

ÉVALUATION COMPARATIVE DES CYCLES DE VIE DE DIFFERENTS EMBALLAGES FLEXIBLES POUR DU BEURRE

RAPPORT FINAL D'ÉVALUATION DE CYCLES DE VIE



Donnons ensemble une nouvelle vie à nos produits.



ACV et
Évaluation
environnementale



Outils logiciels



R&D



Transfert de compétences



Eco-conception



Eco-communication

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	7
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.....	13
10	2.1 SYSTÈMES DE PRODUITS À ÉTUDIER.....	13
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	14
14	2.4 LES LIMITES DU SYSTÈME	15
15	2.4.1 DÉLIMITATION DES FRONTIÈRES DU SYSTÈME	15
16	2.5 PROCÉDURES D'ATTRIBUTION	20
17	2.6 CATÉGORIES D'IMPACT ET MÉTHODOLOGIE CONNEXE RETENUE	22
18	2.6.1 ENSEMBLE DE CATÉGORIES D'IMPACT	22
19	2.6.2 INDICATEUR COMPLEMENTAIRE – CUMULATIVE ENERGY DEMAND	24
20	2.6.3 REGROUPEMENTS DES CATEGORIES D'IMPACTS	25
21	2.7 LIMITES.....	26
22	2.8 EXIGENCES EN MATIÈRE DE DONNÉES ET DE QUALITÉ DES DONNÉES	27
23	2.8.1 Exigences en matière de données	27
24	2.8.2 Exigences en matière de QUALITÉ des données.....	28
25	2.9 ANALYSE DE SENSIBILITÉ.....	31
26	2.10 TYPE DE REVUE CRITIQUE	31
27	3 INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE	32
28	3.1 – Composants et matériaux des emballages primaires par structures	32
29	3.1.1 Hypothèses generiques.....	32
30	3.1.2 Hypotheses specifiques	34
31	3.1.3 S1 – Actuel	35
32	3.1.4 S2 – Alu	36
33	3.1.5 S3 - PEBD chargé	36
34	3.1.6 S4 - PP met	37
35	3.1.7 S5 - Papier coating	37
36	3.1.8 S6 - Papier PET met.....	37
37	3.1.9 S10 - Papier met	38

38	3.1.10	Tableau récapitulatif des structures primaires.....	39
39	3.2	– Composants et matériaux des emballages Industriels et Commerciaux (EIC) par structures.....	39
40	3.2.1	EIC d’approvisionnement entre usine de production et usine de conditionnement (Flexibles)	40
41	3.2.2	EIC d’approvisionnement entre usine de conditionnement et lieux de vente.....	41
42	3.3	MATÉRIAUX ET PROCÉDÉS DE FABRICATION SPÉCIFIQUES	42
43	3.3.1	Carton ondulé avec un % de contenu RECYCLÉ {RER}	42
44	3.3.2	Fin de vie, Bois, Procédé de recyclage, R2 = X% {RER} CFF, S	46
45	3.3.3	Fin de vie des scraps de production	46
46	3.3.4	Electricity, medium voltage {FR} market for electricity, medium voltage - Scénario 2030 – EVEA	47
47	3.3.5	Impression nitrocellulosique - {RER} – EVEA.....	47
48	3.3.6	Métallisation par PVD - Tous métaux - {RER} – EVEA	48
49	3.3.7	Polyethylene low density film recycled R1=50% {RER} - EVEA CFF	49
50	3.3.8	Steel, chromium, recycled 100% {RER} market EVEA CFF	50
51	3.3.9	SPECIFIQUE A LA STRUCTURE 3 – BIO-POLYETHYLENE 1ere GENERATION.....	50
52	3.3.10	DES MATIERES PREMIERES VERS LES USINES DE FABRICATION ET/OU DES USINES DE	
53		FABRICATION DES COMPOSANTS VERS USINES DE FABRICATION DES STRUCTURES	51
54	3.3.11	DES USINES DE FABRICATION DES STRUCTURES PRIMAIRES VERS LES USINES DE	
55		CONDITIONNEMENT.....	51
56	3.3.12	DES USINES DE CONDITIONNEMENT VERS LES LIEUX DE VENTE	52
57	3.4	FIN DE VIE	54
58	3.4.1	SCÉNARIO DE FIN DE VIE	55
59	3.4.2	APERÇU DE LA FIN DE VIE	55
60	3.4.3	FIN DE VIE PAR RÉGION : RECYCLAGE.....	56
61	3.4.4	FIN DE VIE PAR RÉGION : VALORISATION ÉNERGÉTIQUE.....	58
62	3.4.5	FIN DE VIE PAR RÉGION : ÉLIMINATION	60
63	4	ÉVALUATION DE L'IMPACT DU CYCLE DE VIE ET INTERPRÉTATIONS	62
64	4.1	CATÉGORIES D'IMPACTS SÉLECTIONNÉES.....	62
65	4.1.1	CLASSEMENT DES SOLUTIONS FLEXIBLES SUR LES 16 INDICATEURS	63
66	4.2	ÉVALUATION COMPARATIVE.....	65
67	4.2.1	COMPARAISON SUR LA BASE DE L'UNITÉ FONCTIONNELLE	65
68	4.2.2	POTENTIELS TRANSFERTS D'IMPACTS ENTRE LES SOLUTIONS	66
69	4.3	DÉTAILS PAR ÉTAPES DU CYCLE DE VIE	68
70	4.4	FOCUS SUR LES MATIERES PREMIERES ET LA FABRICATION DE L'EMBALLAGE PRIMAIRE des	
71		DIFFERENTES STRUCTURES	73
72	4.4.1	ANALYSES DE SENSIBILITES.....	76
73	4.5	FOCUS SUR LA FIN DE VIE DE L'EMBALLAGE PRIMAIRE des DIFFERENTES STRUCTURES.....	80
74	4.5.1	ANALYSES DE SENSIBILITES.....	83
75	4.6	INDICATEUR COMPLEMENTAIRE - CUMULATIVE ENERGY DEMAND	88

76	4.7	SYNTHESES DES INTERPRETATIONS AVANT CONCLUSION	89
77	4.7.1	FLEXIBLES.....	89
78	5	CONCLUSIONS	90
79	5.1	CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES RÉSULTATS ET LES INTERPRETATIONS.....	90
80	5.1.1	CONCLUSIONS SUR LES FLEXIBLES:.....	90
81	5.2	CONTRIBUTION DES ÉTAPES DU CYCLE DE VIE ET DES COMPOSANTS DU PRODUIT	91
82	5.3	PRINCIPALES LIMITES DE L'ETUDE	92
83	5.4	RECOMMANDATIONS D'ECOCONCEPTION (LISTE NON EXHAUSTIVE)	92
84	6	AVIS DE REVUE CRITIQUE	93
85	7	ANNEXES	94
86	7.1	REVUE CRITIQUE RAPPORT FINAL.....	94
87	7.2	RAPPORT DU CEREC SUR LA SOUILLURE ALIMENTAIRE.....	101
88	7.3	GRAPHIQUES.....	103
89	7.4	TABLEAUX DE RESULTATS	103
90	8	BIBLIOGRAPHIE.....	126
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 différentes structures 17

95

96 LISTES DES TABLEAUX

97	Tableau 1 Caractéristiques générales des structures flexibles étudiées.....	10
98	Tableau 2 Critères d'exclusion à l'intérieur des frontières du système	20
99	Tableau 3 Liste des indicateurs de catégorie d'impact sélectionnés pour l'évaluation	24
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.....	26
102	Tableau 5 Description des niveaux de fiabilité des hypothèses pour l'ICV	29
103	Tableau 6 Description de l'évaluation de la qualité des données.....	30
104	Tableau 7 ICV de la structure n°1, Packaging primaire.....	35
105	Tableau 8 ICV de la structure n°2, Packaging primaire.....	36
106	Tableau 9 ICV de la structure n°3, Packaging primaire.....	37
107	Tableau 10 ICV de la structure n°4, Packaging primaire.....	37
108	Tableau 11 ICV de la structure n°5, Packaging primaire.....	37
109	Tableau 12 ICV de la structure n°6, Packaging primaire.....	38
110	Tableau 13 ICV de la structure n°10, Packaging primaire.....	39
111	Tableau 14 EIC de l'usine de production des structures primaires vers l'usine de conditionnement du beurre.....	41
112	Tableau 15 EIC de l'usine de conditionnement du beurre vers les lieux de vente, identique pour toutes les structures.....	42
113	Tableau 16 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER} Production de recyclage Cut-Off, U.....	44
114	Tableau 17 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER} Production vierge Cut-Off, U.....	45
115	Tableau 18 ICV pour Corrugated cardboard recycled R1= [X]% EVEA CFF	46
116	Tableau 19 Fin de vie, Bois, Procédé de recyclage, R2 = X% {RER} CFF, S	46
117	Tableau 20 Inventaire des données pour le procédé de finition impression nitrocellulosique {RER} – 1 kg	48
118	Tableau 21 Inventaire des données pour le procédé de métallisation {RER} – 1 m2.....	49
119	Tableau 22 Inventaire des données pour PEBD avec 50% de matières recyclées mécaniquement – 1 kg	50
120	Tableau 23 Inventaire des données pour Steel, chromium, recycled 100% {RER} market EVEA CFF – 1 kg.....	50
121	Tableau 24 Inventaire des données pour Bio-PE à partir de canne à sucre – 1 kgTRANSPORTS D'APPROVISIONNEMENT	51
122	Tableau 25 Donnée de transport, entre usine de conditionnement et lieux de vente.....	52
123	Tableau 26 Valeur de la charge effective calculée (Poids Camion) pour chaque structure (beurre contenu, packaging primaire et EIC vers Lieux de ventes).....	52
125	Tableau 27 Données ecoinvent et ADEME utilisées pour le transport par camion.....	53
126	Tableau 28 Composants des structures primaires considérés comme recyclables, en 2030	55
127	Tableau 29 Données sur la fin de vie par typologie de matériaux, en France, en 2030.....	56
128	Tableau 30 Données CFF pour les matériaux contenant un pourcentage de recyclé	57
129	Tableau 31 Inventaire des processus de recyclage pour les emballages primaires, secondaires et tertiaires par région.....	58
130	Tableau 32 Inventaires de récupération d'énergie par région	58
131	Tableau 33 Données de production d'énergie nette utilisées pour la récupération d'énergie par région	59
132	Tableau 34 Inventaire des processus de valorisation énergétique en France.....	60
133	Tableau 35 Inventaire de processus enfouissement en France	61
134	Tableau 36 Contribution de chaque indicateur d'impact au score unique de chaque produit.....	63
135	Tableau 37 Classement en rang des structures selon les indicateurs du PEF, de la note de 1 (meilleur rang) à 7.....	64
136	Tableau 38 Comparaison des impacts des structures S3 et S5, selon les 16 indicateurs et le score unique	67
137	Tableau 39 Impacts des structures sur tout le cycle de vie des structures flexibles, selon le score unique, les 16 indicateurs du PEF et le CED	90
139		

140 LISTE DES GRAPHIQUES

141	Graphique 1 Masses des structures souples primaires en fonction de leur composition	39
142	Graphique 2 Comparaison des impacts du cycle de vie des structures flexibles entre elles, sur la base de l'unité fonctionnelle, en score unique, sur les 6 indicateurs majoritaires et les indicateurs restants	65
144	Graphique 3 Comparaison des impacts du cycle de vie des structures flexibles entre elles, sur la base de l'unité fonctionnelle, sur l'indicateur changement climatique	66
146	Graphique 4 Comparaison des structures flexibles entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le score unique	69
147	Graphique 5 Comparaison des structures flexibles entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le score unique (affichage des impacts selon la différence absolue avec la S1 – Actuel, selon les étapes du cycle de vie).....	70
149	Graphique 6 Comparaison des structures flexibles entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le changement climatique ..	71
150	Graphique 7 Comparaison des structures flexibles entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le changement climatique (affichage des impacts selon la différence absolue avec la S1 – Actuel, selon les étapes du cycle de vie)	72
152	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 flexibles, selon le score unique	74
154	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 flexibles, selon le changement climatique	75
156	Graphique 10 Impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie, pour les flexibles, selon le score unique	77
157	Graphique 11 Impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie, pour les flexibles, selon le changement climatique	77
158	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	79
160	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
162	Graphique 14 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, lors de l'étape de fin de vie, pour les flexibles, selon le score unique	81
164	Graphique 15 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, lors de l'étape de fin de vie, pour les flexibles, selon le changement climatique.....	82
166	Graphique 16 Variation du taux de recyclage des structures, selon le changement climatique.....	84
167	Graphique 17 Comparaison des impacts du CDV complet de la S1 et S5, avec les 3 types impacts ajoutés en cas d'1g de résidu de beurre en fin de vie l'emballage, sur la base de l'unité fonctionnelle, en score unique et pour les 16 indicateurs du PEF	87
169	Graphique 18 CED pour les structures flexibles	88
170	Graphique 19 Comparaison des impacts du cycle de vie des structures flexibles entre elles, sur la base de l'unité fonctionnelle, en score unique et pour les 16 indicateurs du PEF	103
172		

173 GUIDE DE LECTURE

174 LECTURE :

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

176

177 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

180 1.1 ASPECTS GÉNÉRAUX

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

185

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

188

189 Les objectifs de cette ACV sont :

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

194

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

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

200

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

203

204 Les structures flexibles qui sont analysées dans cette étude sont donc différents types de films avec
205 des compositions variables, utilisées pour protéger du beurre contenu dans des emballages flexibles.

206

207 Cette étude ACV est réalisée par anticipation de l'interdiction d'une partie des emballages de beurre
208 par la PPWR. En effet, l'une des obligations notables que la PPWR va apporter est d'augmenter le
209 seuil minimal de matière à récupérer au recyclage à 70% contrairement à 50% aujourd'hui. L'incidence
210 que cela aura pour la majorité des emballages de beurre souples, majoritairement composés du triplex
211 « papier/alu/PE » sera qu'ils ne seront plus considérés comme recyclables dans la filière papier-carton,
212 car les 50% de présence de papier-carton dans l'emballage ne seront plus suffisants. **Néanmoins, ce**
213 **type d'emballage (Structure 1 dans l'étude actuelle) est bien considéré comme recyclable**
214 **aujourd'hui.** Cette ACV vient donc « répondre à un problème anticipé ».

215

216 CITEO souhaite donc identifier les solutions d'emballages à l'impact environnemental le plus faible,
217 afin de lancer un appel à projet qui se base sur les résultats de l'ACV. Cet appel à projets aura pour
218 but d'accompagner les metteurs en marché de beurre à reconcevoir leurs emballages et à imaginer
219 les emballages de futur, tout en prenant en compte les coûts environnementaux liés à ces structures
220 et les évolutions de la PPWR. A date, il n'est pas prévu par CITEO que la finalité de cette étude serve
221 à moduler l'écocontribution appliquée aux différentes solutions d'emballages qui seraient plus ou moins
222 impactantes selon l'ACV.

223

224

225 Dans cette étude, certaines structures flexibles étudiées sont déjà sur le marché et d'autres ne sont
226 qu'au stade de prototype.

227

228 Par conséquent, CITEO souhaite donc comparer 7 structures flexibles entre elles, dont les
229 caractéristiques générales sont présentées dans le Tableau 1 ci-dessous. La dernière colonne
230 renseigne sur l'aptitude au recyclage des emballages proposés. Des tests de tri devront compléter les
231 informations présentées. Aucune solution de réemploi n'est étudiée dans cette ACV, uniquement des
232 emballages à usage unique.

233

Structures	Nom	Détails composition	Masse (g)	Aptitude au recyclage de l'emballage
S1 Actuelle	Film papier à 54%	Papier 54% / PE 18% / Alu 26% / autre 1%	2,370	Non (en 2030)
S2	Alu 88%	Aluminium 88% / autres 12%	1,010	Oui
S3	PE chargé de densité <1	PE 90% / Charge 9% / autre 1%	1,925	Oui
S4	PP métallisé non orienté	PP 99% / autre 1%	1,378	Oui
S5	Papier à 85%	Papier 85% / Coating 15%	2,840	Oui
S6	Papier /PET métallisé	Papier 86% / Adhésif / PET métallisé 4,5 µ	2,315	Oui
S10	Papier ingraissable métallisé	Papier ingraissable métallisé	2,766	Oui

234 Tableau 1 Caractéristiques générales des structures flexibles étudiées

235

236 Par conséquent, l'objectif de cette étude est de mesurer la réduction potentielle des impacts
237 environnementaux de ces structures flexibles afin de permettre la communication des résultats de
238 l'ACV et des recommandations sur les meilleures pistes d'éco-conception.

239

240 1.2 OBJECTIF DE L'ÉTUDE

241 1.2.1 LES RAISONS DE LA RÉALISATION DE L'ÉTUDE

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

243 L'étude consiste à réaliser une analyse comparative du cycle de vie de différentes solutions flexibles
244 pour des emballages de beurre, dont les caractéristiques principales sont présentées dans le Tableau
245 1.

246

247 L'objectif est de quantifier les impacts environnementaux de chaque structure, à périmètre identique,
248 pour le même service fourni, en vue d'identifier la meilleure des structures.
249

250 L'objectif final de l'étude est également de permettre à CITEO de communiquer les résultats de l'ACV
251 au consommateur, et à ses clients (qui sont les industriels fabricant et utilisant des emballages en vue
252 de vendre du beurre sur le marché).
253

254 Cette étude a donc pour un de ses objectifs de partager publiquement des résultats d'ACV
255 comparatives entre les différentes structures flexibles, destinée à être divulguées au grand public, et
256 notamment repris via un appel à projets à projets.
257

258 Pour communiquer avec le grand public, **il est nécessaire de rédiger un rapport d'ACV comparatif**
259 **complet, assorti d'une procédure de revue critique de cette ACV.** Le groupe d'experts qui a
260 procédé à la revue critique est expliqué en Section 2.10.
261

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

265 **1.2.2 L'APPLICATION ET LE PUBLIC VISÉS**

266 *1.2.2.1 OBJECTIFS DE COMMUNICATION*

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

269

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

273 La communication interne est basée sur l'adéquation du projet avec les objectifs d'éco-conception de
274 CITEO (notamment la recyclabilité effective en 2030).
275

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

279 La communication externe proposée est basée sur des affirmations comparatives concernant les
280 principales réductions d'impacts liés à la conception de la meilleure structure identifiée.
281

282 *1.2.2.2 DES PRÉCISIONS SUR LA COMMUNICATION DE LA RÉDUCTION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT*

283 Chaque produit fabriqué a un impact sur son environnement, et donc des impacts environnementaux
284 qui peuvent varier en fonction des zones de productions considérées. Certaines conceptions auront
285 des impacts plus faibles que d'autres, ce qui peut se traduire par des impacts environnementaux
286 globalement plus faibles que d'autres solutions. La réduction des impacts par rapport à autres
287 structures, est ainsi identifiée (en % notamment), et représente ce que l'on appellera la **réduction**
288 **potentielle de l'impact environnemental**.
289

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

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

297

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

303

304 En d'autres termes, il n'est pas possible de définir un % d'écart à partir duquel nous pouvons valider
305 une significativité sans faire d'analyses de l'incertitude poussées.

306 Il est important de rappeler que les différences peuvent être plus simplement interprétées pour un
307 même flux élémentaire, et que ces différences (de quelques points de %) sont significatives si elles se
308 font sur la quantité d'un même flux élémentaire.

309

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

313

314 De plus, pour l'indicateur Ecotoxicité, eau douce, la différence entre les valeurs absolues de 2 produits
315 ou substances doit être supérieure à 10^4 . Si ce critère n'est pas rempli, les conclusions ne sont ni
316 fiables ni pertinentes pour cet indicateur d'impact. Le facteur 10^4 du rapport USETox¹ s'applique à la
317 comparaison de deux substances, mais moins à l'évaluation du cycle de vie (car ce seuil s'applique à
318 une comparaison absolue et non à une comparaison relative). C'est pourquoi EVEA propose
319 arbitrairement de ne pas se concentrer sur cet indicateur. Si des valeurs sont présentées dans le
320 rapport, cela sera à titre d'information uniquement.

321

322 Il est nécessaire de garder à l'esprit que les indicateurs des catégories d'impact n'ont pas le même
323 niveau de robustesse selon la Commission européenne^{vi}. Par exemple, l'écotoxicité de l'eau douce,
324 l'utilisation des ressources non-fossiles, l'utilisation de l'eau et l'utilisation des sols sont des indicateurs
325 dont la robustesse est la plus faible dans le panel d'indicateurs sélectionnés. La robustesse des
326 indicateurs peut être trouvée dans le [Tableau 3](#) ci-dessous.

327

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

335 2 CHAMP D'APPLICATION DE L'ÉTUDE

336 2.1 SYSTÈMES DE PRODUITS À ÉTUDIER

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

340

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

343

344 Il est important de noter qu'une partie dédiée aux emballages industriels et commerciaux (EIC), qui
345 sont les emballages secondaires et tertiaires de chacune des structures, est présentée plus bas, car
346 considérée identique pour toutes les structures. Les EIC pour les flexibles sont expliqués en détail en
347 Section 3.2.1.

348

349 Chaque structure est utilisée et appliquée pour 250g de beurre contenu, selon l'unité fonctionnelle qui
350 est décrite dans la prochaine section.

351

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

353 2.2 LES FONCTIONS DES SYSTÈMES DE PRODUITS ET DE L'UNITÉ 354 FONCTIONNELLE

355 2.2.1 L'UNITÉ FONCTIONNELLE

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

359

360 L'unité fonctionnelle choisie pour toutes les structures flexibles, pour cette ACV est la suivante :

361

362 ***" Emballer 250 g de beurre dans un emballage flexible "***.

363

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

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

368 **250 g de beurre** : Quantité de beurre contenu, en grammes

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

370

371 ***A noter que cette unité fonctionnelle, ne prend pas en compte de notion de performance de***
372 ***propriété barrière, ni de notion de temporalité. En effet, les propriétés fonctionnelles et***
373 ***barrières des solutions étudiées peuvent différer, mais n'ont pas été introduites dans l'étude.***

374 ***Une analyse de sensibilité a été menée sur la perte de beurre en contrepartie puisque, si***
375 ***différence il y a, elle se répercutera sur ce paramètre.***

376 2.3 MÉTHODOLOGIE UTILISÉE

377 Cette étude est réalisée selon les principes et cadres définis par la norme ISO 14040 (AFNOR, 2006)ⁱⁱ
378 et ISO 14044 (AFNOR, 2006)ⁱⁱⁱ qui présentent les exigences pour la réalisation d'une analyse du cycle
379 de vie des produits.

380

381 Le chapitre suivant présentant l'analyse du cycle de vie a été rédigé par la Commission européenne
382 (EUROPEAN COMMISSION, 2019)^{iv}.

383

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

387

388

389

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

391 Dans la phase de définition des **objectifs et de la portée**, les objectifs de l'étude sont définis, à savoir
392 l'application prévue, les raisons de la réalisation de l'étude et le public visé. Les principaux choix
393 méthodologiques sont faits à ce stade, en particulier la définition exacte de l'unité fonctionnelle,
394 l'identification des limites du système, l'identification des procédures, les catégories d'impact étudiées
395 et les modèles d'évaluation de l'impact sur le cycle de vie (LCIA) utilisés, ainsi que l'identification des
396 exigences en matière de qualité des données.

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

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

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

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

412 • PHASE 4 - Interprétation

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

417

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

419 • L'approche multi-étapes, qui permet de prendre en compte plusieurs étapes du cycle de vie
 420 défini dans la phase 1. Les étapes du cycle de vie considérées sont décrites dans le chapitre
 421 "3.3.1 Délimitation des frontières du système",
 422 L'approche multicritère caractérisée par un panel d'impacts environnementaux choisi en phase 1 afin
 423 de rendre compte des impacts environnementaux du système étudié de la manière la plus holistique
 424 possible.

425 2.4 LES LIMITES DU SYSTÈME

426 2.4.1 DÉLIMITATION DES FRONTIÈRES DU SYSTÈME

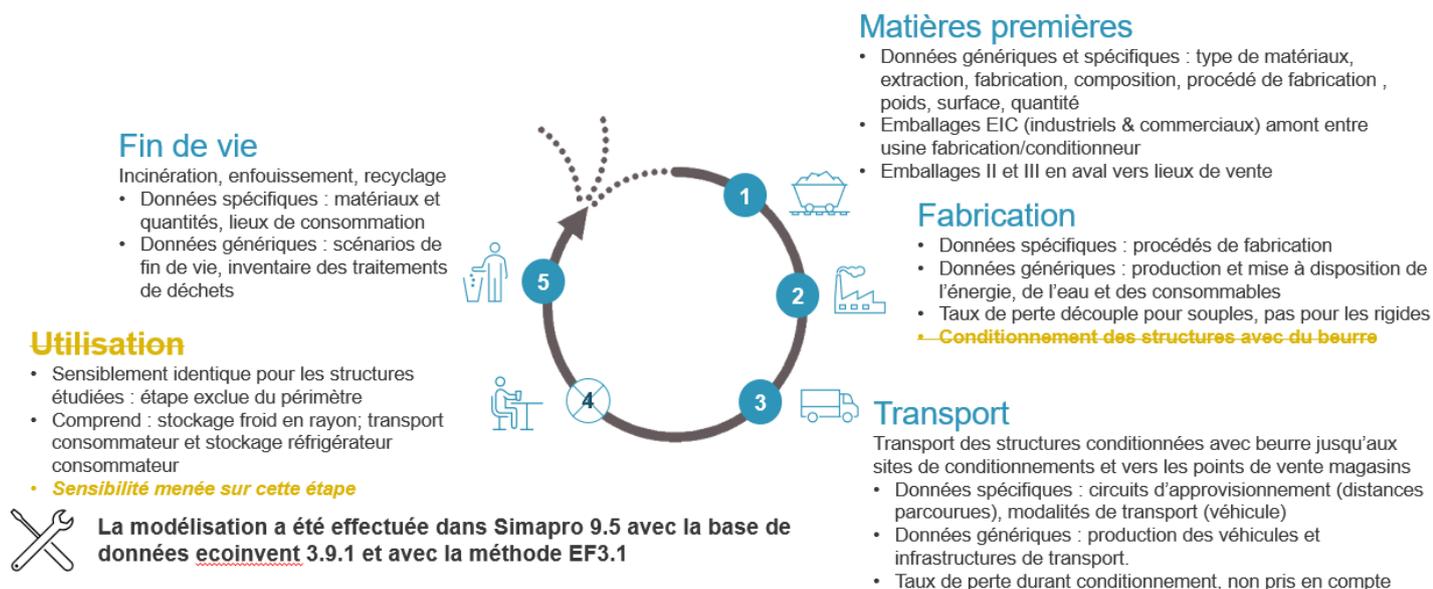
427 L'étude réalisée est dite "du berceau à la tombe" : elle prend en compte les étapes du cycle de vie des
 428 différents produits étudiés, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à leur fin de vie.

429
 430 Les principales étapes du cycle de vie étudiées dans cette ACV sont les suivantes :

- 431 • Matières premières
- 432 • Fabrication
- 433 • Distribution
- 434 • Utilisation
- 435 • Fin de vie

436
 437 Pour une meilleure compréhension, Figure 1 présente les principales étapes du cycle de vie (y compris
 438 la phase d'utilisation) d'un produit ci-après :

439



440

441

442

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

443

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

448

449 La phase d'utilisation, qui comprend les sous-étapes de stockage froid en rayon, le transport du
 450 consommateur vers son domicile, et stockage réfrigérateur consommateur, ne sont pas pris en

451 compte car supposée identique pour chaque solution. Les dimensions de chaque structure flexible
452 sont supposées les mêmes, ce qui n'induit donc pas de différences sur le stockage en rayon par
453 exemple.

454

455 En ce qui concerne la fin de vie, les paramètres sélectionnés pour la fin de vie des rebuts et des
456 déchets d'emballage sont adaptés en fonction des zones géographiques où les déchets ont été
457 générés, dans le cas de cette étude, en Europe. Dans ce rapport, le terme "rebut" fait référence aux
458 déchets industriels produits lors de la fabrication de différents composants. Par exemple, lors du
459 moulage par injection des matières plastiques, les pièces non conformes aux exigences de qualité
460 sont considérées comme des pièces rejetées, également appelées rebuts. Expliqué en Section 3, les
461 rebuts ont été appliqués pour tous les types de matériaux (Section 3.1.2).

462

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

464

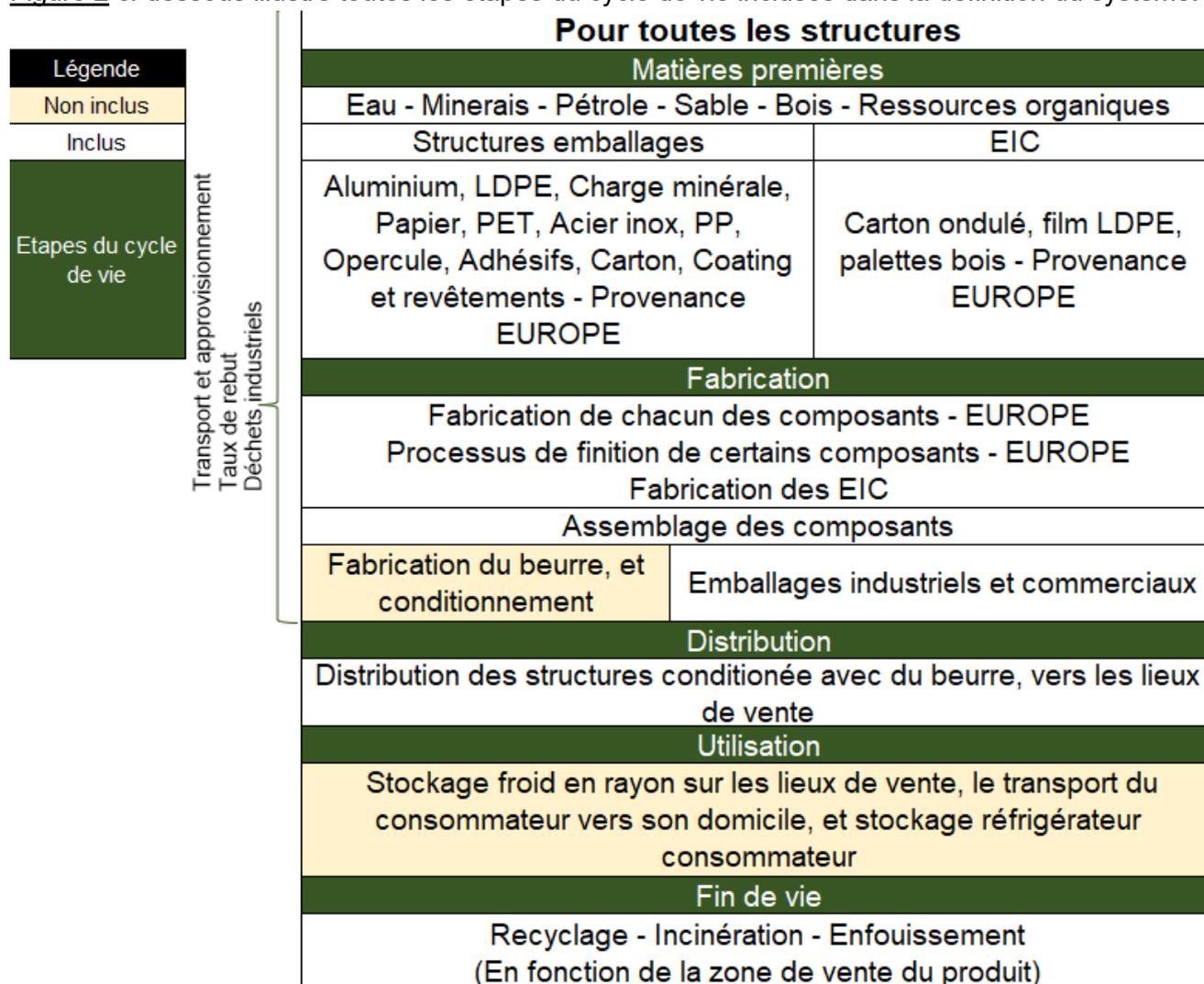
465 L'année de validité des données est 2023. La collecte des données date de 2023 et est considérée
466 comme une donnée primaire.

467

468 Les résultats de cette étude sont cohérents et pertinents sur une période arbitraire de 7 ans, jusqu'en
469 2030, et tant que la conception des différentes structures réelles mises sur le marché, restent fidèles
470 et identiques aux structures définies dans cette étude, et au cours de la période donnée.

471

472 Figure 2 ci-dessous illustre toutes les étapes du cycle de vie incluses dans la définition du système.



473
474 **Figure 2 Cycle de vie détaillé des différentes structures.**

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

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

481
482 **CRITÈRES D'EXCLUSION**

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

486 Néanmoins, dans cette étude, aucun critère de coupure n'a été calculé, mais les critères d'exclusion
487 utilisés à l'intérieur des limites du système sont détaillés dans le tableau ci-dessous. Néanmoins, la
488 procédure de coupure est appliquée dans les processus d'arrière-plan provenant de la base de
489 données ecoinvent.

