles différences de propriétés barrières, de conservations et de vidage des différentes  
1951 structures entre elles.

1952

1953 Quand bien même ces aspects sont en dehors du périmètre de cette étude, une analyse de sensibilité  
1954 sur la phase d'usage du beurre a été menée, afin d'évaluer les conséquences d'un différentiel de taux  
1955 de perte de beurre entre deux structures. Chaque structure ne protège pas le beurre à 100% afin  
1956 d'avoir une efficacité parfaite (ce qui se traduirait par zéro perte de beurre) et aucune structure ne  
1957 permet de vider à 100%. De ce fait, chaque structure a un certain taux de perte de beurre qui lui est  
1958 propre, et qui n'est pas connu dans le cadre de cette étude.

1959

1960 Cependant, le différentiel de taux de beurre est bien la différence relative de taux de perte entre deux  
1961 structures, en d'autres termes, si une structure amène à plus de perte de beurre qu'une autre structure,  
1962 quels seraient les impacts environnementaux associés à cette perte supplémentaire.

1963

1964 Pour cette analyse de sensibilité, la meilleure structure des rigides, a été modifiée avec deux variantes  
1965 pour lesquelles, les impacts de 1% et de 3% de la production de beurre ont été ajoutés. La donnée  
1966 utilisée pour représenter la consommation de beurre est la suivante (provient de la BDD Agrilabyse) :

1967

1968 *Butter, 80% fat, lightly salted, processed in FR | Chilled | PP | No preparation | at consumer {FR} [Ciqal*  
1969 *code: 16402] S*

1970

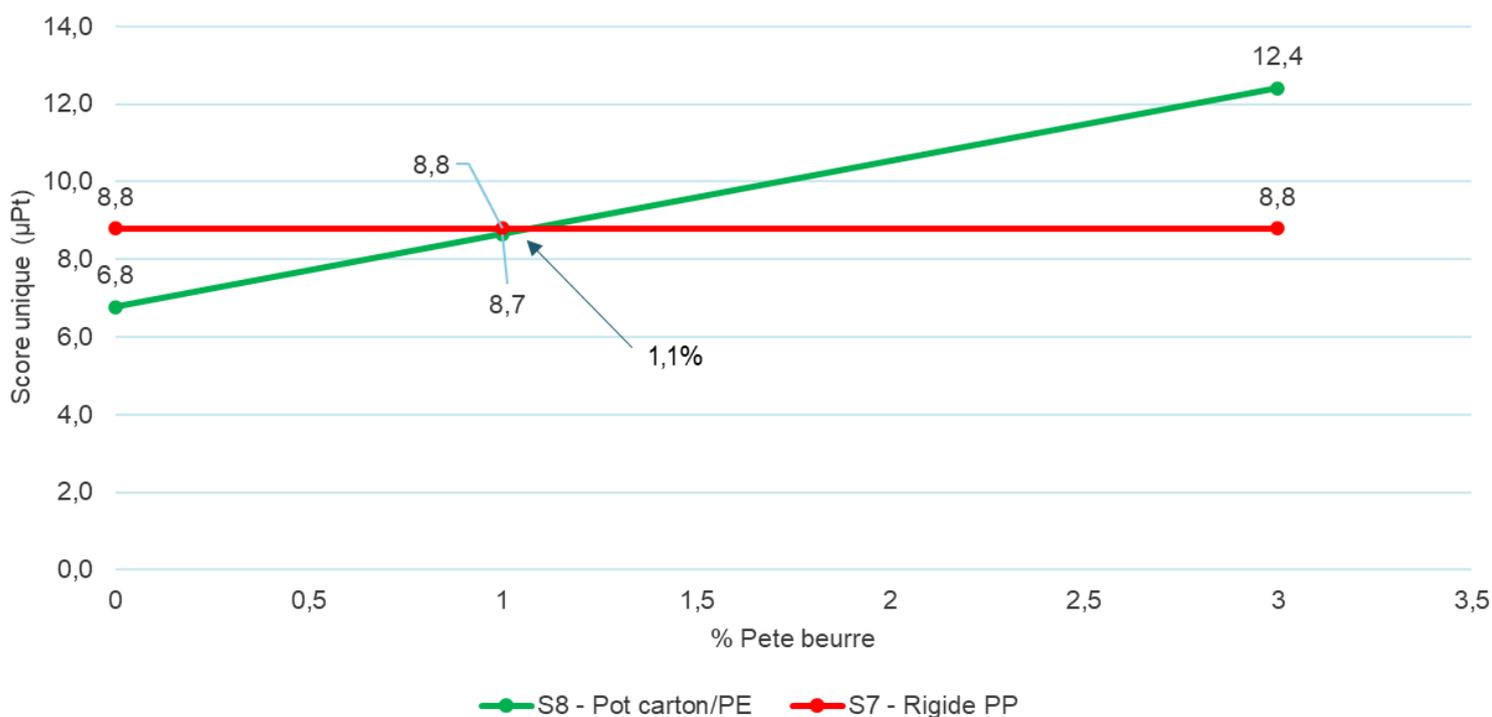
1971 Ensuite, à partir de la meilleure structure, et de ses deux variantes contenant un pourcentage de taux  
1972 de perte de beurre, une équation linéaire a pu être définie, droite qui permet d'associer un taux de  
1973 perte de beurre avec les impacts environnementaux (selon le score unique ou bien le changement  
1974 climatique). A partir de cette droite, les impacts environnementaux de la moins bonne des structures  
1975 a été comparée avec la droite, afin d'identifier quel différentiel de taux de perte de beurre cela  
1976 représente.

1977

1978 En d'autres termes, à partir de combien de différentiel de taux de perte de beurre entre deux solutions,  
1979 les potentiels gains de la solution la moins impactante s'annulent à cause des pertes liées à une  
1980 mauvaise protection, par rapport à une autre structure qui serait environnementalement plus  
1981 impactante mais avec un taux de perte de beurre plus faible.

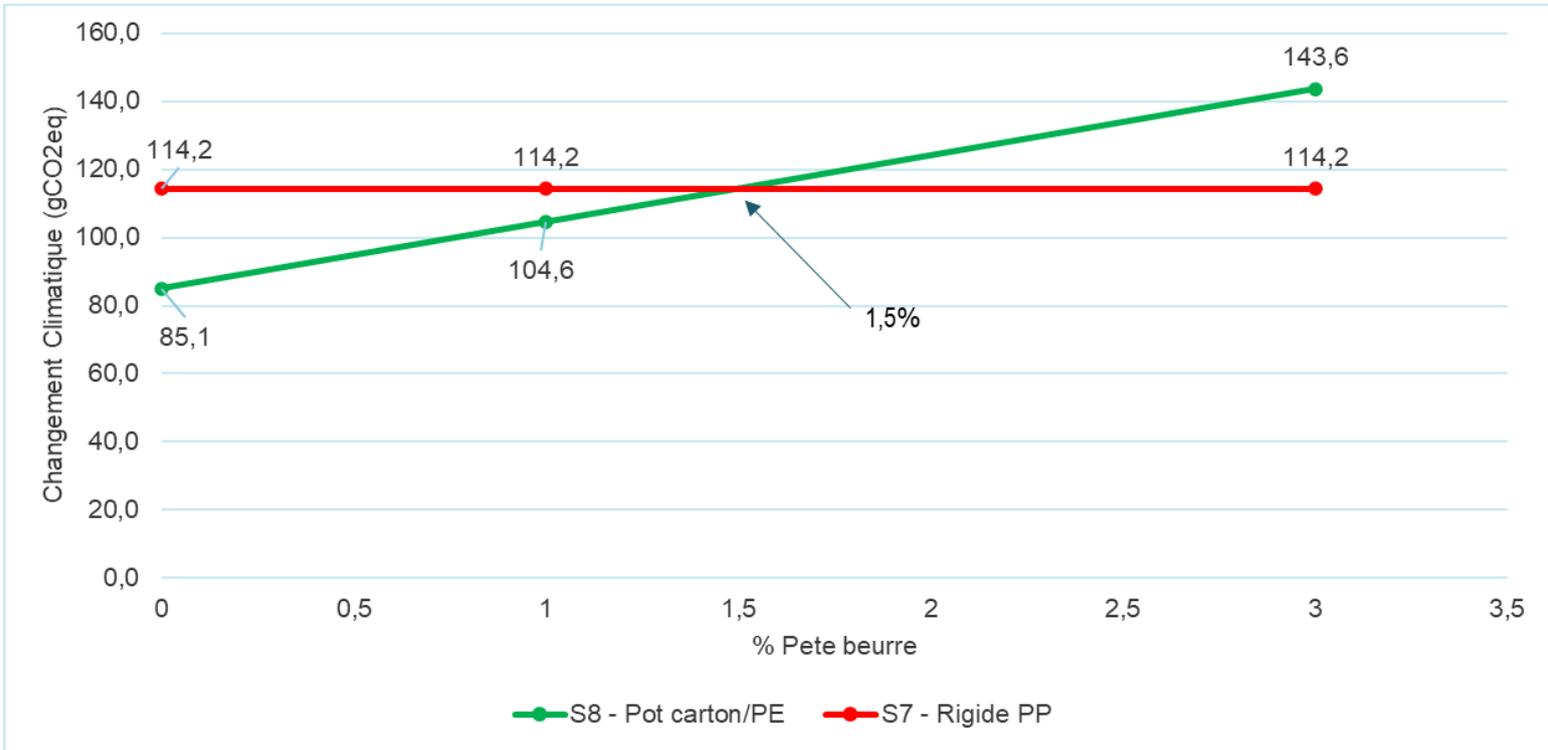
1982

1983 De ce fait, pour les structures rigides, la structure S8 (pressentie la moins impactante) a été comparée  
1984 à la structure S7 (pressentie la plus impactante) afin d'identifier à partir de quel différentiel de taux de  
1985 perte de beurre la S8 deviendrait aussi impactante que la S7, représentés sur les Graphique 12 et  
1986 Graphique 13, selon le score unique et le changement climatique.



1988 **Graphique 12 Taux de croisement des impacts environnementaux sur le CDV global, avec un**  
1989 **taux de perte de beurre pour la solution la moins impactante, selon le score unique**

1990



1992 **Graphique 13 Taux de croisement des impacts environnementaux sur le CDV global, avec un**  
 1993 **taux de perte de beurre pour la solution la moins impactante, selon le changement climatique**

1994 L'analyse de sensibilité sur le différentiel de taux de perte entre les pressenties pires et meilleures des  
 1995 structures rigides montre que ce soit pour le score unique ou le changement climatique, un différentiel  
 1996 de taux de perte égal respectivement à 1,1% et 1,5% (2,75 à 3,75 g de beurre), compensent en termes  
 1997 d'impacts environnementaux, les gains qui auraient été réalisés avec la meilleure structure.

1998  
 1999 En effet, le produit contenu (dans ce cas, le beurre), quand bien même exclu du scope de cette étude,  
 2000 a des impacts environnementaux très élevés et notamment supérieurs à ceux de l'emballage. Un des  
 2001 enseignements clés de cette analyse de sensibilité est donc le suivant : **Le produit contenu (beurre)**  
 2002 **ayant des impacts environnementaux très élevés en comparaison avec son emballage, il est**  
 2003 **très important de s'assurer que la conservation du beurre par la structure qui la protège soit la**  
 2004 **plus efficace et efficiente possible et que les emballages puissent être bien vidés. De ce fait,**  
 2005 **les critères non abordés (ne faisant pas partie des paramètres d'entrée) dans cette étude dont**  
 2006 **l'efficacité des propriétés barrières et performances de conservation, doivent être les plus**  
 2007 **optimisées possibles pour chaque structure. En termes d'impacts environnementaux, cette**  
 2008 **analyse de sensibilité montre qu'un très faible différentiel de perte de beurre pour une structure**  
 2009 **amènera d'office une augmentation drastique de ses impacts, non quantifiés de manière**  
 2010 **précise dans cette étude.**

2011  
 2012 4.4.1.3 *Augmentation du taux de rebuts pour la solution S8, dans le cas d'une découpe de carton plus*  
 2013 *conséquente*

2014  
 2015 Cette analyse de sensibilité a pour but de quantifier l'augmentation des impacts, dans le cas où une  
 2016 découpe de carton plus importante pour la fabrication de S8, amènerait un taux de rebut augmenté de  
 2017 +20%. En effet, dans le cas de pots d'emballages de forme circulaire (ronde) en matière carton, ce qui  
 2018 est le cas de la S8, alors le taux de rebuts est augmenté pouvant aller jusqu'à 20% de pertes en plus  
 2019 lors de la fabrication.

2020

2021 De ce fait, pour les structures rigides, la structure S8 (pot en carton, de forme circulaire/ronde) avec  
2022 une augmentation de 20% des rebuts (4<sup>ème</sup> histogramme sur les deux prochains graphes), a été  
2023 comparée aux 3 structures rigides dans le scénario de base, afin d'identifier si cette augmentation des  
2024 impacts viendrait à inverser les conclusions.

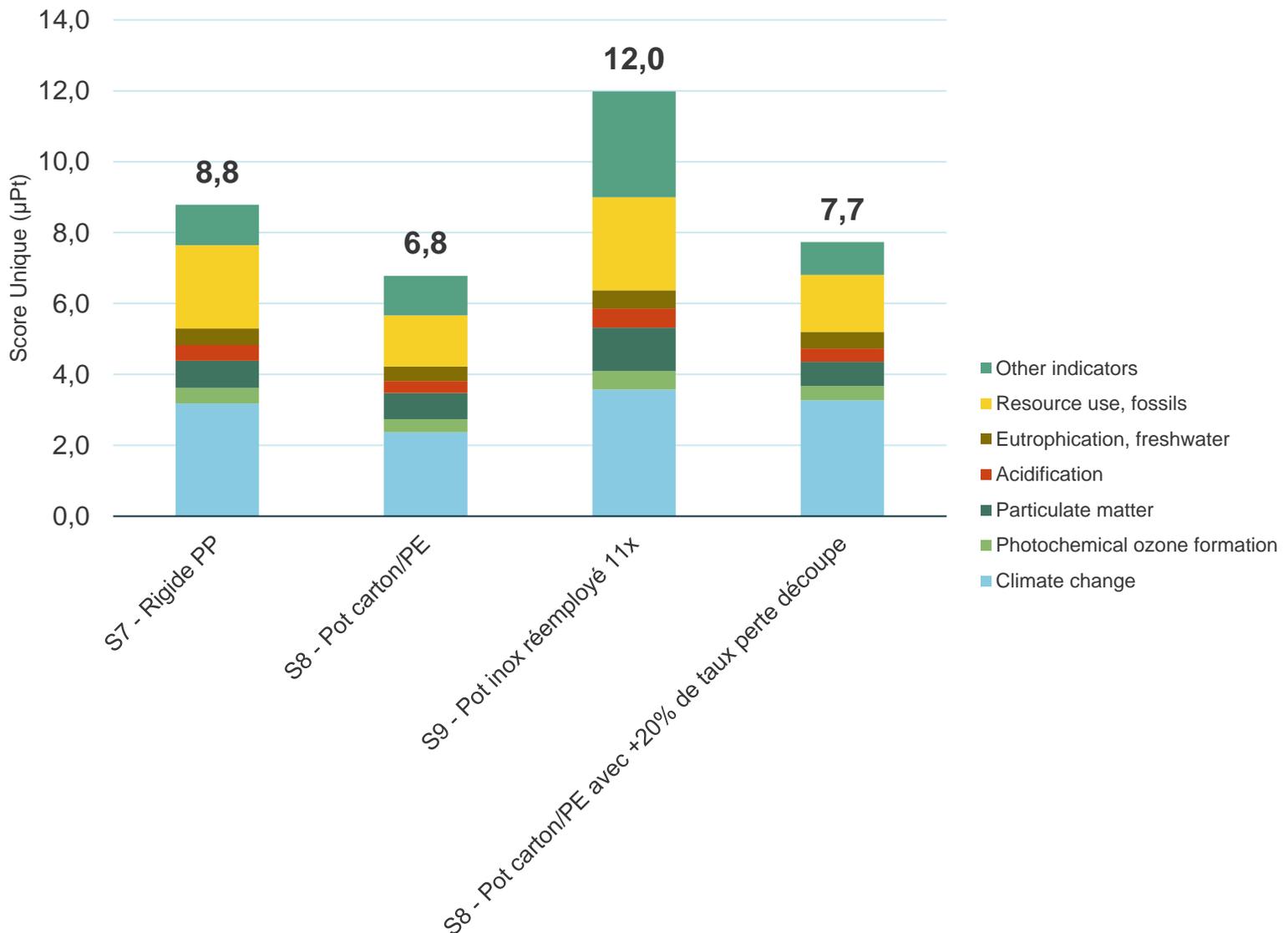
2025

2026 Les Graphique 14 et Graphique 15, représentent cette analyse de sensibilité, selon le score unique et  
2027 le changement climatique.