490
491 Le modèle d'écosystème utilisé est "Allocation, cut-off by classification" ce modèle de système de
492 coupure est basé sur l'approche du contenu recyclé, ou de la coupure. Dans ce modèle, les déchets
493 relèvent de la responsabilité du producteur ("pollueur-payeur"), et il existe une incitation à utiliser des

494 produits recyclés, qui sont disponibles sans charge (cut-off). De plus amples informations sont
 495 disponibles sur le site web ecoinvent (ECOINVENT, 2022)⁹. Cependant, la Circular Footprint Formula
 496 expliquée en Section 2.5 est utilisée dans le cas du recyclage et des matériaux contenant de la matière
 497 recyclée. Pour résumer, il n'y a pas de cut-off pour la partie fin de vie car la CFF est utilisée
 498 (comprenant le recyclage, l'incinération et la mise en décharge).

499

500 Le Tableau 2 ci-dessous illustre les critères d'exclusion à l'intérieur des frontières du système. La 2^{ème}
 501 colonne reprend les impacts qui ne sont pas considérés quantitativement, via une description
 502 qualitative de ces impacts, ainsi que la 3^{ème} expliquant les justifications de l'exclusion de critères.

HORS PERIMETRE	IMPACT DE L'EXCLUSION SUR L'ÉTUDE	JUSTIFICATION
Champ d'application du produit	NA	Pas de différenciation car le type de produit contenu dans les emballages est identique pour toutes les structures
Champ d'application de l'assemblage	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.
Fabrication du beurre et conditionnement	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
Développement de produits, échantillons et articles promotionnels	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.
Fin de vie des déchets de fabrication, de finition et d'assemblage	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.
Résidus de beurre perturbateurs du recyclage de certains matériaux	Cette hypothèse (qui est aussi une limite de l'étude) souhaite rappeler 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	Les échanges avec CITEO ont amené à la conclusion que la quantité de beurre résiduel, et la potentielle pénétration dans les fibres, n'a pas d'importance pour le recyclage du papier carton. Le rapport ci-dessous du CEREC en Annexe 7.2 partagé par CITEO, datant de 2012, qui atteste que la présence de souillures alimentaires (hors débris donc aliments encore physiquement présents dans

	pas des perturbateurs du recyclage des flux de matière.	l'emballage) ne présente aucune dégradation lors du recyclage des emballages papier carton. Cependant, une analyse de sensibilité à été menée dans le cas où il y'aura une présence de beurre en fin de vie dans l'emballage, ainsi qu'une modélisation de l'impact du traitement des eaux usées dans lesquelles une certaine quantité de beurre pourrait se retrouver, a été menée en Section 4.5.1.2.
Papier kraft et papier ingraissable	Elément rappelé en début de paragraphe 3.1.2 : pour les structures contenant du papier, la typologie de papier utilisée dans la réalité des structures n'a pas été développée. Dans ecoinvent, de nombreux papiers sont disponibles. Il a été fait le choix de sélectionner la donnée Kraft paper {RER} market for kraft paper Cut-off plutôt que la donnée « Paper, woodcontaining, supercalendered {RER} paper production, woodcontaining, supercalendered Cut-off, U » qui s'apparente à papier ingraissable. En effet, la nature exacte des types de papiers utilisés par les fournisseurs de solutions n'est pas connu, le papier kraft a donc été choisi par défaut, pour tous les types de structures en papier, par manque d'informations.	L'analyse des impacts selon la méthode EF3.1 d'1kg de Kraft paper {RER} market for kraft paper Cut-off, S et d'1kg de Paper, woodcontaining, supercalendered {RER} paper production, woodcontaining, supercalendered Cut-off, U, montre que le papier ingraissable est environ +20% impact sur le score unique que le papier kraft, et de +49% sur le changement climatique . Dans le cas où les fabricants de solutions en papier utiliseraient du papier ingraissable au lieu de papier kraft dans les solutions étudiés, alors les conclusions des impacts, notamment sur la phase de matières premières et fabrications, se verraient plus élevés que ceux présentés dans ce rapport.
Recyclage du PP souple	CITEO partage l'information que le PP souple sera recyclé chimiquement d'ici 2030. Dans l'étude, le recyclage du PP souple a été modélisé selon un recyclage mécanique. Un recyclage chimique aurait amené plus d'impacts que le recyclage mécanique, par l'utilisation plus importante d'énergie, d'électricité, et de consommables notamment des solvants.	Des données sur le procédé de recyclage chimique, notamment des PP souples, ne sont pas disponibles. Cette limite est acceptable si le PP souple (solution 4) a plus d'impact que les autres solutions flexibles. Les résultats présentés en Section 4 montrent que cette limite est acceptable.
Efficiences et performances des propriétés barrières et de conservation	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.
Consommation d'énergie et d'eau 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.
--	--	---

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

504 Tous les détails spécifiques et les hypothèses formulées pour l'inventaire ont été détaillés dans la
505 Section 3.

506

507 **2.5 PROCÉDURES D'ATTRIBUTION**

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

512

513 Des données de base ont été utilisées pour les procédés impliquant des coproduits (fabrication de
514 produits chimiques, fabrication de pâte et de papier, raffinage du pétrole, etc.) Pour ces procédés, la
515 base de données ecoinvent 3.9 Allocation, Cut-off (ecoinvent, 2022)^v a été utilisée, de sorte que les
516 règles d'allocation de cette base de données sont donc appliquées à ces procédés. L'allocation est
517 principalement économique. La procédure de coupure permet de définir les allocations pour les
518 impacts environnementaux générés par les processus de recyclage (tous les impacts
519 environnementaux générés pendant le processus de recyclage sont alloués à la matière première
520 secondaire) et les processus de récupération d'énergie (la production de chaleur ou d'électricité n'est
521 pas prise en compte dans les processus d'incinération). Cependant, le paragraphe suivant explique
522 les changements apportés à la modélisation du recyclage et de la récupération d'énergie qui ne suivent
523 pas l'allocation d'ecoinvent.

524

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

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

528 Les données d'ecoinvent 3.9 ont été adaptées pour respecter les recommandations du PEF. Ainsi, la
529 formule de l'empreinte circulaire (2013)^{vi} (CFF) a été utilisée pour l'emballage primaire, l'emballage
530 secondaire et la fin de vie de l'emballage tertiaire.

531

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

535

536 L'équation de la FCE est la suivante :

537
$$(1 - R_1) \times E_v + R_1 \times \left(A \times E_{Recycled} + (1 - A) \times \frac{Q_{Sin}}{Q_p} \times E_v \right) + R_2 \times (1 - A) \times \left(E_{RecycledEoL} - \frac{Q_{Sout}}{Q_p} \times E_v^* \right) + R_3 \times (1$$

538
$$- B) \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,heat} \times E_{SE,heat} - LHV \times X_{ER,elec} \times E_{SE,elec}) + (1 - R_2 - R_3) \times E_D$$

539

540 **Paramètres :**

541 • R_1 Il s'agit de la proportion de matériaux entrant dans la production qui ont été recyclés à partir d'un système
542 antérieur.

543 • R_2 Il s'agit de la proportion de matériaux contenus dans le produit qui seront recyclés (ou réutilisés) dans un système
544 ultérieur. R_2 doit donc prendre en compte les inefficacités des processus de collecte et de recyclage (ou de
545 réutilisation). R_2 est mesuré à la sortie de l'usine de recyclage.

- 546 • 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.
- 547 • $X_{ER,heat}$ et $X_{ER,elec}$ l'efficacité du processus de récupération d'énergie pour la chaleur et l'électricité.
- 548 • LHV Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) de la matière contenue dans le produit et utilisée pour la récupération
- 549 d'énergie.
- 550 • Q_{sin} la qualité du matériau secondaire entrant, c'est-à-dire la qualité du matériau recyclé au point de substitution
- 551 (entre 0 et 1).
- 552 • Q_{sout} qualité des matières secondaires sortantes, c'est-à-dire la qualité des matières recyclées au point de
- 553 substitution (entre 0 et 1).
- 554 • Q_p qualité de la matière première, c'est-à-dire qualité de la matière vierge (entre 0 et 1).
- 555 **Facteurs d'allocation :**
- 556 • A Le facteur de répartition des charges et des crédits entre le fournisseur et l'utilisateur de matériaux recyclés.
- 557 • B Facteur d'affectation des procédés de valorisation énergétique : il s'applique aussi bien aux charges qu'aux crédits.
- 558 **Stocks :**
- 559 • $E_{Recycled}$ Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant du processus
- 560 de recyclage des matériaux recyclés (réutilisés), y compris les processus de collecte, de tri et de transport.
- 561 • $E_{RecycledEoL}$ Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant du
- 562 processus de recyclage en fin de vie, y compris les processus de collecte, de tri et de transport.
- 563 • E_v Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant de l'acquisition et du
- 564 prétraitement de matières vierges.
- 565 • E_v^* Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant de l'acquisition et du
- 566 prétraitement de matériaux vierges supposés être remplacés par des matériaux recyclés.
- 567 • E_{ER} Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant du processus de
- 568 valorisation énergétique (par exemple, incinération avec récupération d'énergie, mise en décharge avec
- 569 récupération d'énergie, ...).
- 570 • $E_{SE,heat}$ et $E_{SE,elec}$: émissions spécifiques et ressources consommées (par unité fonctionnelle) qui auraient été
- 571 générées par la source d'énergie de substitution spécifique, respectivement la chaleur et l'électricité.
- 572 • E_D émissions spécifiques et ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant de l'élimination des déchets
- 573 à la fin de la durée de vie du produit analysé, sans récupération d'énergie
- 574

575 2.6 CATÉGORIES D'IMPACT ET MÉTHODOLOGIE CONNEXE RETENUE

576 2.6.1 ENSEMBLE DE CATÉGORIES D'IMPACT

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

- 579 • Refléter les enjeux représentatifs du système étudié : la consommation d'énergie pour produire
580 les emballages primaires, secondaires et tertiaires, l'impact sur l'air, l'eau et le sol des
581 processus de fabrication et de finition des emballages, l'impact des processus de transport et
582 de fin de vie.
- 583 • Pour garantir la lisibilité (nombre réduit d'indicateurs d'impact car seuls les plus pertinents
584 seront sélectionnés pour cette étude, en l'occurrence le changement climatique)
- 585 • Permettre l'accessibilité à un public d'experts (indicateurs d'impact) mais aussi à un public non
586 expert (indicateurs d'inventaire et traduction des indicateurs d'impact CO₂ en particulier).

587

588 La méthode de l'**Environmental Footprint 3.1** (EF 3.1) (EUROPEAN COMMISSION, 2019)^{vi} a été
589 choisie car elle est recommandée par le Joint Research Center (JRC) de la Commission européenne.

590

591 Tableau 3 ci-dessous présente les 16 indicateurs de la méthode de référence ainsi que leurs méthodes
592 originales et leur robustesse issue d'un mélange scientifique et citoyen. Les indicateurs d'impact
593 potentiel, les explications et les références proviennent du Guide PEF (Manfredi & et al, 2012)^{vii} et
594 peuvent y être consultés, les méthodes LCIA recommandées par défaut proviennent des Supporting
595 information to the characterization factors of recommended EF Life Cycle Impact Assessment method
596 report (Fazio & et al., 2018)^{viii} et la robustesse des indicateurs provient de l'ILCD Handbook (Pant & et
597 al., 2011)^{ix}.

598

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 ₂ 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. Warning: To be significant, the difference between 2 products has to be more than 10 ⁴ 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	m ³ 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

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

600

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

606

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

610

611 Les indicateurs d'impact contribuant à plus de 80% de l'impact cumulé sur le score unique ont été
612 retenus. Cette méthode de choix des indicateurs d'impact est décrite dans le document d'orientation
613 du PEFCEC proposé par la Commission européenne (Fazio & et al., 2018)^{viii}. La méthodologie de
614 regroupement des scores uniques est présentée dans la section 2.6.3 ci-dessous.

615

616 2.6.2 INDICATEUR COMPLEMENTAIRE – CUMULATIVE ENERGY DEMAND

617

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

623

624 L'indicateur CED vise à fournir une représentation précise et actualisée des besoins énergétiques liés
625 à la réalisation d'un bien ou d'un service. En considérant les diverses sources d'énergie impliquées
626 (fossiles et renouvelables), CED 1.07 offre une perspective holistique permettant de comparer les
627 impacts énergétiques relatifs de différentes alternatives. En utilisant cet indicateur, les entreprises,
628 chercheurs et décideurs peuvent prendre des décisions informées visant à minimiser la consommation
629 énergétique et à promouvoir des pratiques plus durables tout au long du cycle de vie des produits.

630

631 L'indicateur CED est utilisé dans la Section 4.6.

632 2.6.2.1 *Carbone biogénique et méthane biogénique pour le carton et papier*

633

634 ecoinvent considère le flux de dioxyde de carbone biogénique avec la substance spécifique "dioxyde
635 de carbone biogénique" pour la méthode EF 3.1 sur le changement climatique comme un facteur de
636 caractérisation de 0 pour cette substance. La substance "dioxyde de carbone" a un facteur de
637 caractérisation de 1.

638

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

642

643 En d'autres termes, on suppose qu'aucune absorption de CO₂ biogénique n'est considérée comme
644 une émission de carbone biogénique en fin de vie. Un bilan neutre est donc supposé : l'élimination et
645 l'émission de CO₂ ne sont pas prises en compte, et des facteurs de caractérisation (0:0) sont utilisés
646 pour le CO₂ biogénique.

647

648 2.6.3 REGROUPEMENTS DES CATEGORIES D'IMPACTS

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

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

656

657 **CARACTÉRISATION :**

658 Dans la méthode EF 3.1, chaque indicateur est défini par une liste de flux de substances contribuant
659 à l'impact qu'il caractérise, tandis que chaque flux est associé à un facteur de caractérisation,
660 permettant de traduire le flux dans l'unité dans laquelle l'indicateur est exprimé. Par exemple, un
661 kilogramme de méthane équivaut à 29,8 kg de CO₂ pour l'indicateur Changement climatique, qui est
662 son facteur de caractérisation : 1kg de CH₄ = 29,8 kg CO₂ eq.

663

664 **NORMALISATION :**

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

669

670 **PONDÉRATION :**

671 Dans la méthode EF3.1, les scores d'impact normalisés sont multipliés par un facteur de pondération
672 associé à l'indicateur afin d'obtenir un score unique regroupant les indicateurs d'impact. Ce score
673 unique est exprimé en points (Pt), un point équivalant à l'impact annuel moyen d'une personne dans
674 le monde.

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

676 - L'avis d'un panel de citoyens et d'un panel d'experts en ACV qui ont répondu à un questionnaire
677 dans lequel il leur était demandé d'attribuer des points à différentes catégories d'impact.

678 - Une approche hybride basée sur la robustesse des indicateurs d'impact et le jugement
679 d'experts.

680

681 SCORE UNIQUE :

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

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

688

689 Il est nécessaire de garder à l'esprit que la construction des facteurs fiables repose sur des biais et
690 des méthodologies spécifiques à la méthode EF3.1, multipliant les incertitudes sur le résultat d'un
691 score unique. **Ainsi, le résultat d'une comparaison à score unique ne montre qu'une tendance.**
692 L'un de ses principaux objectifs est d'aider à la prise de décision en ayant une vision globale des
693 impacts via un seul indicateur. **Il est nécessaire de prendre en compte les autres indicateurs lors**
694 **de l'analyse des résultats. Le score unique n'est pas destiné à la communication externe.**
695

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

696 **Tableau 4 Facteurs de normalisation et de pondération des 16 indicateurs des catégories**
697 **d'impact pour le calcul du score unique PEF, selon la méthode EF3.1**

698 2.7 LIMITES

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

702

703 **Limites du système**

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

706

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

715

716 **Limites des données**

717

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

725 Il n'y a actuellement pas de données qui semblent être moins robustes que d'autres en fonction des
726 solutions étudiées. En tout cas, la robustesse des données utilisées pour chaque structure est précisée
727 dans la Section 3.

728

729 **Limites intrinsèques**

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

733

734 **2.8 EXIGENCES EN MATIÈRE DE DONNÉES ET DE QUALITÉ DES** 735 **DONNÉES**

736 **2.8.1 EXIGENCES EN MATIÈRE DE DONNÉES**

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

744

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

749 2.8.2 EXIGENCES EN MATIERE DE QUALITÉ DES DONNEES

750 2.8.2.1 Facteurs temporels

751 Toutes les données recueillies auprès de CITEO et de ses adhérents/fournisseurs datent de l'année
752 2023. La base de données ecoinvent 3.9.1 utilisée a été publiée en décembre 2022.

753 2.8.2.2 Zone géographique

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

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

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

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

763

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

765

766 L'alignement entre les données primaires et les données de base a été effectué selon cette procédure
767 :

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

771

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

774

775 2.8.2.3 Fiabilité de la source

776 Pour chaque étape du cycle de vie, la spécification des sources des données utilisées est indiquée ci-
777 dessous. Les **données spécifiques** sont celles fournies par CITEO et les clients via une collecte de
778 données spécifiques ; les données **semi-spécifiques (ou également appelées proxy)** sont des
779 données extrapolées à partir des données fournies par CITEO et les clients ou à partir d'une recherche
780 bibliographique ; les **données génériques** sont des données provenant de la base de données
781 ecoinvent.

782

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

786

787 MATIÈRES PREMIÈRES → FABRICATION :

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

789

○ *Données spécifiques*

790

- Masses et types de matériaux utilisés

791

- Lieu de fabrication, de finition et de conditionnement

792

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

793

- Surfaces de finition

- 794 • Types de transport d'approvisionnement et distances entre les usines de
- 795 fabrication et les sites de conditionnement
- 796 • Déchets pour les processus de fabrication, de finition et de conditionnement
- 797 ○ *Données génériques ou semi-spécifiques (données adaptées à partir d'hypothèses*
- 798 *spécifiques ou de recherches bibliographiques) :*
- 799 • Stocks de matières
- 800 • Stocks des procédés de fabrication, de finition et de conditionnement
- 801 • Inventaires des transports

802

803 **DISTRIBUTION :**

- 804 ○ *Données spécifiques :*
- 805 • Types de transport utilisés par le marché
- 806 • Distances moyennes selon les zones considérées dans le périmètre
- 807 ○ *Données génériques ou semi-spécifiques (données adaptées à partir d'hypothèses*
- 808 *spécifiques ou de recherches bibliographiques) :*
- 809 • Stocks de matériaux d'emballage
- 810 • Stocks manufacturiers
- 811 • Inventaires des transports
- 812 • Masses de l'emballage tertiaire

813

814 **FIN DE VIE :**

- 815 ○ *Données spécifiques :*
- 816 • Taux de recyclage, de mise en décharge et d'incinération, à partir de sources
- 817 bibliographiques ou d'étude de marché via CITEO.
- 818 ○ *Données génériques ou semi-spécifiques (données adaptées à partir d'hypothèses*
- 819 *spécifiques ou de recherches bibliographiques) :*
- 820 • Inventaires du recyclage, de la mise en décharge et de l'incinération

821 *2.8.2.4 Niveaux de fiabilité*

822 En cas de données manquantes de la part des clients de CITEO, des recherches bibliographiques ont

823 été menées pour étayer les hypothèses. Deux niveaux de fiabilité ont été identifiés pour évaluer

824 l'exactitude des hypothèses formulées pour l'inventaire du cycle de vie.

825

826 Tableau 5 ci-dessous décrit les niveaux de fiabilité utilisés pour évaluer l'hypothèse formulée dans la

827 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.

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

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

830 2.8.2.5 Complétude

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

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

839 2.8.2.6 Représentativité technologique

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

842

843 2.8.2.7 Aperçu des exigences en matière de qualité des données

844

845 Le Tableau 6 ci-dessous résume l'évaluation de la qualité des données selon les critères PEF^x
846 (précision, représentativité temporelle, géographique, temporelle et technologique) avec une note de
847 1 (Très bonne qualité - répond au critère à un degré très élevé, sans besoin d'amélioration) à 5 (Très
848 mauvaise - ne répond pas au critère, une amélioration substantielle est nécessaire).

849

Stade du cycle de vie	Précision	Représentativité géographique	Représentativité temporelle	Représentativité technologique
Matières premières	2 Évalué par les clients de CITEO, non vérifié	1 Informations spécifiques	1 Collecté en 2023	1 Informations spécifiques aux structures et à leurs EIC respectifs
Production des structures	2 Évalué par les clients de CITEO, non vérifié	1 Informations spécifiques	1 Collecté en 2023	2 Données relatives à l'usine qui ne produit pas seulement le [produit] spécifique étudié
Distribution	2 Évaluation par [le client] non vérifiée en externe	1 Informations spécifiques	1 Collecté en 2023	1 Informations spécifiques
Fin de vie	3 Sur la base de la littérature	2 Périmètre géographique adapté	2 Dernière statistique disponible pour 2021 5 (cf. analyses de sensibilités) 2 Taux prospectif 2030 <i>Voir Section 3.4 pour les sources</i>	2 Statistique pour les déchets solides municipaux non spécifiques au produit étudié

850

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

851 **2.9 ANALYSE DE SENSIBILITÉ**

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

855

856 Pour les structures flexibles, les analyses de sensibilités menées sont les suivantes :

- 857 - Remplacement d'un PEBD/PP d'origine fossile par des alternatives biosourcées
- 858 - Modification du taux de recyclage des produits en fin de vie (comparaison d'une baseline taux
859 prospectif en 2030 versus taux réels de CITEO 2021)
- 860 - Différentiel de taux de gaspillage de beurre lors de l'usage
- 861 - Impact de résidus de beurres dans un procédé de recyclage (papier/carton et plastiques) avec
862 traitement des eaux de lavages

863

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

865 **2.10 TYPE DE REVUE CRITIQUE**

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

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

- 870 - Panel : Bernard De Caevel bernard.decaevel@rdcenvironment.be

871

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

873

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

880 Un premier rapport (appelé V1) a été soumis à l'évaluateur qui l'a lu, puis a compilé les remarques et
881 les commentaires dans un rapport disponible en annexe. Les éditeurs de ce rapport ont pris en compte
882 ces commentaires et ont apporté les modifications nécessaires pour proposer une deuxième version
883 du rapport (appelée V2) qui sera relue une dernière fois avant d'être soumise à l'examineur, qui
884 émettra ensuite un avis final de revue critique, disponible en fin de rapport.

885

886 3 INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE

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

889

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

893

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

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

897

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

901

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

904

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

- 906 • Les packagings primaires
- 907 • Leurs EIC entre l'usine de production et l'usine de conditionnement
- 908 • Leurs EIC entre l'usine de conditionnement et les lieux de vente

909 3.1 – COMPOSANTS ET MATERIAUX DES EMBALLAGES PRIMAIRES PAR 910 STRUCTURES

911 3.1.1 HYPOTHÈSES GENERIQUES

912 Pour des questions de lisibilité et de clarté, des hypothèses s'appliquant à chacune des structures sont
913 expliquées ci-dessous une seule fois afin d'alléger la lecture des prochains tableaux et se focaliser sur
914 les hypothèses propres à chacune des structures. S'il y'a des hypothèses spécifiques à certaines
915 structures, ces hypothèses sont abordées dans la prochaine Section 3.1.2 afin d'avoir une vision
916 d'ensemble.

917

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]
---------------	------------------	----------------------------------	----------	---------------	------------	-----------	-------------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------------------

918

919 [1] Pour les matières premières, les données "market for" ont été utilisées, qui comprennent un
920 transport d'approvisionnement moyen pour la géographie considérée ainsi qu'une moyenne
921 des données de production de matières premières qui reflètent la réalité industrielle du marché.
922 Pour la géographie considérée, les données "RER" ont été utilisées car les fournisseurs de
923 matières premières sont situés en Europe. Si les données "RER" ne sont pas disponibles, les
924 données "GLO" ont été sélectionnées. Pour les procédés de fabrication, seules les données
925 "RER" ont été sélectionnées sauf contre-indication pour une structure en particulier (TF)

- 926 [2] La quantité de matière incluse dans la colonne "Masse (g)" ne comprend pas la quantité de
927 rebut, celui-ci est ajouté séparément avec le ratio spécifique dans la colonne "Taux de rebut de
928 fabrication, de finition ou d'assemblage". (TF)
- 929 [3] Les clients n'ont pas fourni de taux de rebut (scrap) de leurs différents processus de fabrication.
930 Des taux de rebut génériques à la transformation des plastiques ont pu être utilisés depuis les
931 données d'inventaire de transformation des plastiques présent dans ecoinvent. Pour le
932 processus d'injection plastique, le taux de rebut appliqué est issu de la base de données
933 ecoinvent, à savoir 0,6%. Pour le processus d'extrusion, le taux de rebut appliqué est issu de
934 la base de données ecoinvent, à savoir 2,4%. Pour les l'aluminium, des pertes lors du procédé
935 de transformation sont déjà pris en compte dans la donnée process matière appelé (1,2% pour
936 le sheet rolling, aluminium). Pour l'acier inox embouti, aucun rebut taux de scrap n'est compris
937 dans les données de matière ou bien de procédé, aucun taux de scrap n'a été rajouté. Pour le
938 papier, un taux de rebut de 1% a été appliqué (valeur partagée par un fabricant confidentiel),
939 qui correspond aux pertes de découpe entre la bobine fille et le paterne final de l'emballage
940 primaire des solutions identifiées. Aucun taux de scrap n'est appliqué à la découpe entre la
941 bobine mère et la bobine fille, car jugé très faible et négligeable. Sur la fabrication des matières
942 de papier (kraft et greaseproof) et des cartons, un taux de rebut compris dans les données est
943 déjà appliqué. (F)
- 944 [4] Comme les clients de CITEO n'ont pas fourni de données sur ce processus de finition des
945 différentes structures, deux procédés partagés par CITEO ont été appliqués sur chacune des
946 structures, sans que ces procédés soient explicités dans chaque ICV : Impression
947 nitrocellulosique et flexographie sur une surface de 162mm x 225mm (recto). La quantité
948 d'impression nitrocellulosique peut varier en fonction des structures et est explicité dans les
949 ICV, cependant, la flexographie est identique pour chacune des structures. Cette donnée est
950 développée dans la Section 3.3 (TF). Les processus de finition des structures sont considérés
951 comme ayant lieu sur le même lieu de fabrication de ces structures (TF). **Hormis l'impression**
952 **nitrocellulosique et la flexographie, aucune autre finition n'est considérée dans l'étude.**
953 (F)
- 954 [5] Les facteurs R1 et R2 sont expliqués dans la CFF, dans la Section 3.3. (TF)
- 955 [6] La donnée matériau et donnée procédé sont les données d'ecoinvent appelées pour le
956 composant. (TF)
- 957 [7] Chaque composant ou matériau de composant approvisionné avec le même scénario identique
958 pour chaque composant, à savoir 300 km en camion selon la donnée « Transport, freight, lorry
959 16-32 metric ton, EURO4 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 |
960 Cut-off, S ». De ce fait, ce procédé est appelé pour chaque composant, pour 300km et pour la
961 masse du composant concerné.
962
- 963 Pour chaque structure flexible, un procédé de finition, sur l'étape de matières premières et fabrications,
964 est ajouté de façon systématique et identique pour toutes les solutions.
965
- 966 Ce procédé de finition est le procédé de « Impression en flexographie {RER} » est appliqué sur une
967 seule face de la structure, pour une surface de 162mm par 225mm (information partagée par CITEO).
968 La donnée est expliquée en Section 3.3.
- 969 Par ailleurs, un procédé de laquage et impression, est aussi utilisé pour chaque structure flexible,
970 cependant la quantité déposée peut être variable, ce qui implique de l'expliquer dans chaque ICV. Le
971 procédé « Impression nitrocellulosique {RER} » est expliquée en Section 3.3». Aucun taux de scrap
972 n'a été appliqué sur les finitions (prélaquage, laquage, adhésif, impression nitrocellulosique,
973 flexographie, etc), par manque d'information.
974
- 975 **Pour chacune des structures développées ci-dessous, voici leur source des données et**
976 **description complémentaire :**
- 977 • Tous les composants, les données relatives aux matériaux, les processus de fabrication et de
978 finition sont dérivés des données issues des clients de CITEO.

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

990 3.1.2 HYPOTHESES SPECIFIQUES

991 Dans le cas où il y a des hypothèses spécifiques à certaines structures, ces hypothèses sont abordées
992 dans cette section.

- 993
- 994 • Structures à base de papier :
- 995 ○ Pour les structures contenant du papier, la typologie de papier utilisée dans la réalité
996 des structures n'a pas été développée. Dans ecoinvent, de nombreux papiers sont
997 disponibles. Il a été fait le choix de sélectionner la donnée Kraft paper {RER} market
998 for kraft paper | Cut-off plutôt que la donnée « Paper, woodcontaining, supercalendered
999 {RER} paper production, woodcontaining, supercalendered | Cut-off, U » qui
1000 s'apparente à papier ingraissable. En effet, la nature exacte des types de papiers
1001 utilisés par les fournisseurs de solutions n'est pas connu, le papier kraft a donc été
1002 choisi par défaut, pour tous les types de structures en papier, par manque
1003 d'informations. (*F*)
- 1004 ○ Nota : L'analyse des impacts selon la méthode EF3.1 d'1kg de Kraft paper {RER}
1005 market for kraft paper | Cut-off, S et d'1kg de Paper, woodcontaining, supercalendered
1006 {RER} paper production, woodcontaining, supercalendered | Cut-off, U, montre que le
1007 papier ingraissable est environ +20% impact sur le score unique que le papier kraft, et
1008 de +49% sur le changement climatique. Dans le cas où les fabricants de solutions en
1009 papier utiliseraient du papier ingraissable au lieu de papier kraft dans les solutions
1010 étudiés, alors les conclusions des impacts, notamment sur la phase de matières
1011 premières et fabrications, se verraient plus élevés que ceux présentés dans ce rapport.
- 1012 • Structures à base d'aluminium :
- 1013 ○ Il existe de nombreux grades d'aluminium disponibles sur le marché mondial, pour des
1014 applications différentes, avec des teneurs en alliages variables. Les alliages n'ont pas
1015 été précisés par les fournisseurs. La donnée Aluminium, primary, ingot {IAI Area, EU27
1016 & EFTA} market for aluminium, primary, ingot a été utilisé pour toutes les structures.
1017 (*TF*)
- 1018 • Métallisation de certaines structures, et dépôt de la quantité d'aluminium :
- 1019 ○ Pour les structures S4, S6 et S10, un procédé de métallisation par PVD vient déposer
1020 une certaine quantité d'aluminium. La quantité n'est pas partagée par les clients de
1021 CITEO (principalement par manque d'information). EVEA ayant une source
1022 confidentielle issue d'un projet avec un fabricant de films métallisés, la valeur de 1%
1023 (ordre de grandeur tiré de cette source confidentielle) de la masse du support de
1024 déposition est utilisée pour appeler la quantité d'aluminium nécessaire pour le procédé
1025 de métallisation. (*F*)
- 1026 • Charge minérale pour la S3 :

- 1027 ○ CITEO partage l'information que la charge inorganique présente dans la structure S3
 1028 n'est pas un perturbateur du flux de recyclage, à la proportion à laquelle elle a été
 1029 introduite. Dans le cas où la réalité amènerait à ne pas rendre cette structure recyclable
 1030 pour des raisons d'impuretés ou de densité, toute la structure ne serait donc pas
 1031 considérée comme recyclable. (F)
- 1032 • Perturbateurs du recyclage de certains matériaux pour donner suite aux résidus de beurre qu'il
 1033 pourrait y avoir :
 - 1034 ○ Cette hypothèse (qui est aussi une limite de l'étude) souhaite rappeler que les résidus
 1035 de beurre peuvent être considérés comme des perturbateurs de certains flux de
 1036 recyclage, notamment du papier/carton et plastique, si le beurre est présent en trop
 1037 grande quantité, ou bien, s'il est imprégné dans les fibres d'un emballage en papier.
 1038 L'étude considère que les résidus de beurre ne sont pas des perturbateurs du recyclage
 1039 des flux de matière (F).
 - 1040 ○ Néanmoins, une analyse de sensibilité a été menée en Section 4.5.1.2 afin d'investiguer
 1041 les potentiels impacts sur le recyclage et sur le traitement des eaux usées, d'un résidu
 1042 de beurre au sein d'un emballage.

1043 3.1.3 S1 – ACTUEL

1044 Le Tableau 7 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie de l'emballage primaire de la structure
 1045 1, composée de plusieurs matériaux (aluminium, papier, PEBD) avec un poids total de 2,3700g pour
 1046 l'unité fonctionnelle de 250g.

1047 Cette structure est considérée comme la structure témoin de l'étude, ayant une composition
 1048 représentative d'un emballage de beurre flexible en 2023, et n'est pas considérée comme recyclable
 1049 ni en 2023 ni en 2030.

1050

Composant	Masse totale (g)	NC/S	Matériau	Masse (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Base papier (54%)	1,2798	1	Papier	1,2798	0,0%	0,0%	Kraft paper {RER} market for kraft paper Cut-off, S	Procédés de fabrications compris dans la donnée matériau	Compris dans la donnée procédé
Aluminium 6,35 micron	0,6162	1	Aluminium	0,6162	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	Compris dans la donnée procédé
PE	0,4266	1	PEBD	0,4266	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%
Prélaque et impression	0,0474	1	Impression nitrocellulosique	0,0474	0,0%	0,0%	Impression nitrocellulosique - {RER} - EVEA	NA	0,0%

1051 **Tableau 7 ICV de la structure n°1, Packaging primaire.**

1052

1053 Nota : Pour l'utilisation de la donnée Kraft paper, l'ensemble des procédés de fabrication allant de la
 1054 pâte à papier jusqu'à la fabrication d'un papier kraft utilisable en tant que tel, sont déjà compris dans
 1055 la donnée Kraft paper, avec l'application de % de scraps associés à chaque procédé.

1056 3.1.4 S2 – ALU

1057 Le Tableau 8 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie de l'emballage primaire de la structure
 1058 2, majoritairement composée d'aluminium, avec un poids total de 1,0059g pour l'unité fonctionnelle de
 1059 250g.

1060 Cette structure est considérée comme étant potentiellement recyclable en 2030.

1061

Composant	Masse totale (g)	NC/S	Matériau	Masse (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Aluminium	0,7904	1	Aluminium	0,7904	0,0%	60,0%	Aluminium, primary, ingot (AI Area, EU27 & EFTA) market for aluminium, primary, ingot Cut-off, S	Sheet rolling, aluminium {RER} sheet rolling, aluminium Cut-off, S	1,2%
Adhésif et prélaque	0,0915	1	Adhésif et prélaque	0,0915	0,0%	0,0%	Acrylic binder, with water, in 54% solution state {RER} market for acrylic binder, with water, in 54% solution state Cut-off, S	NA	0,0%
Aluminium	0,0988	1	Aluminium	0,0988	0,0%	60,0%	Aluminium, primary, ingot (AI Area, EU27 & EFTA) market for aluminium, primary, ingot Cut-off, S	Sheet rolling, aluminium {RER} sheet rolling, aluminium Cut-off, S	1,2%
Surlaque et impression	0,0293	1	Surlaque et impression	0,0293	0,0%	0,0%	Impression nitrocellulosique - {RER} - EVEA	NA	0,0%

1062 **Tableau 8 ICV de la structure n°2, Packaging primaire.**

1063 3.1.5 S3 - PEBD CHARGE

1064 Le Tableau 9 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie de l'emballage primaire de la structure
 1065 3, majoritairement composée de polyéthylène basse densité (PEBD en anglais) avec une charge
 1066 minérale, avec un poids total de 1,9246g pour l'unité fonctionnelle de 250g.

1067 Cette structure est considérée comme étant potentiellement recyclable en 2030.

1068

Composant	Masse totale (g)	NC/S	Matériau	Masse (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
PEBD	1,7321	1	PEBD	1,7321	0,0%	40,0%	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%
Charge minérale	0,1732	1	Charge minérale CaCO3	0,1732	0,0%	40,0%	Calcium carbonate, precipitated {RER} market for calcium carbonate, precipitated Cut-off, S	NA	NA

Surlaque et impression	0,0192	1	Surlaque et impression	0,0192	0,0%	0,0%	Impression nitrocellulosique - {RER} - EVEA	NA	0,0%
------------------------	--------	---	------------------------	--------	------	------	---	----	------

1069 **Tableau 9 ICV de la structure n°3, Packaging primaire.**

1070 3.1.6 S4 - PP MET

1071 Le Tableau 10 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie de l'emballage primaire de la structure
1072 4, majoritairement composée de polypropylène métallisé par PVD (Physical Vapor Deposition), avec
1073 un poids total de 1,3778g pour l'unité fonctionnelle de 250g.

1074 Cette structure est considérée comme étant potentiellement recyclable en 2030.

1075

Composant	Masse totale (g)	NC/S	Matériau	Masse (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Film PP non orienté	1,3640	1	PP	1,3640	0,0%	21,0%	Polypropylene, granulate {GLO} market for polypropylene, granulate Cut-off, S	Extrusion, plastic film {GLO} market for extrusion, plastic film Cut-off, S	2,4%
Métallisation alu	0,0138	1	Méta PVD alu	0,0138	0,0%	0,0%	Aluminium, primary, ingot {IAI Area, EU27 & EFTA} market for aluminium, primary, ingot Cut-off, S	Métallisation par PVD - Tous métaux - {RER} - EVEA	0,0%
Impression flexo	NA	1	Impression flexo	NA	0,0%	0,0%	Impression nitrocellulosique - {RER} - EVEA	NA	0,0%

1076 **Tableau 10 ICV de la structure n°4, Packaging primaire.**

1077 3.1.7 S5 - PAPIER COATING

1078 Le Tableau 11 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie de l'emballage primaire de la structure
1079 5, majoritairement composée de papier avec un coating acrylique, pour un poids total de 2,8431g pour
1080 l'unité fonctionnelle de 250g.

1081 Cette structure est considérée comme étant potentiellement recyclable en 2030.

1082

1083

Composant	Masse totale (g)	NC/S	Matériau	Masse (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Papier	2,4166	1	Papier kraft ingraissable (voir 3.1.2)	2,4166	0,0%	85,0%	Kraft paper {RER} market for kraft paper Cut-off, S	Procédés de fabrications compris dans la donnée matériau	Compris dans la donnée procédé
Coating et impression flexo	0,4265	1	Coating acrylique et impression flexo	0,4265	0,0%	0,0%	Acrylic varnish, with water, in 53% solution state {RER} market for acrylic varnish, with water, in 53% solution state Cut-off, S	NA	0,0%

1084 **Tableau 11 ICV de la structure n°5, Packaging primaire.**

1085 3.1.8 S6 - PAPIER PET MET

1086 Le Tableau 12 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie de l'emballage primaire de la structure
1087 6, majoritairement composée de papier, laminée avec un film en PET (polyéthylène téréphtalate)
1088 métallisé, pour un poids total de 2,8431g pour l'unité fonctionnelle de 250g.

1089 Cette structure est considérée comme étant potentiellement recyclable en 2030.

1090

1091

Composant	Masse totale (g)	NC/S	Materiau	Masse (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Papier	1,9952	1	Papier kraft ingraissable (voir 3.1.2)	1,9952	0,0%	85,0%	Kraft paper {RER} market for kraft paper Cut-off, S	Procédé de fabrication compris dans la donnée matériau	Compris dans la donnée procédé
Adhésif acrylique	0,0905	1	Adhésif acrylique	0,0905	0,0%	0,0%	Acrylic binder, with water, in 54% solution state {RER} market for acrylic binder, with water, in 54% solution state Cut-off, S	NA	0,0%
PET Metalisé et impression flexo	0,2297	1	PET	0,2264	0,0%	0,0%	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {GLO} market for polyethylene terephthalate, granulate, amorphous Cut-off, S	Extrusion, plastic film {GLO} market for extrusion, plastic film Cut-off, S	2,4%
Coating et impression flexo	0,4265	1	Aluminium	0,0033	0,0%	0,0%	Aluminium, primary, ingot {AI Area, EU27 & EFTA} market for aluminium, primary, ingot Cut-off, S	Métallisation par PVD - Tous métaux - {RER} - EVEA	2,4%

1092 **Tableau 12 ICV de la structure n°6, Packaging primaire.**

1093 3.1.9 S10 - PAPIER MET

1094 Le Tableau 13 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie de l'emballage primaire de la structure
1095 10, qui est la structure actuellement mise sur le marché par CANDIA^{xi}.

1096 Sa composition est similaire à la structure n°6, avec une base papier laminée avec un vernis acrylique
1097 et une métallisation aluminium, pour un poids total de 2,7932g pour l'unité fonctionnelle de 250g.

1098 Cette structure est considérée comme étant potentiellement recyclable en 2030.

1099

Composant	Masse totale (g)	NC/S	Materiau	Masse (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Papier ingraissable (voir 3.1.2)	2,6609	1	Papier	2,6609	0,0%	85,0%	Kraft paper {RER} market for kraft paper Cut-off, S	Procédé de fabrication compris dans la donnée matériau	Compris dans la donnée procédé
Métallisation alu	0,0266	1	Méta PVD alu	0,0266	0,0%	0,0%	Aluminium, primary, ingot {AI Area, EU27 & EFTA} market for aluminium, primary, ingot Cut-off, S	Métallisation par PVD - Tous métaux - {RER} - EVEA	0,0%

Encre/Vernis Acrylique	0,1057	1	Acrylique	0,1057	0,0%	0,0%	Acrylic varnish, with water, in 53% solution state {RER} market for acrylic varnish, with water, in 53% solution state Cut-off, S	NA	0,0%
------------------------	--------	---	-----------	--------	------	------	---	----	------

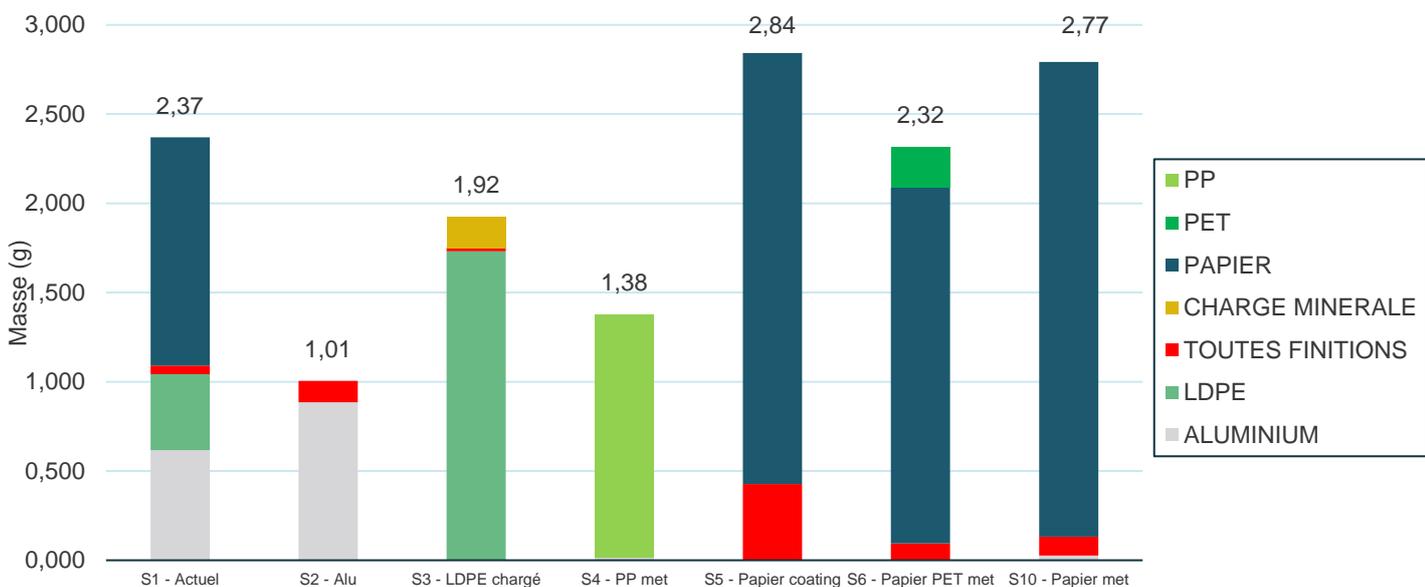
1100 **Tableau 13 ICV de la structure n°10, Packaging primaire.**

1101 **3.1.10 TABLEAU RECAPITALIF DES STRUCTURES PRIMAIRES**

1102 Afin d'avoir une vision globale des différences entre les structures primaires et notamment des masses
1103 en jeu, le Graphique 1 reprend la composition et masses de chaque structure primaire.

1104

1105 **Graphique 1 Masses des structures souples primaires en fonction de leur composition**



1106

1107 La S2 – Alu est la structure qui a la masse la plus faible (proche de 1g pour 250g de beurre protégé),
1108 versus la S10 – Papier mét ou bien la S5 – Papier coating, dont le poids est équivalent à presque 3
1109 fois le poids celle de la S2 avec des masses respectives de 2.77g et 2.84g.

1110 **3.2 – COMPOSANTS ET MATERIAUX DES EMBALLAGES INDUSTRIELS**
1111 **ET COMMERCIAUX (EIC) PAR STRUCTURES**

1112 Pour des questions de lisibilité et de clarté, des hypothèses s'appliquant à chacune des structures sont
1113 expliquées ci-dessous une seule fois afin d'alléger la lecture des prochains tableaux et se focaliser sur
1114 les hypothèses propres à chacune des structures.

1115

Composant [7]	Masse totale (g)	Nbr composant / structure (NC/S)	Materiau	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]
---------------	------------------	----------------------------------	----------	---------------	------------	-----------	-------------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------------------	--------------------------

1116

1117 [1] Pour les matières premières, les données "market for" ont été utilisées, qui comprennent un
1118 transport d'approvisionnement moyen pour la géographie considérée ainsi qu'une moyenne
1119 des données de production de matières premières qui reflètent la réalité industrielle du marché.
1120 Pour la géographie considérée, les données "RER" ont été utilisées car les fournisseurs de
1121 matières premières sont situés en Europe. Si les données "RER" ne sont pas disponibles, les

- 1122 données "GLO" ont été sélectionnées. Pour les procédés de fabrication, seules les données
1123 "RER" ont été sélectionnées sauf contre-indication pour une structure en particulier (TF)
- 1124 [2] La quantité de matière incluse dans la colonne "Masse (g)" ne comprend pas la quantité de
1125 rebut, celui-ci est ajouté séparément avec le ratio spécifique dans la colonne "Taux de rebut de
1126 fabrication, de finition ou d'assemblage". (TF)
- 1127 [3] Les clients n'ont pas fourni de taux de rebut (scrap) de leurs différents processus de fabrication.
1128 Des taux de rebut spécifiques à la transformation des plastiques ont pu être utilisés depuis les
1129 données d'inventaire de transformation des plastiques présent dans ecoinvent, cependant pour
1130 les matériaux hors plastiques, aucun taux de rebut n'a été appliqué. Pour le processus
1131 d'injection, le taux de rebut appliqué est issu de la base de données ecoinvent, à savoir 0,6%.
1132 Pour le processus d'extrusion, le taux de rebut appliqué est issu de la base de données
1133 ecoinvent, à savoir 2,4%. (F)
- 1134 [4] Comme les clients de CITEO n'ont pas fourni de données sur ce processus de finition des
1135 différentes structures, deux procédés partagés par CITEO ont été appliqués sur chacune des
1136 structures : Impression nitrocellulosique et flexographie sur une surface de 162mm x 225mm
1137 (recto). La quantité d'impression nitrocellulosique peut varier en fonction des structures et est
1138 explicité dans les ICV, cependant, la flexographie est identique pour chacune des structures.
1139 Cette donnée est développée dans la Section 3.3 (TF). Les processus de finition des structures
1140 sont considérés comme ayant lieu sur le même lieu de fabrication de ces structures (TF).
1141 Hormis l'impression nitrocellulosique et la flexographie, aucune autre finition n'est considérée
1142 dans l'étude. (F)
- 1143 [5] The R1 et R2 factor is explained in the CFF, in the Section 3.3. (TF)
- 1144 [6] La donnée matériau et donnée procédé sont les données d'ecoinvent appelées pour le
1145 composant. (TF)
- 1146 [7] Chaque composant ou matériau de composant approvisionné avec le même scénario identique
1147 pour chaque composant, à savoir 300 km en camion selon la donnée « Transport, freight, lorry
1148 16-32 metric ton, EURO4 {RER} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 |
1149 Cut-off, S ». De ce fait, ce procédé est appelé pour chaque composant, pour 300km et pour la
1150 masse du composant concerné.

1151 3.2.1 EIC D'APPROVISIONNEMENT ENTRE USINE DE PRODUCTION ET USINE DE 1152 CONDITIONNEMENT (FLEXIBLES)

1153 Des emballages industriels et commerciaux (EIC) sont nécessaire pour transporter les structures
1154 primaires vers les usines de conditionnement de beurre. Pour ce faire, chaque structure primaire est
1155 préalablement fabriquée et conditionnée via une grosse bobine « fille », elle-même provenant d'une
1156 bobine mère qui a été découpée en plusieurs bobines filles. La bobine fille va ensuite être découpée
1157 un grand nombre de fois selon le paterne de structure primaire.

1158

1159 Cette partie vise à développer les EIC qui sont nécessaires au conditionnement d'une bobine fille, et
1160 au transport vers l'usine de conditionnement de beurre. **Pour les structures flexibles, ce
1161 conditionnement est identique pour chaque structure, dans la composition et le nombre
1162 d'éléments par palette est détaillé dans le Tableau 14.**

1163

1164 Chaque bobine fille est contenue via un mandrin en carton, et protégée par une gaine en PEBD, pour
1165 un total de 36 bobines/mandrins/gaine par palette. Deux plaques carton viennent être intercalées entre
1166 les bobines filles, avec une feuille antiglisse. Un film PEBD étirable est ensuite utilisée pour finaliser la
1167 palette.

1168

1169

1170

Composant	Masse totale (g)	NC	Matériau	Masse unitaire (g)	R1 (%)	R2 (%)	Donnée matériau	Donnée procédé	Procédé scrap (%)
Bobine fille unitaire	29223*36	36/palette	Structure souple primaire	29223	Sur une palette, est contenue la structure primaire souple, pour une masse totale de 29223 grammes. Cette bobine sera ensuite découpée.				
Mandrin support bobine	180*36	36/palette	Carton plat	180 [1]	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	Compris dans la donnée procédé
Gaine PE alimentaire 40µ Laize 550	2040	1/bobine	PEBD	60	0%	40,0%	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%
Plaque carton	1600	2/palette	Carton plat	800	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	Compris dans la donnée procédé
Feuille anti glisse	120	2/palette	Carton plat	60	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	Compris dans la donnée procédé
Film PE étirable 11 microns	550	1/palette	PEBD R1=50%	550	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	25000	NA	Bois	25000	0%	30,0%	EUR-flat pallet {RER} market for EUR-flat pallet Cut-off, S	NA	0,0%

1171 **Tableau 14 EIC de l'usine de production des structures primaires vers l'usine de**
1172 **conditionnement du beurre.**

1173 [1] La masse de ce composant n'a pas été donnée. Une recherche bibliographique a été menée
1174 pour déterminer la masse de ce composant ([https://continentalgrafix.com/wp-](https://continentalgrafix.com/wp-content/uploads/2018/12/FR-Sp%C3%A9cifications%20d%27emballage_2018.pdf)
1175 [content/uploads/2018/12/FR-Sp%C3%A9cifications%20d%27emballage_2018.pdf](https://continentalgrafix.com/wp-content/uploads/2018/12/FR-Sp%C3%A9cifications%20d%27emballage_2018.pdf)). (F)
1176

1177 **3.2.2 EIC D'APPROVISIONNEMENT ENTRE USINE DE CONDITIONNEMENT ET LIEUX**
1178 **DE VENTE**

1179
1180 Des emballages industriels et commerciaux (EIC) sont nécessaires pour transporter les structures
1181 primaires des usines de conditionnement de beurre (structures contenant donc du beurre), vers les
1182 lieux de vente du beurre. Pour ce faire, chaque structure avec son beurre, est conditionné dans une
1183 caisse en carton, plusieurs cartons sont ensuite mis sur une palette qui est finalement protégée avec
1184 un film PEBD, comme détaillé dans le Tableau 15. **Ces EIC sont identiques pour toutes les**
1185 **structures.**

1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192

1193

1194

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%

1195

1196

Tableau 15 EIC de l'usine de conditionnement du beurre vers les lieux de vente, identique pour toutes les structures.

1197

3.3 MATÉRIAUX ET PROCÉDÉS DE FABRICATION SPÉCIFIQUES

1198

1199

1200

1201

1202

1203

1204

1205

1206

1207

1208

1209

1210

1211

1212

1213

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

Corrugated cardboard recycled R1=77% {RER} - EVEA CFF

Corrugated cardboard recycled R1=100% {RER} - EVEA CFF

Fin de vie, bois – EVEA CFF

Fin de vie des scraps de production

Electricity, medium voltage {FR} market for electricity, medium voltage - Scénario 2030 –

EVEA

Impression nitrocellulosique - {RER} – EVEA

BIO-POLYETHYLENE 1ere GENERATION – EVEA

Métallisation par PVD - Tous métaux - {RER} - EVEA

Polyethylene low density film recycled R1=50% {RER} - EVEA CFF

Steel, chromium, recycled 100% {RER} market | EVEA CFF

1214

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

1215

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

1216

La production de recyclage de boîtes en carton ondulé n'existe pas dans la base de données ecoinvent.

1217

Par conséquent, une nouvelle donnée a été créée sur la base des données "**Corrugated board box**

1218

{RER} production | Cut-off, U".

1219

1220

Une boîte en carton ondulé est composée de deux cartons de couverture et d'une pièce de cannelure,

1221

qui sont collés ensemble pour former la boîte en carton ondulé.

1222

1223

Pour la partie moyenne de la cannelure ondulée :

1224

- Le procédé équivalent vierge disponible est la donnée "*Containerboard, fluting medium {RER} cardboard production, fluting medium, **semi-chimique***"

1225

1226

- Le processus d'équivalent recyclé disponible est la donnée "*Containerboard, fluting medium {RER} cardboard production, fluting medium, **recyclé***"

1227

1228

1229

Pour les parties des tableaux de bord plat :

- 1230 - Le procédé équivalent vierge disponible est la donnée "*Containerboard, linerboard {RER} | cointainerboard, linerboard, kraftliner*"
- 1231
- 1232 - Le processus de recyclage disponible est la donnée "*Containerboard, linerboard {RER} | containerboard production, linerboard, testliner*".
- 1233
- 1234

1235 Par conséquent, pour modéliser une boîte en carton ondulé avec un pourcentage personnalisé de contenu recyclé, on peut modéliser une boîte en carton ondulé vierge ou avec contenu recyclé en ajustant le pourcentage de chaque sous-processus énuméré ci-dessus.

1236

1237

1238

1239 La donnée "*Containerboard, fluting medium {RER} | market for containerboard, fluting medium | Cut-off, U*" est remplacée par "*Containerboard, fluting medium {RER} | containerboard production, fluting medium, recycled | Cut-off, U*" et la donnée "*Containerboard, linerboard {RER} | market containerboard, linerboard | Cut-off, U*" par "*Containerboard, linerboard {RER} | containerboard production, linerboard, testliner | Cut-off, U*".

1240

1241

1242

1243

1244

1245 Le Tableau 16 ci-dessous présente les données d'inventaire pour la **production de carton ondulé {RER} recyclé**. Seuls les intrants et les extrants de la technosphère sont présentés ici, les autres intrants de la nature et les émissions restent inchangés. **En gras**, les modifications apportées par EVEA au processus ecoinvent.

1246

1247

1248

1249

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
Containerboard, fluting medium {RER} containerboard production, fluting medium, recycled Cut-off, U	4,86E-01
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
Containerboard, linerboard {RER} containerboard production, linerboard, testliner Cut-off, U	6,19E-01
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

1250 **Tableau 16 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER}| Production de**
1251 **recyclage | Cut-Off, U**

1252 3.3.1.2 Boîte en carton ondulé {RER}| Production vierge | Cut-off, U

1253 La production de boîtes en carton ondulé vierge n'existe pas dans la base de données ecoinvent. Par
1254 conséquent, une nouvelle donnée a été créée sur la base des données "**Corrugated box {RER}|**
1255 **production | Cut-off, U**".

1256 Une boîte en carton ondulé est composée de deux cartons de couverture et d'une pièce de cannelure,
1257 qui sont collés ensemble pour former la boîte en carton ondulé.

1258
1259 Pour la partie moyenne de la cannelure :

- 1261 - Le procédé équivalent vierge disponible est la donnée "*Containerboard, fluting medium {RER}|*
1262 *production de carton, fluting medium, **semi-chimique**"*
- 1263 - Le processus d'équivalent recyclé disponible est la donnée "*Containerboard, fluting medium*
1264 *{RER}| production de carton, fluting medium, **recyclé**"*

1265 Pour les parties des tableaux de bord :

- 1267 - Le procédé équivalent vierge disponible est la donnée "*Containerboard, linerboard {RER}|*
1268 *production de carton pour conteneurs, linerboard, **kraftliner**"*
- 1269 - Le processus de recyclage disponible est la donnée "*Containerboard, linerboard {RER}|*
1270 *containerboard production, linerboard, **testliner**"*.

1271 Ainsi, pour modéliser une boîte en carton ondulé avec un pourcentage personnalisé de contenu
1272 recyclé, on peut modéliser une boîte en carton ondulé vierge ou avec contenu recyclé en ajustant le
1273 pourcentage de chaque sous-processus énuméré ci-dessus.

1274
1275 La donnée "*Containerboard, fluting medium {RER}| market for containerboard, fluting medium|* Cut-off,
1276 *U*" est remplacée par "*Containerboard, fluting medium {RER}| containerboard production, fluting*
1277 *medium, **semichemical** | Cut-off, S*" et la donnée "*Containerboard, linerboard {RER}| market*
1278 *containerboard, linerboard| Cut-off, U*" par "*Containerboard, linerboard {RER}| containerboard*
1279 *production, linerboard, kraftliner | Cut-off, S*".

1280
1281 Le Tableau 17 ci-dessous présente les données d'inventaire pour la **production vierge de boîte en**
1282 **carton ondulé {RER}**. Seuls les intrants et les extrants de la technosphère sont présentés ici, les
1283 autres intrants provenant de la nature et des émissions restent inchangés. **En gras**, les modifications
1284 apportées par EVEA au processus ecoinvent.

1286

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
Containerboard, fluting medium {RER} containerboard production, fluting medium, semichemical Cut-off, S	4,86E-01
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
Containerboard, linerboard {RER} containerboard production, linerboard, kraftliner Cut-off, S	6,19E-01
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

1287 **Tableau 17 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER}| Production vierge |**
1288 **Cut-Off, U**

1289 3.3.1.3 Carton ondulé avec un pourcentage de recyclé {RER}

1290 Les données de production pour le carton ondulé vierge et recyclé étant maintenant créées, il est
1291 possible d'appliquer la CFF pour obtenir les **Corrugated cardboard recycled R1=77% EVEA CFF**
1292 et **Corrugated cardboard recycled R1=100% - EVEA CFF.**, "CARTON, utilisés dans l'ICV des
1293 structures primaires, ainsi que dans certains de leurs ICV.

1294

1295 Le Tableau 18 ci-dessous présente les données d'inventaire pour le **Corrugated cardboard recycled**
1296 **R1= [X] % EVEA CFF** avec R1 le pourcentage de matière recyclée contenu dans le carton.

1297

1298

1299

1300

1301

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]	$(1-R1) + (R1*(1-A) * Q_{sin}/Q_p)$
Boîte en carton ondulé {RER} Production de recyclage Cut-Off, U [1]	$R1*A$

1302 **Tableau 18 ICV pour Corrugated cardboard recycled R1= [X]% EVEA CFF**

1303 **Hypothèse :**

1304 [1] Matériau recyclé

1305 [2] Matière vierge

1306

1307 **Paramètres :** R1 = X qui varie en fonction du pourcentage de matière première recyclée, A = 0,2 ;

1308 $Q_{sin}/Q_p = 0,85$ (extrait des paramètres de la COMMISSION EUROPÉENNE. *Annexe C.*)

1309

1310 3.3.2 FIN DE VIE, BOIS, PROCÉDE DE RECYCLAGE, R2 = X% {RER} | CFF, S

1311 La fin de vie du bois n'existe pas en tant que processus avec la formule CFF dans ecoinvent, qui plus
1312 est, il n'est pas possible d'aborder une quantité spécifique de processus de recyclage (R2).

1313 Une donnée a été créée à l'aide de la formule CFF, dans le Tableau 19.

1314

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]	$(1-A)*R2$

1315 **Tableau 19 Fin de vie, Bois, Procédé de recyclage, R2 = X% {RER} | CFF, S**

1316

1317 **Hypothèse :**

1318 [1] Matériau recyclé

1319 [2] Matière vierge

1320

1321 **Paramètres :** R2 = X ; A = 0,8 ; $Q_{sin}/Q_p = 1$.

1322 540 est la densité du bois, qui peut être trouvée dans la documentation des données ecoinvent

1323 "Sawnwood, softwood, raw, dried (u=20%) {Europe without Switzerland}| sawnwood production,
1324 softwood, raw, dried (u=20%) | Cut-off, S"

1325 La fin de vie relatif à l'incinération et l'enfouissement sont expliquées en Section 3.4.

1326

1327 3.3.3 FIN DE VIE DES SCRAPS DE PRODUCTION

1328 **Source des données et description complémentaire :**

1329 • Toutes les données relatives au conditionnement sont dérivées des données de CITEO.

1330 • En raison du manque de données provenant des fournisseurs de CITEO, des pourcentages de
1331 scraps/déchets de production ont été considérés pour tous les matériaux. Les pourcentages
1332 de scrap sont issus des informations générales des données ecoinvent. Ces scraps sont
1333 considérés comme étant recyclés avec un taux de recyclage de la même valeur que les déchets
1334 ménagers en reprenant les mêmes taux définis dans la Section 3.4.

1335 • Pas de scrap/déchets liés au conditionnement du beurre dans les structures, considéré comme
1336 nul même si dans la réalité ce n'est pas le cas. Il n'a pas été possible de connaître cette valeur
1337 et elle n'est pas différenciante pour l'étude.

1338 3.3.4 ELECTRICITY, MEDIUM VOLTAGE {FR}| MARKET FOR ELECTRICITY, MEDIUM 1339 VOLTAGE - SCÉNARIO 2030 – EVEA

1340 La donnée "Electricity, high voltage {FR}| market for | cut off, U" est présente par défaut dans ecoinvent,
1341 cependant elle ne prend pas en compte des prospections de mix électrique français en 2030.

1342

1343 RTE France, à travers son rapport Bilan prévisionnel long terme « Futurs énergétiques 2050 »^{xii}
1344 entrevoit une évolution du mix électrique français, avec la répartition suivante :

1345

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

1346

1347 Pour tous les scénarios de fin de vie, lié à l'incinération et à la revalorisation énergétique, le scénario
1348 de mix électrique français 2030 a été utilisé. Pour les analyses de sensibilité sur la recyclabilité avec
1349 les taux 2021, pour la fin de vie liée à l'incinération et à la revalorisation énergétique, la donnée de
1350 base ecoinvent « *Electricity, medium voltage {FR}| market for electricity, medium voltage | Cut-off, U* »

1351

1352 De ce fait, pour le scénario 2030, la donnée « *Electricity, medium voltage {FR}| market for electricity,
1353 medium voltage | Cut-off, U* » a été adaptée avec la répartition 2030 présentée dans le tableau
1354 précédent. Cette donnée dépend de deux autres sous-données eco-invent « *Electricity, high voltage
1355 {FR}| market for | cut off, U* » et « *Electricity, medium voltage {FR}| electricity voltage transformation
1356 from high to medium voltage | Cut-off, U* », elles aussi adaptées pour tenir compte d'un scénario 2030.

1357 3.3.5 IMPRESSION NITROCELLULOSIQUE - {RER} – EVEA

1358 Le procédé d'impression nitrocellulosique n'est pas disponible sur ecoinvent, une donnée créée par
1359 EVEA a dû être utilisée pour modéliser ce procédé de finition.

1360

1361 Les deux références bibliographiques utilisées sont les suivantes :

1362

1363 <https://en.wikipedia.org/wiki/Nitrocellulose>

1364 <https://www.naturalspublishing.com/files/published/xyw3c32z825c89.pdf>

1365

1366 **Cependant, cette donnée de procédé nitrocellulosique ne prend pas en compte les intrants et**
1367 **sortants du procédés en lui-même, mais uniquement la matière nitrocellulosique nécessaire au**
1368 **dépôt. (F)**

1369

1370 Le Tableau 20 récapitule l'ICV utilisé pour modéliser le procédé de finition. Les valeurs de cellulose,
1371 d'acide critique et sulfurique ont été adaptés à partir de la bibliographie, selon un procédé de synthèse
1372 chimique.

1373

1374

1375

1376
1377
1378

Matériel créé par EVEA	
Impression Nitrocellulosique {RER} Cut-off, U - 1 kg	
Inputs	Quantity
Resources	
Water, cooling, unspecified natural origin, GLO	0,024 m3
Materials/fuels	
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
Electricity/heat	
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
Ouputs	
Emissions to air	
Carbon dioxide	0 kg
Carbon dioxide, biogenic	0,0349 kg
Water/m3	0,0093 m3
Nitric acid	0,00111 kg
Emissions to water	
Water, GLO	0,0147 m3
Nitric acid	0,00278 kg
Sulfuric acid	0,00432 kg

1379 **Tableau 20 Inventaire des données pour le procédé de finition impression nitrocellulosique**
1380 **{RER} – 1kg**

1381 3.3.6 METALLISATION PAR PVD - TOUS METAUX - {RER} – EVEA

1382 La donnée de procédé de métallisation présente sur ecoinvent « Selective coat, copper sheet, physical
1383 vapour deposition {DE}| selective coating, copper sheet, physical vapour deposition | Cut-off, U » n'est
1384 pas utilisable en tant que tel, car ce procédé est appliqué dans le cas d'un dépôt de cuivre.

1385

1386 Cette donnée a été reprise par EVEA, de façon à adapter la donnée pour de la métallisation aluminium,
1387 uniquement au niveau des consommations d'eau et d'énergie. La consommation d'aluminium est

1388 gérée dans l'ICV des structures car la quantité déposée n'est pas identique dans les différentes
1389 structures.