2028

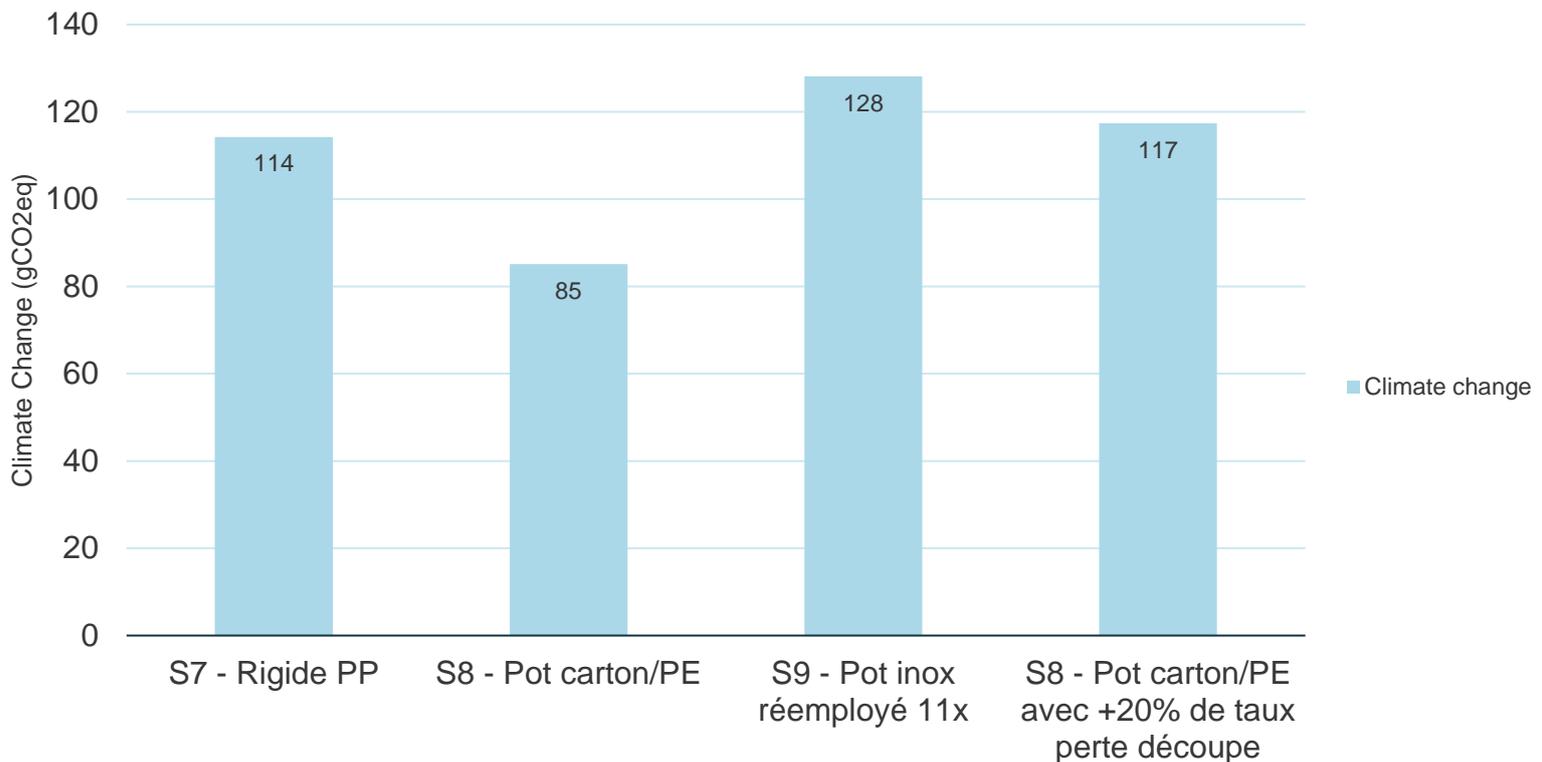
2029 La structure S8 (pot en carton, de forme circulaire/ronde) avec une augmentation de 20% des rebuts,  
2030 est représentée par le 4<sup>ème</sup> histogramme sur les deux prochains graphes. Il a été modélisé en  
2031 ajoutant de +20% de consommation sur tous les intrants de l'ICV pour la S8, sur le périmètre  
2032 Matières premières et procédés, ainsi que la fin de vie des scraps générés.

2033



2035 **Graphique 14 Impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie, pour les**  
2036 **structures rigides, avec l'ajout d'une version de la S8 ayant un taux de rebut de +20%, selon le**  
2037 **score unique**

2038



2040 **Graphique 15 Impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie, pour les**  
 2041 **structures rigides, avec l'ajout d'une version de la S8 ayant un taux de rebut de +20%, selon le**  
 2042 **changement climatique**

2043

2044 Avec un taux de découpe équivalent à +20% par rapport au scénario de base pour la S8, l'impact sur  
 2045 le changement climatique est augmenté de +37% (passant de 85gCO2eq à 117), ce qui amène à un  
 2046 niveau d'impact équivalent à la S7 dans le scénario de base.

2047 Cependant, d'un point de vue score unique, l'augmentation du taux de scrap à +20% amène à une  
 2048 augmentation du score unique de +0,9µPt pour atteindre 7,7µPt (augmentation de 13% en relatif), la  
 2049 S8 se positionne toujours en dessous du score unique de la S7 à 8,8µPt.

2050

2051 Avec un taux de découpe équivalent à +20% par rapport au scénario de base pour la S8, les  
 2052 conclusions changent sur le changement climatique : la S7 et la S8 deviennent équivalentes sur cet  
 2053 indicateur. Sur le score unique, la S7 reste plus impactante que la S8.

2054

2055 4.4.1.4 *Identification du point de croisement des impacts entre la S7 et la S8, dans le cas d'une réduction de la*  
 2056 *masse de la S7*

2057

2058 Cette analyse de sensibilité a pour but d'identifier le point de croisement des impacts (Score unique et  
 2059 Changement climatique), entre la S7 et la S8, dans le cas où le pot et le couvercle en PP auraient une  
 2060 masse réduite par rapport au scénario de base de cette étude.

2061

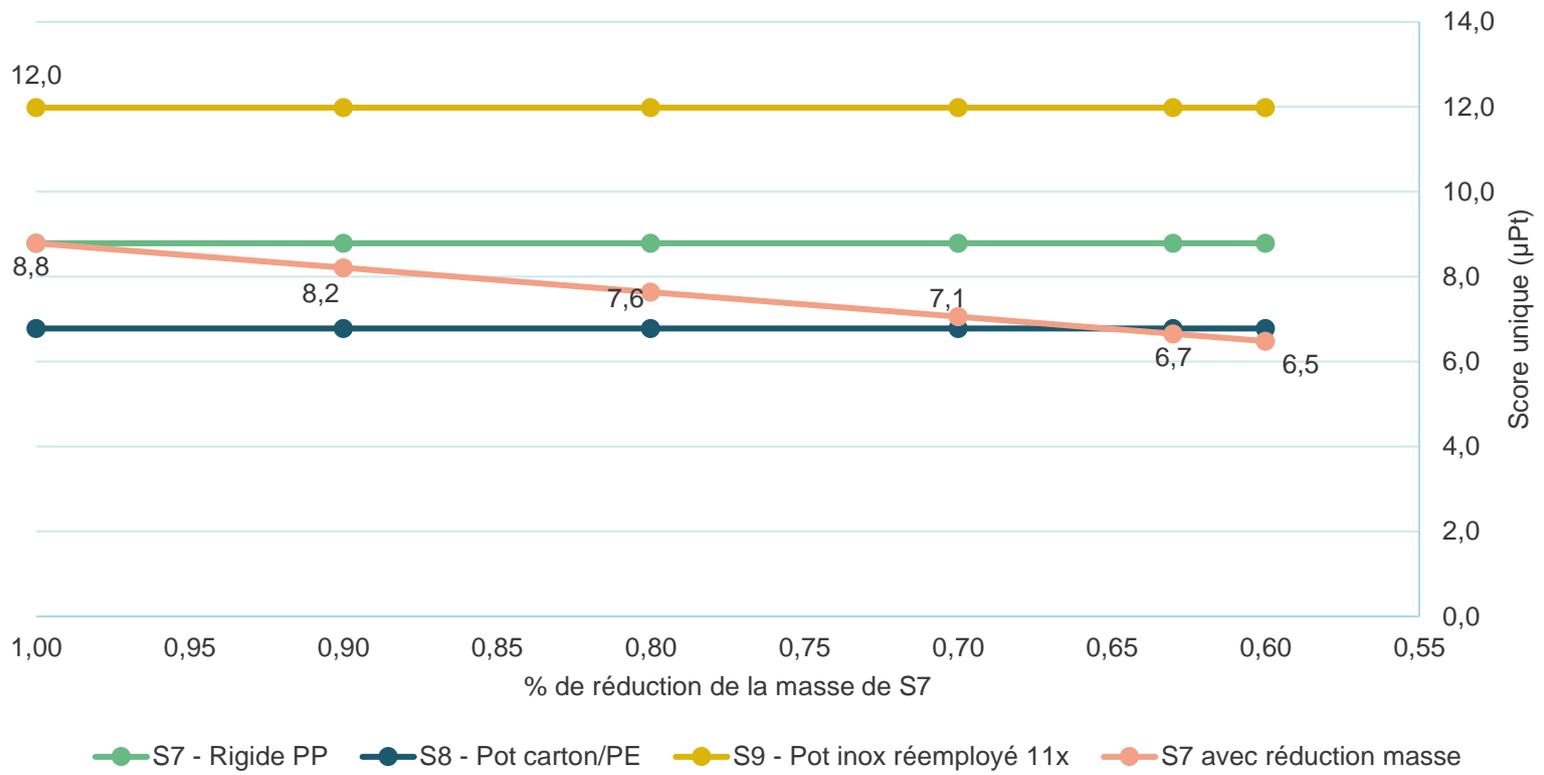
2062 De ce fait, pour les structures rigides, la structure S7, avec différents scénarios de réduction de la  
 2063 masse entre -10% et -40%, a comparer aux 3 structures rigides dans le scénario de base.

2064

2065 Les Graphique 16 et Graphique 17 représentent cette analyse de sensibilité avec des graphes  
 2066 permettant l'identification d'un point de croisement, selon le score unique et le changement climatique.

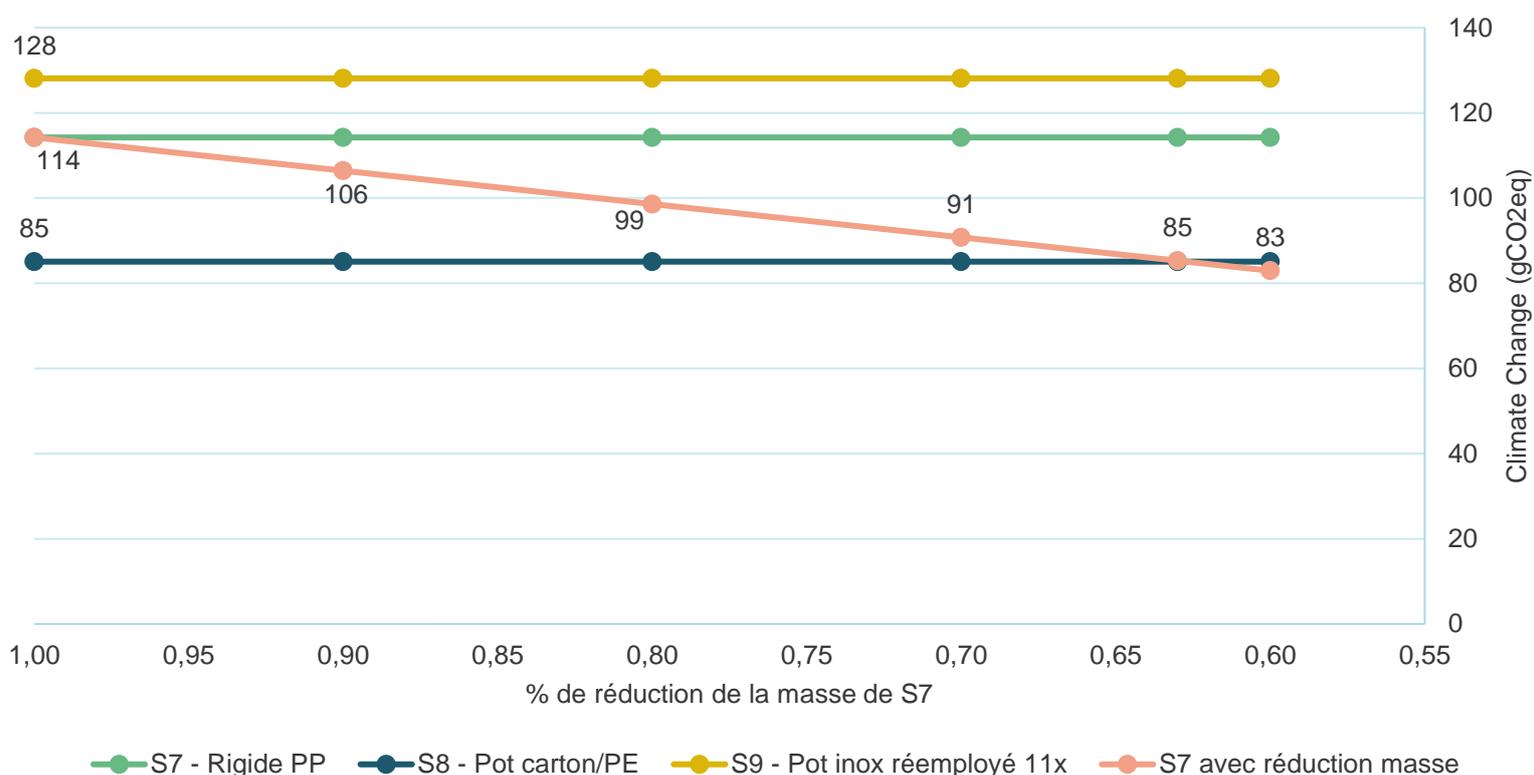
2067

2068 Les différentes versions de la S7 avec une réduction de masse, ont été modélisées en réduisant  
 2069 progressivement de tous les intrants de l'ICV pour la S7 sur le périmètre Matières premières et  
 2070 procédés, ainsi que la réduction des masses appelées en fin de vie de la structure, en variant de -10%  
 2071 à -40% ces valeurs. Les variations des impacts des emballages secondaires et tertiaires, le taux de  
 2072 remplissage et le transport, n'ont pas été prises en compte dans cette analyse de sensibilité.  
 2073



2075 **Graphique 16 Point de croisement des impacts environnementaux sur le CDV global, selon le**  
 2076 **% de réduction de la masse de la S7, comparé aux deux autres structures rigides, selon le**  
 2077 **score unique**

2078



2080 **Graphique 17 Point de croisement des impacts environnementaux sur le CDV global, selon le**  
 2081 **% de réduction de la masse de la S7, comparé aux deux autres structures rigides, selon le**  
 2082 **changement climatique**

2083 La réduction de masse de la S7, pour que l'impact sur le changement climatique soit équivalent entre  
 2084 S7 et S8, est identifié pour une réduction de -37% de la masse, soit :

- 2085 • Un pot passant de 11,03g à 6,95g
- 2086 • Un couvercle passant de 6,61g à 4,16g
- 2087 • Un opercule passant de 0,71g à 0,45g

2088 Cette valeur de réduction de la masse de -37% amène aussi à des impacts équivalents sur le score  
 2089 unique entre le scénario de base pour la S8 et la S7 avec -37% de masse, respectivement 6,8μPt et  
 2090 6,7μPt. Ce point de croisement pour le score unique et le changement climatique est sensiblement le  
 2091 même.

## 2092 **4.5 SPECIFIQUE RIGIDES REMPLI – ANALYSES DE SENSIBILITE**

2093 Les analyses et interprétations des Sections 4.2.1 et 4.3 ont apporté comme premières conclusions  
 2094 préliminaire, que le structure S9 avec un pot inox, avec 11 rotations (réemployé 10x), dans l'état actuel  
 2095 des hypothèses de modélisation, ne pouvait pas challenger environnementalement les deux autres  
 2096 structures rigides.

2097 Cette section plus conséquente en analyses de sensibilité, viendra faire varier plusieurs paramètres  
 2098 relatifs au réemploi pour investiguer quels scénarios de réemploi peuvent rentrer en concurrence avec  
 2099 les solutions rigides à usage unique.