1390

1391 [1] La donnée de consommation électrique pour 1m2 est une donnée spécifique confidentielle
1392 issue d'un projet avec un fabricant de film métallisés en aluminium. (F).

1393

1394 Cette donnée adaptée reprend donc le procédé de métallisation, adaptée à la région RER, sans le
1395 type de matière, ni la quantité de matière déposée sur une surface. L'ICV est expliqué dans le Tableau
1396 21.

1397

1398

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

1399 **Tableau 21 Inventaire des données pour le procédé de métallisation {RER} – 1 m2**

1400 3.3.7 POLYETHYLENE LOW DENSITY FILM RECYCLED R1=50% {RER} - EVEA CFF

1401 Les données de PEBD recyclé mécanique sur ecoinvent ne permettent pas d'avoir un pourcentage
1402 spécifique de contenu en matières recyclées, et ne suivent pas la CFF. La collecte de donnée indique
1403 que le film PEBD utilisé pour gerbage des palettes contient 50% de matières recyclées
1404 mécaniquement. Une donnée spécifique a été créée pour répondre à ce besoin.

1405

1406 L'ICV d'une matière PEBD avec 50% de recyclé est expliqué dans le Tableau 22.

1407

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)

1408 **Tableau 22 Inventaire des données pour PEBD avec 50% de matières recyclées**
1409 **mécaniquement – 1 kg**

1410 Hypothèse :

1411 [1] Matériau recyclé

1412 [2] Matière vierge

1413

1414 Paramètres : R1 = 0,50 ; A = 0,5 ; Qsin/Qp = 0,75 (extrait des paramètres de la COMMISSION
1415 EUROPÉENNE, annexe C).

1416 3.3.8 STEEL, CHROMIUM, RECYCLED 100% {RER}| MARKET | EVEA CFF

1417 Les données d'acier inox avec 100% de matière recyclée n'est pas disponible sur ecoinvent, et celles
1418 disponibles ne permettent pas d'avoir un pourcentage spécifique de contenu en matières recyclées, et
1419 ne suivent pas la CFF. Une donnée spécifique a été créée pour répondre à ce besoin.

1420

1421 L'ICV de l'acier inox avec 100% de recyclé est expliqué dans le Tableau 23.

1422

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)

1423 **Tableau 23 Inventaire des données pour Steel, chromium, recycled 100% {RER}| market |**
1424 **EVEA CFF – 1 kg**

1425 Hypothèse :

1426 [1] Matériau recyclé

1427 [2] Matière vierge

1428

1429 Paramètres : R1 = 1 ; A = 0,8 ; Qsin/Qp = 1 (extrait des paramètres de la COMMISSION
1430 EUROPÉENNE, annexe C)

1431 3.3.9 SPECIFIQUE A LA STRUCTURE 3 – BIO-POLYETHYLENE 1ERE GENERATION

1432 Dans le cadre d'une analyse de sensibilité sur la provenance et l'origine des matières premières pour
1433 certaines structures, une donnée de Bio-PE à partir de canne à sucre, via la déshydratation de
1434 l'éthanol, a été créée, car non accessible directement dans ecoinvent.

1435

1436 L'inventaire de cycle de vie de cette donnée, créée par EVEA, provient d'une source confidentielle
1437 couplée à de la bibliographie. Les éléments qui composent l'ICV sont présentés dans le Tableau 24.

Matériel créé par EVEA	
Bio-PE à partir de canne à sucre – EVEA - 1 kg	
Inputs	Quantity
Resources technosphere (materials)	
Ethanol, without water, in 95% solution state, from fermentation {BR} ethanol production from sugarcane Cut-off, U	1,73 kg
Water, river, BR	12 L
Resources technosphere (heat, electricity)	
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
Outputs	Quantity
Emissions to water	
Ethanol	8,65 g
Emissions to air	
Ethanol	3,46 g
Carbon dioxide, biogenic	141 g

1439 **Tableau 24 Inventaire des données pour Bio-PE à partir de canne à sucre – 1 kg**TRANSPORTS
1440 **D'APPROVISIONNEMENT**

1441 3.3.10 DES MATIERES PREMIERES VERS LES USINES DE FABRICATION ET/OU DES
1442 USINES DE FABRICATION DES COMPOSANTS VERS USINES DE FABRICATION
1443 DES STRUCTURES

1444 Comme expliqué dans les sections générales des ICV des structures primaires et leurs EIC
1445 correspondant, chaque matière première des composants est considérée comme approvisionné de la
1446 même façon :

1447

- 1448 • Chaque composant ou matériau de composant approvisionné avec le même scénario identique
1449 pour chaque composant, à savoir 300 km en camion selon la donnée « Transport, freight, lorry
1450 16-32 metric ton, EURO4 {RER}| market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 |
1451 Cut-off, S ». De ce fait, ce procédé est appelé pour chaque composant, pour 300km et pour la
1452 masse du composant concerné.

1453

1454 3.3.11 DES USINES DE FABRICATION DES STRUCTURES PRIMAIRES VERS LES
1455 USINES DE CONDITIONNEMENT

1456 Une fois que les structures primaires sont conditionnées dans leurs EIC en direction de l'usine de
1457 conditionnement, le transport décrit ci-dessous est appliqué :

1458

- 1459 • 300 km en camion selon la donnée « Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO4 {RER}|
1460 market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO6 | Cut-off, S »

1461

1462 3.3.12 DES USINES DE CONDITIONNEMENT VERS LES LIEUX DE VENTE

1463 Une fois que le beurre est conditionné dans les structures primaires, celles-ci sont conditionnées dans
 1464 de nouveaux EIC en direction des lieux de vente, et un transport paramétré selon la charge d'un
 1465 camion, est décrit ci-dessous et est appliqué.
 1466

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]

1467 **Tableau 25 Donnée de transport, entre usine de conditionnement et lieux de vente**

1468 [1] La consommation de carburant d'un camion étant largement dépendante de la charge qu'il
 1469 transporte, une fiche de transport paramétrée prenant en compte la charge effective a été
 1470 utilisée, pour chaque structure. La charge effective du camion dépend de l'optimisation du plan
 1471 de palettisation et est donc spécifique à chaque emballage. La valeur de la charge effective
 1472 calculée pour chaque emballage est reprise dans la dernière colonne du Tableau 26. Le beurre
 1473 étant transporté dans des camions réfrigérés, nous avons également inclus l'impact de la
 1474 réfrigération dans les données. Les paragraphes suivants détaillent la construction du transport
 1475 paramétré.
 1476

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S10
Poids total (produit + emballage I, II et III) (kg)	0,274	0,273	0,274	0,273	0,275	0,274	0,275
Nbr structures par palette	2400						
Poids palette (T)	658,7	655,4	657,6	656,3	659,8	658,6	659,7
Nombre Palette / camion	33						
Poids camion (T)	21,7	21,6	21,7	21,7	21,8	21,7	21,8
Poids max (25 Tonnes réfrigéré)	25						
Taux de chargement	87%	87%	87%	87%	87%	87%	87%
Nbr structures par camion	79200						

1477 **Tableau 26 Valeur de la charge effective calculée (Poids Camion) pour chaque structure**
 1478 **(beurre contenu, packaging primaire et EIC vers Lieux de ventes)**

1479 3.3.12.1 TRANSPORT AVEC CONSOMMATION DE CARBURANT EN FONCTION DE LA CHARGE

1480 3.3.12.1.1 INTRODUCTION

1481
 1482 Le calcul des impacts du transport routier de marchandises avec des données moyennes calculées
 1483 par t.km n'est pas toujours satisfaisant. L'objectif ici est de proposer un modèle de données de
 1484 transport adaptatif en fonction de la charge du camion et de son retour à vide, basé sur les données
 1485 de transport routier ecoinvent, tout en gardant une certaine simplicité d'utilisation.

1486 3.3.12.1.2 CONSTRUCTION DES DONNÉES DE TRANSPORT

1487

1488 Afin de construire les données de transport, il a été nécessaire de déterminer un modèle de
 1489 consommation et d'émission spécifique à un chargement de camion. Le taux de retour à vide a été
 1490 déterminé comme un trajet de camion avec un chargement nul.

1491 Les ensembles de données ecoinvent pour le transport par camion sont donnés en [t.km] et prennent
 1492 en compte un chargement moyen (connu) incluant un taux de retour à vide moyen. Un résumé des
 1493 hypothèses ecoinvent pour le transport routier est disponible dans le Tableau 27

1494

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

1495 **Tableau 27 Données ecoinvent et ADEME utilisées pour le transport par camion.**

1496

1497 [1] Bilan Carbone V6

1498 [2] EcoTransIT World: Methodology and Data – Update July 31th, 2011

1499

1500 Objectif : Décomposer le déplacement d'un camion chargé en trois termes :

- 1501 - Déplacement du camion vide
- 1502 - Déplacement du chargement
- 1503 - Déplacement du camion vide lié au retour à vide (TRAV).

1504

1505 La formule suivante est alors utilisée :

1506

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

1508

1509 3.3.12.1.3 UTILISATION DE LA MÉTHODE COPPERT III

1510

1511 La méthode COPPERT III^{xiii} a été utilisée pour déterminer l'impact de la charge seule par rapport à
 1512 l'impact d'un camion vide. L'influence de la charge sur la consommation de carburant et les émissions
 1513 de combustion suit la formule suivante :

$$1514 \quad LCe_{HOT;i,j,k} = e_{HOT;i,j,k} \times \left[1 + 2 \times LCorr_i \times \frac{LP - 50}{100} \right]$$

1515 Avec :

1516 - $LCe_{HOT;i,j,k}$: facteur d'émission d'un polluant i [g/km] d'un véhicule de la catégorie j corrigé

1517 - $e_{HOT;i,j,k}$: facteur d'émission d'un polluant i [g/km] d'un véhicule de la catégorie j, pour un taux de
 1518 charge de 50 %

1519 - LP : charge du véhicule [%]

1520 - $LCorr_i$: facteur de correction de la charge polluante i.

1521

1522 Cette formule est utilisée et appliquée pour chaque émission/consommation dans l'ensemble de
 1523 données ecoinvent pour laquelle un facteur d'émission peut être calculé.

1524

1525 3.3.12.1.4 APPLICATION AUX DONNÉES ECOINVENT

1526 À partir des données ecoinvent, la valeur de chaque flux correspondant au camion vide (c'est-à-dire
1527 sans chargement) a été déterminée. Chaque valeur de flux a ensuite été déconstruite et reconstruite.
1528 Pour ce faire, les émissions et la consommation liées au camion vide ont d'abord été dissociées de
1529 celles spécifiques au camion plein.

1530

1531 Afin de calculer la valeur de flux liée au camion vide, les données ERR et charge transportée des
1532 données ecoinvent ont été recalculées car elles ne sont pas fournies dans la documentation ecoinvent.
1533 Ce travail nous a permis de décomposer la valeur du flux lié au camion vide, à la charge moyenne
1534 ecoinvent, à l'ERR ecoinvent et à la charge maximale ecoinvent.

1535

1536 Ce travail a ensuite été appliqué à la valeur du flux relatif au camion plein (et donc à la charge). Enfin,
1537 les valeurs de flux relatives au camion vide et au camion plein ont été combinées pour reconstituer le
1538 trajet d'un camion chargé. Cette manipulation a permis de faire varier le taux de retour à vide réel et la
1539 charge réelle transportée.

1540

1541 Pour la partie réfrigération, la donnée "Operation, reefer, cooling {GLO}| market for operation, reefer,
1542 cooling | Cut-off, U R134 only" a été appelée dans les mêmes quantités que pour les transports
1543 frigorifiques ecoinvent que dans "Transport, freight, lorry with reefer, cooling {GLO}| transport, freight,
1544 lorry with reefer, cooling | Cut-off, U".

1545

1546 3.3.12.1.5 LIMITES D'UTILISATION

1547 Cette méthode présente de nombreuses limites puisqu'elle ne peut être appliquée qu'aux flux pour
1548 lesquels des facteurs de correction sont disponibles. Néanmoins, la consommation de carburant étant
1549 un élément important des données de transport, son influence sur les impacts est importante.

1550

1551 La méthodologie est tirée de COPPERT III, qui est assez ancien, mais elle améliore la précision des
1552 impacts du transport par camion d'ecoinvent, qui sont plus récents.

1553

1554 La méthode doit être utilisée principalement pour évaluer au mieux les impacts d'un chargement de
1555 camion sur la consommation de carburant, car l'influence du transport et en particulier du chargement
1556 sur le transport est importante pour l'ACV en question.

1557 **3.4 FIN DE VIE**

1558 Les emballages primaires, secondaires et tertiaires, ainsi que les emballages d'approvisionnement et
1559 de distribution sont considérés comme aboutissant dans le flux de déchets municipaux où ils peuvent
1560 être triés pour être recyclés ou envoyés pour un traitement final (mise en décharge ou incinération).

1561

1562 La fin de vie des emballages primaires des structures est décrit selon le Tableau 28. Les éléments
1563 surlignés en vert sont considérés comme recyclables, en 2030, dans le bac de tri. La fin de vie associée
1564 à ces éléments recyclables sera donc un taux de recyclabilité, et le taux résiduel restant sera partagé
1565 avec le taux d'incinération et d'enfouissement projeté sur 2030. Les éléments non surlignés en vert
1566 sont donc considérés non recyclables, leur fin de vie sera partagée avec le taux d'incinération et
1567 d'enfouissement projeté sur 2030.

1568

Solution	Type	Nom	Détails
S1	Souple	Film papier à 54%	Papier 54% / PE 18% / Alu 26% / autre 1%
S2	Souple	Alu 88%	Aluminium 88% / autres 12%
S3	Souple	PE chargé de densité <1	PE 90% / Charge 9% / autre 1%
S4	Souple	PP métallisé non orienté	PP 99% / autre 1%
S5	Souple	Papier à 85%	Papier 85% / coating 15%
S6	Souple	Papier métallisé /PET	Papier 86% / adhésif / PET métallisé 4,5 µ
S10	Souple	Papier ingraissable métallisé	Papier ingraissable métallisé

1569 **Tableau 28 Composants des structures primaires considérés comme recyclables, en 2030**

1570 Les 2 types d'EIC sont considérés comme recyclés, car les boîtes en carton monomatériau peuvent
1571 facilement suivre les flux de recyclage du papier carton. Pour les films en PEBD, qui sont collectés par
1572 les industriels lors de la chaîne de valeurs, ils sont considérés comme recyclables et recyclés avec le
1573 même taux que le PE filière souple projetée en 2030.

1574

1575 3.4.1 SCÉNARIO DE FIN DE VIE

1576 **Source des données et description complémentaire :**

- 1577 • Il a été supposé que toutes les structures et leurs EIC respectifs finissent leur vie sur le
1578 marché ciblé, à savoir le marché français. (TF)
- 1579 • Toutes les données de fin de vie, pour le scénario de base, soit en 2030, les données d'un
1580 rapport de l'ADEME^{xiv} « Evaluation environnementale de la consigne pour réemploi des
1581 emballages en France », et du rapport « Emballages ménagers : Quelles trajectoires
1582 prévisionnelles pour 2030 ? Point presse – 15 mai 2023 » de CITEO^{xv}. Les sources
1583 bibliographiques sur lesquelles se base le rapport de l'ADEME, sont accessibles au sein du
1584 rapport en question.
- 1585 • Toutes les données de fin de vie, pour l'analyse de sensibilité, les données proviennent de
1586 CITEO 2021^{xvi} pour les taux de recyclage relatifs à la France.

1587 3.4.2 APERÇU DE LA FIN DE VIE

1588 Le Tableau 29 ci-dessous reprend les données en pourcentage de fin de vie en France. Les deux
1589 premières lignes considèrent les taux d'incinérations (valorisation énergétique) et d'enfouissement,

1590 dans le cas où un matériau n'est pas recyclé. Pour les matériaux, un taux de recyclage est appliqué,
 1591 et le taux résiduel restant non recyclé sera partagé avec le taux d'incinération et d'enfouissement.
 1592

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%

1593 **Tableau 29 Données sur la fin de vie par typologie de matériaux, en France, en 2030.**

1594 Pour le taux % de recyclage du PEBD pour les films de palette, le taux du PEBD (ménager) a été
 1595 appliqué. En réalité, le taux spécifique de recyclage des films palette en PEBD est supérieur à 40%
 1596 (s'approchant de 90%), cependant cet élément de l'étude n'a pas été modifié entre la 1^{ère} et la 2^{ème}
 1597 itération, car il n'est pas différenciant entre les solutions ; le plan de palettisation est identique pour
 1598 toutes les solutions, et il est très minoritaire dans l'ensemble des impacts du cycle de vie.

1599 3.4.3 FIN DE VIE PAR RÉGION : RECYCLAGE

1600 3.4.3.1 Données CFF

1601 Le Tableau 30 ci-dessous présente l'inventaire et les paramètres du cycle de vie des matériaux qui
 1602 contiennent un pourcentage de recyclé.

1603

1604

1605

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

1606 **Tableau 30 Données CFF pour les matériaux contenant un pourcentage de recyclé**

1607 **3.4.3.2 Recyclage des produits finis**

1608 Le Tableau 31 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie du processus de recyclage pour les

1609 matériaux compris dans les emballages primaires ainsi que leurs EIC correspondant.

1610 Pour chaque matériau, la donnée de procédé de recyclage est explicitée, ainsi que deux taux de

1611 recyclage. Le premier taux R2 est repris du Tableau 29 (taux de recyclabilité en 2030). Le deuxième

1612 taux R2 est utilisé dans le cadre d'une analyse de sensibilité, avec les taux réels CITEO explicités en

1613 Section 3.4.1.

1614

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

Matériau	Modélisation du recyclage	France
	R2 2030	40%
	R2 2021	6,2%
Adhésifs, Coating, Finitions, PET non recyclable [3]	Donnée de procédé de recyclage	NA
	R2 2030	NA
	R2 2021	NA

1615
1616
1617

Tableau 31 Inventaire des processus de recyclage pour les emballages primaires, secondaires et tertiaires par région

1618 **Hypothèses :**

- 1619 [1] Comme il n'y a pas de données spécifiques pour le recyclage mécanique du PP au sein
1620 d'ecoinvent, une hypothèse a été faite sur ce processus de recyclage étant similaire aux
1621 données sur le polyéthylène recyclé. (F)
1622 De même, CITEO indique que le flux de recyclage du PP souple à l'avenir, sera un flux recyclé
1623 par un procédé de recyclage chimique. Ce type de procédé n'existant pas à l'échelle industrielle
1624 et donc non présent dans ecoinvent, une approximation par un recyclage mécanique a été faite.
1625 (FF). Cette approximation amène avec certitude, à sous-estimer l'impact de la fin de vie de la
1626 solution souple, car le recyclage chimique sera sûrement plus impactant et énergivore que le
1627 recyclage mécanique.
- 1628 [2] Le procédé de recyclage du carton ne figure pas dans la base de données ecoinvent. EVEA a
1629 créé de nouveaux processus de recyclage du carton en adaptant les données ecoinvent. Les
1630 détails de ces modifications sont disponibles dans la Section 3.3. (F)
- 1631 [3] Ces composants/éléments n'ont pas vocation à être recyclés, et sont considérés comme
1632 incinérés et/ou enfouis selon les tableaux des Sections 3.4.4 et 3.4.5. (F)
1633

1634 **3.4.4 FIN DE VIE PAR RÉGION : VALORISATION ÉNERGÉTIQUE**

1635 **3.4.4.1 Récupération d'énergie**

1636 Le Tableau 32 ci-dessous présente les données utilisées pour la récupération d'énergie, en France.
1637

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

1638 **Tableau 32 Inventaires de récupération d'énergie par région**

1639
1640 **Hypothèses :**

1641 Lors de l'incinération, l'électricité et l'énergie thermique peuvent être récupérées en fonction de
1642 l'efficacité de l'incinérateur.
1643 Pour évaluer l'énergie récupérée, nous appliquons la formule suivante donnée par la formule de
1644 l'empreinte circulaire (CFF) recommandée par la Commission européenne :
1645

1646
1647
$$\text{Electricity recovered} = \text{Part of material incinerated} * LHV * X_{ER,elec}$$

1648
$$\text{Heat recovered} = \text{Part of material incinerated} * LHV * X_{ER,heat}$$

1649

1650 PCI : Pouvoir calorifique inférieur (MJ/kg)

1651 XER_{elec} : efficacité du processus de récupération d'énergie sur le site d'incinération pour l'électricité

1652 XER_{heat} : efficacité du processus de récupération d'énergie sur le site d'incinération pour la chaleur

1653

1654 Le Tableau 33 ci-dessous présente les données de récupération de l'efficacité énergétique utilisées
1655 pour la récupération d'énergie et récupération d'électricité, en France.

1656

1657

<i>Efficacité de la récupération d'énergie en France [1]</i>			
	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

1658 **Tableau 33 Données de production d'énergie nette utilisées pour la récupération d'énergie par**
1659 **région**

1660 **Hypothèse :**

1661 [1] Le référentiel ADEME pour l'ACV comparative des emballages^{xvii} donne une valeur de XER_{elec}
1662 et XER_{heat} spécifique au territoire français. Ces deux valeurs ont été retenues pour la France
1663 et l'Europe. (TF)

1664 [2] Les taux de récupération pour la production d'électricité et de chaleur sont indiqués dans la
1665 documentation du processus d'incinération dans la base de données ecoinvent. Voir la
1666 Section 3.4.4.2 pour les détails des procédés d'incinération sélectionnés. (TF)

1667

1668 3.4.4.2 Valorisation énergétique du produit final

1669

1670 **Hypothèses générales :**

- 1671 • Les pourcentages de déchets entrant dans le flux enfouissement sont détaillés à la Section
- 1672 3.4.2.

1673

1674 Le Tableau 34 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie des différents processus de
1675 valorisation énergétique des matériaux, en France.

1676

1677 Les taux R3 pour 2030 et 2021, sont calculés par cette formule : $tx_inc*(1-R2)$

1678

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

1679

Tableau 34 Inventaire des processus de valorisation énergétique en France

1680 Pour information, la donnée Scrap steel {CH}| treatment of scrap steel, municipal incineration | Cut-off,
1681 S " n'inclut pas de l'extraction de matière issues des mâchefers avec un potentiel recyclage de ces
1682 matières, car l'acier inox est difficile à extraire par effet magnétique. Cette matière issue des
1683 mâchefers, si recyclée, est d'une qualité bien moindre par rapport à celle requise pour la création
1684 d'emballages alimentaires.

1685 3.4.5 FIN DE VIE PAR RÉGION : ÉLIMINATION

1686 **Hypothèses générales :**

1687 • Les pourcentages de déchets destinés au flux enfouissement sont détaillés à la Section 3.4.2.

1688

1689 Le Tableau 35 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie des différents matériaux mis en
1690 décharge en France, pris en compte dans le scénario enfouissement.

1691

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

1692

Tableau 35 Inventaire de processus enfouissement en France

1693 4 ÉVALUATION DE L'IMPACT DU CYCLE DE VIE ET 1694 INTERPRÉTATIONS

1695 Les impacts sur l'environnement sont évalués à l'aide de la méthode de calcul présentée à la [Section](#)
1696 [2.6](#). La section suivante présente et compare les impacts du cycle de vie des structures flexibles
1697 entre elles.

1698 Cette section est définie en plusieurs parties qui sont les suivantes :

- 1699 • Catégorie d'impacts sélectionnées
- 1700 • Comparaison du Cycle de Vie complet sur les catégories d'impacts sélectionnées
- 1701 • Comparaison de deux étapes du cycle de vie
 - 1702 ○ Matières premières et fabrication + Analyses de sensibilité
 - 1703 ○ Fin de vie des structures, packaging primaire

1704 Pour des soucis de lisibilité et lecture, uniquement les graphes sont présentés dans le rapport. Les
1705 tableaux et données ayant servis à construire les graphes seront présentés dans un fichier excel
1706 annexé au rapport (Section 7.2).

1707 4.1 CATÉGORIES D'IMPACTS SÉLECTIONNÉES

1708 Pour cette étude, les indicateurs d'impact ont été choisis parmi la méthode de l'empreinte
1709 environnementale proposée par le Centre commun de recherche de la Commission européenne. Les
1710 16 indicateurs proposés par cette méthode sont décrits dans la Section 2.6.

1711
1712 Compte tenu des résultats de l'analyse LCIA sur la méthode EF 3.1 (Score unique) selon le Tableau
1713 36 ci-dessous, les indicateurs d'impact contribuant à plus de 80% de l'impact cumulé sur le score
1714 unique auraient pu être choisis, cependant, l'indicateur sur le changement climatique a été
1715 principalement sélectionné pour la suite du rapport, pour des raisons de demande de CITEO et de ses
1716 clients. Les valeurs pour les 15 autres indicateurs sont présentées dans l'annexe excel (Section 7.2).
1717 Le score unique est aussi présenté par moment, cependant aucune communication au grand public
1718 ne peut être réalisée sur cet indicateur. Enfin, certains résultats seront présentés avec l'indicateur
1719 CED.

1720
1721 Cette méthode de choix des indicateurs d'impact (80% de l'impact cumulé sur le score unique) est
1722 décrite dans le document d'orientation PEFCR proposé par la Commission européenne (Fazio & et al.,
1723 2018)^{viii}.

1724

1725

1726

1727

1728

1729

1730

Catégorie d'impacts	S1 - Actuel	S2 - Alu	S3 - LDPE chargé	S4 - PP met	S5 - Papier coating	S6 - Papier PET met	S10 - Papier met
---------------------	----------------	----------	------------------------	----------------	---------------------------	------------------------------	------------------------

Changement climatique	33%	33%	34%	33%	32%	31%	31%
Appauvrissement de la couche d'ozone	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Rayonnement ionisant	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Formation d'ozone photochimique	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%
Particules fines	13%	14%	13%	13%	13%	14%	14%
Toxicité humaine. non cancérigène	2%	2%	1%	1%	2%	2%	2%
Toxicité humaine. cancer	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Acidification	5%	6%	5%	5%	5%	5%	5%
Eutrophisation. eau douce	7%	6%	6%	6%	7%	6%	6%
Eutrophisation. marine	3%	3%	3%	2%	3%	3%	3%
Eutrophisation. terrestre	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Ecotoxicité. eau douce	2%	2%	2%	2%	3%	2%	3%
Utilisation des sols	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%
Utilisation de l'eau	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Utilisation des ressources. fossiles	19%	19%	21%	20%	19%	18%	18%
Utilisation des ressources. minéraux et métaux	3%	3%	3%	4%	4%	5%	4%
Total en % pour les 6 premiers indicateurs contributeurs	84%	84%	85%	83%	83%	81%	81%

1731 **Tableau 36 Contribution de chaque indicateur d'impact au score unique de chaque produit**

1732 **Les cellules colorées en vert/jade** représentent les indicateurs **qui contribuent le plus au score**
1733 **unique des différents structures.** Il s'agit de contributeurs majeurs, calculés de manière cumulative,
1734 du contributeur le plus élevé au contributeur le plus faible, jusqu'à atteindre une contribution minimale
1735 de 80%. Ces indicateurs sont au nombre de 6.

1736

1737 En première position, le Changement climatique

1738 En deuxième position, l'Utilisation des ressources, Fossiles

1739 En troisième position, l'émissions de Particules fines

1740 Et sur les 3 positions suivantes : la Formation d'ozone photochimique, l'Eutrophisation. eau douce et

1741 l'Acidification.

1742

1743 4.1.1 CLASSEMENT DES SOLUTIONS FLEXIBLES SUR LES 16 INDICATEURS

1744

1745

1746

1747

1748

1749

Catégorie de dommages	Unité	S1 - Actuel	S2 - Alu	S3 - LDPE chargé	S4 - PP met	S5 - Papier coating	S6 - Papier PET met	S10 - Papier met
<u>Climate change</u>	kg CO2 eq	7	4	5	6	1	3	2

Ozone depletion	kg CFC11 eq	6	4	1	2	3	7	5
Ionising radiation	kBq U-235 eq	5	3	1	2	4	6	7
<u>Photochemical ozone formation</u>	kg NMVO C eq	7	3	2	5	1	4	6
<u>Particulate matter</u>	disease inc.	4	3	1	5	2	6	7
Human toxicity, non-cancer	CTUh	7	6	1	3	2	4	5
Human toxicity, cancer	CTUh	7	6	2	3	1	4	5
<u>Acidification</u>	mol H+ eq	7	6	1	4	2	3	5
<u>Eutrophication, freshwater</u>	kg P eq	7	3	1	2	4	5	6
Eutrophication, marine	kg N eq	7	3	1	4	2	5	6
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	4	3	1	5	2	6	7
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	5	2	1	4	3	6	7
Land use	Pt	5	1	2	3	4	6	7
Water use	m ³ depriv.	4	2	1	5	3	6	7
<u>Resource use, fossils</u>	MJ	6	2	5	7	1	4	3
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	4	2	3	6	1	7	5

1750 **Tableau 37 Classement en rang des structures selon les indicateurs du PEF, de la note de 1**
1751 **(meilleur rang) à 7**

1752 Les solutions S3 et S5 sont les moins impactantes sur la plupart des indicateurs. En effet, S3 est le
1753 plus souvent le mieux positionné, notamment sur 10 des 16 indicateurs. Cependant, S5 est meilleur
1754 sur deux des indicateurs principaux : Changement Climatique et Utilisations de Ressources Fossiles,
1755 là où la S3 se positionne en 6^{ème} place. De ce fait, les solutions pressenties les moins impactantes
1756 semblent être les S3 et S5.

1757

1758 S2, S4 et S6 se positionnent ensuite, et enfin dans les structures les moins bien placées selon les
1759 indicateurs, se trouvent la S10 et la S1 avec le plus de positions rang 6 et 7, malgré la position en n°2
1760 de la S10 sur le changement climatique.

1761

1762 Il est important de noter que ce tableau et cette représentation donne un rang à chaque structure en
1763 fonction de l'indicateur, afin d'avoir une vision globale, **mais ne met pas en lumière les différences**
1764 **d'écarts entre les rangs, ce qui représente une limite à ce type de représentation. Pour une**
1765 **vision plus détaillée, les écarts relatifs entre les solutions selon les indicateurs sont exposées**
1766 **en annexe excel (Section 7.2).**

1767

1768 **Ainsi, le résultat d'une comparaison à score unique ne montre qu'une tendance.** L'un de ses
1769 principaux objectifs est d'aider à la prise de décision en ayant une vision globale des impacts via un
1770 seul indicateur. **Il est nécessaire de prendre en compte les autres indicateurs lors de l'analyse**
1771 **des résultats. Le score unique n'est pas destiné à la communication externe.**

1772

1773 Pour la suite de l'étude, les résultats seront présentés selon les catégories d'impacts les plus pertinentes, à savoir parfois avec le score unique décomposé selon les 6 indicateurs majoritaires, soit

1774 parfois sur le changement climatique.

1777 4.2 ÉVALUATION COMPARATIVE

1778 4.2.1 COMPARAISON SUR LA BASE DE L'UNITÉ FONCTIONNELLE

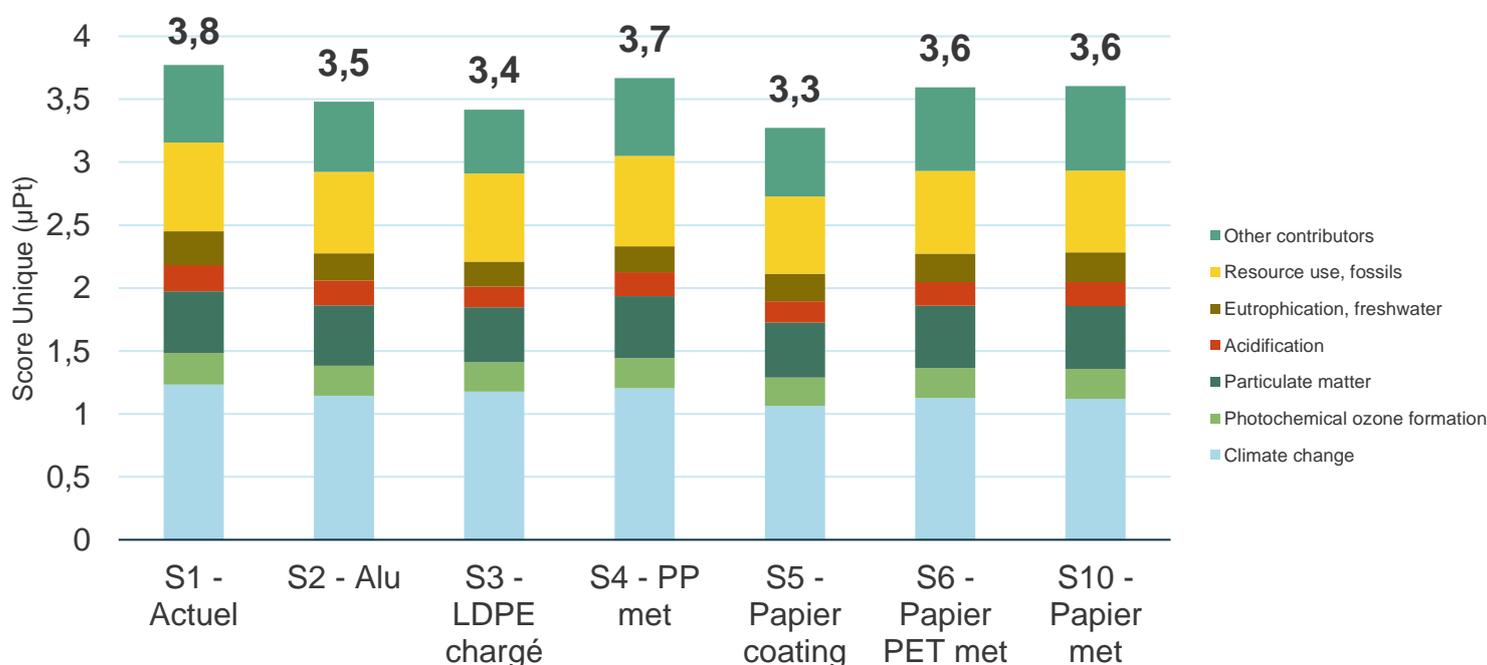
1779 Pour déterminer quelle structure génère le moins d'impacts sur l'environnement, chaque structure sera comparée sur la base de l'unité fonctionnelle, en tenant compte de toutes les étapes du cycle de vie (rappel Section 2.2.1).

1782

1783 Les résultats basés sur l'unité fonctionnelle sont présentés dans le Graphique 2 suivant.

1784 En annexe, le Graphique 19 reprend les 16 indicateurs (avec la décomposition des 10 autres indicateurs contributeurs)

1786



1788 **Graphique 2 Comparaison des impacts du cycle de vie des structures flexibles entre elles, sur**
1789 **la base de l'unité fonctionnelle, en score unique, sur les 6 indicateurs majoritaires et les**
1790 **indicateurs restants**

1791 Le Graphique 2 compare les structures flexibles entre elles, selon le score unique, en détaillant les 6
1792 indicateurs majoritaires et les 10 autres indicateurs regroupés ensemble.

1793

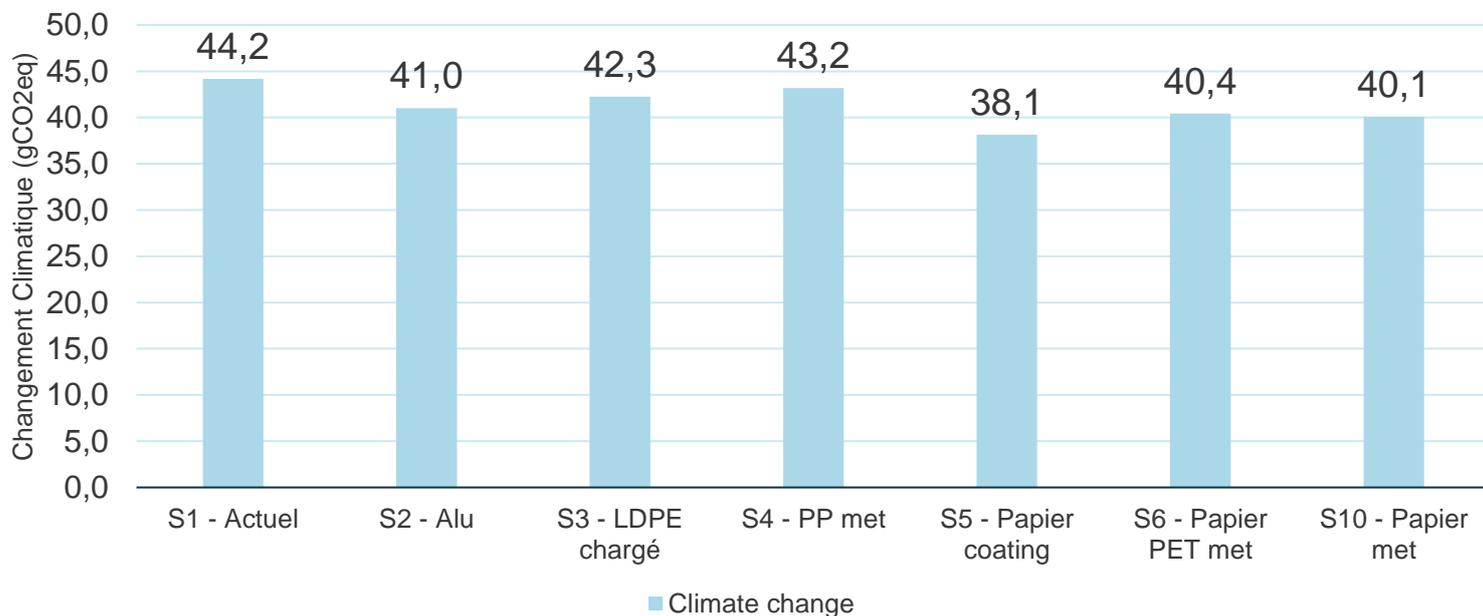
1794 Sur la base du score unique, les solutions S3 et S5 se positionnent en premier avec un score unique
1795 respectif de 3,4µPt et 3,3µPt.

1796

1797 D'un autre côté, la solution S1 – Actuelle est celle avec le score unique le plus élevé, de 3,8µPt. Entre
1798 la S1 et les deux meilleures solutions, se trouvent les 4 autres flexibles ayant des impacts similaires
1799 variant entre 3,5µPt et 3,7µPt.

1800

1801 De manière générale, les écarts entre les meilleures et les moins bonnes des solutions flexibles, d'un
 1802 point de vue score unique, restent très proches et non significatif entre elles. Afin de mieux distinguer
 1803 les différences, c'est-à-dire les étapes différenciantes entre les structures et notamment les
 1804 améliorations entre la S1 actuel et les autres structures flexibles, la Section 4.4. comporte les
 1805 Graphique 5 et Graphique 7 permettant d'aller dans ce détail.



1807 **Graphique 3 Comparaison des impacts du cycle de vie des structures flexibles entre elles, sur**
 1808 **la base de l'unité fonctionnelle, sur l'indicateur changement climatique**

1809
 1810 L'analyse selon le changement climatique (Graphique 3) montre la tendance similaire avec un écart
 1811 absolu entre la S1 et la S5 de 6gCO₂eq soit 13% d'écart relatif.

1812
 1813 Cette première partie sur les résultats permet dans un premier temps de montrer que la solution S1 –
 1814 Actuelle, semble être la moins performante d'un point de vue environnemental en 2030 comparée aux
 1815 autres solutions flexibles envisagées, et qu'aucune d'entre elles ne semble se positionner plus
 1816 impactante que la S1 Actuelle.

1817
 1818 Ensuite, les différences entre les structures sont relativement faibles, et il n'est pas possible en l'état
 1819 de démontrer qu'une solution est environnementalement meilleure qu'une autre, avec une
 1820 significativité suffisamment robuste.

1821 4.2.2 POTENTIELS TRANSFERTS D'IMPACTS ENTRE LES SOLUTIONS

1822 Les structures flexibles S3 et S5 étant identifiées comme potentiellement celles ayant des impacts
 1823 environnementaux les plus faibles parmi les structures flexibles, le Tableau 38 reprend les valeurs
 1824 d'impacts des deux structures selon tous les indicateurs, afin d'identifier des différences et de
 1825 potentiels transferts d'impacts.

1826
 1827
 1828
 1829
 1830
 1831
 1832

Catégorie de dommages	Unité	S3 - LDPE chargé	S5 - Papier coating	ER S5/S3
Score unique	μPt	3,4	3,3	-4%
<u>Climate change</u>	kg CO2 eq	4,2E-02	3,8E-02	-10%
Ozone depletion	kg CFC11 eq	9,5E-10	1,0E-09	8%
Ionising radiation	kBq U-235 eq	-7,7E-04	-9,6E-05	-87%
<u>Photochemical ozone formation</u>	kg NMVOC eq	2,0E-04	1,9E-04	-3%
<u>Particulate matter</u>	disease inc.	2,9E-09	2,9E-09	0%
Human toxicity, non-cancer	CTUh	3,6E-10	3,6E-10	2%
Human toxicity, cancer	CTUh	1,6E-11	1,6E-11	0%
<u>Acidification</u>	mol H+ eq	1,5E-04	1,5E-04	3%
<u>Eutrophication, freshwater</u>	kg P eq	1,1E-05	1,2E-05	11%
Eutrophication, marine	kg N eq	5,7E-05	5,8E-05	2%
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	4,8E-04	4,8E-04	0%
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	2,4E-01	2,5E-01	4%
Land use	Pt	-5,4E-02	1,5E-01	374%
Water use	m3 depriv.	8,4E-03	9,5E-03	13%
<u>Resource use, fossils</u>	MJ	5,5E-01	4,8E-01	-13%
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	9,9E-08	9,7E-08	-3%

1834

1835

Tableau 38 Comparaison des impacts des structures S3 et S5, selon les 16 indicateurs et le score unique

1836

1837

1838

1839

1840

1841

1842

1843

1844

1845

1846

1847

1848

La S5 est moins impactante que S3 sur deux indicateurs participant majoritairement au score unique du PEF ; le Changement Climatique (-10%) et l'Utilisation de Ressources Fossiles (-13%).

Cependant, un transfert d'impact est observé un autre indicateur contributeur majoritaire au score unique, l'Eutrophisation en eau douce (+11%) en défaveur de la S5. En analysant les flux élémentaires contributeurs, cette différence de 11% est significative, car provenant uniquement du fait que S5 contient du papier et un vernis acrylique (pesant pour presque 20% des impacts de la S5 sur cet indicateur), ce qui n'est pas le cas de S3. Les autres différences relatives sur les autres indicateurs majoritaires ne sont pas significatives.

Il est important à noter, que sur l'indicateur non majoritaire qu'est l'Utilisation et Occupation des sols (Land Use), un très fort transfert d'impact est observé avec un écart relatif de +374% en défaveur de la S5, principalement dû à l'utilisation de papier dans la structure.

1849

1850

1851

1852

1853

Il y'a donc enjeu sur la disponibilité ou non de la ressource bois en quantité suffisante (Land Use) pour tous les usages envisagés en 2030. Si une compétition pour l'usage est observée avec une forte augmentation de la demande en bois/papier, 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).

1854 4.3 DÉTAILS PAR ÉTAPES DU CYCLE DE VIE

1855 Bien qu'il semble ne pas y avoir de différences significatives d'impacts environnementaux entre les
1856 différentes structures flexibles, il est important de noter que les systèmes ont un impact sur
1857 l'environnement.

1858 À cette fin, nous détaillons ci-dessous l'impact, étape par étape, de chaque produit, au cours de leur
1859 cycle de vie respectif.

1860

1861 Les étapes du cycle de vie prises en compte sont détaillées dans la Figure 2 et sont les suivantes :

1862 **Matières premières** : Comprend l'extraction et la première production/première transformation des
1863 matières premières (plastiques, métaux, etc.).

1864 **Fabrication** : Comprend les processus de transformation des matériaux en composants (injection,
1865 extrusion, travail du métal) ainsi que les déchets de production quand il y en a. La fin de vie des déchets
1866 de production n'est pas prise en compte dans l'étude en raison du manque de données (excepté pour
1867 les plastiques).

1868 **Finition** : Comprend les processus de finition des composants

1869 **MP/FABRICATION** : Concerne les **matières premières**, la **fabrication** et la **finition** des composants
1870 de l'**emballage primaire**.

1871 **EIC Prod° vers Condi°** : Il s'agit des **matières premières**, de l'**approvisionnement et de la**
1872 **fabrication** des EIC utilisés pour transporter les structures entre l'usine de fabrication et l'usine de
1873 conditionnement de beurre.

1874 **FDV EIC Prod° vers Condi°** : Il s'agit de la fin de vie des précédents EIC cités, fin de vie répartie entre
1875 du recyclage, de l'incinération et de l'enfouissement.

1876 **TRP Prod° vers Condi°** : Comprend le transport des structures **primaires** et de leurs EIC Prod° vers
1877 Condi°, depuis le site de fabrication jusqu'à l'usine de conditionnement de beurre.

1878 **EIC Condi° vers LDV** : Il s'agit des **matières premières**, de l'**approvisionnement et de la fabrication**
1879 des EIC utilisés pour transporter les structures entre l'usine de conditionnement de beurre et les lieux
1880 de vente.

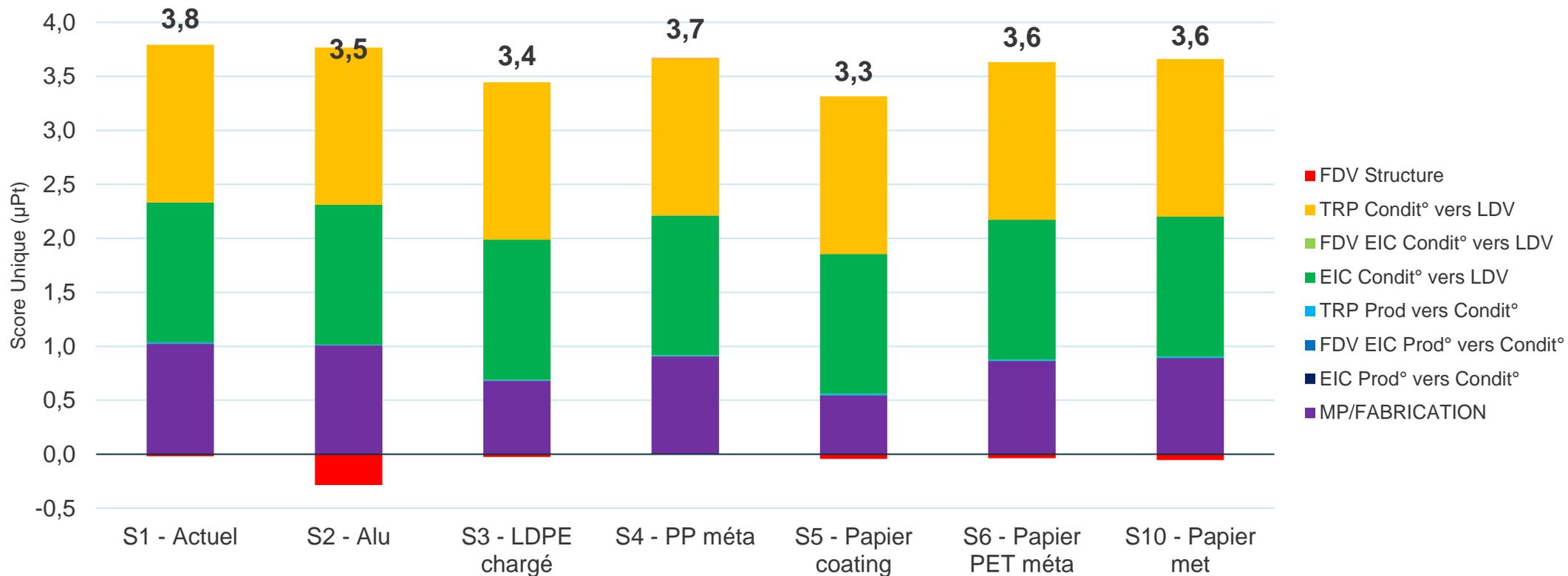
1881 **FDV EIC Condi° vers LDV** : Il s'agit de la fin de vie des précédents EIC cités, fin de vie répartie entre
1882 du recyclage, de l'incinération et de l'enfouissement.

1883 **TRP Condi° vers LDV** : Comprend le transport des structures **primaires** et de leurs EIC Condi° vers
1884 LDV, depuis l'usine de conditionnement de beurre jusqu'aux lieux de vente. Le transport comprend
1885 aussi le beurre de 250g conditionné.

1886 **Fin de vie structure primaire** : Il s'agit de la fin de vie des structures primaires, fin de vie répartie
1887 entre du recyclage, de l'incinération et de l'enfouissement.

1888

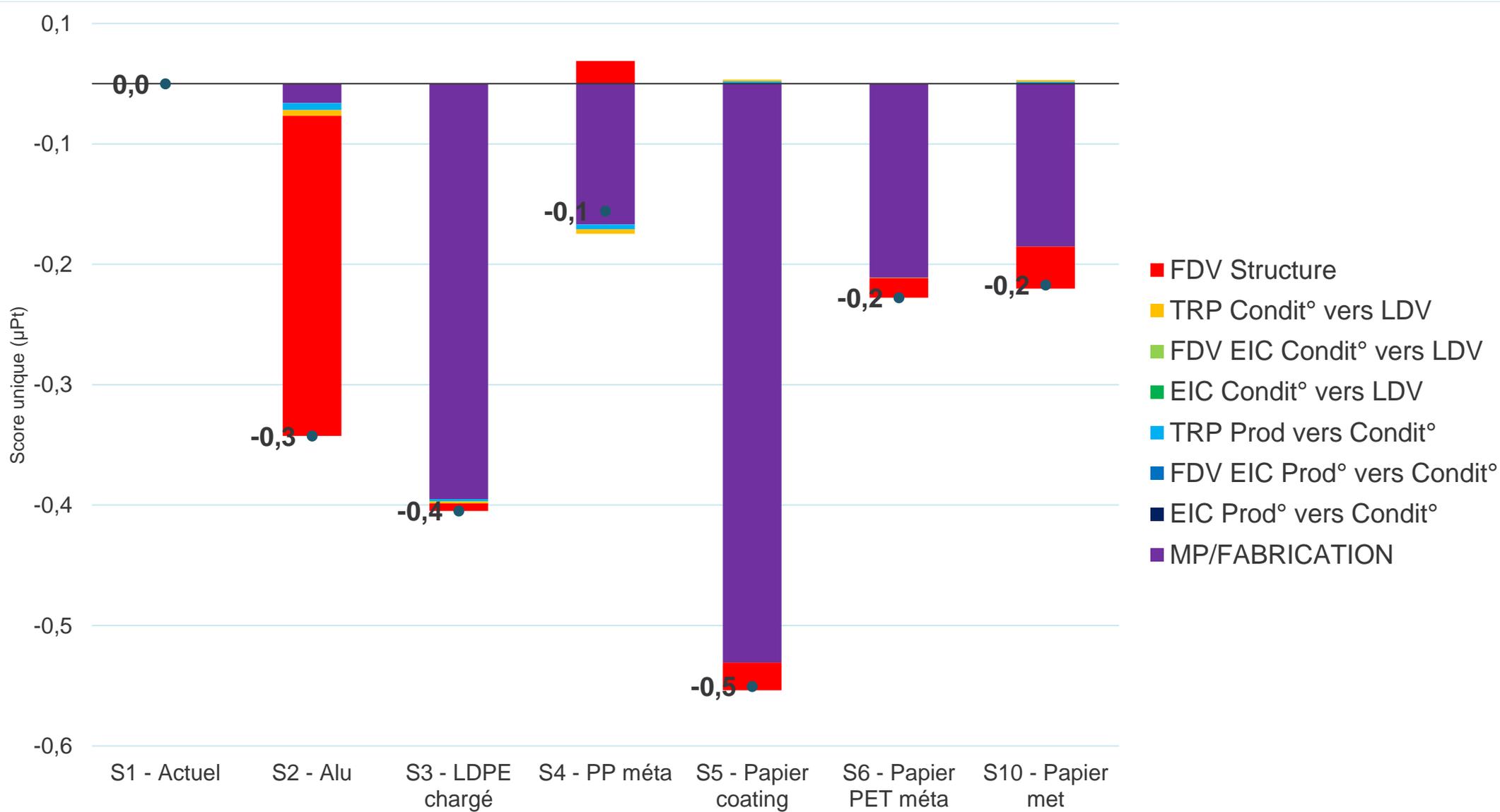
1889 Les Graphique 4 et Graphique 6 montrent la contribution de chaque étape du cycle de vie des
1890 structures flexibles, selon le score unique et le changement climatique.



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

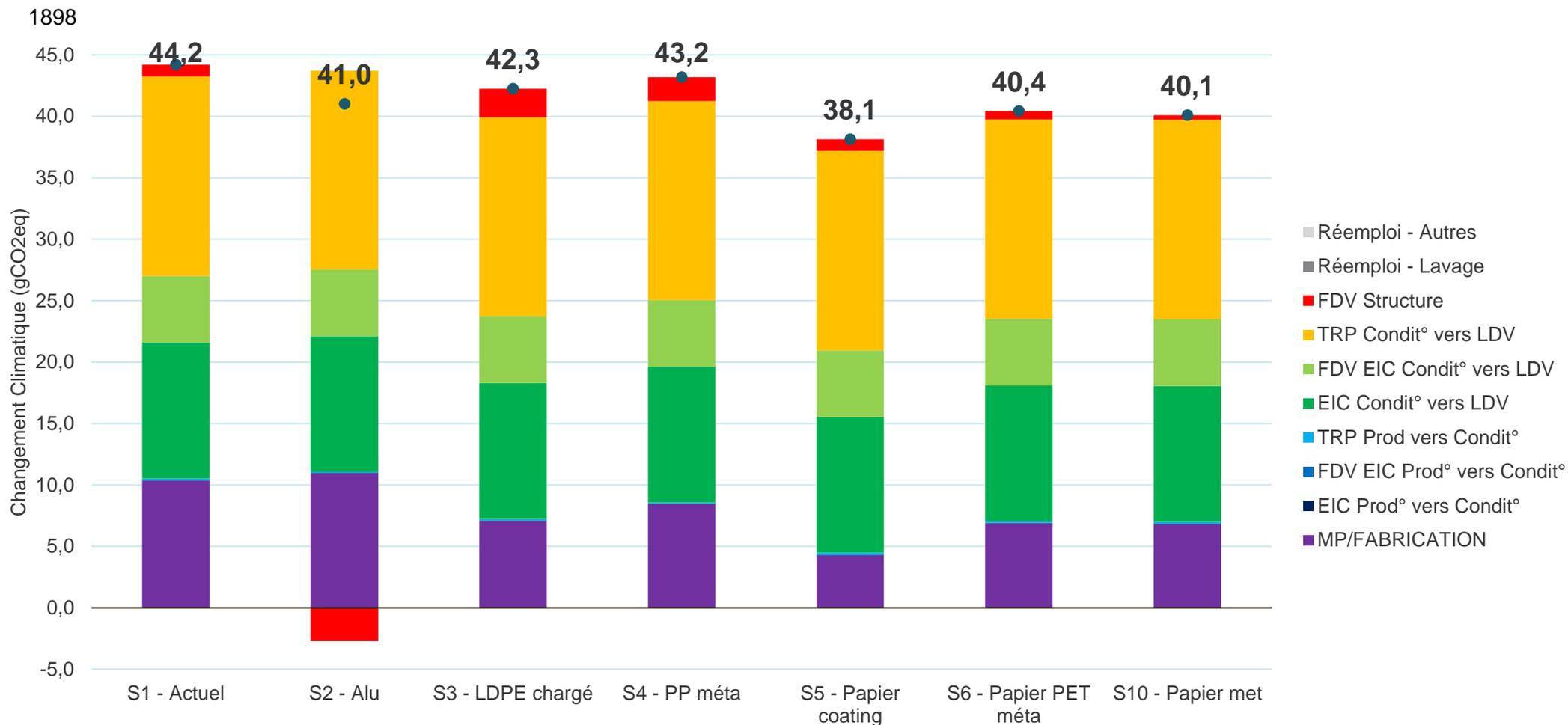
1892

1893

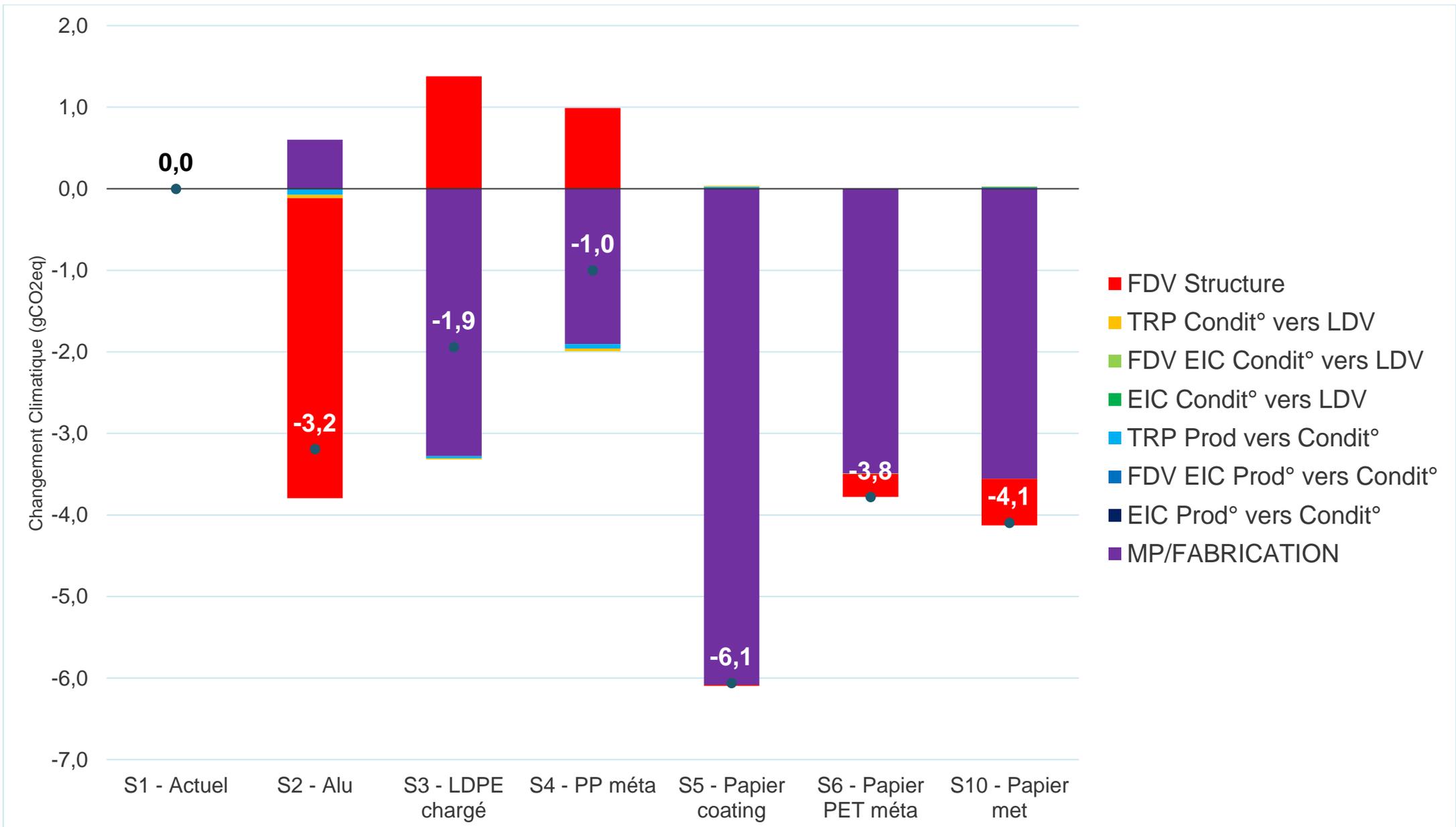


Graphique 5 Comparaison des structures flexibles entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le score unique (affichage des impacts selon la différence absolue avec la S1 – Actuel, selon les étapes du cycle de vie)

1895
1896
1897



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



1903 **Graphique 7 Comparaison des structures flexibles entre elles, pour chaque étape du cycle de vie, selon le changement climatique (affichage des**
 1904 **impacts selon la différence absolue avec la S1 – Actuel, selon les étapes du cycle de vie)**

1905 Pour les structures flexibles, les impacts des différentes étapes du cycle de vie selon le score unique
1906 PEF, nous montrent que :

- 1907 - Les étapes des **EIC Condi° vers LDV** et le **TRP Réfrigéré de l'usine de conditionnement**
1908 **vers LDV** sont les étapes qui participent majoritairement aux impacts de l'ensemble du cycle
1909 de vie. Ces 2 étapes sont sensiblement identiques entre elles, et non différenciantes entre les
1910 structures.
- 1911 - L'étape liée aux **matières premières et à la fabrication des structures** est l'étape
1912 différenciante et majoritaire en 3^{ème} position. C'est notamment cette étape qui amène des
1913 différences d'impacts entre les structures, au sein de l'ensemble du cycle de vie.
- 1914 - Enfin, l'étape de **Fin de vie des Structures primaires** n'est pas majoritaire dans les impacts.
- 1915 - Les autres étapes du cycle de vie, selon le score unique, ne sont pas des étapes contributrices
1916 aux impacts par rapport aux 3 premières citées.

1917

1918 Selon le changement climatique, les observations faites précédemment restent similaires, avec
1919 quelques nuances complémentaires :

- 1920 - L'étape de **FDV des EIC Condi° vers LDV** participe plus aux impacts que pour le score unique,
1921 et arrive en 4^{ème} position de façon marquée par rapport aux autres indicateurs non-
1922 contributeurs.
- 1923 - L'étape de **Fin de vie des Structures primaires** participe aussi un petit peu plus au
1924 changement climatique que pour le score unique. Seule la fin de vie de la S2 en aluminium via
1925 son recyclage, apporte des crédits d'impacts (impacts en négatifs) par rapport à toutes les
1926 autres structures.

1927 **4.4 FOCUS SUR LES MATIERES PREMIERES ET LA FABRICATION DE** 1928 **L'EMBALLAGE PRIMAIRE DES DIFFERENTES STRUCTURES**

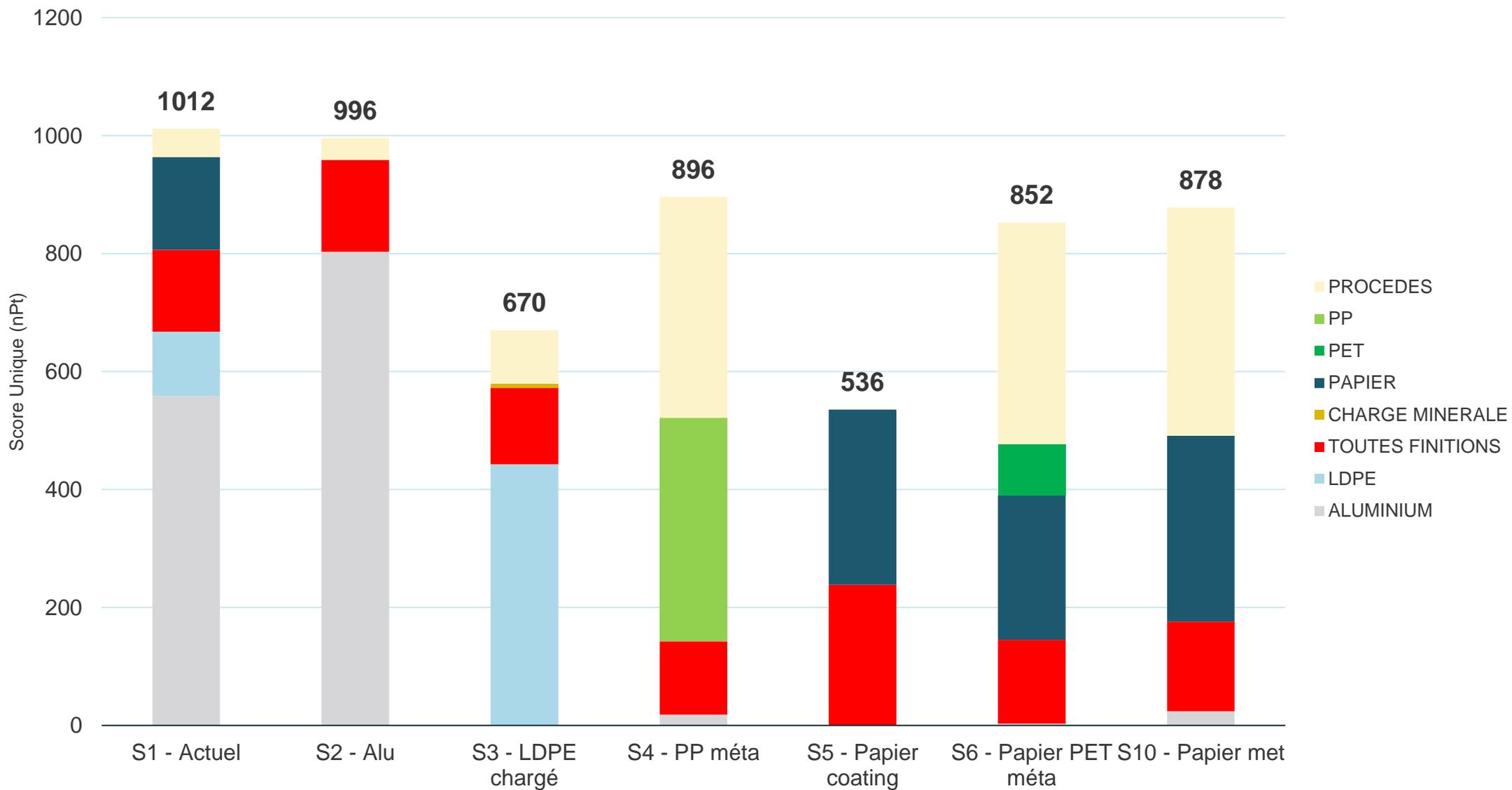
1929 Pour les structures flexibles, l'étape relative **aux matières premières et à la fabrication des**
1930 **structures** est l'étape différenciante et majoritaire (en 3^{ème} position) après les **EIC Condi° vers LDV**
1931 et le **TRP Condi° vers LDV**, qui sont identiques entre les structures en termes d'impacts.