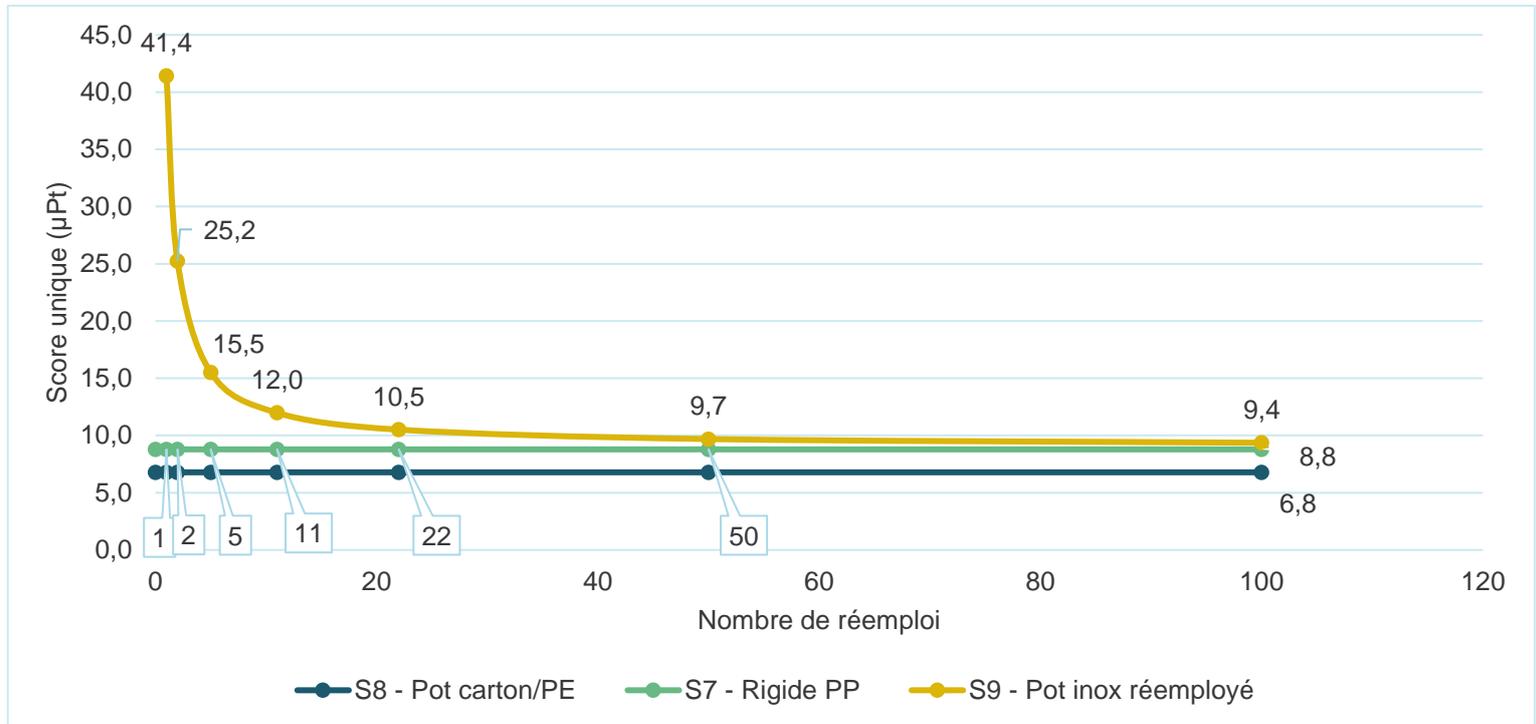
2100 Les analyses de sensibilités sont les suivantes :

- 2103 - Nombre de rotations du pot inox
- 2104 - Distance entre les lieux de vente, de collecte, de lavage et de conditionnement du beurre
- 2105 - Poids du pot inox

2106 - Scénarios en faisant varier ensemble les différents paramètres cités précédemment pour  
2107 identifier des scénarios  
2108

#### 2109 4.5.1 NOMBRE DE ROTATIONS DU POT INOX

2110 Cette analyse de sensibilité porte sur le nombre de rotations du pot inox. Le scénario de base dans  
2111 l'étude est de 11 rotations du pot inox. Le nombre de rotations a été varié : 1, 2, 5, 11 (base), 22, 50,  
2112 jusqu'à 100, représenté sur le Graphique 18.  
2113



2115 **Graphique 18 Variation du nombre de rotations du pot inox, selon le score unique**

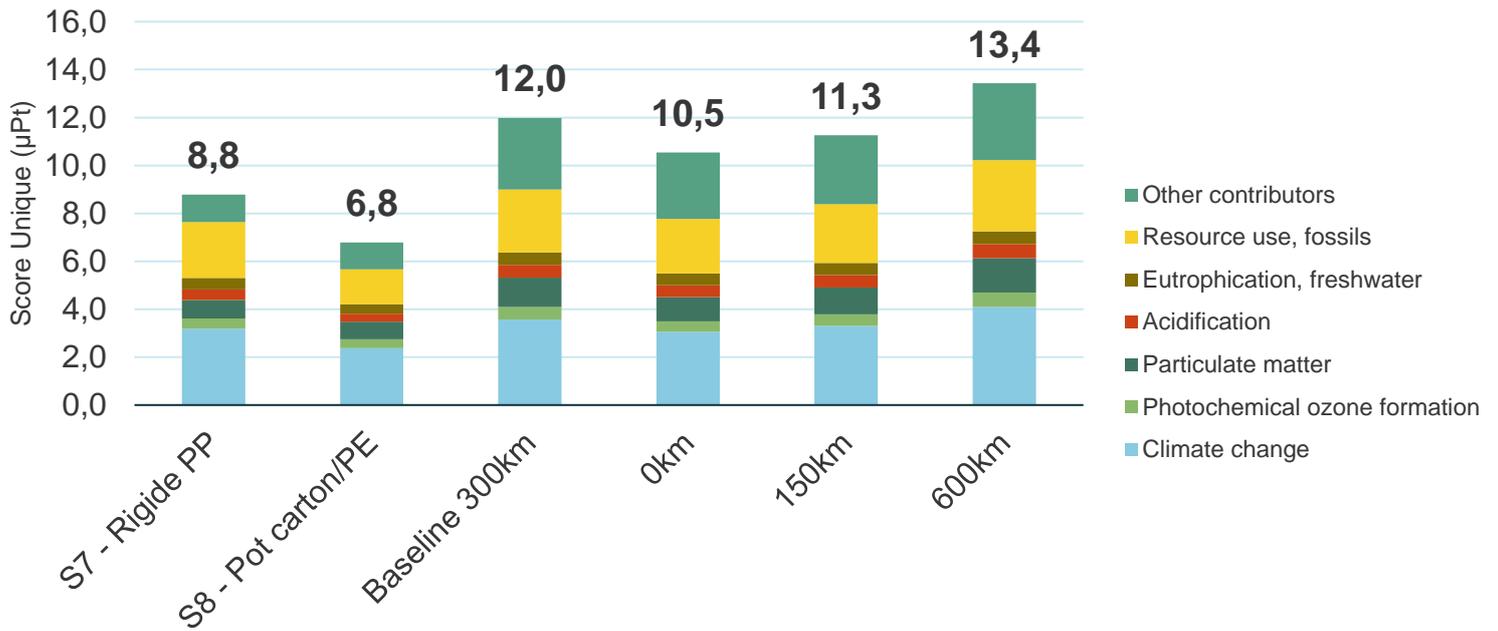
2116 L'analyse montre que plus le nombre de rotations du pot inox augmente, et ce surtout dans les  
2117 premières rotations, plus les impacts diminuent rapidement, jusqu'à atteindre un plateau à partir de  
2118 20-30 rotations, qui ne fait plus baisser les impacts à chaque utilisation. En effet, plus le nombre de  
2119 rotations augmente, plus les impacts du pot inox liées à sa fabrication sont divisés par le nombre de  
2120 rotations, qui tend donc vers 0, cependant à chaque rotation est ajoutée les étapes de réemploi (lavage  
2121 et autres).

2122  
2123 De ce fait, le plateau obtenu de 9,4µPt arrive au même ordre de grandeur que les impacts de la S7 à  
2124 8,8µPt, mais reste cependant plus élevés que les impacts de la meilleure structure rigide à savoir la  
2125 S8.  
2126

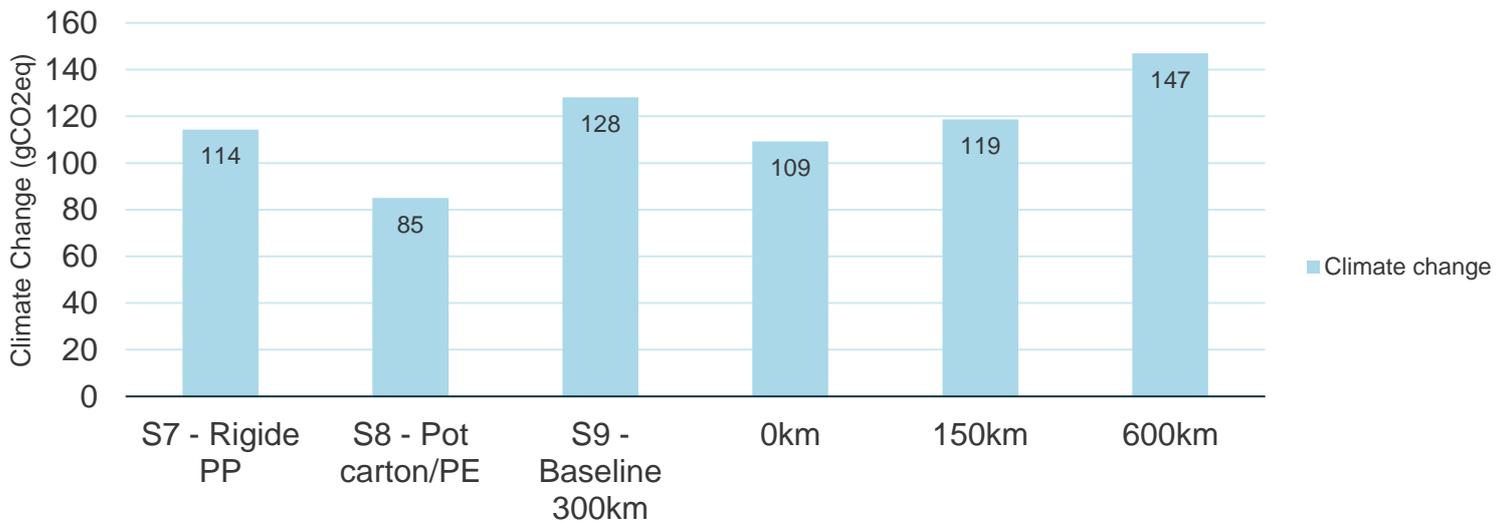
#### 2127 4.5.2 DISTANCE ENTRE LES LIEUX DE VENTE, DE COLLECTE, DE LAVAGE ET DE 2128 CONDITIONNEMENT DU BEURRE

2129 Cette analyse de sensibilité porte sur la variation des distances de transports liés au réemploi. Le  
2130 scénario de base considère une distance moyenne entre le lieu de vente (qui sert aussi de lieu de  
2131 collecte avec la RVM) et le centre de lavage, ainsi que la distance entre le centre de lavage et l'usine  
2132 de conditionnement de beurre, de 300km dans les deux cas. Cette distance va être variée de 0km  
2133 (distance utopique où les 3 lieux seraient très proches les uns des autres), puis 150km, 300km et enfin

2134 600km. Les résultats sont présentés sur le Graphique 19 pour le score unique et le Graphique 21 pour  
 2135 le changement climatique.  
 2136



2138 **Graphique 19 Variation de la distance entre les lieux, pour le pot inox, selon le changement**  
 2139 **climatique.**

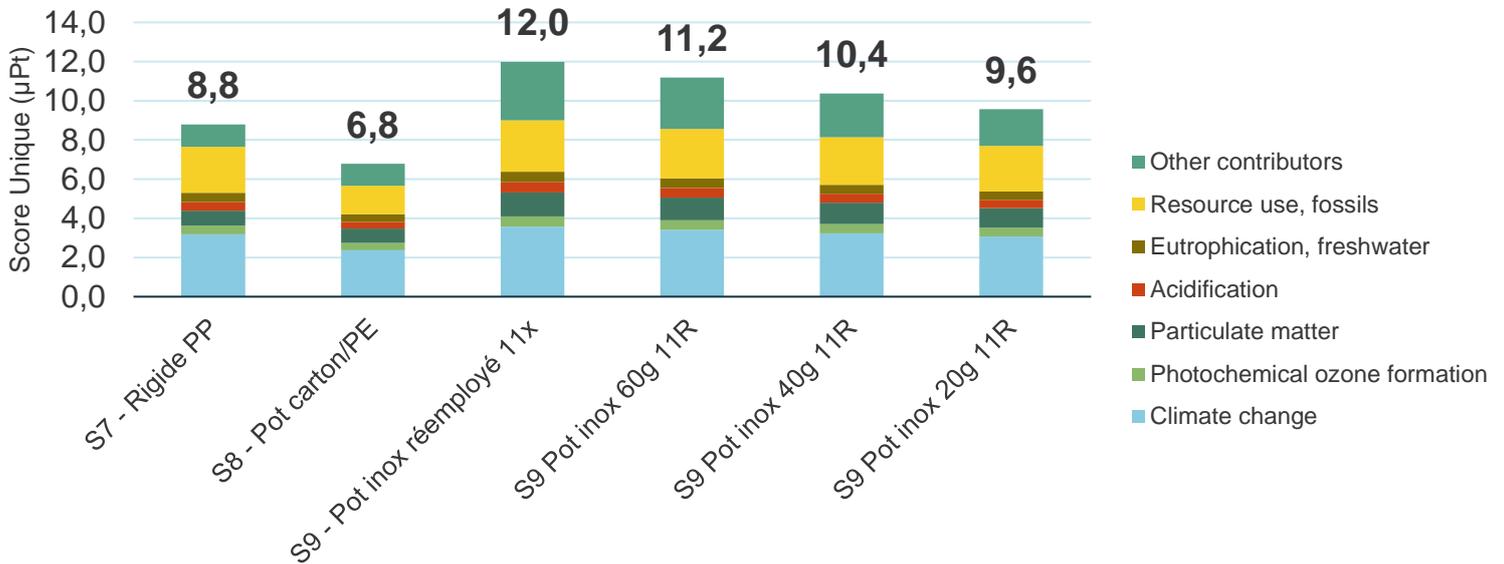


2141 **Graphique 20 Variation de la distance entre les lieux, pour le pot inox, selon le changement**  
 2142 **climatique.**

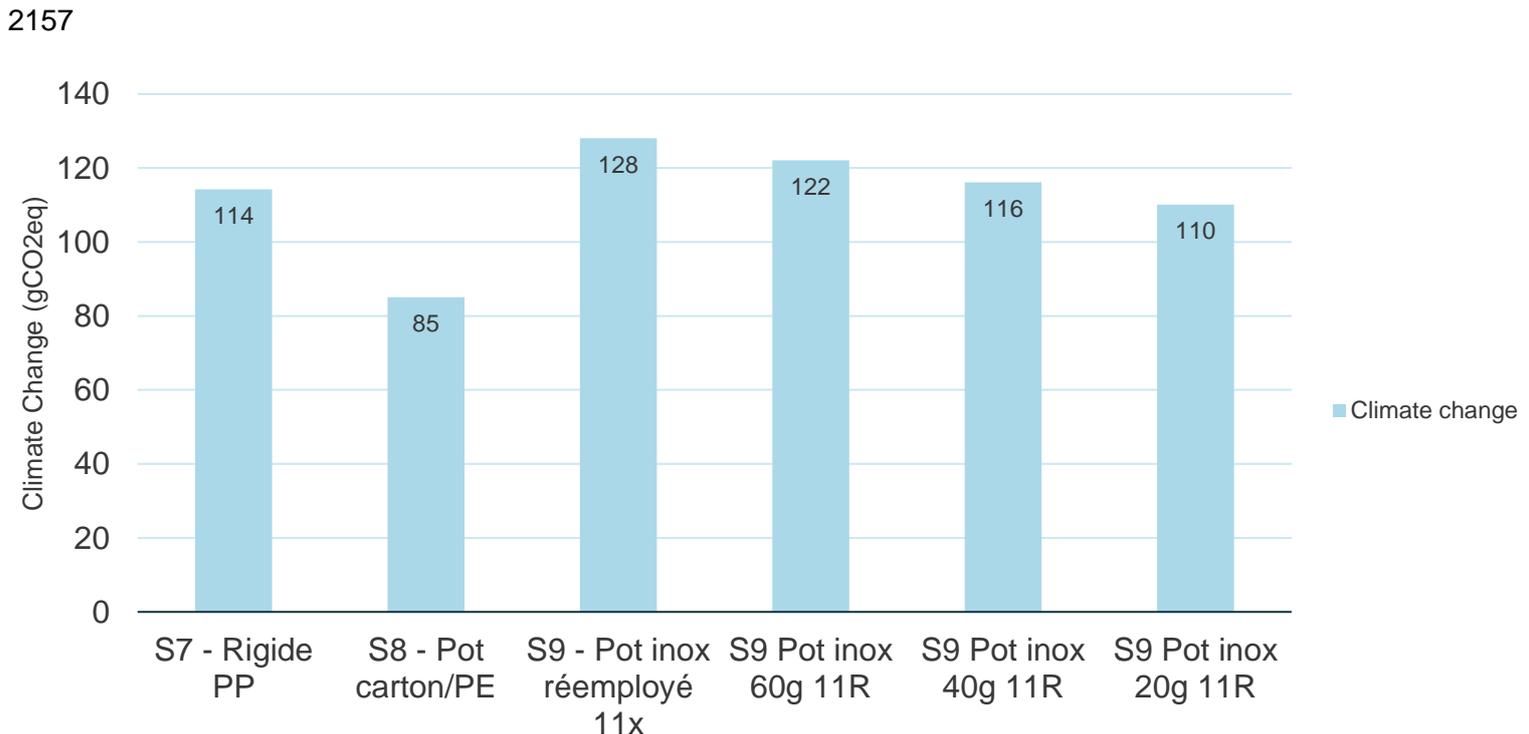
2143 Cette analyse de sensibilité montre que le transport de l'étape de réemploi, a son importance dans les  
 2144 impacts de la S9. En effet, selon le score unique, le fait d'avoir une distance réduite jusqu'à 0km ne  
 2145 suffit pas pour arriver au même niveau d'impact que la solution S7, cependant, d'un point de vu  
 2146 changement climatique, dès 150km, dans le scénario de 11 rotations, les impacts sur le changement  
 2147 climatique entre la S7 et la S9 – 150km deviennent similaires. Dans tous les cas, le transport à lui seul  
 2148 ne suffit pas pour atteindre les impacts de la S8.  
 2149

2150 4.5.3 POIDS DU POT INOX

2151 Cette analyse de sensibilité porte sur la variation du poids du pot inox, poids de base établi à 80g, qui  
 2152 variera jusqu'à 60g, 40g et enfin 20g (meilleur cas possible partagé par CITEO). Les résultats sont  
 2153 présentés sur le Graphique 21 sur le score unique et le Graphique 22 selon le changement climatique.  
 2154



2156 **Graphique 21 Variation du nombre de rotations du pot inox, selon le score unique.**



2159 **Graphique 22 Variation du nombre de rotations du pot inox, selon le changement climatique.**

2161 Cette analyse de sensibilité, montre de façon intuitive, que plus le poids initial du pot inox acier est  
 2162 faible, plus les impacts globaux sont réduits. Cependant, cela est d'autant plus vrai que le nombre de  
 2163 rotations est faible. En effet, à chaque rotation supplémentaire, les impacts liés à l'extraction des  
 2164

2165 matières et la fabrication du pot inox sont divisés jusqu'à tendre vers 0 (voir Section 844.5.1). De  
2166 manière générale, la réduction du poids pour un emballage est un des axes d'écoconception visant à  
2167 réduire les impacts environnementaux.