1932

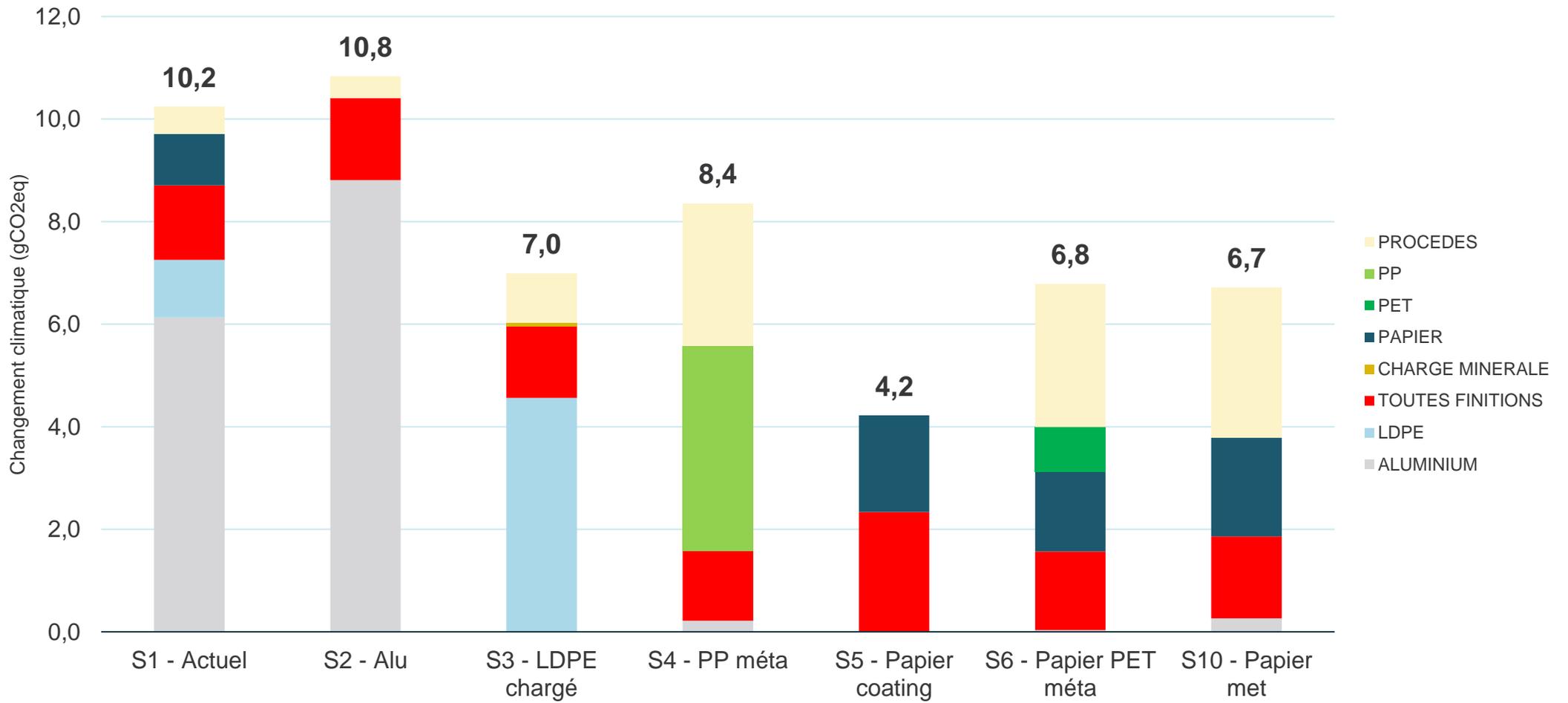
1933 Cette section de l'étude va donc comparer l'étape de **matières premières et à la fabrication des**
1934 **structures** entre elles, et identifier les contributeurs à cette étape qui est différenciante entre les
1935 structures.

1936

1937 Les Graphique 8 et Graphique 9 montrent la contribution des matériaux et procédés, selon le score
1938 unique et le changement climatique.



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 flexibles, selon le score unique



1943
1944

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 flexibles, selon le changement climatique

1945 En ce qui concerne l'analyse des structures flexibles sur l'étape de **matières premières et de la**
1946 **fabrication des structures**, selon le score unique :

- 1947 - La structure S1 actuelle semble avoir les impacts les plus élevés (idem pour la S2), avec à
1948 contrario la S5 qui semble avoir des impacts réduits de moitié par rapport à la S1, suivi de près
1949 par la S3.
- 1950 - Les structures ayant de la métallisation S4, S6 et S10 se positionnent sur le même ordre de
1951 grandeur d'impacts. L'étape de métallisation est par ailleurs le contributeur majoritaire des
1952 impacts pour ces structures, suivi par le papier pour la S6 et S10, et par le PP pour la S4.
- 1953 - Pour la S1 et la S2, l'utilisation d'aluminium est le contributeur majoritaire des impacts
- 1954 - Pour la S3, les impacts proviennent respectivement du PEBD.
- 1955 - Pour la S5, les impacts proviennent principalement du papier et du coating polymère acrylique
1956 utilisé.
- 1957 - Les finitions (laquage impression nitrocellulosique et flexographie) sont des contributeurs
1958 identiques à chaque étape.

1959
1960 Selon le changement climatique, les observations faites précédemment sont similaires avec quelques
1961 nuances :

- 1962 - La S2 passe en dernière position avec notamment les impacts de l'aluminium qui restent
1963 majoritaires.
- 1964 - L'écart entre la S5 et la S3 est creusé, la S3 contenant du PEBD qui pèse plus dans les impacts
1965 pour le changement climatique.
- 1966 - Idem, la S4 devient plus impactante que ses homologues en métallisation, par l'utilisation de
1967 PP qui pèse plus dans les impacts pour le changement climatique que les structures en papier,
1968 et qui pour la S4, dépasse les impacts du procédé de métallisation.

1969 4.4.1 ANALYSES DE SENSIBILITES

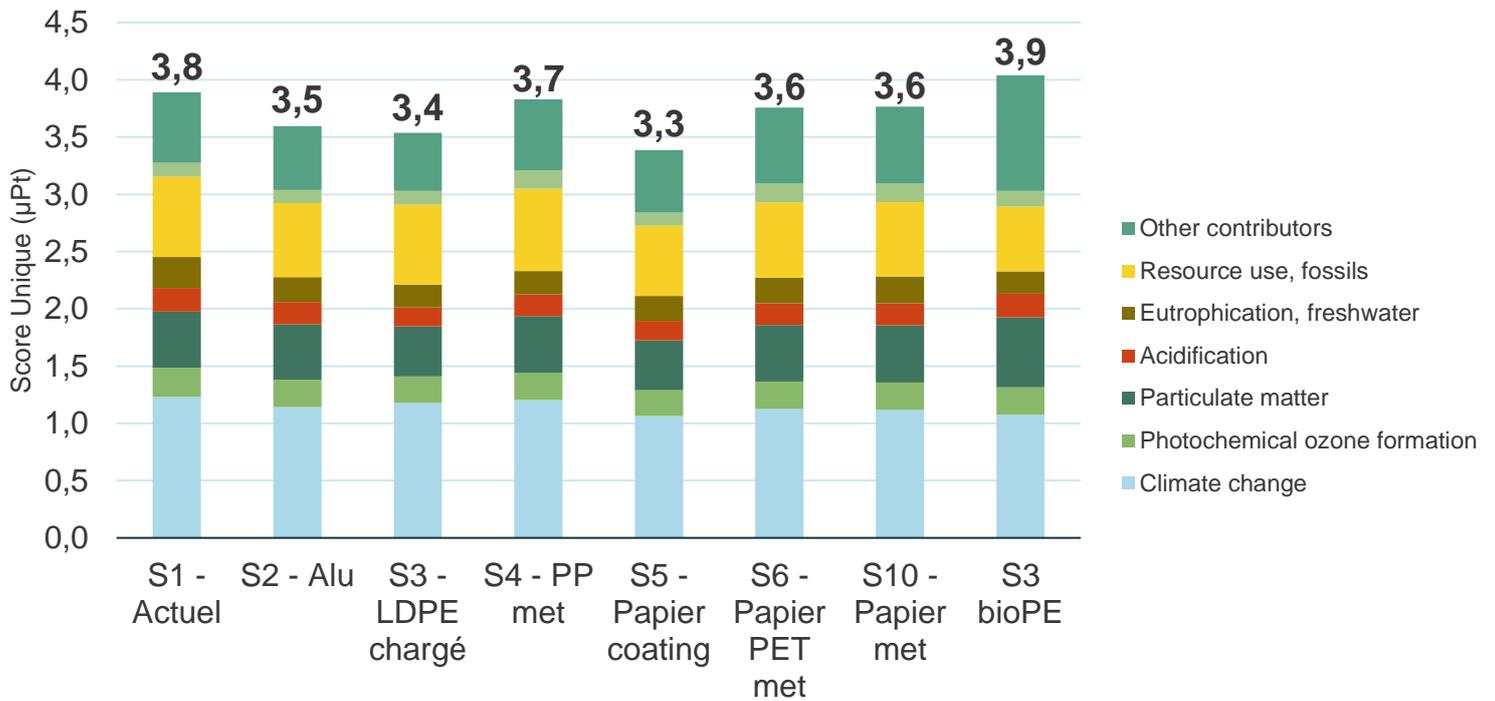
1970 4.4.1.1 Remplacement par des matériaux bio-sourcés

1971 Des analyses de sensibilités ont été menées sur différentes étapes du cycle de vie afin de faire varier
1972 certains paramètres d'entrée et d'analyser si les conclusions évoluent ou non.

1973
1974 Sur l'étape de **matières premières et de la fabrication des structures**, pour les structures flexibles,
1975 ces analyses de sensibilité ont été menées :

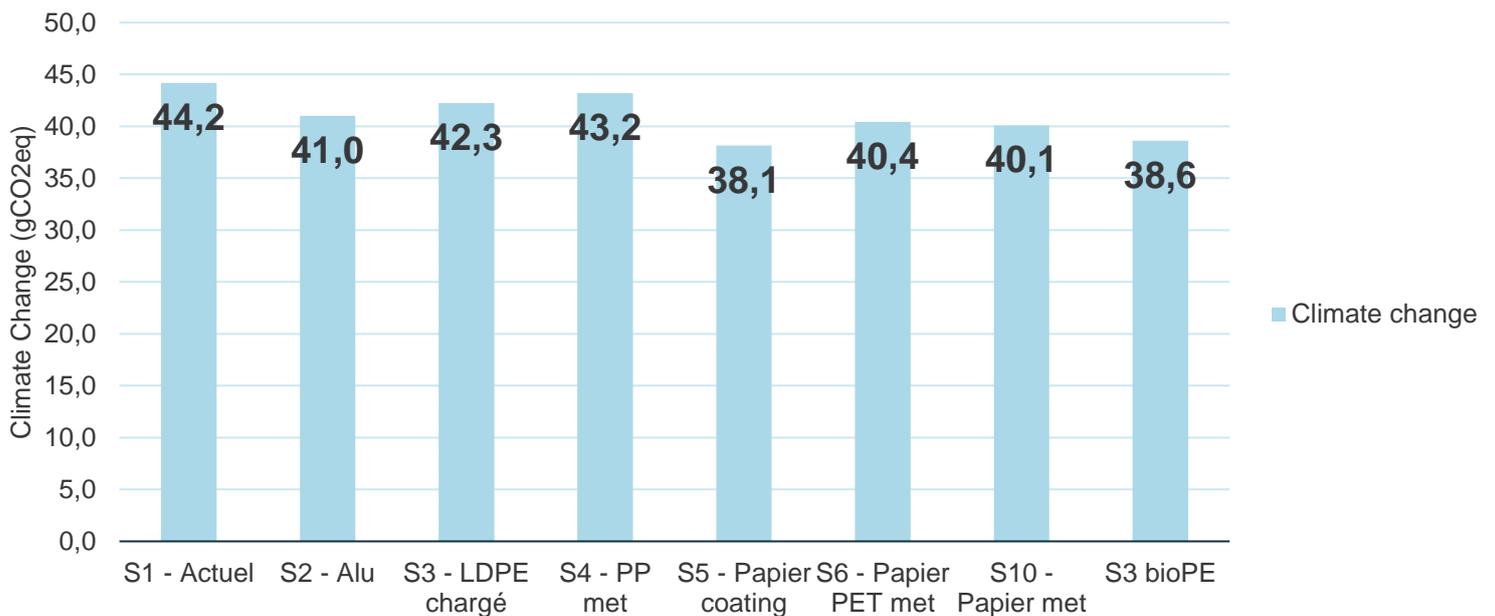
- 1976 - Intégration de matières biosourcées à 100% dans la structure S3, avec du Bio-PEBD, de
1977 première génération (issu de canne à sucre Section 3.3.9)

1978
1979 Les Graphique 10 et Graphique 11 montrent la contribution selon le cycle de vie global, des structures
1980 flexibles, avec l'ajout d'une structure S3 en version biosourcé, selon le score unique et le changement
1981 climatique.



1983
1984

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



1986
1987
1988

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

1989
1990 L'analyse de sensibilité montre, pour la S3, que le changement d'un PEBD vers une version biosourcée
1991 première génération à partir de la canne à sucre, qui amène une augmentation globale des impacts
1992 sur le score unique, via un transfert d'impacts notamment sur les indicateurs d'utilisation des terres et
1993 de consommation d'eau. Le score unique pour la S3 biosourcée devient la structure avec le score unique
1994 le plus élevé en termes d'impacts, par rapport aux autres structures. Cependant, au regard du
1995 changement climatique, l'utilisation de biosourcée amène une réduction de cet indicateur d'environ 9%.

1996 La solution biosourcée de première génération (à partir de canne à sucre) pour les plastiques ne
1997 semble pas être une bonne solution environnementale dans notre cas.

1998 4.4.1.2 *Différentiel de taux de gaspillage de beurre*

1999 Au sein du cycle de vie complet du produit, l'une des limites de l'étude rappelée en Section 2.4 est le
2000 fait d'avoir exclu le beurre du périmètre (fabrication et usage), ainsi que de ne pas avoir pris en compte
2001 les potentielles différences de propriétés barrières, de conservations et de vidage des différentes
2002 structures entre elles.

2003

2004 Quand bien même ces aspects sont en dehors du périmètre de cette étude, une analyse de sensibilité
2005 sur la phase d'usage du beurre a été menée, afin d'évaluer les conséquences d'un différentiel de taux
2006 de perte de beurre entre deux structures. Chaque structure ne protège pas le beurre à 100% afin
2007 d'avoir une efficacité parfaite (ce qui se traduirait par zéro perte de beurre) et aucune structure ne
2008 permet de vider à 100%. De ce fait, chaque structure a un certain taux de perte de beurre qui lui est
2009 propre, et qui n'est pas connu dans le cadre de cette étude.

2010

2011 Cependant, le différentiel de taux de beurre est bien la différence relative de taux de perte entre deux
2012 structures, en d'autres termes, si une structure amène à plus de perte de beurre qu'une autre structure,
2013 quels seraient les impacts environnementaux associés à cette perte supplémentaire.

2014

2015 Pour cette analyse de sensibilité, la meilleure structure des flexibles, a été modifiée avec deux
2016 variantes pour lesquelles, les impacts de 1% et de 3% de la production de beurre ont été ajoutés. La
2017 donnée utilisée pour représenter la consommation de beurre est la suivante (provient de la BDD
2018 Agrilabyse) :

2019

2020 *Butter, 80% fat, lightly salted, processed in FR | Chilled | PP | No preparation | at consumer {FR} [Ciqal*
2021 *code: 16402] S*

2022

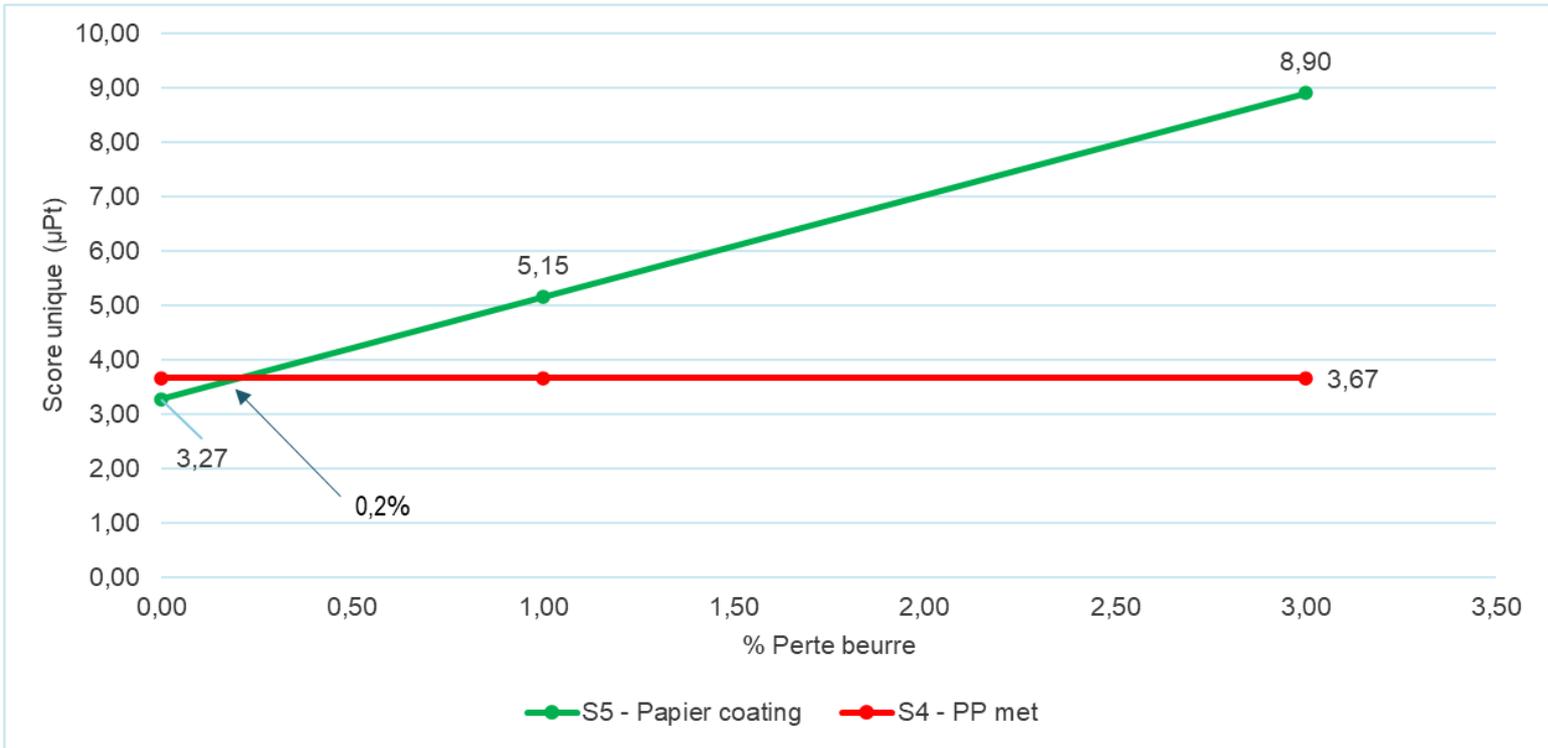
2023 Ensuite, à partir de la meilleure structure, et de ses deux variantes contenant un pourcentage de taux
2024 de perte de beurre, une équation linéaire a pu être définie, droite qui permet d'associer un taux de
2025 perte de beurre avec les impacts environnementaux (selon le score unique ou bien le changement
2026 climatique). A partir de cette droite, les impacts environnementaux de la moins bonne des structures
2027 a été comparée avec la droite, afin d'identifier quel différentiel de taux de perte de beurre cela
2028 représente.

2029

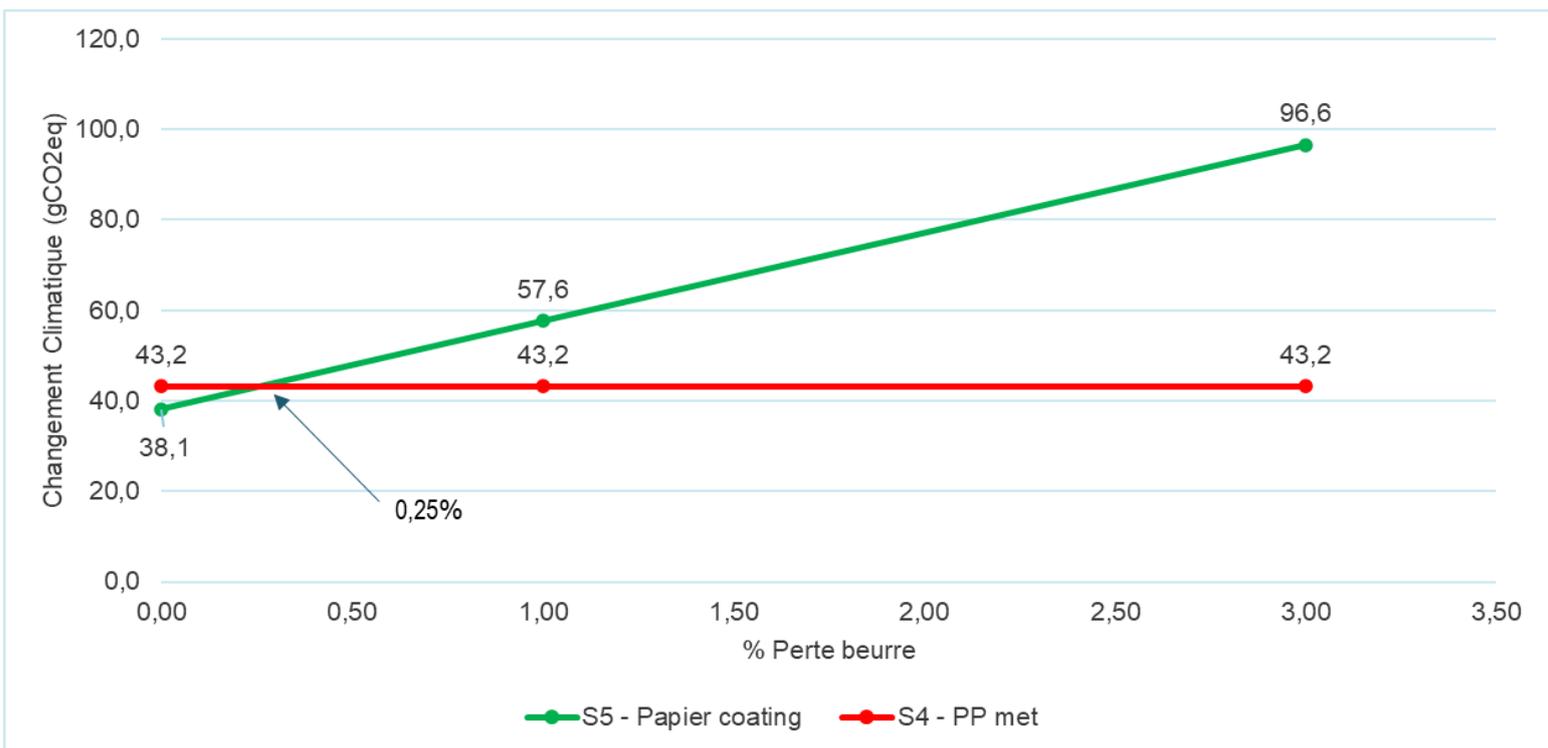
2030 En d'autres termes, à partir de combien de différentiel de taux de perte de beurre entre deux solutions,
2031 les potentiels gains de la solution la moins impactante s'annulent à cause des pertes liées à une
2032 mauvaise protection, par rapport à une autre structure qui serait environnementalement plus
2033 impactante mais avec un taux de perte de beurre plus faible.

2034

2035 De ce fait, pour les structures flexibles, la structure S5 (pressentie la moins impactante) a été comparée
2036 à la structure S4 (pressentie la plus impactante) afin d'identifier à partir de quel différentiel de taux de
2037 perte de beurre la S5 deviendrait aussi impactante que la S4, représentés sur les Graphique 12 et
2038 Graphique 13, selon le score unique et le changement climatique.



2040 **Graphique 12 Taux de croisement des impacts environnementaux sur le CDV global, avec un**
 2041 **taux de perte de beurre pour la solution la moins impactante, selon le score unique**



2043 **Graphique 13 Taux de croisement des impacts environnementaux sur le CDV global, avec un**
 2044 **taux de perte de beurre pour la solution la moins impactante, selon le changement climatique**

2045

2046 L'analyse de sensibilité sur le différentiel de taux de perte entre les pressenties pires et meilleures des
 2047 structures flexibles montrent que ce soit pour le score unique ou le changement climatique, un
 2048 différentiel de taux de perte égal respectivement à 0,20% et 0,25%, compense en termes d'impacts
 2049 environnementaux, les gains qui auraient été réalisés sur la meilleure structure.

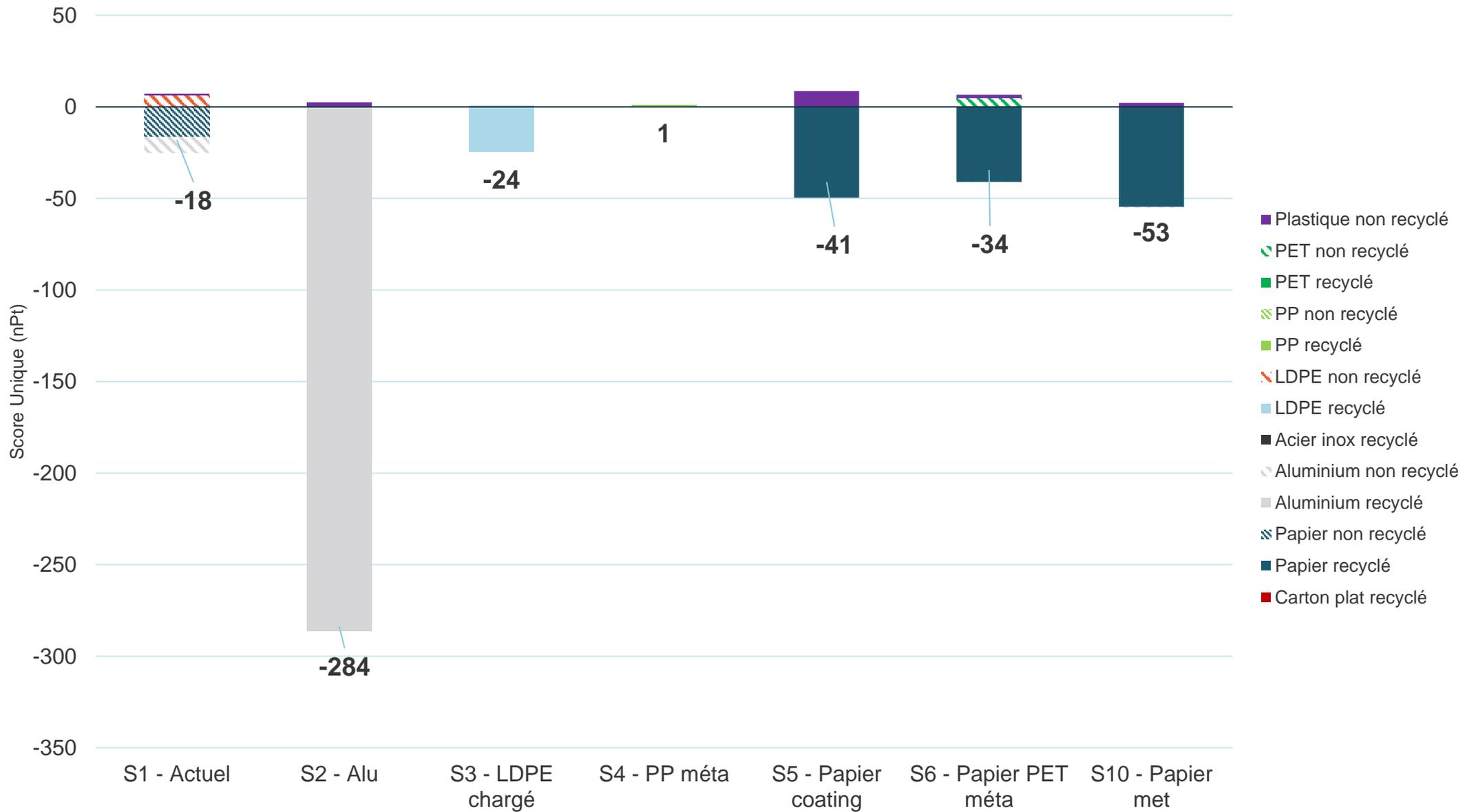
2050 En effet, le produit contenu (dans ce cas, le beurre), quand bien même exclu du scope de cette étude,
2051 a des impacts environnementaux très élevés et notamment supérieurs à ceux de l'emballage. Un des
2052 enseignements clés de cette analyse de sensibilité est donc le suivant :

2053 - **Le produit contenu (beurre) ayant des impacts environnementaux très élevés en**
2054 **comparaison avec son emballage, il est très important de s'assurer que la conservation**
2055 **du beurre par la structure (avant la consommation et pendant la consommation, si**
2056 **possible) qui la protège soit la plus efficace et efficiente possible et que les emballages**
2057 **puissent être bien vidés. De ce fait, les critères non abordés (ne faisant pas partie des**
2058 **paramètres d'entrée) dans cette étude dont l'efficacité des propriétés barrières et**
2059 **performances de conservation, doivent être les plus optimisés possibles pour chaque**
2060 **structure. En termes d'impacts environnementaux, cette analyse de sensibilité montre**
2061 **qu'un très faible différentiel de perte de beurre pour une structure amènera d'office une**
2062 **augmentation drastique de ses impacts, non quantifiés de manière précise dans cette**
2063 **étude.**

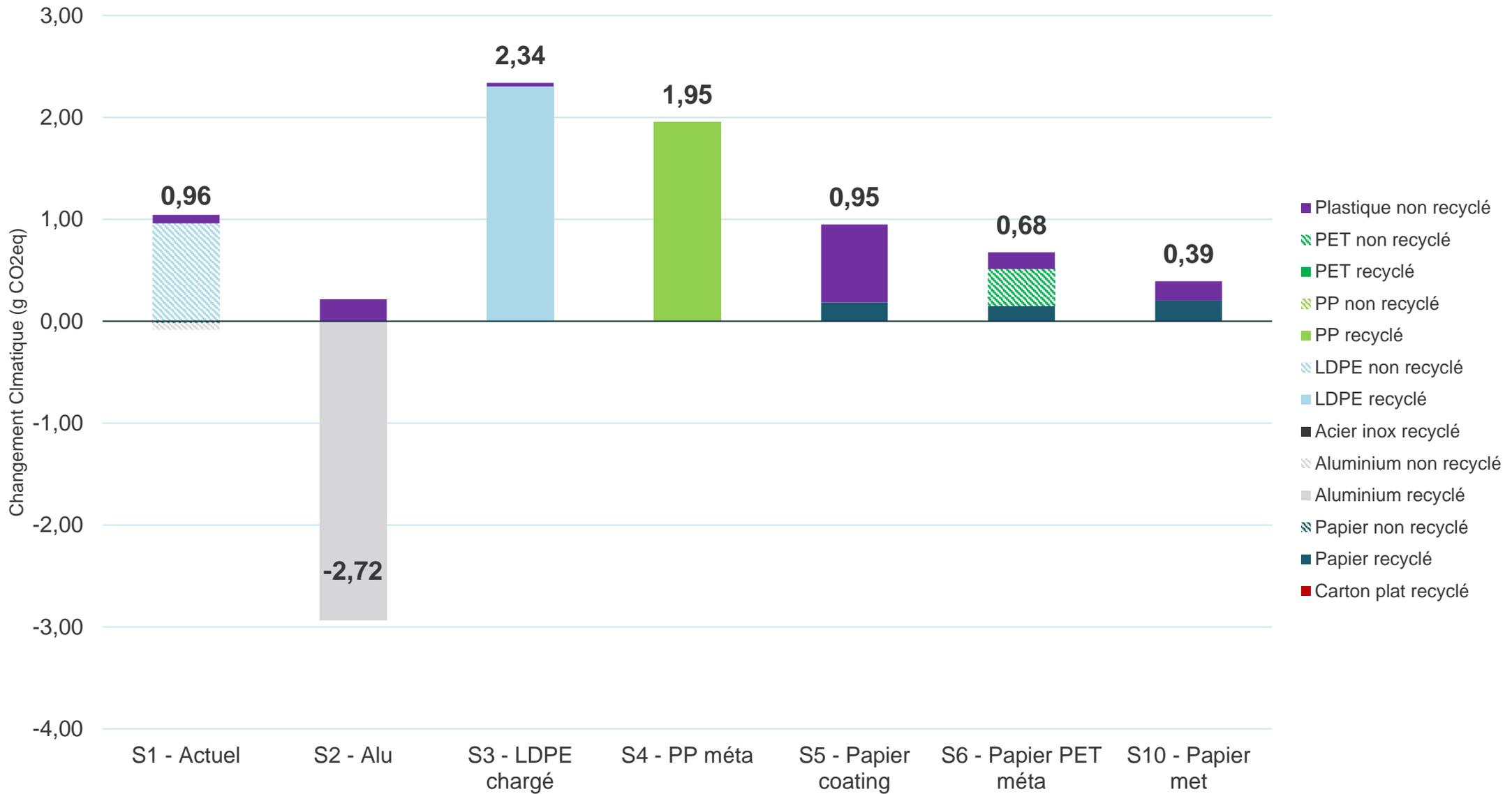
2064 **4.5 FOCUS SUR LA FIN DE VIE DE L'EMBALLAGE PRIMAIRE DES** 2065 **DIFFERENTES STRUCTURES**

2066 Au sein des précédentes sections, nous avons vu que les étapes de **matières premières et à la**
2067 **fabrication des structures**, des **EIC Condi° vers LDV** et le **TRP Condi° vers LDV**, sont les étapes
2068 avec la majorité des impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie des structures.
2069 La **Fin de vie structure primaire** ne représente pas une étape avec les impacts les plus importants,
2070 cependant, c'est la deuxième étape réellement différenciante entre les structures, où les notions de
2071 recyclabilité et différents scénarios de fin de vie sont évalués. L'étude portant notamment sur des
2072 structures devant être recyclables d'ici 2030, l'analyse en détail de cette étape est cruciale pour
2073 comprendre les différences de fin de vie entre les structures.