2168

#### 2169 4.5.4 SCENARIOS EN FAISANT VARIER L'ENSEMBLE DES DIFFERENTS 2170 PARAMETRES CITES PRECEDEMMENT

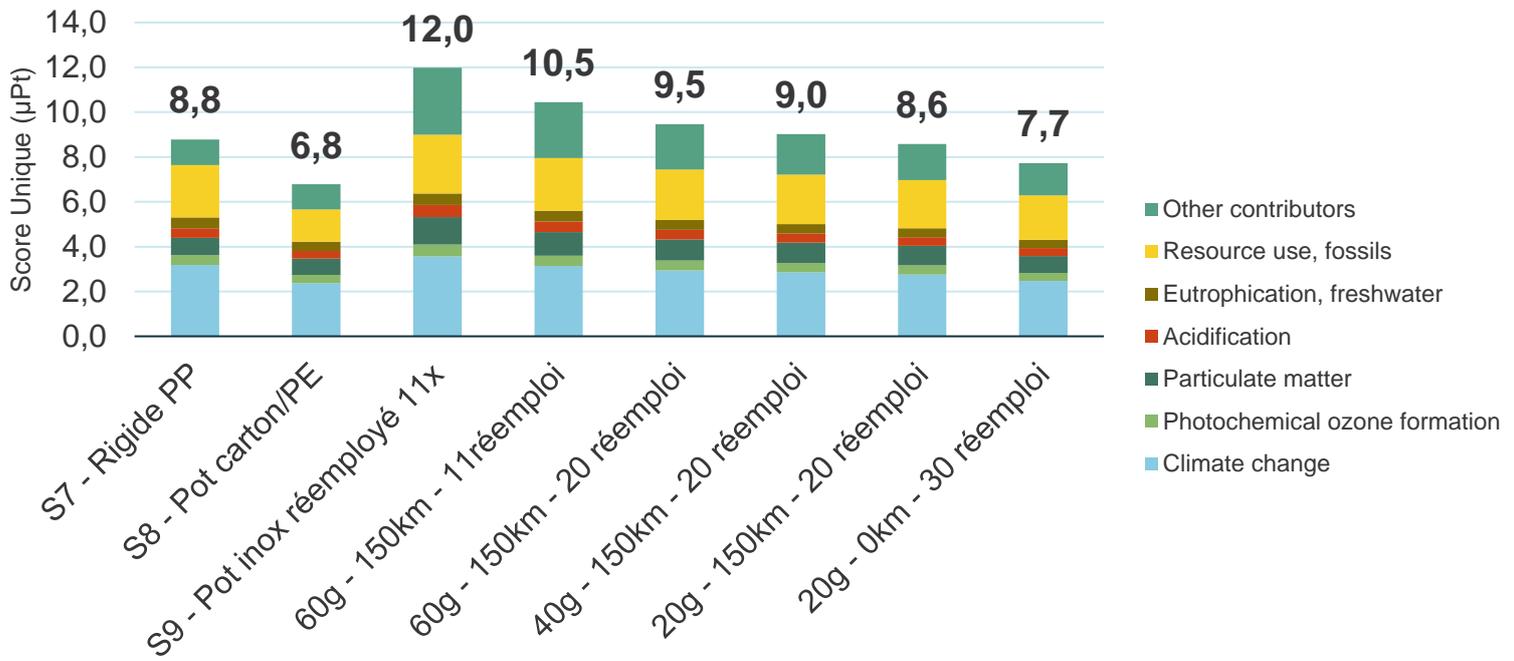
2171

2172 Enfin, cette analyse de sensibilité porte sur l'ajout simultané des 3 analyses de sensibilités au sein de  
2173 la modélisation, en faisant varier ensemble les différents paramètres cités précédemment, dans le but  
2174 d'identifier de potentiels scénarios où la combinaison de certains paramètres permettraient de venir  
2175 challenger les solutions à usage unique, dans le cas de cette étude (des généralités sur le réemploi  
2176 ne peuvent être tirées à la hâte).

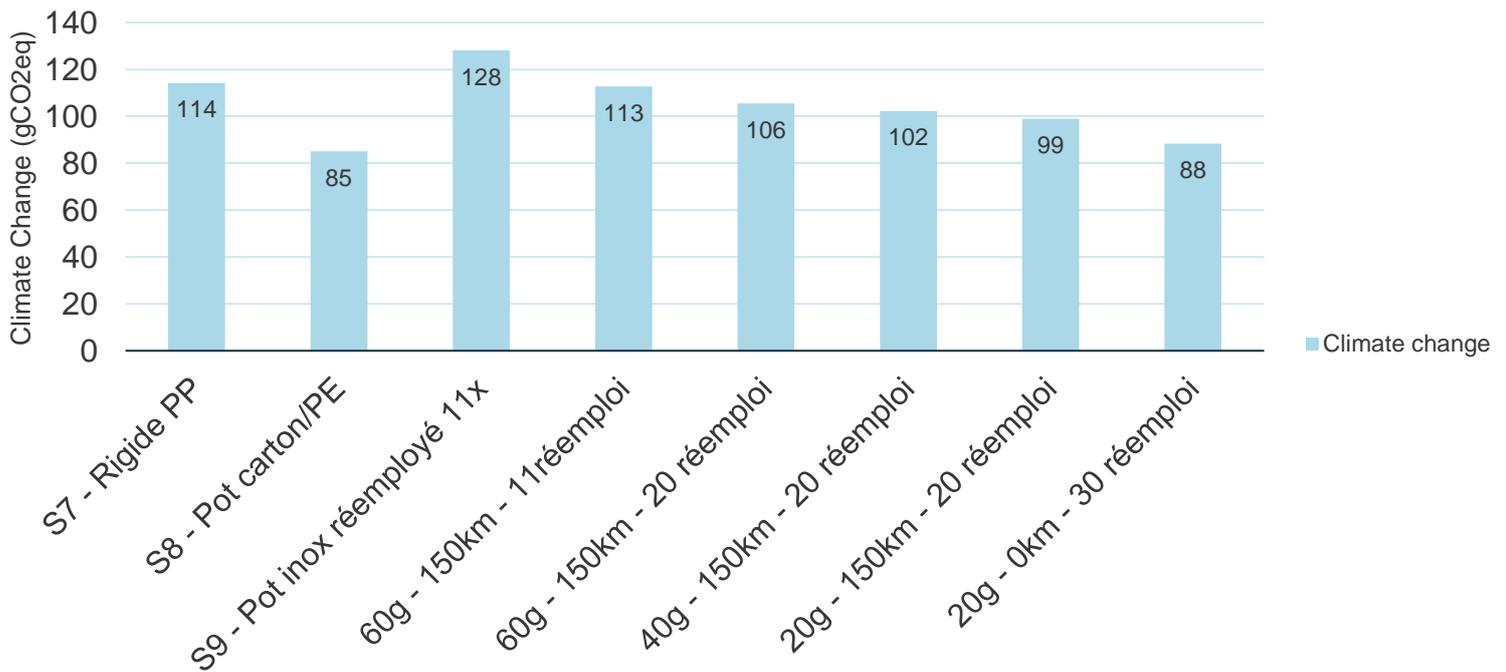
2177

2178 De ce fait, cette analyse de sensibilité présente les résultats sur le Graphique 23 pour le score unique  
2179 et le Graphique 24 pour le changement climatique. La légende reprend les paramètres qui ont été  
2180 utilisés pour générer les 5 scénarios.

2181



2183 **Graphique 23 Combinaison de différents paramètres issus des précédentes AS sur le**  
 2184 **réemploi, pour le score unique**



2186 **Graphique 24 Combinaison de différents paramètres issus des précédentes AS sur le**  
 2187 **réemploi, pour le changement climatique**

2188 Cette dernière analyse de sensibilité sur le réemploi, combinant différents paramètres des précédentes  
 2189 AS, propose donc 5 scénarios en améliorant progressivement le nombre de rotations, en diminuant la  
 2190 distances entre les différents lieux et enfin en réduisant le poids du pot inox.

2191  
 2192 Le scénario 40g – 150km – 20 rotations est une des configurations de scénario pour lequel les impacts  
 2193 environnementaux sont équivalents à la S7 (8,8µPt et 114gCO2eq pour la S7 versus 9,0µPt et  
 2194 102gCO2eq pour le scénario 40g – 150km – 20R). Le scénario 20g – 0km – 30 rotations approche

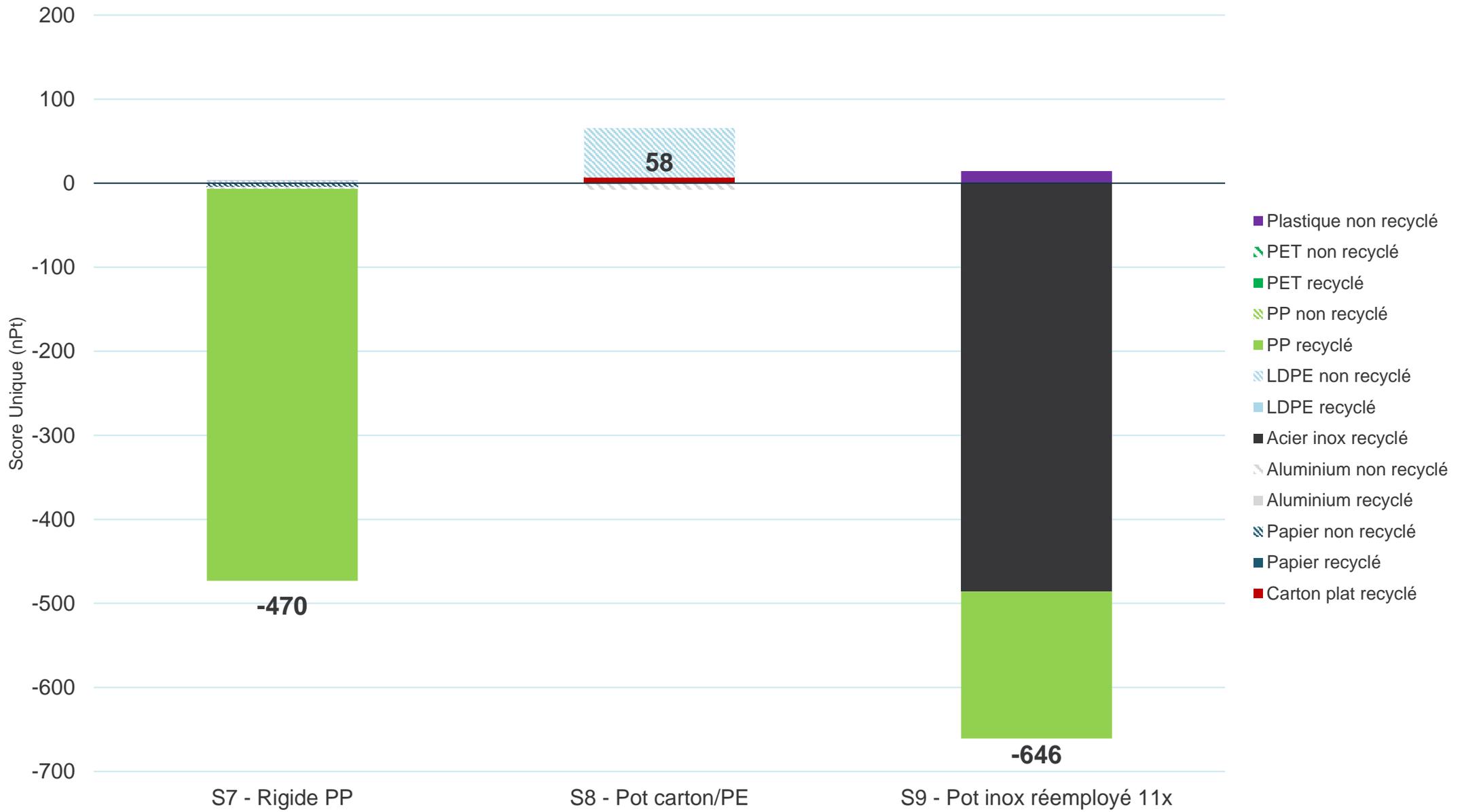
2195 les impacts du S8, sur le changement climatique, cependant, reste tout de même plus élevé sur le  
2196 score unique.

## 2197 **4.6 FOCUS SUR LA FIN DE VIE DE L'EMBALLAGE PRIMAIRE DES** 2198 **DIFFERENTES STRUCTURES**

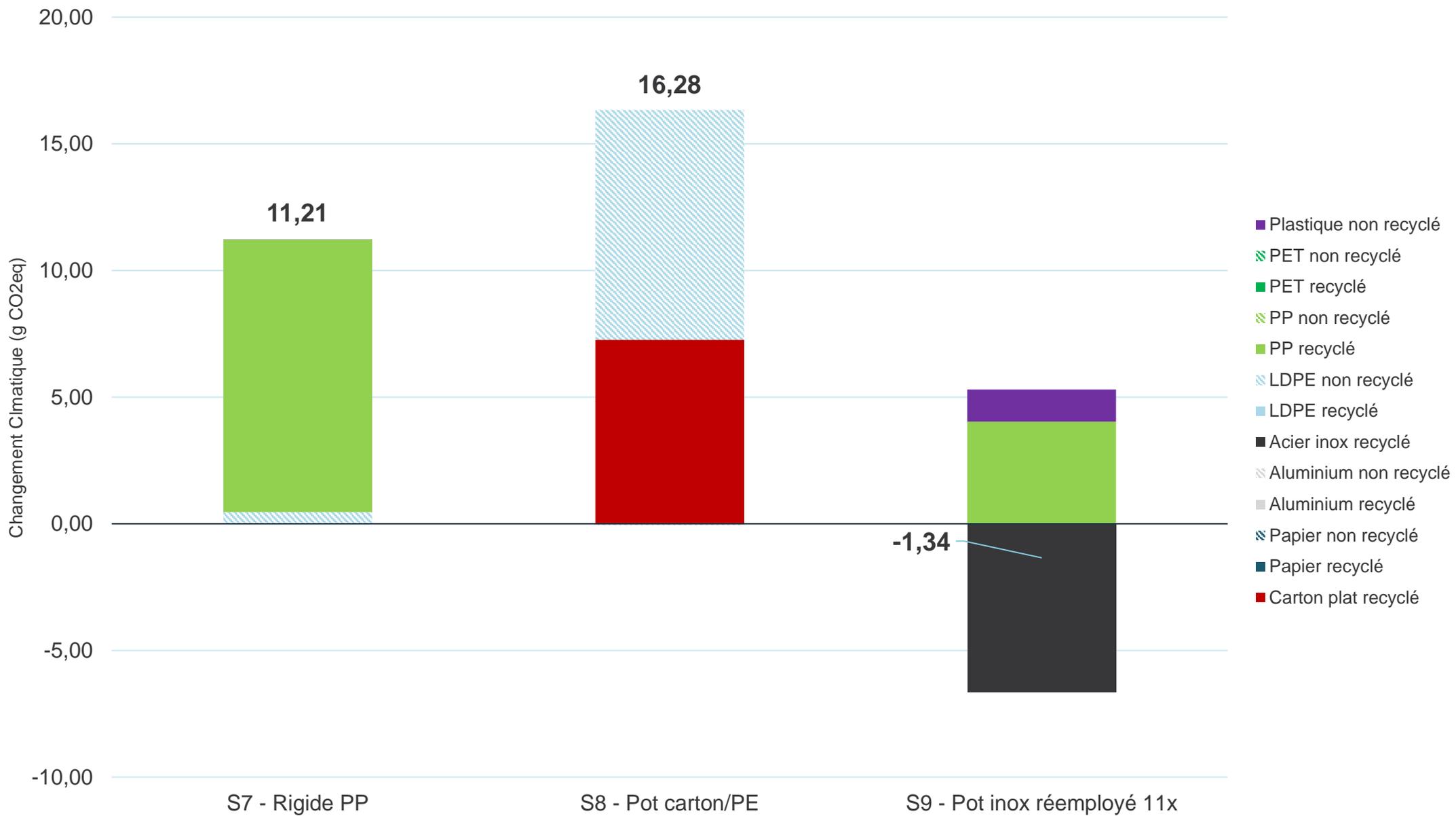
2199 Au sein des précédentes sections, nous avons vu que les étapes de **matières premières et à la**  
2200 **fabrication des structures**, des **EIC Condi° vers LDV** et le **TRP Condi° vers LDV**, sont les étapes  
2201 avec la majorité des impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie des structures.  
2202 La **Fin de vie structure primaire** ne représente pas une étape avec les impacts les plus importants,  
2203 cependant, c'est la deuxième étape réellement différenciante entre les structures, où les notions de  
2204 recyclabilité et différents scénarios de fin de vie sont évalués. L'étude portant notamment sur des  
2205 structures devant être recyclables d'ici 2030, l'analyse en détail de cette étape est cruciale pour  
2206 comprendre les différences de fin de vie entre les structures.

2207

2208 Les Graphique 25 et Graphique 26 montrent la contribution de la fin de vie des structures, selon le  
2209 score unique et le changement climatique.



2211 **Graphique 25 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, lors de l'étape de fin de vie,**  
 2212 **pour les rigides, selon le score unique**



2214 **Graphique 26 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, lors de l'étape de fin de vie,**  
 2215 **selon le changement climatique**

2216 L'étape de **Fin de vie structure primaire** pour les rigides est une étape minoritaire dans les impacts  
2217 globaux du cycle de vie, cependant, des disparités sont observées entre les structures, sur le score unique  
2218 et le changement climatique. L'ordre de grandeur des graphiques étant en nPt, cette étape reste  
2219 minoritaire en comparaison à l'étape de **matières premières et à la fabrication des structures** :

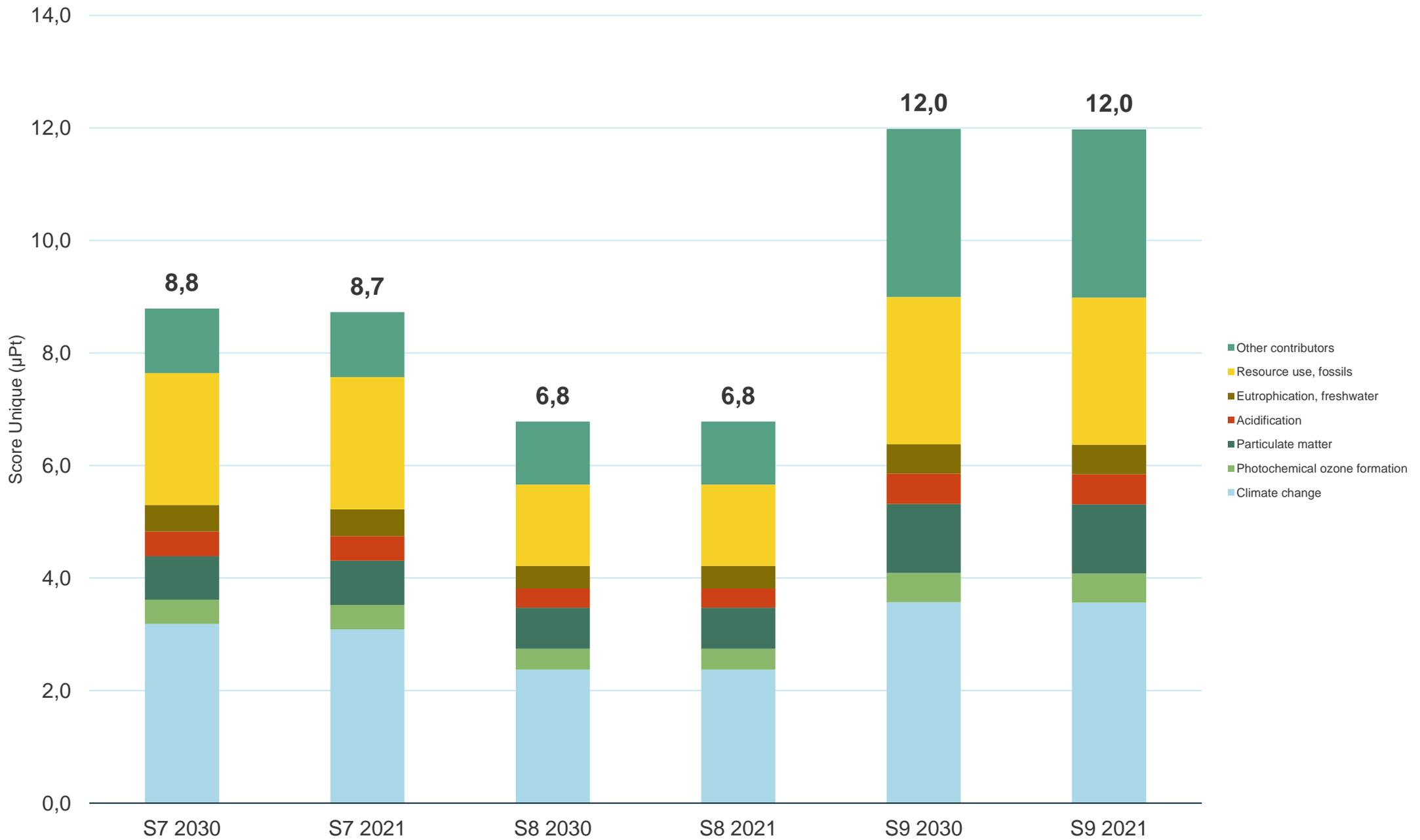
- 2220 - La S8 semble avoir les impacts de fin de vie les plus élevés, notamment par le fait de ne pas  
2221 recycler le PEBD en fin de vie, qui se retrouve sur le score unique et le changement climatique. La  
2222 fin de vie du PEBD pèse beaucoup malgré le fait que cette matière ne soit présente qu'à hauteur  
2223 de 20% dans la structure.
- 2224 - Les bénéfices liés au recyclage en fin de vie pour la S7 et S9 sont représentés pour le recyclage  
2225 du PP et de l'acier inox pour le score unique, observation nuancée pour le changement climatique  
2226 où le PP recyclé (à 20% selon les taux définis) apporte la majorité des impacts pour la S7 et la part  
2227 PP pour la S9, alors que le recyclage de l'acier inox à 80% apporte bien des crédits d'impacts  
2228 selon le changement climatique.

#### 2229 4.6.1 ANALYSES DE SENSIBILITES

##### 2230 4.6.1.1 *Variation du taux de recyclage des matériaux – TAUX CITEO 2021*

2231 Une seule analyse de sensibilité a été effectuée sur l'étape de **Fin de vie structure primaire**. L'étude  
2232 portant sur des emballages devant être recyclables en 2030, le mix énergétique et les taux de recyclage  
2233 des différents matériaux auront évolués entre aujourd'hui et 2030, ce pourquoi le scénario de base évalue  
2234 les impacts avec une recyclabilité approchée sur 2030, des taux qui sont plus efficaces et recyclant plus  
2235 de matière que les taux actuels. L'analyse de sensibilité porte donc sur les impacts environnementaux des  
2236 structures, dans le cas où les taux de recyclage par matériaux ne progressent pas comme espéré, et  
2237 resteraient dans la configuration actuelle, en se basant sur les taux de CITEO 2021 (cf Section 3.5.2).  
2238

2239 Les résultats sont présentés sur le Graphique 27, selon le changement climatique.



**Graphique 27** Variation du taux de recyclage des structures, selon le changement climatique.

2242 L'étape de **Fin de vie structure primaire** étant une étape minoritaire dans les impacts globaux du cycle  
2243 de vie, le fait d'avoir fait varier les taux de recyclage, d'incinération et d'enfouissement ont eu peu d'impact  
2244 sur l'ensemble des impacts. La plupart des impacts sur le score unique (et le changement climatique) en  
2245 2021 restent presque identiques aux valeurs de 2030.

## 2246 4.7 INDICATEUR COMPLEMENTAIRE - CUMULATIVE ENERGY DEMAND

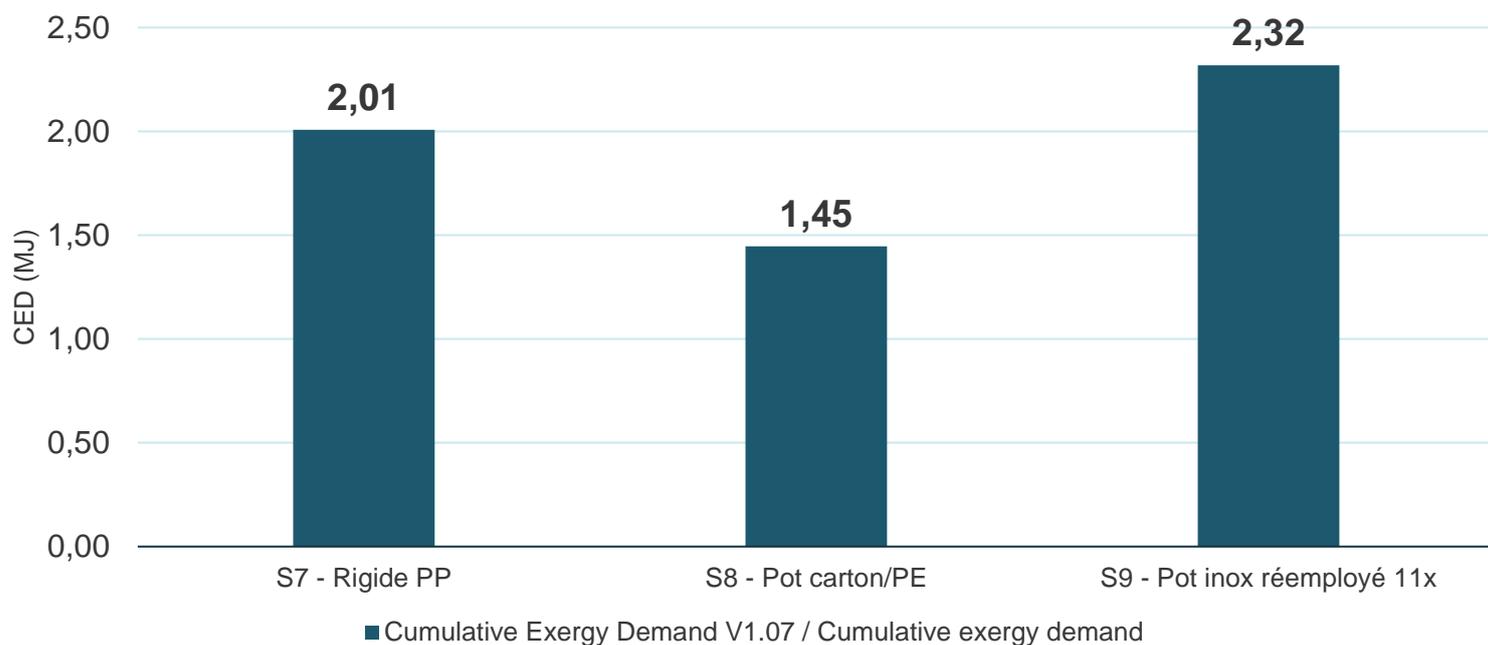
2247 L'ensemble des résultats précédemment présentés dans l'étude, ont été présentés selon le spectre des  
2248 16 indicateurs du PEF et du score unique PEF, avec un focus particulier sur le changement climatique.  
2249 Ces indicateurs ont permis d'avoir une vision globale des impacts, qui peut être complétée avec cet  
2250 indicateur complémentaire qu'est le CED – Cumulative Energy Demand.

2251  
2252 Un indicateur complémentaire, le CED, permet d'analyser l'ensemble des énergies demandées par le  
2253 système, et de comparer donc le besoin en énergie global des structures entre elles, que ces énergies  
2254 soient considérées comme renouvelables ou fossiles. A solution environnementalement équivalente, cela  
2255 permet d'identifier celles qui pourraient nécessiter moins d'énergie primaire que d'autres.

2256  
2257 Les flux représentatifs de l'ensemble des structures ont donc été analysés selon l'indicateur CED, expliqué  
2258 en Section 2.6.

2259  
2260 Les résultats pour les structures rigides sont présentés sur le Graphique 28.

2261



2262

2263 **Graphique 28 CED pour les structures rigides**

2264 L'analyse complémentaire sur l'indicateur complémentaire CED apporte des interprétations similaires à  
2265 celles sur le score unique et le changement climatique. La S8 est la structure avec le CED le plus faible,  
2266 avec à contrario la S9 avec le pot inox (11 rotations), qui a le CED le plus élevé ramené à l'UF. La S7 se  
2267 situe entre les deux.

2268 Les résultats de cet indicateur renforcent les interprétations faites précédemment dans le rapport.

2269

2270 Etant donné que les résultats et interprétations pour le CED sont similaires aux autres indicateurs  
2271 présentés dans l'étude, il n'est pas nécessaire de faire une analyse de sensibilité sur cet indicateur CED,

2272 en changeant le mix énergétique et électrique FR par un mix énergétique et électrique Européen, étant  
 2273 donné le fait que le réseau européen est interconnecté.

## 2274 4.8 SYNTHÈSES DES INTERPRÉTATIONS AVANT CONCLUSION

### 2275 4.8.1 RIGIDES

2276 Avant la conclusion de cette étude, le Tableau 35 reprend les impacts des différentes structures, sur  
 2277 l'ensemble de leur cycle de vie, selon le score unique, les 16 indicateurs du PEF dont les 6 majoritaires  
 2278 en gras/surligné, ainsi que le CED.

2279  
 2280

Catégorie de dommages	Unité	S7 - Rigide PP	S8 - Pot carton/PE	S9 - Pot inox réemployé 11x
Score unique	µPt	8,79E+00	6,78E+00	1,20E+01
<b><u>Climate change</u></b>	kg CO2 eq	1,14E-01	8,51E-02	1,28E-01
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,44E-09	1,68E-09	2,05E-09
Ionising radiation	kBq U-235 eq	9,86E-04	1,99E-03	1,71E-02
<b><u>Photochemical ozone formation</u></b>	kg NMVOC eq	3,70E-04	3,16E-04	4,43E-04
<b><u>Particulate matter</u></b>	disease inc.	5,12E-09	4,86E-09	8,15E-09
Human toxicity, non-cancer	CTUh	8,13E-10	7,70E-10	1,59E-09
Human toxicity, cancer	CTUh	3,96E-11	4,38E-11	3,55E-10
<b><u>Acidification</u></b>	mol H+ eq	3,92E-04	3,07E-04	4,83E-04
<b><u>Eutrophication, freshwater</u></b>	kg P eq	2,71E-05	2,30E-05	2,98E-05
Eutrophication, marine	kg N eq	1,07E-04	9,56E-05	1,29E-04
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	9,77E-04	8,34E-04	1,19E-03
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	4,35E-01	3,89E-01	6,80E-01

Land use	Pt	1,34E-01	1,02E+00	5,31E-01
Water use	m3 depriv.	1,58E-02	1,94E-02	2,31E-02
<b>Resource use, fossils</b>	MJ	1,83E+00	1,13E+00	2,05E+00
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	2,72E-07	1,98E-07	1,03E-06
Cumulative Exergy Demand V1.07 / Cumulative exergy demand	MJ	2,01E+00	1,45E+00	2,32E+00

2281 **Tableau 35 Impacts des structures sur tout le cycle de vie des structures rigides, selon le score**  
2282 **unique, les 16 indicateurs du PEF et le CED**

## 2283 5 CONCLUSIONS

### 2284 5.1 CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES RÉSULTATS ET LES 2285 INTERPRÉTATIONS

#### 2286 5.1.1 CONCLUSIONS SUR LES RIGIDES:

2287 Au regard des différents résultats et analyses de sensibilité, l'évaluation ACV comparative des structures  
2288 rigides de beurre est la suivante :

- 2289
- 2290 • Dans les conditions de réemploi utilisés pour la S9 (pot inox réemployable, avec opercule alu et  
2291 couvercle PP à usage unique), les impacts environnementaux sont significativement plus élevés  
2292 pour le réemploi que pour les solutions à usage unique, notamment car les étapes de réemploi  
2293 appelées à chaque nouveau cycle génèrent des impacts supérieurs à ceux des solutions à usage  
2294 unique.
- 2295 • Cependant, des leviers d'actions clairement identifiés pour le réemploi permettent de venir  
2296 challenger de façon pérenne les solutions à usage unique. Voici une liste de recommandations qui  
2297 pourraient permettre de renforcer le scénario réemploi pour venir challenger de façon pérenne les  
2298 deux solutions à usage unique (S7 [pot et couvercle en PP, avec opercule] et S8 [pot et couvercle  
2299 en carton80% et LDPE20%, avec opercule]) étudiées dans l'étude. Dans cette étude, il est  
2300 démontré que ces améliorations, si appliquées intégralement, permettrait d'inverser la hiérarchie  
2301 avec les solutions à usage unique, en commençant par :
  - 2302 ○ **La diminution globale des poids des différents composants, sans détériorer les**  
2303 **propriétés de conservation.**
  - 2304 ○ **L'optimisation des plans de palettisation** et de tous les Emballages Industriels et  
2305 Commerciaux appelés dans l'ensemble du cycle de vie de la structure
  - 2306 ○ **La maximisation du nombre de rotations** en maximisant le taux de retour des structures  
2307 et minimisant le taux de casse lors de l'étape de lavage.
  - 2308 ○ **L'utilisation d'un couvercle qui soit lui aussi réemployable.**
  - 2309 ○ Travailler sur la décarbonation de l'étape de fabrication de l'acier inoxydable.
  - 2310 ○ Malgré ces améliorations, le système de réemploi ne devient pas meilleur que le S8, il s'en  
2311 approche, quasiment à égalité.