2074
2075 Les Graphique 14 et Graphique 15 montrent la contribution de la fin de vie des structures, selon le
2076 score unique et le changement climatique.



2078 **Graphique 14 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, lors de l'étape de fin de vie,**
 2079 **pour les flexibles, selon le score unique**



Graphique 15 Impacts environnementaux générés par les différents composants et processus de fabrication, lors de l'étape de fin de vie, pour les flexibles, selon le changement climatique

2081
2082
2083

2084 L'étape de **Fin de vie structure primaire** pour les flexibles est une étape minoritaire dans les impacts
2085 globaux du cycle de vie, cependant, des disparités sont observées entre les structures, sur le score unique
2086 et le changement climatique. L'ordre de grandeur des graphiques étant en nPt, cette étape reste
2087 minoritaire en comparaison à l'étape de **matières premières et à la fabrication des structures** :

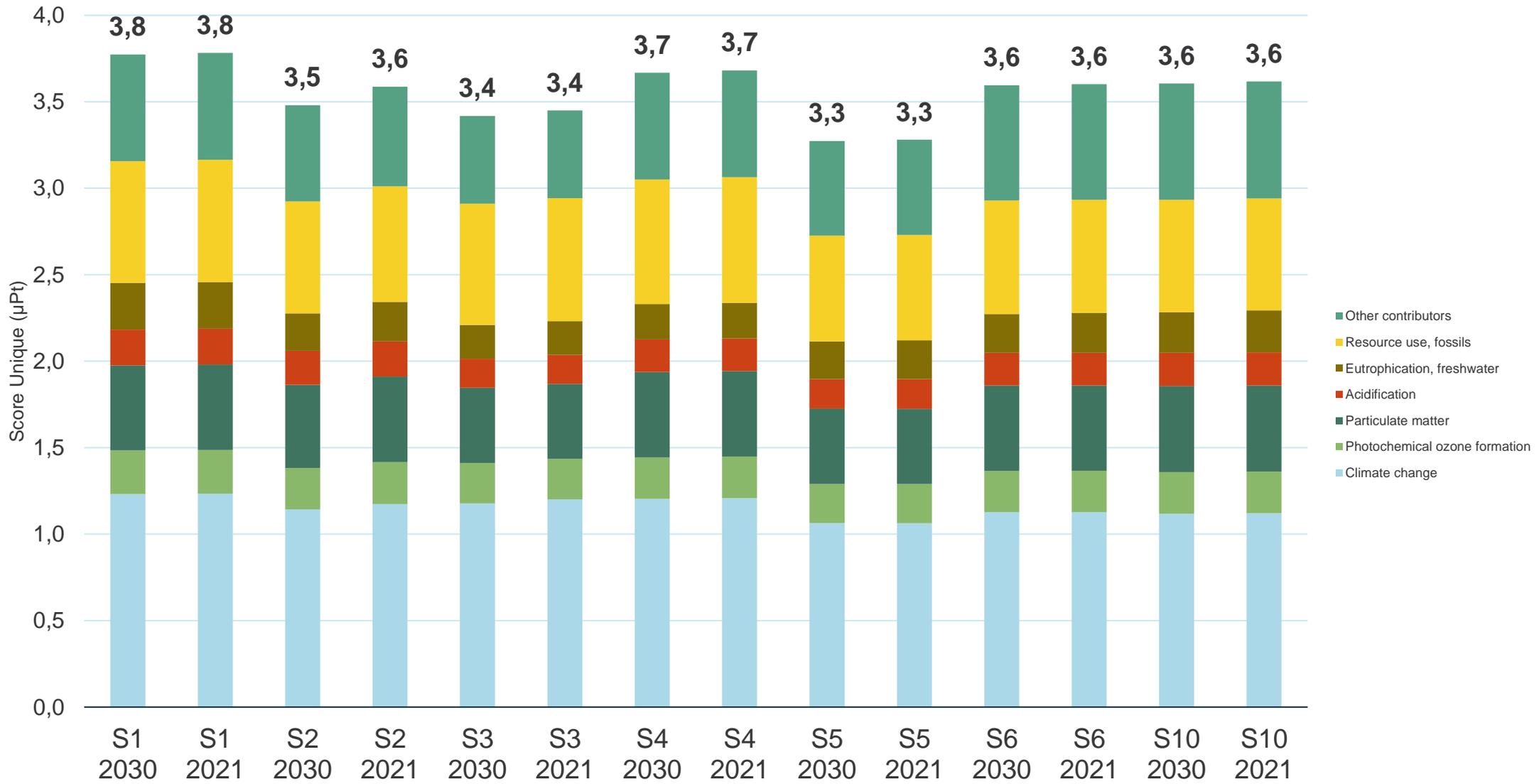
- 2088 - La S2, par le recyclage l'aluminium, semble avoir les impacts de fin de vie les plus faible avec un
2089 crédit d'impact lié au bénéfice du recyclage
- 2090 - Ensuite, la S4 semble avoir les impacts les plus élevés en fin de vie sur le changement climatique,
2091 avec en même temps la S3 et la S4 qui ont les impacts les plus élevés selon le score unique.
- 2092 - Pour les structures contenant du papier, la fin de vie est équivalente selon le score unique, mais
2093 nuancée selon le changement climatique étant donné le contenu plus ou moins poussé en
2094 plastiques qui ne sont pas recyclés et qui contribuent fortement au changement climatique.

2095 4.5.1 ANALYSES DE SENSIBILITES

2096 4.5.1.1 *Variation du taux de recyclage des matériaux – TAUX CITEO 2021*

2097 Une seule analyse de sensibilité a été effectuée sur l'étape de **Fin de vie structure primaire**. L'étude
2098 portant sur des emballages devant être recyclables en 2030, le mix énergétique et les taux de recyclage
2099 des différents matériaux auront évolués entre aujourd'hui et 2030, ce pourquoi le scénario de base évalue
2100 les impacts avec une recyclabilité approchée sur 2030, des taux qui sont plus efficaces et recyclant plus
2101 de matière que les taux actuels. L'analyse de sensibilité porte donc sur les impacts environnementaux des
2102 structures, dans le cas où les taux de recyclage par matériaux ne progressent pas comme espéré, et
2103 resteraient dans la configuration actuelle, en se basant sur les taux de CITEO 2021 (cf Section 3.4.2).

2104
2105 Les résultats sont présentés sur le Graphique 16, selon le score unique.



Graphique 16 Variation du taux de recyclage des structures, selon le changement climatique.

2108 L'étape de **Fin de vie structure primaire** étant une étape minoritaire dans les impacts globaux du cycle
2109 de vie, le fait d'avoir fait varier les taux de recyclage, d'incinération et d'enfouissement ont eu peu d'impact
2110 sur l'ensemble des impacts. La plupart des impacts sur le score unique (et le changement climatique) en
2111 2021 restent presque identiques aux valeurs de 2030.

2112 4.5.1.2 *Perturbation des flux de recyclage (papier/carton et plastique) avec traitement des eaux de lavage*

2113
2114 Les analyses de sensibilité sur le différentiel de taux de perte de beurre ont permis de montrer qu'au sein
2115 des étapes de transport du beurre conditionné jusqu'à chez le consommateur, ainsi que l'étape d'usage
2116 du beurre (une fois le beurre ouvert, avec la barrière de protection de l'emballage rompue), un très faible
2117 différentiel de taux de perte de beurre peut amener une forte augmentation des impacts des solutions
2118 d'emballage, et donc une différenciation certaine des solutions entre elles.

2119
2120 Cependant, ce différentiel de taux de perte de beurre est indiqué à titre informatif uniquement, étant donné
2121 que ces aspects ne font pas partie du cœur et du but premier de l'étude, qui est uniquement ciblée sur
2122 l'emballage (sans aborder des notions de performances de conservation et de vidage de l'emballage).
2123 Cette analyse a donc aussi eu pour but de mettre ce point en avant, à garder en tête lors du développement
2124 de nouvelles solutions d'emballages.

2125
2126 Néanmoins, un autre aspect qui permettrait de distinguer les solutions entre elles, concerne la fin de vie
2127 des emballages avec de potentiels résidus de beurre au sein de l'emballage, résidus qui pourraient avoir
2128 un impact sur les procédés de recyclage des matériaux, notamment les papiers/cartons et les plastiques.
2129 En effet, dans le cas où des résidus de beurre (hypothèse arbitraire d'1g de beurre), se retrouve sur/dans
2130 l'emballage qui sera jeté dans le bac jaune (les causes de la présence de ces 1g de beurre résiduel
2131 pourraient être soit une migration dans les fibres/corps de la matière, ou bien, un beurre rance qui n'est
2132 pas consommé par le consommateur), alors ce résidu se retrouverait dans la filière de recyclage du
2133 matériau en question.

2134
2135 Ces résidus pourraient avoir trois types d'impacts :

- 2136 • Diminution de la qualité de la matière recyclée en sortie de filière de recyclage
 - 2137 ○ *Se traduisant en ACV ; par une diminution du ratio Q_{sout}/Q_p au sein de la CFF*
- 2138 • Augmentation des consommations électriques pour l'aération du traitement aérobique, qui est
2139 proportionnelle à la charge organique, de par l'arrivée de corps gras issue des eaux de lavage des
2140 procédés de recyclage, vers les STEP (STation d'EPuration)
 - 2141 ○ *Se traduisant en ACV ; par une augmentation des consommations électriques dans les*
 - 2142 *STEP*
- 2143 • Rejet de corps gras dans la nature (en dehors de la technosphère), n'ayant pas pu être traité par
2144 les STEP
 - 2145 ○ *Se traduisant en ACV ; par un rejet de X g de corps gras en tant qu'émissions dans l'eau*

2146
2147 Ces trois types d'impacts ont été modélisés en analyse de sensibilité afin d'imaginer une potentielle
2148 hausse des impacts, dans le cas où il y'aurait du beurre résiduel au sein des emballages en fin de vie (qui
2149 pour rappel, pourrait être causé soit par migration du corps gras dans la matière, soit par le fait d'avoir un
2150 résidu non consommé (optimisation du vidage du beurre), soit pour d'autres causes qui n'ont pas été
2151 développées ici).

2152
2153 Les graphes ci-dessous reprennent les impacts selon le score unique PEF et les 16 indicateurs, selon
2154 l'ensemble des étapes du cycle de vie, pour la solution S3 (PEBD) et la solution S5 (papier coating), pour
2155 lesquelles sont présentés à côté, la hausse des impacts associés si :

- 2156
- 2157
- 2158
- 2159
- 2160
- 2161
- 2162
- 2163
- 2164
- 2165
- 2166
- 2167
- 2168
- 2169
- 2170
- 2171
- Le ratio de qualité matière était diminué : QSout/Qp passant de 1 à 0,5 pour le recyclage du papier de la S5 & QSout/Qp passant de 0,75 à 0,375 pour le recyclage du plastique PEBD de la S3
 - L'augmentation de la consommation électrique était dû à l'arrivée de 1g de beurre au sein de la STEP : En ajoutant une consommation électrique de **0,002 kWh** (calculs explicités plus bas)
 - Si 10% du beurre arrivant en STEP n'était pas dégradé en CO2 biogénique, et serait donc rejeté dans la nature : En ajoutant 0,1g d'émission dans l'eau d'un acide gras C16-C18
 - *D'après la publication ci-dessous, 90% du beurre va se dégrader en carbone biogénique (étant en comptage 0:0, aucun n'impact n'est attribué à ces 90%). Ensuite, pour les 10% restant, ils seront émis en dehors de la STEP en tant que rejet dans l'eau (hors technosphere) de matière grasse. La modélisation de 0,1g d'émissions vers l'eau du composé est faite avec la donnée "Fatty acids, C16-18" (n'ayant pas la composition exacte du beurre, Fatty acid C16-18 est un bon proxy acceptable pour modéliser le beurre) Source rapport ecoinvent : Althaus H.-J., Chudacoff M., Hischer R., Jungbluth N., Osses M. and Primas A. (2007) Life Cycle Inventories of Chemicals. Ecoinvent report No. 8, v2.0. EMPA Dübendorf, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, from www.ecoinvent.org.*

2172 La donnée "Wastewater, average {Europe without Switzerland} | treatment of wastewater, average,

2173 wastewater treatment | Cut-off, U", dans la base de donnée ecoinvent 3.9.1, explique que la consommation

2174 électrique d'une STEP est principalement facteur de la quantité de carbone qui arrive au sein de la STEP.

2175

2176 *The wastewater has a content of TOC (Total Organic Carbon) : 0.1091 kg/m³, COD (Chemical Oxygen*

2177 *Demand) : 0.42534 kg/m³ and BOD (Biological Organic Demand) : 0.20572 kg/m³. TOC is equal to C*

2178 *present in the wastewater, COD is calculated as TOC/0.2565 and BOD is calculated as COD/0.53034. La*

2179 *consommation énergétique pour 1 m³ de la donnée appelée, est de 0,254 kWh / m³.*

2180

2181 Dans le cas de cette analyse de sensibilité, l'hypothèse de 1g de beurre arrivant dans une STEP peut

2182 être approximé par l'ajout d'1g de carbone dans la STEP, faisant passer le TOC de 0,1091 kg/m³ à 0,1101

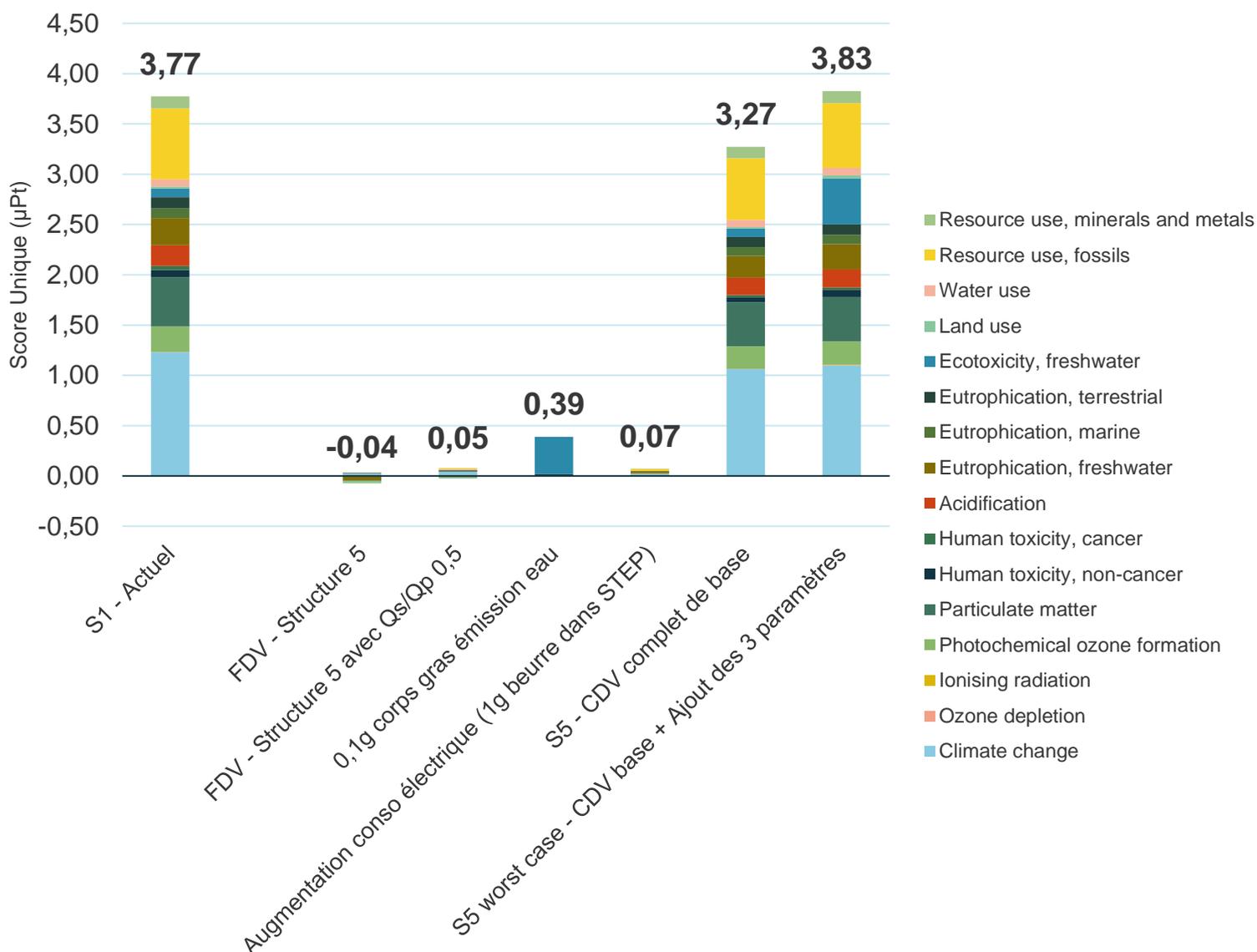
2183 kg/m³. De ce fait, le COD obtenu est égal à 0,1101/0,2565 soit 0,429 kg/m³. Par un produit en croix, la

2184 consommation d'énergie passe donc de 0,254 kWh / m³ à 0,256 kWh / m³. De ce fait, la valeur de **0,002**

2185 **kWh / m³** est ajoutée à la modélisation pour représenter cette augmentation de la consommation

2186 électrique de la STEP.

2187



Graphique 17 Comparaison des impacts du CDV complet de la S1 et S5, avec les 3 types impacts ajoutés en cas d'1g de résidu de beurre en fin de vie l'emballage, sur la base de l'unité fonctionnelle, en score unique et pour les 16 indicateurs du PEF

Le graphique ci-dessus montre les impacts du S1, selon les 16 indicateurs du PEF, avec la comparaison de la fin de vie de la S5 dans le scénario actuel (Qs/Qp de 1), la fin de vie de la S5 avec un Qs/Qp diminué (0,5), puis les impacts de 0,1g de corps gras relargués dans la nature (non traités par la STEP), puis l'augmentation de la consommation électrique de la STEP dans le cas où 1g de beurre entrerait dans la STEP via les eaux de lavages des procédés de recyclage. Enfin, les impacts du CDV de la S5 sont repris pour le scénario de base, avec en dernier en abscisse, les impacts de la S5 si les 3 paramètres cités dans cette AS sont ajoutés au cycle de vie, en changeant bien sûr la fin de vie de la S5 avec la fin de vie ayant le Qs/Qp de 0,5.

Pour les impacts liés à la fin de vie de la structure en elle-même, les impacts globaux augmentent de 200% selon le score unique PEF (de -0,04 à 0,05). Cependant, la fin de vie reste tout de même bien minoritaire au regard de l'ensemble des impacts du CDV, d'autant plus que la valeur de Qs/Qp de 0,5 est une valeur hypothétique très pessimiste.

Ensuite, l'émission vers l'eau de corps gras amène des impacts non négligeables, selon un indicateur particulier qu'est l'écotoxicité en eau douce, impacts qui représenteraient 10% des impacts selon le score unique, pour le scénario de base de la S5. Cette AS met en avant l'enjeu qu'il peut y avoir sur la présence

2208 de beurre sur une structure en fin de vie, beurre qui pourrait se retrouver en tant qu'émission dans l'eau
2209 dans la nature (hors de la technosphère) et ayant une très forte contribution sur l'écotoxicité.

2210
2211 Enfin, l'augmentation de la consommation énergétique dans le cas où 1g de beurre arriverait dans une
2212 STEP (issue des eaux de lavage d'un procédé de recyclage), n'augmenterait pas significativement les
2213 impacts du CDV global. Il n'y a pas d'enjeux particulier mis en avant.

2214
2215 Nota : Les impacts liés à la perte d'1g de beurre ne sont pas représentés dans ce graphique. Pour plus
2216 d'informations, se référer à la Section 4.4.1.2

2217 4.6 INDICATEUR COMPLEMENTAIRE - CUMULATIVE ENERGY DEMAND

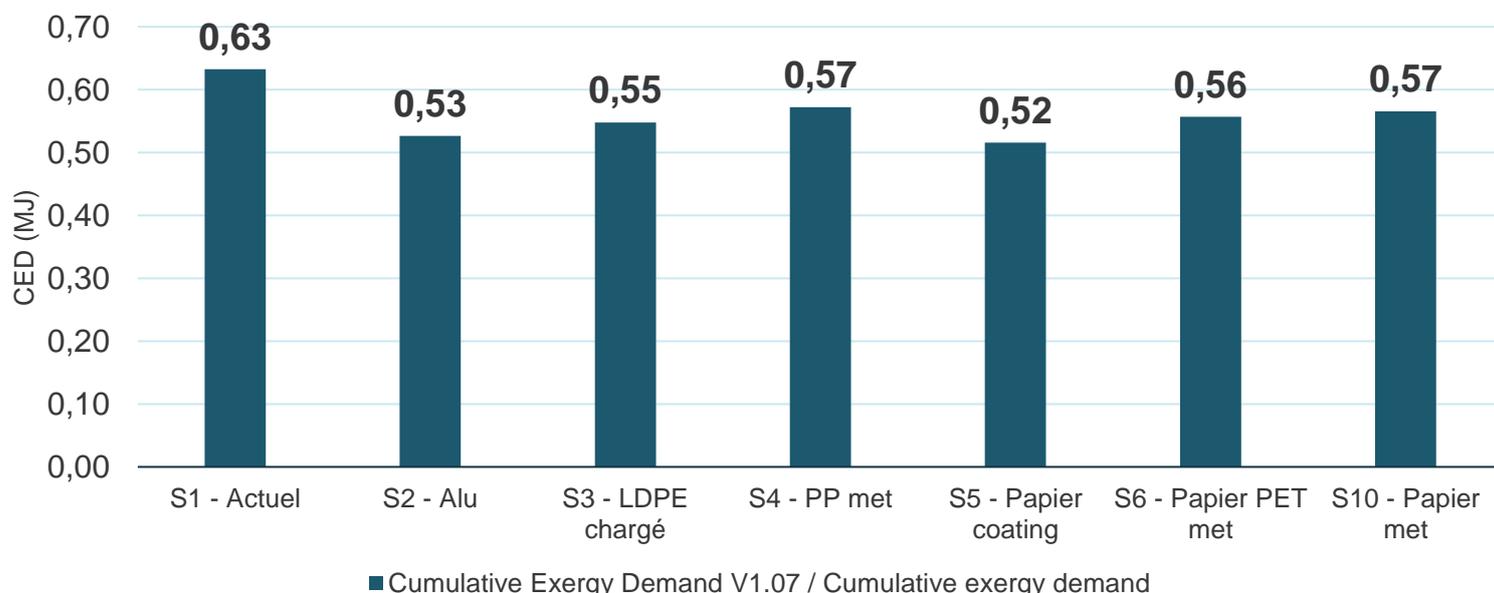
2218 L'ensemble des résultats précédemment présentés dans l'étude, ont été présentés selon le spectre des
2219 16 indicateurs du PEF et du score unique PEF, avec un focus particulier sur le changement climatique.
2220 Ces indicateurs ont permis d'avoir une vision globale des impacts, qui peut être complétée avec cet
2221 indicateur complémentaire qu'est le CED – Cumulative Energy Demand.

2222
2223 Un indicateur complémentaire, le CED, permet d'analyser l'ensemble des énergies demandées par le
2224 système, et de comparer donc le besoin en énergie global des structures entre elles, que ces énergies
2225 soient considérées comme renouvelables ou fossiles. A solution environnementalement équivalente, cela
2226 permet d'identifier celles qui pourraient nécessiter moins d'énergie primaire que d'autres.

2227
2228 Les flux représentatifs de l'ensemble des structures ont donc été analysés selon l'indicateur CED, expliqué
2229 en Section 2.6.

2230
2231 Les résultats pour les structures flexibles sont présentés sur le Graphique 18, selon le changement
2232 climatique.

2233



2234
2235

Graphique 18 CED pour les structures flexibles

2236 L'analyse complémentaire sur l'indicateur complémentaire CED apporte des interprétations similaires à
2237 celles sur le score unique et le changement climatique. Une nuance est cependant observée pour la S2,
2238 qui se positionne en 2^{ème} position après la S5, avec un CED très proche l'un de l'autre. La S3 quand à

2239 elle, a un CED qui se rapproche des solutions ayant le procédé de métallisation PVD. La structure S1
 2240 reste la structure avec le CED le plus élevé.
 2241 Les résultats de cet indicateur renforcent les interprétations faites précédemment dans le rapport.
 2242 Etant donné que les résultats et interprétations pour le CED sont similaires aux autres indicateurs
 2243 présentés dans l'étude, il n'est pas nécessaire de faire une analyse de sensibilité sur cet indicateur CED,
 2244 en changeant le mix énergétique et électrique FR par un mix énergétique et électrique Européen, de par
 2245 le fait que le réseau européen soit interconnecté.

2246 4.7 SYNTHESSES DES INTERPRETATIONS AVANT CONCLUSION

2247 4.7.1 FLEXIBLES

2248 Avant la conclusion de cette étude, le Tableau 39 reprend les impacts des différentes structures, sur
 2249 l'ensemble de leur cycle de vie, selon le score unique, les 16 indicateurs du PEF dont les 6 majoritaires
 2250 en gras/surligné, ainsi que le CED.
 2251

Catégorie de dommages	Unité	S1 - Actuel	S2 - Alu	S3 - LDPE chargé	S4 - PP met	S5 - Papier coating	S6 - Papier PET met	S10 - Papier met
Score unique	µPt	3,77E+00	3,48E+00	3,42E+00	3,67E+00	3,27E+00	3,60E+00	3,61E+00
<u>Climate change</u>	kg CO2 eq	4,42E-02	4,10E-02	4,23E-02	4,32E-02	3,81E-02	4,04E-02	4,01E-02
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,10E-09	1,05E-09	9,54E-10	1,00E-09	1,03E-09	4,56E-09	1,06E-09
Ionising radiation	kBq U-235 eq	3,79E-05	-2,24E-04	-7,65E-04	-4,46E-04	-9,57E-05	1,39E-04	3,10E-04
<u>Photochemical ozone formation</u>	kg NMVOC eq	2,15E-04	2,04E-04	1,99E-04	2,05E-04	1,93E-04	2,04E-04	2,05E-04
<u>Particulate matter</u>	disease inc.	3,26E-09	3,20E-09	2,89E-09	3,28E-09	2,90E-09	3,28E-09	3,31E-09
Human toxicity, non-cancer	CTUh	5,06E-10	4,73E-10	3,57E-10	3,83E-10	3,64E-10	3,93E-10	4,01E-10
Human toxicity, cancer	CTUh	3,16E-11	2,73E-11	1,65E-11	2,11E-11	1,64E-11	2,11E-11	2,16E-11
<u>Acidification</u>	mol H+ eq	1,86E-04	1,76E-04	1,49E-04	1,70E-04	1,53E-04	1,69E-04	1,72E-04
<u>Eutrophication, freshwater</u>	kg P eq	1,55E-05	1,24E-05	1,12E-05	1,17E-05	1,25E-05	1,29E-05	1,34E-05
Eutrophication, marine	kg N eq	6,34E-05	5,94E-05	5,71E-05	5,99E-05	5,81E-05	6,13E-05	6,21E-05
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	5,29E-04	5,02E-04	4,77E-04	5,55E-04	4,79E-04	5,63E-04	5,69E-04

Ecotoxicity, freshwater	CTUe	2,62E-01	2,49E-01	2,41E-01	2,57E-01	2,52E-01	2,64E-01	2,68E-01
Land use	Pt	1,83E-01	-5,59E-02	-5,38E-02	1,07E-01	1,48E-01	2,85E-01	3,41E-01
Water use	m3 depriv.	9,66E-03	9,17E-03	8,42E-03	9,91E-03	9,52E-03	1,15E-02	1,15E-02
Resource use, fossils	MJ	5,51E-01	5,06E-01	5,49E-01	5,62E-01	4,79E-01	5,13E-01	5,08E-01
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	9,96E-08	9,68E-08	9,94E-08	1,36E-07	9,67E-08	1,38E-07	1,35E-07
Cumulative Exergy Demand V1.07 / Cumulative exergy demand	MJ	6,33E-01	5,26E-01	5,48E-01	5,72E-01	5,16E-01	5,57E-01	5,65E-01

2252 **Tableau 39 Impacts des structures sur tout le cycle de vie des structures flexibles, selon le score**
2253 **unique, les 16 indicateurs du PEF et le CED**

2254 5 CONCLUSIONS

2255 5.1 CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES RÉSULTATS ET LES 2256 INTERPRÉTATIONS

2257 5.1.1 CONCLUSIONS SUR LES FLEXIBLES:

2258 Au regard des différents résultats et analyses de sensibilité, l'évaluation ACV comparative des structures
2259 flexibles de beurre (une structure S1 Actuelle (base papier/alu/PE), 5 structures non commercialisées à
2260 date et une structure existante S10) est la suivante :

- 2261
- 2262 • La structure S1 (base papier/alu/PE) actuelle est celle avec les impacts environnementaux les plus
2263 élevés, que le scénario soit en 2021 ou en 2030. Toutes les structures pressenties dans l'étude
2264 ont donc des impacts environnementaux plus faibles que la structure actuelle.
- 2265 • Les deux structures avec les meilleures performances environnementales sont la S3 – LDPE
2266 chargé avec du Carbonate de Calcium, et la S5 – Papier avec un coating polymère.
- 2267 • Ces conclusions sont valables toutes choses égales par ailleurs dans le cadre des paramètres
2268 étudiés au sein de l'étude.

2270 En effet, les différents points cités ci-dessous font office d'ouverture à garder en tête pour tous les lecteurs
2271 de ce rapport, afin de prendre du recul sur la conclusion :

- 2272 • Le beurre est un produit qui est environnementalement impactant de manière générale, et d'autant
2273 plus relativement parlant par rapport à l'emballage dans lequel il est contenu. Pour un produit tel
2274 que le beurre emballé, il est important de garder les ordres de grandeurs en tête, avec une majorité
2275 des impacts pour le produit alimentaire, contre une plus faible contribution aux impacts concernant
2276 l'emballage. Œuvrons tous ensemble pour limiter le gaspillage alimentaire.
- 2277 • La conservation du beurre en amont de la consommation, est contrôlée via des tests de
2278 vieillissements très stricts avant la mise sur le marché. Une éventuelle légère différence
2279 de performance de conservation en amont n'est pas susceptible de causer une différence
2280 significative de performances environnementales.

2281 • Ensuite, lors de l'utilisation du produit, une fois chez le consommateur, les propriétés barrières
2282 deviennent toutes égales car rompues lors de l'ouverture de l'emballage. De manière générale, il
2283 n'a pas étudié dans ce rapport, les potentielles causes spécifiques et conséquences associées
2284 d'une perte de beurre dans la phase d'usage. De ce fait, il est important de noter (en vue d'éviter
2285 le gaspillage alimentaire ayant des impacts environnementaux élevés) que le taux de restitution
2286 de l'emballage doit être le plus élevé possible (pour éviter une perte de beurre ; qui serait causée
2287 par exemple par le fait de ne pas pouvoir totalement bien vider l'emballage (contraintes de design),
2288 ou bien, que l'emballage favorise l'apparition de beurre rance de façon non désirée, pouvant donc
2289 amener le consommateur à jeter ce beurre). En effet, l'analyse de sensibilité montre qu'un très
2290 faible différentiel de taux de perte de beurre entre deux solutions (supérieur à 0,2% soit 0,5g de
2291 beurre sur une quantité de 250g de beurre) serait le contributeur majoritaire des impacts devant
2292 l'ensemble des impacts du cycle de vie de l'emballage.