- 2312
- 2313
- 2314
- 2315
- 2316
- 2317
- 2318
- 2319
- 2320
- 2321
- 2322
- 2323
- 2324
- 2325
- 2326
- 2327
- 2328
- 2329
- 2330
- 2331
- 2332
- 2333
- 2334
- 2335
- 2336
- 2337
- 2338
- 2339
- 2340
- 2341
- 2342
- Enfin, la piste du vrac pourrait être une solution supplémentaire, cependant, celle-ci n'a pas été étudiée dans le cadre de l'étude.
  - Il est tout de même important de noter qu'utiliser 11 fois le pot inox dans le cadre du réemploi, est une hypothèse particulièrement optimiste. En effet, cette valeur de 11 utilisations est possible avec un taux de retour de 95% et un taux de casse de 5%. Il est important d'optimiser les paramètres de taux de retour et de taux de casse pour permettre d'optimiser le nombre de réemplois du pot inox.
  - La structure S8 – Pot Carton/LDPE est celle avec les impacts environnementaux les plus faibles, comparé à la structure S7 – Rigide PP, et ce de manière significative que ce soit sur le score unique ou bien sur le changement climatique, dans un scénario projeté en 2030 ou 2021. Cependant, le **Tableau 34 Comparaison des impacts des structures S7 et S8, selon les 16 indicateurs et le score unique**, indique qu'il y'a des transferts d'impacts non négligeables, sur deux indicateurs notamment : Les radiations ionisantes avec une augmentation des impacts de +102%, **ainsi que l'Utilisation des Terres avec une forte augmentation des impacts de +661%**. Des transferts d'impacts moins importants sont observés pour la Déplétion de l'Ozone, la Toxicité Humain (Cancer), et l'utilisation de Ressources en Eau. La solution S8 – Pot Carton/LDPE se positionne devant la S7 – Rigide PP sur le score unique et selon le changement climatique, avec tout de même un transfert d'impact très marqué sur l'Utilisation des Terres, pouvant mener à de la déforestation, notamment dans les cas où il y aurait une augmentation de la consommation des ressources papier et carton. Il ne faut pas prendre à la légère les effets indirects de la consommation de ressources renouvelables comme le bois. EVEA rappelle que le selon les normes ISO 14040 et ISO 14044, le score unique du PEF n'a pas de base scientifique.
  - Une piste non évaluée dans le cadre de cette étude, qui mérite d'être citée et la mention de son existence, est une solution à base de fibre moulée, avec un coating. Cette solution permet une réduction de poids par rapport au carton. Cette solution pourrait être amenée à challenger les impacts de la S8 [pot et couvercle en carton80% et LDPE20%, avec opercule]). La mention de cette solution est accompagné par le fait de confirmer cette potentielle solution viable, par une ACV complémentaire.
  - Ces conclusions sont valables toutes choses égales par ailleurs dans le cadre des paramètres étudiés au sein de l'étude.

2343 En effet, les différents points cités ci-dessous font office d'ouverture à garder en tête pour tous les lecteurs de ce rapport, afin de prendre du recul sur la conclusion :

- 2344
- 2345
- 2346
- 2347
- 2348
- 2349
- 2350
- 2351
- 2352
- 2353
- 2354
- 2355
- 2356
- 2357
- 2358
- 2359
- 2360
- 2361
- Le beurre est un produit qui est environnementalement impactant de manière générale, et d'autant plus relativement parlant par rapport à l'emballage dans lequel il est contenu. Pour un produit tel que le beurre emballé, il est important de garder les ordres de grandeurs en tête, avec une majorité des impacts pour le produit alimentaire, contre une plus faible contribution aux impacts concernant l'emballage. Œuvrons tous ensemble pour limiter le gaspillage alimentaire.
  - La conservation du beurre en amont de la consommation, est contrôlée via des tests de vieillissements très stricts avant la mise sur le marché. Une éventuelle légère différence de performance de conservation en amont n'est pas susceptible de causer une différence significative de performances environnementales.
  - Ensuite, lors de l'utilisation du produit, une fois chez le consommateur, les propriétés barrières deviennent toutes égales car rompues lors de l'ouverture de l'emballage. De manière générale, il n'a pas étudié dans ce rapport, les potentielles causes spécifiques et conséquences associées d'une perte de beurre dans la phase d'usage. De ce fait, il est important de noter (en vue d'éviter le gaspillage alimentaire ayant des impacts environnementaux élevés) que le taux de restitution de l'emballage doit être le plus élevé possible (pour éviter une perte de beurre ; qui serait causée par exemple par le fait de ne pas pouvoir totalement bien vider l'emballage (contraintes de design), ou bien, que l'emballage favorise l'apparition de beurre rance de façon non désirée, pouvant donc

2362 amener le consommateur à jeter ce beurre). En effet, l'analyse de sensibilité montre qu'un très  
2363 faible différentiel de taux de perte de beurre (supérieur à 1% soit 2,5g de beurre sur une quantité  
2364 de 250g de beurre) serait le contributeur majoritaire des impacts devant l'ensemble des impacts  
2365 du cycle de vie de l'emballage.  
2366  
2367  
2368  
2369  
2370

## 2371 5.2 CONTRIBUTION DES ÉTAPES DU CYCLE DE VIE ET DES COMPOSANTS 2372 DU PRODUIT

2373 Pour les structures rigides, les principaux impacts sur l'environnement proviennent des **trois étapes du**  
2374 **cycle de vie, classé par ordre de contribution :**

- 2375 - **Matières premières et production**
  - 2376 - **Transport réfrigéré vers les lieux de vente**
  - 2377 - **EIC nécessaire au transport vers les lieux de vente**
- 2378

2379 En première étape, les **Matières premières et production** participe en 1<sup>ère</sup> position aux impacts globaux  
2380 du cycle de vie pour les structures rigides. Cela s'expliquant notamment par ces structures qui pèsent plus  
2381 lourd (que d'autres solutions flexibles par exemple) et dont cette étape, ramenée à l'UF de 250g de beurre,  
2382 pèse de façon prioritaire sur les impacts globaux. Pour la S9, le pot inox participe aux impacts, dont les  
2383 impacts sont réduits à chaque rotation, cependant l'utilisation d'un nouveau couvercle à chaque rotation,  
2384 ainsi que la boucle de réemploi comprenant le transport, le lavage, le conditionnement, ne permet pas de  
2385 concurrencer de façon robuste les solutions à usage unique à l'heure actuelle.  
2386

2387 **Cependant, il est très important de noter que le scénario pour la structure S9 (pot inox**  
2388 **réemployable, avec opercule alu et couvercle PP à usage unique) a été basé sur de nombreuses**  
2389 **hypothèses, et que les analyses de sensibilité montrent deux points importants :**

- 2390 - Il n'y a pas un ou deux paramètres qui permette au réemploi de concurrencer facilement les  
2391 solutions à usage unique, cela dépend de chaque système
- 2392 - De ce fait, dans le cas de notre étude, l'optimisation du réemploi passera par l'optimisation de  
2393 nombreux critères en même temps, qui sont cités en 4.5.4 et en 5.1.1. Les résultats relatifs au  
2394 scénario de la structure S9 possèdent des hypothèses et incertitudes qui nécessitent d'être  
2395 ajustés.  
2396

2397 En deuxième étape arrive le **Transport réfrigéré vers les lieux de vente** qui s'explique principalement  
2398 par l'utilisation de camion réfrigéré pour approvisionner le beurre vers les lieux de vente. Il y'a un enjeu de  
2399 distance entre les usines de conditionnement et les lieux de vente, afin de maximiser les circuits courts,  
2400 ainsi que la quantité de beurre transporté lorsque chaque camion se déplace.  
2401

2402 En troisième étape les **Emballages Industriels et Commerciaux, nécessaires au transport vers les**  
2403 **lieux de vente**. En effet, le plan de palettisation, demandant une quantité importante de cartons, pèse de  
2404 façon significative dans les impacts. Il y'a un enjeu de plan de palettisation afin d'optimiser les impacts  
2405 associés à cette étape.  
2406

2407 Pour finir, l'étape de **Fin de vie des Structures**, notamment relié avec les enjeux de recyclabilité cités en  
2408 début de rapport, n'est pas une étape majoritairement contributrice pour les structures rigides.

2409

## 5.3 PRINCIPALES LIMITES DE L'ETUDE

2410

Il est important de prendre du recul par rapport aux résultats, interprétations et conclusions de cette étude, notamment à travers les impacts que pourraient avoir ce rapport sur les futurs AAP de CITEO à venir, et aux conclusions que peuvent prendre les industriels fabriquant des emballages pour beurre, sur de futurs choix de conception.

2411

2412

2413

2414

2415

2416

2417

2418

2419

2420

2421

2422

2423

2424

Les conclusions sont entre autres, basées sur la qualité et l'exhaustivité des données partagées par CITEO et ses clients, ainsi que pour les structures étudiées telles quelles dans cette étude. Il est risqué d'un point de vue véracité et pertinence d'appliquer ces conclusions sur d'autres structures qui n'auraient pas été évaluées dans le rapport. Cependant, l'étude a montré les principaux enjeux environnementaux associés aux emballages de beurre ainsi que les étapes les plus contributrices. Basées sur ces conclusions, EVEA partage en Section 5.4 des recommandations d'éco-conception applicables aux emballages de beurre. **Le Tableau 2 (repris ci-dessous)**, reprend les différents critères d'exclusion et limites de l'études.

**Lien vers : Tableau 2 Critères d'exclusion à l'intérieur des frontières du système.**

2425

## 5.4 RECOMMANDATIONS D'ECOCONCEPTION (LISTE NON EXHAUSTIVE)

2426

2427

2428

2429

2430

2431

2432

2433

Ce dernier paragraphe a pour but de reprendre les recommandations d'éco-conception, pour les emballages de beurre (flexibles ou rigides), faisant suite aux résultats, interprétations et conclusions de cette étude. Ces recommandations sont sous forme de liste, non exhaustive, avec en face de chaque recommandation, la potentielle réduction d'impacts associées (de manière qualitative) attendue si la recommandation est appliquée pour le développement d'une nouvelle version d'emballage de beurre. Attention cependant à ne pas amener des transferts d'impacts non souhaités lors de l'application de ces recommandations.

2434

2435

2436

2437

2438

2439

2440

2441

2442

2443

2444

2445

2446

2447

2448

2449

2450

2451

2452

2453

2454

- ❖ Réduire de la masse des emballages primaires, secondaires et tertiaires
  - En réduisant la masse, les impacts des étapes de **Matières premières et production**, de Transport (**Réfrigéré** ou non) ainsi que les **EIC** seront diminués, de manière plus ou moins significative en fonction de la réduction apportée.
- ❖ Utiliser des matériaux à faible impact environnemental, notamment le recyclé (et/ou le biosourcé dans certains cas uniquement), en étant vigilant aux transferts d'impacts
  - L'utilisation de plastiques recyclés est susceptible de faire baisser les impacts, à confirmer par des ACV complémentaires sur l'utilisation de procédés de recyclage chimiques par exemple.
  - Pour le biosourcé, en fonction du type de matière première considéré, il est impératif qu'une liste non exhaustive de conditions fortes propres à chaque type de matière première soient respectées, afin que cela conditionne si l'utilisation du biosourcé dans une application est une véritable amélioration ou non. Cela peut par exemple concerner la déforestation, la privation de co-produits qui pourraient avoir une autre utilisation, la géographie considérée pour l'extraction de cette matière première.
- ❖ Optimiser la forme de la structure protégeant le beurre, lié au taux de restitution
  - Dans le cas où une forme particulière de structure, notamment une forme avec des recoins, il y'a un risque que du beurre ne puisse être accessible aux consommateurs, amenant donc à une perte de beurre (en comparaison avec une unité fonctionnelle de référence), les impacts environnementaux sont susceptible de drastiquement augmenter.
- ❖ S'assurer de l'efficience et de la performance des propriétés barrières de la structure

- 2455
- 2456
- 2457
- 2458
- 2459
- 2460
- 2461
- 2462
- 2463
- 2464
- 2465
- 2466
- 2467
- 2468
- 2469
- 2470
- 2471
- 2472
- 2473
- 2474
- 2475
- 2476
- En cas de différence, même relativement minime, de différentiel de taux de perte de beurre (que ce soit durant la phase amont de la consommation, ou bien, durant la phase d'usage/consommation du beurre), les impacts environnementaux sont susceptibles de drastiquement augmenter.
  - ❖ Designer des emballages qui soient le plus adaptés aux filières de recyclage actuelles, et celles à venir dans un futur proche
    - En termes de choix de matériaux et de conception produit
  - ❖ Optimiser le transport vers les lieux de vente
    - A travers des camions **Réfrigérés** les plus efficaces possibles
    - A travers un plan de palettisation le plus optimisé possible
  - ❖ Communiquer sur les gestes à adopter, notamment sur la fin de vie
    - La communication sur les gestes de tri dans le bac jaune, notamment l'importance de vider les emballages ménagers avant le tri, est une étape clé au recyclage d'un emballage, qui peut avoir un fort impact quand mis en place de façon claire et précise.
  - ❖ Pour le réemploi, des recommandations ont été faites en Section 5.1.1.
  - ❖ Pour les solutions ayant recours au papier et/ou au carton, il a été démontré dans cette étude qu'il y'a enjeu sur la disponibilité (ou non) de la ressource papier/bois en quantité suffisante pour tous les usages envisagés en 2030 (notamment à travers l'indicateur Land Use). Si une compétition pour l'usage est observée avec une forte augmentation de la demande en papier/bois, d'autres utilisateurs potentiels du bois en seront privés et devront prendre d'autres matières, par exemple en se tournant vers les énergies fossiles, ou bien, il pourrait y avoir une hausse de la déforestation (contrôlée et non-contrôlée).

## 2477 **6 AVIS DE REVUE CRITIQUE**

---

2478 L'avis du rapport de revue critique est annexé ci-dessous en Section 7.1.

## 2479 **7 ANNEXES**

---

### 2480 **7.1 REVUE CRITIQUE RAPPORT FINAL**

2481

## Revue critique des études

« ÉVALUATION COMPARATIVE DES CYCLES DE VIE DE DIFFERENTS EMBALLAGES FLEXIBLES POUR DU BEURRE » et « ÉVALUATION COMPARATIVE DES CYCLES DE VIE DE DIFFERENTS EMBALLAGES RIGIDES POUR DU BEURRE »

Rapport complet de revue critique

Auteurs  
Bernard DE CAEVEL  
Christophe Morin  
Jean-Michel Geay

Contact  
  
+32 2 420 28 23  
contact@rdcenvironment.be

Document pour  
CITEO

Date  
  
Mars 2024

---

## Table des matières

---

Table des matières .....	3
Introduction .....	4
1 Conformité aux normes ISO 14040-44 .....	5
1.1 Evaluation générale.....	5
1.2 Evaluation du niveau de conformité à l'ISO .....	6
2 Historique des évaluations intermédiaires et modifications.....	8

## Introduction

---

EVEA a réalisé deux ACV pour CITEO sur les emballages de beurre, une sur les emballages flexibles et une sur les emballages rigides.

Les objectifs du travail de revue critique sont d'évaluer la conformité aux normes ISO 14040 :2006 et ISO 14044 :2006.

La vérification inclut :

- La description des objectifs et du public cible
- Les choix de modélisation et de données en accord avec les objectifs
- Les calculs (par sondage), le choix des résultats présentés, la complétude et la pertinence de l'analyse des résultats et de l'interprétation
- La pertinence des analyses de sensibilité et d'incertitude
- La pertinence des conclusions

Le rapport final de revue critique porte sur les versions reçues le 5 janvier 2024 (flexibles) et 6 mars 2024 (rigides).

# 1 Conformité aux normes ISO 14040-44

## 1.1 Evaluation générale

Les normes ISO 14040 :2006 et ISO 14044 :2006 établissent les principes et exigences relatives à la réalisation d'une analyse du cycle de vie comprenant :

- a) la définition des objectifs et du champ de l'étude ACV ;
- b) la phase d'inventaire du cycle de vie (ICV) ;
- c) la phase d'évaluation de l'impact du cycle de vie (ACVI) ;
- d) la phase d'interprétation du cycle de vie ;
- e) la communication et la revue critique de l'ACV ;
- f) les limitations de l'ACV ;
- g) la relation entre les phases de l'ACV ; et
- h) les conditions d'utilisation des choix de valeur et des éléments facultatifs. »

Sur base de l'analyse effectuée, les deux rapports sont **conformes aux prescriptions des normes ISO 14040 :2006 et ISO 14044 :2006.**

Cette revue critique de conformité à ces normes garantit :

- « que les méthodes utilisées pour réaliser l'ACV sont cohérentes avec les normes,
- que les méthodes utilisées pour réaliser l'ACV sont valables d'un point de vue scientifique et technique,
- que les données utilisées sont appropriées et raisonnables par rapport aux objectifs de l'étude,
- que les interprétations reflètent les limitations identifiées et les objectifs de l'étude,
- que le rapport d'étude est transparent et cohérent »

**Le panel atteste que les deux rapports sont conformes pour une diffusion auprès des adhérents, des industriels et du public.**

L'attention du lecteur est attirée sur l'**enjeu de regarder plusieurs catégories d'impact** pour une évaluation complète et pas seulement le changement climatique ou un score agrégé.

En particulier, l'utilisation de papier implique

- soit un usage des sols pour la production (augmentation de la production)
- soit un déplacement de consommation (un utilisateur de bois cesse d'en consommer ou en consomme moins) et utilise d'autres ressources
- soit une combinaison des deux

Comme seul le premier cas a été modélisé, il est important de prendre en compte les impacts liés à l'utilisation des sols. Extrait du rapport : « Pour les solutions ayant recours au papier et/ou au carton, il a été démontré dans cette étude qu'il y a enjeu sur la disponibilité (ou non) de la ressource papier/bois en quantité suffisante pour tous les usages envisagés en 2030 (notamment à travers l'indicateur Land Use). Si une compétition pour l'usage est observée avec une forte augmentation de la demande en papier/bois, d'autres utilisateurs potentiels du bois en seront privés et devront prendre d'autres matières, par exemple en se tournant vers les énergies fossiles, ou bien, il pourrait y avoir une hausse de la déforestation (contrôlée et non-contrôlée). »

  
Bernard DE CAEVEL – Administrateur Délégué

## 1.2 Evaluation du niveau de conformité à l'ISO

Le tableau suivant reprend les principaux points de la norme ISO 14 044 :2006.

Point méthodologique de la norme	Conformité à l'ISO ?
<b>Objectif de l'étude (chap. 4.2.2)</b>	
Stipule l'application envisagée	OUI Les applications envisagées sont précisées dans le rapport d'étude
Stipule les raisons conduisant à réaliser l'étude	OUI Les raisons qui ont conduit à réaliser l'outil sont précisées.
Stipule le public concerné	OUI
Stipule s'il est prévu que les résultats soient utilisés dans des affirmations comparatives destinées à être divulguées au public	OUI
<b>Définition du champ de l'étude (chap. 4.2.3)</b>	
Décrit les systèmes étudiés : fonction, caractéristiques de performance	OUI
Décrit l'unité fonctionnelle	OUI
Décrit la frontière du système (inclusions et exclusions)	OUI
Décrit les règles d'affectation	Les étapes de cycle de vie prises en compte sont décrites dans le rapport. OUI Les règles d'affectation sont décrites
Décrit la méthodologie d'évaluation de l'impact du cycle de vie et les types d'impact (catégories d'impacts)	OUI Les catégories d'impacts sont décrites et leur choix est justifié.
Décrit les choix de valeurs et les éléments facultatifs (exemple : la modélisation de l'électricité, la comptabilité du carbone biogénique, la régionalisation des impacts)	OUI
Décrit les exigences de qualité des données	OUI
Décrit le type de revue critique, le cas échéant	OUI
Décrit les limites	OUI
Décrit le critère de coupure	OUI
<b>Inventaire du cycle de vie (4.3)</b>	
Recueil des données d'activité et leur source	OUI

Rapport final

6/9

2492

Décrit les hypothèses et approximations	OUI
Décrit les données d'inventaire et leur source	OUI
Identifie les proxys utilisés	OUI
Tous les modes opératoires de calcul doivent être explicitement documentés et les hypothèses formulées doivent être clairement mentionnées et expliquées.	OUI
Evalue la qualité des données	OUI
Décrit des données de l'analyse de sensibilité	OUI
<b>Evaluation de l'impact (4.4) et interprétation du cycle de vie (4.5)</b>	
Comprend une sélection des catégories d'impact, des indicateurs de catégorie et des modèles de caractérisation	OUI même si l'importance donnée aux résultats agrégés en micropoints nous semble forte compte tenu des limites de la méthode d'agrégation.
Comprend un calcul des résultats d'indicateurs de catégorie (caractérisation).	OUI
Comprend une identification des enjeux significatifs basée sur les résultats des phases de l'ICV et l'ACVI d'une ACV	OUI
Contient une analyse de sensibilité tenant compte des limitations identifiées lors de la phase d'inventaire	OUI
Contient une analyse d'incertitude pour les études utilisées dans les affirmations comparatives destinées à être divulguées au public.	OUI
Comprend des conclusions, limitations et recommandations	OUI

Rapport final

7/9

2493

## 2 Historique des évaluations intermédiaires et modifications

---

Le travail de revue s'est déroulé ainsi :

Pour la revue critique en parallèle de l'étude : un seul réviseur : Bernard de Caemel

- Réunion de cadrage le 29/06/2023 – commentaires oraux
- Réunion de présentation des résultats le 30/08/2023 – commentaires oraux
- Réunion de présentation des résultats aux industriels le 05/10/2023 – commentaires oraux
- Mise à disposition d'un rapport Word commun aux rigides et flexibles le 17/11/2023 en format pdf et en Word le 07/12/2023
- Commentaires de revue critique envoyés le 14/12/2023
- Mise à disposition des deux rapports Word le 02/01/2024
- Commentaires de revue critique envoyés le 02/01/2024
- Mise à disposition des deux rapports Word le 05/01/2024

Pour la revue critique en fin d'étude : panel complet

- Commentaires de revue critique envoyés le 29/02/2024 (uniquement sur le rapport sur les emballages rigides)
- Mise à disposition du rapport Word final sur les emballages rigides le 06/03/2024

Les principales modifications apportées au cours de cette revue menée en parallèle de l'étude sont :

Pour la revue critique en parallèle de l'étude

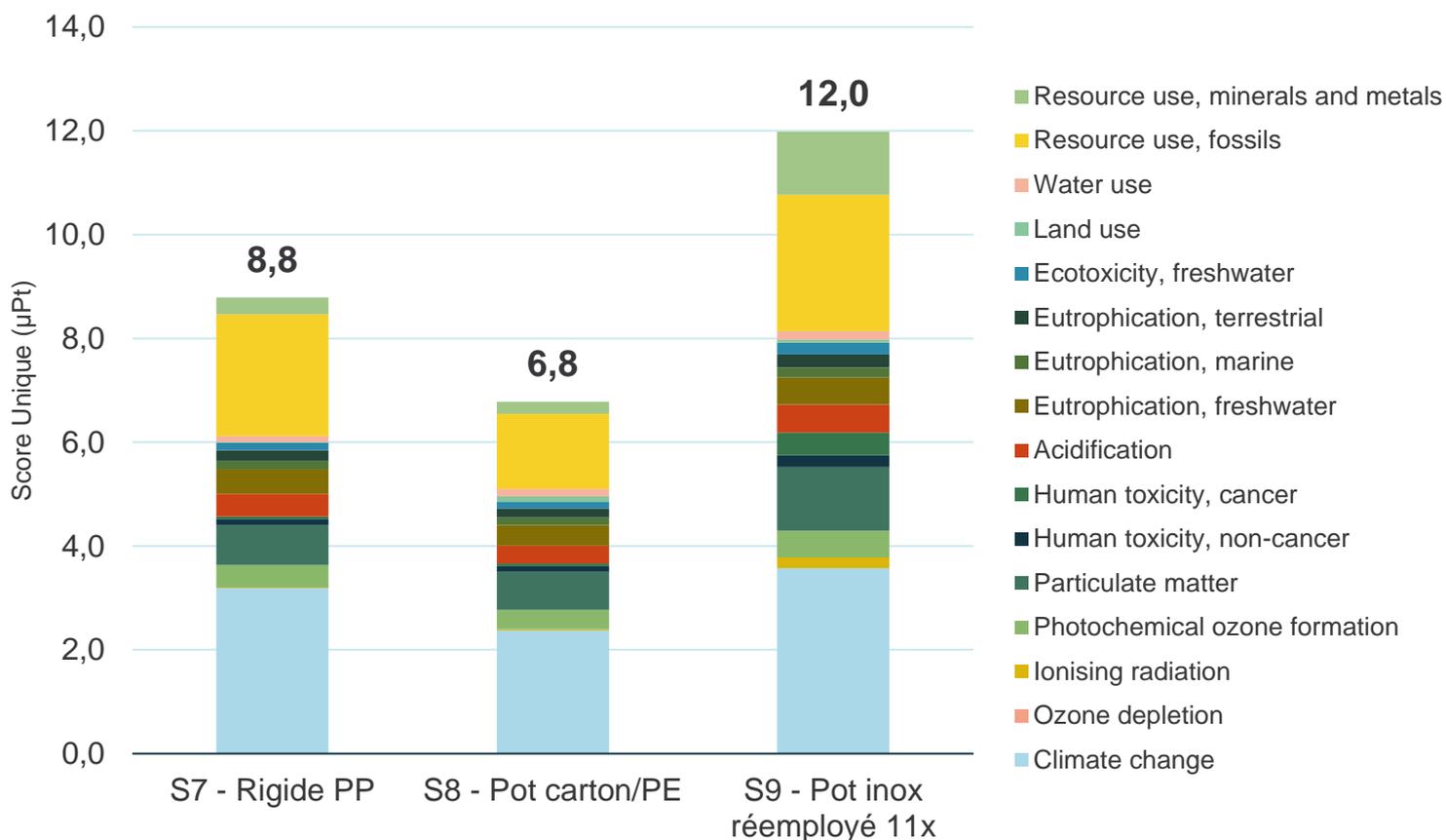
- La prise en compte de traitement du beurre présent dans les déchets d'emballages dans les eaux usées des installations de recyclage
- La séparation en deux rapports car les emballages rigides et flexibles sont destinés à des applications différentes ; une comparaison n'est donc pas pertinente.
- Ajout d'analyses de sensibilité, en particulier sur la perte de beurre
- Mise en évidence des limites de modélisation dans le rapport
- Affinage de données de modélisation, en particulier pour la fin de vie
- Suppression de recommandations génériques non-issues des résultats des rapports
- Moindre place donnée aux résultats agrégés en micropoints (méthodologie PEF), en faveur du changement climatique et d'un indicateur d'énergie
- Ajout d'une discussion sur l'importance de l'indicateur usage des sols en cas de comparaison entre matériaux biosourcés (papier) et minéraux (métaux, plastiques issus du pétrole).
- Ajout de graphes explicatifs des différences entre solutions (graphique 5 pour les flexibles) où les résultats sont présentés en différentiel par rapport à la référence.

Pour la revue critique en fin d'étude :

- Ajout de deux analyses de sensibilité : augmentation du taux de perte à la découpe de pots en carton et allègement du pot en PP.

2499  
2500  
2501  
2502  
2503

### 2504 7.3 GRAPHIQUES



2505

2506  
2507

**Graphique 29 Comparaison des impacts du cycle de vie des structures rigides entre elles, sur la base de l'unité fonctionnelle, en score unique et pour les 16 indicateurs du PEF**

2508  
2509  
2510  
2511  
2512  
2513  
2514  
2515  
2516  
2517

<b>Tableau pour la partie 4.2.1 - Score unique pour les structures, sur l'ensemble du cycle de vie</b>				
<b>Catégorie de dommages</b>	<b>Unité</b>	<b>S7 - Rigide PP</b>	<b>S8 - Pot carton/PE</b>	<b>S9 - Pot inox réemployé 11x</b>
Total	μPt	8,8	6,8	12,0
Climate change	μPt	3,2	2,4	3,6
Ozone depletion	μPt	0,0	0,0	0,0
Ionising radiation	μPt	0,0	0,0	0,2
Photochemical ozone formation	μPt	0,4	0,4	0,5
Particulate matter	μPt	0,8	0,7	1,2
Human toxicity, non-cancer	μPt	0,1	0,1	0,2
Human toxicity, cancer	μPt	0,0	0,1	0,4
Acidification	μPt	0,4	0,3	0,5
Eutrophication, freshwater	μPt	0,5	0,4	0,5
Eutrophication, marine	μPt	0,2	0,1	0,2
Eutrophication, terrestrial	μPt	0,2	0,2	0,2
Ecotoxicity, freshwater	μPt	0,1	0,1	0,2
Land use	μPt	0,0	0,1	0,1
Water use	μPt	0,1	0,1	0,2
Resource use, fossils	μPt	2,3	1,4	2,6
Resource use, minerals and metals	μPt	0,3	0,2	1,2

**Tableau pour la partie 4.2.1 - Impacts selon les 16 indicateurs pour les structures, sur l'ensemble du cycle de vie**

Catégorie de dommages	Unité	S7 - Rigide PP	S8 - Pot carton/PE	S9 - Pot inox réemployé 11x
Climate change	kg CO2 eq	1,14E-01	8,51E-02	1,28E-01
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,44E-09	1,68E-09	2,05E-09
Ionising radiation	kBq U-235 eq	9,86E-04	1,99E-03	1,71E-02
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	3,70E-04	3,16E-04	4,43E-04
Particulate matter	disease inc.	5,12E-09	4,86E-09	8,15E-09
Human toxicity, non-cancer	CTUh	8,13E-10	7,70E-10	1,59E-09
Human toxicity, cancer	CTUh	3,96E-11	4,38E-11	3,55E-10
Acidification	mol H+ eq	3,92E-04	3,07E-04	4,83E-04
Eutrophication, freshwater	kg P eq	2,71E-05	2,30E-05	2,98E-05
Eutrophication, marine	kg N eq	1,07E-04	9,56E-05	1,29E-04
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	9,77E-04	8,34E-04	1,19E-03
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	4,35E-01	3,89E-01	6,80E-01
Land use	Pt	1,34E-01	1,02E+00	5,31E-01
Water use	m3 depriv.	1,58E-02	1,94E-02	2,31E-02
Resource use, fossils	MJ	1,83E+00	1,13E+00	2,05E+00
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	2,72E-07	1,98E-07	1,03E-06



<b>Eutrophication, terrestrial</b>	μPt	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0	0
<b>Ecotoxicity, freshwater</b>	μPt	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0
<b>Land use</b>	μPt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,0	0	0
<b>Water use</b>	μPt	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0
<b>Resource use, fossils</b>	μPt	2,3	2,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	-0,5	0	0
<b>Resource use, minerals and metals</b>	μPt	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0

**Tableau pour la partie 4.3 - Impacts selon les 16 indicateurs pour les structures, pour la S7, selon les étapes du cycle de vie**

<b>Catégorie d'impact</b>	<b>Unité</b>	<b>Total</b>	<b>MP/FABRICATION</b>	<b>EIC Prod° vers Condit°</b>	<b>FDV EIC Prod° vers Condit°</b>	<b>TRP Prod vers Condit°</b>	<b>EIC Condit° vers LDV</b>	<b>FDV EIC Condit° vers LDV</b>	<b>TRP Condit° vers LDV</b>	<b>FDV Structure</b>	<b>Réemploi - Lavage</b>	<b>Réemploi - Autres</b>
<b>Climate change</b>	kg CO2 eq	1,14E-01	6,70E-02	1,30E-03	5,81E-04	1,20E-03	1,11E-02	5,42E-03	1,65E-02	1,12E-02	0,00E+00	0,00E+00
<b>Ozone depletion</b>	kg CFC11 eq	1,44E-09	7,17E-10	3,65E-11	5,16E-12	2,61E-11	3,19E-10	5,13E-11	3,70E-10	-8,70E-11	0,00E+00	0,00E+00
<b>Ionising radiation</b>	kBq U-235 eq	9,86E-04	4,67E-03	1,43E-04	-2,50E-04	2,30E-05	1,29E-03	-2,29E-03	3,08E-04	-2,91E-03	0,00E+00	0,00E+00
<b>Photochemical ozone formation</b>	kg NMVOC eq	3,70E-04	2,29E-04	6,49E-06	3,86E-08	4,07E-06	5,53E-05	4,73E-07	1,01E-04	-2,64E-05	0,00E+00	0,00E+00
<b>Particulate matter</b>	disease inc.	5,12E-09	2,85E-09	1,33E-10	-2,14E-11	8,93E-11	1,13E-09	-1,97E-10	1,82E-09	-6,76E-10	0,00E+00	0,00E+00

Human toxicity, non-cancer	CTUh	8,13E-10	4,83E-10	1,39E-11	1,61E-12	1,21E-11	1,17E-10	1,52E-11	1,79E-10	-8,53E-12	0,00E+00	0,00E+00
Human toxicity, cancer	CTUh	3,96E-11	2,18E-11	9,19E-13	9,43E-14	5,46E-13	7,43E-12	8,35E-13	5,91E-12	2,00E-12	0,00E+00	0,00E+00
Acidification	mol H+ eq	3,92E-04	2,87E-04	6,94E-06	-9,44E-08	2,62E-06	6,10E-05	-8,01E-07	6,52E-05	-2,94E-05	0,00E+00	0,00E+00
Eutrophication, freshwater	kg P eq	2,71E-05	1,75E-05	8,87E-07	6,89E-08	8,52E-08	7,98E-06	6,50E-07	1,04E-06	-1,04E-06	0,00E+00	0,00E+00
Eutrophication, marine	kg N eq	1,07E-04	5,54E-05	2,94E-06	4,92E-08	6,61E-07	2,71E-05	4,55E-07	2,44E-05	-4,48E-06	0,00E+00	0,00E+00
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	9,77E-04	5,73E-04	2,01E-05	-7,73E-07	6,72E-06	1,78E-04	-7,21E-06	2,60E-04	-5,19E-05	0,00E+00	0,00E+00
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	4,35E-01	2,01E-01	9,54E-03	1,14E-03	8,41E-03	8,26E-02	1,07E-02	1,17E-01	5,56E-03	0,00E+00	0,00E+00
Land use	Pt	1,34E-01	2,85E-01	1,42E-01	-1,66E-01	1,03E-02	1,22E+00	-1,55E+00	2,60E-01	-6,96E-02	0,00E+00	0,00E+00
Water use	m3 depriv.	1,58E-02	1,44E-02	6,02E-04	1,66E-05	7,02E-05	5,46E-03	1,76E-04	1,05E-03	-5,97E-03	0,00E+00	0,00E+00
Resource use, fossils	MJ	1,83E+00	1,75E+00	1,80E-02	2,69E-03	1,70E-02	1,50E-01	2,77E-02	2,40E-01	-3,75E-01	0,00E+00	0,00E+00
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	2,72E-07	2,06E-07	4,78E-09	4,59E-12	3,92E-09	4,07E-08	1,98E-10	3,29E-08	-1,57E-08	0,00E+00	0,00E+00