2293 5.2 CONTRIBUTION DES ÉTAPES DU CYCLE DE VIE ET DES COMPOSANTS 2294 DU PRODUIT

2295 Pour les structures flexibles, les principaux impacts sur l'environnement proviennent des **trois étapes du**
2296 **cycle de vie, classé par ordre de contribution :**

- 2297 - **Transport réfrigéré vers les lieux de vente**
- 2298 - **EIC nécessaire au transport vers les lieux de vente**
- 2299 - **Matières premières et production**

2300
2301 En première étape, arrive le **Transport réfrigéré vers les lieux de vente**, qui est le principal contributeur
2302 aux impacts environnementaux pour les structures flexibles. Cela s'explique principalement par l'utilisation
2303 de camion réfrigéré. Il y'a un enjeu de distance entre les usines de conditionnement et les lieux de vente,
2304 afin de maximiser les circuits courts, ainsi que la quantité de beurre transporté lorsque chaque camion se
2305 déplace.

2306
2307 En deuxième étape les **Emballages Industriels et Commerciaux, nécessaires au transport vers les**
2308 **lieux de vente**. En effet, le plan de palettisation, demandant une quantité importante de cartons, pèse
2309 plus que la structure primaire flexible qui protège le beurre. Il y'a un enjeu de plan de palettisation afin
2310 d'optimiser les impacts associés à cette étape.

2311
2312 Ces deux premières étapes sont identiques pour toutes les structures flexibles, en termes d'ICV et donc
2313 en termes d'impacts.

2314
2315 Enfin, l'étape de **Matières premières et production** participent en 3^{ème} position aux impacts globaux du
2316 cycle de vie pour les structures flexibles, cela s'expliquant notamment par ces structures qui pèsent moins
2317 de 2,5g, une masse faible lorsque comparée aux 250g de beurre. Au sein de cette étape, se joue les
2318 différences entre les structures. La métallisation PVD pèse beaucoup dans les impacts des structures S4
2319 (film PP avec PVD alu), S6 (papier avec film PET métallisé alu en PVD) et S10 (papier métallisé alu en
2320 PVD), l'aluminium pesant beaucoup pour la S2 malgré le fait que ce soit la solution avec la masse la plus
2321 faible. Aucune structure ne ressort significativement plus vertueuse que d'autres, cependant, toutes les
2322 structures semblent être moins émissives que la S1 Actuelle (base papier/alu/PE).

2323
2324 Pour finir, l'étape de **Fin de vie des Structures**, notamment relié avec les enjeux de recyclabilité cités en
2325 début de rapport, n'est pas une étape majoritairement contributrice pour les structures flexibles.

2326

2327

5.3 PRINCIPALES LIMITES DE L'ETUDE

2328

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.

2329

2330

2331

2332

2333

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**, reprend les différents critères d'exclusion et limites de l'études.

2334

2335

2336

2337

2338

2339

2340

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

2341

2342

5.4 RECOMMANDATIONS D'ECOCONCEPTION (LISTE NON EXHAUSTIVE)

2343

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.

2344

2345

2346

2347

2348

2349

2350

2351

- ❖ 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.
 - Il est important de noter qu'aucune étude sur le format des emballages sélectionnés n'a été réalisée dans le cadre de cette étude.

2352

2353

2354

2355

2356

2357

2358

2359

2360

2361

2362

2363

2364

2365

2366

2367

2368

2369

2370

2371

2372

- 2373 ❖ S'assurer de l'efficience et de la performance des propriétés barrières de la structure
2374 ○ En cas de différence, même relativement minime, de différentiel de taux de perte de beurre
2375 (que ce soit durant la phase amont de la consommation, ou bien, durant la phase
2376 d'usage/consommation du beurre), les impacts environnementaux sont susceptibles de
2377 drastiquement augmenter.
- 2378 ❖ Designer des emballages qui soient le plus adaptés aux filières de recyclage actuelles, et celles à
2379 venir dans un futur proche
2380 ○ En termes de choix de matériaux et de conception produit
- 2381 ❖ Optimiser le transport vers les lieux de vente
2382 ○ A travers des camions **Réfrigérés** les plus efficaces possibles
2383 ○ A travers un plan de palettisation le plus optimisé possible
- 2384 ❖ Communiquer sur les gestes à adopter, notamment sur la fin de vie
2385 ○ La communication sur les gestes de tri dans le bac jaune, notamment l'importance de vider
2386 les emballages ménagers avant le tri, est une étape clé au recyclage d'un emballage, qui
2387 peut avoir un fort impact quand mis en place de façon claire et précise.
- 2388 ❖ Pour les solutions ayant recours au papier et/ou au carton, il a été démontré dans cette étude
2389 qu'il y'a enjeu sur la disponibilité (ou non) de la ressource papier/bois en quantité suffisante pour
2390 tous les usages envisagés en 2030 (notamment à travers l'indicateur Land Use). Si une
2391 compétition pour l'usage est observée avec une forte augmentation de la demande en
2392 papier/bois, d'autres utilisateurs potentiels du bois en seront privés et devront prendre d'autres
2393 matières, par exemple en se tournant vers les énergies fossiles, ou bien, il pourrait y avoir une
2394 hausse de la déforestation (contrôlée et non-contrôlée).

2395 6 AVIS DE REVUE CRITIQUE

2396 L'avis du rapport de revue critique est annexé ci-dessous en Section 7.1.

2397 **7 ANNEXES**

2398 **7.1 REVUE CRITIQUE RAPPORT FINAL**

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 ?
Objectif de l'étude (chap. 4.2.2)	
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
Définition du champ de l'étude (chap. 4.2.3)	
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
Inventaire du cycle de vie (4.3)	
Recueil des données d'activité et leur source	OUI

2408

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
Evaluation de l'impact (4.4) et interprétation du cycle de vie (4.5)	
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

2409

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.

Avis général

Recyclabilité des emballages ayant contenu des denrées alimentaires solides ou liquides

REMARQUES PRELIMINAIRES

Cet Avis général fait suite à l'étude réalisée par le CTP dans le cadre normatif fixant l'interdiction de recyclage des papiers et cartons triés sur ordures brutes. En effet, actuellement, la quasi-totalité des emballages en papier-carton ménagers sont considérés comme recyclables, à la condition que les emballages ménagers usagés résultants soient « propres et secs ». Avec pour objectif de définir plus précisément la notion de « propre et sec », l'étude a donc porté sur la détermination des limites d'acceptabilité d'emballages ayant contenu des denrées alimentaires.

Actuellement, on peut retrouver deux types de produits alimentaires sur le marché : les produits secs (riz, pâtes, céréales,...) et les produits gras et humides comme les pizzas, les yaourts ou encore les surgelés.

Les produits dits secs n'entraînent, par définition, aucune souillure de l'emballage. En revanche, la seconde catégorie peut être à l'origine d'une souillure superficielle de l'emballage associé et c'est pourquoi ces types d'emballages ont été soumis à étude. Dans ce cadre, l'évaluation de l'influence de résidus alimentaires sur la qualité des pâtes recyclées issues de la collecte et du recyclage d'emballages souillés a consisté en l'étude d'impact de résidus issus de produits gras, sucrés, salés et humides dans les catégories papiers-cartons complexés et non complexés sous réserve que ceux-ci soient préalablement vidés (absence de tout débris alimentaire). Pour cela, l'étude a reposé sur des conditions d'expériences **particulièrement défavorables** et de ce fait, **irréalistes**, afin de juger au plus haut de l'impact de restes alimentaires sur la qualité des pâtes recyclées.

AVIS GENERAL DU C.E.R.E.C.

Dans les conditions actuelles de collecte, tri et régénération :

- Le CEREC émet un avis favorable quant au recyclage des déchets d'emballages ménagers mis en contact avec des produits gras, sucrés, salés et humides dans les catégories papiers-cartons complexés ou non complexés sous réserve que ceux-ci soient préalablement vidés (absence de tout débris alimentaire). En effet, les emballages contenant des débris alimentaires (au sens de morceaux) ne peuvent être intégrés au sein d'un processus de recyclage. En revanche, la présence de simples traces n'entraîne pas de baisse notable de la qualité des pâtes recyclées, qui pourront alors être réintégrées dans de nouvelles applications. De plus, au taux actuel de pénétration du marché, le gisement de déchets souillés et les quantités de résidus alimentaires contenus dans ces emballages ne sont pas suffisamment importants pour influencer négativement sur la chaîne de recyclage des emballages papier-carton.

- Dans ce cadre, le CEREC recommande la mise en place d'une nouvelle consigne de tri, indiquant au consommateur que les emballages ménagers papier-carton ayant été en contact avec une denrée alimentaire doivent, sous réserve qu'ils aient été correctement vidés et ne contiennent pas de débris alimentaires, être orientés vers le bac de collecte séparé.

VALIDATION



Maryon GINISTY-PAILLEUX

Avis général 2



Philippe HEINRICH

Date de validation : 8/11/2012

Ionising radiation	μPt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Photochemical ozone formation	μPt	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Particulate matter	μPt	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5
Human toxicity, non-cancer	μPt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Human toxicity, cancer	μPt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acidification	μPt	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Eutrophication, freshwater	μPt	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Eutrophication, marine	μPt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Eutrophication, terrestrial	μPt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Ecotoxicity, freshwater	μPt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Land use	μPt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Water use	μPt	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Resource use, fossils	μPt	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7
Resource use, minerals and metals	μPt	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2

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	S1 - Actuel	S2 - Alu	S3 - LDPE chargé	S4 - PP met	S5 - Papier coating	S6 - Papier PET met	S10 - Papier met
Climate change	kg CO2 eq	4,42E-02	4,10E-02	4,23E-02	4,32E-02	3,81E-02	4,04E-02	4,01E-02
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,10E-09	1,05E-09	9,54E-10	1,00E-09	1,03E-09	4,56E-09	1,06E-09
Ionising radiation	kBq U-235 eq	3,79E-05	-2,24E-04	-7,65E-04	-4,46E-04	-9,57E-05	1,39E-04	3,10E-04
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	2,15E-04	2,04E-04	1,99E-04	2,05E-04	1,93E-04	2,04E-04	2,05E-04
Particulate matter	disease inc.	3,26E-09	3,20E-09	2,89E-09	3,28E-09	2,90E-09	3,28E-09	3,31E-09

Human toxicity, non-cancer	CTUh	5,06E-10	4,73E-10	3,57E-10	3,83E-10	3,64E-10	3,93E-10	4,01E-10
Human toxicity, cancer	CTUh	3,16E-11	2,73E-11	1,65E-11	2,11E-11	1,64E-11	2,11E-11	2,16E-11
Acidification	mol H+ eq	1,86E-04	1,76E-04	1,49E-04	1,70E-04	1,53E-04	1,69E-04	1,72E-04
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,55E-05	1,24E-05	1,12E-05	1,17E-05	1,25E-05	1,29E-05	1,34E-05
Eutrophication, marine	kg N eq	6,34E-05	5,94E-05	5,71E-05	5,99E-05	5,81E-05	6,13E-05	6,21E-05
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	5,29E-04	5,02E-04	4,77E-04	5,55E-04	4,79E-04	5,63E-04	5,69E-04
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	2,62E-01	2,49E-01	2,41E-01	2,57E-01	2,52E-01	2,64E-01	2,68E-01
Land use	Pt	1,83E-01	-5,59E-02	-5,38E-02	1,07E-01	1,48E-01	2,85E-01	3,41E-01
Water use	m3 depriv.	9,66E-03	9,17E-03	8,42E-03	9,91E-03	9,52E-03	1,15E-02	1,15E-02
Resource use, fossils	MJ	5,51E-01	5,06E-01	5,49E-01	5,62E-01	4,79E-01	5,13E-01	5,08E-01
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	9,96E-08	9,68E-08	9,94E-08	1,36E-07	9,67E-08	1,38E-07	1,35E-07

2423

Eutrophication, terrestrial	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Ecotoxicity, freshwater	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Land use	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,0
Water use	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resource use, fossils	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0
Resource use, minerals and metals	0,1	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 S1, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie d'impact	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
Climate change	4,42E-02	1,03E-02	3,46E-05	8,72E-06	1,37E-04	1,11E-02	5,42E-03	1,62E-02	9,61E-04
Ozone depletion	1,10E-09	3,78E-10	8,83E-13	-4,79E-14	2,99E-12	3,19E-10	5,13E-11	3,65E-10	-1,27E-11
Ionising radiation	3,79E-05	1,28E-03	8,98E-06	-2,91E-06	2,64E-06	1,29E-03	-2,29E-03	3,00E-04	-5,54E-04
Photochemical ozone formation	2,15E-04	6,05E-05	1,65E-07	-1,04E-08	4,66E-07	5,53E-05	4,73E-07	9,89E-05	-6,03E-07
Particulate matter	3,26E-09	6,32E-10	2,56E-12	-3,83E-13	1,02E-11	1,13E-09	-1,97E-10	1,77E-09	-8,18E-11

Human toxicity, non-cancer	5,06E-10	1,98E-10	3,45E-13	-1,31E-15	1,38E-12	1,17E-10	1,52E-11	1,74E-10	6,99E-14
Human toxicity, cancer	3,16E-11	1,70E-11	1,99E-14	1,14E-15	6,25E-14	7,43E-12	8,35E-13	5,75E-12	5,26E-13
Acidification	1,86E-04	6,22E-05	1,71E-07	-9,67E-09	3,00E-07	6,10E-05	-8,01E-07	6,39E-05	-9,43E-07
Eutrophication, freshwater	1,55E-05	5,87E-06	1,08E-08	-3,05E-10	9,75E-09	7,98E-06	6,50E-07	1,01E-06	-7,77E-08
Eutrophication, marine	6,34E-05	1,15E-05	4,06E-08	-1,39E-09	7,57E-08	2,71E-05	4,55E-07	2,39E-05	2,71E-07
Eutrophication, terrestrial	5,29E-04	1,04E-04	4,11E-07	-2,05E-08	7,69E-07	1,78E-04	-7,21E-06	2,55E-04	-7,14E-07
Ecotoxicity, freshwater	2,62E-01	5,06E-02	1,59E-04	3,46E-06	9,63E-04	8,26E-02	1,07E-02	1,15E-01	1,95E-03
Land use	1,83E-01	2,67E-01	4,17E-03	-6,22E-04	1,18E-03	1,22E+00	-1,55E+00	2,52E-01	-1,33E-02
Water use	9,66E-03	3,02E-03	1,54E-05	-2,07E-06	8,03E-06	5,46E-03	1,76E-04	1,02E-03	-4,23E-05
Resource use, fossils	5,51E-01	1,51E-01	8,34E-04	-1,10E-04	1,95E-03	1,50E-01	2,77E-02	2,36E-01	-1,67E-02
Resource use, minerals and metals	9,96E-08	2,73E-08	1,47E-10	-5,79E-12	4,49E-10	4,07E-08	1,98E-10	3,20E-08	-1,17E-09

Tableau pour la partie 4.3 - Score unique pour la S2, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie de dommages	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
-----------------------	-------	----------------	------------------------	----------------------------	-----------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	---------------

Land use	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,0
Water use	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resource use, fossils	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	-0,1
Resource use, minerals and metals	0,1	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 S2, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie d'impact	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
Climate change	4,10E-02	1,09E-02	3,46E-05	8,72E-06	6,11E-05	1,11E-02	5,42E-03	1,62E-02	-2,72E-03
Ozone depletion	1,05E-09	4,05E-10	8,83E-13	-4,79E-14	1,33E-12	3,19E-10	5,13E-11	3,64E-10	-8,87E-11
Ionising radiation	-2,24E-04	1,37E-03	8,98E-06	-2,91E-06	1,17E-06	1,29E-03	-2,29E-03	2,99E-04	-9,01E-04
Photochemical ozone formation	2,04E-04	5,93E-05	1,65E-07	-1,04E-08	2,07E-07	5,53E-05	4,73E-07	9,85E-05	-1,02E-05
Particulate matter	3,20E-09	7,30E-10	2,56E-12	-3,83E-13	4,55E-12	1,13E-09	-1,97E-10	1,76E-09	-2,29E-10
Human toxicity, non-cancer	4,73E-10	2,51E-10	3,45E-13	-1,31E-15	6,16E-13	1,17E-10	1,52E-11	1,73E-10	-8,39E-11
Human toxicity, cancer	2,73E-11	2,26E-11	1,99E-14	1,14E-15	2,78E-14	7,43E-12	8,35E-13	5,72E-12	-9,37E-12

Acidification	1,76E-04	7,06E-05	1,71E-07	-9,67E-09	1,33E-07	6,10E-05	-8,01E-07	6,36E-05	-1,87E-05
Eutrophication, freshwater	1,24E-05	4,48E-06	1,08E-08	-3,05E-10	4,34E-09	7,98E-06	6,50E-07	1,01E-06	-1,71E-06
Eutrophication, marine	5,94E-05	1,04E-05	4,06E-08	-1,39E-09	3,37E-08	2,71E-05	4,55E-07	2,38E-05	-2,54E-06
Eutrophication, terrestrial	5,02E-04	1,00E-04	4,11E-07	-2,05E-08	3,42E-07	1,78E-04	-7,21E-06	2,54E-04	-2,31E-05
Ecotoxicity, freshwater	2,49E-01	5,04E-02	1,59E-04	3,46E-06	4,29E-04	8,26E-02	1,07E-02	1,15E-01	-9,77E-03
Land use	-5,59E-02	2,14E-02	4,17E-03	-6,22E-04	5,24E-04	1,22E+00	-1,55E+00	2,51E-01	-4,20E-03
Water use	9,17E-03	2,72E-03	1,54E-05	-2,07E-06	3,58E-06	5,46E-03	1,76E-04	1,02E-03	-2,18E-04
Resource use, fossils	5,06E-01	1,38E-01	8,34E-04	-1,10E-04	8,67E-04	1,50E-01	2,77E-02	2,35E-01	-4,69E-02
Resource use, minerals and metals	9,68E-08	2,60E-08	1,47E-10	-5,79E-12	2,00E-10	4,07E-08	1,98E-10	3,18E-08	-2,22E-09

Tableau pour la partie 4.3 - Score unique pour la S3, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie de dommages	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
Total	3,4	0,7	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	1,5	0,0
Climate change	1,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,5	0,1

Resource use, fossils	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0
Resource use, minerals and metals	0,1	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 S3, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie d'impact	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
Climate change	4,23E-02	7,06E-03	3,46E-05	8,72E-06	1,12E-04	1,11E-02	5,42E-03	1,62E-02	2,34E-03
Ozone depletion	9,54E-10	2,32E-10	8,83E-13	-4,79E-14	2,44E-12	3,19E-10	5,13E-11	3,64E-10	-1,61E-11
Ionising radiation	-7,65E-04	5,22E-04	8,98E-06	-2,91E-06	2,15E-06	1,29E-03	-2,29E-03	2,99E-04	-5,96E-04
Photochemical ozone formation	1,99E-04	4,76E-05	1,65E-07	-1,04E-08	3,80E-07	5,53E-05	4,73E-07	9,88E-05	-3,41E-06
Particulate matter	2,89E-09	2,86E-10	2,56E-12	-3,83E-13	8,35E-12	1,13E-09	-1,97E-10	1,77E-09	-1,01E-10
Human toxicity, non-cancer	3,57E-10	5,13E-11	3,45E-13	-1,31E-15	1,13E-12	1,17E-10	1,52E-11	1,74E-10	-2,09E-12
Human toxicity, cancer	1,65E-11	2,21E-12	1,99E-14	1,14E-15	5,11E-14	7,43E-12	8,35E-13	5,74E-12	1,87E-13
Acidification	1,49E-04	2,79E-05	1,71E-07	-9,67E-09	2,45E-07	6,10E-05	-8,01E-07	6,38E-05	-3,06E-06
Eutrophication, freshwater	1,12E-05	1,75E-06	1,08E-08	-3,05E-10	7,96E-09	7,98E-06	6,50E-07	1,01E-06	-1,75E-07

Tableau pour la partie 4.3 - Impacts selon les 16 indicateurs pour les structures, pour la S4, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie d'impact	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
Climate change	4,32E-02	8,44E-03	3,46E-05	8,72E-06	8,17E-05	1,11E-02	5,42E-03	1,62E-02	1,95E-03
Ozone depletion	1,00E-09	2,78E-10	8,83E-13	-4,79E-14	1,78E-12	3,19E-10	5,13E-11	3,64E-10	-1,17E-11
Ionising radiation	-4,46E-04	6,66E-04	8,98E-06	-2,91E-06	1,57E-06	1,29E-03	-2,29E-03	2,99E-04	-4,20E-04
Photochemical ozone formation	2,05E-04	5,12E-05	1,65E-07	-1,04E-08	2,77E-07	5,53E-05	4,73E-07	9,86E-05	-1,55E-06
Particulate matter	3,28E-09	6,48E-10	2,56E-12	-3,83E-13	6,08E-12	1,13E-09	-1,97E-10	1,76E-09	-7,19E-11
Human toxicity, non-cancer	3,83E-10	7,73E-11	3,45E-13	-1,31E-15	8,23E-13	1,17E-10	1,52E-11	1,73E-10	-1,45E-12
Human toxicity, cancer	2,11E-11	6,82E-12	1,99E-14	1,14E-15	3,72E-14	7,43E-12	8,35E-13	5,73E-12	1,83E-13
Acidification	1,70E-04	4,70E-05	1,71E-07	-9,67E-09	1,78E-07	6,10E-05	-8,01E-07	6,37E-05	-1,71E-06
Eutrophication, freshwater	1,17E-05	2,18E-06	1,08E-08	-3,05E-10	5,80E-09	7,98E-06	6,50E-07	1,01E-06	-8,41E-08
Eutrophication, marine	5,99E-05	8,68E-06	4,06E-08	-1,39E-09	4,50E-08	2,71E-05	4,55E-07	2,39E-05	-2,84E-07
Eutrophication, terrestrial	5,55E-04	1,33E-04	4,11E-07	-2,05E-08	4,58E-07	1,78E-04	-7,21E-06	2,54E-04	-3,32E-06

Ecotoxicity, freshwater	2,57E-01	4,90E-02	1,59E-04	3,46E-06	5,73E-04	8,26E-02	1,07E-02	1,15E-01	-1,38E-04
Land use	1,07E-01	1,90E-01	4,17E-03	-6,22E-04	7,01E-04	1,22E+00	-1,55E+00	2,51E-01	-1,04E-02
Water use	9,91E-03	3,44E-03	1,54E-05	-2,07E-06	4,78E-06	5,46E-03	1,76E-04	1,02E-03	-2,06E-04
Resource use, fossils	5,62E-01	1,69E-01	8,34E-04	-1,10E-04	1,16E-03	1,50E-01	2,77E-02	2,35E-01	-2,14E-02
Resource use, minerals and metals	1,36E-07	6,45E-08	1,47E-10	-5,79E-12	2,67E-10	4,07E-08	1,98E-10	3,18E-08	-1,23E-09

Tableau pour la partie 4.3 - Score unique pour la S5, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie de dommages	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
Total	3,3	0,5	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	1,5	0,0
Climate change	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,5	0,0
Ozone depletion	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ionising radiation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Photochemical ozone formation	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Particulate matter	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0

Human toxicity, non-cancer	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Human toxicity, cancer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acidification	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Eutrophication, freshwater	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Eutrophication, marine	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eutrophication, terrestrial	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Ecotoxicity, freshwater	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Land use	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,0
Water use	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resource use, fossils	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0
Resource use, minerals and metals	0,1	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 S5, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie d'impact	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
--------------------	-------	----------------	------------------------	----------------------------	-----------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	---------------

Climate change	3,81E-02	4,26E-03	3,46E-05	8,72E-06	1,64E-04	1,11E-02	5,42E-03	1,62E-02	9,49E-04
Ozone depletion	1,03E-09	2,78E-10	8,83E-13	-4,79E-14	3,56E-12	3,19E-10	5,13E-11	3,65E-10	1,30E-11
Ionising radiation	-9,57E-05	6,70E-04	8,98E-06	-2,91E-06	3,14E-06	1,29E-03	-2,29E-03	3,00E-04	-7,63E-05
Photochemical ozone formation	1,93E-04	4,04E-05	1,65E-07	-1,04E-08	5,55E-07	5,53E-05	4,73E-07	9,90E-05	-2,72E-06
Particulate matter	2,90E-09	2,00E-10	2,56E-12	-3,83E-13	1,22E-11	1,13E-09	-1,97E-10	1,77E-09	-2,10E-11
Human toxicity, non-cancer	3,64E-10	4,56E-11	3,45E-13	-1,31E-15	1,65E-12	1,17E-10	1,52E-11	1,74E-10	1,04E-11
Human toxicity, cancer	1,64E-11	2,41E-12	1,99E-14	1,14E-15	7,45E-14	7,43E-12	8,35E-13	5,76E-12	-8,27E-14
Acidification	1,53E-04	2,85E-05	1,71E-07	-9,67E-09	3,57E-07	6,10E-05	-8,01E-07	6,39E-05	8,30E-09
Eutrophication, freshwater	1,25E-05	5,12E-06	1,08E-08	-3,05E-10	1,16E-08	7,98E-06	6,50E-07	1,01E-06	-2,31E-06
Eutrophication, marine	5,81E-05	7,24E-06	4,06E-08	-1,39E-09	9,02E-08	2,71E-05	4,55E-07	2,39E-05	-8,23E-07
Eutrophication, terrestrial	4,79E-04	5,42E-05	4,11E-07	-2,05E-08	9,16E-07	1,78E-04	-7,21E-06	2,55E-04	-1,71E-06
Ecotoxicity, freshwater	2,52E-01	3,86E-02	1,59E-04	3,46E-06	1,15E-03	8,26E-02	1,07E-02	1,15E-01	4,07E-03
Land use	1,48E-01	4,76E-01	4,17E-03	-6,22E-04	1,40E-03	1,22E+00	-1,55E+00	2,52E-01	-2,58E-01

Acidification	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Eutrophication, freshwater	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Eutrophication, marine	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eutrophication, terrestrial	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Ecotoxicity, freshwater	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Land use	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,0
Water use	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resource use, fossils	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0
Resource use, minerals and metals	0,2	0,1	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 S6, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie d'impact	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
Climate change	4,04E-02	6,85E-03	3,46E-05	8,72E-06	1,35E-04	1,11E-02	5,42E-03	1,62E-02	6,76E-04
Ozone depletion	4,56E-09	3,81E-09	8,83E-13	-4,79E-14	2,94E-12	3,19E-10	5,13E-11	3,65E-10	8,67E-12

Ionising radiation	1,39E-04	8,59E-04	8,98E-06	-2,91E-06	2,59E-06	1,29E-03	-2,29E-03	3,00E-04	-2,93E-05
Photochemical ozone formation	2,04E-04	5,08E-05	1,65E-07	-1,04E-08	4,58E-07	5,53E-05	4,73E-07	9,89E-05	-2,16E-06
Particulate matter	3,28E-09	5,84E-10	2,56E-12	-3,83E-13	1,01E-11	1,13E-09	-1,97E-10	1,77E-09	-1,21E-11
Human toxicity, non-cancer	3,93E-10	7,61E-11	3,45E-13	-1,31E-15	1,36E-12	1,17E-10	1,52E-11	1,74E-10	8,95E-12
Human toxicity, cancer	2,11E-11	7,06E-12	1,99E-14	1,14E-15	6,15E-14	7,43E-12	8,35E-13	5,75E-12	-9,14E-14
Acidification	1,69E-04	4,40E-05	1,71E-07	-9,67E-09	2,95E-07	6,10E-05	-8,01E-07	6,38E-05	7,56E-08
Eutrophication, freshwater	1,29E-05	5,16E-06	1,08E-08	-3,05E-10	9,59E-09	7,98E-06	6,50E-07	1,01E-06	-1,90E-06
Eutrophication, marine	6,13E-05	1,04E-05	4,06E-08	-1,39E-09	7,44E-08	2,71E-05	4,55E-07	2,39E-05	-7,07E-07
Eutrophication, terrestrial	5,63E-04	1,38E-04	4,11E-07	-2,05E-08	7,56E-07	1,78E-04	-7,21E-06	2,55E-04	-1,22E-06
Ecotoxicity, freshwater	2,64E-01	5,26E-02	1,59E-04	3,46E-06	9,48E-04	8,26E-02	1,07E-02	1,15E-01	2,27E-03
Land use	2,85E-01	5,68E-01	4,17E-03	-6,22E-04	1,16E-03	1,22E+00	-1,55E+00	2,52E-01	-2,12E-01
Water use	1,15E-02	4,39E-03	1,54E-05	-2,07E-06	7,90E-06	5,46E-03	1,76E-04	1,02E-03	3,97E-04
Resource use, fossils	5,13E-01	9,66E-02	8,34E-04	-1,10E-04	1,92E-03	1,50E-01	2,77E-02	2,36E-01	3,07E-04

Resource use, minerals and metals	1,38E-07	6,34E-08	1,47E-10	-5,79E-12	4,41E-10	4,07E-08	1,98E-10	3,20E-08	9,01E-10
-----------------------------------	----------	----------	----------	-----------	----------	----------	----------	----------	----------

Tableau pour la partie 4.3 - Score unique pour la S10, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie de dommages	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
Total	3,6	0,9	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	1,5	-0,1
Climate change	1,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,5	0,0
Ozone depletion	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ionising radiation	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Photochemical ozone formation	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Particulate matter	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0
Human toxicity, non-cancer	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Human toxicity, cancer	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Acidification	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Eutrophication, freshwater	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0

Eutrophication, marine	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eutrophication, terrestrial	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Ecotoxicity, freshwater	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Land use	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,0
Water use	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Resource use, fossils	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0
Resource use, minerals and metals	0,2	0,1	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 S10, selon les étapes du cycle de vie

Catégorie d'impact	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
Climate change	4,01E-02	6,79E-03	3,46E-05	8,72E-06	1,60E-04	1,11E-02	5,42E-03	1,62E-02	3,90E-04
Ozone depletion	1,06E-09	3,09E-10	8,83E-13	-4,79E-14	3,47E-12	3,19E-10	5,13E-11	3,65E-10	1,37E-11
Ionising radiation	3,10E-04	9,52E-04	8,98E-06	-2,91E-06	3,06E-06	1,29E-03	-2,29E-03	3,00E-04	4,77E-05
Photochemical ozone formation	2,05E-04	5,24E-05	1,65E-07	-1,04E-08	5,41E-07	5,53E-05	4,73E-07	9,90E-05	-2,77E-06

Particulate matter	3,31E-09	5,96E-10	2,56E-12	-3,83E-13	1,19E-11	1,13E-09	-1,97E-10	1,77E-09	-2,95E-12
Human toxicity, non-cancer	4,01E-10	8,07E-11	3,45E-13	-1,31E-15	1,61E-12	1,17E-10	1,52E-11	1,74E-10	1,14E-11
Human toxicity, cancer	2,16E-11	7,71E-12	1,99E-14	1,14E-15	7,27E-14	7,43E-12	8,35E-13	5,76E-12	-1,78E-13
Acidification	1,72E-04	4,76E-05	1,71E-07	-9,67E-09	3,48E-07	6,10E-05	-8,01E-07	6,39E-05	2,56E-07
Eutrophication, freshwater	1,34E-05	6,31E-06	1,08E-08	-3,05E-10	1,13E-08	7,98E-06	6,50E-07	1,01E-06	-2,52E-06
Eutrophication, marine	6,21E-05	1,14E-05	4,06E-08	-1,39E-09	8,79E-08	2,71E-05	4,55E-07	2,39E-05	-9,60E-07
Eutrophication, terrestrial	5,69E-04	1,44E-04	4,11E-07	-2,05E-08	8,93E-07	1,78E-04	-7,21E-06	2,55E-04	-1,52E-06
Ecotoxicity, freshwater	2,68E-01	5,57E-02	1,59E-04	3,46E-06	1,12E-03	8,26E-02	1,07E-02	1,15E-01	2,87E-03
Land use	3,41E-01	6,93E-01	4,17E-03	-6,22E-04	1,37E-03	1,22E+00	-1,55E+00	2,52E-01	-2,81E-01
Water use	1,15E-02	4,32E-03	1,54E-05	-2,07E-06	9,33E-06	5,46E-03	1,76E-04	1,02E-03	5,36E-04
Resource use, fossils	5,08E-01	8,89E-02	8,34E-04	-1,10E-04	2,26E-03	1,50E-01	2,77E-02	2,36E-01	3,07E-03
Resource use, minerals and metals	1,35E-07	6,03E-08	1,47E-10	-5,79E-12	5,21E-10	4,07E-08	1,98E-10	3,20E-08	1,39E-09

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:00000011>

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 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 aoûtth, 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 aoûtth, 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

^{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 aoûtth, 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

^{xi} 27/09/21 Agroalimentaire Candia lance une marque de beurre à l'emballage écologique <https://agence-api.ouest-france.fr/article/candia-lance-une-marque-de-beurre-a-lemballage-ecologique-et-investit#:~:text=96%20%25%20de%20papier,l'impression%20du%20d%C3%A9cor>

^{xii} RTE France - Bilan prévisionnel long terme « Futurs énergétiques 2050 » <https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-01/Bilan%20Previsionnel%202050-consultation-complet.pdf>

^{xiii} Rapport Copert III : https://www.eea.europa.eu/publications/Technical_report_No_49

^{xiv} ADEME : Evaluation environnementale de la consigne pour le réemploi des emballages en verre en France <https://bibliothèque.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/6359-evaluation-environnementale-de-la-consigne-pour-le-reemploi-des-emballages-en-verre-en-france.html>

^{xv} 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
Page 8

^{xvi} 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>

^{xvii} 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>