### Tableau pour la partie 4.3 - Score unique pour la S8, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie de dommages	Unité	Total	MP/FABRICATION	EIC Prod° vers Condit°	FDV EIC Prod° vers Condit°	TRP Prod vers Condit°	EIC Condit° vers LDV	FDV EIC Condit° vers LDV	TRP Condit° vers LDV	FDV Structure	Réemploi - Lavage	Réemploi - Autres
-----------------------	-------	-------	----------------	---------------------------	----------------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------------	-------------------------	------------------	----------------------	----------------------



Land use	μPt	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,2	0,0	-0,2	0	0
Water use	μPt	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0
Resource use, fossils	μPt	1,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0	0
Resource use, minerals and metals	μPt	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0	0

**Tableau pour la partie 4.3 - Impacts selon les 16 indicateurs pour les structures, pour la S8, selon les étapes du cycle de vie**

Catégorie d'impact	Unité	Total	MP/FABRICATION	EIC Prod° vers Condit°	FDV EIC Prod° vers Condit°	TRP Prod vers Condit°	EIC Condit° vers LDV	FDV EIC Condit° vers LDV	TRP Condit° vers LDV	FDV Structure	Réemploi - Lavage	Réemploi - Autres
Climate change	kg CO2 eq	8,51E-02	2,95E-02	1,42E-03	6,31E-04	1,31E-03	1,20E-02	5,90E-03	1,81E-02	1,62E-02	0,00E+00	0,00E+00
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,68E-09	7,78E-10	3,97E-11	5,61E-12	2,85E-11	3,47E-10	5,58E-11	4,07E-10	1,36E-11	0,00E+00	0,00E+00
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,99E-03	7,96E-03	1,56E-04	-2,72E-04	2,52E-05	1,40E-03	-2,48E-03	3,42E-04	-5,13E-03	0,00E+00	0,00E+00
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	3,16E-04	1,37E-04	7,05E-06	4,20E-08	4,44E-06	6,01E-05	5,14E-07	1,11E-04	-4,50E-06	0,00E+00	0,00E+00
Particulate matter	disease inc.	4,86E-09	2,20E-09	1,45E-10	-2,32E-11	9,75E-11	1,23E-09	-2,14E-10	2,03E-09	-5,98E-10	0,00E+00	0,00E+00
Human toxicity, non-cancer	CTUh	7,70E-10	3,86E-10	1,51E-11	1,75E-12	1,32E-11	1,27E-10	1,65E-11	1,99E-10	1,15E-11	0,00E+00	0,00E+00
Human toxicity, cancer	CTUh	4,38E-11	2,50E-11	9,99E-13	1,02E-13	5,97E-13	8,07E-12	9,07E-13	6,57E-12	1,59E-12	0,00E+00	0,00E+00

<b>Acidification</b>	mol H+ eq	3,07E-04	1,66E-04	7,55E-06	-1,03E-07	2,86E-06	6,64E-05	-8,71E-07	7,20E-05	-6,66E-06	0,00E+00	0,00E+00
<b>Eutrophication, freshwater</b>	kg P eq	2,30E-05	1,08E-05	9,64E-07	7,49E-08	9,30E-08	8,67E-06	7,07E-07	1,16E-06	5,30E-07	0,00E+00	0,00E+00
<b>Eutrophication, marine</b>	kg N eq	9,56E-05	3,52E-05	3,20E-06	5,35E-08	7,22E-07	2,95E-05	4,94E-07	2,70E-05	-5,06E-07	0,00E+00	0,00E+00
<b>Eutrophication, terrestrial</b>	mol N eq	8,34E-04	3,55E-04	2,18E-05	-8,40E-07	7,33E-06	1,93E-04	-7,84E-06	2,87E-04	-2,24E-05	0,00E+00	0,00E+00
<b>Ecotoxicity, freshwater</b>	CTUe	3,89E-01	1,25E-01	1,04E-02	1,23E-03	9,19E-03	8,98E-02	1,16E-02	1,29E-01	1,31E-02	0,00E+00	0,00E+00
<b>Land use</b>	Pt	1,02E+00	3,22E+00	1,55E-01	-1,80E-01	1,12E-02	1,33E+00	-1,68E+00	2,90E-01	-2,12E+00	0,00E+00	0,00E+00
<b>Water use</b>	m3 depriv.	1,94E-02	1,13E-02	6,55E-04	1,81E-05	7,66E-05	5,94E-03	1,91E-04	1,17E-03	7,52E-05	0,00E+00	0,00E+00
<b>Resource use, fossils</b>	MJ	1,13E+00	6,58E-01	1,95E-02	2,93E-03	1,86E-02	1,63E-01	3,01E-02	2,64E-01	-2,60E-02	0,00E+00	0,00E+00
<b>Resource use, minerals and metals</b>	kg Sb eq	1,98E-07	1,12E-07	5,20E-09	4,99E-12	4,28E-09	4,43E-08	2,16E-10	3,67E-08	-4,50E-09	0,00E+00	0,00E+00

### Tableau pour la partie 4.3 - Score unique pour la S9, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie de dommages	Unité	Total	MP/FABRICATION	EIC Prod° vers Condit°	FDV EIC Prod° vers Condit°	TRP Prod vers Condit°	EIC Condit° vers LDV	FDV EIC Condit° vers LDV	TRP Condit° vers LDV	FDV Structure	Réemploi - Lavage	Réemploi - Autres
<b>Total</b>	μPt	12,0	6,2	0,2	0,0	0,4	1,3	0,0	1,8	-0,6	0,6	2,2
<b>Climate change</b>	μPt	3,6	1,6	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2	0,6	0,0	0,1	0,7



Resource use, fossils	μPt	2,6	1,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,4	-0,3	0,2	0,6
Resource use, minerals and metals	μPt	1,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,2

**Tableau pour la partie 4.3 - Impacts selon les 16 indicateurs pour les structures, pour la S9, selon les étapes du cycle de vie**

Catégorie d'impact	Unité	Total	MP/FABRICATION	EIC Prod° vers Condit°	FDV EIC Prod° vers Condit°	TRP Prod vers Condit°	EIC Condit° vers LDV	FDV EIC Condit° vers LDV	TRP Condit° vers LDV	FDV Structure	Réemploi - Lavage	Réemploi - Autres
Climate change	kg CO2 eq	1,28E-01	5,74E-02	1,30E-03	1,40E-03	5,02E-03	1,11E-02	5,42E-03	2,01E-02	-1,34E-03	2,62E-03	2,51E-02
Ozone depletion	kg CFC11 eq	2,05E-09	6,79E-10	3,65E-11	-5,77E-13	1,09E-10	3,19E-10	5,13E-11	4,53E-10	-1,71E-10	2,05E-10	3,70E-10
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,71E-02	4,70E-03	1,43E-04	-4,59E-04	9,65E-05	1,29E-03	-2,29E-03	3,86E-04	-9,45E-04	7,81E-03	6,33E-03
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	4,43E-04	2,03E-04	6,49E-06	-1,17E-06	1,70E-05	5,53E-05	4,73E-07	1,25E-04	-4,58E-05	1,00E-05	7,36E-05
Particulate matter	disease inc.	8,15E-09	3,61E-09	1,33E-10	-5,70E-11	3,74E-10	1,13E-09	-1,97E-10	2,30E-09	-7,22E-10	1,90E-10	1,39E-09
Human toxicity, non-cancer	CTUh	1,59E-09	9,21E-10	1,39E-11	8,68E-13	5,06E-11	1,17E-10	1,52E-11	2,26E-10	-4,33E-11	3,88E-11	2,46E-10
Human toxicity, cancer	CTUh	3,55E-10	2,38E-10	9,19E-13	1,59E-13	2,29E-12	7,43E-12	8,35E-13	7,43E-12	6,60E-11	3,74E-12	2,82E-11
Acidification	mol H+ eq	4,83E-04	2,86E-04	6,94E-06	-1,18E-06	1,10E-05	6,10E-05	-8,01E-07	8,07E-05	-3,96E-05	1,31E-05	6,63E-05
Eutrophication, freshwater	kg P eq	2,98E-05	1,85E-05	8,87E-07	7,14E-09	3,57E-07	7,98E-06	6,50E-07	1,31E-06	-3,65E-06	9,99E-07	2,79E-06





## Tableau pour la partie 4.3 - Impacts selon les 16 indicateurs pour les structures, pour la S9 réemploi infini, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie d'impact	Unité	Total	MP/FABRICATION	EIC Prod° vers Condit°	FDV EIC Prod° vers Condit°	TRP Prod vers Condit°	EIC Condit° vers LDV	FDV EIC Condit° vers LDV	TRP Condit° vers LDV	FDV Structure	Réemploi - Lavage	Réemploi - Autres
Climate change	kg CO2 eq	1,07E-01	2,68E-02	1,30E-03	1,40E-03	5,02E-03	1,11E-02	5,42E-03	2,01E-02	5,30E-03	2,88E-03	2,76E-02
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,87E-09	3,00E-10	3,65E-11	-5,77E-13	1,09E-10	3,19E-10	5,13E-11	4,53E-10	-3,00E-11	2,26E-10	4,07E-10
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,54E-02	1,95E-03	1,43E-04	-4,59E-04	9,65E-05	1,29E-03	-2,29E-03	3,86E-04	-1,28E-03	8,60E-03	6,96E-03
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	3,77E-04	9,25E-05	6,49E-06	-1,17E-06	1,70E-05	5,53E-05	4,73E-07	1,25E-04	-1,02E-05	1,10E-05	8,09E-05
Particulate matter	disease inc.	6,31E-09	1,18E-09	1,33E-10	-5,70E-11	3,74E-10	1,13E-09	-1,97E-10	2,30E-09	-2,83E-10	2,09E-10	1,53E-09
Human toxicity, non-cancer	CTUh	9,47E-10	2,13E-10	1,39E-11	8,68E-13	5,06E-11	1,17E-10	1,52E-11	2,26E-10	-3,25E-12	4,27E-11	2,71E-10
Human toxicity, cancer	CTUh	6,60E-11	1,10E-11	9,19E-13	1,59E-13	2,29E-12	7,43E-12	8,35E-13	7,43E-12	8,76E-13	4,11E-12	3,10E-11
Acidification	mol H+ eq	3,51E-04	1,18E-04	6,94E-06	-1,18E-06	1,10E-05	6,10E-05	-8,01E-07	8,07E-05	-1,14E-05	1,44E-05	7,30E-05
Eutrophication, freshwater	kg P eq	2,24E-05	7,49E-06	8,87E-07	7,14E-09	3,57E-07	7,98E-06	6,50E-07	1,31E-06	-4,15E-07	1,10E-06	3,07E-06
Eutrophication, marine	kg N eq	1,05E-04	2,26E-05	2,94E-06	-1,45E-07	2,77E-06	2,71E-05	4,55E-07	3,02E-05	-1,59E-06	4,21E-06	1,63E-05
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	9,47E-04	2,32E-04	2,01E-05	-2,94E-06	2,81E-05	1,78E-04	-7,21E-06	3,21E-04	-2,00E-05	3,32E-05	1,64E-04

<b>Ecotoxicity, freshwater</b>	CTUe	5,55E-01	8,13E-02	9,54E-03	1,11E-03	3,52E-02	8,26E-02	1,07E-02	1,44E-01	5,16E-03	4,93E-02	1,36E-01
<b>Land use</b>	Pt	3,62E-01	1,49E-01	1,42E-01	-1,71E-01	4,31E-02	1,22E+00	-1,55E+00	3,29E-01	-3,09E-02	8,80E-02	1,41E-01
<b>Water use</b>	m3 depriv.	1,84E-02	5,92E-03	6,02E-04	-2,28E-04	2,94E-04	5,46E-03	1,76E-04	1,32E-03	-2,24E-03	4,49E-03	2,60E-03
<b>Resource use, fossils</b>	MJ	1,82E+00	6,83E-01	1,80E-02	-1,00E-02	7,13E-02	1,50E-01	2,77E-02	2,94E-01	-1,46E-01	2,07E-01	5,28E-01
<b>Resource use, minerals and metals</b>	kg Sb eq	3,65E-07	8,09E-08	4,78E-09	-5,88E-10	1,64E-08	4,07E-08	1,98E-10	4,17E-08	-6,20E-09	2,77E-08	1,60E-07

2521

## 8 BIBLIOGRAPHIE

- i USEtox® 2.0 Documentation (Version 1.00) Fantke, P., Bijster, M., Hauschild, M. Z., Huijbregts, M., Jolliet, O., Kounina, A., Magaud, V., Margni, M., McKone, T. E., Rosenbaum, R. K., Van De Meent, D., & Van Zelm, R. (2017). <https://doi.org/10.11581/DTU:0000011>
- ii AFNOR. (2006). Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Principes et cadre. NF EN ISO 14040. La Plaine Saint Denis : AFNOR.
- iii AFNOR. (2006). Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Exigences et lignes directrices. NF EN ISO ISO 14044. La Plaine Saint Denis : AFNOR.
- iv COMMISSION EUROPÉENNE. (2019). Plateforme européenne sur l'analyse du cycle de vie. Analyse du cycle de vie (ACV). <https://epACV.jrc.ec.europa.eu/lifecycleassessment.html>
- v Base de données ecoinvent. <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/system-models>
- vi COMMISSION EUROPÉENNE. Plate-forme européenne sur l'analyse du cycle de vie. Empreinte environnementale. 2019. Consulté le 9 août<sup>th</sup>, 2022 sur <https://epACV.jrc.ec.europa.eu/EnvironmentalFootprint.html>
- vii Manfredi, S., et al. (2012). Guide de l'empreinte environnementale des produits (PEF). Consulté le 9 août<sup>th</sup>, 2022 sur <https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/footprint/PEF%20methodology%20final%20draft.pdf>
- viii Fazio, S., et al. (2018). Informations à l'appui des facteurs de caractérisation de l'EF recommandé. Méthode d'évaluation de l'impact du cycle de vie. Consulté le 9 août 2022, à l'adresse suivante [https://epACV.jrc.ec.europa.eu/permalink/supporting\\_Information\\_final.pdf](https://epACV.jrc.ec.europa.eu/permalink/supporting_Information_final.pdf)
- ix Pant, R., & et al. (2011). ILCD Handbook Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context - based on existing environmental impact assessment models and factors. Consulté le 9 août<sup>th</sup>, 2022, sur <https://epACV.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Recommendation-of-methods-for-LCIA-def.pdf>
- x Product Environmental Footprint Category. Rules Guidance 3 Version 6.3. May 2018 [https://eplca.jrc.ec.europa.eu/permalink/PEFCR\\_guidance\\_v6.3-2.pdf#page=176&zoom=100,92,716](https://eplca.jrc.ec.europa.eu/permalink/PEFCR_guidance_v6.3-2.pdf#page=176&zoom=100,92,716)
- xi RTE France - Bilan prévisionnel long terme « Futurs énergétiques 2050 » <https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-01/Bilan%20Previsionnel%202050-consultation-complet.pdf>
- xii Rapport Copert III : [https://www.eea.europa.eu/publications/Technical\\_report\\_No\\_49](https://www.eea.europa.eu/publications/Technical_report_No_49)
- xiii ADEME : Evaluation environnementale de la consigne pour le réemploi des emballages en verre en France <https://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/6359-evaluation-environnementale-de-la-consigne-pour-le-reemploi-des-emballages-en-verre-en-france.html>
- xiv CITEO - Emballages ménagers : Quelles trajectoires prévisionnelles pour 2030 ? Point presse – 15 mai 2023 [https://bo.citeo.com/sites/default/files/2023-05/Citeo\\_Pr%C3%A9sentation%20conf%C3%A9rence%2015%20mai%2023R.pdf](https://bo.citeo.com/sites/default/files/2023-05/Citeo_Pr%C3%A9sentation%20conf%C3%A9rence%2015%20mai%2023R.pdf)
- xv CITEO. Les chiffres clés du tri et du recyclage des emballages ménagers en 2020. Juin 2021. <https://www.citeo.com/le-mag/les-chiffres-du-recyclage-en-france#materiaux>

---

<sup>xvi</sup> GUIOT Marianne, GUEUDET Alice, PARISOT Florian, PASQUIER Sylvain, ADEME, PALLUAU Magali, HUGREL Charlotte, BLEU SAFRAN. 2022. Cadre de Référence - ACV comparatives entre différentes solutions d'emballages | Version 01. 147 p. <https://bibliothèque.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/5309-cadre-de-reference-acv-comparatives-entre-differentes-solutions-d-emballages.html>